

Jonna Aalto

PAIKALLISMITTAUSTIETOJEN SIIRTO AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄÄN

Opinnäytetyö

Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto

Sähköinsinööri

2021



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tutkintonimike	insinööri (AMK)
Tekijä/Tekijät	Jonna Aalto
Työn nimi	Paikallismittaustietojen siirto automaatiojärjestelmään
Toimeksiantaja	Vantaan Energia Oy
Vuosi	marraskuu 2021
Sivut	28 sivua
Työn ohjaaja(t)	Lehtori Risto Asp Kunnossapitoinsinööri Jarkko Savinainen

TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda suunnitelma Vantaan Energian Martinlaakson voimalaitoksen paikallisuettavien mittaustietojen siirrolle automaatiojärjestelmään. Työhön kuuluvien mittauksien mittalukemat ovat kuukausittain raportoitavia lukemia, ja yksittäinen henkilö joka kuukausi kiertää mittaukset läpi ja kirjaa lukemat ylös. Suunnitelman toteutuksen avulla mittaustiedot siirtyisivät automaatiojärjestelmän keruuseen reaaliajassa ja eikä kierrosta enää vaadittaisi.

Opinnäytetyön sisällöksi valittiin uusintatarpeen kartoitus eli olemassa olevien mittauksien mittausmenetelmän tarkastelu ja niiden tekniset ominaisuudet. Alkukartoituksen perusteella päädyttiin ottamaan kohteeksi sähköenergian kuluusta mittaavat mittaukset. Lisäksi työssä haluttiin tutkia voiko vanhoja mittalaitteita käyttää vai tuleeko mittalaitteet uudistaa. Työhön sisältyi myös mahdollisen uudistuksen suunnittelu ja uuden mittalaitemallin esitys. Yhteenvetossa verrataan vanhojen mittausten hyötykäytön ja mittauslaitteiden uudistuksen eroja. Aiheen ulkopuolelle jätettiin mittauskohtainen yksittäinen suunnittelu.

Tutkimusmenetelmänä työssä käytettiin laadullista tutkimusta. Ongelmaan, eli vanhanaikaiseen mittauskeruuseen, tutustuttiin kirjallisuuden, suullisten haastatteluiden ja vanhojen laitoksella toteutettujen suunnitelmien kautta. Osana kartoitusta oli myös laitteisiin tutustuminen kentällä ja sen dokumentointi. Laitetasolla tutustuttiin erilaisiin laitemanuaaleihin ja suoritettiin laadullista arviointia ja vertailua laitevalmistajien kanssa.

Työn tuloksena saatiin kaksi ratkaisua tilanteeseen. Vaihtoehtoiksi muodostuivat vanhojen mittausten mahdollinen hyödyntäminen tai uusi moneen kohteeseen sopiva sähköenergiamittaus. Kumpikin toimii hyvänä pohjana yksittäiselle piirikohtaiselle suunnittelulle. Työ laajensi myös työntekijän omaa ammattitaitoa ja näkemystä mittausteknologiaan ja automaatio-suunnitteluun. Toimeksiantaja tulee hyötymään modernisoinnista ja yksi vuorohenkilö vapautuu kerran kuussa muihin tehtäviin mittarilukemien raportoinnista kentältä.

Asiasanat: automaatio, mittalaite, energiamittaus, automaatio-suunnittelu

Degree	Bachelor of Engineering
Author (authors)	Jonna Aalto
Thesis title	Local metering data transfer to automation system
Commissioned by	Vantaan Energia Oy
Time	November 2021
Pages	28 pages
Supervisor	Lecturer, Risto Asp Maintenance engineer, Jarkko Savinainen

ABSTRACT

This Bachelor's thesis was conducted for Martinlaakso power plant, which is owned by Vantaan Energia Oy. The aim of the thesis was to create a plan for local metering data transfer to the automation system. The readings of the measurements are reported monthly. This means that once a month one employee has to inspect each reading on site and record the values manually. The renovation of locally readable measurements could enable the measurement values to be printed out directly from the automation system in real time and thus, the manual collection round would no longer be necessary.

The content of the thesis was to research the need for measurement device renewal. The research was started with the examination of existing measurement methods and technical properties. Based on the first scan, the study only focused on energy measurements. Also, the content included investigation of the possible utilization of old measurements or whether all of these measurements should be renewed. The thesis includes new measuring designing and the presentation of the new measurement equipment. At the end the differences of renewal and of the current measurements are described. Individual design by measurement was excluded from the topic.

Qualitative research was used as the research method in the thesis. The problem, i.e. the old-fashioned data collection, was examined through literature, oral interviews, and old automation plans implemented at the power plant. The study also included reviewing the equipment in the field and documenting it. Various equipment manuals were reviewed, and qualitative evaluations and comparisons were performed with equipment manufacturers.

As a result of the thesis, two possible solutions were discovered. The options are the possible utilization of current measurements, as well as designing an energy measurement device, which is suitable for a variety of measurements. The alternatives serve as a basis of circuit designs. Working on the thesis gave the opportunity to expand my knowledge of measuring technologies as well as automation designing. The main benefit for the client in this modernization is the monthly saved man-hours that were previously used for on-site reporting.

Keywords: automation, meter equipment, energy meter, automation design

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	TOIMEKSIANTAJA.....	2
2.1	Vantaan Energia Oy	2
2.2	Martinlaakson voimalaitos	4
3	TEORIA SÄHKÖTEHOSTA JA SEN MITTAUKSESTA.....	6
3.1	Sähköteho	6
3.1.1	Pätöteho	6
3.1.2	Loisteho	7
3.2	Sähköenergian mittaaminen	9
3.2.1	Induktiomittarit	10
3.2.2	Staattiset mittarit	11
4	OLEMASSA OLEVAN JÄRJESTELMÄN KARTOITUS	12
4.1	Nykyiset mittalaitteet.....	13
4.2	Automaatiojärjestelmä	16
5	SUUNNITELMA MITTAUSTIETOJEN TUONTIIN	17
5.1	Suunnittelun lähtökohdat	17
5.2	Suunnitelma 1: vanhan ulostulon hyödyntäminen.....	18
5.3	Suunnitelma 2: mittalaitteiden uusinta	20
5.3.1	Uusi mittalaite	22
5.3.2	Mittaussuositus ja taakan tarkistuksen periaate.....	23
5.4	Häiriösuojaus.....	24
5.4.1	Häiriötaajuudet.....	24
5.4.2	Häiriösuojauksen toteutus.....	24
6	YHTEENVETO	26
7	POHDINTA	27
	LÄHTEET	28

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön kohteena on Martinlaakson voimalaitoksen paikallisluettavat kuukausiraportoivat mittaukset ja niiden mittatietojen siirto automaatiojärjestelmään. Opinnäytetyön on tilannut Vantaan Energia Oy. Opinnäytetyön sisällöksi on valittu mittauksien kartoitus, niiden teoriaan perehtyminen ja suunnitelma miten mittatiedot saataisiin tuotua automaatiojärjestelmään. Aiheesta rajataan pois yksityiskohtainen suunnittelu ja suunnitelmasta tehtiin niin sanottu perusta piirikohtaiseen suunnitteluun.

Tutkittavista paikallisluettavista mittauksista osa on erittäin vanhoja. Alkukartoituksessa kävi ilmi, että suurin osa näistä vanhoista mittauksista mittaavat sähköenergian kulutusta, eli ovat kilowattitunteja mittaavia mittalaitteita. Tämän perusteella ne valikoituvat työn kohteeksi.

Kuukausiraportointi on tähän mennessä suoritettu kuukausittain yhden vuorohenkilön voimin käsin merkkamalla mittatulokset ylös. Mittauksien uusinnalla ja/tai tuomalla ne automaatiokeruuseen tuotaisiin kuukausiraportointi nykyi-
kaan, säästettäisiin vuorohenkilöresursseja ja suunnitelmavaihtoehdosta riip-
puen myös saataisiin mittauslukemat tarkemmaksi raportointia varten.

Työn tarkoituksena on modernisoinnin ja automaatiokeruuseen tuomisen lisäksi syventää opinnäytetyöntekijän tietämystä automaatiosuunnitteluun ja siihen liittyvään pohjatyöhön.

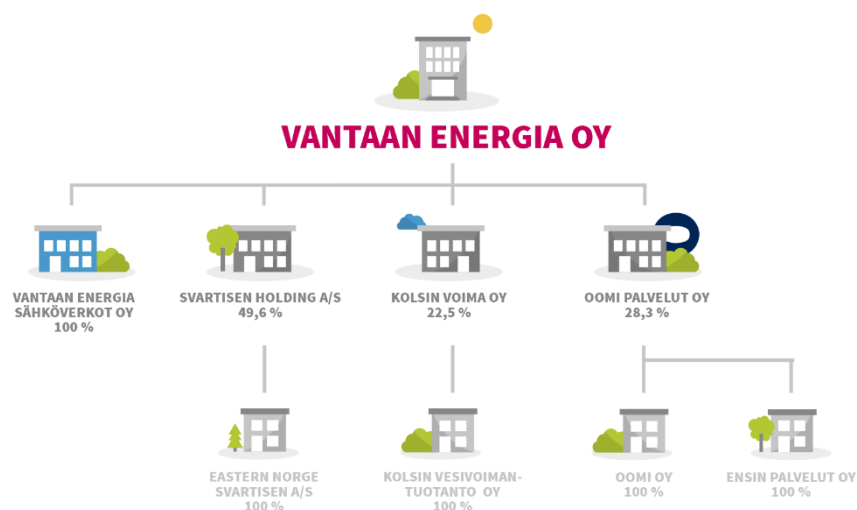
2 TOIMEKSIANTAJA

Toimeksiantajana toimi Vantaan Energia Oy ja toimeksiannon kohde sijaitsi Martinlaakson voimalaitoksella.

2.1 Vantaan Energia Oy

Vantaan Energia on yksi Suomen suurimmista kaupunkienergiayhtiöistä, joka tuottaa kaukolämpöä ja sähköä sekä myy lämpöpalveluita. Se mainostaa itseään kasvavana kiertotalousenergiayhtiönä, joka panostaa hiilineutraalien energiaratkaisujen löytämiseen. Yhtiö on perustettu jo vuonna 1910 nimellä Malmin Sähkölaitos Oy. Vuonna 1973 nimeksi muutettiin Vantaan Sähkölaitos Oy, ja Vantaan Energia Oy nimi otettiin käyttöön vasta vuonna 1996. Yhtiön omistaa 2 kaupunkia, Helsinki 40 prosenttia ja Vantaa 60 prosenttia. [1.]

Vantaan Energia-konserniin sisältyy emoyhtiö Vantaan Energia Oy ja sen tytäryhtiö Vantaan Energia Sähköverkot Oy sekä muut osakkuusyhtiöt. Tytäryhtiö vastaa Vantaan alueen sähköverkkojen rakentamisesta, käytöstä ja kunnossapidosta. Osakkuusyhtiöitä ovat Kolsin Voima Oy, Svartisen Holding A/S, Solar Power Holding Oy sekä Suomen Energiaurakointi Oy, kuten alla olevassa konsernin kuvasta 1 huomataan. [1.]



Kuva 1. Vantaan Energia Oy-konsernin rakenne [1]

Vantaan Energia Oy -konsernilla on osuuksia myös muissa energia-alan yhtiöissä, kuten EPV Energia Oy, Pohjolan Voima Oy, Suomen Hyötytuuli Oy, Voimaosakeyhtiö SF, Woodtracker Oy, ja Vantaan Energia Keski-Uusimaa Oy. [1.]

Vantaan Energia Oy sijaitsee kolmessa toimipisteessä. Tikkurilassa sijaitsee toimitalo eli yrityksen pääkonttori. Sähköä sekä lämpöä tuotetaan Ojangon jätevoimalaitoksella ja Martinlaakson voimalaitoksella. Kumpikin voimalaitoksesta on yhteistuotantolaitoksia, eli ne tuottavat sähköä ja lämpöä. Martinlaakson voimalaitoksella polttoaineena toimii biopolttoaine ja maakaasu. Lisäksi polttoaineena toimii vielä toistaiseksi kivihiili, jonka poltosta luovutaan vuonna 2022. Jätevoimalaitoksen polttoaineena toimii suomalainen sekajäte ja varapolttoaineena maakaasu. Yhtiöllä on lisäksi monia lämpökeskuksia. Ne sijaitsevat ympäri Vantaata: Varistossa, Helsinki-Vantaan lentokentällä, Koivukylässä, Maarinkunnaksella ja Hakunilassa. Näiden polttoaineena käytetään pääsääntöisesti maakaasua, ja niiden tarkoitus on avustaa tarvittaessa lämmöntuotantoa. [1.]

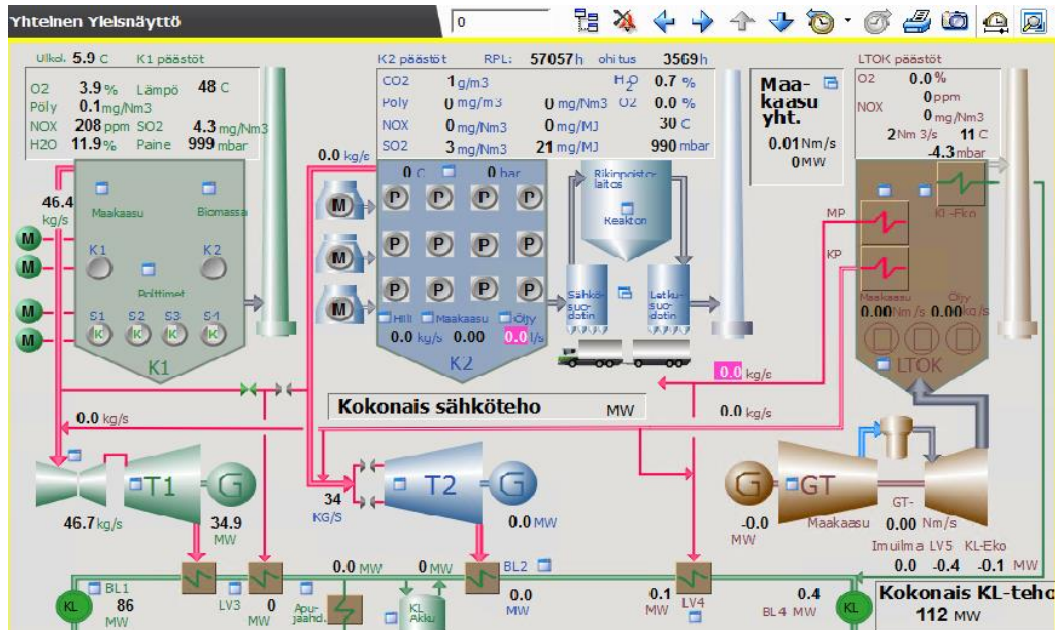
2.2 Martinlaakson voimalaitos

Martinlaakson voimalaitos (kuva 2) on yhteistuotantolaitos, jossa tuotetaan sähköä että lämpöä. Alun perin se on otettu käyttöön vuonna 1975. Voimalaitoksen polttoaineena käytetään puuhaketta, maakaasua sekä kivihiiltä. Varapolttoaineena käytetään kevyttä polttoöljyä. Yrityksellä on tavoite luopua kivihiilen poltosta vuonna 2022. Kivihiilen polttaminen korvataan lisäämällä hyötykäyttöön kelpaamattoman jätteen, tuuli- ja aurinkoenergian sekä maalämmön osuutta tuotannossa. [2.]



Kuva 2. Martinlaakson voimalaitos [1]

Martinlaakson voimalaitokseen kuuluu kolme voimalaitosyksikköä eli blokkia, jotka esiintyvät valvomonäyttökuvassa 3 (s.5). Blokki 1 eli Marbio1 on biokattila, blokki 2 eli hiilikattila Mar2 ja blokki 4 eli kaasuturbiinilaitos Mar4. Näiden blokkien alle lukeutuu myös turbiinilaitokset generaattoreineen ja lämmöntalteenottokattila. Lisäksi on 'blokki 5' eli apukattila. [2.]



Kuva 3. Martinlaakson voimalaitoksen valvomonäytön yhteinen yleisnäyttö

Marbio1- ja Mar2-kattila tuottavat pääsääntöisesti laitoksen tuottaman lämmön ja sähkön. Marbio1 on uusin kattiloista. Se on leijupetikattila, joka valmistui tuotantokäyttöön vuonna 2019. Kattilan polttoaine on puuperäinen polttoaine. Polttoaineen seassa on ollut myös pieni määrä turvetta, mutta turpeen poltosta luovutaan vuoden 2021 loppuun mennessä. Marbio1:n sähköteho on 34 MW ja kaukolämpöteho 105 MW. Mar2 eli blokki 2 on Ahlström-hiilikattilalaitos. Se on otettu tuotantokäyttöön vuonna 1982. Sen polttoaineena toimii hiili ja varapolttoaineena maakaasu. Sähkötehoa siitä saadaan 80 MW, ja sen kaukolämpöteho on 160 MW. [2.]

Huippu- ja varakattilana toimii Mar4-kaasuturbiinilaitos eli kolmas voimalaitosyksikkö, joka on valmistunut vuonna 1995. Sen polttoaineena toimii maakaasu, ja varapolttoaineena käytetään kevyttä polttoöljyä. Sähköteho on -10–0 °C ulkolämpötilalla 58 MW ja kaukolämpöteho 70 MW. [2.]

3 TEORIA SÄHKÖTEHOSTA JA SEN MITTAUKSESTA

3.1 Sähköteho

Sähköteho on energian siirron, kulutuksen ja syötön nopeus. Yleisesti kun puhutaan sähkötehosta, tarkoitetaan näennäistehoa (tunnus S). Sen SI-yksikkö on voltiampeeri (VA). Se voidaan kuitenkin jakaa kahteen komponenttiin: pätö- ja loiskomponenttiin.

Näennäisteho muodostuu alla oleva kaavan 1 mukaan pätötehosta ja loistehosta. [5.]

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (1)$$

jossa	S	näennäisteho	[VA]
	P	pätöteho	[W]
	Q	loisteho	[VA _r]

3.1.1 Pätöteho

Tehoa, joka on todellisuudessa kulunut vaihtovirtapiirissä, kutsutaan pätötehoksi. Se on niin sanotusti työtä tekevä teho, eli esimerkiksi se muuntuu lämmöksi vastuskuormassa. Pätötehon SI-yksikkö on watti (W). [6.]

Pätötehoa laskettaessa tulee ottaa huomioon vaihtosähköön liittyvä induktanssi, eli virtapiirissä olevien komponenttien kykyä vastustaa sen läpi menevän virran muutosta. Induktanssi luo tilanteen, jossa johtimessa kulkevan virran huippuarvo on jäljessä jännitteen huippuarvosta. Laskennallisesti tämä virran ja jännitteen ero voidaan esittää kulma-arvona $\cos \varphi$ eli tehokertoimena. [6.]

Pätöteho voidaan laskea alla olevalla kaavalla 2, eli kertomalla piirin jännite virralla ja piirin tehokertoimella [7.]

$$P = U \times I \times \cos\varphi \quad (2)$$

jossa	P	pätöteho	[W]
	U	jännite	[V]
	I	virta	[A]
	$\cos\varphi$	tehoeroin	

3.1.2 Loisteho

Osa sähköverkossa olevista kuormituksista tarvitsevat myös loistehoa, esimerkiksi moottorit ja muuntajat, jotka sisältävät käämejä. Loisteholla synnytetään käämin magneettikenttä, joka on tärkeää näille kuormille. Induktiivista loistehoa saadaan, kun kenttään varastoituu energia, joka värähtelee lähteen ja kuorman välillä. Sen siirtäminen kuormittaa enemmän kaapeleilta sekä aiheuttaa jännitteenalenemaa. Loistehon SI-yksikkö on vari (VAr). [8.]

Loistehoa on kahta tyyppiä, joko piirin kapasitanssin tai induktanssin aiheuttamaa. Verkkonäkökulmasta loistehon kulutus tarkoittaa induktiivista loistehoa ja loistehon tuotanto tarkoittaa kapasitiivista loistehoa. Loistehon tyypeillä on vastakkainen vaiheensiiro, joten tasapainotilassa, eli resonanssissa, niiden summa on nolla. Induktiivinen loisteho pystytään kompensoida kapasitiivisella loisteholla. Tällöin jäljelle jää vain työtä tekevä pätöteho. Kompensoinnilla voidaan poistaa loistehon siirto, joka aiheuttaa häviöitä ja jännitteenalenemaa. Kompensointiin voidaan usein käyttää kondensaattoreita. Yleinen tapa on myös rinnankompensointi. [8.]

Loisteho voidaan laskea alla olevalla kaavalla 3. [7.]

$$Q = U \times I \times \sin\varphi \quad (3)$$

jossa	Q	loisteho	[VAr]
	U	jännite	[V]
	I	virta	[A]
	$\sin\varphi$	vaihe-ero	

Martinlaakson voimalaitoksen loistehon kompensointi on hoidettu tuottamalla omilla generaattoreilla tarvittava loisteho. Tavallisesti verkkoon pyritään ajamaan mahdollisimman vähän loistehoa sekä myös ottamaan sitä. Verkkopalvelusopimus antaa tietyn loistehoikkunan, jossa tulee pysyä. Verkon haltija on oikeutettu perimään korvauksia, jos annetut rajat ylittyvät. [9.]

Voimalaitoksella ei ole erillisiä kompensointilaitteistoja. Näin kaikkien turbo-generaattoreiden ollessa pysähtyneenä syntyy tilanne, jolloin voimalaitos ei pysty kompensoimaan loistehojaan. Tietyissä tilanteissa (ylös- ja alasajot, lyhyet vikatilanteet) sopimus sallii loistehoikkunan ylityksen ilman korvauksia. [9.]

3.2 Sähköenergian mittaaminen

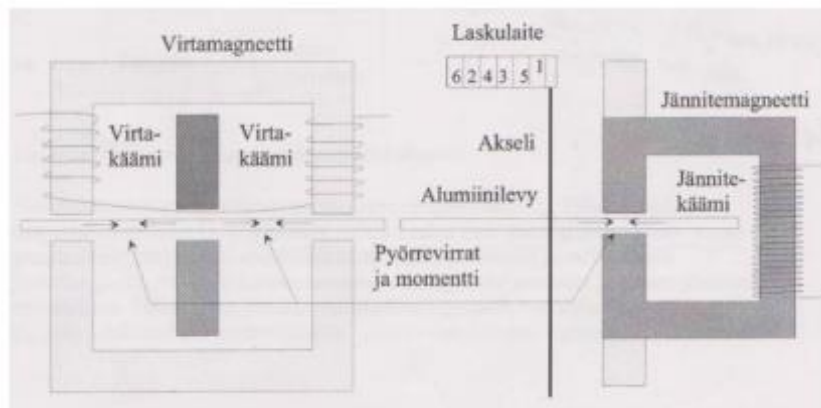
Sähkölaitteita hyödynnetään mittaamaan kulutuspisteeseen siirtyvää sähköenergiaa. Kilowattituntimittauksessa mitataan käytettävän sähköenergian määrää. Pääosin sähkömittarit voidaan luokitella induktiomittareihin ja staattisiin mittareihin. Näistä kahdesta perinteinen ja vanhempaan teknologiaan perustuva on induktiomittarit, ja sen toimintaperiaate on mekaaninen. Staattiset mittarit taas eivät sisällä liikkuvia osia, vaan ovat mikroprosessoripohjaisia. Nykyään suurin osa valmistettavista sähkömittareista on staattisia eli digitaalisia. [3.]

Mitattaessa sähköenergiaa keskukselta tulee ottaa huomioon keskuksen nimellisvirta. Sen ollessa korkeintaan 63 A valitaan suora mittaus. Tällöin mitattava virta liikkuu suoraan sähkömittarin kautta. Virran ylittäessä 63 A vaaditaan mittauksessa mittamuuntaja. Niillä muunnetaan eli lasketaan virta mittarille sopivaksi. Mittamuuntajien nimellistoisiovirta on yleensä 5 A. Mittarin ollessa 3-vaiheinen täytyy jokainen vaiheessa olla oma mittamuuntaja. [5.]

Mittamuuntajan tarkoitus on muuttaa ensiön virta mittalaitteelle soveltuvaksi kasvattaen suojalaitteen mittausaluetta. Mittamuuntaja on periaatteessa normaali muuntaja, jossa on aktiivisena osana ensiö- ja toisiokäämit sekä levyrakenteinen rautasydän. Se kytketään sarjaan kuorman kanssa, joka eroaa normaalien muuntajien kytkentätavasta. [5.]

3.2.1 Induktiomittarit

Induktiomittarit ovat yleensä perinteisempiä paikallisluettavia sähkömittareita. Yksivaiheisen vaihtosähkömittarin rakenne sisältää pyörivän kiekon, kestopagneetin sekä kaksi kelaa: virta- ja jännitekäämin, kuten kuvassa 4 esitetään [3.]



Kuva 4. Induktiomittarin periaatekuva [10]

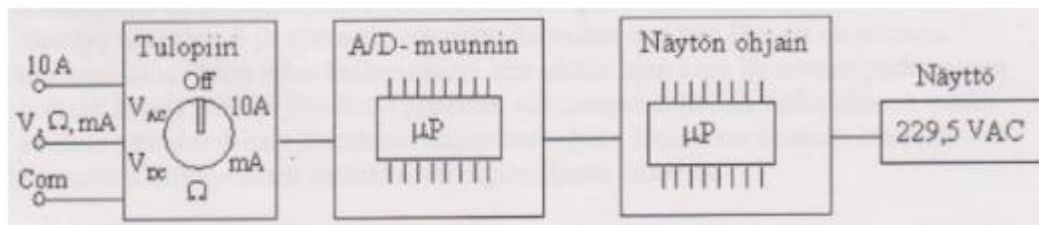
Näistä kahdesta virtakela kytetään mitattavan kuorman kanssa sarjaan, jännitekela rinnan. Kelojen muuttuvat magneettikentät pyörittävät niiden väliin laitettua alumiiniekkoa pyörrevirtojen seurauksena. Kuluvan sähkömäärä on verrannollinen kiekon pyörimisnopeuteen, kun kiekkoa jarrutetaan kestopagneetilla. Yksi kiekon kierros vastaa mittarin teknisten tietojen ilmoittamaa energiamäärä. Eri malleissa vaihtelee kestopagneetin vahvuus. Kuluneen kokonaisenergiämäärän mittari laskee kiekon kokonaiskierrosmäärästä. [3.]

Kolmivaiheisessa induktiomittarissa yksivaiheisen rakenne on rakennettu jokaiselle vaiheelle omanaan ja alumiiniekot on yhdistetty samaan akseliin. Tämän takia kiekkoihin kohdistuvat voimat summautuvat ja saadaan kokonaiskulutus kaikilta kolmelta vaiheelta. [3.]

3.2.2 Staattiset mittarit

Staattiset mittarit tarkoittavat mikroprosessoripohjaisia elektronisia sähkömittareita. Etuna staattisissa mittareissa on mittaustuloksen helppolukuisuus, tarkkuus ja vähäisempi huollontarve, koska ei ole kuluvia mekaanisia osia, kuten induktiomittareissa. Niiden sisäinen vastus on jännitteen mittauksessa suurempi kuin mekaanisilla mittareilla, joten ne myös rasittavat mittaussiirä vähemmän. [3.]

Sähköenergian mittaus staattisissa mittauksissa alkaa tulopiiristä (kuva 5). Siinä signaali muutetaan analogiadigitaali-muuntimelle (AD-muuntimelle) sopivaksi. Virta muunnetaan jännitteeksi sivuvastuksella, suuret jännitteet jaetaan pienemmäksi jännitteenjaolla, vaihtojännite tasataan, signaali suodatetaan ja vastaavasti heikkoja jännitteitä vahvistetaan. Tulopiiriin sisältyy myös alueen valintakytkin, säätövastuksia ja ylikuormitussuojia. Tämän jälkeen signaali menee AD-muuntimelle. Muuntimessa lasketaan mitattavan suureen arvoon verrannollisen ajan vakiotajuisia pulsseja. Niiden lukumäärä kertoo suureen arvon. Mittarin sisältämä prosessori laskee muuntimella muunnetuista arvoista kuluvan tehon. Tästä tieto siirtyy näytölle. [10., s.66]



Kuva 5. Staattisen mittarin periaatekuva [10]

Staattinen mittari on tarkempi kuin induktio, koska siinä on tarkka reaaliaikainen kello, jonka avulla kulunut sähköenergia voidaan laskea. Mittaukset suoritetaan joka vaiheelle erikseen. Staattisessa mittarissa on myös ulostulopulssilähtö, jolla voidaan kuljettaa tieto esim. reitittimelle tai automaatioon, joka mahdollistaa etälukemisen. Mittarilla voi myös seurata sähkön suuntaa, ja tuotetulle sähkölle voi olla eri pulssilähtö, kuin verkosta otetulle sähkölle. [3.]

4 OLEMASSA OLEVAN JÄRJESTELMÄN KARTOITUS

Kartoitus tehtiin kuukausiraportoivista mittauksista koostetun Excelin pohjalta. Kuukausiraportoivat mittaukset ovat osa jo automaation keruuseen tuotuja. Näillä mittauksilla mitataan mm. loistehoa, pätötehoa, magnetointia ja laitoksella kulutettua vettä.

Kuukausittain vuorohenkilö kirjaa ylös jokaisesta mittauksesta lukeman ja kirjaa sen Excel-tiedostoon (kuva 6). Tätä käytetään verotuksiin, tuotannon tarkastuksiin, laskutukseen, hyötysuhdeseurantaan ja tuotantomäärien seurantaan. Lukemia käytetään myös mm. verkon loistehomäärän säätelyyn. Osa mittaustiedoista tulee suoraan automaatiojärjestelmän keruuohjelmaan, josta mittalukeman voi lukea reaaliaikaisesti.

SÄHKÖLUKEMAT 2-LAITOS			0		
			0		
2HH03* Sähkötila 3. krs.			UUSI	EDELLINEN	EROTUS
T2 Bruttokehitys (2SP10)	P1	1000 x kWh		890639	-258643 MWh
" " loisenergia	P2	1000 x kVAh		722046	-940386 MWh
" " magnetointi	P3	10 x kWh		435872	-7075,79 MWh
2HH05*					
P01 2BA09 Syöttö		100 x kWh		71255	-52016,9 MWh
P04 2BA03 2UN55D001		10 x kWh		283743	-7475,25 MWh
P05 2BA04 2UN24-25D001		100 x kWh		518493	-56310,2 MWh
0UM32D001 Lataus/Purkauspumppu		kWh		396805	-11,914 MWh
0UM32D002 Purkauspumppu		kWh		3234,1	-38106 MWh
SÄHKÖTILA 1. krs. AHLSTROM					
2BB10 Rikinpoistolaitos		2,4 x MWh		24274	-68260,8 MWh
2TR00D001 SK-Puhallin Rikinpoistolaitos		1,2 x MWh		47791	-69537,6 MWh

Kuva 6. Esimerkki kuukausiraportti-Excelistä, 2019 vuoden yhteenveto

4.1 Nykyiset mittalaitteet

Kartoituksen kohteena työssä ovat tällä hetkellä paikallisesti luettavat mittaukset. Paikallisuettavia mittauksia on ympäri laitosta eri blokeilla, ja niitä on eri valmistajilta eri vuosikymmeniltä. Mittauksia ei ole todennäköisesti haastatteluiden ja kunnossapitojärjestelmän tietojen perusteella kalibroitu koko käyttökänsä aikana, joten tarkkuus ei todennäköisesti ole paras mahdollinen.

Kartoituksen alkuvaiheessa tuli esille, että suurin osa uusintaa vaativista mittauksista on liittyen sähköenergian (kWh) mittaukseen. Mittauksissa ainoastaan lukemien kertoimet vaihtuvat. Niissä on mittamuuntajat, eli ne eivät ole suoria mittauksia. Esimerkki Valmetin valmistamasta mittauksesta kuvassa 7.



Kuva 7. Valmetin valmistama päätötehomittaus

Myös loistehon määrää (kVARh) mittaavia mittauksia oli muutama, kuten kuvassa 8 näkyvä mittaus. Nämä mittaukset ovat hyvin samankaltaisia, joten suunnitelman kohteeksi valittiin tämän tyyppin mittalaitteet.



Kuva 8. Loistehomittaus

Vanhoista mittalaitteista ei ollut ohjekirjoja saatavilla ja tehtiin vääränlainen oletus, että vanhoissa mittalaitteissa ei olisi pulssiulostuloa. Asia ei kuitenkaan ole näin, ja se selvisi kartoituksen mennessä pidemmälle. Vanhoissa mittalaitteissa on pulssiulostulo. Tämä loi kaksi mahdollista ratkaisua mittaustietojen keruuseen.

Hyvä esimerkki on laitoksen vanhimmasta päästä olevat kuvassa 9 esiintyvät Landis&Gyr:in kolmivaihemittaukset. Nämä myös mittaavat loistehon määrää ja niissä on pulssiulostulo.



Kuva 9. Landis&Gyr kVAh-mittaus

Mittauksen kilvessä merkintä $1 \text{ imp} = 100 \text{ kVAh}$ ilmaisee, että yksi pulssi on 100 kVAh, ja tämä toi esiin, että laitteissa on pulssiulostulo mittaustiedon siirtoa automaatioon varten. Kilvistä myös selviää, että mittauksen kerroin on $\text{kVAh} \times 100$ ja mittauspulssi 0,25 kierrosta/kVAh. Tämä laite ei myöskään ole suora mittaus, vaan vaatii mittamuuntajan suurien virtojen takia.

Elinkaarta ajatellen näillä mittauksilla ei ole enää todennäköisesti valmistajalta olemassa minkäänlaista tukea eikä esimerkiksi varaosia ei ole enää saatavilla. Uusimisjärjestys ei ole vielä varma, koska ei ole varmuutta, miten ja mitä laitoksen osia tullaan eniten käyttämään tulevaisuudessa.

4.2 Automaatiojärjestelmä

Martinlaakson voimalaitoksella on käytössä Valmet DNA-automaatiojärjestelmä ja sen lisäosat History- ja Report-työkalut.

Valmet DNA on hajautetulla toimintamallilla toimiva automaatiojärjestelmä, jolla voi hallita isojakin kokonaisuuksia. Sillä voidaan ohjata esimerkiksi laitosprosesseja, sähkökäyttöjä tai moottoreita. Automaatiojärjestelmään voidaan yhdistää raportointijärjestelmiä ja kunnonvalvontasovelluksia. [11.]

Prosessi yleensä jaetaan esimerkiksi laitoksen osien mukaan tietyn prosessiaseman (PCS, Process Control Server) ohjattavaksi. Prosessiasema on Linux-pohjainen teollisuus-pc, joka on usein rakkimallisena sijoitettuna esimerkiksi automaatiojärjestelmän ristikytkentähuoneeseen. Prosessiasemaan on mahdollista kytkeä liityntöjä eri standardiväyliin. Prosessiasemat kommunikoivat prosessiväyläohjaimen (IBC) avulla lähempänä prosessia olevien I/O-liityntöjen kanssa kytkimien ja reitittimien kautta. [11.]

IO-kortit Martinlaaksossa sijaitsevat ristikytkentätilassa järjestelmäkaapeissa, joissa on jokaisella kaapilla oma tehonsyöttöyksikkönsä ja IBC-yksikkö. Ne ovat kahdennettuja. Kaapeissa on useampi asennusräkki korteille, jotka on helppo asentaa paikoilleen ilman työkaluja. IO-kortit ovat kenttäväylän avulla yhteydessä kenttälaitteisiin, esimerkiksi toimilaitteisiin tai mittalaitteisiin. IO-kortti voi olla joko passiivinen tai aktiivinen jännitesyötöltään.

5 SUUNNITELMA MITTAUSTIETOJEN TUONTIIN

Vanhojen mittauksien ja mittalaitteiden kartoituksen jälkeen aloitettiin suunnitelman koostaminen. Kuten kartoituksessa kävi ilmi, suunnitelman kohteeksi valittiin sähköenergian kulutusta mittaavat mittaukset eli kWh-mittalaitteet.

Kartoituksessa selvisi, että mittauslukemien tuonti automaatioon olisi myös mahdollinen nykyisillä vanhoilla mittalaitteilla. Suunnitelma siis jakautuu kahden vaihtoehtoon: tuonti automaatioon nykyisiä mittalaitteita hyödyntäen ja toisena vaihtoehtona mittalaitteiden uusinta. Myöskin voidaan päätyä uusimaan osa ja osaksi käyttämään nykyistä mittalaitteita riippuen mittauskohteesta. Tätä käsitellään lisää yhteenvedossa.

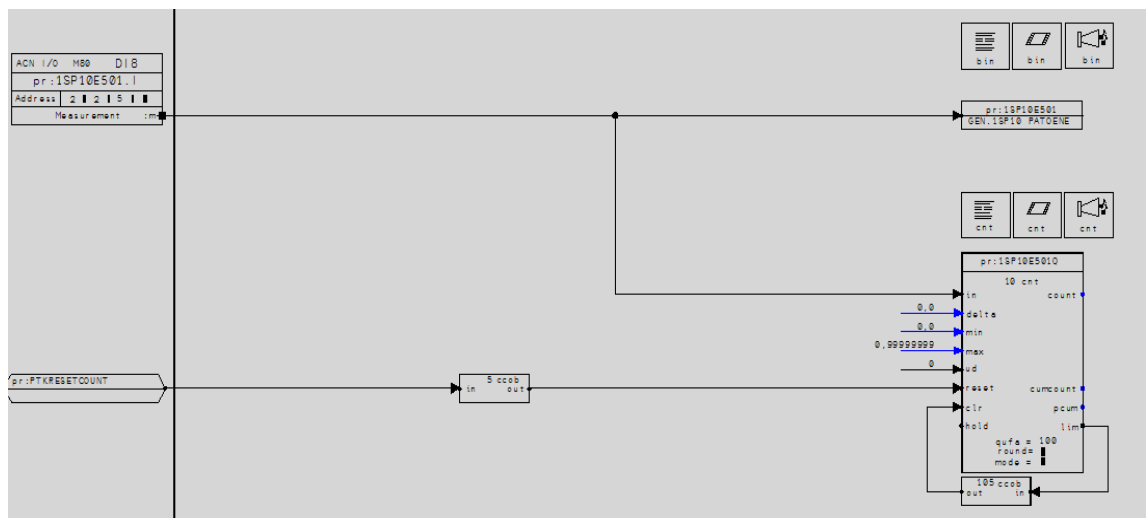
5.1 Suunnittelun lähtökohdat

Tavoitteena oli tuoda mittaustietokeruu nykyaikaan. Lähtökohtana suunnitteluun oli suunnitella kustannustehokas, kestävä, tarkka ja suhteellisen huoltovapaa ratkaisu.

5.2 Suunnitelma 1: vanhan ulostulon hyödyntäminen

Ensimmäinen suunnitelma perustuu vanhojen mittalaitteiden hyödyntämiseen. Nykyisistä eli vanhoista mittalaitteista löydettiin kartoituksen tuloksena pulssiulostulo. Laitoksella oli myös muutamia esimerkkejä toteutetuista sähköenergiamittauksista.

Mittaustiedon siirto automaatiojärjestelmään onnistuisi hyödyntämällä tätä pulssiulostuloa. Automaation digitaalituloyksikkö IO-kortti tarkkailee mittalaitteen ulostulon kytkintietoa. Kytkimen sulkeutuessa myös virtapiiri sulkeutuu. Jännite kytkeytyy piiriin ja nousee IO-kortin havaitseman jänniterajan yli. Näin kortin tuloyksikkö (kuva 10, DI8) käy nolasta ykköseksi. Automaatio-ohjelman laskentayksikkö (counter-lohko, cnt-lohko, kuva 10) laskee +1 mittalukemaan, joka voidaan lisätä valvomonäytölle näkyviin. Tämä mittatieto tuotaisiin myös Valmet DNA Report -keruuseen, josta mittatieto siirrettäisiin kuukausiraportointi käyttötarkoituksiin.

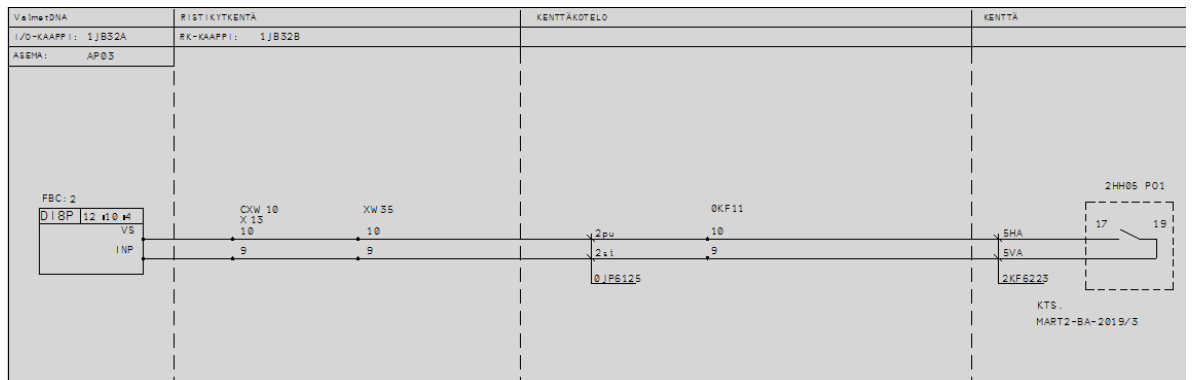


Kuva 10. Esimerkki automaatio-ohjelmasta Valmet DNA:lla toteutetusta laskennasta.

Pulssiulostulo löytyy nykyisistä mittalaitteista. Kenttäsuunnittelun, eli fyysisten asennusten suunnittelun, kannalta tämä vaatii:

- Vapaita riviliittimiä, jos sellaisia ei jo ole ennestään olemassa kaapissa, jossa mittalaite sijaitsee.
- Johdotuksen ulostulosta riviliittimille.
- Riviliittimiltä yhden automaatiokaapelin johdinparin kenttäkotelolle. Laitoksella on monia kenttäkoteloita, mutta mahdollisesti joissakin mittauksissa tarvitaan uusi kenttäkotelo, joka lisää myös tarpeen uudelle järjestelmäkaapelin asentamiselle.
- Kenttäkotelolta 2 vapaita riviliittintä.
- Järjestelmäkaapelin yhden johdinparin järjestelmäkaappiin liittimille riskitykentään ja liittimiltä johdotuksen digitaaliyksikölle.
- Järjestelmäkaapista yhden vapaan DI8-kortin, eli digitaaliyksikön, kanavan.

Alla esimerkkikuva 11 toteutetusta piirikaaviosuunnittelusta samantapaisessa mittauksessa.



Kuva 11. Esimerkki energiamittauksen piirikaaviosta

5.3 Suunnitelma 2: mittalaitteiden uusinta

Toisena suunnitelmavaihtoehtona on nykyisten mittalaitteiden uusinta ja uusien mittalaitteiden hankkiminen.

Lähtökohtana uuden mittauksen valinnalle oli suunnitella nykyaikainen ja kustannustehokas ratkaisu. Nykyiset mittalaitteet ovat vanhoja, mutta samalla olleet hyvin toimintavarmoja jo vuosikymmenien ajan. Tämä ominaisuus haluttaisiin säilyttää, vaikka päädyttäisiin mittalaitteiden uusintaan.

Uutta mittauslaitetta valitessa nousi ensimmäisenä esiin, mihin tilaan se on tulossa. Kyseisistä mittauksista kaikki ovat sähkökeskustiloissa. Siellä ei ole säävaihteluita, ja keskustiloissa on kohtalaisen hyvä ilmanvaihto sekä ilmastointi esimerkiksi taajuusmuuttajien ylikuumenemisen ehkäisemiseksi.

Nykyään markkinoilla on uusia ja hyvin monipuolisesti erilaisia toimintoja sisältäviä sähköenergian mittauslaitetta. Kuitenkin tähän suunnitelmaan lähdettiin ajatuksesta, että mittauksien toteuttamiseen laitteeksi ei tarvita mitään monia toimintoja omaavia mittalaitteita. Suunnitelmassa haettiin myös kustannustehokkuutta eikä mittauksista itsessään ole monimutkainen, kuten aikaisemmin työssä on jo selvitetty mittauksen teoriaa. Monissa markkinoilla olevissa laitteissa oli lisätoimintoina myös jännitteen ja virran mittaus. Suunnitelmaa tehdessä ajatuksena oli, että löydettäisiin yksi yhtenevä laitemalli, joka soveltuisi useampaan mittauskohteeseen. Tämä myös helpottaa niin suunnitelman toteutusta kuin kunnossapitoa, kun pitäydytään yhdessä samassa laitemallissa.

Mittauksen siirto automaatioon toteutettaisiin myös nykyisten mittausten suunnitelma 1 tapaan pulssilla automaatiojärjestelmään, joten energiamittauksen tulisi omata pulssiulostulo. Kohteen mukaan tulee mitoittaa myös mittamuuntaja eli virtamuuntaja mittaukseen.

Sopivaa mittauslaitetta valitessa tuli esiin, että monet nykyaikaiset mittauslaitteet tarjoavat Modbus-ulosulun, joka vaatisi Ethernet-kaapelointia. Myöskin lukeminen etänä, eli että esimerkiksi mittalaite lähettäisi kerran vuorokaudessa mittatiedon, olisi mahdollista. Näissä vaihtoehdoissa mahdollisesti tulisi

mieltä järjestelmän tietoturvaa ja esimerkiksi vaikuttaisiko langaton tiedon-
siirto häiriösuojaukseen. Tämä monimutkaistaisi suunnitelmaa, joten päädyt-
tiin mieluummin pulssiulostulon käyttöön kenttäväylän kautta, jolloin kaape-
lointi toteutettaisiin automaatiokaapelilla.

Valittu uusi mittalaite tulee siis myös ensimmäisen suunnitelman tapaan vaati-
maan uutta kaapelointia ja yhden digitaalituloyksikön kanavan. Se liitetään au-
tomaatioon kenttäväylän avulla. Uuden mittalaitteen kaapelointiin tarvitaan
kaapelia mittalaitteelta kenttäkotelolle ja kenttäkotelolta automaatiojärjestel-
mäkaappiin. Se vaatii myös johdotuksia riviliittimiltä, että järjestelmäkaapin liit-
timiltä digitaalituloyksikön kanavalle. Kaapeloinnissa sekä mittausten sijoituk-
sessa tulee ottaa huomioon häiriösuojaus.

Tällä suunnitelmaversiolla, eli mittausten uusinnalla, tuotaisiin laitoksen kuu-
kausiraportointi nykyajalle ja sivutuotteena parannettaisiin myös mittauksien
mittaustarkkuutta.

5.3.1 Uusi mittalaite

Uutta mittalaitetta valitessa huomattiin, miten on olemassa monia eri laitetoimittajia sähköenergiamittauksille. Muutaman yhteydenoton jälkeen valinnan kohteeksi osui Landis+Gyrin tuotevalikoimasta sopiva mittalaite.

Uudeksi mittalaitteeksi valittiin Landis+Gyrin E650 -mittari (kuva 12), joka sopi useampaan kohteeseen. Siinä on vakiona pätö- että loistehomittaus ja myös pulssitulostulolähdöt A+, A-, R+ ja R-. Mittalaitteille voidaan ohjelmoida virta- ja jännitemuuntaja-arvot, jolloin mittarista voidaan lukea suoraan todellinen kulutus ilman kertoimia. Mahdollista langatonta etäluentaa varten mittarille on asennettava erillinen tietoliikennemoduuli esimerkiksi heidän mallistonsa CU-L52, jossa on 2G/4G-modeemi. [13.]



Kuva 12. Landis+Gyr E650-mittalaite [13]

5.3.2 Mittaussuositus ja taakan tarkistuksen periaate

Laitetoimittajan edustaja toi esiin tärkeitä tietoja mittalaitteiden valintaa ajatellen. Mittalaitteiden uusimisessa pitää huomioida mittaussuosituksen mukaiset tehot ja sen takia mittarin tarkkuusluokka. Erityisesti tuli tarkastella, onko tarkkuus ja taakka sama nykyisten mittalaitteiden kanssa, varsinkin niiden vanhan iän vuoksi. Etenkin mittamuuntajien mitoitus on tärkeää. Alla olevassa taulukossa 1 mittaussuositus ja taulukossa 2 mittamuuntajataakan tarkistuksen periaate piirikohtaista suunnittelua varten.

Taulukko 1. Mittaussuositus

Taulukko 1 Mittarien ja mittamuuntajien tarkkuusluokat sekä jännitejohtimien sallitut jännitteen alenemat

Mittausryhmä	Mittaustapa ja tehorajat ¹⁾	U _N	Pätömittari	Virtamuuntaja	Jännitemuuntaja	Jännitteen alenema	Pulssimäärä ²⁾
1	Suora mittaus	< 1 kV	A, B tai C ³⁾	-	-	≤ 0,2 %	≥ 200
2	Virtamuuntajamittaus	< 1 kV	B tai C ³⁾	0,2 S	-	≤ 0,2 %	≥ 500
3	Tehoraja < 2 MW	≥ 1 kV	B tai C ³⁾	0,2 S	0,2	≤ 0,2 %	≥ 500
4	Tehoraja 2-10 MW	≥ 1 kV	0,5 S	0,2 S	0,2	≤ 0,1 %	≥ 1 000
5	Tehoraja > 10 MW	≥ 1 kV	0,2 S	0,2 S	0,2	≤ 0,05 %	≥ 2 000

¹⁾ Tehoraja on mittauspisteen mitoitus-teho, joka voidaan myös laskea mittamuuntajien nimellisarvoista (jännite ja virta) olettaen, että mittamuuntajat on valittu oikein.
²⁾ Pulssimäärä nimelliskuormalla yhden tunnin aikana.
³⁾ Katso edeltä kohta 4.1.

Taulukko 2. Taakan tarkistuksen periaate [14]

MITTAMUUNTAJATAAKAN OTTAMINEN HUOMIOON

Esimerkki 1. Induktiomittarin vaihto staattiseen mittariin. Onko taakka sopiva? Virtamuuntaja 200/5A, nimellistaakka 5 VA

Tapa 1: Laskemalla

	1. Induktio mittari + johtoa 2 x 2,5 m	2. Staattinen mittari + johtoa 2 x 2,5 m	3. Staattinen mittari + johtoa 2 x 3,4 m
Mittarin taakka	0,500 VA	0,010 VA	0,010 VA
Liitokset	0,075 VA	0,075 VA	0,075 VA
Johdon (erilliset, 2,5 mm ² Cu) taakka	0,875 VA	0,875 VA	1,190 VA
Taakka yhteensä	1,450 VA	0,960 VA	1,275 VA
Taakka % virtamuuntajan nimellistaakasta	29 %	19 %	25,5 %
Onko sallituissa rajoissa (25 – 100 %)	Kelpaa	Ei kelpaa	Kelpaa

Mittarin taakka selviää mittarin teknisistä tiedoista.

Liitosten taakkana voidaan käyttää arvoa 0,075 VA

Johdon taakka voidaan laskea tai arvioida kaavion 1 avulla. Laskentakaava on:

$$S = I_{SN}^2 \times \rho \times l / A = 5^2 \times 0,0175 \times 5 / 2,5 = 0,875 \text{ VA, jossa}$$

S = Johtimen taakka (VA)

I_{SN} = Nimellistoisiovirta (A)

ρ = Johtimen ominaisvastus (Ω /mm²/m), joka kuparilla on 0,0175 Ω /mm²/m

l = Johtimen pituus (m)

A = Johtimen poikkipinta (mm²)

Ko tapauksessa pelkkä mittarinvaihto induktiivisesta staattiseen ei käy, vaan virtapiirin toisioon on lisättävä taakkaa **esim. taulukon sarake 3 mukaisesti** tai mittamuuntajat on vaihdettava nimellistaakaltaan pienemmiksi.

5.4 Häiriösuojaus

Automaatiosuunnittelussa on hyvä ottaa huomioon häiriösuojaus eli häiriötaajuuksien tuomat haasteet hyvän mittauslaadun takaamiseksi.

5.4.1 Häiriötaajuudet

EMC, electromagnetic compatibility, eli sähkömagneettinen yhteensopivuus. Se tarkoittaa laitteen kykyä toimia käyttöympäristössään esiintyvistä sähkömagneettisista häiriöistä välittämättä ja olla myös häiritsemättä sähkömagneettisesti muita laitteita. [4.]

Sähkömagneettinen häiriö taas tarkoittaa sitä, että jossakin teknisessä ympäristössä sähkövaraukset vaikuttavat toisiinsa eri tavalla kuin laitteitten tai järjestelmien on tarkoitettu. Häiriölähteet jaotellaan luonnollisiin (eli esimerkiksi salamaniskun aiheuttama muuttunut magneettikenttä) ja teknisiin häiriöihin (eli esimerkiksi staattisen sähkön purkaukset). [12. s.166]

Häiriöitä on usein siellä, missä esiintyy suuria virtoja ja jännitteitä tai missä virta eroaa sinimuotoisesta. Ne voivat häiritä tai vahingoittaa IT-järjestelmiä ja laitteita sekä elektronisia komponentteja tai piirejä sisältäviä laitteita. Häiriöltä voi suojautua monilla tavoilla, esimerkiksi potentiaalintasauksella, maadoituksella, huomioimalla kaapeleitten reitit, etäisyydet häiriölähteistä ja komponenttivalinnoilla. [12. s.166]

5.4.2 Häiriösuojauksen toteutus

Suunnitelmien toteutuksessa asennuksessa tulee ottaa huomioon oikeat asennusetäisyydet, lisämaadoitus ja sähkökeskuksen hyvä ilmastointi. Kaikki asennuksen komponentit tulee olla EMC-standardin mukaisia. Komponentit tulee olla myös hyvin koteloitu, ja niihin tehdään mahdollisimman vähän läpivientejä suojauksen parantamiseksi. Kaapelihyllyt, kenttäkotelot yms. on voimallitoksella potentiaalitasattu, eli kytketty lähimpään maadoituskiskoon. Tämä on myös osa tehokasta häiriösuojauksista. [12. s.166]

Tärkeää on myös kaapeleiden reititys. Tiedonsiirto- ja muut mahdolliset voimakaapelit kulkevat eri reittejä ja/tai eri kaapelihyllyillä. Mieluusti eri kaapelihyllyillä tai eri puolin kaapelihyllyä. [12. s.166]

Voimalaitoksella käytetään instrumentoinnissa TE-maadoitusta eli häiriötöntä maadoitusta. Se on maadoitusjärjestelmä, jota käytetään herkkien laitteiden häiriösuojaukseen. Herkkiä laitteita ja niihin liittyviä komponentteja ovat mm. teollisuuden tiedonsiirtokaapelit, kuten kummankin suunnitelman prosessimitauksien kaapelit. Rakenne häiriösuojamaassa on tähtimäinen, eli vain yksi piste osuu maahan. TE-maadoituksessa kytketään armeerattujen instrumentikaapeleiden suojajohtimet TE-kiskoon.

Asennuksessa tulee käyttää häiriösuojattuja kaapelityyppejä, esimerkiksi NOMAK-instrumentointikaapelia, jossa on kaapelissa suojajohdin, parikierto ja muovitettu folio johtimien päällä. Tämä folio myös suojaa induktiivisilta häiriöiltä. Häiriösuojajohdin kytketään toisesta päästään häiriöttömään maadoitukseen. Se tulee suojata hyvin muovisukalla, ettei se voi osua muihin johtimiin. Kenttälaite jätetään aina kentän päästä kytkemättä ja eristetään häiriösuojajohdin. Jos halutaan tehostaa häiriösuojausta, voidaan kaapeloida JAMAK-kaapelityypillä, jolloin kaapelikohtaisen häiriösuojan lisäksi on johdinparikohtainen häiriösuoja. [12. s.166]

Häiriösuojan puuttuminen häiriösuojatussa piirissä on hyvä indikoimaan vikatilanteista esimerkiksi kaapelin vioittumista. Tämän takia häiriösuojaus on tärkeä huomioida ylipäättänsä kaikkien mittauslaitteiden asennuksessa ja on kriittinen osa minkä tahansa kohteen automaattisuunnittelua.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyössä käsiteltiin voimalaitoksen kuukausiraportoitavia paikallisluettavia mittauksia, niiden mittaustekniikkaa, uudistusmahdollisuutta ja mittatietojen siirtoa automaatioon.

Tällä hetkellä mittaustietojen keruu koettiin vanhanaikaiseksi. Yksi operaattori on kiinnitetty käymään mittaukset kerran kuussa läpi sekä kirjaamaan mittaus tulokset ylös. Mittalaitteen virheen lisäksi on mahdollisuus inhimillisessä virheessä, kun mittatiedon kirjaa ylös vaihtuva henkilö ja osan mittalaitteiden nimeäminen paikallisesti on hieman vaillinaista.

Työn tarkoitus oli modernisoida mittaustietojen keruu nykyajalle ja vapauttaa vuorohenkilö muihin tehtäviin. Suunnittelun pohjana käytettiin voimalaitoksen ja laitetoimittajien haastatteluja lähteiden lisäksi. Lopputuloksena saatiin kaksi hyvää mahdollista vaihtoehtoa mittaustietojen keruuseen automaatioon.

Suunnitelma 1, eli vanhojen mittalaitteiden pulssiulostulon hyödyntäminen, on toteutettavissa pienemmällä hankinta- ja asennuskustannuksilla. Kuitenkin mittalaitteet ovat jo vanhoja, eikä niitä ole kalibroitu. Mittauksen mittaustarkkuus ei ole enää niin luotettava kuin olisi uudessa mittauksessa. Suunnitelma 2, eli uudella mittalaitteella, saataisiin mittaustarkkuus luotettavammaksi ja modernisoitua mittalaitteet nykyaikaan. Mittauksien elinkaari pitenisi uusilla mittalaitteilla ja toimintavarmuus nousisi. Mittavirhe voi toistuessaan vuosien ajan aiheuttaa suuriakin heittoja mittalukemiin.

Suunnitelmia voidaan käyttää tapauskohtaisesti riippuen, miten tärkeäksi mitauskohde luokitellaan, ja ne toimivat hyvänä pohjana piirikohtaiselle suunnittelulle. Ensimmäiset käytännön toteutukset tullaan toteuttamaan seuraavan pidemmän prosessin käytöskatkon eli revision aikana.

7 POHDINTA

Opinnäytetyötä aloittaessani olin hyvin luottavaisin ja osaavin mielin teke-
mässä työtä. Alkuajatukseni oli, että nykyisten työtehtävieni takia automaatio-
suunnittelu on jollain tasolla tuttua. Työn edetessä huomasin, että lähtötiedot
ovat oletettua haastavammat.

Mittaustapana energiamittaus ei ollut itselleni hirveän tuttu. Mittaustapa oli yk-
sinkertainen toiminnaltaan, kun siihen enemmän tutustui. Kuitenkin nykyisten
mittalaitteiden ollessa erittäin vanhoja oli asiakirjoja vanhoista mittalaitteista
mahdoton löytää. Jopa valmistajilta tietoja kysyessä todettiin, että ei ole heillä-
kään tarkkaa tietämystä vanhoista laitteista. Tämä toi hieman haastetta työn
tekemiseen.

Työn sisältö vastasi automaatio-suunnittelijan työtä. Aina uusittavat mittalait-
teet tai suunnitelman alkutiedot eivät ole ideaalit. Tällöin suunnittelijan tulee
itse tutustua aiheeseen enemmän ja saada suunnitelma silti toimimaan.
Vaikka aikaisempi osaamiseni voimallisuuden automaatioasentajana auttoi
minua työn tekemisessä, opinnäytetyö syvensi omaa osaamistani insinöörinä.

Työn tuloksena saatiin, mitä tavoiteltiin: kaksi suunnitelmaa mittaustulosten
tuontia varten. Näiden avulla voidaan koostaa tarkemmat piirikohtaiset suunni-
telmat jokaiselle mittaukselle kohteen tarkempien tietojen mukaan. Jää toi-
meksiantajan päätettäväksi, kumman suunnitelman mukaan työ toteutetaan
vai toteutetaanko tapauskohtaisesti kumpaakin suunnitelmaa.

LÄHTEET

1. Vantaan Energia. Vantaan Energia. WWW-dokumentti. 2021. Saatavissa: <https://www.vantaanenergia.fi/me/vantaan-energia/> [viitattu 21.7.2021].
2. Vantaan Energia. Tehokas yhteistuotanto. WWW-dokumentti. 2019. Saatavissa: <https://www.vantaanenergia.fi/ykv/ykv-2019/tehokas-yhteistuotanto/> [viitattu 21.7.2021].
3. Handbook for Electricity Metering. 11th Edition ed. Washington D.C.: Edison Electric Institute. 2014.
4. Tukes. Sähkömagneettinen yhteensopivuus - EMC. WWW-dokumentti. 2021. Saatavissa: <https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/sahkolaitteet/sahkomagneettinen-yhteensopivuus-emc> [viitattu 1.10.2021]
5. ABB Oy. TTT-käsikirja 2000–09. PDF-dokumentti. Saatavilla: <http://www.oamk.fi/~kurki/automaatiolabrat/TTT/> [viitattu 10.11.2021]
6. Voipio, E. Virtapiirit ja verkot. Helsinki: Otatieto. 2001.
7. Mäkelä, M., Soininen, L., Tuomola, S. & Öistämö, J. Tekniikan kaavasto. 13 painos. Tampere: Tammertekniikka. 2014.
8. Aura, L. & Tonteri, A. J. Sähkölaitostekniikka. Porvoo. WSOY. 1993.
9. Paasolainen, V. Martinlaakson voimalaitoksen loistehon säädön muutostyöt. Metropolia ammattikorkeakoulu. Sähkövoimatekniikka. Insinöörityö. 2016. Saatavissa: <https://www.theseus.fi/handle/10024/113563> [viitattu 1.10.2021].
10. Esala, H. Sähkönmittaustekniikka.
11. Valmet Automation. Valmet ACN-manuaali. WWW-dokumentti. 2017. Vaatii kirjautumisen. Saatavissa: <https://eu.mf.valmet.com/De-fault.aspx#D23E45F7-94CD-4AF5-9A26-233B74219208/views/> [viitattu 1.10.2021]

12. Mäkinen M., Kallio R. & Tantarimäki R. Prosessiteollisuuden sähkö- ja automaatioasennukset. Helsinki: Otava. 2009.
13. Landis+Gyr. Landis+Gyr E650. 2021. WWW-dokumentti. Saatavilla: <https://www.landisgyr.fi/product/landisgyr-e650/> [viitattu 10.11.2021]
14. Energiäteollisuus. Tuntimittauksen periaatteita. WWW-dokumentti. 2016. Saatavilla: https://energia.fi/files/1153/Tuntimittaussuositus_paiv_20161012.pdf [viitattu 10.11.2021]