



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Riku Viitala

ENERGIANKULUTUKSEN MITTAAMISEN JA
MONITOROINNIN KEHITTÄMINEN MOOT-
TORITEHTAALLA

Tekniikka
2022

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Riku Viitala
Opinnäytetyön nimi	Energiankulutuksen mittaamisen ja monitoroinnin kehittäminen moottoritehtaalla
Vuosi	2022
Kieli	suomi
Sivumäärä	46
Ohjaaja	Marko Iskala

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli parantaa energiatehokkuutta mittaamisen ja monitoroinnin kautta ABB Oy, IEC LV Motors-yksikössä Vaasassa. Opinnäytetyön tekeminen oli osa yrityksen jatkuvaa kehittymistä energiatehokkuuden edelläkävijänä. Työn lähtökohtana oli selvittää mittaamisen ja monitoroinnin tilaa moottoritehtaalla ja kehittää sitä pidemmälle tutkimalla mahdollisuuksia lisätä yksityiskohtaisia mittauksia eri kulutusasteille.

Teorian taustana työssä toimivat ABB:n omat taustatiedot energiatehokkuudesta, uudesta mittausteknologiasta ja sovelluksista. Teknisen aineiston lähteinä olivat ABB:n esitteet ja manuaalit. Lisäksi työn aineistona oli energiatehokkuustutkimus teollisuuden, mittaamisen ja monitoroinnin näkökulmasta. Työn tutkimusosiossa tavoitteena oli käydä läpi tehtaan nykyiset monitoroinnin työkalut, löytää niistä parannuskohdat ja verrata niitä tulevaan, uuteen monitoroinnin järjestelmään.

Opinnäytetyön käytännön osuutena aloitettu projekti mahdollistaa moottoritehtaalla yksityiskohtaisen, reaaliaikaisen monitoroinnin järjestelmän käytön. Järjestelmä tulee parantamaan energiatehokkuushankkeiden tulosten mittaamista ja helpottaa raportointia. Tehtaalla on jo kattavat energiamittaukset ja energiatehokkuutta on parannettu yleisellä tasolla, mutta tulevilla monitorointiympäristöllä saadaan mahdollisesti vielä puuttuvia, näkyviä tuloksia ja sitä kautta suuria säästöjä.

Avainsanat	energiatehokkuus, mittaus, monitorointi, teollisuus
------------	---

ABSTRACT

Author	Riku Viitala
Title	Development of Measurement and Monitoring of Energy Consumption in a Motor Factory
Year	2022
Language	Finnish
Pages	46
Name of Supervisor	Marko Iskala

The objective of the thesis was to improve energy efficiency through measurement and monitoring at ABB Oy, IEC LV Motors, Vaasa. Doing the thesis was part of continuous development as a pioneer in energy efficiency. The starting point of the thesis was to find out how measuring and monitoring is currently done in the factory and develop it further by studying the options of adding detailed measurements to different consumption points.

The theoretical background for the thesis was ABB's own background information of energy efficiency, new measurement technologies and applications. The sources of the technical material were ABB's brochures and manuals. In addition, the material of the thesis was energy efficiency research from the perspective of industry, measurement, and monitoring. In the research section of the thesis, the goal was to go through the factory's current monitoring applications in the factory, find areas for improvement and compare it with the new future monitoring system.

As a practical part of the thesis, a project was started that will enable the use of a detailed and real-time monitoring system in the factory. The system will improve the results of energy efficiency projects and facilitate reporting. The factory already has comprehensive energy measurements and energy efficiency has been improved in general, but with the future monitoring environment will yield potentially missing visible results and thus significant savings.

Keywords	Energy efficiency, measurement, monitoring, and industry
----------	--

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVALUETTELO

LYHENTEET JA TERMIT

1	JOHDANTO.....	7
1.1	Yritysesittely.....	7
1.2	IEC LV Motors Vaasa	7
1.3	Työn tavoitteet.....	8
2	MONITOROINNIN TILA JA ONGELMA.....	10
2.1	CPM+	10
2.2	EnerKey	12
3	ABB ABILITY	15
3.1	Energy Managerin toiminnot.....	18
3.2	Asset Managerin toiminnot	19
3.3	Kyberturvallisuus ja datan käsittely ABB Abilityllä	21
4	ENERGIATEHOKKUUS TEOLLISUUDESSA	24
4.1	Energiatehokkuus tehdasympäristössä	25
4.2	Energiatehokkuus mittaamisen ja monitoroinnin näkökulmasta	26
5	ABB ABILITY PILOTTIHANKE MOOTTORITEHTAALLE	28
5.1	Pilotin alustus.....	28
5.2	Mittalaite-esittely	37
5.3	Graafinen käyttöliittymä Energy & Asset Managerilla	40
6	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA	43
	LÄHTEET	45

KUVALUETTELO

Kuva 1. Energiamittaukset CPM+ -järjestelmässä, sähköenergian kulutus.....	10
Kuva 2. Päiväkohtainen sähköenergiankulutus CPM+:lla.....	11
Kuva 3. Päiväkohtainen sähköenergian hinta CPM+:lla.	11
Kuva 4. Keskuskohtaiset sähköenergian mittaukset moottoritehtaan alueella...	12
Kuva 5. Sähköenergian kulutus vuosilta 2020 ja -21 Strömberg Park:n alueelta.	13
Kuva 6. Sähkön kulutuksen kuukausivertailu moottoritehtaalla.....	13
Kuva 7. Tarkin mahdollinen kulutuksen mittaus moottoritehtaan tuotannossa.	14
Kuva 8. Reaaliaikaiset tehonmittaukset lähdöiltä.	15
Kuva 9. UP-B5 lähdön tehot trendikäyränä.	16
Kuva 10. Kytkintehtaan sähköenergian kulutusvertailu.....	17
Kuva 11. Kulutusaluekohtainen sähköenergian hinta.	18
Kuva 12. Esimerkki energiatehokkuuden parantamisesta tehdasympäristössä. .	26
Kuva 13. Asennustapasuunnittelun järjestelmäkaavio.	29
Kuva 14. Hahmotelma verkkoympäristöstä.	29
Kuva 15. Sulatusuuni MARX 2 valimossa.	30
Kuva 16. MARX 2:n annostelu-uuni Westofen valimossa.	31
Kuva 17. MARX 3-sulatusuunin keskus.....	32
Kuva 18. Chiller merkinen valukoneiden jäähdytysyksikkö.	33
Kuva 19. Kaiser 3, suurempi yhteisuritusiskukone urittamossa.....	34
Kuva 20. Urituskoneen Kaiser 3 syöttökaapeli.	35
Kuva 21. Laser-robotin työasema urittamossa.....	36
Kuva 22. M4M 20-verkkoanalysointorin näkymä edestä.....	37
Kuva 23. M4M 20-verkkoanalysointorin näkymä takaa.....	37
Kuva 24. M4M 20-Rogowski -malli.	38
Kuva 25. ABB Ability Gateway.	39
Kuva 26. Yleisnäyttö yksinkertaisilla parametreilla.	40
Kuva 27. Kulutuspaikan näyttö.	41
Kuva 28. Valvojan tai hallinnon näyttö.....	42

LYHENTEET JA TERMIT

Birlec	sulatusuunin merkki
Chiller	jäähdytyskoneen merkki
IEC	International Electrotechnical Commission
IT	Information technology, tietotekniikka
Kaiser	urituskoneen merkki
kg	Kilogramma
kW	Kilowatti
kWh	Kilowattitunti
LED	Light-Emitting Diode, loistediodi
LV	Low Voltage, pienjännite
MARX	sulatusuunin merkki
MID	Mittauslaitedirektiivi
OT	Operations technologies, tuotantoteknologia
PK	Pääkeskus
Westofen	annostelu-uunin merkki
WLAN	Wireless Local Area Network, langaton lähiverkko

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö on tehty ABB Oy:lle, IEC LV Motors Vaasan yksikölle kehittämään energiankulutuksen mittaus- ja monitorointi menetelmiä. ABB Oy:n strategiaan kuuluu kestävä kehitys, joka tarkoittaa taloudellisen kasvun lisäksi ympäristön huomioimista suunnittelussa ja valmistuksessa.

1.1 Yritysesittely

ABB on johtava globaali teknologiayritys. Yritys vauhdittaa yhteiskunnan ja teollisuuden muutosta tuottavamman ja kestävämmän tulevaisuuden saavuttamiseksi. ABB on toiminut menestyksekkäästi jo yli 130 vuotta.¹

Suomessa ABB toimii noin 20 paikkakunnalla. Tehdaskeskittymät sijaitsevat Helsingissä, Vaasassa, Porvoossa ja Haminassa. ABB on Suomessa yksi suurimmista teollisista työnantajista, pääkaupunkiseudulla suurin.²

1.2 IEC LV Motors Vaasa

Kaikesta tuotetusta sähköenergiasta yli 45 % käytetään sähkömoottorien pyörittämiseen teollisuudessa ja rakennuksissa. ABB on maailman johtava moottorivalmistaja ja edelläkävijä energiatehokkaiden moottoreiden kehittämisessä.³

¹ Yritysesittelyä, ABB Suomessa. Viitattu 12.1.2022. <https://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti/suomessa>

² Yritysesittelyä, ABB Suomessa. Viitattu 12.1.2022. <https://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti/suomessa>

³ ABB Oy, Motors and Generators -yleistä. Viitattu 12.1.2022. <https://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti/suomessa/liiketoiminnat/large-motors-and-generators>

ABB:n IEC LV Motors -divisioona Vaasassa panostaa vahvasti korkean hyötysuhteen moottoreiden tutkimukseen ja tuotekehitykseen. Divisioona kehittää ja valmistaa räätälöityjä IEC-pienjännitemoottoreita kaikille teollisuuden aloille ja kaikkiin sovelluksiin maailmanlaajuisesti.⁴

IEC LV Motorsin Vaasan yksiköllä on vastuu pienjännitemoottoreiden valmistuksesta ja tuotekehityksestä vaativiin käyttöihin. Asiantuntemuksella ja kattavalla tuotevalikoimalla autetaan teollisuusasiakkaita parantamaan energiatehokkuuttaan ja tuottavuuttaan. Vaasan tehtaalla työskentelee noin 600 koulutettua ammattilaista, jotka osaamisellaan suunnittelevat ja valmistavat moottorit vastamaan asiakkaiden toiveita.⁵

1.3 Työn tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena on parantaa energiankulutuksen mittaamisen ja monitoroinnin menetelmiä, tutkimalla mahdollisuuksia reaaliaikaista mittauksia uudella ABB Ability ratkaisulla yksittäisillä kulutuspisteillä. Reaaliaikaisen monitoroinnin kautta pyritään löytämään ongelma- ja säästökohteita tuotannossa, pienentämään energiakustannuksia ja minimoimaan hiilijalanjälkeä. Reaaliaikaiset mittaukset, esimerkiksi tehdasaulan näytöllä voisi parantaa asiakasvierailukokemuksia, mutta ennen kaikkea palvelisi yrityksen jokapäiväistä toimintaa.

Opinnäytetyö käynnistää pilottiprojektin, jossa pyritään saamaan reaaliaikaiset mittaukset erinäisille suurkulutuskohteille valimossa ja urittamossa. Tämä opinnäytetyö voi selkeyttää käyttöönoton vaiheita sitten, kun ollaan valmiita viemään mittaukset jokaiselle kulutuskohteelle moottoritehtaalla.

⁴ ABB Oy, IEC LV Motors. Viitattu 12.1.2022. <https://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti/suomessa/liiketoiminnat/iec-lv-motors>

⁵ ABB Oy, IEC LV Motors. Viitattu 12.1.2022. <https://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti/suomessa/liiketoiminnat/iec-lv-motors>

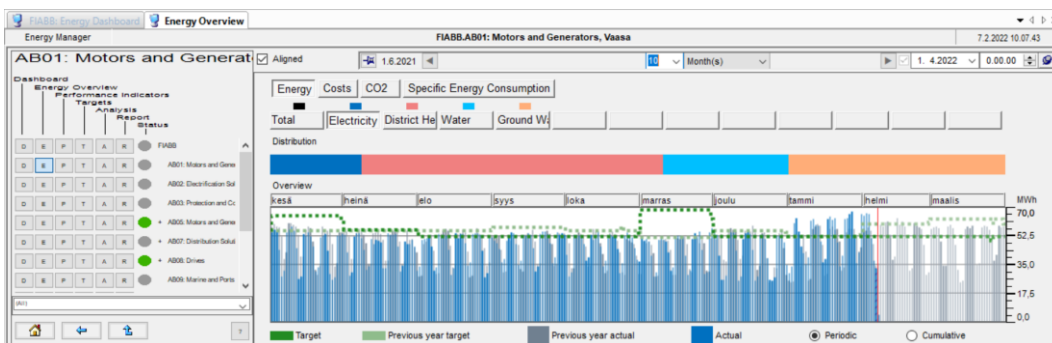
Opinnäytetyössä tavoitteena oli myös tutkia tämänhetkistä tilannetta energiankulutuksen monitoroinnista monitorointityökalujen avulla ja verrata tilannetta ABB Abilityyn tarjoamiin mahdollisuuksiin. Lisäksi työssä on pieni tietopaketti energia-
tehokkuudesta teollisuudessa, josta selviää, miksi ylipäätään energiamittauksia tehdään yrityksissä.

2 MONITOROINNIN TILA JA ONGELMA

Energiankulutuksen monitorointi suuressa yrityksessä on tärkeää. Seuraamalla kulutusta voidaan paremmin ymmärtää tuotantoprosessien kustannuksia. Moottoritehtaalla ongelma on se, että energiankulutustiedot saadaan mittausjärjestelmään yhden vuorokauden viiveellä, tunnin tarkkuudella ja koko tuotantotehtaan kulutus tulee yhtenä mittaustietona. Tämä tilanne halutaan kehittää sellaiseksi, että viive on mahdollisimman pieni, mittaustiedot saadaan reaaliaikaseksi ja jokaiselta suurelta kulutuspisteeltä erikseen.

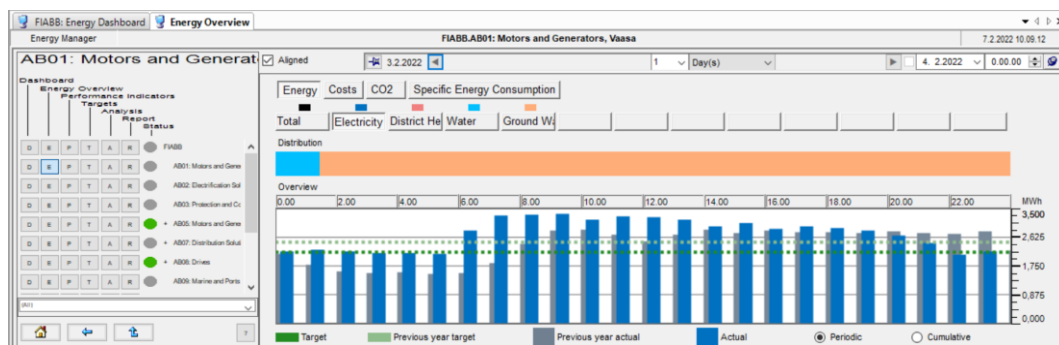
2.1 CPM+

Moottoritehtaalla Vaasassa on käytössä CPM+ -järjestelmä, jolla voi ennustaa ja laskea energiankulutuksen vaikutuksia kustannuksiin. CPM+ -järjestelmä saa mittausdatansa Enerkey järjestelmästä, mikä tarkoittaa, että data ei ole reaaliaikaista, sillä Enerkey suorittaa mittaukset kerran vuorokaudessa.



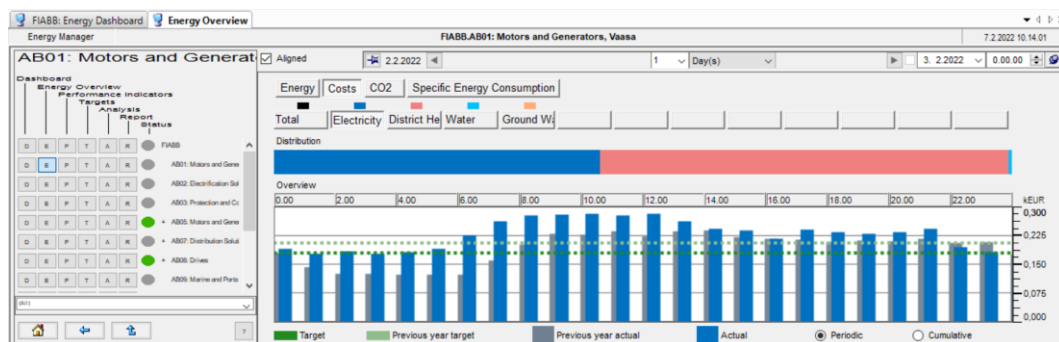
Kuva 1. Energiamittaukset CPM+ -järjestelmässä, sähköenergian kulutus.

Kuvassa 1 on energian yleiskatsausikkuna, josta on valittu Vaasan moottoritehtaan näkymä. CPM+ luo trendit ja raportit sähkön, kaukolämmön, käyttöveden ja ottoveden kulutuksesta. Kuvassa oleva trendi on sähköenergian kulutus kuukausitasolla. Järjestelmä vertailee kulutusta automaattisesti edeltävän vuoden kulutustietoihin.



Kuva 2. Päiväkohtainen sähköenergiankulutus CPM+:lla.

Kuvassa 2 tarkastellaan päiväkohtaista energiankulutusta. Päiväkohtainen kulutustieto kyseisellä järjestelmällä ei ole kovin havainnollistava, sillä kulutustiedot ovat yhdessä trendissä, koko moottoritehtaan alueelta. CPM+ vahvuudet ovat enemmänkin ennustettavuus historiatietojen pohjalta.



Kuva 3. Päiväkohtainen sähköenergian hinta CPM+:lla.

Yllä olevassa kuvassa on myöskin päiväkohtainen kulutustieto, mutta kulutusdata on muutettu nyt sähköenergian hinnaksi. CPM+ luo kaikista energiamuodoista myös yksikköhinnan, joten se on hyvinkin pätevä laskentatyökalu. Reaaliaikaista kulutus-/kustannustietoa ei järjestelmään saa, sillä tiedot haetaan EnerKey järjestelmästä. CPM+ tarjoaa mahdollisuuden tarkastella nykyhetkeäkin, jopa millisekunnin tarkkuudella, mutta se vaatisi rinnalleen reaaliaikaisen mittausjärjestelmän ja nopean tiedonsiirron.

ABB		Energy Report				
		Year 01.01.2021 .00 - 01.01.2022 .00				
		1	2	3	4	5
Pätöteho: ABB Oy, Vaasa, 14168464 (MM_JK_1/710)	kWh	6,778.0	38,904.0	39,542.0	37,184.0	7,362.0
Pätöteho: ABB Oy, Vaasa, 94905057 (KK_PK2)	kWh	219,527.0	217,487.0	238,984.0	210,504.0	215,108.0
Pätöteho: ABB Oy, Vaasa, 94905058 (KK_PK3)	kWh	141,868.0	133,331.0	141,790.0	133,119.0	132,017.0
Pätöteho: ABB Oy, Vaasa, 94905060 (MM_PK1)	kWh	162,132.0	159,275.0	168,911.0	167,677.0	181,968.0
Pätöteho: ABB Oy, Vaasa, 94905061 (MM_PK2)	kWh	205,679.0	202,221.0	212,525.0	208,100.0	217,829.0
Pätöteho: ABB Oy, Vaasa, 94905062 (MM_PK3)	kWh	208,236.0	206,878.0	236,126.0	235,227.0	206,997.0
Pätöteho: ABB Oy, Vaasa, 94905063 (MM_PK7)	kWh	270,345.0	291,059.0	313,761.0	300,656.0	292,069.0
Pätöteho: ABB Oy, Vaasa, 94905064 (MM_PK8)	kWh	113,520.0	102,267.0	112,906.0	105,497.0	112,801.0
Pätöteho: ABB Oy, Vaasa, 96738497 (MMX_LABRA_20KV_MM3)	kWh	123,894.0	139,612.0	152,618.0	132,611.0	153,364.0
AB01: Motors and Generators, Vaasa: Electricity Consumption Actual MWh		1,401.5	1,413.3	1,533.2	1,457.8	1,476.9

Kuva 4. Keskuskohtaiset sähköenergian mittaukset moottoritehtaan alueella.

Kuvassa 4 on energiaraportti vuodelta 2021. Raportista näkee, että Vaasan moottoritehtaan alueella mittauspisteiden määrä on rajoittunut lähinnä pääkeskuksille. Tästä syystä ei voida tarkastella esimerkiksi tuotantokonekohtaisia energiankuluksia tai laskea tarkkoja säästöjä, mitä vaikka konepäivitys saisi aikaan.

2.2 EnerKey

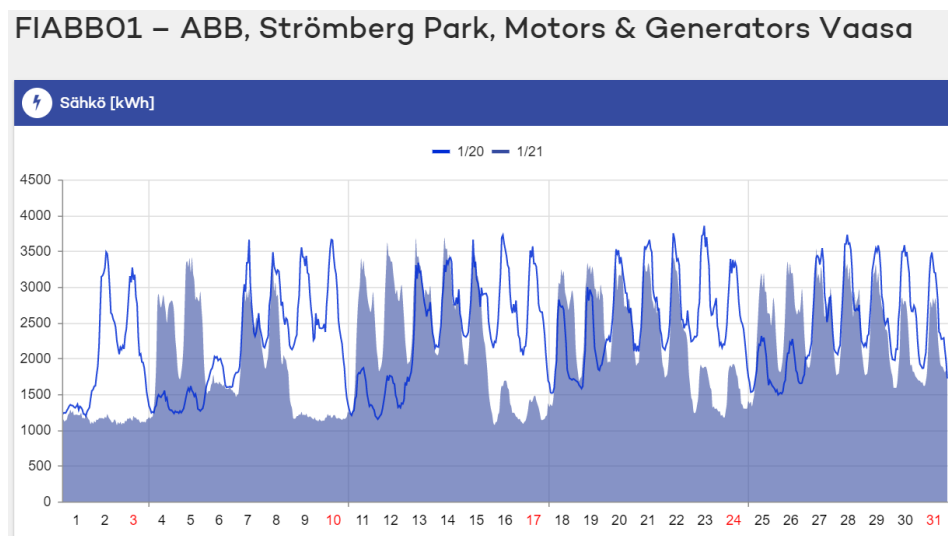
ABB on mukana valtakunnallisessa EnerKey-järjestelmässä. EnerKey-järjestelmällä seurataan tehtaan energiankulutusta sähkön, kaukolämmön ja veden osalta. Sähkön kulutusta seurataan erikseen tuotantoprosessin, ilmanvaihdon ja valaistuksen osalta, jolloin eri kulutuskohteita voi ohjata erikseen ja asettaa niille säästötavoitteita.⁶ Mittausdata kootaan järjestelmään kerran päivässä, ja sillä voi verrata kulutusmuutoksia esimerkiksi kuukausi- ja vuositasolla ja tietyille kulutusalueille voi asettaa hälytysrajoja.

⁶ Energiatohokkuus artikkeli. Viitattu 13.1.2022. <https://new.abb.com/low-voltage/fi/kampanjat/ymparisto/energiatohokkuus>

Sähkö [kWh]			
	■ 2020	■ 2021	■ → ■ %
1	3 250 137	2 879 316	-11,4 %
2	3 030 649	2 609 050	-13,9 %
3	3 176 002	2 793 774	-12,0 %
4	2 954 522	2 460 695	-16,7 %
5	3 119 191	2 630 299	-15,7 %
6	3 321 160	3 002 587	-9,6 %
7	3 261 633	3 214 884	-1,4 %
8	3 246 767	2 899 304	-10,7 %
9	3 060 619	2 446 428	-20,1 %
10	3 176 654	2 485 220	-21,8 %
11	2 959 564	2 538 311	-14,2 %
12	2 882 883	2 422 501	-16,0 %
Yhteensä	37 439 780	32 382 371	-13,5 %
Minimi	2 882 883	2 422 501	-21,8 %
Maksimi	3 321 160	3 214 884	-1,4 %
Keskiarvo	3 119 982	2 698 531	-13,6 %

Kuva 5. Sähköenergian kulutus vuosilta 2020 ja -21 Strömberg Park:n alueelta.

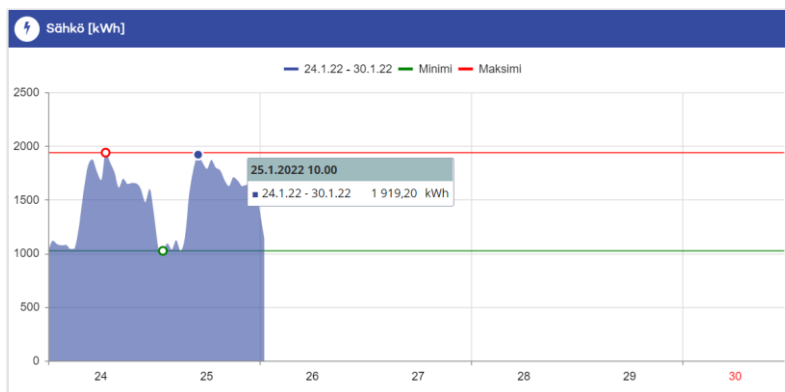
Kuvasta 5 nähdään koko ABB Vaasan, Strömberg Park:n sähkön kulutus vuosina 2020 ja 2021 kilowattitunteina kuukausitasolla. EnerKey vertailee kuukausitason kulutusta ja laskee muutoksen prosentteina.



Kuva 6. Sähkön kulutuksen kuukausivertailu moottoritehtaalla.

Yllä olevassa kuvassa on valittu vertailukohteiksi ajanjaksot vuosien 2020 ja 2021 tammikuut. Tarkkuustasoksi on määritelty tunti, eli tarkin mahdollinen, jotta graa-

fista saadaan elävämpi. Kuvassa vaaleampi sininen on vuosi 2020 ja täytetty tummansininen on vuosi 2021. Poiminto kuvasta voisi olla esimerkiksi vuosien päivät 2. ja 3., joissa kulutuserot ovat todella suuret. Tämä kuitenkin selittyy helposti sillä, että vuonna 2021 kyseiset päivät osuivat viikonloppuun, eikä tehtaalla oltu silloin töissä.

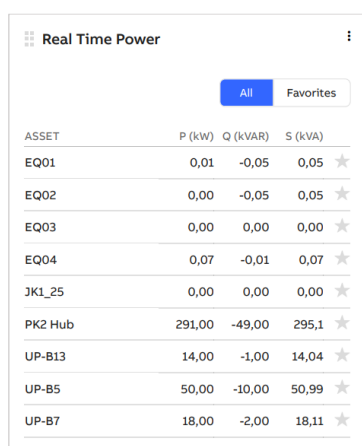


Kuva 7. Tarkin mahdollinen kulutuksen mittaus moottoritehtaan tuotannossa.

Kuva 7 havainnollistaa EnerKey mittausjärjestelmän rajoittuneisuutta moottoritehtaalla. Kuva on otettu 27.1.2022 aamulla, mikä tarkoittaa sitä, että kulutustieto on yli 24 tuntia vanhaa, eikä kuvasta pysty päättämään, mihin sähköenergia on kulunut.

3 ABB ABILITY

ABB Ability Energy and Asset Manager on pilvipalveluratkaisu, jolla hallitaan energiankäyttöä ja resursseja yhdessä käyttöliittymässä. Abilityllä voi seurata resursseja ja sähköjakelua etäyhteydellä. Ohjelmasta saatavien tietojen avulla voi minimoida kustannukset ja riskit sekä maksimoida suorituskyvyn ja turvallisuuden kaikessa toiminnassa.⁷ Ability-palvelu tukee pien- ja keskijänniteverkkojen sähköjakelulaitteiden sekä vesi-, kaasu- ja lämmityslaitteiden laajaa ”Plug and play”-käyttöä. Alle on kerätty muutamia esimerkkejä sähkökulutuksen mittausdatasta ABB:n Vaasan kytkintehtaalta.



ASSET	P (kW)	Q (kVAR)	S (kVA)	
EQ01	0,01	-0,05	0,05	★
EQ02	0,00	-0,05	0,05	★
EQ03	0,00	0,00	0,00	★
EQ04	0,07	-0,01	0,07	★
JK1_25	0,00	0,00	0,00	★
PK2 Hub	291,00	-49,00	295,1	★
UP-B13	14,00	-1,00	14,04	★
UP-B5	50,00	-10,00	50,99	★
UP-B7	18,00	-2,00	18,11	★

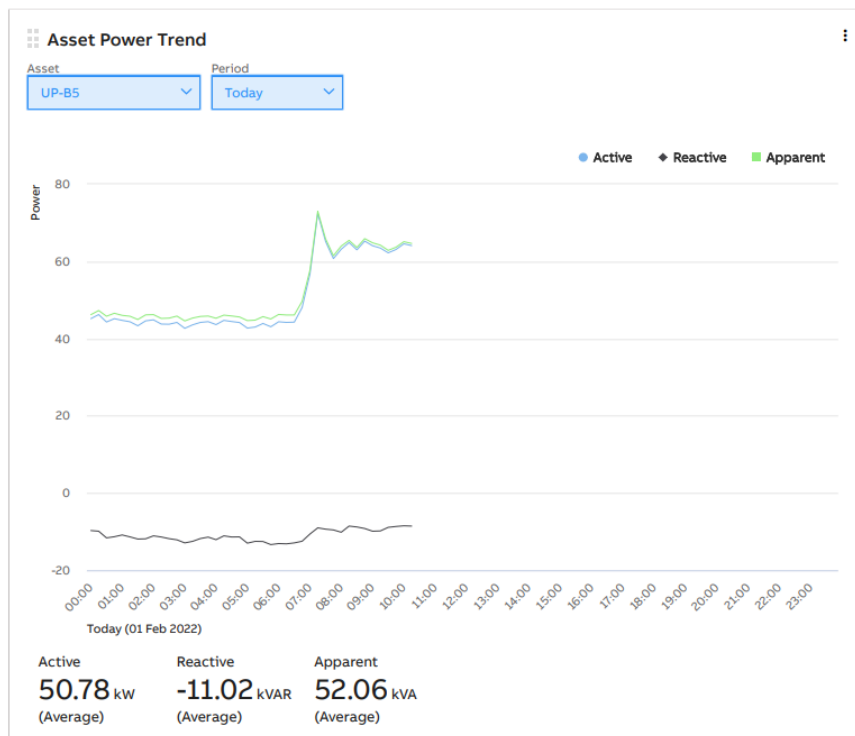
Kuva 8. Reaaliaikaiset tehonmittaukset lähdöiltä.

Yllä olevassa kuvassa kytkintehtaan PK2:n lähtöjen tehot kuvanottoajankohtana taulukkona. Taulukko päivittää itsensä 15 minuutin välein, jotta data pysyy tuoreena. Taulukosta voi painaa yhtä kulutuskojetta, mikä avaa kojeen kulutustiedot palkkeina.

⁷ ABB Ability, yleistä. Viitattu 14.1.2022. <https://new.abb.com/low-voltage/fi/pienjannitetuotteet/abb-ability-energy-and-asset-manager>

2/1/22, 10:38 AM

ABB Ability™

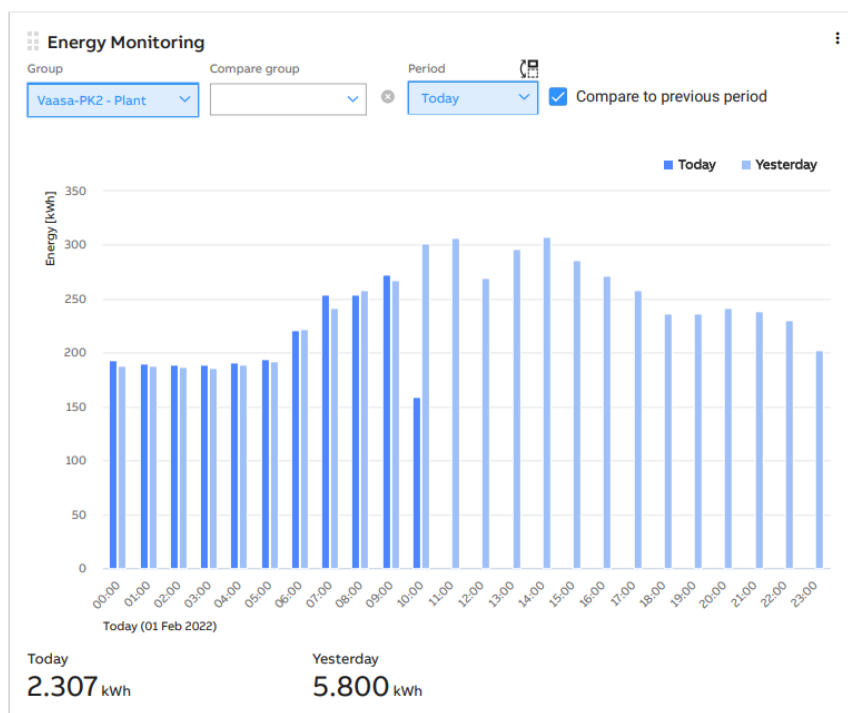


Kuva 9. UP-B5 lähdön tehot trendikäyränä.

Kuvasta 9 huomataan yhden tietyn lähdön tehokäyrä. Hiiren voi asettaa tehokäyrälle haluamaansa kohtaan, jolloin pienikkuna kertoo tehonkulutuksen vartituntikohtaisesti. Kuvan yläosassa näkyy kellonaika, jolloin kuva on otettu eli mitaustieto on ajan tasalla.

2/1/22, 10:38 AM

ABB Ability™



Kuva 10. Kytkintehtaan sähköenergian kulutusvertailu.

Kuvasta 10 voi tehdä ajantasaista vertailua energiankulutuksesta verrattuna esimerkiksi edelliseen päivään. Palkkimaisesta esitystavasta käyttäjän on helpompi huomata eroja mittausdatasta. Edeltävänä päivänä sähköenergiaa on kulunut 5800 kWh, kulutustieto ei itsessään välttämättä käyttäjälle kerro, onko se paljon vai vähän.

Alla oleva kuva näyttää, kuinka paljon edeltävänä päivänä kulutettu energia mak-
saa ja missä se on kulunut. Käyttäjä voi itse luoda sähkösopimusmallin järjestel-
mään, jossa voi määritellä energian hinnan kiinteänä tai linkittää esimerkiksi pörs-
sisähkösopimuksista. Hinnan voi myös jaksottaa niin, että esimerkiksi maanan-
taina hinta on 20 senttiä kilowattituntia kohden, ja tiistaina hinta on 15 senttiä
kilowattituntia kohden. Tiettyjä toimenpiteitä voi siis etukäteen suunnitella tehtä-
väksi halvemman sähköenergian hinnan aikana. Ohjelmaan voi syöttää toimen-
pide-ehtotuksia tehtäväksi, kun sähköenergian hinta on korkea tai matala.

Energy Cost		
Period		
Yesterday		
GROUP	ENERGY (kWh)	COST (€)
Ryhmä_4	3,00	0,6
Ryhmä_3	385,00	77,00
Ryhmä_2	596,00	119,2
Ryhmä_1	1.368,00	273,6
Lähdöt	385,00	77,00
Test	981,00	196,2
Ekip UP	2.349,00	469,8
Plant mains	5.800,00	1.160,00
Welding Machines	3,00	0,6
Plant	5.800,00	1.160,00

Kuva 11. Kulutusaluekohtainen sähköenergian hinta.

3.1 Energy Managerin toiminnot

Energiatehokkuudesta on tullut välttämätöntä, jotta toiminta voi olla kustannustehokasta. Energy Manager antaa reaaliaikaista tietoa energiankulutuksesta ja datan avulla voidaan tunnistaa parannettavat alueet. Energy Manager on skaalautuva yhdestä kohteesta useaan valvottavaan ja mitattavaan kohteeseen, jossa on satoja käyttäjiä.⁸

Energy Manager palvelussa on määritettäviä pienoisohjelmia vastaamaan jokaisen organisaation tarpeita. Toimintoja ovat esimerkiksi:

- Energia-toiminto tarkastelee ryhmän energiankulutusta tiettyinä ajanjaksoina ja vertaa eri ryhmien energiankulutusta useassa eri kohteessa.

⁸ ABB Ability, Energy Manager. Viitattu 14.1.2022. <https://new.abb.com/low-voltage/fi/pienjannitetuotteet/abb-ability-energy-and-asset-manager>

- Energiatehokkuusindeksi (EnPI) seuraa tiettyjä suorituskyvyn kehityssuuntia määrittelemällä parametrit, ryhmän, toiminnon (energia tai kustannus) ja ajanjakson.
- Ryhmän kulutushuipun valvominen varmistaa, ettei kokonaispäteho ylitä sähkönsiirtosopimuksen mukaista tasoa milloinkaan kohteessa.
- Tehokerroin valvoo kaikkien käytettävissä olevien resurssien tehokerrointa määritettyinä aikajaksoina.
- Kunnonseuranta luo kokonaiskuvan yhdistettyjen resurssien kunnosta ja käyttäjä voi laatia esimerkiksi tarvittavia huoltotoimenpiteitä kuntoluokituksen mukaan.⁹ Kuntoluokituksia voi asettaa erittäin huonosta, erittäin hyvään. Luokitukseen vaikuttaa ilmastoparametrit ja kohteen ikä.

3.2 Asset Managerin toiminnot

ABB Ability Asset Managerilla resurssien suorituskykyä voi hallita helposti ja joustavasti. Sillä voi seurata ja optimoida laitteiden toimintaa missä ja milloin tahansa graafisella käyttöliittymällä.¹⁰ Tämän avulla voidaan parantaa kohteen luotettavuutta ja käytettävyyttä sekä minimoida suunnittelemattomat tuotantohäiriöt, kuten vikakorjaukset. Tässä tapauksessa suunnittelemattomia häiriöitä voi olla esimerkiksi kojeiden kuluminen, liiallinen kuumuus voi sulattaa osia tai kosteus voi aiheuttaa hallitsemattomia valokaaria kontaktoreissa tai releissä, mikä johtaa kontaktorin hitsaantumiseen. Tällaiselta vialta saatetaan välttyä, jos asetellaan para-

⁹ Esiteartikkeli toiminnoista, ABB Ability, s. 7. Viitattu 14.1.2022. <https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=9AKK108466A1687&LanguageCode=fi&DocumentPartId=&Action=Launch>

¹⁰ ABB Ability, Asset Manager. Viitattu 17.1.2022. <https://new.abb.com/low-voltage/fi/pienjannitetuotteet/abb-ability-energy-and-asset-manager>

metrit kosteudelle ja kohteen lämpötilalle. Suunniteltu tuotantohäiriö on nopeampi toimenpide. Jos tiedetään, että kohde on lämmin tai kostea, säännöllisempi tarkastus ja pölyn poisto voi pidentää kojeen elinkaarta.

Kaikissa kohteissa resursseille asetetaan omat suorituskykytavoitteet. Ne voidaan asettaa käyttäjän toimesta tai soveltaen standardeista. Suorituskyky voidaan määrittellä esimerkiksi takaisinmaksuajasta. Tavoitteiden vuoksi Asset Manager palvelun pienohjelmia voi mukauttaa yrityksen tarpeisiin, samalla tavalla kuin Energy Managerissa. Käyttäjä voi määrittää, verrata ja käyttää tärkeimpiä tuloksia mahdollisimman tehokkaasti. Pienohjelmien toimintoja ovat esimerkiksi:

- Tilan valvonta kerää reaaliaikaista tietoa eri laitteiden toiminnasta pien- ja keskijänniteympäristössä.
- Kunnossapidon suunnittelutoiminto muodostaa resurssin tilan juurianalyysistä ennakoivan kunnossapidon. Analyysin voi tulostaa raporttityökaluista ja se muodostuu käyttäjän antamista kohde- ja ilmastoparametreista.
- Kunnonseurantatoiminnolla käyttäjä voi luoda kokonaiskuvan kytkettyjen resurssien kunnosta ja laatia tarvittavien toimien perustaksi selvän luokituksen.
- Tapahtumat ja ilmoitukset -toiminnolla käyttäjä voi asettaa hälytykset ja ilmoittaa avainhenkilölle etäyhteyden kautta tarvittavat toimet. Työkalu luo ilmoituksesta hälytystiedon aktiivisiin tapahtumiin, jonka avaamalla ilmoituksesta saa lisätietoja. Lisätiedoissa on vian tyyppi, kellonaika, prioriteetti ja kuittaus.

- Raportointityökalulla voi luoda ja käyttää monenlaisia raportteja, jotta ymmärtää paremmin laitteiden suorituskyvyn ja tunnistaa päätrendit.¹¹

3.3 Kyberturvallisuus ja datan käsittely ABB Abilityllä

Kyberrikollisuuden vaarassa oleva globaali liiketoiminnan arvo seuraavan viiden vuoden aikana on noin 5,2 miljardia Yhdysvaltain dollaria, vuonna 2019 ”kyberrikollisuuden hinta” -tutkimuksen mukaan. Tutkimus koski kyberturvallisuutta 16 toimialalla, 355 yrityksessä 11 maassa.¹² Toisin sanoen potentiaaliset tappiot tietoverkkorikollisuudesta voivat olla maailman taloudelle katastrofaaliset.

Digitaalitekniikan johtajana teollisuudessa ABB tarjoaa kokonaisvaltaisen kyberturvallisuuden työkaluja. Kaikki ABB Ability ratkaisut on suunniteltu tietosuoja ja turvallisuus edellä koko tuotteen elinkaaren ajan.¹³

ABB Ability:n alustapilvipalvelun tuottajana toimii Microsoft Azure, ja muina yhteistyökumppaneina ovat muun muassa Hewlett-Packard Enterprise (HPE) ja Ericsson (5G). Yhteistyökumppanuuden tärkein kriteeri on se, että yritykset suhtautuvat kyberturvallisuuteen ja asiakkaiden tietojen salaukseen yhtä vakavasti kuin ABB.

ABB ja HPE kumppanuus -artikkelin mukaan: ”ABB ja HPE ovat julkistaneet maailmanlaajuisen strategisen kumppanuuden, joka yhdistää ABB:n alan johtavan ABB Ability -digitaalisen valikoiman HPE:n innovatiivisiin IT-hybridiratkaisuihin. Kump-

¹¹ Esiteartikkeli toiminnoista, ABB Ability, s. 11. Viitattu 17.1.2022. <https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=9AKK108466A1687&LanguageCode=fi&DocumentPartId=&Action=Launch>

¹² Kyberturvallisuusartikkeli, ABB Ability, s 5. Viitattu 24.2.2022. [ABB Ability™ solutions: Protecting data with unsurpassed industrial-strength cybersecurity](#)

¹³ Kyberturvallisuusartikkeli, ABB Ability, s 2. Viitattu 24.2.2022. [ABB Ability™ solutions: Protecting data with unsurpassed industrial-strength cybersecurity](#)

panuus tuottaa ratkaisuja, jotka edistävät teollisen datan hyödyntämistä liiketoiminnan tehokkuuden ja joustavuuden parantamiseksi sekä kilpailuedun luomiseksi.

ABB ja HPE toimittavat yhdessä teollisia ratkaisuja, joissa OT ja IT yhdistyvät teollisen datan jalostamiseksi tiedoksi ja automaattiseksi toiminnaksi. Ratkaisuissa yleisesti käytetyt pilvialustat, kuten Microsoft Azure, toimivat yhdessä yritysten omissa palvelinkeskuksissa ja verkon reunalla käytettyjen IT-järjestelmien kanssa. Oikeanlainen IT-alustojen yhdistelmä nopeuttaa tietojen käsittelyä teollisuuslaitoksissa ja mahdollistaa samalla teollisten prosessien tehokkaan hallinnan kaikkialla.

ABB on toimittanut noin 70 miljoonaa verkkoon yhdistettyä laitetta, 70 000 digitaalista ohjausjärjestelmää ja 6 000 yritysohjelmistoratkaisua ja on johtava teollisuuden toimittaja. HPE on puolestaan maailmanlaajuinen johtaja IT-ympäristöjen optimoimisessa turvallisilla ohjelmistomääritetyillä teknologioilla, jotka integroituvat saumattomasti perinteisen IT-järjestelmien, useiden julkisten ja yksityisten pilvien ja älykkäiden reunojen kanssa ja auttavat saavuttamaan tärkeät liiketoimintatavoitteet.

Kun tietoa käsitellään ja analysoidaan lähellä teollisen datan lähteenä olevia laitteistoja, voidaan välttyä etäjärjestelmissä tavallisesti esiintyviltä hitaus-, turvallisuus- ja luotettavuusongelmilta. ABB ja HPE kehittävät, markkinoivat ja huoltavat yhdessä digitaalisia teollisia ratkaisuja, mitkä auttavat asiakkaita jalostamaan teollisista tiedoista perusteltua tietämystä ja automaattisia toimia. ABB Ability -sovelusten suorittaminen yritystason IT-järjestelmissä lähellä teollista laitteistoa nopeuttaa valtavan tietomäärän käsittelemistä.

Kumppanuus mahdollistaa ABB Ability -ratkaisujen käytön HPE ProLiant for Microsoft Azure Stack -hybridialustalla.”¹⁴ Käyttäjä voi siten käyttää sovelluksia joko HPE-infrastruktuurissa teollisuuslaitoksissa ja palvelinkeskuksissa tai julkisessa Microsoft Azure -pilvessä vaatimallaan tavalla.

¹⁴ ABB ja HPE kumppanuus -artikkeli. Viitattu 25.2.2022. [ABB ja HPE tuovat älyä teollisuuslaitoksiin](#)

4 ENERGIA TEHOKKUUS TEOLLISUUDESSA

Energiatehokkuuden parantamisella voidaan saavuttaa useita erilaisia tavoitteita:

- vähentää päästöjä
- parantaa huoltovarmuutta
- alentaa kustannuksia.

Vaikka energiatehokkuus on laajasti käytetty käsite, sen määrittelemisen ei aina ole yksinkertaista, etenkin jos pyritään vertaamaan eri teollisuudenalojen energiatehokkuutta.¹⁵

Energiatehokkuuden mittareiden käyttöönotto liittyy usein ennalta asetettuihin tavoitteisiin pienentää teollisuuslaitoksen energiankulutusta ja päästöjä. Tyypillisesti energiatehokkuuden mittareita käytetään seuraamaan energiankulutusta suhteessa johonkin tiettyyn referenssiajanjaksoon tai tasoon. Vertailuajanjaksoksi voidaan valita esimerkiksi tietty vuosi tai kuukausi, johon seuraavien ajanjaksojen energiankulutusta verrataan.¹⁶

Tavallisimmin teollisuuden energiatehokkuutta mitataan suhteuttamalla käytetyn energian määrä tuotannon määrään. Tämä ei kuitenkaan ole aivan yksiselitteistä kaikilla teollisuudenaloilla, kuten ei myöskään moottoritehtaalla. Vaasan moottoritehtaalla tuotteet ovat asiakkaille räätälöityjä malleja, joten yksittäistä tuotetta on vaikea saada tiettyyn energiankulutuksen muottiin.

¹⁵ Suomen ympäristö 51/2008, s.20. Viitattu 25.1.2022. https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38378/SY_51_2008.pdf?sequence=1

¹⁶ Suomen ympäristö 51/2008, s.21. Viitattu 25.1.2022. https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38378/SY_51_2008.pdf?sequence=1

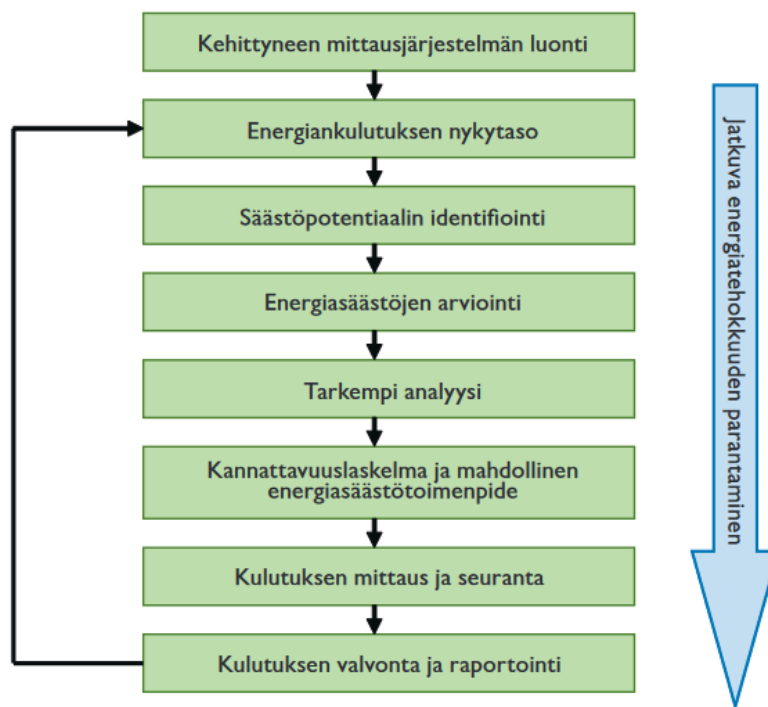
4.1 Energiatehokkuus tehdasympäristössä

Tehdasympäristössä energiatehokkuuden kannalta yhtenä suurena haasteena voidaan pitää tuotantonopeuden kasvua toimintatapojen kehittyessä ja laitepäivitysten myötä. Tällöin alkuperäiseen tuotantomäärään mitoitettut laitteet jäävät usein liian pieniksi, jolloin ne aiheuttavat esimerkiksi suuria painehäviöitä, käyvät huonolla hyötysuhdealueella tai aiheuttavat suuria lämpöhäviöitä. Ilman kehittyntä energiankäytön mittausjärjestelmää tätä negatiivista kehitystä voi olla vaikea tai miltei mahdotonta huomata.

Prosessitasolla mittaritiedon avulla pitäisi voida seurata yksittäisten laitteiden ja prosessien energiataseita ja kulutuksia, joita voidaan verrata tilanteelle sopivaan referenssitasoon. Tuotantoyksikön tavoitellessa energiatehokkuuden parantamista, tulee prosessitason mittaroinnin olla kunnossa, jotta prosessista voidaan tehdä luotettavia energiatehokkuusanalyyssejä.

Tuotantoyksikössä energiatehokkuuden mittaroinnin tavoitteena tulee olla järjestelmä, joka valvoo ja tuottaa automaattisesti vertailutietoa prosessien energiankäytöstä ja tehokkuudesta. Automaattisen monitoroinnin ja hälytysten sekä niihin perustuvien raporttien avulla voidaan energian käyttöön liittyviin vikatilanteisiin puuttua heti.¹⁷ Esimerkiksi jos tehtaalla unohtuu vaikkapa uuni tai jätekuljetin päälle viikonlopun tai seisakin ajaksi, ylimääräiseltä energiankulutukselta voitaisiin välttyä antamalla automaattinen hälytys. Alla havainnollinen kuva energiatehokkuuden parantamisesta tehdasympäristössä.

¹⁷ Suomen ympäristö 51/2008, s 27. Viitattu 25.1.2022. https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38378/SY_51_2008.pdf?sequence=1



Kuva 12. Esimerkki energiatehokkuuden parantamisesta tehdasympäristössä.

4.2 Energiatehokkuus mittaamisen ja monitoroinnin näkökulmasta

Energiatehokkuuden hallintajärjestelmässä laitostasolla energiatehokkuuden parantaminen perustuu energiankäytön nykytilan selvitykseen. Energiatehokkuuden monitorointiin laite- tai laitostasolla liittyy aina mittaaminen. Tavoitteena on yleensä, että mittaamisen avulla voidaan energiankulutusta ja päästöjä vähentää kustannustehokkaasti. Ominaisenergian kulutus, jossa mittaustieto yhdistetään tuotantotietoihin antaa mahdollisuuden tehdä vertailuja eri ajanjaksojen välillä.¹⁸

¹⁸ Suomen ympäristö 51/2008, s. 83. Viitattu 25.1.2022. https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38378/SY_51_2008.pdf?sequence=1

Energiamittauksien käytettävyys laite­tasolla parantuu aina sitä mukaan, mitä reaaliaikaisempi mittaustulos on. Reaaliaikaiset mittaukset ja hälytykset mahdollis­tavat on­gelmakohdan paikannuksen ja ratkaisuprosessin aloittamisen välittömästi.

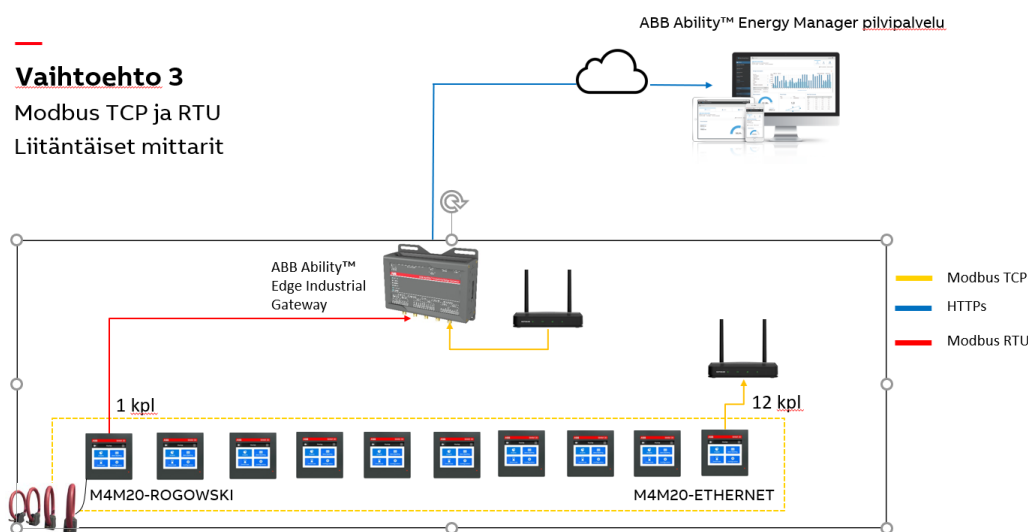
5 ABB ABILITY PILOTTIHANKE MOOTTORITEHTAALLE

Mittauskohteiksi pilottiin valikoitui moottoritehtaalta valimon alueelta viisi sulatusuunia, kolme annostelu-uunia ja kaksi jäähdytyskonetta. Urittamon puolelta kohteiksi valittiin uritusautomaattikone, laser-työasema ja urittamon jätekuljetin. Nämä kohteet valittiin, koska pyrittiin nopeaan asennukseen kohteen keskuksen puolesta. Lisäksi kyseiset kohteet ovat enimmäkseen suuria/keskisuuria energian kuluttajia. Tällä pilottirakenteella voidaan saavuttaa hyvinkin tarkat kulutustiedot yksittäisten koneiden tuotantoprosesseista. Selkeällä pilottirakenteella mahdollistetaan helppo siirtymä sitten mittaamaan koko tehtaan yksittäisten koneiden kulutuksia.

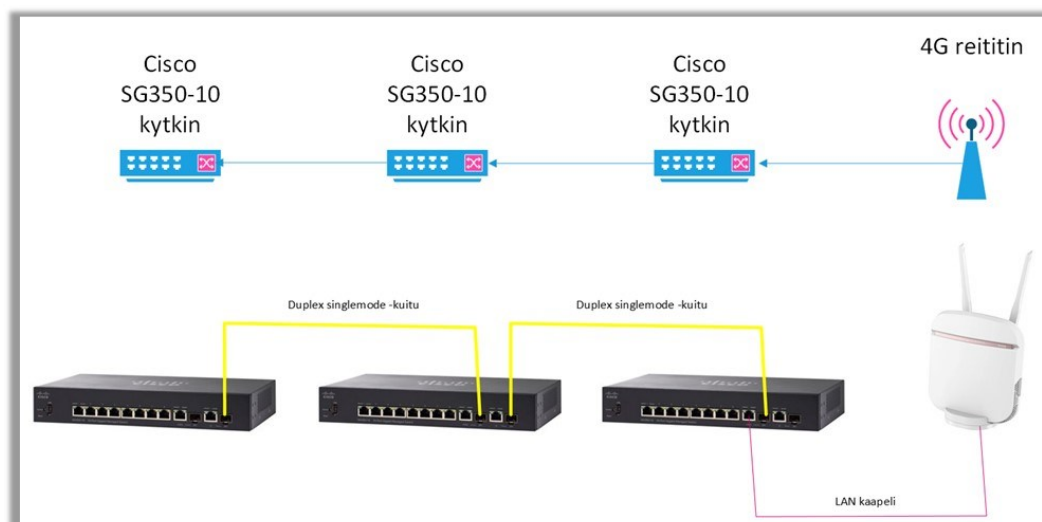
Seuraavissa kappaleissa käydään läpi, miten pilottihanketta viedään eteenpäin, esitellään mittauskohteet ja hankittava mittalaitteisto. Lisäksi otetaan ensikatsaus käyttöliittymäkokonaisuuteen ja siihen, minkälaisia mittauskokonaisuuksia voidaan saada. Käyttöliittymäesittelyissä on käytössä kytkintehtaan Ability järjestelmä.

5.1 Pilotin alustus

Karkeasti suunnittelutyö pitää sisällään asennustavan valinnan; päätetään millä tavalla halutaan johdottaa mittarit ja verkkokytkimet laitteille. Mittareiden asennuspaikan osalta pilottikohteissa pyritään pääsemään mahdollisimman helpolla.



Kuva 13. Asennustapasuunnittelun järjestelmäkaavio.



Kuva 14. Hahmotelma verkkoympäristöstä.

Asennetaan mittarit esimerkiksi keskuksen oveen. Mitattava syöttö asennetaan helpokäyttöiseen jälkiasennettavaan avattavaan virtamuuntajaan tai syöttö mitataan suoraan Rogowski -anturilla. Muuntajan toisiosasta tai anturilta viedään mittarille johdotus. Mittarilta mittaustieto jatketaan yhdyskäytävään joko WLAN-yhteydellä tai ethernet kaapeloinnilla. Lisäksi yhdyskäytävä (gateway) olisi hyvä olla sellaisessa paikassa, jossa laitteelle on järjestetty mahdollisimman helppo pääsy

huoltotoimenpiteitä varten unohtamatta tietoturva-vaatimusten mukaisia suo-
jaustoimenpiteitä. Anturisijoittelu ja verkkolayoutin suunnittelun jälkeen tarvitta-
vat laitteet tilattiin ja tehtiin kustannusarviot.



Kuva 15. Sulatusuuni MARX 2 valimossa.

Kuvassa 15 on yksi valimon sulatusuuneista. Tämän, ja muiden vastaavien MARX-
uunien teho on 200 kW ja vetoisuus 2000 kg. Kyseessä on siis suuri kulutuskone,
ja siksi tärkeä monitoroinnin kohde. Lisäksi valimossa on kaksi Birlec-sulatusuunia,
joiden tehot ovat 100 kW ja vetoisuudet 1000 kg, mutta syötöt tulevat samasta
keskusrakenteesta. Suuremmat MARX-uunit saavat syöttönsä omista keskuksis-
taan, jolloin mittaustiedon kohdentaminen on helppoa.



Kuva 16. MARX 2:n annostelu-uuni Westofen valimossa.

Kuvassa 16 on aiemmin mainitun MARX 2-sulatusuunin vieressä oleva Westofen:n annostelu-uuni. Annostelu-uuneja syötetään erillisistä keskuksista, joten niitäkin oli syytä ottaa mukaan mittauksiin, vaikka annostelu-uunit eivät niin suuria energiamääriä kulutakaan. Mittaamalla annostelu-uunien sähkönkulutusta pystytään paremmin monitoroimaan valuprosessin kokonaiskulutuksia.



Kuva 17. MARX 3-sulatusuunin keskus.

Yllä oleva kuva havainnollistaa sulatusuunin keskuksen kokoluokan. Vasemmalla on tulo keskukselle, keskellä generaattorin varasyöttö sulatusuunille ja oikealla pääsyöttö sulatusuunille MARX 3.



Kuva 18. Chiller merkkinen valukoneiden jäähdytysyksikkö.

Kuvassa 18 on Chiller-jäähdytyskoneyksikkö. Vesijäähdytys on myös osa valuprosessia, joten oli loogista ottaa mukaan pilottiin kaksi jäähdytyskoneyksikköä. Maksimi jäähdytysteho kuvassa olevalla jäähdytysyksiköllä on 172 kW, joten kyseessä on myös kunnioitettavan kokoinen sähköenergiankulutusyksikkö ja samalla mielenkiintoinen monitoroinnin kohde.



Kuva 19. Kaiser 3, suurempi yhteisurituskone urittamossa.

Kuvan 19 urituskone Kaiser 3 valikoitui pilottiin, koska syöttö koneen eri osille tuli samasta keskuksesta, yhdestä isosta syötöstä. Kohde on helpompi mitattava kuin esimerkiksi urituskone, jolla levyn katkaisuisku on yhdestä syötöstä, uritusisku toisesta syötöstä ja levyn vienti kolmannesta. Miinuksena tässä tapauksessa on toki syöttökaapelin suuri koko.



Kuva 20. Urituskoneen Kaiser 3 syöttökaapeli.

Yllä olevasta kuvasta näemme, että kaapelin koko on niin suuri, että mittaus on järkevintä suorittaa Rogowski-virtasensoreilla. Sensoreiden kaapelit ovat kolme metriä pitkiä. Kaapelit tuodaan Rogowski -tuettuun mittariin oven läpi mittariko-
teloon. Tämä asennustapa tarkoittaa kuitenkin sitä, että mittarilta täytyy viedä väyläkaapeli yhdyskäytävälle saakka.



Kuva 21. Laser-robotin työasema urittamossa.

Lisäksi pilottiin haluttiin mukaan urittamosta laser-robotti, koska se on uusin tulo- kas moottoritehtaan laitekannassa, ja tällä hetkellä käyttöönotossa. Viimeisenä pi- lotin kohteena on jätekuljetin, sillä se kuljettaa kaiken urittamon uritusjätteen ulos. Kuljetin ei itsessään ole kovin suuri kulutuskohde, mutta se liittyy vahvasti uritustyöprosessiin, joten on perusteltua ottaa se mukaan mittauksiin.

5.2 Mittalaite-esittely

Käytettävät mittarit ovat nimeltään M4M-verkkoanalysaattoreita, tyyppi M4M 20 Ethernet (TCP) tai M4M 20 Rogowski (RTU). M4M-verkkoanalysaattorit takaavat tarkan sähköarvojen ja energian mittauksen sekä näiden analysoinnin.



Kuva 22. M4M 20-verkkoanalysaattorin näkymä edestä.



Kuva 23. M4M 20-verkkoanalysaattorin näkymä takaa.

M4M verkkoanalysaattori on varusteltu kosketusnäytöllä ja käyttö muistuttaa mobiilisovelluksen käyttöä. Mittausarvot ja niiden analysointi esitetään selkeästi

graafisella näytöllä. Analysaattoriin voi määritellä aloitussivun, suosikkimittaukset ja ilmoitukset.

Analysaattori integroituu automaattisesti pilvipohjaiseen ABB Ability Energy Manager -alustaan. Integrointi eri järjestelmiin tapahtuu tiedonsiirtoprotokollien Modbus RTU, Modbus TCP/IP, BACnet/IP tai Profibus DP V0 välityksellä. Käyttöönotto voidaan tehdä yhdyskäytävän kautta tietokoneella tai vaikka puhelimella käyttäen Bluetooth BLE -moduulia, jolla konfigurointi ja visualisointi voidaan tehdä nopeasti EPiC-käyttöönottosovelluksella.



Kuva 24. M4M 20-Rogowski -malli.

Tietyt M4M-mallit ovat yhteensopivia ABB:n R4M Rogowski -antureiden kanssa, mikä mahdollistaa laitteiden jälkiasennuksen jo käytössä oleviin laitteistoihin ja hankaliin paikkoihin asennuksen. R4M -anturit on varustettu valmiilla johtosarjoilla ja pikaliittimillä, jotka helpottavat asennusta.

Mittaustarkkuus M4M analysaattoreilla on luokassa 0,5 IEC 61557-12 -standardin mukaan. Mittaustarkkuudella on myös mittauslaitedirektiivin 2014/32/, MID-hyväksyntä Luokassa C, laskutussovelluksia varten.

Mittaustiedot M4M analysaattoreilta lähetetään tiedonkeruumoduuliin, yhdyskäytävään (gateway). Yhdyskäytävä etsii analysaattorit IP-osoitteiden tai fyysisen johdotuksen avulla.

Yhdyskäytävä (gateway) on tiedonkeruumoduuli Energy- ja Asset Managerille. Moduuli voidaan asentaa DIN-kiskoon tietojen keräämiseksi järjestelmän kautta. Moduuliin itsessään voi lisäksi kytkeä antureita ympäristöparametrien kuten lämpötila, vesi, kaasu mittaamiseksi analogisen ja digitaalisen tulon ja lähdön (I/O) kautta. Gateway tehostaa yhteyksiä ja käytössä on LAN-verkkoyhteyden lisäksi optiona WiFi- ja 3G/4G-yhteydet.¹⁹

Tiedonkeruun lisäksi yhdyskäytävän tehtävä on luoda turvallinen portti julkisen internetin ja tehtaan sisäisen verkon välillä. Kaikki mitattu data menee suoraan yhdyskäytävälle ja yhdyskäytävä luovuttaa tietoa vain varmennettuihin laitteisiin. Uhkia, kuten bottiverkkoja voidaan estää näin yhdistämisestä suoraan internettiin ja pilvialustaan. Alla kuva yhdyskäytävämoduulin ulkoasusta.



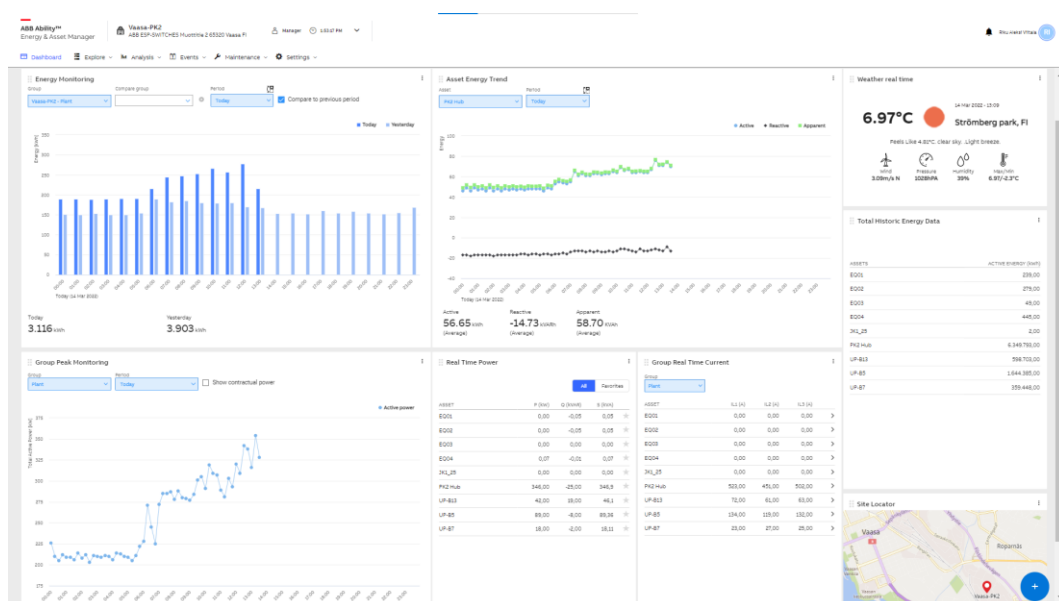
Kuva 25. ABB Ability Gateway.

¹⁹ Esiteartikkeli, ABB Ability Edge Industrial Gateway, s. 13. Viitattu 17.1.2022. <https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=9AKK108466A1687&Language-Code=fi&DocumentPartId=&Action=Launch>

5.3 Graafinen käyttöliittymä Energy & Asset Managerilla

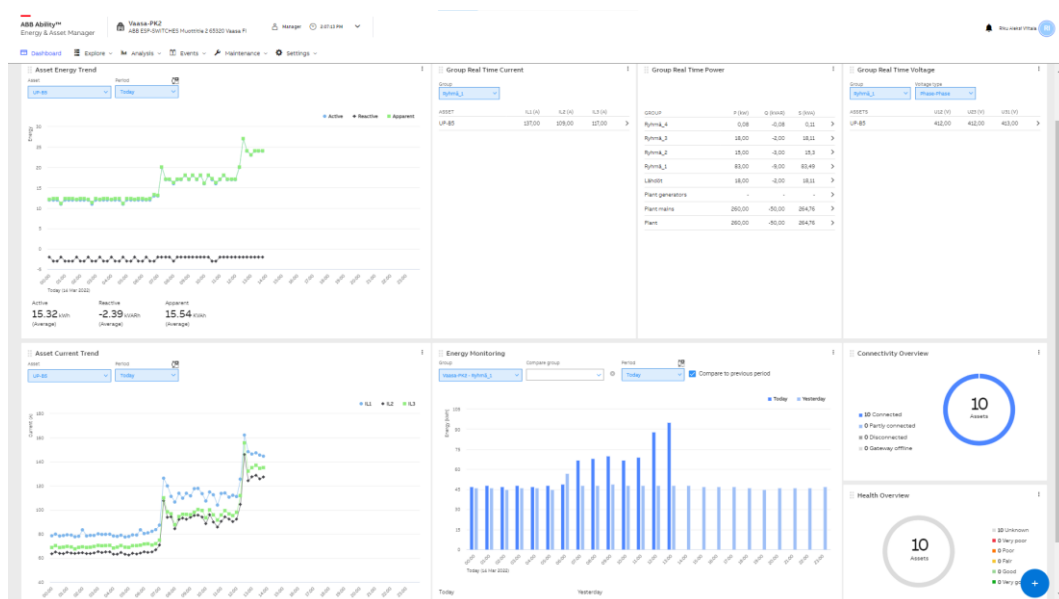
Käyttöliittymän näyttömalleja kulutustiedoista voisi olla esimerkiksi kolme eri-
laista:

1. Yleisnäyttö asiakkaille. Näytöllä voisi olla yksinkertaiset kokonaiskulutukset ja selkeyttävää grafiikkaa.
2. Näyttö kulutuspaikalle. Pilot-hankkeessa esimerkiksi valimon kulutuskoh-
teet, energiankulutukset, jännitteet ja virrat, joista käyttäjät voivat seurata
tietoja.
3. Näyttö valvojalle/hallinnolle. Näytöllä voisi olla kokonaiskulutukset, kulu-
tuskohteiden tilat, energian kustannukset, aktiiviset hälytykset.



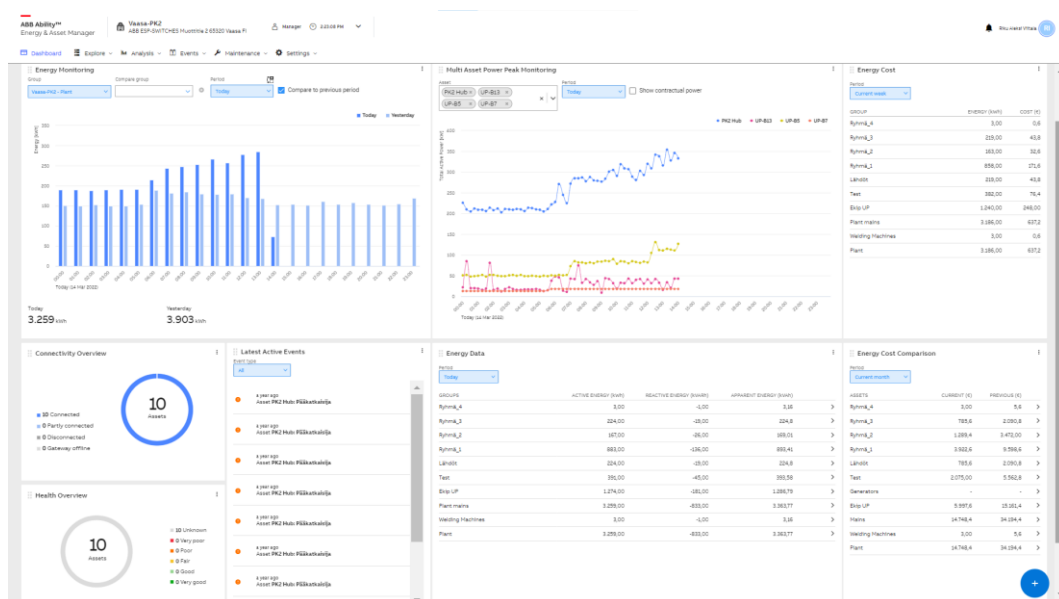
Kuva 26. Yleisnäyttö yksinkertaisilla parametreilla.

Yleisnäytöllä on tehtaan kokonaiskulutukset trendiesityksin, sillä usein kuitenkin visuaalinen esitystapa saa ihmiset kiinnostuneemmaksi kuin pelkät muuttuvat numerot näytöllä. Lisäksi oikealla laidalla on sää- ja paikkatietojen lisäksi kulutettu sähköenergia koko mittaus historian aikana. Se saa varmasti monet ajattelemaan energiankulutusasioita ja ymmärtämään, miksi kulutusta ylipäänsä halutaan mitata, kun datasta erottuu melko suuria lukuja.



Kuva 27. Kulutuspaikan näyttö.

Kulutuspaikan näytölläkin toistuu helppolukuisuus. Nyt mittauksiedot on kuitenkin kohdennettu esimerkiksi yhdelle lähdölle tai kulutuspisteelle. Kulutuspisteille voi asettaa kuntoarviot, jos on aseteltu lämpötila ja kosteusparametrit, mikä helpottaa huoltojen ja korjaustöiden aikatauluttamista. Kunnot näkyvät "health overview"-kohdassa värikoodein. Lisäksi näytöltä näkee heti, kun esimerkiksi omalle kulutuspisteelle osuu sähkövika. Kohdennettu mittauksitieto auttaa myös käyttäjiä ymmärtämään omia kulutusvaikutuksia.



Kuva 28. Valvojan tai hallinnon näyttö.

Näyttö valvovalle käyttäjälle tai hallinnolliselle henkilölle voi pitää sisällään kokonaiskulutuksien lisäksi vaihtuvat kohdemonitoroinnit, kunto- ja hälytystiedot sekä energian kustannustiedot. Näillä yksinkertaisilla tiedoilla käyttäjä saa hyvän kokonaiskuvan tehtaan toiminnasta. Sähköenergiamarkkinat ovat tällä hetkellä melko kuumat, hinnat ovat korkealla ja muutoksia tapahtuu jatkuvasti. Energiakustannuksia seuraamalla ennustettavuus paranee ja pystyy suunnittelemaan erinäisiä tuotantoon vaikuttavia toimenpiteitä. Hälytystyökalut voi asettaa seuraamaan kustannusten lisäksi esimerkiksi kulutushuippuja. Mikäli kulutushuippu toistuvasti ylittyy, voidaan melko varmasti todeta, että kohteessa on jotakin poikkeavaa meilläään esimerkiksi vikatila.

Samankaltaisia visuaalisia näyttöjä ei pystynyt esimerkiksi Enerkey ohjelmistolla tekemään, sillä ohjelma rajoittaa käyttöä aina yhteen näyttöön kerrallaan. Avaaamalla esimerkiksi sähköenergian kulutusikkunan, avautuu se koko näytön suoriseksi ilman, että saisi vertailukohteita auki samaan aikaan. Ikkunoiden muokattavuus luovat ABB Ability ympäristössä helppouden tunnetta. Mittaustoiminnot löytyvät yhdestä paikkasta ja ovat heti käytettävissä.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Opinnäytetyön teoreettinen sisältö kattaa hyvin tämän hetken tilanteen kulutuksen monitoroinnin tavoista moottoritehtaalla. Työ esittelee käytössä olevat työkalut kaikkine hyötyineen ja heikkouksineen. Teoreettisen sisällön avulla työn lukija saa hyvän käsityksen energiankulutuksen seurannasta: mitä moottoritehtaalla on käytössä, miten niitä voi käyttää ja mitä kehitettävää työkaluissa on. Suurimmaksi osaksi teoreettinen sisältö on valikoitu ABB:n omista lähteistä, joten voidaan luottaa, että lähteet ja sisältö ovat luotettavia. Näiden tietojen pohjalta työtä voi käyttää apuna, kun asiaa esitellään ulkopuoliselle, kuten esimerkiksi haastattelijalle tai yleisissä seminaareissa, jotka liittyvät energiatehokkuuteen.

Teoreettisessa tutkimuksessa työn käyttäjä saa hyvän yleisen johdannon energiatehokkuudesta, mistä se koostuu ja miten mittaaminen ja monitorointi voi asiaa kehittää. ABB:n keskeinen ja monessa paikassa toistuva tavoite on jatkuva parantaminen ja siihen tämäkin opinnäytetyö tähtää. Energiatehokkuuden mittareina usein käytetään jotain, mikä liittyy rahaan ja vielä keskeisimmin rahan säästöön. Asian tutkiminen ei kuitenkaan ole niin yksinkertaista esimerkiksi sähköenergiankulutuksessa, mikäli kulutuksen monitorointi ei ole kohdennettu siihen, mihin vaikkapa kehityshanke tehdään. Tässä voisi käyttää esimerkkinä sitä, kun isossa tuotantotehtaassa siirrytään nykyaikaisiin LED-valaistuksiin. On yleistä tietoa, että LED-valaistus kuluttaa vähemmän sähköenergiaa ja hiilijalanjälkikin todennäköisesti pienenee, mutta mikä on se säästösumma tai rahallinen hyöty? Mikäli valaistukseen ei ole kohdennettu energiamittauksia ennen vaihtotyötä, eikä myöskään vaihtotyön jälkeen, on mahdotonta sanoa todellista säästöä. Voidaan todeta esimerkiksi, että sähkönkulutus pieneni, mutta samalla sähköenergian hinta kasvoi. Valaisimet olivat kalliita ja vaihtotyöpäivät maksoivat. Mahdollisesti vanhojen valaisimien kierrätyskin maksoi erikseen. Tämä opinnäytetyö lähti asiaa korjaamaan niin, että jatkossa kehityshankkeistakin voidaan saada mittausdataa. Kun järjestelmä tarjoaa mittaustiedot sähköenergiasta ja sen hinnasta, ei tarvitse miettiä, tuliko hankkeella säästöä vai ei sähköenergian näkökulmasta. Samalla raporttien

muodostaminen ja tulosten esittely hankkeista helpottuu, kun data on helposti saatavilla.

Käytännön pilottiprojekti tehtaalla jatkuu vielä toimitusaikojen ollessa pitkiä. Projektit eivät luonnollisestikaan pääty pelkkään pilottiin. Jatkotehtävää riittää, sillä pilot hankkeen onnistuessa, mittaukset halutaan viedä tehtaan kaikkiin keskisuurin ja suuriin energiankulutuskohteisiin. Pilottiprojektilla saadaan kuitenkin vahva ymmärrys ja kokemus, joka sitten helpottaa projektin viemisessä loppuun.

Yleisellä tasolla jatkokehitettävää löytyy lisääkin. Mikäli ABB Ability -mittausympäristö ja työkalut osoittautuvat paremmiksi kuin muut vastaavat työkalut, on syytä miettiä, käyttäisikö ABB Abilityn koko potentiaalin. Mittaukset voisi viedä myös vesi-, kaasu- ja lämmityskulutuskohteisiin. Lisäksi ABB Ability Asset Managerin puolelta voisi käyttää hyväksi kunnonseurantatyökaluja yhdessä huollon ja kunnossapidon kanssa huoltosuunnittelun ja laiterikkojen ennaltaehkäisyn parantamiseksi. Lisäksi voisi tutkia, miten energiatehokkuuden hankkeita, niiden hyötyjä ja säästöjä mitattaisiin sekä dokumentoitaisiin vielä paremmin.

LÄHTEET

ABB Ability, Asset Manager. Viitattu 17.1.2022. <https://new.abb.com/low-voltage/fi/pienjannitetuotteet/abb-ability-energy-and-asset-manager>

ABB Ability, Energy Manager. Viitattu 14.1.2022. <https://new.abb.com/low-voltage/fi/pienjannitetuotteet/abb-ability-energy-and-asset-manager>

ABB Ability, yleistä. Viitattu 14.1.2022. <https://new.abb.com/low-voltage/fi/pienjannitetuotteet/abb-ability-energy-and-asset-manager>

ABB Oy, IEC LV Motors. Viitattu 12.1.2022. <https://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti/suomessa/liiketoiminnat/iec-lv-motors>

ABB Oy, Motors and Generators -yleistä. Viitattu 12.1.2022. <https://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti/suomessa/liiketoiminnat/large-motors-and-generators>

Energiätehoisuus artikkeli. Viitattu 13.1.2022. <https://new.abb.com/low-voltage/fi/kampanjat/ymparisto/energiatehoisuus>

Esiteartikkeli, ABB Ability Edge Industrial Gateway, Viitattu 17.1.2022. <https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=9AKK108466A1687&LanguageCode=fi&DocumentPartId=&Action=Launch>

Esiteartikkeli toiminnoista, ABB Ability, Viitattu 14.1.2022. <https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=9AKK108466A1687&LanguageCode=fi&DocumentPartId=&Action=Launch>

Kyberturvallisuusartikkeli, ABB Ability, Viitattu 24.2.2022. [ABB Ability™ solutions: Protecting data with unsurpassed industrial-strength cybersecurity](#)

Suomen ympäristö 51/2008, Viitattu 25.1.2022. https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38378/SY_51_2008.pdf?sequence=1

Yritysesittelyä, ABB Suomessa. Viitattu 12.1.2022. <https://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti/suomessa>