

Energiaoptimoinnin kartoitus taloyhtiöön



opinnäytetyö

Sähkö- ja automaatiotekniikan insinööri

Kevät 2022

Juuso Suontausta

Koulutuksen nimi

Tekijä Juuso Suontausta

Työn nimi Energia optimoinnin kartoitus taloyhtiössä

Ohjaaja Jussi Lehtonen

Tiivistelmä

Vuosi 2022

Energian hallinta on nykypäivänä erittäin tärkeä asia. Tässä opinnäytetyössä käsitellään miten taloyhtiöissä pystyttäisiin hallitsemaan sähkön kulutusta, sekä sitä kautta saamaan taloudellisia hyötyjä. Opinnäytetyön tarkoituksena on kartoittaa kaksi taloyhtiötä, jotka voisivat olla energiaoptimaattorin mahdollisia ostajia. Taloyhtiöihin tehdään mittauksia verkkoanalyssaattorilla, joiden perusteella analysoidaan olisiko energiaoptimaattori hyödyllinen ratkaisu. Opinnäytetyön toimeksiantaja on Sähköpalvelu P. Hintsanen Oy.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa käsitellään energianhallintaratkaisuja taloyhtiöissä, sekä virranvalvontaa lämpöpumppujärjestelmässä. Oleellisena asiana työssä kerrotaan myös energiaoptimaattorista.

Tutkittavina kohteina oli kaksi. Molemmat kohteet siirtyivät kaukolämpöjärjestelmästä nykypäiväiseen maa- ja poistoilmalämmön hybridiratkaisuun. Kohteista suoritettiin mittaukset verkkoanalyssaattorilla, jolla mitattiin pääkeskukset, kiinteistöt ja maalämpöpumppujärjestelmät.

Avainsanat Energia optimointi, energiaoptimaattori, tehonhallinta.

Sivut 49 sivua

Name of Degree Programme

Author Juuso Suontausta

Subject Energy optimization in a housing association

Supervisors Jussi Lehtonen

Abstract

Year 2022

Energy management is a relatively important issue today. In this thesis, we discuss how housing companies could manage their electricity consumption, and thereby gain financial benefits. The purpose of the thesis is to map two housing companies that could be potential buyers of an energy optimizer. Measurements are made in housing associations with a network analyzer, on the basis of which it is analyzed whether the Energy Optimizer would be a useful solution. The client of the thesis is Sähköpalvelu P. Hintsanen Oy.

The theoretical part of the thesis deals with energy management solutions in housing companies, as well as power control in a heat pump system. The energy optimizer is also described as an essential part of the work.

There were two subjects to be studied. Both sites switched from a district heating system to a modern hybrid ground and exhaust air heat solution. Measurements of the sites were performed with a network analyzer used to measure main control panels, buildings and geothermal pump systems.

The abstract should be no more than one page in length.

Keywords Energy optimization, energy optimizer, power management.

Pages 49 pages

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Energianhallinta taloyhtiössä	2
2.1	Sähkönkulutus	2
2.2	Tehonhallinta.....	3
3	Virranvalvonta lämpöpumpputalossa	3
3.1	Virranvalvontarele	4
3.2	Kuormitusvahti sähkökattilassa	5
3.3	Verkkoanalysointilaite	6
4	Energiaoptimoitimet.....	7
5	Tarkastelun kohteet.....	8
5.1	Kohde 1 (Jakoahde).....	8
5.1.1	Suunnitelma	8
5.1.2	Mittaukset	15
5.2	Kohde 2 (Hirsipadontie).....	16
5.2.1	Suunnitelma	16
5.2.2	Mittaukset	18
6	Mittaustulokset ja analysointi.....	19
6.1	Kohde 1 Jakoahde, uuden pääkeskuksen mittau- tulokset	19
6.2	Kohde 1 Jakoahde, uusi kiinteistöosa	21
6.3	Kohde 1 Jakoahde, nousukeskuksen mittau- tulokset	23
6.4	Kohde 1 Jakoahde, uuden pääkeskuksen kiinteistö- osan alakeskuksen mittau- tulokset	25
6.5	Kohde 1 Jakoahde, RK LP01 mittau- tulokset	27
6.6	Kohde 1 Jakoahde, RK LP02 mittau- tulokset	29
6.7	Kohde 2 Hirsipadontie, uuden liittymän mittau- tulokset	31
6.8	Kohde 2 Hirsipadontie, nousukeskuksen mittau- tulokset	33
6.9	Kohde 2 Hirsipadontie, uuden pääkeskuksen kiinteistö- osan alakeskuksen mittau- tulokset	35
6.10	Kohde 2 Hirsipadontie, lämpöpumppu-laitteiston mittau- tulokset	37
6.11	Kohde 2 Hirsipadontie, yhden (master) maalämpöpumpun mittaukset	39

7	Johtopäätökset ja yhteenveto	41
7.1	Kohde 1 (Jakoahde).....	41
7.2	Kohde 2 (Hirsipadontie).....	42
7.3	Yhteenveto	43
	Lähteet	44

LYHENTEET JA TERMIT

RK LP	Lämpöpumppu järjestelmää syöttävä ryhmäkeskus
PK	Taloyhtiön syöttävä pääkeskus
SK	Sähkökattila
MLP	Maalämpöpumppu
SV	Sähkövastus

1 Johdanto

Opinnäytetyön tarkoituksena on taloyhtiöihin asennettava energiaoptimaattori sekä energianhallinta taloyhtiöissä. Tässä työssä selvitetään, miten optimaattori toimii ja mitä hyötyjä laitteesta on taloyhtiölle. Energiahallinnalla tarkoitetaan tässä työssä taloyhtiön sähkönkäyttöä sekä sen kulutusta, joita koitetaan tutkia ja selvittää, mistä sähkönkulutus koostuu ja miten sitä pystyisi hallitsemaan. Energiaoptimaattori hallitsee automatiikalla taloyhtiöiden energiankulutusta. Optimaattorilla leikataan kulutushuippuja, jolloin pyritään saada pienennettyä sähkölaskuja.

Työssä on kaksi kohdetta, joihin tehdään kartoitusta mittaamalla kohteet, jolloin nähdään kannattaako taloyhtiön investoida energiaoptimaattori. Taloyhtiöihin asennetaan verkkoanalysointilaite mittaamaan kulutuksia, joista tutkitaan miten paljon taloyhtiö saisi säästöä, jos asennettaisiin energiaoptimaattori kohteelle. Tämän työn pitäisi auttamaan taloyhtiöitä päättämään investoivatko kohteelle energiaoptimaattorin.

Opinnäytetyön teen forssalaiselle Sähköpalvelu Petri Hintsanen Oy:lle. SPPH Oy on sähköalan yritys, joka tekee tyypillisen sähkösuunnittelun ja -urakoinnin lisäksi maalämpöjärjestelmien sähköistyksiä yhteistyössä Tom Allen Seneran kanssa. Sähköpalvelulla on vuodessa satoja maalämpökohteita, tästä voisi olla hyötyä toimia markkinoinnin perusteella potentiaalisille asiakkaille ja taloyhtiöille ja saada pienennettyä sähkölaskuja.

2 Energianhallinta taloyhtiössä

Energianhallinnalla taloyhtiössä pienennetään sähkönkulutusta mahdollisimman paljon.

Sähkönkulutuksella on suuri merkitys energia tehokkuuteen, sähkönkulutusta kuitenkin pystytään säätelemään ja ohjaamaan tarpeiden mukaisesti.

Taloyhtiöihin asennetaan maalämpöpumppu (MLP) järjestelmä, jolloin sähkönkulutus kasvaa.

Yleensä tarvitsee sähköliittymää korottaa ja jopa syöttökaapelit uusia tai lisätä yksi syöttökaapeli lisää. Sähköliittymän korottamisella tarkoitetaan pääkeskuksen pääsulakkeiden vaihtoa isompaan (joka vaatii sähköyhtiöltä luvan), jos keskukselle tulevilla syöttökaapeleissa on varoja nostaa sulakekoko. Useissa tapauksissa varoja ei ole, joten täytyy vetää uudet syöttökaapelit ja usein asennetaan uusi pääkeskus samalla. Joissakin tapauksissa liittymän korottaminen ei ole mahdollista. Useasti asiaan liittyy kustannussyyt, sillä liittymän korottaminen on melko arvokasta. Ainakin tapauksissa joissa pääkeskus joudutaan uusimaan isompaan ja syöttökaapelit uusimaan.

Virranvalvonta on hyödyllinen keino ohjata sähkönkulutusta ja rajoittaa sähkönkulutusta, jos ei ole mahdollista syöttää maalämpöpumppu järjestelmää täydellä tarvittavalla teholla.

2.1 Sähkönkulutus

Taloyhtiön sähkönkulutuksesta jopa 40 % kuluu kiinteistösähköön, lämmitykseen ja käyttöveden lämmittämiseen. Sähkönkulutuksesta kiinteistösähköön kuluu ainoastaan noin neljä prosenttia. Sähkönkulutus taloyhtiössä riippuu usein taloyhtiön koosta sekä sähköä tarvitsevien palveluiden määrästä. Taloyhtiöiden sähkönkulutus voikin siis olla noin 2000 kilowattitunnista yli 200 000 kilowattitunnin maalämpökohteisiin. (Leppäkoski,2021)

Sähkönkulutuksesta ei yleensä sen tarkempaa tietoa taloyhtiöistä saada, sillä niillä ei usein ole kiinteistösähkölle olemassa erikseen omia alamittauksia, joilla pystyttäisiin tarkemmin mittaamaan kulutusta. Taloyhtiöiden kiinteistösähkönkulusta on 2000-luvun alussa nostanut koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä huomattavasti, kun on ruvettu niihin siirtymään. Tämän ilmanvaihdon rinnalla on myös kiinteistösähkönkulutusta nostanut märkätiloihin asennetut mukavuudet, kuten lattialämmitykset tai räppipatterit. (Koutsi, n.d.)

Kiinteistösähkön kulutukseen vaikuttavia asioita:

- yleistilojen valaistus
- ulkovalaistus
- LVI-laitteet, puhaltimet, pumput
- autolämmitystolpat
- taloyhtiönsauna
- hissit
- pyykkitupa
- kylmäkellarissa oleva jäähdytys
- sulanapitojärjestelmät.

Huoneistokohtainen sähkönkulutus koostuu aina kylmälaitteista, pesukoneesta, muista elektroniikoista, valaistuksesta ja saunasta. Näistä asioista huoneistossa kuluu kaksi kolmasosaa kylmälaitteisiin, sekä pesukoneisiin ja muuhun elektroniikkaan mitä on pistorasioissa kiinni. Loput yksi kolmasosaa kuluu suurinpiirtein valaistukseen, vaikka nykyään on hyvin energiatehokkaita valaisimia. Jos asunnosta löytyy sauna, sähkönkulutus nousee lähes kymmenen prosenttia kuukaudessa, jos saunaa käytetään kerran tai kaksi viikossa. (Vattenfall, n.d.)

2.2 Tehonhallinta

Tehonhallinnassa perusajatuksena on kuormituksen tekevä pohjakuorma, joka koostuu ei-ohjattavista kuormista, kuten taloyhtiön saunankiukaat ja pesutupien kodinkoneet. Kuormia joita voidaan ohjata tavoitellaan saamaan kuormien huipputeho mahdollisimman optimaaliselle tasolle.

Tehonhallinta ei kuitenkaan saa vaikuttaa kiinteistön normaalissa käytössä olennaisesti käyttömukavuuteen tai olosuhteisiin. (Harsia ym., 2019, s. 71)

3 Virranvalvonta lämpöpumppujärjestelmässä

Maalämpöpumppujärjestelmä koostuu yhdestä tai useammasta maalämpöpumpusta sekä lisätehon lähteenä käytettävää lisäenergian tuottavaa lähdetä. Lisäenergiaa tuottavana lähteenä

käytetään lähes jokaisessa kohteessa sähkökattilaa ja/tai sähkövastuksia. Sähkövastuksia on yleensä useampi kuin yksi kappaletta.

Maalämpöpumppujärjestelmän sähköliittymän koko voidaan jossain tapauksissa kustannus-syistä valita pykälää pienemmäksi, vaikka laitteiston kuormitus olisi liian suuri sähköliittymälle. Tässä tapauksessa, jos näin joudutaan tekemään voidaan sähköliittymän kuormitusta seuraamaan asentaa virranvalvontalaite. Virranvalvonnalla rajoitetaan laitetta, jotta se ei käytä maksimi tehoja, jolloin saadaan kokonais kuormitusta pienennettyä ja voidaan käyttää vähän pienempiä sulakkeita. Virranvalvonnassa voidaan käyttää erinlaisia laitteita, kuten virranvalvontarelettä, energia-analysaattoria tai sitten sähkökattilassa olevaa kuormitusvahtia. (Manner, 2017, s. 16)

3.1 Virranvalvontarele

Virranvalvontareleellä mitataan sähköliittymän tai jonkin muun sulakkeen virtaa epäsuorasti virtamuuntajien avulla. Virranvalvontarele on toimilaite, jonka toiminta on binääristä. Binäärisellä tarkoitetaan kantaluku järjestelmää, eli siinä on vain päälle/pois ja yleensä käytettävät symbolit ovat 1/0.

Virranvalvontareleeseen asetetaan virtaraja-arvo, kun asetettu raja-arvo ylittyy releessä oleva kosketin vaihtaa tilaa. Tällä kosketintiedolla voidaan MLP:n automaatiojärjestelmällä ohjata haluttuja toimintoja järjestelmässä. Releeltä saatujen mittaustietojen perusteella yleensä kytketään tai pienennetään maalämpöpumppujärjestelmän lisäenergian tuottavana toimivan kattilan tai sähkövastusten tehoa pois päältä. Tehoa lasketaan pois päältä niin paljon, kunnes virranvalvontareleen mittauspisteellä sähkövirran suuruus saadaan laskettua suurimman sallitun raja-arvon alapuolelle. Myös monista maalämpöpumppujärjestelmistä jotka koostuvat useammasta maalämpöpumpusta voidaan kytkeä yksi tai useampi pumppu pois päältä. Sähkövirran huippukuormistustilanteissa virranvalvontareleellä pystytään ohjaamaan myös kiinteistön muita laitteita, kuten kiinteistön sulanapitojärjestelmän pois kytkemistä yms.

Sähkökattilan tai sähkövastusten tehon rajoittamisesta ei aiheudu ongelmia.

Huippukuormistustilanteet, joissa sähköliittymän kulutus on huipussaan, ovat yleensä ajallisesti todella lyhyitä jaksoja. Puhutaan noin tunnin jaksosta, jolloin lämmitystehon laskeminen ei aiheuta minkäänlaista vaikutusta kiinteistön lämmityksessä. (Manner, 2017, s. 16-17). Esimerkkikuva virranvalvontareleestä (Kuva 1).

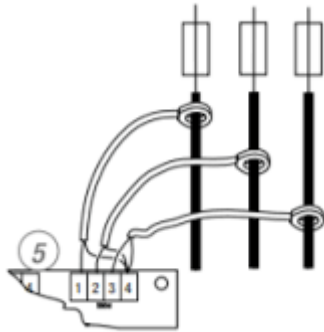
Kuva 1. Virranvalvontarele (Elfa distrelec, n.d.).



3.2 Kuormitusvahti sähkökattilassa

Lisätehonlähteenä olevan sähkökattilan osana voi olla virranvalvontalaite, joka on suoraan kytketty sähkökattilan automaatioon, joten tällöin sähkökattila pystyy itsenäisesti säätelemään tehoja annettujen raja-arvojen perusteella. Sähkökattilassa mitataan virtamuuntajilla sähkövirtaa epäsuorasti. Sähkökattilaan asetetaan suurimman virran asetusarvo, jos sähkövirta ylittää asetusarvon niin sähkökattilan automatiikka kytkee automaattisesti tehoportaita pois käytöstä, kunnes virta mittauspisteellä on laskenut asetetun raja-arvon alle. Sähkökattilan virranvalvonnalla mahdollistetaan lisätehona käytettävän sähkötehon tarkempi säätö, verrattuna binääriseen virranvalvontareleeseen. Sähkökattilan omalla kuormitusvahdilla pystytään kytkemään sopiva määrä tehoa pois käytöstä, verraten binäärisellä releellä tehtyyn ohjaukseen, jolla kytketään aina vakiomäärä tehoa pois käytöstä. (Manner, 2017, s. 17-18). Sähkökattilaan integroidut virtamuuntajat (Kuva 2).

Kuva 2. Sähkökattilan kuormitusvahti (Värmebaronen AB, n.d, s,16).



3.3 Verkkoanalysaattori

Sähkövirran säätämiseen voidaan virranvalvontareleen ja sähkökattilan kuormitusvahdin lisäksi käyttää myös verkkoanalysaattoria. Verkkoanalysaattorilla pystytään mittaamaan useita eri asioita, kuten vaihevirtoja, jännitettä, pätötehoa, näennäistehoa, loistehoa, jännitteen ja virran välistä vaihe eroa, yms. Verkkoanalysaattorilla mitataan sähkövirran suuruutta virtamuuntajien avulla. Verkkoanalysaattorin jännitemittaustuloihin vaihejohtimet kytkemällä mitataan jännitettä.

Modbus-tiedonsiirtoväylän kautta voidaan maalämpöpumppujärjestelmän automaatiojärjestelmään tuoda mittasuureita verkkoanalysaattorista. Verkkoanalysaattorilla voidaan virranvalvonta tilanteissa verkkoanalysaattorin virranmittautietojen pohjalta säätää maalämpöpumppujärjestelmän lisätehon määrää siten, että sähkövirran suuruus ei ylitä virranmittauspisteessä asetettua arvoa. Esimerkki verkkoanalysaattorista, jota voi käyttää virranvalvontalaitteena (Kuva 3).

Kuva 3. Verkoanalysointilaite (Elfa distrelec, n.d.).



4 Energiaoptimaattori

Energiaoptimaattori on laite joka hallitsee automatiikalla taloyhtiön sähkönkulutusta. Laitteen toiminta perustuu yksinkertaisuudessaan siihen, että taloyhtiöissä yleensä on epäsuora-mittaus, jolloin sähkölaitos laskuttaa taloyhtiöön kulutushuippujen perusteella. Eli, mitä korkeampi on kulutushuippu, sitä suurempaa laskua taloyhtiö saa.

Optimaattorilla on tarkoitus meidän työssä ohjata maalämpöpumppujärjestelmää, jolla leikattaisiin kulutus huippuja. Ohjaus toteutetaan rinnakkaisella ohjausjärjestelmällä. Kulutus huipputhan muodostuvat siitä kuinka korkealla kulutus on käynyt eli, jos maalämpöpumput lähtevät yhtä aikaa käymään ja vielä lisälämmön lähdekin on varmasti suuri kulutus tiedossa. Joten optimaattorilla ohjataan järjestelmää siten, että pumput ja lisälämmön lähteet eivät lähtisi yhtä aikaa päälle jotta ei synny suuria kulutus huippuja. Tällä pystytään saamaan hyviä säästöjä taloyhtiölle. Mitä suuremmat kulutukset ovat taloyhtiössä ja, mitä suurempi liittymä on taloyhtiöllä, sitä paremman hyödyn saa optimaattorilla irti.

Energiaoptimaattorin kustannukset riippuvat taloyhtiöstä, yleensä hinnat ovat noin 10000-15000 euroa alv.0%.

5 Tarkastelun kohteet

Tähän työhön valittiin tarkastelun kohteiksi kaksi suurta asunto osakeyhtiötä. Molemmissa kohteissa on pääsulakkeet 1000A ja tällöin energiaoptimaattorista on enemmän hyötyä, sillä mitä isommat kulutukset on sitä isommat säästöt energiaoptimaattorilla saadaan aikaiseksi. Sillä jos kohteessa olisi esimerkiksi 125A pääsulakkeet, niin silloin ei kulutukset voi olla myöskään kauheen suuria, jolloin ei saada niin isoja kulutushuippuja aikaiseksi.

Niimpä ajateltiin, että nämä kaksi kohdetta (Jakoahde ja Hirsipadontie) olisivat hyviä kohteita tutkittavaksi ja mitattavaksi, jotta saadaan dataa jonka perusteella voidaan miettiä kannattavuutta taloyhtiöihin.

5.1 Kohde 1 (Jakoahde)

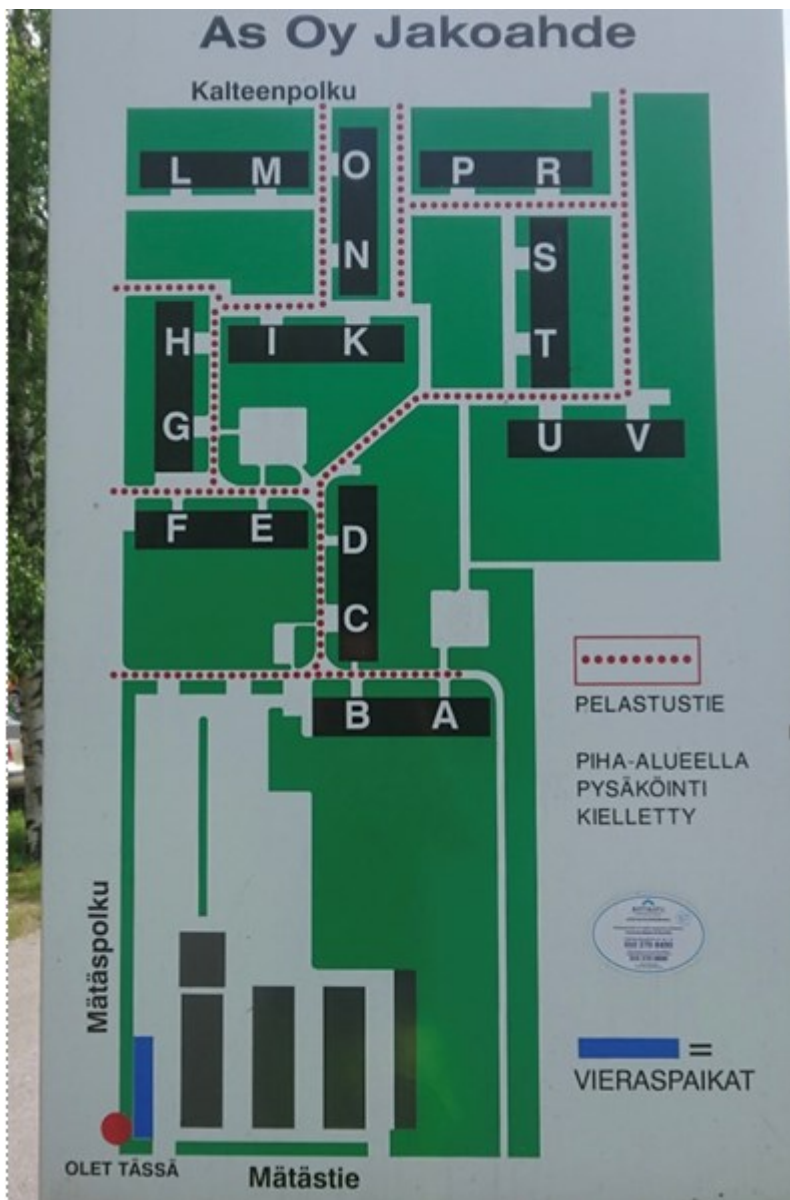
Ensimmäisenä tarkastelun kohteena on taloyhtiö, johon kuuluu seitsemän kolmekerroksista kerrostaloa ja kolme viisikerroksista kerrostaloa. Näissä taloissa on yhteensä viisi liiketilaa ja saunoja rakennuksista löytyy kahdeksan kappaletta. Asuntoja on yhteensä 216 kappaletta, jotka koostuvat yksiöistä, kaksioista, kolmioista ja neliöistä. Kaikki talot ovat rakennettu vuosina 1972 – 1973.

Tärkeimpiä remontteja mitä taloihin on vuosien varrella tehty on 2000- luvun alussa tehty katto remontti, jonka jälkeen on tehty julkisivu remontit vuonna 2010. Hissit löytyvät vain korkeista viisikerroksisista taloista ja ne ovat uusittu kokonaan vuonna 2012.

5.1.1 Suunnitelma

Kohde siirtyy kaukolämpöjärjestelmästä nykypäiväiseen maalämpö- ja poistoilmalämmön hybridiratkaisuun. Maalämpöjärjestelmää varten porataan 350 metriä syviä kaivoja 36 kappaletta ympäri pihapiiriä. Kolmeen korkeampaan taloon tulee myös katolle LTO-järjestelmä. Alla olevasta kuvasta nähdään kaikki talot, R-rapussa on uusi pääkeskus sekä lämmönjakohuone ja toinen lämmönjakohuone on H-rapussa. (KUVA 4).

Kuva 4. Jakoahteen talojen sijoittelukartta



Lämmöntuottajana toimii kuusi maalämpöpumppuja (MLP) Gebwell Taurus 110 EVI pumppuja, kolme kappaletta kummassakin lämmönjakohuoneessa. Kuvassa on R rapun lämmönjakohuoneessa olevat maalämpöpumput. (KUVA 5).

Kuva 5. Maalämpöpumput



Maalämpöpumpuilla tuotetaan lämpöä talon lämmitysverkostoon ja käyttövesiverkostoon. Lämmitysverkoston vesivirrasta osa ohjataan sähkökattilan kautta, jotta saadaan tarvittava lisälämmitysenergia, jota maalämpöpumput eivät pysty tuottamaan. Sähkökattiloina (SK) kohteella on Värmebaronen EP 112 NG kattilat, kummassakin lämmönjakohuoneessa yksi. Kuvassa on nyt Rapun lämmönjakohuoneesta otettu kuva. (KUVA 6).

Kuva 6. Sähkökattila



Maalämpöpumppujärjestelmässä huolto- ja vikatilanteissa käyttövettä lämmitetään kahdeksalla Värmebaronen VB9003 FL 9 kW:n sähkövastuksella (SV), kummassakin lämmönjako huoneessa neljä. Kuvassa näkyy neljä sähkövastusta, kummassakin varaajassa kaksi. (KUVA 7).

Kuva 7. Sähkövastukset oikealla varaajissa



Maalämpöjärjestelmien toimintaa säädetään, mitataan ja ohjataan Ouman Ouflex-rakennusautomaatiojärjestelmillä. Molemmissa lämmönjakohuoneissa on omat automaatiojärjestelmät.

Tällä hetkellä liittymänä on 2x3x200A. Vanha pääkeskus (pk) on tällä hetkellä 600A, joten kohteelle pitää uusi pääkeskus ja uudet syöttökaapelit. Uudelle pääkeskukselle vedetään kolme uutta syöttökaapelia AXMK 4x300+88. Uusi liittymä tulee olemaan 3x3x250A. Uudelta pääkeskukselta vedetään vanhalle pääkeskukselle uudet syöttökaapelit jotka ovat kaksi AMCMK 4x185+57 ja

uudelta pääkeskukselta myös vanhalle kiinteistökeskukselle uusi syöttö kaapeli AMCMK 4x185+57. Vanhalle pääkeskukselle tulee 3x315A sulakkeet ja vanhalle kiinteistölle 3x200A sulakkeet. Vanhasta pääkeskuksesta tulee nousukeskus ja vanha kiinteistökeskus muuttuu uuden pääkeskuksen kiinteistöosan alakeskus. Mitään muuta muutoksia ei vanhoille keskuksille eikä sähköille tehdä. Uuden pääkeskuksen perässä on kaikki sähköt, asunnot, sekä kiinteistön kuormitukset. Kuvassa uusi pääkeskus. (KUVA 8).

Kuva 8. Uusi pääkeskus



Molempiin lämmönjakuhuoneisiin tulee myös omat ryhmäkeskukset maalämpöpumppujärjestelmää varten. R rapussa ryhmäkeskus on RK LP02 ja H rapussa ryhmäkeskus on RK LP01, keskuksia syötetään uudesta pääkeskuksesta kahdella AMCMK 4x185+57 kaapeleilla. Sulakkeet keskuksille ovat 3x315A. Kuvassa R rapun ryhmäkeskus, jossa tällä hetkellä kiinni energia analysaattori jolla mitataan maalämpö järjestelmää. (KUVA 9).

Kuva 9. RK LP01



5.1.2 Mittaukset

Kohteen mittaukset tehtiin Metrel MI2885 verkkoanalysaattorilla. Kohteista mitattiin kulutuksia, virtoja, ampeereita ym. Mutta meille tarpeellisina tietoina ylös otettiin kokonaiskulutukset ja jokaisen vaiheen läpi kulkevat virrat. Mittaukset aloitettiin asentamalla analysaattori mittaamaan kokonaisuudessaan uutta pääkeskusta. Verkkoanalysaattori asetettiin mittaamaan pääsulakkeita seitsemän päivän ajalta ja yhden minuutin otannalla. Tämän seitsemän päivän jälkeen käytiin ottamassa mittaustulokset ylös tietokoneelle ja siirrettiin analysaattori mittaamaan

lämpöpumppulaitteistoa. Lämpöpumppulaitteistoa mitattiin myös seitsemän päivän ajan ja yhden minuutin otannalla. Lämpöpumppulaitteiston jälkeen mitattiin vanhaa kiinteistöä, myös seitsemän päivän ajan ja minuutin otannalla. Kiinteistökeskuksen jälkeen analysaattori asennettiin mittaamaan vanhaa pääkeskusta seitsemän päivän ajan yhden minuutin otannalla.

Kiinteistökeskukseen ja pääkeskukseen ei ole tehty mitään asennuksia, ainoastaan poistettu vanha lämmitystapa käytöstä. Viimeisinä mittauksina analysaattori asennettiin mittaamaan RK LP01 eli toisen lämmönjakohuoneen ryhmäkeskusta, joka syöttää lämpöpumppu laitteistoa. Tämän jälkeen vielä RK LP02 eli toisen lämmönjakohuoneen lämpöpumppu laitteistoa. Nämä kaksi lämpöpumppu laitteistoa mitattiin analysaattorilla yhden minuutin otannalla ja seitsemän päivän ajalta.

Verkkoanalyysaattorilla tallennettuja mittaustuloksia ruvettiin tarkastelemaan tarkemmin Metrel Powerview3-ohjelmalla. Ohjelman avulla ruvettiin tarkastelemaan ja analysoimaan mittaustuloksia.

5.2 Kohde 2 (Hirsipadontie)

Toinen tarkastelun kohde on As Oy Hirsipadontie 5. Kohde siirtyy kaukolämpöjärjestelmästä nykypäiväiseen maalämpö ja poistoilmalämmön hybridiratkaisuun. Taloyhtiöön kuuluu neljä kolmekerroksista kerrostaloa ja kolme neljäkerroksista kerrostaloa. Taloyhtiössä on yksi liiketila, joka toimii päiväkotina. Taloyhtiöllä on kolme yhteistä saunaa, yksi pesutupa ja neljässä rakennuksessa kuivaushuoneet. Asuntoja on yhteensä 128 kappaletta, jotka ovat yksiöitä, kaksioita ja kolmioita. Talot ovat rakennettu vuonna 1975.

Pihapiirissä taloyhtiöllä on 81 kappaletta parkkipaikkoja. Parkkipaikoista 63 kappaletta on normaaleilla lämmitystolpilla varustettu ja loput 18 kappaletta on varustettu sähköauton latausasemalla, mutta niin sanotulla ”hidaslataus” asemalla.

5.2.1 Suunnitelma

Maalämmön pumppujärjestelmälle tehtiin erillinen lämmönjakohuone pihalle, lämmöntuottajana toimii kolme kappaletta maalämpöpumppuja (MLP) Gebwell Taurus 110 EVI pumppuja.

Maalämpöpumpuilla tuotetaan lämpöä talon lämmitysverkostoon ja käyttövesiverkostoon. Lämmitysverkoston vesivirrasta osa ohjataan sähkökattilan kautta, jotta saadaan tarvittava

lisälämmitysenergia, jota maalämpöpumput eivät pysty tuottamaan. Sähkökattilana (SK) kohteella on 119 kW kattila.

Maalämpöpumppujärjestelmässä huolto- ja vikatilanteissa käyttövettä lämmitetään neljällä 9 kW:n Värmebaronen VB9003 FL sähkövastuksella (SV). Maalämpöpumppujärjestelmän toimintaa säädetään, mitataan ja ohjataan Ouman Ouflex-rakennusautomaatiojärjestelmällä.

Taloyhtiölle tehtiin uusi pääkeskus lämmönjakohuoneeseen, johon tulee uudet liittymiskaapelit joita on kolme kappaletta. Uudesta pk:sta syötetään vanhaa pk:ta sekä kiinteistökeskusta.

Vanhasta pääkeskuksesta tulee nousukeskus ja vanha kiinteistökeskus muuttuu uuden kiinteistöosan alakeskukseksi. Uudessa pk:ssa on sähköautonlataus varaus sekä aurinkosähkö järjestelmälle varaus. Uudesta pk:sta syötetään maalämpöpumppujärjestelmää. Taloyhtiön uusi pääkeskus. (KUVA 10).

Kuva 10. Uusi pääkeskus



5.2.2 Mittaukset

Kohteen mittaukset tehtiin Metrel MI2885 verkkoanalysointilaitteella. Mittaukset aloitettiin asentamalla analysointilaitteisto mittaamaan kokonaisuudessaan uutta pääkeskusta. Verkkoanalysointilaitteisto asetettiin mittaamaan seitsemän päivän ajalta ja yhden minuutin otannalla. Tämän seitsemän päivän jälkeen käytiin ottamassa mittaustulokset ylös tietokoneelle ja siirrettiin analysointilaitteisto mittaamaan lämpöpumppulaitteistoa. Lämpöpumppulaitteistoa mitattiin myös seitsemän päivän ajan ja yhden minuutin otannalla. Lämpöpumppulaitteiston jälkeen mitattiin kiinteistökeskusta, myös seitsemän päivän ajan ja minuutin otannalla. Kiinteistökeskuksen jälkeen analysointilaitteisto

asennettiin mittaamaan vanhaa pääkeskusta seitsemän päivän ajan yhden minuutin otannalla. Viimeisenä mittauksena vanhan pääkeskuksen jälkeen analyysoiti asennettiin mittaamaan yhtä maalämpöpumppua ja vielä niin sanottua ”master” pumppua, eli sitä joka käy eniten kaikista pumppuista. Maalämpöpumppua mitattiin viiden päivän ajan ja minuutin otannalla.

Verkkoanalysointilaitteella tallennettuja mittaustuloksia ruvettiin tarkastelemaan tarkemmin Metrel Powerview3-ohjelmalla. Ohjelman avulla tarkasteltiin ja analysoitiin mittaustuloksia.

6 Mittaustulokset ja analysointi

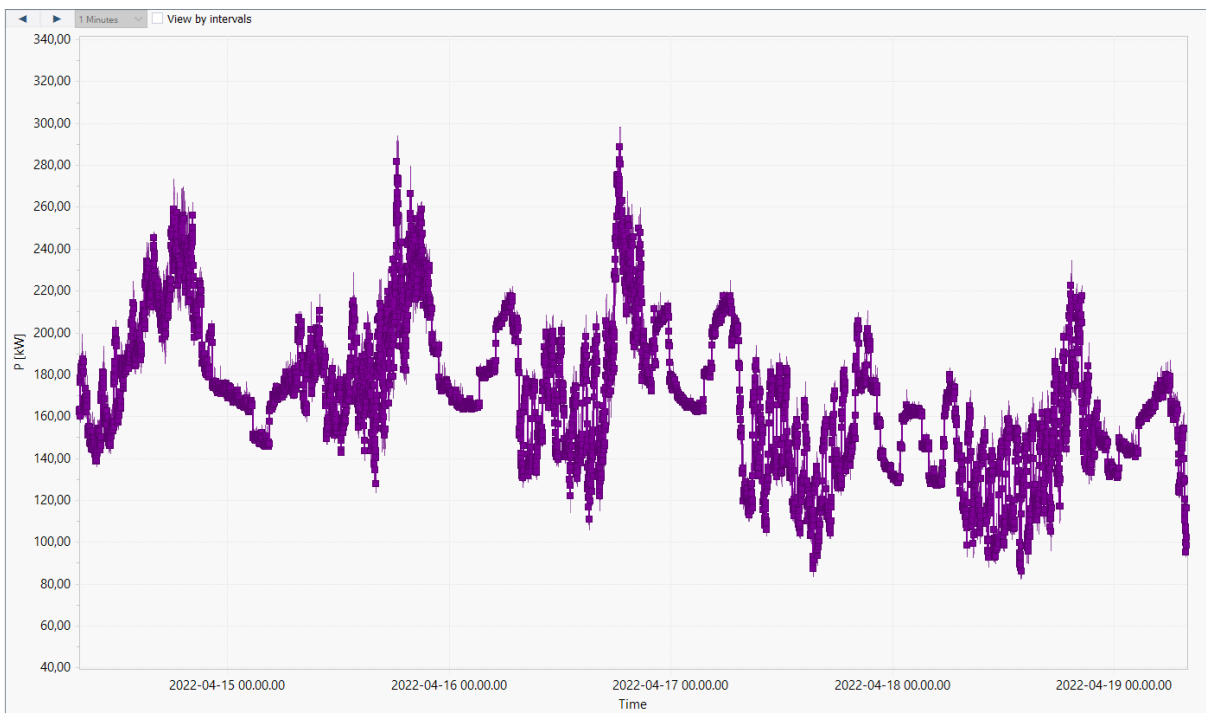
Seuraavista alaluvuista näemme molempien kohteiden mittaustulokset ja niiden analysointia. Ensimmäisenä tulee kohde 1 ja sen mittaustulokset, jonka jälkeen heti perään kohde 2 ja sen mittaustulokset.

Mittaustuloksista nähdään kokonaiskulutus, se on aina ensimmäisenä tuloksissa. Vasemmalla pystyrivillä olevat lukemat ovat kilowatteina kulutus ja alhaalla vaakarivillä näkyy vuosi, päivämäärä ja kellonaika. Seuraavasta kuvasta, jossa on sininen, vihreä ja punainen käppyrä. Ensimmäisestä eli sinisestä näemme ykkös vaiheen läpi kulkevan virran eli L1. Toisena olevasta punaisesta näemme toisen vaiheen läpi kulkevan virran eli L2. Kolmantena olevasta vihreästä näemme kolmas vaiheen läpi kulkevan virra eli L3. Vasemmalla reunassa olevista pystyriveistä näemme virrat ampeereina ja alhaalla vaakariviltä näkyy vuosi, päivämäärä ja kellonaika.

6.1 Kohde 1 Jakoahde, uuden pääkeskuksen mittaustulokset

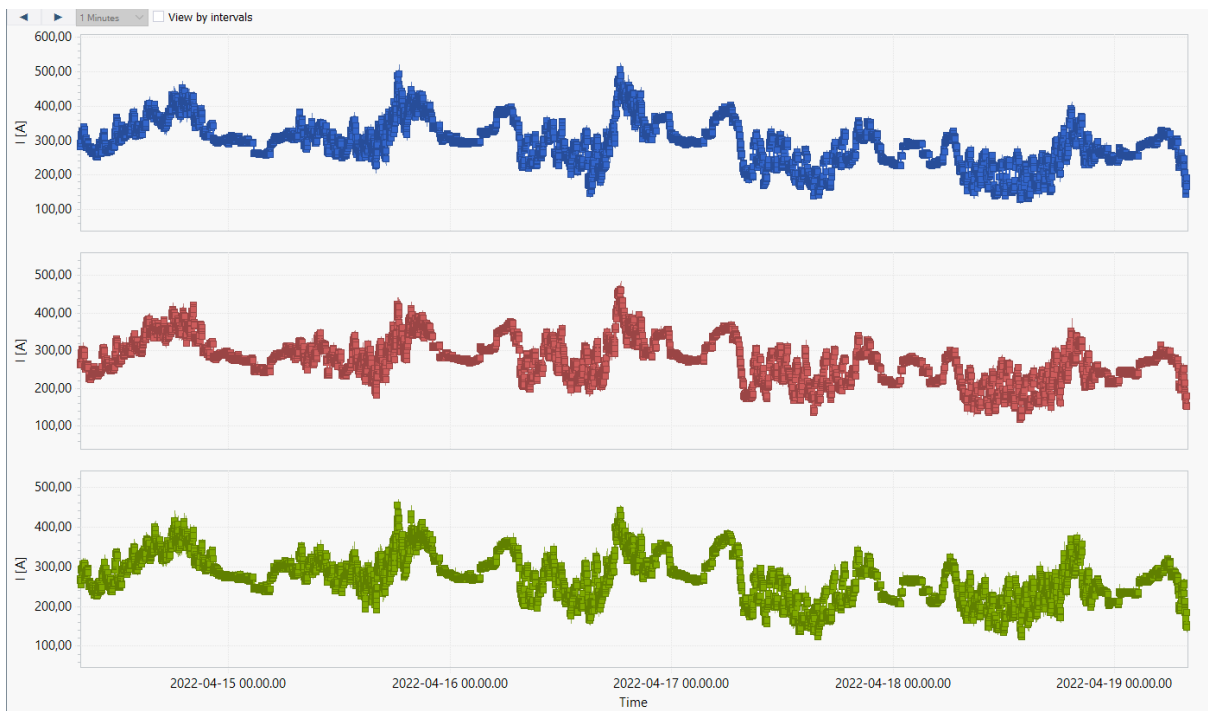
Uusi pääkeskus on 1000A, Keskusta mitattiin kuusi päivää. Keskusta mitattiin vain kuusi päivää, vaikka seitsemään päivään pyrittiin. Uuden pääkeskuksen perässä on kaikki muut Jakoahteen sähköt, niin mittaamattomat kuin mitatut lähdöt. Alla olevasta kuvasta nähdään pääkeskuksen kokonaiskulutus kilowatteina. (KUVA 11). Kulutus on käynyt maksimissaan 300 kilowatissa ja minimissää 80 kilowatissa. Keskikulutus on ollut 170 kilowattia, kulutus on ollut kohtuullista tämän mittaus jakson aikana.

Kuva 11. Uuden pääkeskuksen kokonaiskulutus



Uuden pääkeskuksen vaihekohtaiset virrat alla olevassa kuvassa. (KUVA 12). Kuvasta nähdään että kulutus jokaisella vaiheella on hyvin tasaista, joka on hyvä asia. Virrat ovat huipussaan käynyt 520 ampeerissa ja minimissään noin 100 ampeerissa. Pääkeskuksen keskikulutus on ollut noin 250 ampeeria. Keskuksesta on hyvin varoja vielä jatkossa ottaa sähköauton lataus asemat käyttöön, jolle keskuksessa myös on varaus jo valmiina. Sillä keskuksen maksimi kulutus on käynyt 520 ampeerissa ja meillä oli 1000 ampeeriset etu-sulakkeet, niin tällä perusteella meille jää hyvin varoja vielä.

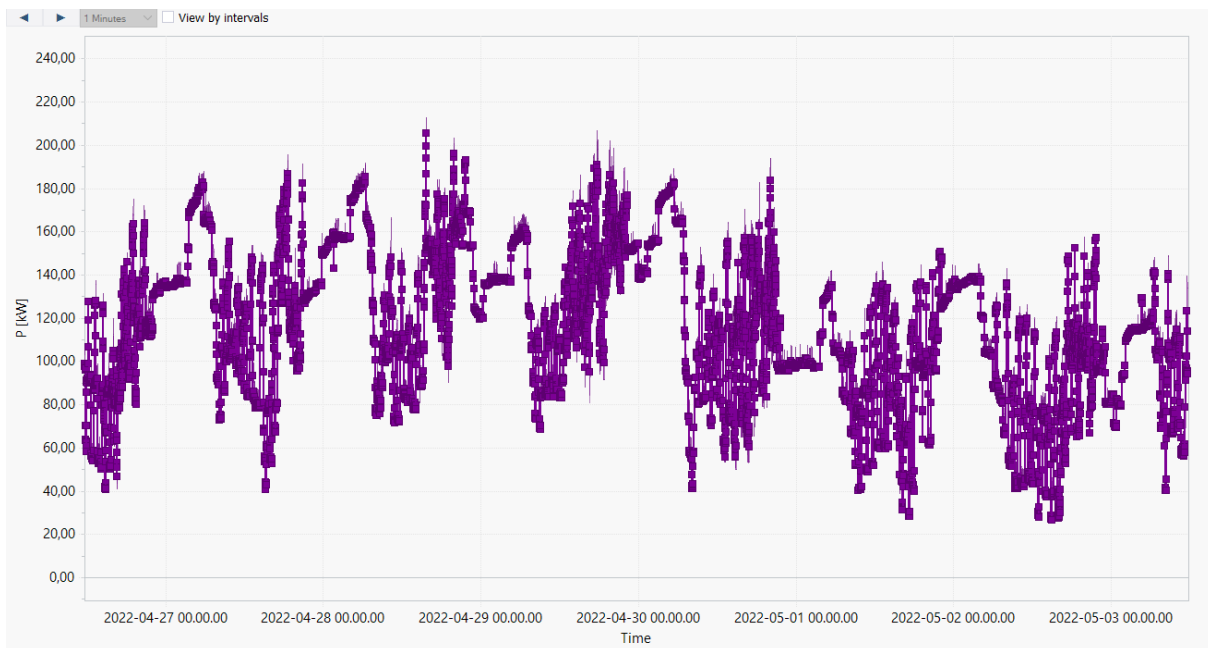
Kuva 12. Uuden pääkeskuksen vaihekohtaiset virrat



6.2 Kohde 1 Jakoahde, uusi kiinteistöosa

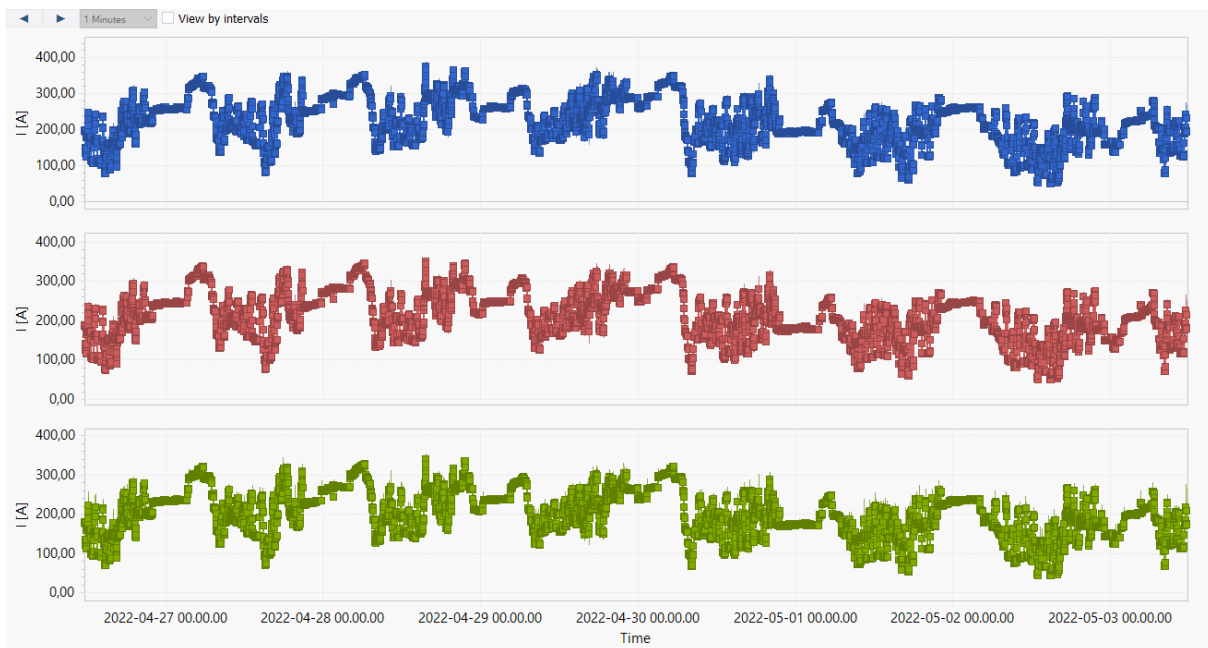
Uuden kiinteistöosan käyttöpaikkaa mitattiin seitsemän päivän ajan, seitsemän päivän ajalta voidaan alla olevasta kuvasta nähdä että kulutus on ollut yhden mukaista jokaisena päivänä. (KUVA 13). Kulutus on käynyt 25 kilowatissa minimissään ja huipussaan ollut noin 210 kilowattia. Kulutus on ollut öisin suurempaa kuin päivisin tämä johtuu siitä, että öisin on ollut sää pakkasen puolella ja päivisin reilusti plussan puolella jolloin lämmitystä ei ole tarvittu. Kulutuksen piikit kiinteistössä johtuvat lämpöpumppujärjestelmien lämmitys laitteista, jotka kuluttavat virtaa paljon.

Kuva 13. Uuden kiinteistöosan kokonaiskulutus



Alla olevasta kuvasta voidaan tarkastella uuden kiinteistöosan vaihekohtaisia virtoja. (KUVA 14). Virrat ovat myös jakautuneet jokaiselle vaiheelle tasaisesti ja kulutus on vaiheilla ollut myös öisin suurempaa ja päivisin pienempää. Huippuvirta on käynyt noin 380 ampeerissa ja minimissään ollut noin 50 ampeeria.

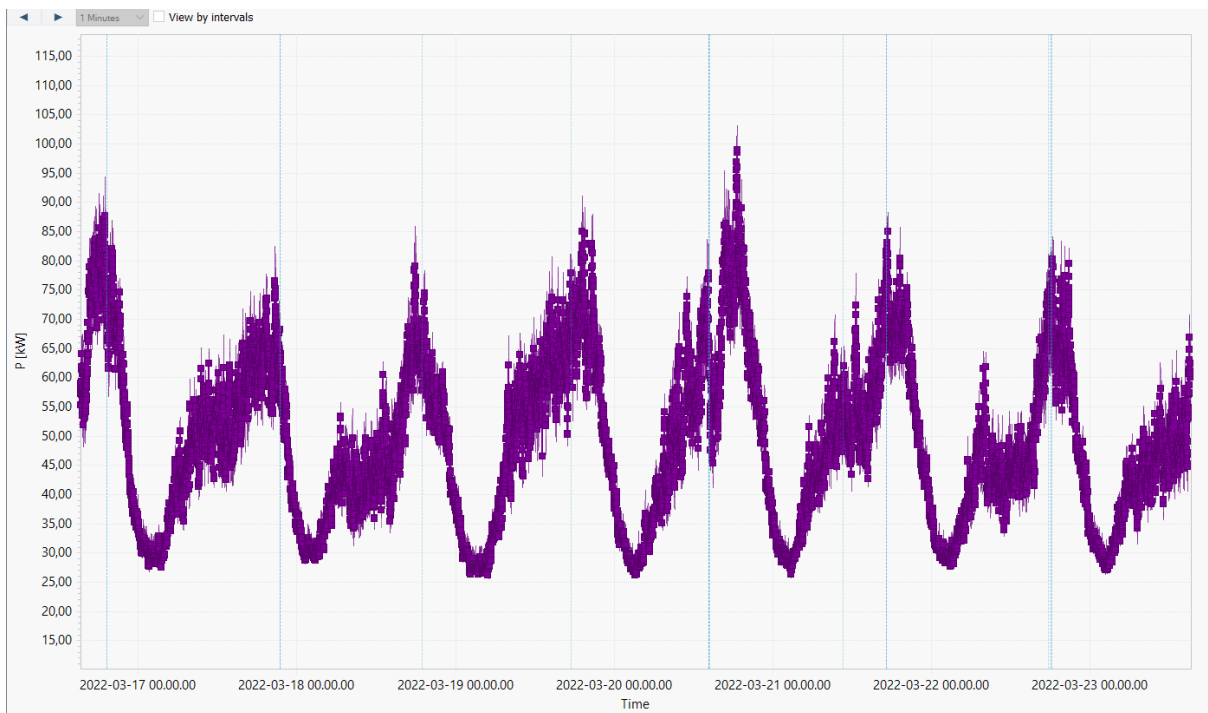
Kuva 14. Uuden kiinteistöosan vaihekohtaiset virrat



6.3 Kohde 1 Jakoahde, nousukeskuksen mittaustulokset

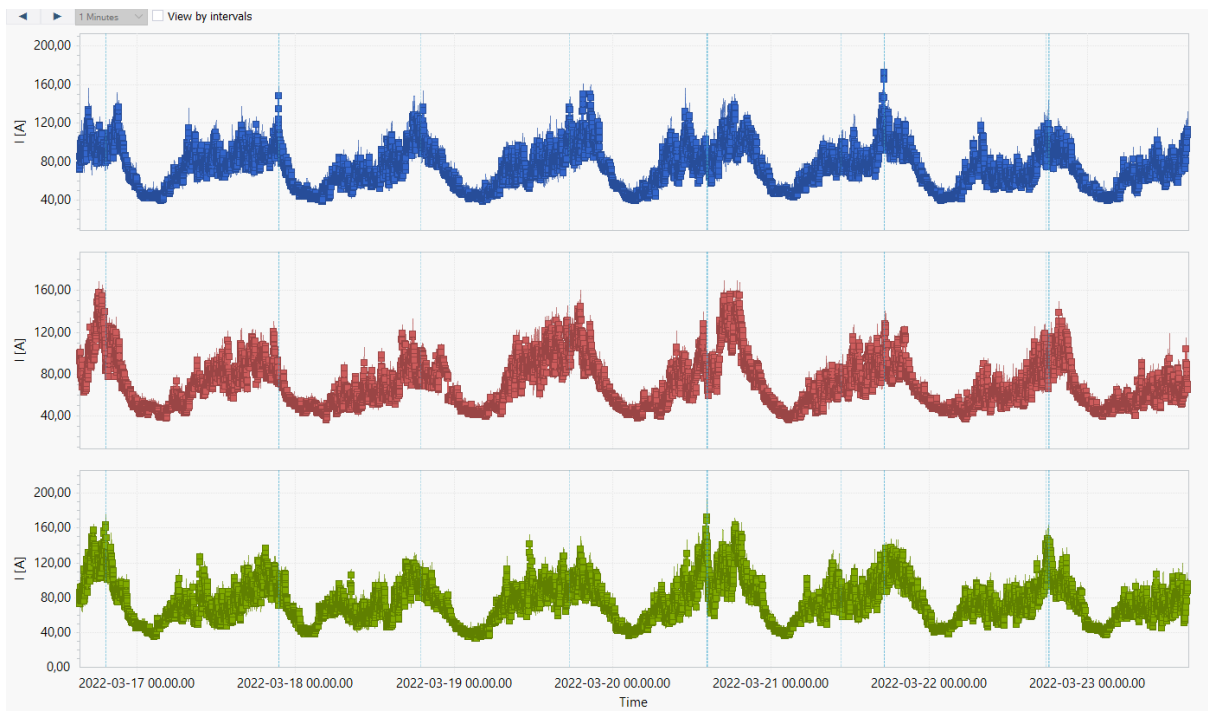
Nousukeskusta mitattiin seitsemän päivän ajan. Kuvasta nähdään että kulutus on ollut tasaista nousua ja laskua, joka kertoo että yö aikaan kulutusta ei oikeastaan ole ollut ja että kulutus aina nousee illaksi. (KUVA 15). Tämähän johtuu siitä että nousukeskuksen takana ei ole pahemmin muuta kuin, asuntojen mittarikeskukset jonka takia kulutus on ollut iltaisin, kun ihmiset pääsevät töistä ja ennen nukkumaan menoa. Harva asukas sähköä paljoa käyttää öisin. Päivisin kulutus on ollut huipussaan noin 103 kilowatin paikkeilla ja öisin minimissään 27 kilowatissa. Keskikulutus on ollut tämän mittaus jakson aikana noin 60 kilowattia.

Kuva 15. Nousukeskuksen kokonaiskulutus



Alla olevasta kuvasta voidaan katsoa vaihekohtaisia virtoja nousukeskukselta. (KUVA 16). Virrat näyttävät hyvin myös olevan tasapainossa jokaisella vaiheella ja tästäkin huomataan että kulutus on päivisin ollut suurempaa, samoista syistä kuin edellisessäkin kuvassa. Maksimissaan virrat ovat käyneet 180 ampeerissa ja minimissään virran kulutus on ollut öisin 37 ampeeria. Keskikulutus on ollut noin 90 ampeeria.

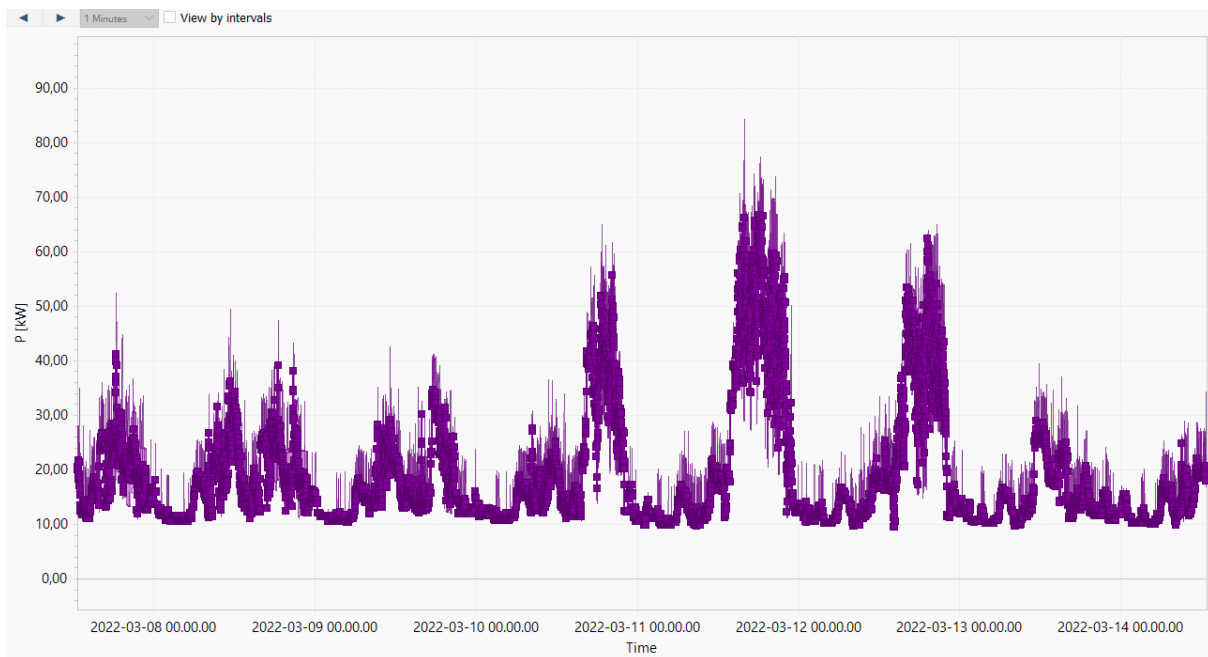
Kuva 16. Nousukeskuksen vaihekohtaiset virrat



6.4 Kohde 1 Jakoahde, uuden pääkeskuksen kiinteistöosan alakeskuksen mittaustulokset

Alakeskuksen kokonais kulutus nähdään alla olevasta kuvasta. (KUVA 17). Kuvasta nähdään että kulutus huippuja on aika paljon, mutta ne ovat lyhyt aikaisia ja johtuvat luultavasti hissien, autolämmitystolppien ja valojen käytöstä. Maksimissaan kulutus on käynyt 85 kilowatissa ja minimissään vain 10 kilowatissa. Keskikulutus vanhalla kiinteistö on ollut noin 30 kilowattia.

Kuva 17. Alakeskuksen kokonaiskulutus

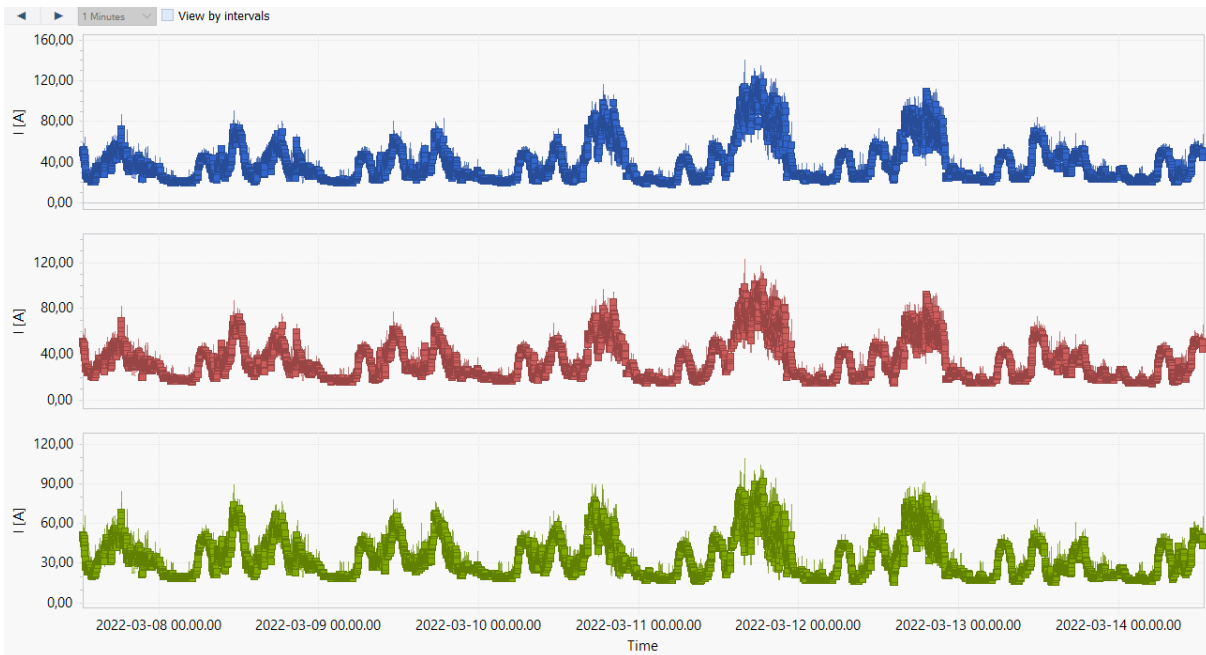


Alakeskuksen vaihekohtaisista virroista nähdään myös että on aika paljon aaltoliikettä, aika pitkälti tämä johtunee hissien käytöstä sekä valojen ja autolämmitys tolppien käytöstä. (KUVA 18).

Maksimissaan virran kulutus on käynyt 135 ampeerissa ja minimissään ollut vain 15 ampeeria.

Keskikulutus on ollut maltillista 38 ampeeria.

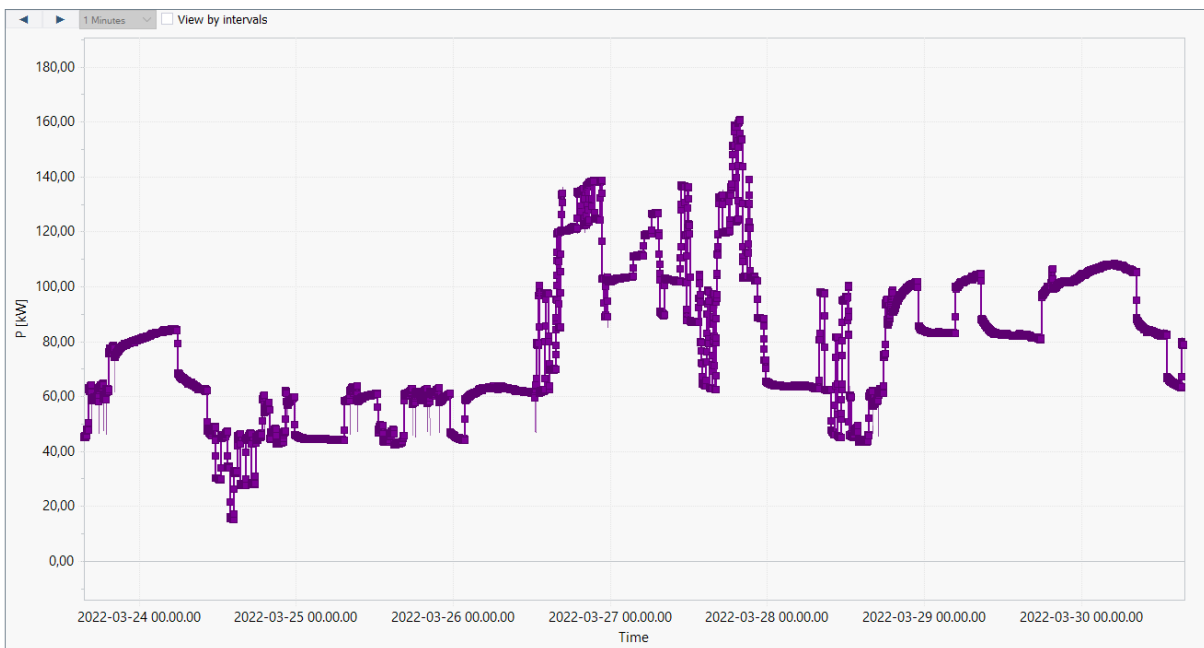
Kuva 18. Alakeskuksen vaihekohtaiset virrat



6.5 Kohde 1 Jakoahde, RK LP01 mittaustulokset

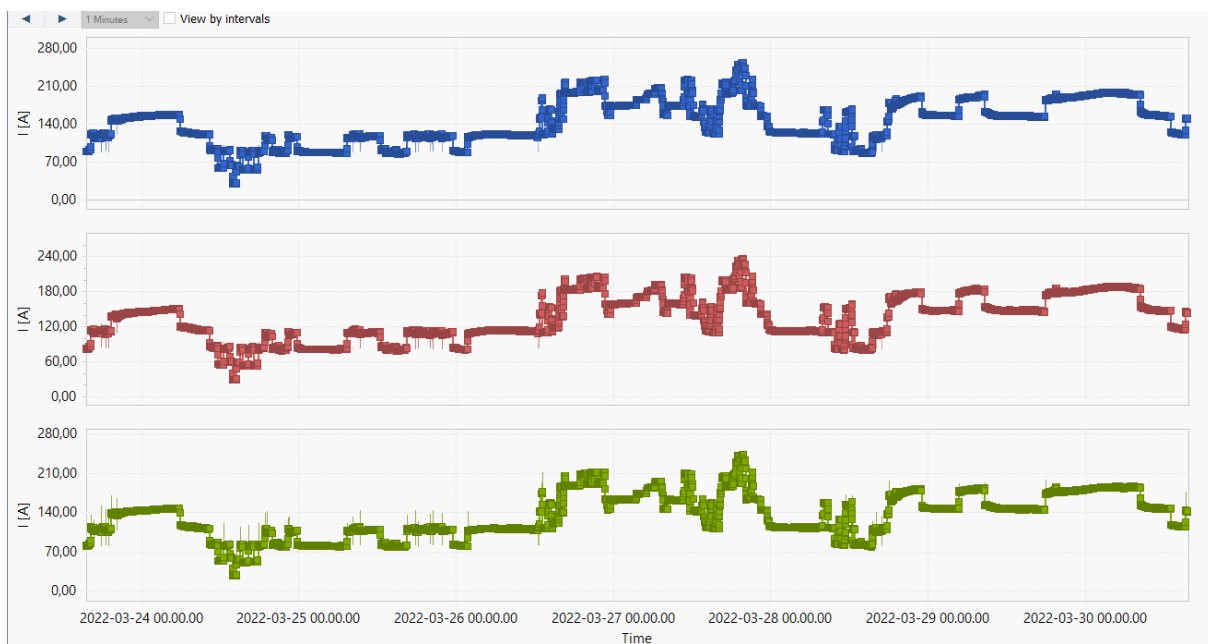
RK LP01 eli ryhmäkeskus lämpöpumppulaitteistolle, ryhmäkeskusta mitattiin seitsemän päivän ajan. Alla olevasta kuvasta voidaan tarkastella lämpöpumppujärjestelmän tehon tarvetta, josta nähdään että kolmena ekan päivänä kulutusta ei ole hirveästi ollut. (KUVA 19). Kulutus on käynyt kolmen ekan päivän aikana 85 kilowatissa maksimissaan ja minimissään 15 kilowatissa, tässä ekan kolmen päivän aikana sää on ollut plussan puolla 5-10 astetta päivisin ja öisin käynyt miinuksen puolla, jolloin lämmitystä ei ole tarvittu hirveästi. Seuraavien neljän päivän aikana keli kylmeni ja pakkasta oli myös päivisin ja öisin enemmän pakkasta, tästä seuraa heti että kulutusta on ollut enemmän. Kulutus on käynyt maksimissaan 168 kilowatissa ja minimissään 40 kilowatissa. Kuvasta nähdään että huippujen kohdalla on pumpput lähtenyt päälle tai ainakin yksi pumppu tai kattila. Koko mittausjakson ajalta keskimuutos on ollut aika maltillinen noin 80 kilowattia.

Kuva 19. RK LP01 kokonaiskulutus



Alla olevasta kuvasta nähdään vaihekohtaiset virrat, joita mitattiin seitsemän päivän ajan. (KUVA 20). Virrat näyttävät hyvin tasaiselta, eikä vaiheiden välillä ole suuria eroja joka on hyvä asia. Vaiheiden maksimi virrat on käynyt 245 ampeerissa, jolloin on varmasti pumput ja kattila ollut tai lähtenyt päälle. Minimissäänhän virrat ovat käyneet 20 ampeerissa, jolloin ei ole kyllä mikään pumppu tai muu lisälämmön lähde ollut päällä. Keskikulutus on ollut noin 90-100 ampeeria.

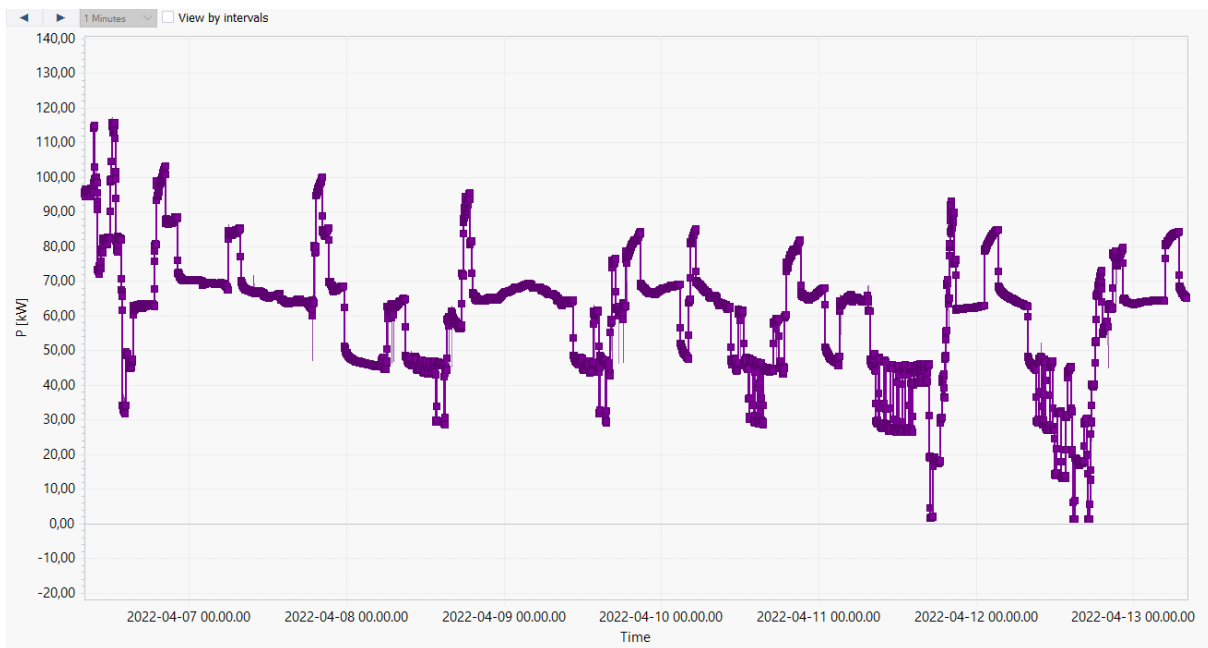
Kuva 20. RK LP01 vaihekohtaiset virrat



6.6 Kohde 1 Jakoahde, RK LP02 mittaustulokset

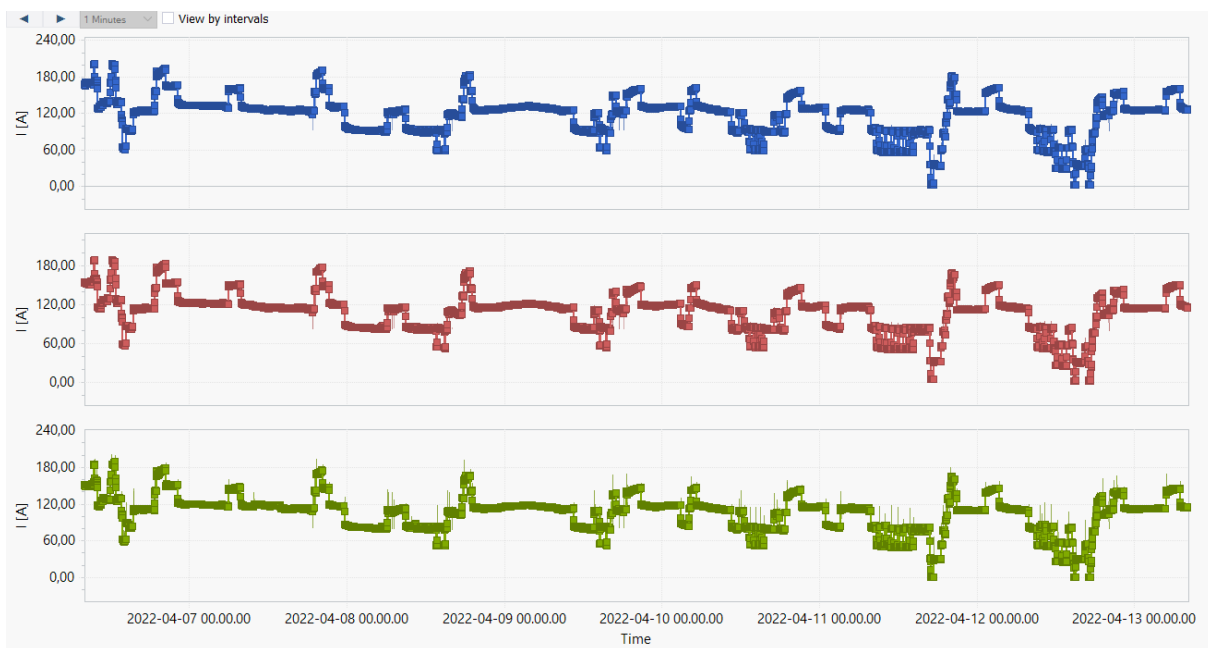
RK LP02 on toinen ryhmäkeskus toiselle lämpöpumppujärjestelmälle toisen talon lämmönjakohuoneessa. Alla olevaa kuvaa kun verrataan edellisiin niin voidaan päätellä että kattila tai jokin pumpuista on joka päivä käynnistynyt kaksi tai kolme kertaa. (KUVA 21). Tämän takia kulutus huippuja näyttäisi olevan suhteellisen paljon. Maksimissaan kulutus on näyttänyt käyvän 120 kilowatissa ja minimissään 0 kilowatissa jolloin meillä oli ihan hetken sähköt poikki koko järjestelmästä. Keskimäärin kulutus on seitsemän päivän aikana ollut semmoista 70 kilowattia.

Kuva 21. RK LP02 kokonaiskulutus



RK LP02 vaihekohtaisista virroista voidaan myös huomata että kulutus piikkejä on suhteellisen paljon. Niin kuin alla olevasta kuvasta nähdään. (KUVA 22). Kulutus on maksimissaan käynyt noin 200 ampeerissa jokaisella vaiheella, minimissään kulutus on käynyt tietenkin 0 ampeerissa, koska ne sähköt olivat hetken poikki, mutta muuten minimi on ollut noin 50 ampeeria. Keskikulutus on ollut siinä 130 ampeerin paikkeilla. Vaihekohtaiset virrat näyttävät muuten hyvin tasaisilta lukuun ottamatta muutamia huippuja, jotka johtuvat pumppujen tai kattilan käynnistymisestä.

Kuva 22. RK LP02 vaihekohtaiset virrat

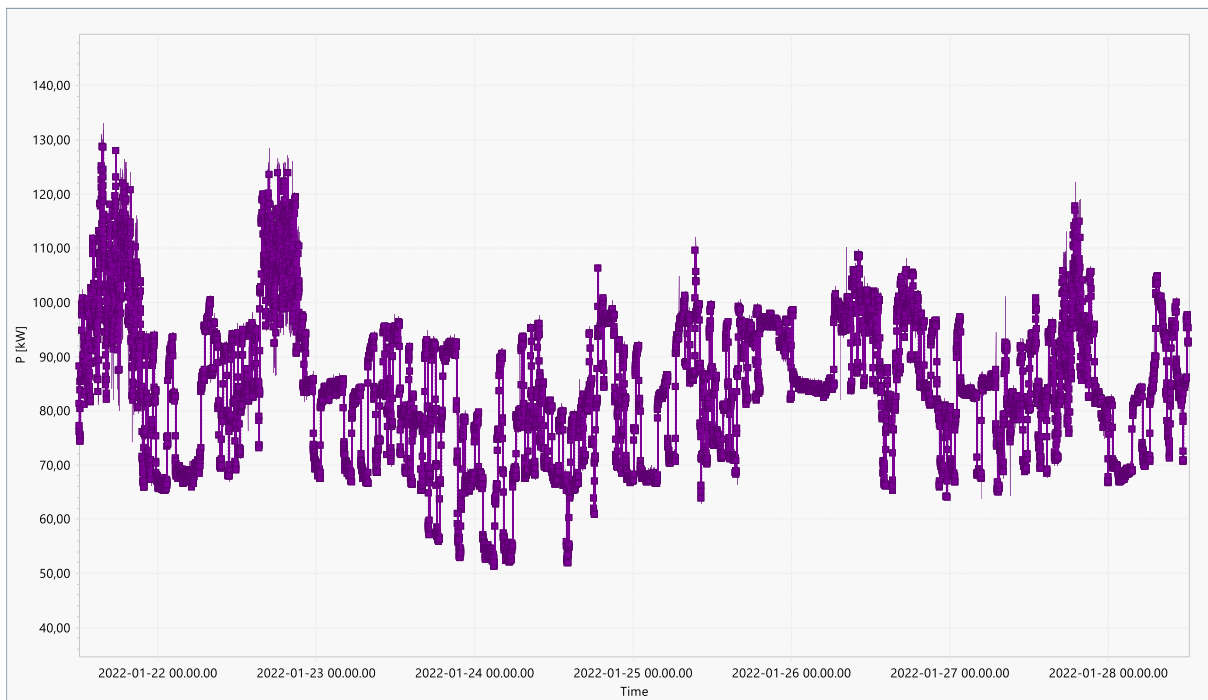


6.7 Kohde 2 Hirsipadontie, uuden liittymän mittaustulokset

Uuden liittymän kulutus seitsemän päivän ajalta näkyy alla olevassa kuvasta. (KUVA 23).

Taulokosta näemme että keskkulutus on ollut noin 90-100 kilowattia. Huippukulutus on ollut lyhyt aikaisia piikkejä, jotka johtuvat luultavasti kattilan päälle lähdestä. Kulutus on käynyt maksimissaan 170 kilowatin paikkeilla. Minimi kulutukset ovat olleet öisin ja aika lauhalla kelillä, jolloin ei ole tarvittu suurta lämmitystä. Minimissää kulutus on käynnyt satunnaisesti 50-55 kilowatin paikkeilla.

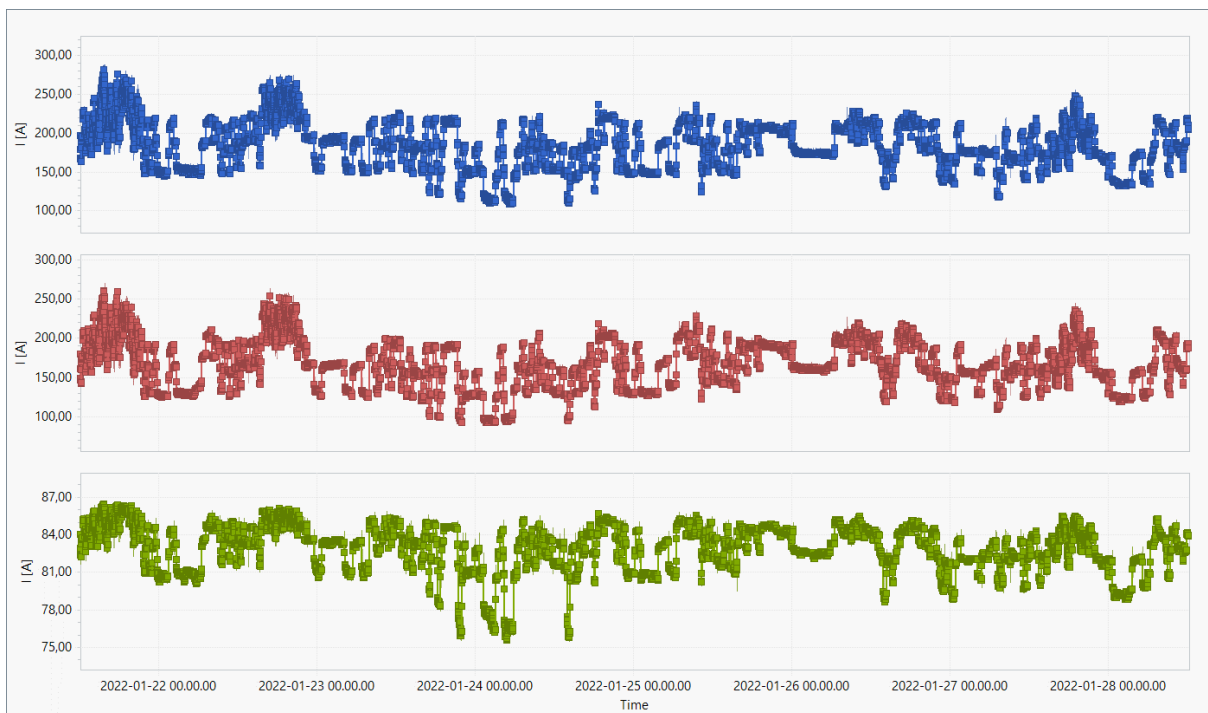
Kuva 23. Uuden liittymän kokonaiskulutus



Tästä toisesta kuvasta näemme, miten vaihe kohtaiset virrat jakautuvat. (KUVA 24). Taulukosta näemme että 1-vaiheella ja 2-vaiheella on suhteellisen samat virrat, mutta 3-vaiheella on paljon pienemmät virrat. Tämä johtuu siitä että mittauslaitteen 3-vaihe on ottanut vähän huonosti kontaktia, sillä asia on todennettu virtapihtimittarilla mittaamalla, että joka vaiheella kulkee lähes sama virta. Joten voidaan todeta, että myös 3-vaiheella kulkee lähes sama virta.

Uuden liittymän keskimääräinen virta on noin 200 ampeeria koko ajan. Virrat käyvät maalämpöpumppujen ja kattilan käynnistyessä noin 280 ampeerissa. Öisin ja lauhalla kelillä jolloin ei lämmitystä tarvita koko aikaa ei ole kulutusta joten virtaa ei myöskään mene, joten vähimmillään virtaa tarvitaan noin 75-80 ampeeria.

Kuva 24. Uuden liittymän vaihekohtaiset virrat



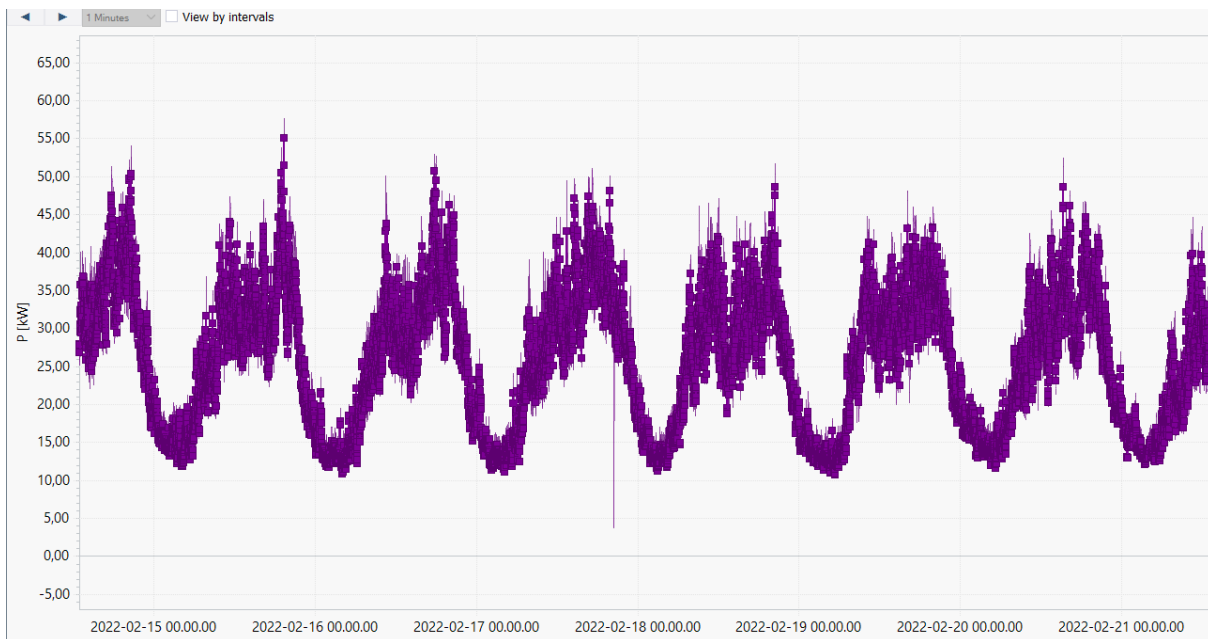
6.8 Kohde 2 Hirsipadontie, nousukeskuksen mittaustulokset

Nousukeskuksen sähkönkulutus nähdään alla olevasta kuvasta kuuden päivän ajalta. (KUVA 25).

Taulukoska voidaan todeta että vanhan pääkeskuksen kulutus on kolme kertaa pienempi kuin uuden pääkeskuksen. Vanhan pääkeskuksen keskikulutus pyörii 30-35 kilowattin välillä.

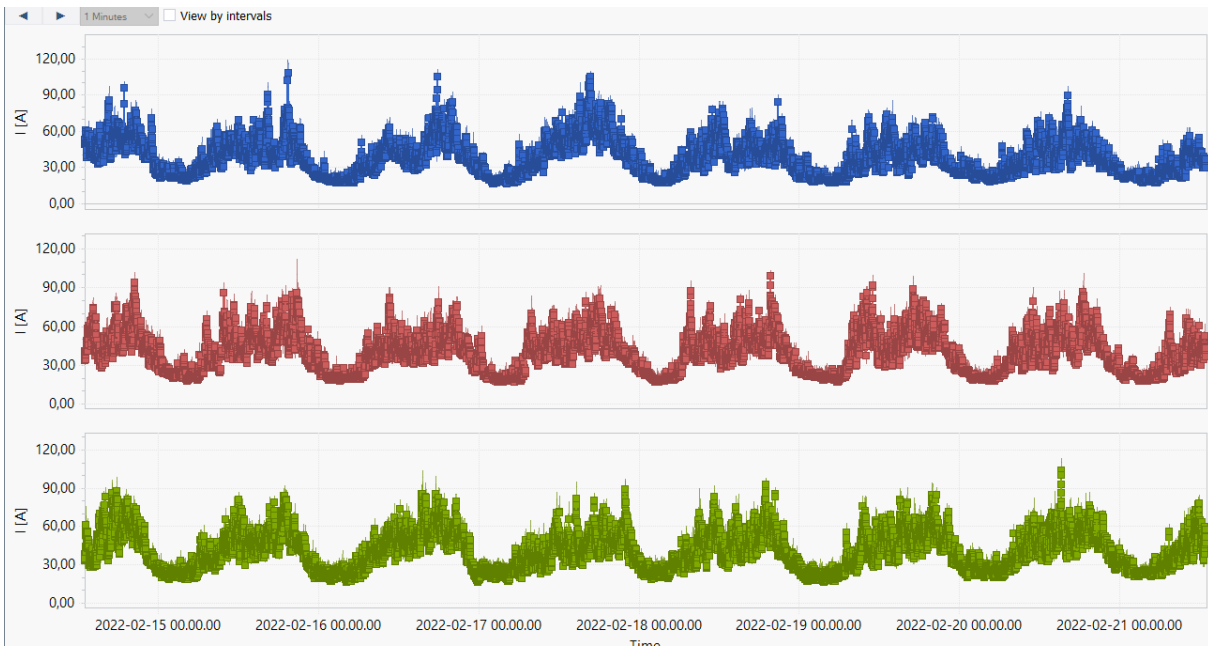
Nousukeskuksen huippukulutus on piikissä noin 58 kilowattia, nämä piikit johtuvat asunnoiden sähkön käytöstä jolloin asukkaat ovat käyttäneet sähköä suhteellisen paljon. Minimi kulutus on taas öisin jolloin ei yleisiä tiloja, eikä hissejä käytetä. Tällöin kulutusta on todella vähän ja taulukon mukaan sitä on ollut noin 10 kilowattia.

Kuva 25. Nousukeskuksen kokonaiskulutus



Nousukeskuksen virtoja tarkastellaan alla olevasta kuvasta. (KUVA 26). Tästä nähdään että virrat ovat hyvin tasaisia jokaisella vaiheella, eikä maksimikulutuskaan ei ole ollut kuin 118 ampeeria. Keskikulutus on ollut joka vaiheella hyvin tasaista, kulutus on ollut noin 85 ampeeria jokaisella vaiheella, eikä tässä suuria virtapiikkejä ole havaittavissa. Minimi kulutus on ollut myös hyvin pientä, vain 20 ampeeria.

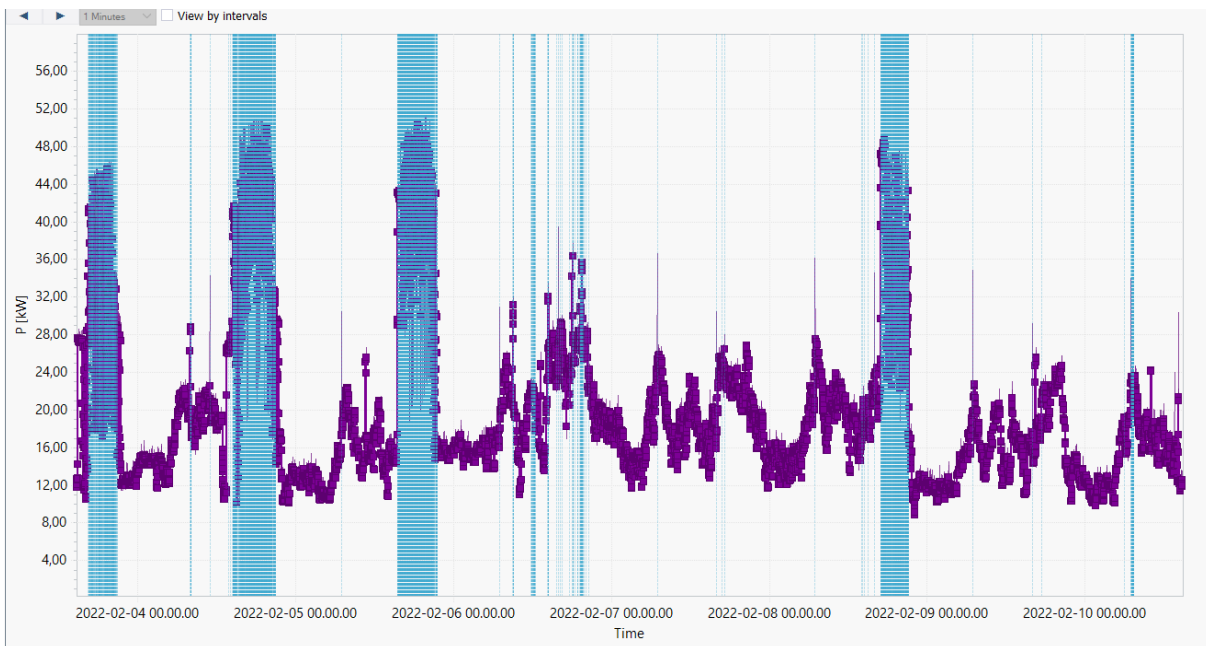
Kuva 26. Nousukeskuksen vaihekohtaiset virrat



6.9 Kohde 2 Hirsipadontie, uuden pääkeskuksen kiinteistöosan alakeskuksen mittaustulokset

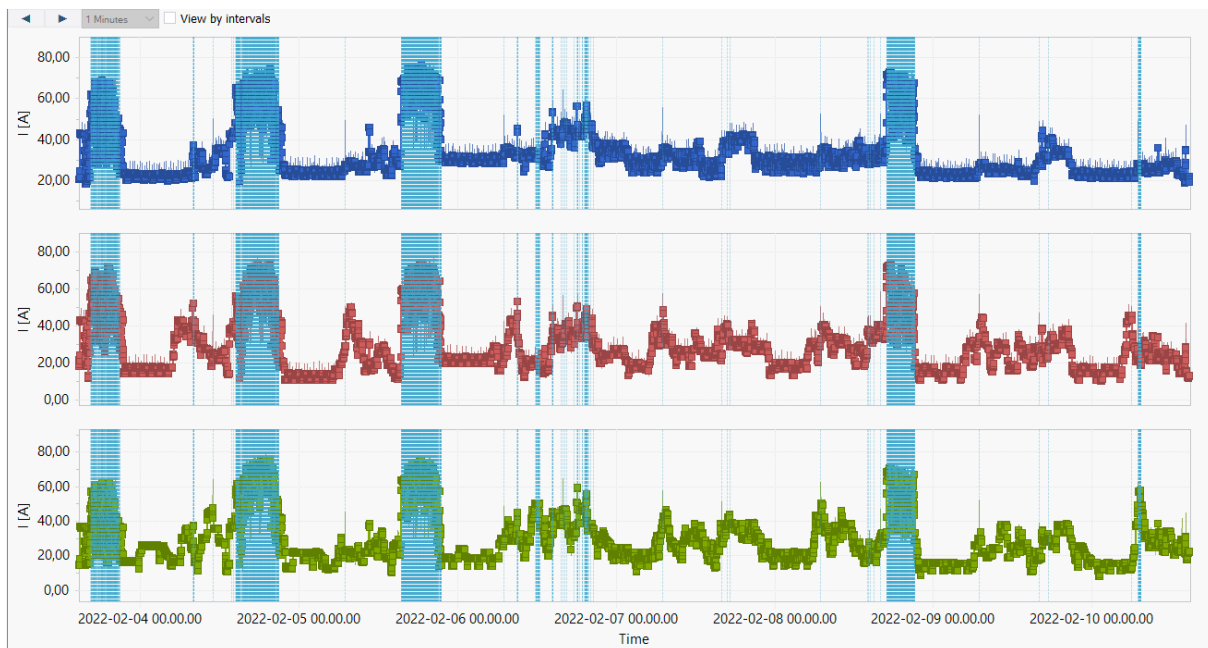
Alakeskuksen kulutukset nähdään seitsemän päivän ajalta alla olevasta kuvasta. (KUVA 27). Kuvasta nähdään heti, että kulutuspiikkejä on kolmena päivänä ollut, joissa kulutus on käynyt maksimissaan 50 kilowattissa. Piikit johtuvat yleisten tilojen, eli saunat, pesutuvat yms käytöstä. Taulukosta nähdään että kulutus on ollut korkeampaa iltaisin, kun asukkaat ovat kotona ja käyttävät sähköä enemmän. Keskiarvona kulutus on ollut noin 30 kilowattia. Kulutus on ollut suhteellisen tasaista piikkejä lukuun ottamatta ja minimikulutus on ollut vain 8 kilowattia.

Kuva 27. Alakeskuksen kokonaiskulutus



Alakeskuksen virrat jakautuvat vaiheille hyvin tasaisesti, joita voidaan tarkastella alla olevasta kuvasta. (KUVA 28). Virran kulutus on ollut iltaisin klo.15-21 korkeimillaan, jolloin virrat ovat käyneet 80 ampeerissa. Keskikulutus on ollut hyvin tasaista seitsemän päivän ajalta, jolloin se on ollut 25-30 ampeeria. Minimissään virrat ovat olleet 10 ampeerin paikkeilla, Tällöin on useimmiten ollut yö tai hyvin valoisa, ettei ole tarvinnut edes valaistusta käyttää.

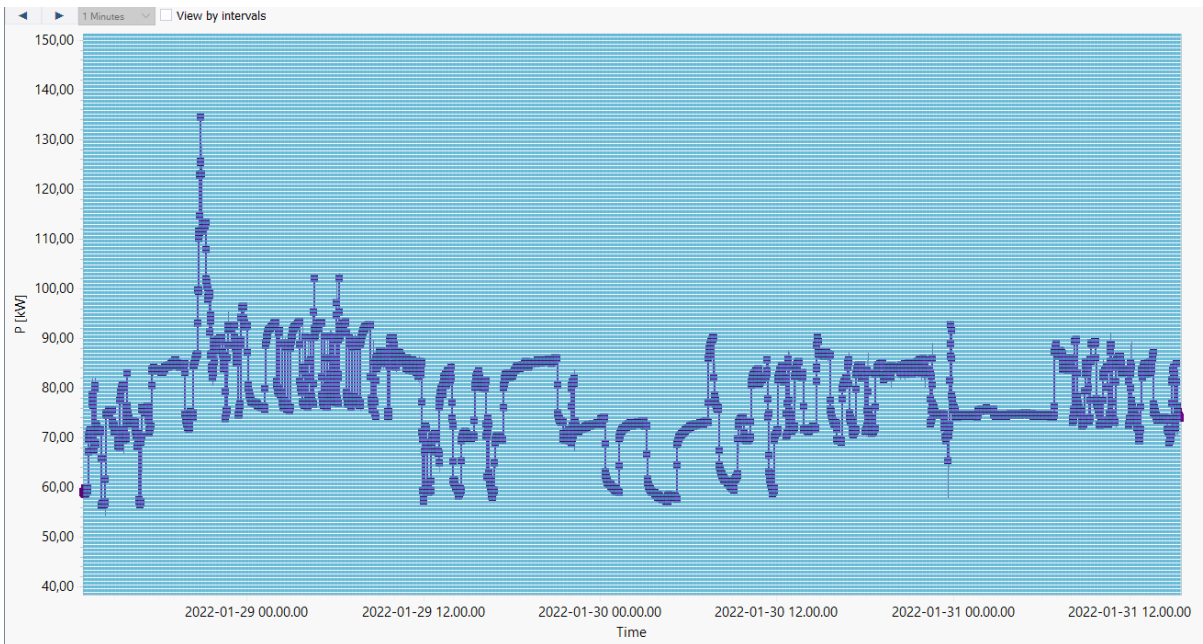
Kuva 28. Alakeskuksen vaihekohtaiset virrat



6.10 Kohde 2 Hirsipadontie, lämpöpumppu-laitteiston mittaustulokset

Alla olevasta kuvasta nähdään lämpöpumppulaitteiston kulutus kolmen päivän ajalta. (KUVA 29). Kuvasta voidaan päätellä että 28.1-29.1 välisenä yönä on ollut pakkasta enemmän kuin normaalisti, jolloin on kattila lähtenyt myös päälle täydelle teholle ja kulutus on käynyt tämän mittausjakson aikana noin 138 kilowatissa. Keskipulutus on ollut 70-80 kilowatin paikkeilla mittausjakson aikana, pakkasta on ollut noin 5-10 astetta koko tämän ajan. Kulutuksesta voidaan huomata, että maalämpöpumput ovat olleet koko ajan päällä, koska koko ajan on tarvittu lämmitystä. Minimissään kulutus on käynyt 55 kilowatissa, jolloin pumppuista on ainakin yksi pumppu käynyt.

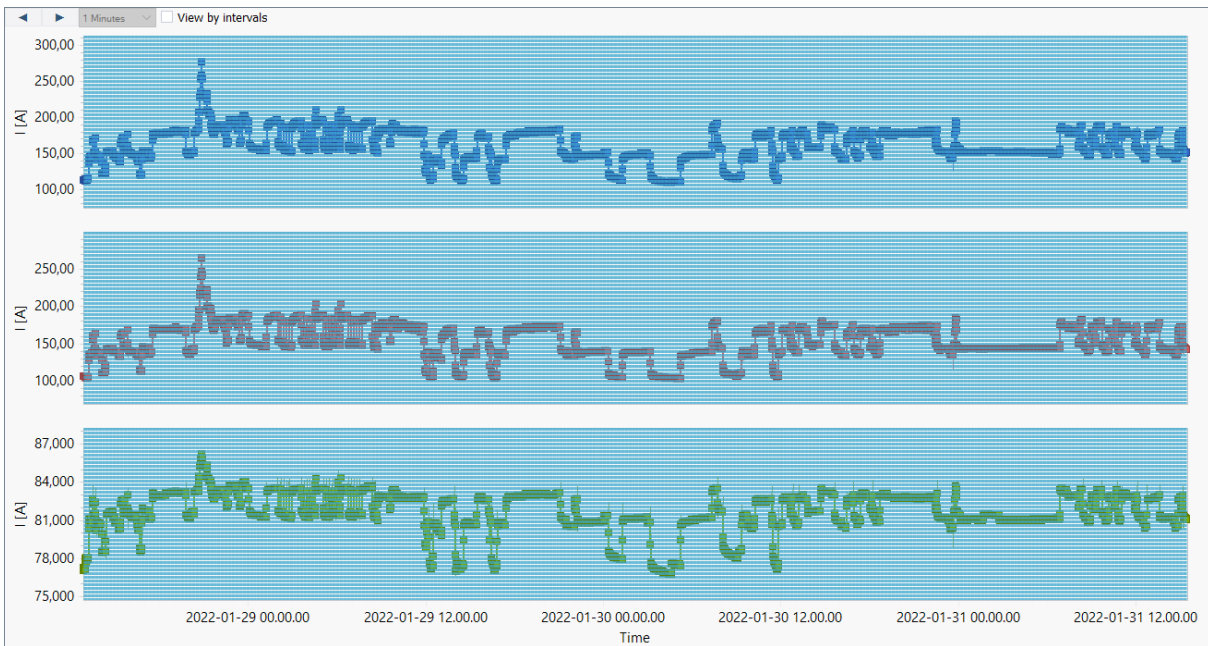
Kuva 29. Lämpöpumppu-laitteiston kokonaiskulutus



Vaihekohtaisista virroista voidaankin todeta että virrat ja kulutukset ovat joka vaiheella tasaisia (KUVA 30), joka on hyvä asia ettei synny vino kuormaa. Ensimmäisen ja toisen vaiheen ampeerit ovat tasaisia, mutta kolmannen vaiheen mittaus on epäonnistunut. Kolmannella vaiheella virtamuuntaja on ollut huonosti tai vaiheesta otettu jännite on ottanut huonosti kontaktia, sillä virrat on tarkastettu virtapihtimittarilla jotka olivat jokaisella vaiheella tasaisia. Niin kuin kuvasta näkeekin että virran kulutus on ollut saman laista jokaisella vaiheella.

Vaiheiden virroista voidaan todeta että on yksi kylmempi yö ollut jolloin on kattila ja pumput lähtenyt päälle ja virrat ovat käyneet jokaisella vaiheella noin 280 ampeerissa. Keskimääräinen virran kulutus on ollut hyvin tasaista jolloin on pumput käyneet koko ajan, mutta kattila ei välttämättä. virtojen keskikulutus on ollut noin 150 ampeeria. Virran kulutuksessa on myös käynyt pari pientä lopahdusta jolloin virrat ovat minimissään käyneet 100 ampeerissa, jolloin luultavasti on yksi pumppu ollut käynnissä mutta ei paljon mitään muuta.

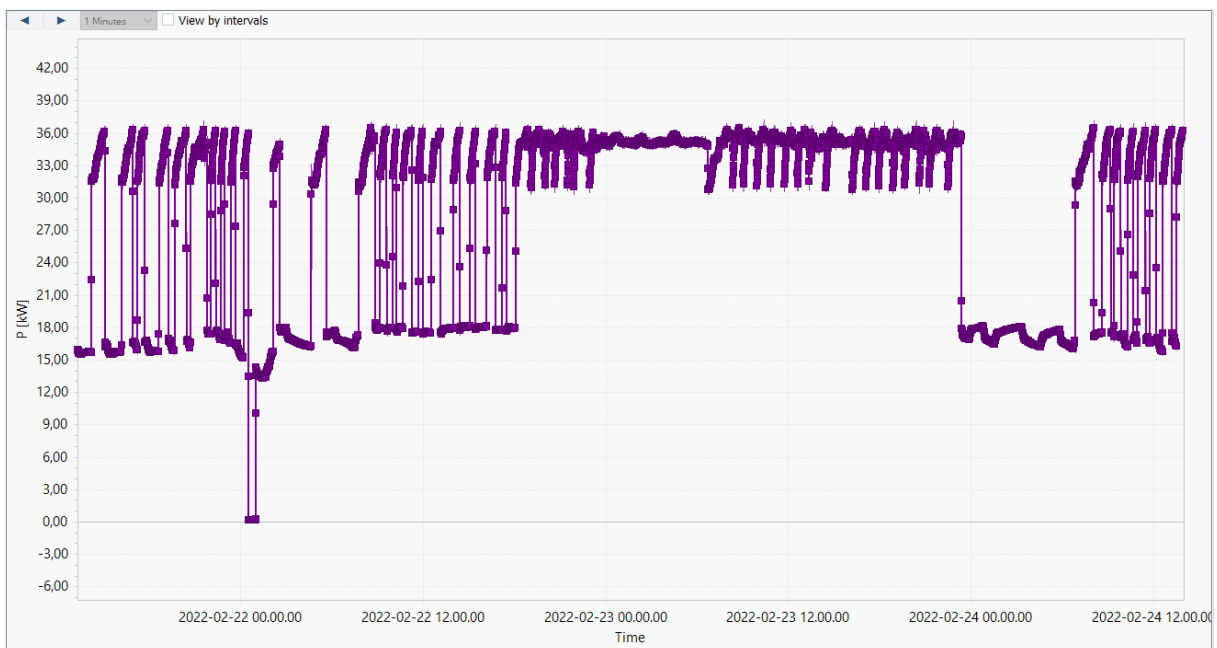
Kuva 30. Lämpöpumppu-laitteiston vaihekohtaiset virrat



6.11 Kohde 2 Hirsipadontie, yhden (master) maalämpöpumpun mittaustulokset

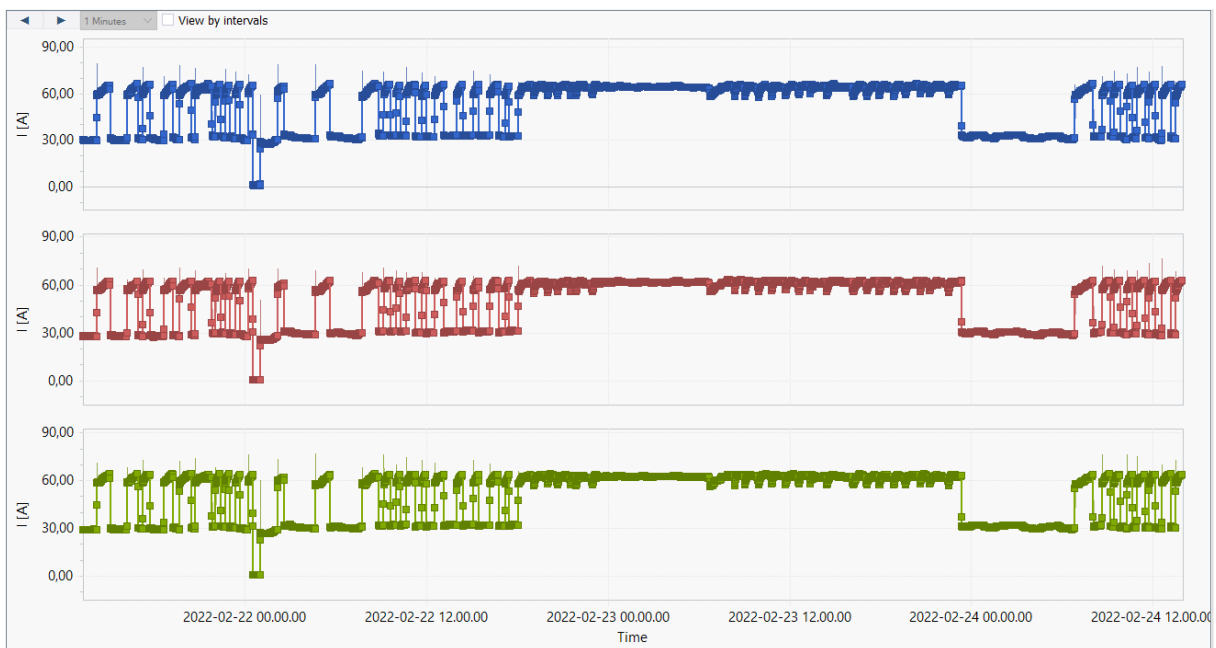
Kolmesta maalämpöpumpusta mitattiin yhtä pumpppua joka on se ykköspumppu mikä lähtee ensimmäisenä päälle jos on tarvetta eli ”master” pumppu. Kuvasta näemme pumpun kulutuksen neljän päivän ajalta. (KUVA 31). Taulukosta nähdään että suuria piikkejä ei pumppu ota, vaan kulutus on hyvin tasaista. Maksimissaan kulutus on ollut 37 kilowattia. Keskimääräinen pumpun kulutus on ollut 27 kilowattia. Pumppu on kerran käynnyt nollakulutuksessa, jolloin pumppu ei ole ollut päällä lainkaan. Taulukosta nähdään, kuinka kulutus vaihtelee pääosin 15-36 kilowatin välillä. Se johtuu siitä, että pumpussa on kaksi kompuraa jotka käyvät, jolloin kulutus on välillä pienempi ja välillä suurempi. Pumpussa ei käy kuin vain toinen kompura ja aina kun tarvitaan, lähtee toinenkin kompura käymään.

Kuva 31. Master-pumpun kokonaiskulutus



Vaihekohtaisista virroista voidaan todeta lähes samat asiat kuin ylemmästäkin kuvasta. (KUVA 31). Mutta virran kulutuksen näemmä alla olevasta kuvasta (KUVA 32). Taulukosta voidaan katsoa että maksimi virran kulutus on käynyt jokaisella vaiheella noin 70 ampeerissa, silloin molemmat kompressorit pumpussa ovat olleet käynnissä. keskipulutus on ollut vaiheilla noin 50 ampeeria. Minimissään kulutus on ollut noin 30 ampeeria, jolloin vain toinen kompressori pumpussa on ollut käynnissä. Kulutus on käynyt myös ihan nollassa, koska pumppu ei ole ollut käynnissä.

Kuva 32. Master-pumpun vaihekohtaiset virrat



7 Johtopäätökset ja yhteenveto

Työn tarkoituksena oli pohtia eri energianhallinta järjestelmiä taloyhtiöissä. Työn oleellisessa osassa oli energiaoptimaattori. Ideana oli kartoittaa kahta eri taloyhtiötä, joihin olisi mahdollista saada kaupattua energiaoptimaattori.

Kahdesta eri kohteesta jotka työhön valittiin, mitattiin energia analysaattorilla kulutuksia yhden viikon ajalta. Näiden tulosten perustalleella mietittiin kannattaako energiaoptimaattorin investointi taloyhtiöön ja saataisiinko optimaattorilla säästöjä aikaiseksi.

7.1 Kohde 1 (Jakoahde)

Mittaustuloksista meille tärkeimpiä ovat uuden kiinteistöosan ja molemmat maalämpölaitteistojen mittaustulokset, joita voidaan tarkastella kuvista 13,14,19,20,21,22. Niiden tuloksista voidaan nähdä että kulutushuippuja on paljon ja pienellä aika välillä. Asentamalla energiaoptimaattorin saataisiin leikattua kulutushuippuja, jonka ansiosta saataisiin säästöjä sähkön siirtomaksuista, koska kohteen verkkoyhtiöllä on käytössä huipputehoon pohjautuva siirtohinnoittelu. Säästöjä saataisiin aikaan kun rajotettaisiin kattilaa, maalämpöpumppuja, lämmitystolppia, sähköauton latausasemia yms.

Jos tämän mittausjakson ajalta joka oli maaliskuussa leikattaisiin kulutushuipusta 20%, jolla saataisiin säästöä tässä kuukaudessa 189 euroa ja vuodessa 2268 euroa. Tämä kuukausi ei ole edes vielä kylmin kuukausi, jolloin säästöä voitaisiin saada vielä enemmän kylmempänä kuukautena, koska kulutus nousee lämmitys tarpeesta johtuen. Toisaalta tulee varmasti paljon lämpöempiäkin kuukausia jolloin kulutus on paljon pienempää, eikä saada niin paljon säästöjä. Voidaan todeta että jos kuukaudet ovat osa kylmempiä jolloin kulutusta on enemmän ja osa lämpimämpiä jolloin kulutusta ei ole niin paljoa, jolloin takaisinmaksuaika laitteelle olisi noin 5 vuotta ja 3 kuukautta. Energia optimaattorin hinta arvio tälle kohteelle on noin 12000 euroa. (TAULUKKO 1). Taulukossa tehomaksulla tarkoitetaan sähkönsiirtomaksua joka tässä tapauksessa on 4,5 €/kwh.

Taulukko 1. Kannattavuuslaskelma Jakoahde

Alv 0 %	kwh/huippu	Tehomaksu 4,5 €/kwh	20 % leikkauksella	kk säästö	Optimaattorin hinta	Takaisinmaksuaika
Jakoahde	135kw/h	945 €	756 €	189 €	12000 €	5 v ja 3kk

7.2 Kohde 2 (Hirsipadontie)

Mittaustuloksista meille tärkeimpiä ovat maalämpöpumppulaitteiston mittaustulokset ja siihen kuuluva yksittäisen master pumpun mittaustulokset, sekä koko uuden pääkeskuksen mittaustulokset josta nähdään kokonaiskulutukset koko taloyhtiössä. Mittaustuloksia tarkastelemalla voidaan todeta että vaikka ollaan mitattu vain viikon ajalta ja jo silloin on tullut kulutus huippuja. Kulutus huiput ovat pääsääntöisesti maalämpö järjestelmästä johtuvia ja ne huiput johtuvat siitä että kattila lähtee päälle kun on kaikki muutkin pumput täydellä teholla. Joten energia optimaattorilla voitaisiin säätää ja ohjata että maalämpöpumput eivät yhtä aikaa lähde päälle, vaan pienellä porrastuksella ja että kattila ei lähde päälle kaikkien kanssa yhtä aikaa. Energia optimaattorilla voidaan myös ohjata autolämmitystolppia, sähköauton lataustolppia, aurinkojärjestelmää ja paljon muitakin kiinteistön kulutuksia. Näillä asioilla saadaan kulutushuippuja huomattavasti pienemmiksi, joka tarkoittaa taloyhtiölle pienempiä sähkönsiirtolaskuja.

Mittaustuloksia lukemalla voidaan tehdä suuntaa antava kannattavuuslaskema kohteeseen.

Mittauksen on vain yhden kuukauden ajalta, mutta voidaan sen mukaan katsoa paljon saataisiin

säästöjä aikaan. Mittaukset on mitattu tammikuussa joka on hyvä asia, koska silloin on ollut kylmempää joten kulutus ollut korkeampi. Tässä kohteessa jos leikattaisiin kulutus huipusta 20 % saataisiin kuukausitasolla 153 euroa säästöä ja vuodessa 1836 euroa. Takaisinmaksuaika tämän kuukauden perusteella olisi 6 vuotta ja 5 kuukautta. Energia optimaattorin hinta arvio on 12000 euroa. Taulukossa tehomaksulla tarkoitetaan sähkösiirtomaksua joka tässä tapauksessa on 4,5 €/kwh.

Taulukko 2. Kannattavuuslaskelma Hirsipadontie

Alv 0 %	kwh/huippu	Tehomaksu 4,5 €/kwh	20 % leikkauksella	kk säästö	Optimaattorin hinta	Takaisinmaksuaika
Hirsipadontie	170kw/h	765 €	612 €	153 €	12000 €	6 v ja 5kk

7.3 Yhteenveto

Opinnäytetyön tekeminen alkoi hyvin, kunnes oli vain aihe keksitty. Teoriaosuuden kirjoitti lyhyessä aikataulussa, mutta kohteiden osalta kesti kauemmin. Mittauksia ei päässyt mittaamaan, kun kohteissa olivat työt kesken. Vihdoin kun pääsi mittauksia mittaamaan niin niissä kesti aina yhdessä kohteessa reilu kuukausi, jotta kaikki mittaustulokset saatiin otettua.

Mittausten jälkeen alkoin tuloksien käsittely ja analysointi, sekä niiden avaaminen.

Lopputuloksista, sekä analysoinneista voidaan todeta että kyllä energioptimaattori kannattava hankinta, näihin tutkittaviin kohteisiin olisi. Mittaustulokset ovat luotettavia ja niiden pohjalta suosittelisin näihin kohteisiin optimaattorin hankkimista.

Työn tekeminen on sujunut hyvin, ei ole ollut mitään isompia ongelmia. Aloitin tekemisen hyvissä ajoin niin ei ole edes kiire tullut. Välillä on meinannut ideat loppua mistä sitä pitäis kirjoittaa, kun suhteellisen paljon kohteiden osalta on tietoa vain oman päänsisällä.

Lähteet

Elfa Distrelec. (n.d.). Virranvalvontarele [KUVA 1].

https://www.elfadistrelec.fi/fi/virranvalvontarele-230v-1co-carlo-gavazzi-dib01cb235a/p/13754715?ext_cid=shg0oaqfifi-GCSS-SmartShopping&gclid=EAlalQobChMIiv3yvpjG9wIVkwWiAx2wdgO2EAQYBCABEgLv_D_BwE

Elfa Distrelec. (n.d.). Verkkooanalysointori [KUVA 3]. <https://www.elfadistrelec.fi/fi/energia-analysointori-carlo-gavazzi-em24dinav93xisx/p/30066488>

Harsia, P., Järventausta, P., Hilden, A., Kallioharju, K., Kortetmäki, A., Koskela, J., Mutanen, A., Rautiainen, A., Supponen, A., Uusitalo, S. & Heljo, J. (2019). SÄTE-opas [opinnäytetyö, Tampereen Yliopisto].

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/344781/SATE_opas_opas_pientalojen_suunniteluun.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Koutsi. (n.d.). Sähkönkulutus taloyhtiössä. Haettu 20.10.2021 osoitteesta

<https://koutsi.hsy.fi/courses/energiaekspertti/lessons/sahko/topic/sahkonkulutus-taloyhtiössä-2/>

Leppäkoski. (19.01.2021). Taloyhtiön sähkönkulutus. Haettu 20.10.2021 osoitteesta

https://leppakoski.fi/taloyhtion_sahkonkulutus/

Manner, M. (2017). Lämpöpumppujärjestelmien sähköasennukset [opinnäytetyö, Metropolia Ammattikorkeakoulu].

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/130177/Manner_Markku.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Vattenfall. (n.d.). Kodin sähkönkulutus. Sähkönkulutus kerrostalossa. Haettu 21.10.2021

osoitteesta <https://www.vattenfall.fi/energianeuvonta/sahkonkulutus/>

Värmebaronen AB. (n.d.). Kuormitusvahti sähkökattilassa [KUVA 2].

<https://varmebaronen.se/manualer-elpannor-industri-fastighet/>