

ENERGIATEHOKKAAN KODIN OHJAUS
KOTIAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄLLÄ

Viitavaara Iikka

Opinnäytetyö

Sähkö- ja automaatiotekniikka
Insinööri (AMK)

2024

Sähkö- ja automaatiotekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	likka Viitavaara	Vuosi	2024
Ohjaaja	Jukka Hietämäki		
Työn nimi	Energiatehokkaan kodin ohjaus kotiautomaatiojärjestelmällä		
Sivumäärä	27 + 6		

Opinnäytetyössä aiheena oli omakotitalo kohteen sähkö- ja kotiautomaatiojärjestelmän suunnittelu sekä kodin kokonaisvaltainen energiatehokas ohjaus. Opinnäytetyön tarkoitus oli tukea valmistuvan kohteen asennustöitä, valmiin kohteen kodinohjausta ja tulevaa kohdetta tukien.

Työssä hyödynnettiin laitevalmistajien laatimia dokumentteja ja haastattelua kotiautomaatiojärjestelmien vertailussa ja kodintekniikan ohjauksessa. Standardit ohjasivat sähkösuunnitelmien tekemistä ja artikkelit omakotitalojen energiatehokkuuden tarkasteluun.

Opinnäytetyö helpotti asentajan ja asiakkaan taustatyötä kodinohjauksesta omakotitaloprojektin aikana. Työssä onnistuttiin kokoamaan tarvittava ja hyödynnettävä tieto kohteen ohjauksille ja tutkimaan kohteelle järkevimät ratkaisut. Vastaavanlaisia perinteisiä omakotitalokohteita on lukemattomia, joihin voidaan suunniteltu ohjaus toteuttaa.

Avainsanat Älytalo, energiatehokkuus, kodintekniikka

Muita tietoja Liitteenä kodin sähkö- ja automaatiosuunnitelmat

Author	likka Viitavaara	Year	2024
Supervisor	Jukka Hietämäki		
Title	Energy efficient home controlled by home automation system		
Number of pages	27 + 6		

The topic of this thesis is designing the electrical and home automation system of a single-family home and the overall energy-efficient control of the home. The purpose of the thesis was to support the installation work of a site under construction, the home control of a under construction targets electricity works, finished homes controlling and support one target under planning.

This thesis made use of device manufacturers written documents and interview to compare home automation systems and homes technology controlling. Standards guided the electrical planning and articles to houses energy efficiency observations.

This thesis made the background work of the installer and the customer on home control easier during the single-family home project. Work succeeded to collect the information needed an to be utilized knowledge for site's control and to investigate the most beneficial solutions. There are many similar house projects where the knowledge of this thesis can be used.

Keywords Smart home, energy efficiency, domestic technology

Special remarks electricity- and automation plannings in the attachment file

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	RAKENNUSKOHDE	8
2.1	Kohteen sähkösuunnittelun vaatimukset.....	8
2.2	Kohteen automaatio-ohjaukset	8
3	KOTIAUTOMAATIOJÄRJESTELMIEN VERTAILU	10
3.1	ABB free@home	10
3.2	Schneider Wiser	11
3.3	Shelly Pro	13
4	SÄHKÖSUUNNITTELU	15
4.1	Pienjänniteliittymä ja asemapiirustus	15
4.2	Sähköpiirustukset	17
4.3	Keskuskaavio.....	17
5	NYKYAIKAISEN TALON ENERGIATEHOKKUUS	19
6	KOTIAUTOMAATIO-OHJAUKSET	21
6.1	Kohteen kotiautomaatiojärjestelmä	21
6.2	Lämmitysjärjestelmä	21
6.3	Ilmanvaihto	22
6.4	Pistorasiat.....	23
6.5	Verhot	23
6.6	Ilmalämpöpumppu	24
6.7	Auton lataus.....	24
6.8	Valaistus	24
6.9	Muut ohjaukset	25
6.10	Aurinkopaneelijärjestelmä.....	25
7	MYUPLINK	26
8	POHDINTA	27
	LÄHTEET.....	28
	LIITTEET	30

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

VAK	Valvonta-alakeskus
LVIS	Lämpö, vesi, ilma, sähkö
KNX	Konnex, lat. connexion, yhdistää asioita
IP	Internet protocol, Internet-Protokolla
IoT	Internet of Things, esineiden internet
Wifi	Wireless fidelity, langaton lähiverkko
API	Application Programming Interface, ohjelmointirajapinta
AFPS	Airfi Frost Pro System, Lämmöntalteenotto kennon sulatus
RTU	Remote Terminal Unit, etäpääteyksikkö
TCP	Transmission Control Protocol, tiedonsiirto-protokolla
RF	Radio Frequency, radiotaajuus

1 JOHDANTO

Kotitaloudet ovat joutuneet taloudellisen paineen alle sähköenergian hinnan nousun ja vallitsevan energiakriisin vuoksi. Kotitaloudet ovatkin toiseksi suurin energiankäyttäjä teollisuuden jälkeen. Useimmat ovat alkaneet miettiä sähkönkulutustaan ja keinoja sen säästämiseksi. Opinnäytetyössä keskitytään uuden nykyaikaisen omakotitalon energiatehokkuuteen kotiautomaatio-ohjauksella.

Aihe valikoitui omasta mielenkiinnostani asiaan, sillä työskennellessäni omakotitalotyömailla sekä haastattelujeni perusteella lvi-ammattilaisten tietämys kodin energiatehokkaasta ohjauksesta on ollut vähäistä. Opinnäytetyön tarkoitus on saada kodin keskeisimmät energiankuluttajat ja -tuottajat toimimaan kustannus- ja energiatehokkaasti kotiautomaatiojärjestelmäohjauksella. Keskeinen tietoperusta kohteen laitteistolle kerätään yhteen tiedostoon.

Työ toteutetaan haastattelututkimuksena sekä valmistajien ohjeita ja internetsivuja hyödyntäen. Työn haastavin tutkimusongelma tulee olemaan nykyaikaisen lämmitysjärjestelmän ja kotiautomaatiojärjestelmän yhteensopivuus.

2 RAKENNUSKOHDE

2.1 Kohteen sähkösuunnittelun vaatimukset

Kohteen sähkösuunnittelu aloitettiin yhteisellä palaverilla asiakkaan ja sähköura-koitsijan kanssa. Palaverissa käytiin läpi asiakkaan kohteelle asettamat vaatimukset. Niitä olivat autonlatauspaikka, aurinkopaneelijärjestelmä, lämmitysjärjestelmä, ilmanvaihto ja taloautomaatio. Asiakas antoi vapaat kädet muulle sähkösuunnittelulle ja sovittiin palaveri suunnitelmien läpikäymiseksi niiden valmistuttua. Sähkösuunnitelmat toteutettiin sähköturvallisuuslain ja SFS 6000 määräysten mukaisesti.

Rakennuskohteen maatyöt olivat alkaneet ennen ensimmäistä palaveria, joten sähkösuunnittelun asemapiirroksella ja maakaapeloinnilla oli kiire. Ensimmäisenä piirrettiin asemapiirros ja mitoitettiin talon syöttökaapeli ja sulakkeet ST-kortiston 13.31 rakennuksen sähköverkon ja pienjänniteliittymän mitoituksen mukaan. Autokatoksen ja talon pistekuvan valmistuttua suunnitelmat käytiin läpi yhdessä urakoitsijan ja asiakkaan kanssa. Niihin tehtiin pieniä muutoksia tarpeen mukaan.

2.2 Kohteen automaatio-ohjaukset

Asiakkaan toiveena oli kokonaisvaltainen talo-ohjaus taloautomaation avulla, energiatehokkaalla näkökulmalla. Suunnittelulle saatiin vapaat kädet siitä, millä järjestelmällä toteutus tapahtuu, koska asiakkaan ja urakoitsijan tietämys sekä kokemus oli vähäistä taloautomaatiosta. Asiakkaan toiveena oli kuitenkin talon lvi-laitteiden mahdollinen ohjattavuus taloautomaatiolla, johtuen hänen lvi-urakointitaustastaan. Suunnitelmien pohjana oli siis säästää energiakustannuksissa taloautomaation avulla, johon sisältyi myös ohjattavuus.

Taloautomaation valinta ja suunnittelu alkoi eri toimittajien järjestelmien vertailulla, jotta saatiin toteutettua kohde sen vaatimuksien mukaisesti. Vaatimuksena oli energiankulutuksen vähentäminen. Vertailu aloitettiin lämmitysjärjestelmien ja ilmanvaihdon yhteensopivuudella taloautomaatiojärjestelmiin. Entuudestaan oli

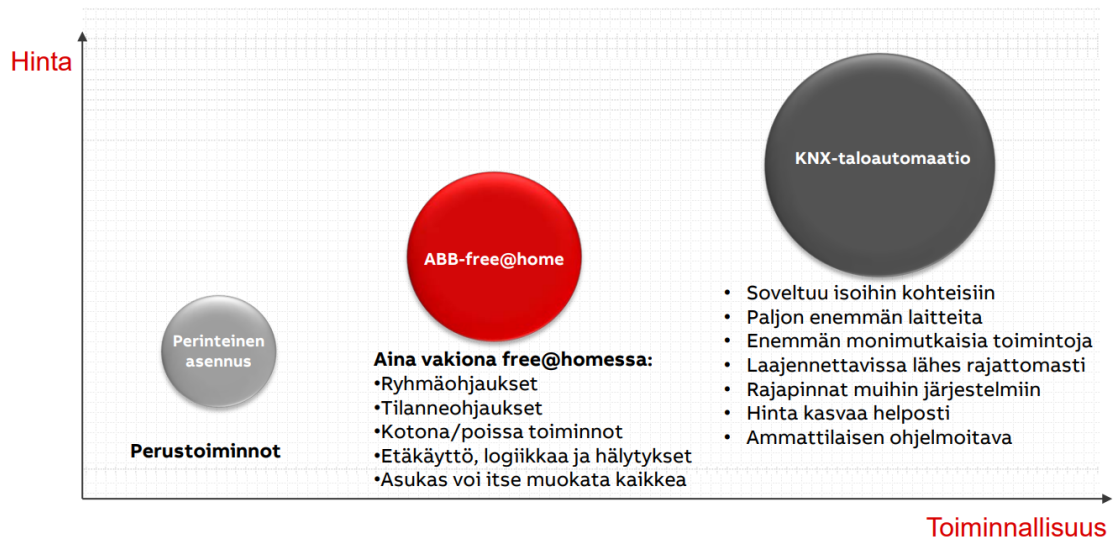
tiedossa, että varsinkin lämmitysjärjestelmän ohjaus taloautomaatiolla ei välttämättä ole niin yksinkertaista.

3 KOTIAUTOMAATIOJÄRJESTELMIEN VERTAILU

3.1 ABB free@home

ABB free@home toimii väyläohjauksella ja langattomalla protokollalla. Yhteen järjestelmään voidaan yhdistää 64 väyläohjattua laitetta ja 64 langatonta laitetta. Järjestelmän langattomat laitteet muodostavat automaattisen tiedonsiirtoverkon. Jokainen laite toimii lähettimenä ja vastaanottajana. Laitteelta toiselle kulkevat viestit mahdollistavat pidemmät asennusetäisyydet liitäntäportista, kunhan yksi laite on suurimman asennusetäisyyden etäisyydellä liitäntäportista, asuinkerrosten välissä tai liitäntäportin ja käskettävän laitteen erottavissa huoneissa.

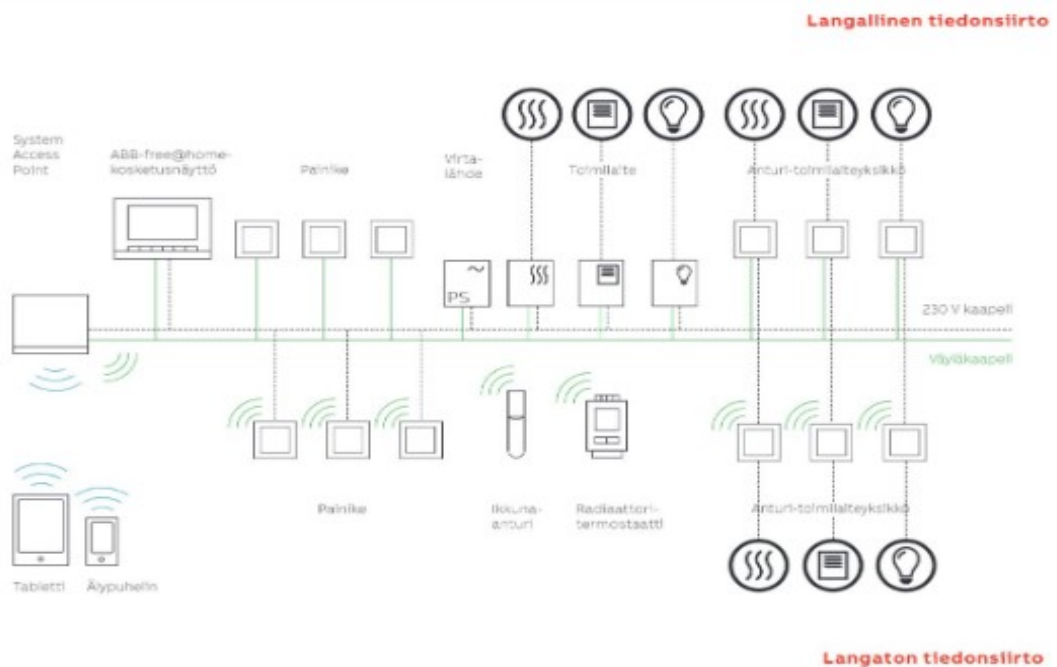
Päädyttiin vertailemaan langattomia järjestelmiä perinteisen KNX-järjestelmän sijaan. Valintaa tukivat järjestelmän soveltuvuus omakotitalokäytössä, hinta ja asennushelpous. Omakotitaloasumisessa tilanteet voivat muuttua ja kuvion 1 mukaan käyttäjällä on helppo muokata järjestelmän asetuksia ilman ammattilaisia.



Kuvio 1. Hinta vs. toiminnallisuus (Pulkinen 2018)

Kotia voi ohjata kuvion 2 mukaisesti mobiililaitteella mobiilisovelluksen, kiinteästi asennettavan ohjauspaneelin avulla sekä puheohjauksella. Puheohjaukseen saatavat kielet ovat saksa, englanti, italia, hollanti, espanja ja ranska. Luomalla järjestelmän erilaisia tilanneohjauksia voidaan yhdellä painalluksella esimerkiksi

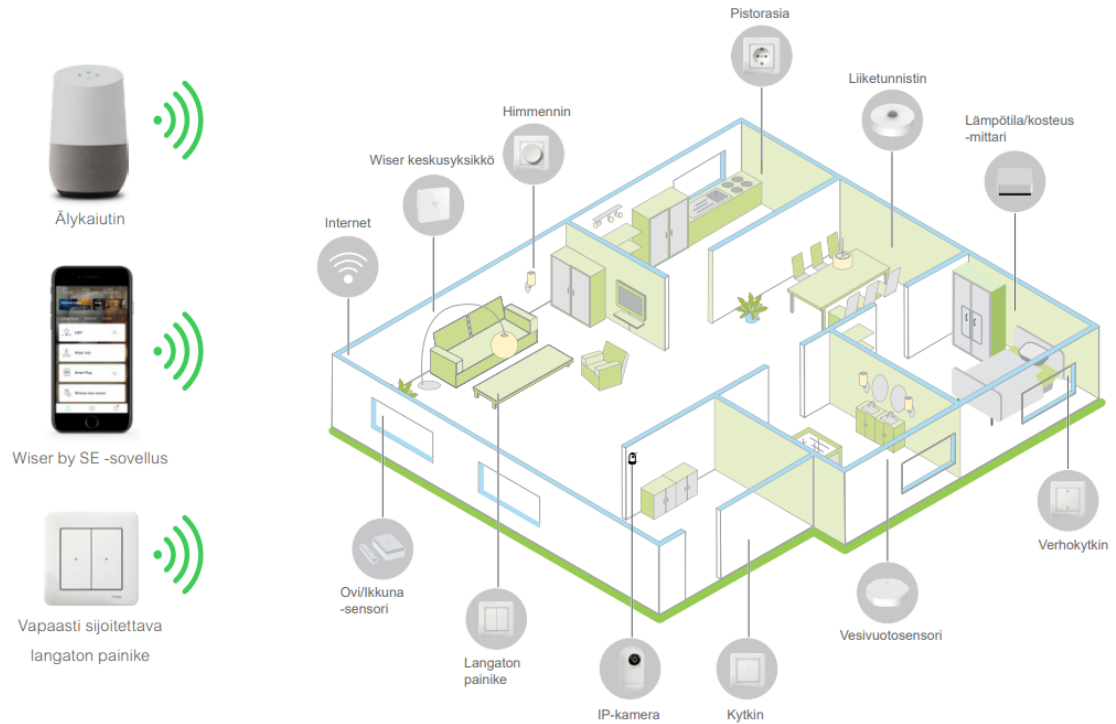
säätää valaistusta, lämpötilaa, ilmanvaihtoa, sulkea syöttö vesiputken magneettiventtiin ja katkaista virrat valituilta pistorasioilta. Järjestelmän astrotoiminnolla voidaan ohjata eri laitteita auringonnousun ja -laskun mukaan eri vuodenaikoina ja haluttuina viikonpäivinä. Free@home voidaan yhdistää Philipsin Hue -valaistusjärjestelmään IP-verkon kautta.



Kuvio 1. ABB free@home -järjestelmä (Pulkkinen 2018)

3.2 Schneider Wiser

Schneider Wiser -älykotijärjestelmä toimii langattomalla maailmanlaajuisella Zigbee 3.0-standardilla. Järjestelmä tarvitsee ainoastaan tavallisen kaapeloinnin ja sähkökalustuksen asennuskokemuksen. Wiserin perustana on älyn sijainti sähkökalusteissa, jota ohjataan tunnistimilla ja laitteilla langattomasti. Langaton Zigbee-standardi on tietoturvallinen ja pitkäikäinen. Wiser ohjelmoidaan ja ohjataan kuvio 3 mukaisesti Wiser by SE -mobiilisovelluksella kodin mobiililaitteilla. Ohjaaminen onnistuu myös automaatiolla ja perinteisemmillä langattomilla kytkimillä ja himmentimillä. Käyttöönotto, ohjelmointi ja käyttö onnistuvat helposti myös maalikkoasiakkailta.



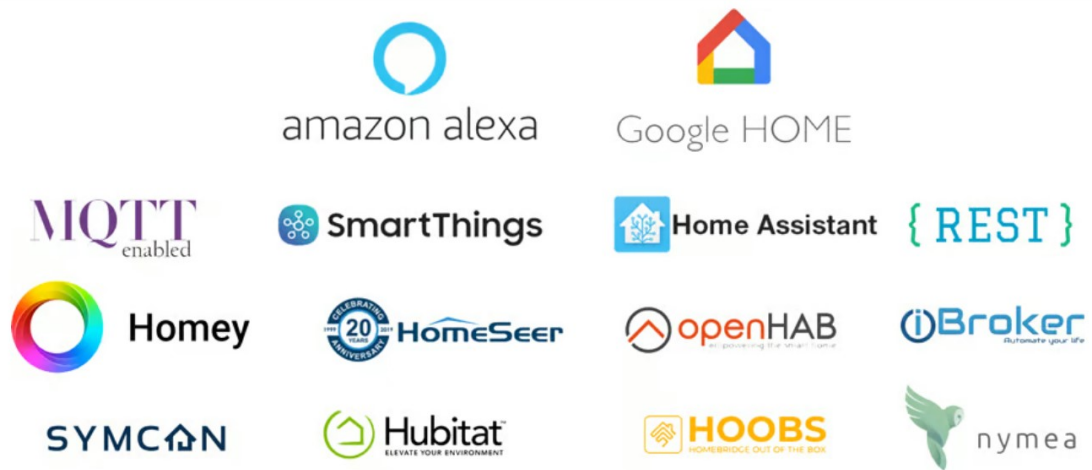
Kuvio 3. Wiserin periaate (Schneider Electric Finland Oy 2021)

Asukas voi luoda Wiserin sovelluksella maksimissaan 80 erilaista tapahtumaa kotia kohden, jotka toimivat kellonajan, sensoreiden tai astrokellon mukaan. Luodut tapahtumat voivat olla esimerkiksi kotona- ja poissa-tilanne. Poissa-tapahtuma voi esimerkiksi sammuttaa kaikki valot, kodinkoneet sekä viihdelaitteet. Wiser by SE-sovelluksella voi hallita kodin ohjausta mistä päin maailmaa tahansa, ja matkoilla ollessa kodin voi saada asutun näköiseksi. Ulkovalot syttyvät aurin gonlaskun mukaan ja verhot nousevat ja laskevat kellonajan mukaan. Käyttäjä voi luoda omanlaiset ja tarpeidensa mukaiset tapahtumat. (Schneider Electric 2024.)

Sovelluksella voidaan seurata kodin energiankulutusta älypistorasioiden kautta, mikä helpottaa tekemään energiatehokkaampia valintoja (Schneider Electric Finland Oy 2021). Valmiustilassa oleva kodin viihde-elektroniikka kuluttaa vuodessa energiaa turhaan. Wiserin kotiautomaation avulla nämä voidaan kytkeä pois päältä helposti, esimerkiksi yöksi ja kodin ollessa tyhjiällä. Sähköenergian säästöä voi syntyä rahallisesti kymmeniä euroja vuodessa. (Schneider Electric 2021.) Kodin ollessa tyhjiällä voidaan ilmanvaihdon tehoa pudottaa pienemmälle ja autonlataukseen voidaan asettaa markkinasähköohjaus.

3.3 Shelly Pro

Shelly-tuoteperheen laitteet toimivat IoT (Internet of things) -solmussa, jotka ovat yhdistetty internetiin Wifiin kautta. Kaikki tuoteperheen laitteet tukevat yhteisiä konfigurointiparametreja (Shelly 2024a). Laitteiden ensisijaisen Wifi-yhteydenpitokanavan vuoksi laitteet eivät tarvitse toimittajan tukiasemia toimiakseen. Tämä helpottaa eri valmistajien laitteiden, kuten kuvion 4 toimittajien ja Shellyn laitteiden yhteisen järjestelmän luomista (Shellykauppa 2024). Laitteet liitetään suoraan Shellyn pilvipalveluun Wifi-yhteydellä, joten erillistä yhdyskäytävää ei tarvita (Omavahti Oy 2024).



Kuvio 4. Yhteensopivia järjestelmiä (Dustin Finland Oy 2024)

Shelly Pro -järjestelmän voi asentaa perinteisen kodin sähköistyksen rinnalle pienellä työllä. Ohjaus tapahtuu perinteisen paikallisen ohjauksen tai Shelly smart control -mobiilisovelluksen kautta. Järjestelmä on yhteensopiva Google Homen, Amazon Alexan, Androidin ja iOS:n kanssa. Amazon Alexan tai Google Homen ääniavustajalla järjestelmää voidaan ohjata puheohjauksella. Shellyn mobiilisovellus mahdollistaa kodin etäohjauksen. (Shelly 2024c.)

Shelly Smart Control -sovellus sisältää kulutuspaneelin, josta voi seurata kokonaiskulutusta ja laitekohtaista kulutusta. Kulutuksen tietoisuus ja seuranta edesauttaa tekemään energiatyövämmä päätöksiä, kuten ajoittamaan laitteiden toimintaa yö- ja päivätariffien mukaan. Energiankulutustiedot tallentuvat ilmaiseen pilvipalveluun. Sovellukseen tulee ilmoitus kaikista kodin automatisoiduista tapahtumista. Asukas voi luoda omia yksilöllisiä tapahtumia yhdistämällä Shelly-

laitteita toimimaan tietyllä tavalla kotiautomaatiossa. Järjestelmää on mahdollista ajastaa ja aikatauluttaa, esimerkiksi talon pihavalot voisivat syttyä joka arkipäiväkello 17:00. Shelly Smart Control -sovelluksesta on saatavilla ilmainen ja maksullinen premium -versio. (Shelly 2024b.)

4 SÄHKÖSUUNNITTELU

4.1 Pienjänniteliittymä ja asemapiirustus

Omakotitalokohteen sähkösuunnittelu toteutettiin sähköturvallisuuslakia ja SFS 6000 standardeja noudattaen. Suunnittelu aloitettiin rakennuksen liitteestä 1 löytyvällä sähköasemapiirroksen piirtämisellä ja pienjänniteliittymän mitoittamisella. Liittymä mitoitettiin kaavalla 1, jossa laskettiin asunnon kokonaisteho ja kaavalla 2, jossa laskettiin autonlatauksen kokonaisteho. Kaava 1 on johdettu kuvion 5 taulukon kaavoista omakotitalo, jossa ei ole sähkölämmitystä, mutta on sähkökuias ja omakotitalo suoralla sähkölämmityksellä. Lämmitysmuodoltaan maalämpötilon lämmitysteho on puolet suoran sähkölämmitteisen talon lämmitystehosta. Laskutoimituksien yhteen laskettu arvo on omakotitalon kokonaisteho.

$$P_h = 7,5 \text{ kW} + (26 + (64 - 26)/2) \times Al_{\text{läm}} / 1000 \quad (1)$$

$$= 7,5 \text{ kW} + 45 \times Al_{\text{läm}} / 1000$$

missä

P_h on huipputeho (kW)

$Al_{\text{läm}}$ on lämmitettävä pinta-ala (m²)

$$P_h = 7.5 \text{ kW} + 45 \times 181.5 \text{ m}^2 / 1000 = 15.67 \text{ kW}$$

$$P_{\text{sähköajoneuvo}} = \frac{S_{\text{säde}} \times 0,20 \text{ kWh/km} \times n_{\text{auto}}}{t_{\text{lataus}}} \quad (2)$$

missä

$P_{\text{sähköajoneuvo}}$ on sähköajoneuvon latausteho (kW)

$S_{\text{säde}}$ on tarvittava toimintasäde latausajalla (km)

n_{auto} on ajoneuvojen lukumäärä (kpl)

t_{lataus} on oletettu latausaika (h)

$$P_{\text{sähköajoneuvo}} = (200 \text{ km} \cdot 0.20 \text{ kWh/km} \cdot 1) / 10 \text{ h} = 4 \text{ kWh}$$

$$\text{Kokonaisteho: } 15,67 \text{ kW} + 4 \text{ kW} = 19,67 \text{ kW}$$

Asuinrakennukset	Huipputeho ⁽¹⁾ [kW]	Huomautuksia
Kerros- ja rivitalot		A on kerrosala [m ²]
– ilman kiukaita	$P_h = B + 17 \times A / 1000$ (B = 65 kW)	Yhtälöt soveltuvat kohteisiin, joissa vähintään 15 asuntoa ja kerrosala väh. 2500 m ² . Pienemmissä taloissa B korvataan arvolla $B_x = (A_{\text{tod}} / 2500) \times B \geq 30$
– huoneistokohtaiset sähkökiukaat	$P_h = B + 24 \times A / 1000$ (B = 90 kW)	
Pienet rivitalot ⁽²⁾		A on lämmitetty pinta-ala [m ²]
– ei sähkölämmitystä, mutta sähkökiuas	$P_h = 30 + 26 \times A / 1000$	
– suora sähkölämmitys, kiuas	$P_h = 30 + 64 \times A / 1000$	– käyttövedenlämmitys jatkuvasti tai yöllä
– suora sähkölämmitys ⁽³⁾	$P_h = 30 + 49 \times A / 1000$	– käyttöveden lämmitys yöllä
Omakotitalot		A on lämmitetty pinta-ala [m ²]
– ei sähkölämmitystä, mutta sähkökiuas	$P_h = 7,5 + 26 \times A / 1000$	
– suora sähkölämmitys ja sähkökiuas	$P_h = 7,5 + 64 \times A / 1000$	– käyttöveden lämmitys jatkuvasti tai yöllä
– suora sähkölämmitys ⁽³⁾	$P_h = 7,5 + 49 \times A / 1000$	– käyttöveden lämmitys yöllä
Paikoitusalueet: $P_{\text{paikoitus}} = 10 \text{ kW} + 0,5 \text{ kW/paikka} \times n_{\text{auto}}$ (n_{auto} = lämmitettyjen autopaikkojen lukumäärä) ⁽⁴⁾		
Paikoitusalueet sähköajoneuvojen vähimmäisvarauksella $P_{\text{paikoitus}} = 10 \text{ kW} + 1,0\text{--}3,0 \text{ kW/latauspiste}$ ⁽⁷⁾ $\times n_{\text{auto}}$ (n_{auto} = sähköistettyjen autopaikkojen lukumäärä) ⁽⁵⁾		
Sähköajoneuvojen lataus: $P_{\text{sähköajoneuvojen lataus}} = \frac{\text{haluttu ajosuorite latauskerralla (km)} \times 0,20 \text{ kWh/km} \times n_{\text{auto}}}{\text{latauskerran aika h}}$ ⁽⁶⁾		
HUOM. Käytettäessä älykästä sähköajoneuvojen latausjärjestelmää, voi olla mahdollista jättää latausjärjestelmän vaikutus huipputehoon kokonaan huomioimatta, jos kohteen käyttäjien tarpeet ja kohteen sähköliittymän vapaa energiakapasiteetti oletettuna latausaikana mahdollistavat tämän. Tällainen energiakapasiteetin tarkastelu soveltuu lähinnä pitkien latausaikojen kohteisiin, kuten asuin kohteisiin. Katso tämän kartin luku 4.5.6, kortti ST 51.90. Sähköauton lataaminen ja latauspisteiden toteutus sekä ST-käsikirja 41 Sähköautot ja latausjärjestelmät.		

Kuvio 5. Pienjänniteliittymän mitoitus (Sähkötieto ry 2022)

Omakotitalokohteen kokonaistehosta laskettiin vaiheiden sähkövirrat kaavalla 3

$$I = P / (\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi) \quad (3)$$

missä

I on sähkövirta (A)

P on teho (W)

U on jännite (V)

cosφ on tehokerroin

$$I = 19670 \text{ W} / (\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 0.95) = 29.9 \text{ A}$$

Sähkövirrat laskettua voitiin valita liittymän sulakekooksi 3X35A. Nurmijärven Sähkön pienjänniteliittymäohjeesta kuvio 6 saatiin liittymäkaapelin koko AXMK 4X25S.

Pääsulake	Liittymiskaapelin koko	Kaapelikohtaisen pääsulakkeen minimi varokealustakoko
3x25A	AXMK4x25S, AXMK4x50S	25A, suositellaan 63A tulppavaroketta
3x35A	AXMK4x25S, AXMK4x50S	63A tulppavaroke
3x50A	AXMK4x25S, AXMK4x50S	63A tulppavaroke
3x63A	AXMK4x50S, AXMK4x70S	63A tulppavaroke
3x80A	AXMK4x70S, AXMK4x95S	00 kahvavaroke
3x100A	AXMK4x70S, AXMK4x95S	00 kahvavaroke
3x125A	AXMK4x95S	00 kahvavaroke
3x160A	AXMK4x120S, AXMK4x185S	00 tai 1 kahvavaroke
3x200A	AXMK4x185S, AXMK4x240S	1 tai 2 kahvavaroke
3x250A	AXMK4x300S	1 tai 2 kahvavaroke

Kuvio 6. Liittymiskaapelin mitoitus (Nurmijärven Sähköverkko Oy 2024)

Asemapiirustukseen piirrettiin talon maadoitus HK16 kupariköysi kiertämään talon ympäri. Suojaputki vetonarulla tontin rajalle piirrettiin mahdollisen valokuidun vuoksi. Talon muurivalaistukselle piirrettiin MCMK 4x2,5/2,5 kaapeli. Liittymä- ja keskusten välikaapeli mitoitettiin kuvaan helpottamaan tuotteen tilaamista.

4.2 Sähköpiirustukset

Talon ja autokatoksen liitteistä 2-3 löytyvät sähköpiirustukset, joiden tekeminen aloitettiin pistekuvan piirtämisellä. Pistekuvaan piirrettiin kaikki sähköpisteet ilman kaapelointeja. Kuvan valmistuttua se käytiin asiakkaan ja urakoitsijan kanssa läpi ja pienin lisäyksin päästiin piirtämään kaapeloinnit.

Lopullisiin sähköpiirustuksiin piirrettiin sähköpisteiden ja kaapelointien lisäksi myös syöttävien kaapeleiden ryhmätunnukset. Valaisinryhmät ja kytkimet merkattiin vastaavin tunnuksin.

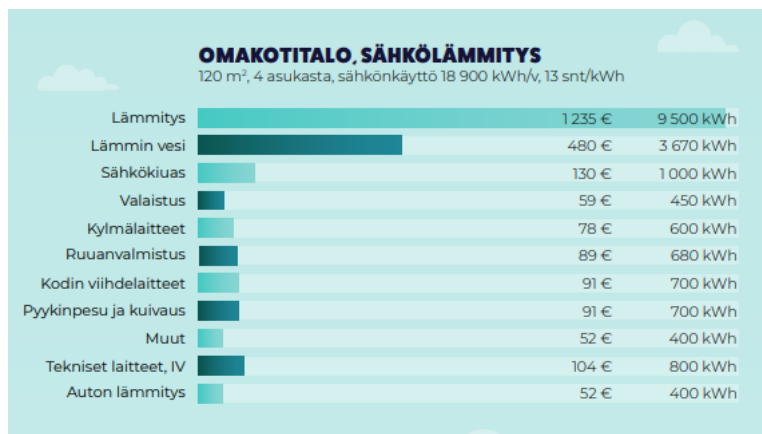
4.3 Keskuskaavio

Keskuskaaviot on esitetty liitteissä 5,6 ja 7. Kohteeseen tilattiin valmis ABB:n ryhmäkeskus, joka sopi talon sähköistyksen tarpeisiin. Keskuksesta löytyi 18 kappaletta varokkeita ilman johdonsuojakatkaisijaa. Yksi ryhmä näistä oli C-tyyppin varokkeita, johon suunniteltiin aurinkosähkön invertteri. Loput olivat B-

tyypin varokkeita, joihin suunniteltiin kiuas, liesi, maalämpöpumppu ja ilmanvaihtokone. Keskuksen muissa ryhmissä oli lisäsuojaus eli 30 mA 40 A johdonsuojakatkaisijat. Muut ryhmät suunniteltiin johdonsuojakatkaisijoiden suojaamiin ryhmiin.

5 NYKYAIKAISEN OMAKOTITALON ENRGIANTEHOKKUUS

Kodin energiankulutus määräytyy pitkälti käyttäjän tottumuksista. Nykyaikainen maalämpöalo kuluttaa noin puolet kuvion 7 mukaisesta lämmityksen ja lämpimän käyttöveden 13 170 kWh energiasta eli 6585 kWh. Neljän asukkaan 120 neliöisen omakotitalon vuoden kokonaiskulutus maalämmöllä olisi n. 12 300 kWh.



Kuvio 7. Omakotitalon sähkönkulutus (Motiva Oy 2019)

Omakotitalon sähkönkulutuksesta noin puolet koostuu lämmityksestä ja käyttöveden lämmityksestä. Energiatavokas ja miellyttävä huonelämpötila on 20–22°C ja 1°C huonelämpötilassa kasvattaa 5 % lämmitysenergian kulutusta. (Motiva 2019.)

Ilmanvaihtokoneen puhtaudesta huolehtiminen ja ajastettu toiminta säästävät energiaa. Ilmanvaihtokoneen energiankulutus ei ole kovin suuri (1000 kWh/v), mutta lämmöntalteenoton hyötysuhde on noin 80 %. Ilmanvaihtokonetta on syytä pienentää kodista poistuttaessa sekä saunan lämmityksen aikana ja tehostaa saunomisen jälkeen. (Motiva Oy 2019.) Sähkökiukaalla lämpenevää saunan lämpöä ei ole kannattavaa poistaa koneellisesti saunomisen aikana, koska saunan lämmittäminen on kolmanneksi suurin energiankuluttaja kuvion 7 vertailukohteissa.

Kodin energiankulutus johtuu pitkälti kuluttajan käyttötottumuksista. Yleisesti sähkölaitteiden turhaa tyhjäkäyntiä tulisi välttää. Tarpeettomat valot sammutetaan,

viihdelaiteet sammutetaan kokonaan, asumislämpötila pidetään maltillisena, vältetään lämpimän käyttöveden turhaa kulutusta ja käytetään auton esilämmitystä vain vaaditun ajan ja tarvittaessa.

6 KOTIAUTOMAATIO-OHJAUKSET

6.1 Kohteen kotiautomaatiojärjestelmä

Rakennuskohteen kotiautomaatiojärjestelmäksi valittiin ABB free@home. Valintaan vaikuttivat mm. valmistajan laadukkuus, tuotteiden saatavuus, helppo ohjelmoitavuus ja tunnettu sekä luotettava valmistaja. Järjestelmään on helppo lisätä uusia laitteita, jos ilmenee tarvetta myöhemmin. Asennuksessa suositetaan hajautettua ja langatonta asennustapaa, jolloin toimilaitteet ovat integroitu itse laitteisiin. Langattomalla järjestelmällä voidaan jättää väyläkaapelointi pois. Kohteen automaatio suunniteltiin erillisille pohjille, jotka löytyvät liitteistä 7 ja 8.

6.2 Lämmitysjärjestelmä

Kohteen lämmitysjärjestelmäksi valittiin Nibe S1255-12 kW maalämpö. Lämmitysjärjestelmä lämmittää kodin lämpimän käyttöveden ja toimii kodin lämmönlähteenä vesikiertoisella lattialämmityksellä. Lattialämmitystä voidaan säätää huonekohtaisilla termostaateilla.

Lämmitysjärjestelmän ohjauksen yhdistämisen haastavuus oli odotettavissa jo ennen varsinaista aiheen tutkimista. Niben lämpöpumppu on mahdollista yhdistää muihin automaatiojärjestelmiin Modbus-väylän tai myUplink-palvelun API-rajapinnan kautta. Niben tuotehallintapäällikön kanssa käydyn palaverin perusteella ohjattavuuden yhdistäminen toiseen automaatiojärjestelmään ei ole tarpeellista eikä palvele suurta kuluttajaryhmää. Yhdistäminen kotiautomaatiojärjestelmään luo lisäasennuskustannuksia ja siitä ei saavuteta vastaavaa hyötyä. Niben-lämmitysjärjestelmässä on älykäs automaatio olemassaan ja lämpöpumpun jatkuva säätäminen ei ole energiatehokasta lattialämmitysjärjestelmässä. Lattialämmityksen, jossa on varaava betonilaatta, pienentäminen poissaolon ajaksi ei ole energiatehokasta kuin vasta viikon jälkeen. Sen jälkeen voidaan taas nostaa lämpöä energiatehokkuuden näkökulmasta. Vastaavasti lämpimän käyttöveden lämpötila on oltava sosiaali- ja terveysministeriön määräyksen mukaan vähintään 50°C (Talotekniikka teollisuus 2021). Lämminvesivaraajan veden lämpötila on

suotavaa pitää 50–55°C, koska lämpöpumppu ei pysty tuottamaan kompresso-
rilla yli 55 asteista vettä. Yli 55 asteisen veden tuottamiseen vaaditaan lisäksi
sähkölämmitystä, joka ei ole energiatehokasta. Jos esimerkiksi lämpimän käyttö-
veden tarve on suuri lauantai-iltaisoin, voidaan käyttää lämpimän käyttöveden jak-
sottaista korotusta kohdistuen suuren kulutuksen ajalle.

6.3 Ilmanvaihto

Nykyaikaisissa tiiviisti rakennetuissa taloissa ilmanvaihto on tärkeää. Asumisesta
syntyvä kosteus ja ilman epäpuhtaudet poistetaan ilmanvaihdolla ja estetään
niiden siirtyminen rakenteisiin. Kosteudenpoistolla estetään home- ja sieni-
itiöden kasvu. Poistoilman lämpöenergiaa hyödynnetään tuloilman lämmitykseen
ja energiatehokkuus kasvaa. AirFi:n suosittelema tuloilman lämpötila on 17°C,
koska korkeampi lämpötila lisää energiankulutusta ja alle 15°C tuloilma lisää kon-
denssiriskiä ilmanvaihtokanavistossa. (AirFin 2018.)

Kohteen omakotitalon ilmanvaihtokoneeksi valittiin AirFi model 150.
Ilmanvaihtokoneen vuosihyötysuhde on A+, jonka sähkötekniiset vaatimukset
ovat 230 V, 50 Hz, 16 A ja max. 2200 W. Vuosihyötysuhde tarkoittaa poistoilman
prosentuaalista osaa tuloilman lämmityksessä. Ilmanvaihtokone on varustettu
AirFi Frost Pro System (AFPS), joka takaa koneen toimivuuden
lämmityskaudella. Älykäs AFPS on oppiva huurtumissuoja, joka sulattaa
lämmöntalteenottokennoa vain tarpeen mukaan ja optimoidun ajan. Oppiva
huurtumissuoja on energiatehokkaampi kuin vanha tekniikka. (AirFi 2024.)

AirFi-ilmanvaihtokoneissa on vakiona mahdollisuus Modbus RTU ja TCP/IP -väy-
läliitännöille, sekä valmiudet VAK-liityntöihin. KNX-väylä vaatii erillisen lisävarus-
tesovittimen. Koneita voidaan ohjata ja lukea 0-10 V jänniteviestillä VAK:sta.
Ilmanvaihtokoneen ohjaus haluttiin osaksi kotiautomaatiojärjestelmää. Koneen
puhallinnopeuden säätämällä vähennetään kodin energiakustannuksia. Talon
ollessa päivän tyhjänä voidaan käyttää kuviossa 6 näkyvää nopeus #1, jolloin
lämmintä sisäilmaa ei poisteta turhaan liikaa.

Nopeus #1	Poissa pitkään Voit asettaa erittäin pienen ilmavirran esimerkiksi matkasi ajaksi.
Nopeus #2	Poissa / Vähäinen kuormitus Voit asettaa pienen ilmavirran ja käyttää tätä nopeutta, kun kotona ei ole paljon kuormitusta.
Nopeus #3	Kotona / Normaali kuormitus Rakentamismääräyskokoelman mukaiset ilmavirrat suositellaan säädettäväksi tällä nopeudella.
Nopeus #4	Tehostus / Suuri kuormitus Käytetään esimerkiksi tilanteessa kun talossa hieman normaalia suurempi kuormitus.
Nopeus #5	Tehostus / Maksimikuormitus Käytetään esimerkiksi tilanteessa kun talossa on suuri joukko ihmisiä, juhlat jne.

Kuvio 8. Ilmanvaihtokoneen säätönopeudet (Airfi 2018)

6.4 Pistorasiat

Älypistorasioita suunniteltiin kohteeseen energiansäästö- ja turvallisuusnäkökulmalla. Etäohjattavia pistorasioita suunniteltiin keittiöön, kodinhoitohuoneeseen, olohuoneen viihdelaitteille ja ulkoseinän pistorasioille. Viihdelaitteiden ja ulkopistorasioiden ohjauksen tarkoitus on säästää energiaa kodin ollessa tyhjillään. Kodinhoitohuoneen ja keittiön pistorasioiden ohjaus lisää turvallisuutta. Mahdollisesti päälle unohdetut laitteet voidaan sammuttaa. Ohjattavien pistorasioiden kojerasioihin asennettiin RF-vastaanotin, jotta saavutettiin ohjattavuus järjestelmällä.

6.5 Verhot

Kohteen olohuoneen korkeuden vuoksi yläikkunoihin tuli sähköiset vekkikaihtimet. Verhojen tarve ilmeni rakennustöiden ollessa pitkällä. Johdotusta ei saanut enää tehtyä piilossa, joten sijoitettiin pistorasia ikkunoiden yläkulmaan. Toiselle pistorasialle ketjutettiin syöttö ABB:n 6415/24 releyksiköltä. Releyksiköllä sallittavien moottoreiden lukumäärä oli kaksi, joten päätyseinän verholle asennettiin oma releyksikkö.

6.6 Ilmalämpöpumppu

Kohteen omakotitaloon asennettiin viilennystarkoituksessa Toshiba Seiya - ilmalämpöpumppu, jonka energialuokka on A++. Lämmitykseen kyseistä pumppua ei ole tarpeen käyttää, koska maalämmön energiatehokkuus on parempi.

Jäähdyttävän ilmalämpöpumpun energiankulutukseen vaikuttaa käyttötapa. Pumpun jäähdyttävä vaikutus tuntuu jo muutaman asteen alhaisemmalla lämpötilalla kuin ulkoilma. Ilmalämpöpumppu poistaa ilmankosteutta sisäilmasta, joten sekin poistaa helteisen ilman tukalaa tunnetta. Ilmalämpöpumppua ei välttämättä ole tarpeellista pitää päällä kuin 2-3 tuntia, jonka aikana talo saadaan viilennettyä. Lukuun ottamatta pitkiä hellejaksoja, jolloin tarve voi olla ympärivuorokautinen. Pumppu kannattaa sammuttaa kotoa poistuttaessa, se säästää energiaa ja pumppu viilentää nopeasti taas päälle laitettaessa. (Toshiba 2024.)

Ilmalämpöpumppu yhdistettiin ABB free@home-järjestelmään -Gateway-ilmalämpöpumppuohjaimella SUG-F-1.1. Ohjain mahtui kojerasiaan ja sille täytyi vetää väyläkaapeli keskukselta.

6.7 Auton lataus

Omakotitalokohteen autokatokseen sijoitettiin ABB:n Terra AC -latausasema. Latausasemakuorma oli laskettu mukaan kohteen liittymäkokoön, joten se ei vaatinut erillistä kuormanhallintaa. Latausasemassa on useita liitännävaihtoehtoja, kuten WiFi, Ethernet ja Bluetooth. Terra AC on liitettävissä ABB:n kotiautomaatiojärjestelmiin. (ABB 2020.) Latausaseman pörssisähköohjauksella ja ajastuksella voidaan saavuttaa merkittäviä säästöjä energiakustannuksissa.

6.8 Valaistus

Valaistuksen ohjaus toteutettiin talon sisälle niin sanottuihin yleisiin tiloihin eli olohuoneeseen, keittiöön, eteiseen ja yläkerran aulaan . Talon kaikki ulkovalot ja muurivalot ohjattiin myös järjestelmällä. Valaistuksen ohjauksessa käytettiin kytkimen kojerasiaan asennettavia valonsäätimiä ja ohjausyksiköjä.

6.9 Muut ohjaukset

Kohteen vesijohtoon suunniteltiin magneettiventtiili, joka haluttiin sulkeutuvan kodin ollessa tyhjillään. Suunnitelman tarkoitus oli minimoida vesivahingon riski. Lattialämmityksen termostaateiksi suunniteltiin langattomat RF termostaatit, jotka mahdollistavat huonelämpötilojen säädön paikallisesti ja etänä.

6.10 Aurinkopaneelijärjestelmä

Omakotitalokohteeseen asennettiin aurinkopaneelijärjestelmä. Katolle tuli 14 kappaletta Longi:n 405 W paneeleita ja Solis:n 6 kW invertteri. Järjestelmä yhdistettiin Niben lämpöpumppuun Modbus-väylällä. Solis-invertteri käyttää Sunspect-protokollaa, joka on yhteensopiva Niben kanssa. Yhdistäminen lisää kodin energiatehokkuutta, koska lämpöpumppu saa tiedon, kun aurinkosähköjärjestelmä tuottaa sähköä. Silloin Niben järjestelmä hyödyntää mahdollisimman paljon kodin omaa energiantuotantoa.

7 MYUPLINK

Niben uusimman S-sarjan mukana julkaistiin täysin uusi myUplink-sovellus, jolla ohjataan ja valvotaan lämpöpumppua. Myuplink-sovelluksesta on saatavilla ilmainen perusversio ja premiumversio. Premiumversiolla voidaan säätää pumpun asetuksia ja lämpötiloja kokonaisvaltaisemmin kuin perusversiolla. Lämpöpumppu vaatii internetyhteyden toimiakseen sovelluksella. (Nibe 2024.)

MyUplink-sovelluksella voidaan ohjata ja seurata lämmitysjärjestelmän toimintaa etänä. Järjestelmää voidaan ohjata tarvittaessa sovelluksella. Jos esimerkiksi tunnistetaan lämpimän käyttöveden suurempi tarve saunaillan vuoksi, niin käyttöveden lämpötilaa voidaan nostaa. Lämmitysjärjestelmän mahdollisista häiriöistä tulee ilmoitus sähköpostiin ja sovellukseen. Häiriö- ja säätötoimenpiteissä voidaan huoltoliikkeelle antaa pääsy lämpöpumpun järjestelmään. (Nibe 2024.)

MyUplink-sääennusteen huomioimisella ja pörssisähköohjauksella voidaan säästää energiakustannuksissa. Pörssisähköohjaus hyödyttää kuluttajaa kustannuksissa sekä sähköntuottajia suunnitellen kulutusta matalan sähkönkulutuksen ajoille. Pörssisähköohjaus saa seuraavan päivän sähkön tuntihinnat Nord Pool Spot -sähköpörssistä, jonka mukaan järjestelmä suunnittelee lämmityksen alimpien tuntihintojen mukaan. Järjestelmästä voidaan valita vaikutusaste, kuinka paljon sähköhinta vaikuttaa lämmitykseen. Mitä korkeampi vaikutusaste sitä enemmän se voi vaikuttaa asuinmukavuuteen. Sääennusteen huomioimisella voidaan lisätä asuinmukavuutta, koska järjestelmä pyrkii pitämään huonelämpötilan tasaisena ennakoiden nopeasti muuttuvat ulkolämpötilat. (Nibe 2024.)

8 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoitus oli suunnitella sähköt sekä kotiautomaatiojärjestelmä omakotitalokohteeseen ja syventyä omakotitalon tekniikan energiatehokkaaseen käyttöön. Saatua tietoa hyödynnettiin ja tullaan hyödyntämään toteutuneessa kohteessa. Sillä helpotettiin asentajan työtä sekä se annettiin asukkaalle pohjatiedoksi tekniikan ohjaukselle. Lämmitysjärjestelmän yhdistämisen hankaluus kotiautomaatiojärjestelmään oli opinnäytetyötä aloittaessa tiedossa.

Sähkösuunnitteluosuus kohteeseen oli melko helppoa, koska oma veljeni urakoi kohteen sähköt. Hän oli asentajakokemuksellaan apuna prosessin aikana. Kotiautomaatiojärjestelmiä vertailemalla sai hyvää tietoa kotiautomaatiojärjestelmien toiminnasta ja yksilöllisistä eroavaisuuksista. Kotiautomaatiojärjestelmän suunnittelu oli taas hieman hankalampaa, koska kummallakaan ei ollut aiempaa kokemusta aiheesta. Päädyttiin pitämään lämmitysjärjestelmä erillään automaatiojärjestelmästä asennuskustannussyistä ja järjestelmän käytettävyyden helpottamiseksi.

Energiatehokkuuden parantamisen miettiminen kotiautomaatiojärjestelmällä oli haastavaa, koska olen itse tarkka sähkönkulutuksesta. Useita asioita pitää myös itsestäänselvyytenä. Odotukseni olivat myös korkeammat Niben lämmitysjärjestelmän lämpötilojen muuntelusta säästöjä ajatellen, mutta haastattelututkimuksessa selvisi, ettei siinä saavuteta merkittäviä säästöjä.

Opinnäytetyöni tarkoituksena oli saada tarvittava tieto omakotitalokohteen sähköistyksen toteuttamiselle ja käyttämiselle. Onnistuin mielestäni melko hyvin avaamaan tarvittavat tiedot ja antamaan pohjan molempiin käyttötarkoituksiin.

LÄHTEET

ABB 2020. ABB:n kotilatausratkaisu tuo sähköautot kaikkien ulottuville. Viitattu 9.4.2024 <https://new.abb.com/news/fi/detail/58193/abbn-kotilatausratkaisu-tuo-sahkoautot-kaikkien-ulottuville>.

Airfi Oy AB 2024. AirFi Frost Pro System. Viitattu 5.4.2024 <https://airfi.fi/airfi-frost-pro-system/#:~:text=Uusi%20Airfi%20Frost%20Pro%20System,taataan%20my%C3%B6s%20pitk%C3%A4jakoisilla%20kovilla%20pakkasilla>.

AirFi Oy AB 2018. Asennus- & käyttöohje. Viitattu 5.4.2024 <https://airfi.fi/wp-content/uploads/2020/06/60800377Q-model60-100-150-ohje.pdf>.

Dustin Finland Oy 2024. Pro 4PM. Viitattu 14.3.2024 <https://www.dustin.fi/product/5011252756/pro-4pm>.

Motiva Oy 2019. Kodin energiaopas 2019-Sinä ratkaiset millainen sähkönkäyttäjä olet. Viitattu 2.4.2024 https://www.motiva.fi/files/18434/Kodin_Energiaopas_2019_-_Sina_ratkaiset_millainen_sahkokayttaja_olet.pdf.

Nibe 2024. MyUplink milloin ja missä vain. Viitattu 15.4.2024 <https://www.nibe.eu/fi/fi/hankkimassa-lampopumppua/lampopumpulla-alykoti/myuplink>.

Nurmijärven Sähköverkko Oy 2024. Pienjänniteliittymäohje. Viitattu 1.4.2024 <https://www.nurmijarvensahko.fi/wp-content/uploads/Pienjanniteliittymaohje-Nurmijarven-Sahkoverkko-Oy.pdf>.

Olander, M. 2024. Nibe Energy Systems Oy. Tuotehallintapäällikön haastattelu 20.3.2024.

Omavahti Oy 2024. Shelly. Viitattu 14.3.2024 <https://www.omavahti.fi/tuotteet/laitevalmistajat/shelly/>.

Pulkkinen, K. 2018. ABB-free@home Helpompaa kodinohjausta. Viitattu 15.3.2024 https://library.e.abb.com/public/5506c6cafabf432c9909b2713b58c37d/ABB_freeathome_webinaariesitys_PR_FI_V3-2_9AKK107046A0293_ABB.pdf.pdf.

Schneider Electric 2024. Viitattu 2.3.2024 <https://www.se.com/fi/fi/home/smart-home/local/wiser/electricians.jsp>.

Schneider Electric 2021. Kodin viihdelaitteiden tyhjäkäynti kuluttaa kympejä vuodessa. Helsinki: Alma media Oyj. Viitattu 12.4.2024 <https://www.kauppa-lehti.fi/kumppanisisallot/schneider-electric/wiser-alykotiratkaistu-sammuttaa-turhat-sahkosyopot/>.

Schneider Electric Finland Oy 2021. Mukava ja turvallinen koti, energiaa säästään. Viitattu 10.3.2024 https://download.schneider-electric.com/files?p_Doc_Ref=wiser_opas_kodinomistajalle.

Shelly 2024a. Shelly family overview. Viitattu 14.3.2024 <https://shelly-api-docs.shelly.cloud/gen1/#shelly-family-overview>.

–2024b. New Smart Home. Viitattu 14.3.2024 <https://www.shelly.com/en-fi/use-shelly-for/smart-home/new-smart-home>.

–2024c. Shelly smart control. Viitattu 14.3.2024 <https://www.shelly.com/en-fi/app/shelly-smart-control>.

Shellykauppa 2024. Tietoa meistä. Viitattu 2.3.2024 <https://shellykauppa.fi/products/pages/about>.

Sähkötieto ry 2022. Rakennuksen sähköverkon ja pienjänniteliittymän mitoittaminen. Viitattu 25.4.2024 <https://severi.sahkoinfo.fi/item/420?search=RAKENNUKSEN%20SAHKOVERKON%20JA%20PIENJANNITELIITTYMAN%20MITOITTAMINEN>

Talotekniikka teollisuus 2021. Käyttöveden lämpötila ja laatu. Viitattu 4.4.2024 <https://talotekniikkainfo.fi/esimerkit/kayttoveden-lampotila-ja-laatu>.

Toshiba 2024. Ilmalämpöpumppu viilennykseen. Viitattu 8.4.2024 <https://www.toshibasuomi.fi/tuotteen-valinta/ilmalampopumppu-viilennykseen/>.

LIITTEET

Liite 1. Asemapiirustus

Liite 2. Sähköpiirustus 1. kerros

Liite 3. Sähköpiirustus 2. kerros

Liite 4. Sähköpiirustus autokatos

Liite 5. Keskuskaavio

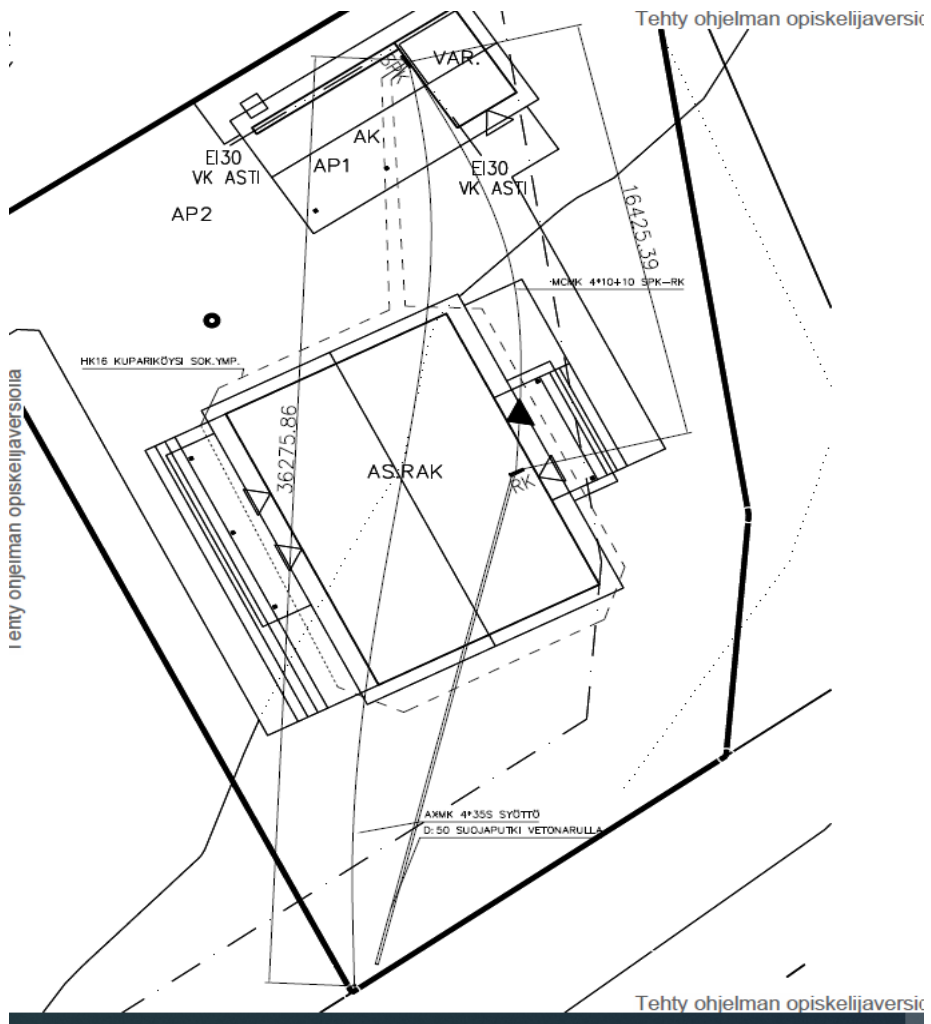
Liite 6. Keskuskaavio

Liite 7. Pääkeskus

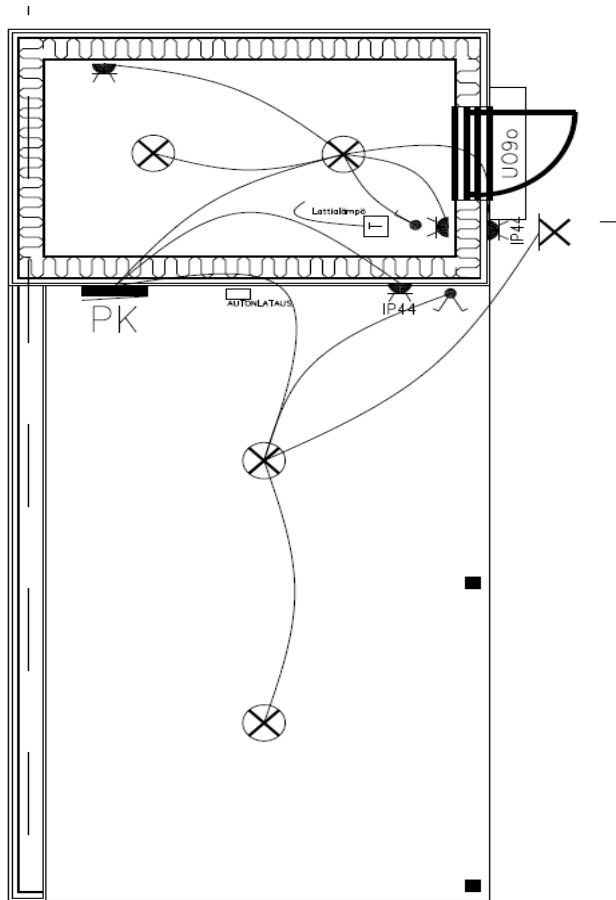
Liite 8. Automaatio 1. kerros

Liite 9 Automaatio 2. kerros

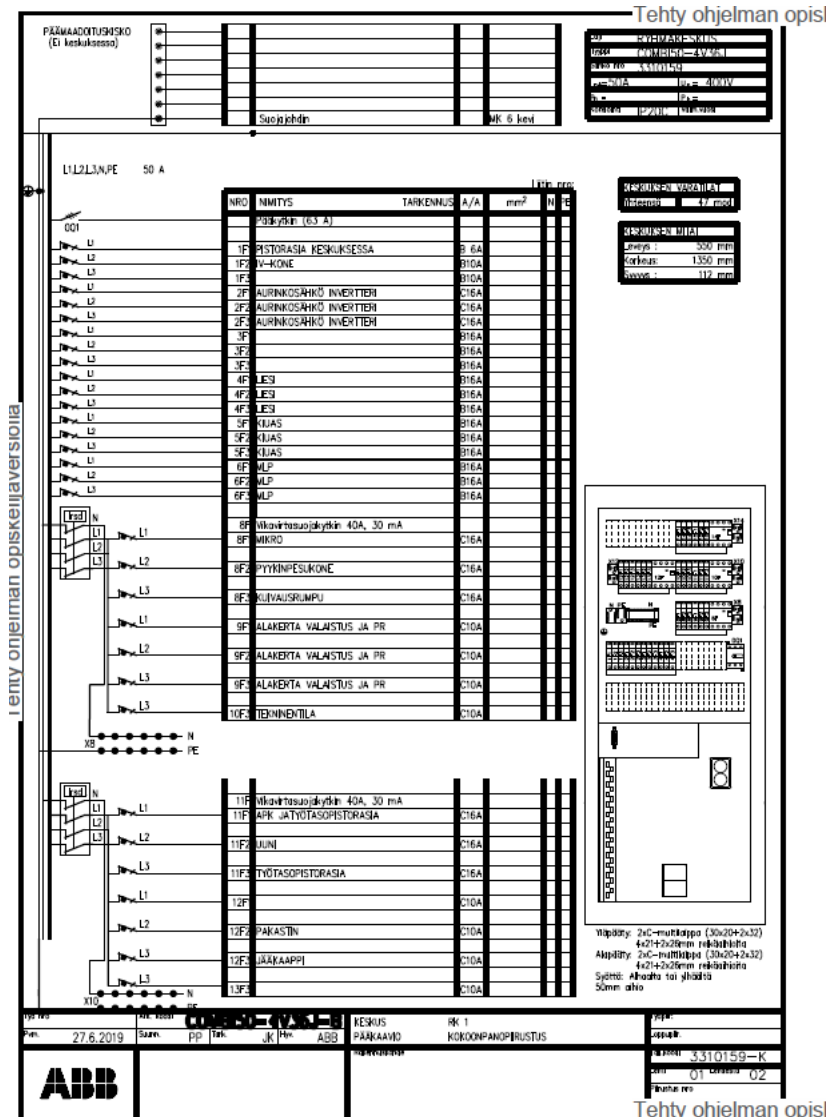
Liite 1. Asemapiirustus



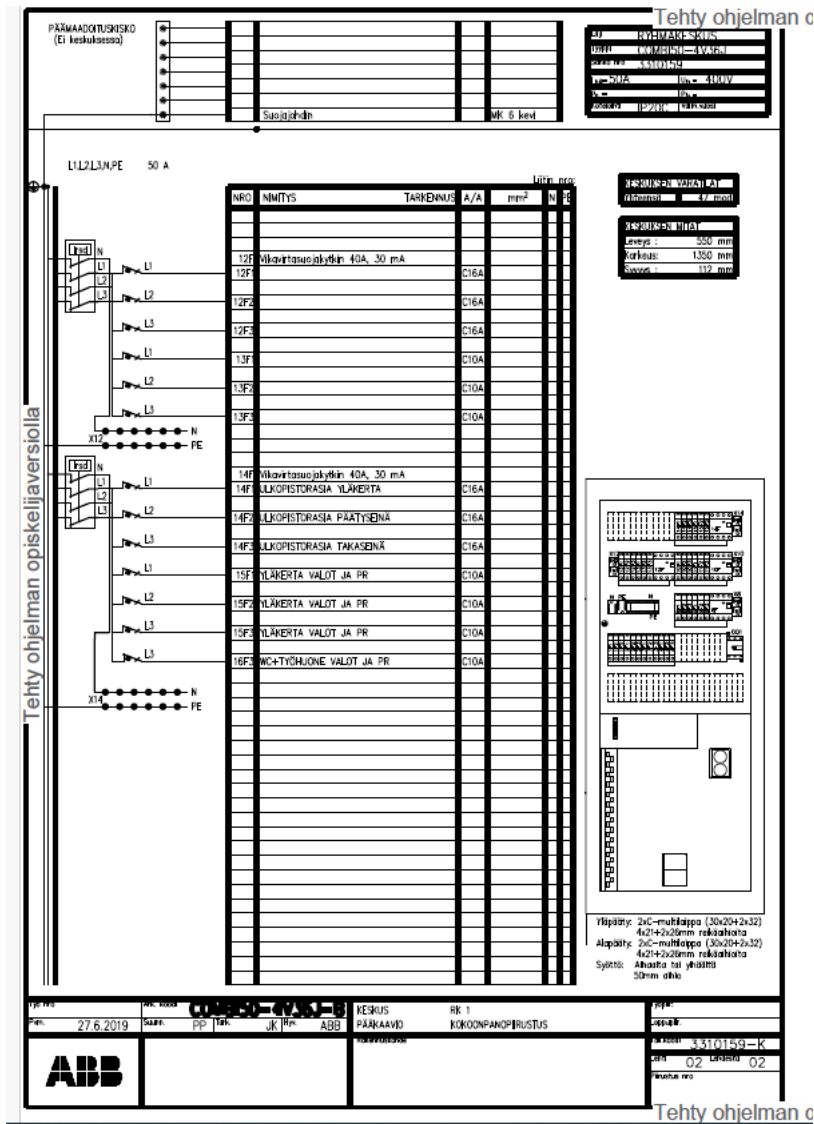
Liite 4. Sähköpiirustus autokatos



Liite 5. Keskuskaavio



Liite 6. Keskuskaavio



Liite 9. Automaatio 2. kerros

