



Sähkönkulutuksen optimointi kotiauto- maatioratkaisulla: Cozify HAN -rajapin- nan hyödyntäminen

Kalle Kohvakka, TSA22A

Opinnäytetyö, AMK

Joulukuu 2025

Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma

Kohvakka Kalle

Tehonkulutuksen optimointi kotiautomaatioratkaisulla: Cozify HAN -rajapinnan hyödyntäminen

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. **Joulukuu 2025**, 31 sivua.

Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö AMK.

Julkaisun kieli: suomi

Julkaisulupa avoimessa verkossa: kyllä

Tiivistelmä

Energiankulutuksen hallinnalle nähtiin lisääntynyt tarve, kun sähkömarkkinoiden hinnoittelu tarkentui lain-säädännön muutoksien seurauksena. Tehtävänä oli selvittää, miten energiankulutusta voitiin optimoida ja uutta tehomaksua välttää kotiautomaatiota hyödyntämällä. Tavoitteena oli kehittää ratkaisu, joka lisäsi hallittavuutta kiinteistön energiankulutukseen kotiautomaatio-ohjauksien avulla. Toimeksiantajan Cozifyn laitetta testattiin ja hyödynnettiin näiden tavoitteiden saavuttamiseksi onnistuneesti.

Toteutuksessa analysoitiin markkinadokumentteja ja teknistä kirjallisuutta sekä toteutettiin testikohteen toimiva kotiautomaatiojärjestelmä. HAN-portista kerätyllä datalla onnistuttiin ohjaamaan kotitalouden laitteita sekä saatiin tietoa, jonka perusteella saatiin kattavampi kokonaiskuva kiinteistön energiankulutuksesta.

Tuloksena kulutusta saatiin hallittua kotitalouksissa kotiautomaation avulla, vähäisellä teknisellä osaamisella sekä kustannustehokkailla laiteratkaisuilla. Järjestelmä saatiin reagoimaan sähkön markkinahintoihin jolloin se ohjasi kuormia siten, että tehomaksu rajaa ei saavutettu. Raportissa käsiteltiin lisäksi teknisiä rajapintoja, testausmenetelmiä ja toteutuksen vaiheita, jotka tukivat kokonaisuuden ymmärtämistä.

Avainsanat (asiasanat)

Sähkönkulutus; Sähkömarkkinat; Rakennusautomaatio; Energiatehokkuus; Cozify; HAN-rajapinta; Home Assistant; Tehomaksu;

Kohvakka Kalle

Optimization of Power Consumption with a Home Automation Solution: Utilizing the Cozify HAN Interface

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, December 2025, 31 pages.

Degree Programme in Electrical Automation Engineering. Bachelor's thesis.

Permission for open access publication: Yes

Language of publication: Finnish

Abstract

The need for energy consumption management increased as electricity market pricing became more precise due to legislative changes. The task was to investigate how energy consumption could be optimized and how the new power tariff could be avoided by utilizing home automation. The goal was to develop a solution that enhanced the controllability of a building's energy consumption through home automation controls. The client's Cozify device was successfully tested and utilized to achieve these objectives.

In the implementation, market documents and technical literature were analysed, and a functional home automation system was built in the test site. Data collected from the HAN port was used to control household devices and provided information that enabled a more comprehensive overview of the building's energy consumption.

As a result, household energy consumption was successfully managed with home automation, requiring only minimal technical expertise and cost-effective device solutions. The system was able to respond to electricity market prices and control loads so that the power tariff threshold was not exceeded. The report also addressed technical interfaces, testing methods, and implementation phases that supported the overall understanding of the project.

Keywords/tags (subjects)

Electricity consumption; Electricity markets; Building automation; Energy efficiency; Cozify; HAN interface; Home Assistant; Demand charge

Sisältö

1	Johdanto	6
1.1	Rajaus	7
2	Toimeksiantaja ja tutkimusasetelma	8
2.1	Toimeksiantaja	8
2.2	Tutkimuksen eettisyys.....	8
2.3	Kestävä kehitys.....	8
3	Kotitalouksien sähkönkulutuksen nykytila	9
3.1	Kotitalouksien suurimmat energiankulutuskohteet	9
3.2	Sähköautojen vaikutus kotitalouksien energiakulutukseen	11
4	Kulutuksen optimointi ja siihen liittyvät haasteet.....	11
4.1	Haasteet enne kotiautomaation käyttöönottoa.....	12
4.2	Kotiautomaation käyttöönoton haasteet ja ratkaisut	13
4.3	Kotiautomaation yhteensopivuusongelmat	14
4.4	Luotettavuus- ja tietoturva haasteet kotiautomaatiossa	14
5	Tehomaksun Perusteet ja sähkömarkkinoiden hinnoittelun uudistuminen	15
6	Kotiautomaatio rooli energianhallinnassa	17
6.1	HAN-rajapinnan toiminta	18
6.2	Han-rajapinnasta kerättävä data ja sen hyödyntäminen kotiautomaatiossa.....	19
6.3	Reaaliaikainen kulutusseuranta	20
6.4	Huipputehon analysointi ja tehorajan hallinta kotiautomaatiolla.....	22
7	Kotiautomaatiojärjestelmän toteutus testikohteessa	24
7.1	Raspberry Pi kotiautomaatioalustan laitteistona.....	25
7.2	Raspberry Pi – alustan käyttöönotto ja Home Assistantin asennus	26
7.3	Home Assistant kotiautomaatioalustana.....	26
7.4	Laitteiden liittäminen Home Assistant -järjestelmään	27
7.5	YAML-konfigurointi Home Assistantissa	27
7.6	Nordpool-hintojen hyödyntäminen kotiautomaatiossa	28
7.7	Cozify-HAN lukulaitteen käyttöönotto ja integraatio Home Assistantiin	28
7.8	Lämpötila- ja kosteusmittaus Shelly H&T -sensorilla.....	31
7.9	Tehorajan ylityksen estäminen automaatiolla.....	31
7.10	Automaatiot Home Assistantissa	32
7.11	Varastorakennuksen lämmityksen ohjaus automaation avulla.....	33
7.12	Ilmanvaihdon automaattinen ohjaus aika- ja hintaperusteisesti	35

7.13 Järjestelmän luotettavuus ja havaitut vikatilanteet	35
8 Johtopäätökset.....	36
Lähteet	37

Kuviot

Kuvio 1 Nelihenkisen sähkölämmitteisen omakotitalon vuotuinen sähkönkulutus (Fortum, 2024)	10
Kuvio 2 Sähköautokannan kehitys Suomessa (Sähköautoileva, n.d.).....	11
Kuvio 3 Ajallinen tarkastelu testikohteen sisäilmaolosuhteista: lämpötila- ja suhteellinen kosteus Shelly H&T:n mittaamana	13
Kuvio 4 Ilmanvaihdon energiankulutuksen analyysi testikohteessa	20
Kuvio 5 Paineilmakompressorin käynnistysvirtapiikin mittaus: 17,5 A huippuarvo	21
Kuvio 6 Kokonaistehonkulutuksen ajallinen tarkastelu testikohteessa	22
Kuvio 7 Huipputehon tarkastelu kotiautomaatiojärjestelmän mittausdatan perusteella	23
Kuvio 8 Vuorokauden edullisimpien markkinahintojen tarkastelu kolmen jakson jaottelussa .	24
Kuvio 9 Pörssisähkön markkinahintojen tarkastelu: tämän ja huomisen vuorokausihinnat	28
Kuvio 10 Cozify HAN-lukulaite	29
Kuvio 11 Cozify HAN -lukulaitteen integraatio Home Assistant -järjestelmään.....	30
Kuvio 12 HAN-datan jännitearvojen erottelu kolmelle vaiheelle Home Assistant -järjestelmässä	30
Kuvio 13 Tehorajaohjauksen logiikka YAML-pohjaisessa binäärisensorissa Home Assistantissa	31
Kuvio 14 Tehorajojen visualisointi energianhallinnan käyttöliittymässä	32
Kuvio 15 Automaatioiden konfigurointi Home Assistant -järjestelmään	33
Kuvio 16 Testikohteen lämmitysjärjestelmän ohjauksen analyysi	34
Kuvio 17 Ilmanvaihdon ajallinen ohjaus	35

Taulukot

Taulukko 1 Prioriteettiohjaus.....	24
------------------------------------	----

1 Johdanto

Kotitalouksien sähkösiirron hinnoittelu uudistuu lainsäädännön muutosten myötä, tämä on lisännyt merkittävästi kiinnostusta älykotiratkaisuja ja energiankulutuksen optimointia kohtaan. Lainsäädännön muutokset koskevat erityisesti sähkön siirron tehomaksua ja aikajaotusta energiamaksussa. Tarkoituksena lakiuudistuksella on yhtenäistää verkkoyhtiöiden hinnoittelua ja tasapainoittaa sähköverkon kuormitusta. (Energiavirasto esittää sähkön verkkopalvelumaksujen rakenteiden valtakunnallista yhdenmukaistamista 2024.)

Tavoitteena opinnäytetyössä oli selvittää kotiautomaation mahdollisuuksia kiinteistöjen sähkökulutuksen hallinnassa. Tutkimuksessa selvitettiin tehomaksun vaikutusta sähkökustannuksiin, sekä siitä aiheutuvien kustannuksien minimoimista kotiautomaatioratkaisujen avulla. Opinnäytetyössä tutkittiin, kuinka Home Assistant automaatioympäristössä saatiin toteutettua kustannustehokkaita ratkaisuja sähkökulutuksen hallintaan. Kotiautomaatioalustaksi työhön valittiin avoimen lähdekoodin Home Assistant alusta.

Tavoitteena oli dokumentoida lukulaitteen käyttöönotto sekä sen tuottaman datan hyödyntäminen omakotitalon automaatioympäristössä. Lisäksi oli määrä toteuttaa ohjauksia kiinteistön laitteistolle seuraamalla pörssisähkön hintamuutoksia ja luomalla ohjaukset asetettujen ehtojen mukaisesti. Ohjauksilla pyrittiin myös jakamaan tehokuormaa pitemmälle aikajaksolle, jotta vältytään tehopiikeiltä ja tehomaksulta.

Uusien älymittareiden ja markkinoilla olevien lukulaitteiden avulla kulutusta voidaan seurata reaaliaikaisesti sekä kerätä datasta historiatietoa analysointia varten. Opinnäytetyössä päämääränä oli selvittää, kuinka toteuttaa kotitalouden sähköä kuluttavien laitteiden ohjaamista HAN – rajapinnasta saatavissa olevalla datalla.

Työn toimeksiantaja toimi suomalainen teknologiayritys Cozify Oy, joka kehittää automaatioympäristöjä ja niihin liitettäviä energiamittauslaitteita. Tutkimuksessa keskityttiin selvittämään sähkömittarin HAN-Porttiin liitettävän Cozify HAN-lukulaitteen hyödyntämismahdollisuudet sähköenergiankulutuksen optimoinnissa ja seurannassa. Laitteella pystytään lukemaan energiamittarin HAN

portista sähkönkulutusta ja tuotannon ylijäämää. Laite tarjoaa tuen uuteen varttikohtaiseen hinnoitteluun, sekä on helposti asennettava. Laitteessa on oma mobiilisovellus, jonka avulla laitetta on mahdollista käyttää ilman erillisiä käyttörajapintoja.

Työssä analysoitiin lainsäädännön vaikutuksia sähkön siirron hinnoitteluun sekä tehomaksusta aiheutuvia lisäkustannuksia. Lisäksi suunniteltiin ja toteutettiin omakotitaloon soveltuva älykotijärjestelmä, jonka avulla voidaan tunnistaa selvittämään kiinteistössä eniten sähköä kuluttavat laitteet sekä ennakoidusti estämään tehorajan ylittyminen.

Cozify HAN-Lukulaitteen tuottamaa dataa hyödynnettiin tunnistamaan näitä tilanteita, sekä kytkeämään laitteita pois tehorajan ylitystä. Työ toteutettiin Home assistant automaatioympäristössä, johon liitettiin kotiautomaatio antureita mittaamaan kiinteistön lämpötilaa, sekä ohjaamaan lämmitystä tämän mukaan. Home assistant konfiguroitiin tallentamaan historiadataa ja näillä hyödyn-tämällä analysoitiin tehtyjen automaattiohjausien vaikutuksia kiinteistön energiankulutukseen sekä olosuhteisiin.

Menetelmänä työssä käytettiin empiiristä testausta omakotitalon automaatioympäristössä Cozify-HAN lukulaitteen avulla, sekä konfiguroitiin Home Assistant-alusta ohjaamaan omakotitalon laitteita ja keräämään historiatietoa järjestelmään liitetyistä sensoreista.

1.1 Rajaus

Työ rajautui voimaan tulleiden lakimuutosten aiheuttamiin sähkön hinnoittelun muutoksiin. Erityisesti tarkasteltiin spot-hintojen siirtymistä varttihinnoitteluun sekä tehomaksun käyttöönottoa. Näiden muutosten vaikutuksia arvioitiin omakotitaloasujien energiankulutuksen ja kustannusten näkökulmasta. Työ pohjautui toimeksiantajan HAN-lukulaitteen käyttöönottoon ja siitä saatavaan dataan. Työn tekninen toteutus rajautui laitteiden käyttöönottoon, niistä saatavaan historia dataan ja datan avulla ohjausten tekemiseen. Työ kohdistui Suomen olosuhteisiin sekä sähkömarkkinoihin. Lähteinä käytettiin viranomaisjulkaisuja, verkkoyhtiöiden tiedotteita, Cozify Oy:n materiaaleja sekä web-julkaisuja.

2 Toimeksiantaja ja tutkimusasetelma

2.1 Toimeksiantaja

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii suomalainen Cozify Oy. Cozify Oy on teknologiayritys, joka tarjoaa asiakkailleen älykotiratkaisuja. Vuonna 2013 perustetun Cozify Oy:n päätuote on Cozify Hub, joka yhdistää kodin älylaitteet yhden alustan alle. Lisäksi laite tarjoaa mahdollisuuden hallita yhdistettyjä laitteita mobiilisovelluksen kautta. Toimeksiantajan tavoite opinnäytetyölle oli selvittää Cozify HAN- lukulaitteen toimintaa ja käyttömahdollisuuksia kolmannen osapuolen automaatioalustalla varustetussa kotitaloudessa. Tarkoituksena oli luoda toimeksiantajalle laitteen testaus esimerkkikohteeseen, sekä raportoida käyttöönotto ja laitteesta saatavien tietojen hyödyntäminen.

2.2 Tutkimuksen eettisyys

Tutkimuksessa ei kerätty henkilökohtaisia tietoja. Kiinteistöjen käyttäjiltä varmistettiin kuitenkin suostumus sähkönkulutusprofiilien ja tilastojen julkistamiseen tässä opinnäytetyössä. Teknistä toteutusta tehdessä varmistettiin, että laitteistoille ei kohdistu räsitusta ja laiterikkojen mahdollisuus minimoitiin. Kaikki tarpeellinen sähkötyö tehtiin jännitteettömänä ja sen toimivuus varmennettiin ennen työn palautusta.

2.3 Kestävä kehitys

Opinnäytetyö tähtäsi laaja-alaisesti YK:n kestävän kehityksen periaatteisiin. Kestävällä kehityksellä tarkoitetaan sitä kehitystyötä, joka mahdollistaa tuleville sukupolville hyvät elämisen mahdollisuudet. (THE 17 GOALS, 2025)

Työssä pyrittiin tutkimaan järjestelmiä, joita voidaan ottaa käyttöön kotitalouksissa alatavoitteen 7.3 ja 7.b saavuttamiseksi. Alatavoite 7.3 tähtää maailmanlaajuisen energiatehokkuuden parantumisvauhdin tuplaamisen vuoteen 2030 mennessä. (Ensure access to affordable, reliable, sustainable and modern energy for all, 2025)

3 Kotitalouksien sähkönkulutuksen nykytila

Sähkönkulutuksen hallinta on viime vuosina noussut yhä merkittävämmäksi puheenaiheeksi erityisesti kotitalouksissa. Energiamarkkinoiden muutokset, lyhyemmät hintavaihteluvälit sekä kasvava ympäristötietoisuus ovat lisänneet kysyntää kulutuksen optimoinnille. Pientalojen osuus Suomen energiataloudessa on merkittävä sillä kotitaloudet käyttävät noin 20 % maamme energiasta.

Aiemmin sähköä on tuotettu kuluttajien tarpeen mukaan pääasiassa hiili- ja vesivoimalla. Siirtyminen energiantuotantoon, joka on riippuvainen luonnonolosuhteista, on kuitenkin lisännyt tarvetta ja vaatimusta kotitalouksille säännöstellä sähkönkulutusta tuotannon mukaan. Tuotannon vähyys voi johtaa sähköpulaan, kun taas ylituotanto voi aiheuttaa ongelmia sähköverkossa. (Opas kulutusjousto, Hallitse kotisi sähkönkulutusta 2024, 3.)

3.1 Kotitalouksien suurimmat energiankulutuskohteet

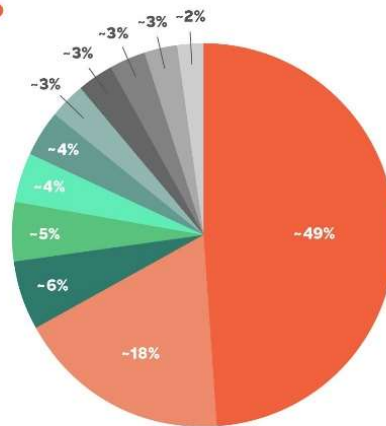
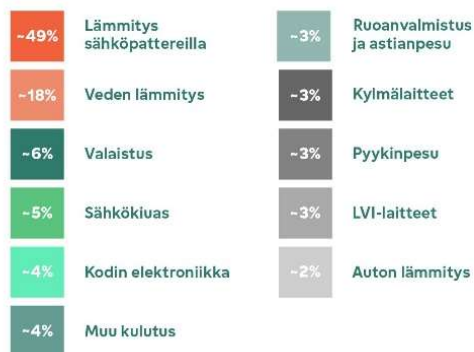
Suomessa vuonna 2024 suurin käytetty energiamuoto oli sähkö, jonka osuus oli 34,9 %. Kotitalouksien suurimmat energiakulutuksen kohteet olivat tilastokeskuksen mukaan asuintilojen lämmitys (66,2 %), veden lämmitys (16 %) sekä kotitalouslaitteet (13 %) (Energia – Suomi lukuina, 2025).

Suurikulutuksisten laitteiden energiankulutusta on mahdollista säännöstellä omia kulutuskäyttämismalleja muuttamalla. Automaatiolla saadaan ohjattua vaivattomasti paljon sähköä kuluttavia laitteita energiatehokkaasti, mikä vähentää ihmisen osuutta kulutuksen hallinnasta. Valaistuksen osuus kulutuksesta oli vuonna 2024 1,9 %, valojen energiankulutusta pystytään optimoimaan aikaohjelmilla, sekä läsnäolo-ohjauksilla. Tehokkailla kotiautomaatioratkaisuilla voidaan saavuttaa jopa 30 % säästöt. Kotiautomaation avulla pystytään ohjaamaan lämmityksen ajanjaksoa halvimmille tunneille ja jakamaan kuormaa pitemmälle aikavälille, näin vältetään tehomaksurajan ylitty-

miseltä samalla kun säästetään energiakustannuksissa. Nämä voivat olla esimerkiksi lattialämmityksen, sähkölämmittimien tai vesivaraajan ohjauksia. (Energy efficiency in a smart home: comfortable savings, 2023).

Neljän hengen sähkölämmitteinen omakotitalo (120 m²), vuotuinen sähkönkulutus

Yhteensä n. 19 700 kWh

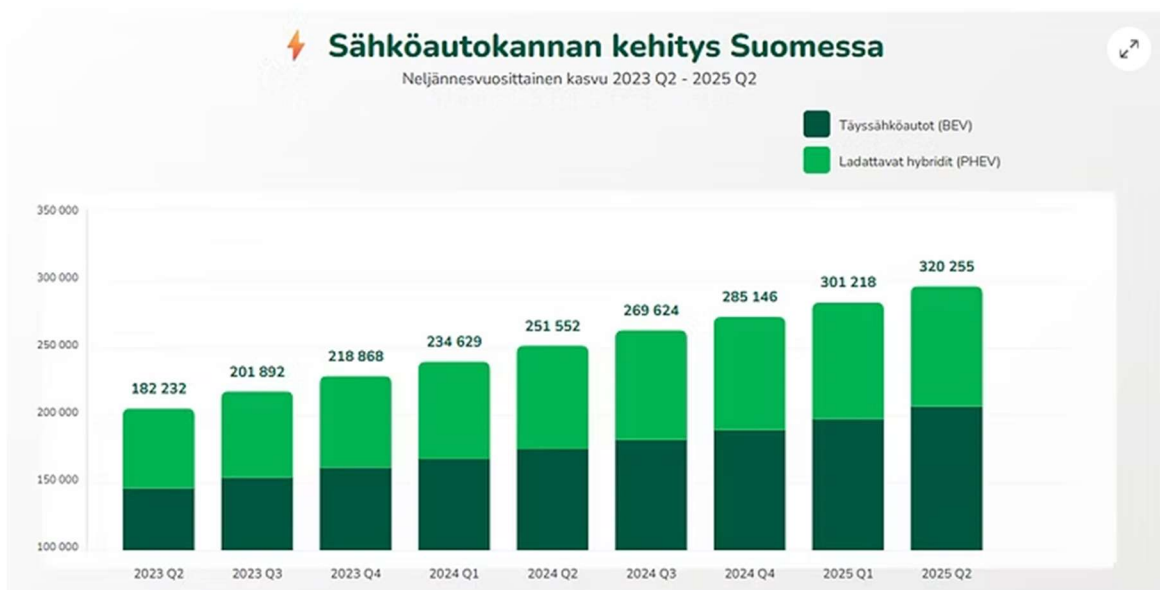


Kuvio 1 Nelihenkisen sähkölämmitteisen omakotitalon vuotuinen sähkönkulutus (Fortum, 2024)

3.2 Sähköautojen vaikutus kotitalouksien energiakulutukseen

Sähköautojen nopea yleistymisen Suomen autokannassa on lisännyt latausmahdollisuuksien tarvetta ja kasvattanut kysyntää energiatehokkaille ratkaisuille. Tämä kehitys on samalla vauhdittanut kotiautomaattoratkaisujen suosiota.

Monissa taloyhtiöissä on otettu käyttöön älylatauspisteitä, joissa latauspiste hoitaa halvimman hintatiedon mukaan latauksen, sekä lataamisesta johtuvien virtapiikkien rajoittamisen, näin saadaan jakeluverkon kapasiteettia säästettyä. (Tanskanen & Syväkuru, 2024.)



Kuvio 2 Sähköautokannan kehitys Suomessa (Sähköautoileva, n.d.)

4 Kulutuksen optimointi ja siihen liittyvät haasteet

Sähkönkulutuksen optimointia tarkkaillaan tässä kappaleessa kahdesta eri näkökulmasta. Nämä näkökulmat ovat kustannuksien optimointi ja energiankulutuksen optimointi. Seuraavaksi käsitellään kotitalouden sähkönkulutuksen hallintaa tilanteessa, jossa automaatiota ei ole käytössä. Käydään läpi haasteita mitä tämä aiheuttaa ja miten niitä voidaan kotiautomaation

avulla ratkaista. Lopuksi vielä käydään läpi mahdollisia haasteita joita kohdataan myös automaation asennuksen jälkeen.

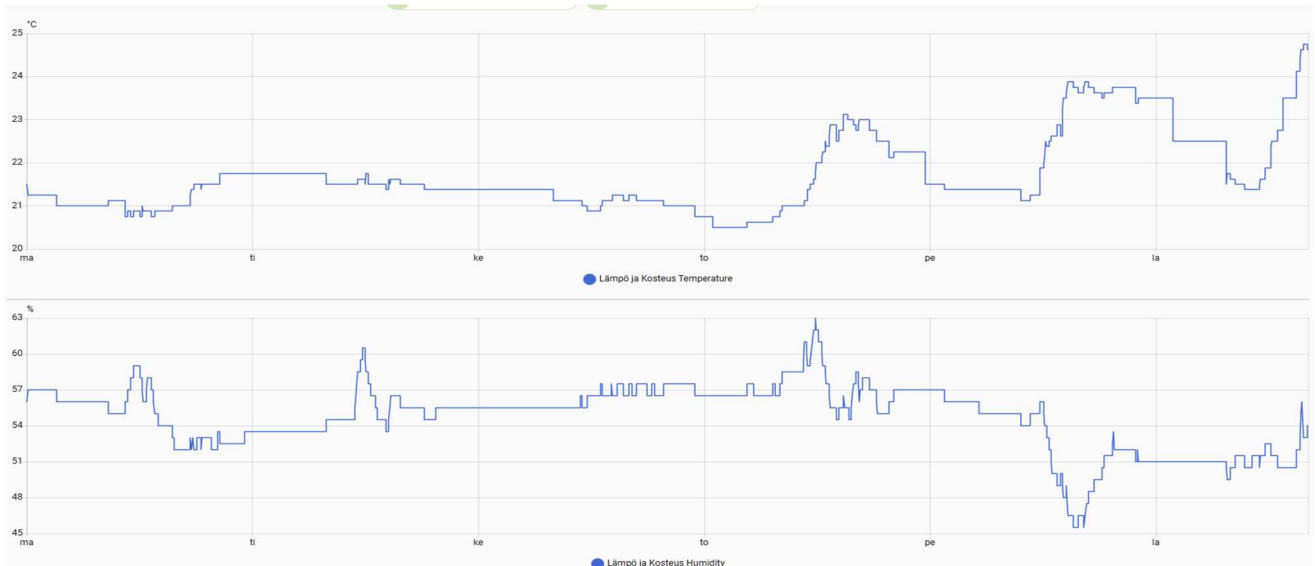
4.1 Haasteet enne kotiautomaation käyttöönottoa

Suurimpia haasteita automaation hankinavaiheessa on puutteellinen tietämys teknologioista. OECD tutkimuksen mukaan, jopa 8 prosenttia ihmisistä ei uskalla investoida kotiautomaatioon vähäisen teknologisen tietämyksen takia (Household energy choices: New empirical evidence and policy implications for sustainable behaviour. 2024).

Laitteiden ohjaamisen tarve on lisääntynyt varttihinnoittelun saavuttua sähkönmyyntimarkkinoille. Tämä on aiheuttanut haasteita kotitalouksille, joissa ei ole automaatiota. Käsikäytöllä laitteiden ohjaaminen päälle ja pois halvimpien pörssisähkötuntien mukaan on lähes mahdotonta. Kulutuksen keskittäminen halvimmille tunneille ilman automaatiota vaatii käyttäjältä jatkuvaa seurantaakin sekä manuaalisia toimenpiteitä. Ruoan laitto tai auton lataamisen ajoittaminen vaatii jatkuvaa hintatietojen seuraamista ja päätöksentekoa. Kulutuksen ajastaminen vaatii usein erillisiä ajastimia tai jatkuvaa läsnäoloa sähköä kuluttavassa kohteessa.

Reaaliaikainen automaation keräämä data muodostaa keskeisen perustan kodin energiakulutuksen analysoinnille. Reaaliaikaista dataa pystytään tallentamaan historiatiedoiksi automaatiopalvelimen muistiin ja nämä tiedot auttavat saamaan käsitystä kodin energiankulutuksesta. Tällä datalla saadaan selvitettyä, mitkä laitteet kuluttavat kotitaloudessa paljon energiaa ja joiden käyntiaika olisi kustannustehokasta keskittää halvimmille pörssihinnoille.

Automaation avulla pystytään myös tarkastelemaan historiatietoja muilta kotiautomaatioon liitetyiltä laitteilta, kuten esimerkiksi lämpötila ja kosteusantureilta. Näillä tiedoilla saadaan analysoitua toimiiiko talon lämmitys halutulla tavalla, sekä reagoimaan mahdollisiin ongelmiin joita olosuhdetiedoista voidaan selvittää.



Kuvio 3 Ajallinen tarkastelu testikohteen sisäilmaolosuhteista: lämpötila- ja suhteellinen kosteus Shelly H&T:n mittaamana

Kuvassa näkyy testikohteen kosteus- ja lämpötilamittaukset. Kaavioista saa tärkeää tietoa omakotitalon toiminnasta, kuten kuivasta sisäilmasta tai liian korkeasta lämpötilasta. Tämän tiedon saaminen on hankalaa ilman automaatiojärjestelmää.

4.2 Kotiautomaation käyttöönoton haasteet ja ratkaisut

Laitteiden automatisointi voi olla teknisesti haastavaa ja edellyttää käyttäjältä monien tuntien ajallisen panostamisen laitteistoon perehtymiseen ja konfiguraatioon. Huonosti suunniteltu ja toteutettu kotiautomaatio lisää riskiä laitteiden virheelliselle toiminnalle, mikä saattaa johtaa energiatehottomampaan järjestelmään. Automaatioiden kytkeytyminen väärällä hetkellä, kalleimpien markkinahintojen aikana saattaa lisätä vain entisestään energiamaksua. Eikä näin saavuteta haluttua hyötyä järjestelmästä.

Monet automaatioalustat kuten Home Assistant tarjoaa käyttäjälle laajan ohjesivuston, sekä aktiivisen foorumin, jossa on mahdollista saada helposti ja nopeasti apua konfigurointiin ja ongelmatilanteisiin. Lisäksi alustalle on kehitetty valmiita koodeja, joita saadaan suoraan käyttöön ilman syvällisempää ohjelmointiosaamista. Käyttöliittymä on suunniteltu käyttäjäystävälliseksi, mikä mahdollistaa yksinkertaisten laitteiden ja automaatioiden käyttöönoton vähäisellä

teknisellä osaamisella. Näin ollen Home Assistant tarjoaa matalan kynnyksen ratkaisun joka soveltuu myös teknisesti haastavammille kokonaisuuksille.

Markkinoilla on myös laitevalmistajien tarjoamia helposti käyteenotettavia ratkaisuja, joiden avulla pystytään toteuttamaan yksinkertaisia laiteohjauksia mittaustietojen perusteella.

Esimerkiksi Shelly tarjoaa kuluttajille mobiilisovelluksella käytettävän Shelly smart control-sovelluksen, jonka avulla laitteita saadaan ilman ohjelmointia ohjattua päälle ja pois lämpömittarin olosuhdedatan perusteella. Tällaiset ratkaisut ovat hyviä jos tarkoituksena toteuttaa yksinkertaisia ohjauksia.

Cozify HAN-laite on myös suoraan yhteensopiva uuden sukupolven Shelly laitteiden kanssa. Shelly laitteet jotka tukevat scriptipohjaista ohjelmointia kykenevät saamaan cozify Hanilta <http> kyselyllä sen mittaamia kulutustietoja.

4.3 Kotiautomaation yhteensopivuusongelmat

Lisätessä kohdetta kotiautomaatioon saatetaan törmätä laitteiden yhteensopivuusongelmiin. Automaatiota suunniteltaessa on siis tärkeää valita automaatioalusta ja käytettävät laitteet niin että ne pystyvät kommunikoimaan keskenään. Kotiautomaatimarkkinoiden johtavat yritykset kuten esimerkiksi Shelly , Bosch, ABB ja Schneider valmistavat kotiautomaatioon liitettäviä laitteita. Usein näillä Laitevalmistajilla on omat automaatioalustansa, jotka on suunniteltu ensisijaisesti toimimaan valmistajan omien tuotteiden kanssa. Näiden järjestelmien ongelmana on etteivät ne kykene yleensä liittämään kolmannen osapuolien laitteita allensa.

Tämän vuoksi on kehitetty avoimen lähdekoodin automaatioalustoja, kuten Home Assistant, jotka mahdollistavan eri valmistajien laitteiden yhdistämisen osaksi samaa järjestelmää. Näin ei jouduta tilanteeseen, jossa ollaan riippuvaisia yhden toimittajan laitteista.

4.4 Luotettavuus- ja tietoturva haasteet kotiautomaatiossa

Kotiautomaation käyttöönotossa nousevat esiin myös luotettavuuteen ja vikasietoisuuteen liittyvät haasteet. Sähkökatkot ja yhteysoingelmat voivat aiheuttaa katkoksia laitteiden toiminnassa, jolloin ei saada ohjattua laitteita automaation kautta. Ongelmia syntyy erityisesti, jos

järjestelmä ei kykene käynnistymään itsenäisesti sähkökatkoksen jälkeen, tai se menettää toiminnalle keskeisiä konfiguraatioita, kuten laitteiden IP-osoitteita. Mikäli automaatioalusta on kokonaan alhaalla, siihen liitetty laite saattaa jäädä päälle hallitsemattomasti. Automaation ollessa kykenemätön sammuttamaan sitä, voidaan päätyä hallitsemattoman suureen energiankulutukseen erityisesti silloin, kun sähkön markkinahinta on korkea.

Lisäksi kotiautomaatiojärjestelmät keräävät dataa kuluttajien toiminnasta heidän kodeissaan. Sähkönkulutuksen perusteella voidaan helposti seurata ihmisten päivittäisiä rutiineja, sekä seurata milloin asukkaat ovat paikalla ja milloin eivät. Jos ulkopuolinen taho onnistuu pääsemään kotiautomaatioon, pystytään sen kautta ohjaamaan laitteiden tiloja. Esimerkkinä sähköiset ovilukot, jotka on ydistetty automatioon. Monet automaatioalustat mahdollistavat myös käyttäjille mahdollisuuden lisätä järjestelmään valvontakameroita, kalentereita ja muita henkilökohtaisia dokumentteja. Nämä tiedot ovat vaarassa, jos järjestelmän ulkopuolelta onnistutaan murtautumaan alustalle.

5 Tehomaksun Perusteet ja sähkömarkkinoiden hinnoittelun uudistuminen

Sähkömarkkinalaki on säädetty, jotta pystytään takaamaan loppukäyttäjälle kilpailukykyinen ja kohtuullinen hinta, sekä ylläpidettyä valtakunnallista sähköverkkoa. Näin mahdollistetaan sähköverkon toimitusvarmuus siellä missä sitä käytetään. Sähkömarkkinalaissa määritellään sähkömarkkinoiden toiminnan periaatteet. Tässä opinnäytetyössä merkittävässä roolissa oleva tehomaksu kuuluu näihin periaatteisiin. (ks. L 588/2013, 1§.)

Uusiutuvien energianlähteiden kuten tuuli- ja aurinkovoiman, tuotanto vaihtelee nopeasti sääolosuhteitten mukaan. Tämä vaihtelu asettaa haasteita sähköverkon tasapainon ylläpitämiselle, sillä tuotannon ja kulutuksen on oltava jatkuvasti tasapainossa. Tämä aiheuttaa muutoksia sähkön markkinahinnoissa. Tarkempi mittaus mahdollistaa verkon paremman tasapainon saavuttamisen. Sähkön tarkempi hinnoittelu motivoi kuluttajia kohdistamaan sähkönkulutusta halvimmille varteille ja tehomaksu tasoittaa tehopiikkejä, joita tämä optimointi saattaa aiheuttaa.

Siirtomaksulle voidaan määritellä erikseen hetkellinen tehoraja, jonka ylittyessä kuluttaja maksaa erillisen tehomaksun. Tehomaksua tarkastellessa on huomioitava erityisesti suuria tehopiikkejä

aiheuttavia kohteita kuten auton lataus, sähköuuni, sähkökuivaus tai lämminvesivaraaja. Sähkömarkkinat siirrettiin koko EU-alueella varttihinnoitteluun 1.10.2025. Tämä tarkoittaa, että aiemman tunti kohtaisen spot-hinnan sijaan hintavaihtelut tapahtuvat varttitunneittain. Muutoksen tarkoituksena on parantaa sähkönkulutuksen ja tuotannon välistä tasapainoa. (Sähkömarkkinat siirtyvät varttihinnoitteluun lokakuussa, 2025)

Sähkönsiirtäjillä on jo tähän asti ollut käytössä tehomaksu, jonka määräytymisen perusteet ovat olleet siirtäjän itsensä määriteltävissä. Esimerkiksi Helen Oy:n siirtohinnastossa tehomaksu on määräytynyt kuukauden kolmanneksi korkeimman tuntitehon keskiarvon perusteella. Lahden energia on puolestaan soveltanut mallia, jossa laskutusteho määräytyy edellisen 12 kuukauden aikana mitatun suurimman tunnin aikana kulutetun energian määrään. Pienjännite- ja keskijännitetehosiiroilla tehomaksu laskutetaan 12 viimeisen kuukauden suurimman keskituntitehon perusteella. (Sähkönverkon verkkopalveluhinnasto 2024, 1; Sähkön verkkopalvelumaksut 2024; mikä tuote valita sähkönsiirtoon 2024.)

Näiden mallien avulla siirtäjät pyrkivät ohjaamaan asiakkaiden kulutusta tasaisemmaksi ja varmistamaan sähköverkon toimintavarmuuden. Tehomaksun määräytymisperusteet vaikuttavat merkittävästi siihen miten kuluttajat suunnittelevat ja ajoittavat sähkönsiirtoaan.

Sähkön siirron hinnoittelu tulee muuttumaan tulevaisuudessa voimaantulevan lakimuutoksen seurauksena. Energiaviraston määräämän tehomaksun taustalla on kotitalouksien kasvava sähkönsiirto ja tämän kuormittava vaikutus valtakunnalliseen sähköverkkoon. Tavoitteena uudistuksessa on yhtenäistää tehomaksun määräytymisperusteet koko maassa.

Tehomaksu tulee tulevaisuudessa määräytymään jokaisen kuukauden 15 minuutin tehohuipun perusteella. Tällä haetaan kuluttajien sähkönkulutustottumusten muuttamista siten, että verkkoa saadaan kuormitettua tasaisemmin. Tehomaksu tulee siirtolaskuun perusmaksun ja energiamaksun lisäksi.

Enintään 20 kV keskijänniteverkossa tehomaksu pienasiakkaille, joilla on enintään 3x63 A kokoiset noususulakkeet, määräytyy joka kuukaudelle erikseen suurikulutuksisimman yksittäisen vartin mukaan. Maksu määräytyy 5 kW ylittävältä tehon osalta. Tämän alittava osuus sisältyy osaksi

muita maksuja. Yli 3x63 A asiakkaiden tehomaksu määräytyy myös kuukauden korkeimman vartin tehohuipun mukaan, mutta eroavaisuus pienasiakkaaseen on että suurasiaakkailla ei ole kynnyksarvoa. (energiavirasto 2025)

6 Kotiautomaatio rooli energianhallinnassa

Markkinat ovat täynnä kotiautomaatiojärjestelmään liitettäviä laitteita, joiden avulla säästötavoitteet pystytään saavuttamaan. Etäohjattavat älypistorasiat ja releohjaimet, sekä ryhmäkeskukseen asennettavat katkaisijat tuovat joustavuutta asennusratkaisuihin. Moniin edistyksellisimpiin laitteisiin on myös sisäänrakennettu energiaseuranta, mikä helpottaa hahmottamaan, mitkä laitteet kuluttavat suuria määriä energiaa.

Viime vuosina markkinoille on tuotu kustannustehokkaita mittauslaitteita, ohjauksratkaisuja ja automaatioalustoja, joiden avulla kuluttajat voivat hallita energiankäyttöään vähäisellä teknisellä osaamisella. Nämä ratkaisut mahdollistavat kuorman rajoittamisen sekä laitteiden liittämisen toimivaksi kotiautomaatiokokonaisuudeksi. Tyypillisiä käyttökohteita automaatiolle ovat lämmityksen ja valaistuksen ohjaukset.

Sähkön omatuotannon lisääntyminen erityisesti omakotitaloissa on lisännyt kysyntää sähkönkulutuksen ja tuotannon seurannalle. Sähkömittarin HAN rajapinnasta pystytään seuraamaan reaaliajassa omatuotannon määrää, sekä ohjaamaan sähkönkulutus hetkille, kun omatuotantoa on käytettävissä.

Kotiautomaation säätö perustuu samoihin peruslainalaisuuksiin, joita hyödynnetään teollisuus- ja rakennusautomaation sovelluksissa. Laitteiden ohjaus tapahtuu jonkin mitattavan datan perusteella siten, että järjestelmä pyrkii saavuttamaan ennalta sille käyttäjän asettaman asetusarvon. Yleisimpiä kotiautomaatioprosesseja on sähkömittarin tai lämpötilamittarin datalla älyreleen tilan ohjaaminen päälle ja pois. Ohjauksia pystytään perustamaan ulkoihin tietoihin kuten aikaohjelmiin tai sähkömarkkinoiden pörssihintojen mukaan. Ohjauksilla pystytään myös rajaamaan energian kulutusta, joko kustannuksien mukaan tai huipputehon mukaan asettamalla näille kynnyksarvot.

Kotiautomaatiolla voidaan toteuttaa toimenpiteitä, jotka pienentävät energiankulutusta. Nämä voivat olla lämmityksen automatisointi ja käyttöajankohtien optimointi. Lattialämmityksen ohjaaminen läsnäolotiedon perusteella, mahdollistaa energiatehokkaan lämmityksen silloin, kun asukkaat ovat kotona. Automaation kanssa keskustelevilla älytermostaateilla lattialämmityksen hallinta pystytään liittämään osaksi kotiautomaatiota sekä hoitamaan ohjaukset markkinahintojen perusteella. Automaatiolla voidaan säätää lämmitystä pienemmälle, silloin kun asukas ei ole kotona, ja nostaa vastaavasti lämpötila asetusarvoa, kun ihmiset saapuvat takaisin kotiin.

Helppoutta ja joustavuutta arkeen tuo autolämmityksen liittäminen kotiautomaation, jotta lämmitys voidaan ohjata etänä päälle ja automaatio voidaan toteuttaa aikaohjelmien kautta. Aikaohjelmia päästään muokkaamaan helposti automaatioalustan kautta. Sähkön hinnan nousu on tehnyt kotiautomaatiosta hyvän investoinnin. (Kotiautomaatiolla äly ja energiatehokkuus kodin lämmitykseen, 2019.)

Ovi ja ikkuna anturit tuovat lisää joustavuutta ja hallintaa automaatioon. Nämä mahdollistavat lämmityksen keskeyttämisen hetkellä, kun ovi tai ikkuna jää auki. Näin säästytään turhalta lämmittämiseltä, kun lämpö pääsee poistumaan kiinteistöstä.

Lämpö, kosteus ja hiilidioksidisensorit antavat tietoa kiinteistön olosuhteista. Tämän datan avulla ilmanvaihtokone voidaan ohjata tehostetusti poistamaan kosteutta kiinteistöstä sekä tuuletamaan, kun hiilidioksidipitoisuudet nousevat korkeiksi.

Älyvalaistusratkaisuilla ulkovalojen ohjelmointi saadaan aikaohjelmien mukaan ajastettua, sekä niiden tilaa voidaan ohjata läsnäoloanturin liiketunnistuksen perusteella. (Miten säästää energiaa kotiautomaation avulla, 2025.)

6.1 HAN-rajapinnan toiminta

Han-rajapinta eli Home area network on tullut uutena ominaisuutena uuden sukupolven sähkömittareihin. Han-rajapinnasta on luettavissa kattavasti yksityiskohtaista dataa kiinteistön sähköenergian kulutuksesta. Han-rajapintaa saadaan hyödynnettyä kotiautomaatioissa markkinoille tulleiden Han-lukulaitteiden avulla. Tässä opinnäytetyössä käytössä on Cozify Oy:n kehittämä Cozify

Han-lukija, jonka kehityksessä on otettu huomioon pohjoiset olosuhteet. Cozify tarjoaa asiakkailleen mobiilisovelluslupustan, joka mahdollista datan tarkastelun suoraan älylaitteelta.

Uudet Han-portilla varustetut älymittarit lähettävät 10 sekunnin välein määrämuotoisen tietopakettien rajapinnan kautta. Porttiin liitytään RJ12 liittimellä, jonka ensimmäisessä koskettimessa on ylivirtasuojauksella varustettu jännitteen syöttö. Suurin sallittu virta on 250 milliampeeria, jonka ylittyessä liittynän toiminta lakkaa. Kotiautomaatioliitynnälle on asetettu yhteiset standardit, joten suurin osa järjestelmistä ovat suoraan liitettävissä mittareihin.

6.2 Han-rajapinnasta kerättävä data ja sen hyödyntäminen kotiautomaatiossa

Han-rajapinnasta on mahdollista lukea tarkkaa reaaliaikaista dataa kulutuksesta ja omatuotannosta. Seuraavat ominaisuudet on mahdollista lisätä kotiautomaatioon ohjauksia varten.

Han-portista saadaan luettua kokonaisenergian tuontia verkkoon päin, tätä voidaan hyödyntää omatuotannon seurannassa. Tästä ominaisuutta pystytään käyttämään aurinkopaneelien energiantuotannon seuraamiseen ja ohjata laitteita kuluttamaan energiaa silloin, kun omatuotantoa on saatavilla.

Reaktiivisen energian tuontia voidaan käyttää sähköverkon laadun arviointiin. Sen perusteella pystytään lähettämään käyttäjälle hälytyksiä, mikäli verkko on epävaka. Reaktiivinen teho on tärkeä ominaisuus sähköverkon toimivuuden kannalta. Sitä tarvitaan, jotta saadaan pidettyä yllä oikeaa jännitettä sähköverkossa. Reaktiivinen teho mahdollistaa aktiivisen tehon siirron sitä käyttävälle laitteelle. Liiallinen reaktiivisen tehon määrä nostaa jännitettä vaaralliselle tasolle ja saattaa rikkoa verkossa olevia laitteita. Han-rajapinnasta on kerättävissä dataa siitä, kuinka paljon reaktiivista energiaa viedään sähköverkkoon päin. (Sensible solutions for reactive power compensation, 2016.)

Kokonaistehoa seuraamalla saadaan helposti kokonaiskäsitys kiinteistön kokonaiskulutuksesta. Kokonaiskulutuksen avulla voidaan luoda kuormanhallinta ohjauksia sähköä kuluttaville laitteille. Rajapinnasta saadaan myös vaihekohtainen tehonkulutus, tämän tieto helpottaa vaihekohtaisen kulutuksen tarkastelua. Näin saadaan tasapainotettua kuormia vaiheiden kesken, jos jollain vaiheella on liikaa kuormaa.

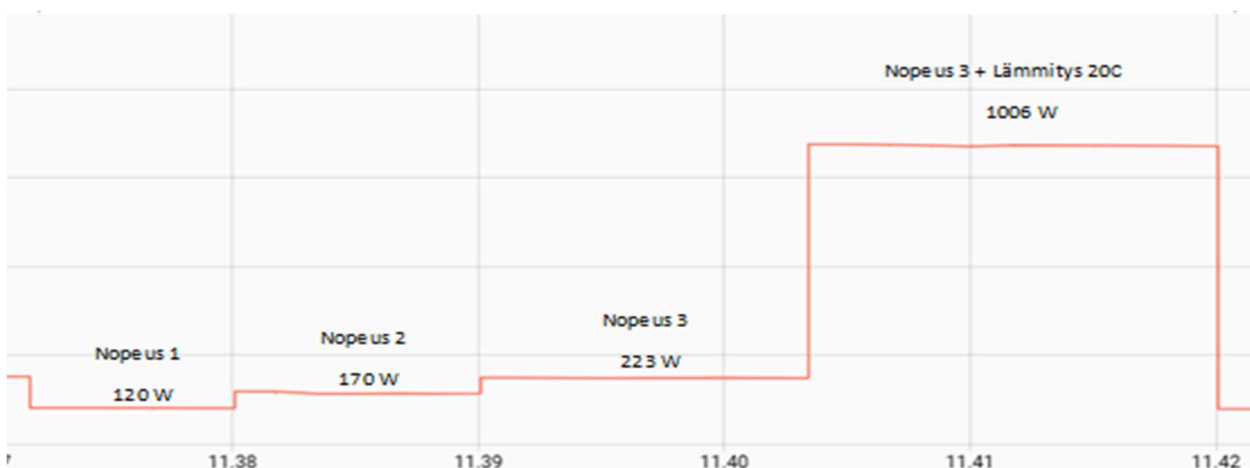
Rajapinta mahdollistaa myös jännitteen ja virran seurannan vaihekohtaisesti. Näiden tietojen avulla voidaan luoda hälytyksiä järjestelmään, jos havaitaan jännitteen alenemaa kiinteistön verkossa tai jos virrankulutus lähestyy sulakkeiden laukaisurajaa.

6.3 Reaaliaikainen kulutusseuranta

Reaaliaikainen kulutusseuranta antaa työkaluja kiinteistön energiankulutuksen analysoimiseen, ja hallintaan. Sen avulla pystytään tarkastelemaan kulutuksen ajallista jakautumista päivää kohden sekä selvittämään huippukulutuksen ajankohdat ja kohdistamaan laitteille ohjauksia, jolloin päästään energiatehoikkaimpaan ratkaisuun. Mahdollisuus seurata kulutusta reaaliajassa lisää käyttäjän tietoisuutta omasta energiankäytöstään ja antaa näin mahdollisuuden säästöihin omilla kulusratkaisuillaan.

Reaaliaikainen kulutusseuranta pohjautuu usein energiamittarin HAN-portista saatavan datan ja ulkoisen käyttöliittymän yhdistämiselle. Erillisellä lukulaitteella saadaan energiamittarista luettua kulutusdataa ja esittämään se reaaliajassa käyttäjälle käyttöliittymän kautta.

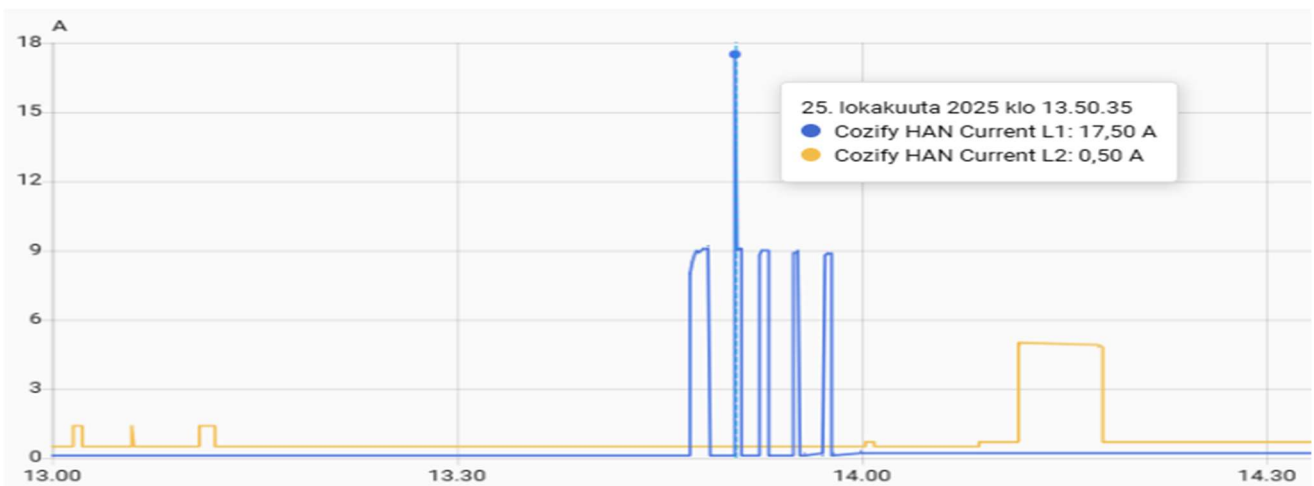
Kuvassa on tarkasteltu testikohteen ilmanvaihtokoneen kulutusta koneen eri nopeuksilla, sekä lämmitysvastuksen ollessa päällä. Cozify HAN lukulaitteen keräämällä kulutus datalla pystytään luomaan visuaalinen esitys ilmanvaihtokoneen tehonkulutuksesta.



Kuvio 4 Ilmanvaihdon energiankulutuksen analyysi testikohteessa

Testissä lähtökohtana tiedetään, että ilmanvaihtokone on kytketty vaiheryhmään L2. Home assistantin historiakuvaajasta valitaan Cozify HAN – lukulaitteelta tuleva kulutusdata, jonka avulla saadaan seurattua laitteen energiankäyttöä. Ilmanvaihtokonetta käynnistetään porrastetusti eri nopeuksille. Historiakäyrään piirtynyt data kertoo, kuinka paljon laite kuluttaa energiaa milläkin portaalla. Sama tarkastelu voidaan toteuttaa kotitalouden eri laitteille, jolloin päästään arvioimaan kuinka paljon lämmityskaudella kukin laite kuluttaa. Reaaliaikainen kulutusdata mahdollistaa myös energiapiikkien laskemisen, mikäli laitteita käynnistyy samanaikaisesti, vaikka pörssisähkön edullisimmalla hetkellä.

Kotiautomaatioalustoilla saadaan muokattua käyttöliittymää esittämään tietoja, jotka ovat käyttäjälle hyödyllisiä. Reaaliaikainen kulutusseuranta mahdollistaa ennakoivasti laitteiden vikatilanteiden tunnistamisen ja niiden huollon ennen laiterikkoa. Tavallisesta kulutuksesta poikkeavat virtapiikit voivat olla merkki vikaantuneesta laitteesta tai muusta laitteen väärinkäytöstä. Alla otettu kuvankaappaus Home Assistantin käyttöliittymässä jossa tällainen virtapiikki on huomattu trendikäyrästä.



Kuvio 5 Paineilmakompressorin käynnistysvirtapiikin mittausta: 17,5 A huippuarvo

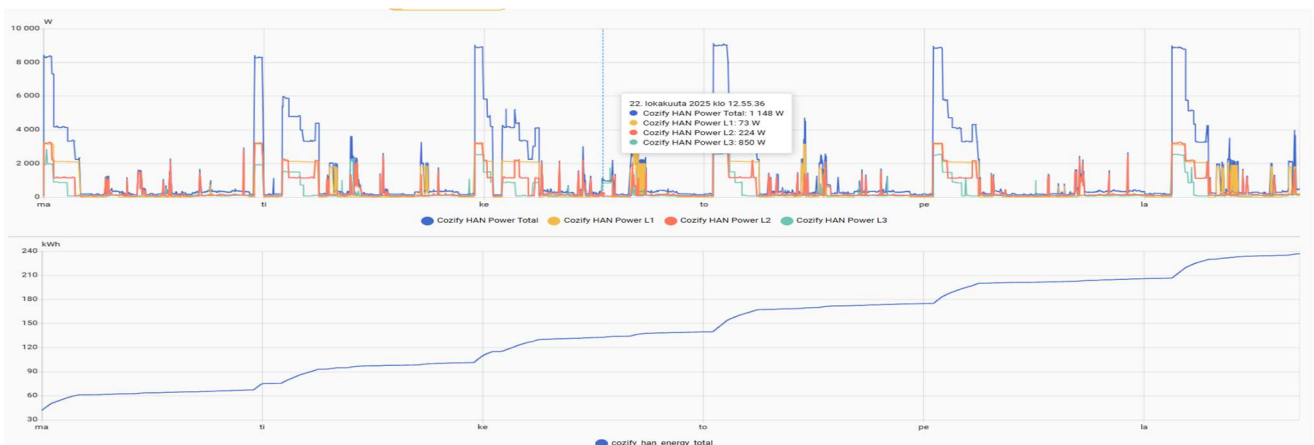
Pitkäaikaiset historiatiedot mahdollistavat kiinteistön kulutuksen tarkastelun eri vuodenaikoina. Tämä mahdollistaa laitteiden ohjauksien muutokset ennakoivasti. Historiatiedoista saadaan verrattua nykyhetkeä aikaisempien vuosien kulutusdataan. Tämä saattaa paljasta laitteita, jotka ovat alkaneet kuluttamaan tavallista enemmän energiaa. Tällöinen tilanne saattaa olla merkki siitä että laite on vikaantunut.

Laitteita ohjattaessa kulutuksen mukaan, pystytään lisäämään ohjaukseen olosuhte antureiden mittaustietoja ja Spot-hintatietoja. Näin saadaan luotua automaatio kokonaisuus, jolla saavutetaan kustannustehokas lämmityksen ohjaus, ilman että joudutaan tekemään kompromisseja lämpö- ja kosteustasojen kustannuksella.

Jos kulutusseuranta yhdistetään useampien kiinteistöjen kokonaisuuteen voidaan tarkkailla ja ohjata kiinteistöjen energiankäyttöä niin, että paikallinen sähköverkko saadaan pysymään vakaamaan ja mahdollisuuksien ohjaamaan kiinteistöjä käyttämään alueella tuotettua omatuotantoa energiatehokkaasti. Kulutusta pystytään tehokkaasti ajoittamaan tuotannon mukaan. Ja pystytään ennakoimaan myös energian kulutuksesta aiheutuvien kustannuksien määrää.

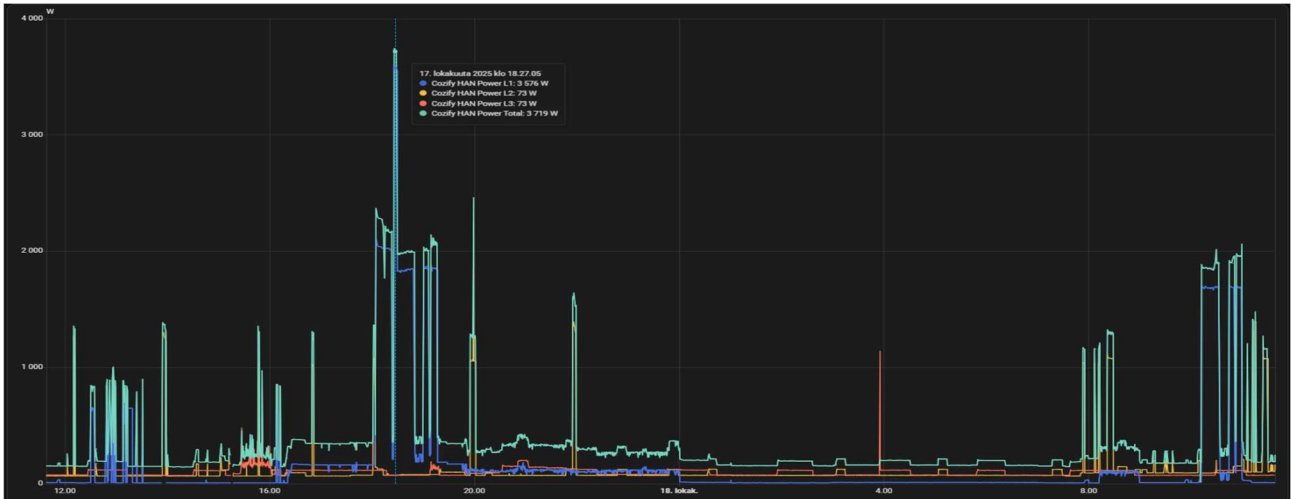
6.4 Huipputehon analysointi ja tehorajan hallinta kotiautomaatiolla

Automaation historiatiedoista pystytään seuraamaan paljon kuluttavien laitteiden tehonkulutusta. Näistä tiedoista saadaan kokonaiskuva varttikohtaisesta tehon käytöstä, mikä mahdollistaa arvioinnin siitä, ylittyykö lakimuutoksen myötä käyttöön otettu tehoraja. Viikon historiatrendistä saadaan nopeasti käsitys millä ajanjaksoilla suurin kulutus tapahtuu. Tiedoista voidaan laskea helposti varttikohtainen huipputeho ja selvittää mitkä laitteet kuluttavat eniten energiaa.



Kuvio 6 Kokonaistehonkulutuksen ajallinen tarkastelu testikohteessa

Testikohteen sähkömittarista Cozify HAN- lukulaitteella luettua kulutus datasta voidaan tunnistaa halvimmille markkinahinnoille ohjatun käytön aiheuttama 3600 watin tehopiikki. Samanlainen ohjaus suuremmissa kotitalouksissa, jossa energiaa kuluttavia laitteita on enemmän, voisi aiheuttaa tehorajan ylittymisen. Tämä piikki saadaan pienennettyä jakamalla tehonkulutusta pidemmälle aikavälille.



Kuvio 7 Huipputehon tarkastelu kotiautomaatiojärjestelmän mittausdatan perusteella

Kokonaiskulutusdatan avulla saadaan määriteltyä järjestelmään liitetyille laitteille tehonkulutusraja. Rajan ylittyessä ohjataan virransyöttö paljon sähköä kuluttavilta laitteilta pois. Tällaisia laitteita useissa kotitalouksissa ovat lattialämmityspiiri, vesivaraaja, sähkökuuas ja sähköauton latauspiste.

Lakiehdotuksen varttituntikohtainen 5 kilowattitunnin raja saadaan vältettyä katkaisemalla automaation kautta virta lattialämmitykseltä hyvissä ajoin ennen rajan saavuttamista. Tällöin muut kodinkoneet ja laitteet eivät aiheuta tehorajan ylittymistä. Laitteet voidaan ohjata takaisin päälle seuraavan vartin alkaessa.

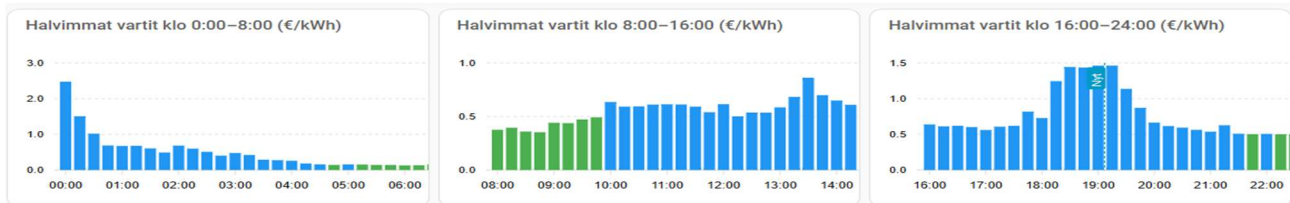
Automaation avulla voidaan ratkaista kuorman ja tehonkulutuksen hallintaan liittyviä tilanteita useilla eri metodeilla. Tässä esimerkissä kotiautomaatiojärjestelmään on asetettu laitteille prioriteetteja. Kuvitellaan vaikka kotitalous, jossa on suuria kilowattimääriä sähköä kuluttavia laitteita, kuten sähköautonlataus, lattialämmitys, huonekohtaiset lämmityspatterit ja vesivaraaja. Jaetaan nämä laitteet kolmeen prioriteettiin ja sammutetaan niitä porrastetusti tehorajan lähestyessä.

Taulukko 1 Kuormien priorisointiin perustuva ohjausstrategia kotiautomaatioympäristössä

Laite	Prioriteetti	Tehonkulutus vartissa	Pois kytkentä raja
Vesivaraaja	1	0,85 kWh	<4,5 kWh
Lattialämmitys	2	1,65	<4 kWh
Autonlatauspiste	3	2,5 kWh	<3 kWh
Lämmityspatterit	3	0,85 kWh	<3 kWh

Laitteet voidaan vaihtoehtoisesti myös jaotella ryhmiin, joille annetaan automaatioissa käyntilupa eri vuorokauden aikoihin. Näin vältetään laitteiden yhtäaikaiselta tehonkulutukselta ja tehonkulutuspiikeiltä.

Automaatio saadaan havaitsemaan sähkömarkkinoiden halvimmat varttitunnit, ja konfiguroitua laitteiden käynti näihin ajankohtiin. Kuvassa on jaettu päivä kolmeen osaan. Jokaisesta jaksosta on havaittu halvimmat vartit ja esitetty ne käyttöliittymässä vihreällä värillä. Tämän jaon perusteella pystytään jakamaan laitteita hyödyntämään edullista pörssisähköä eri hetkinä vuorokaudessa.



Kuvio 8 Vuorokauden edullisimpien markkinahintojen tarkastelu kolmen jakson jaottelussa

7 Kotiautomaatiojärjestelmän toteutus testikohteessa

Tässä opinnäytetyössä kotiautomaatioratkaisu toteutettiin omakotitaloon, jossa asukkaan pyyntönä oli mahdollisuus monitoroida omakotitalon sähkönkulutusta, sekä ohjata viereisen varastorakennuksen lämmitystä, käyttäen mittaustietoina lämpötilamittauksen ja pörssihintojen kokonaisuutta. Sovellukseen lisättiin ilmanvaihdon aikaohjaus, jota voitiin ohjata tehostetusti päälle kosteuden noustessa kiinteistössä. Sovelluksessa oli mahdollisuus ohjata laitteita niin, että vältettiin tehorajan ylittymiseltä.

Automaatioalustana toimi avoimeen lähdekoodiin perustuva Home assistant alusta, joka asennettiin RaspberryPi mikrotietokoneelle.

Toteutus yritettiin pitää teknisesti mahdollisimman helposti lähestyttävänä. Ja tiedonsiirto toteutettiin lähiverkossa Wi-Fi yhteydellä. Wi-Fin kantama oli noin 30 m, joten kiinteistöön täytyi lisätä toistin, jotta laitteille saatiin jaettava toimiva yhteys.

Mittauksina käytettiin Shelly H&T gen1 lämpötila- ja kosteusantureita. Sekä toimeksiantajan Cozify Han lukulaitteella monitoroitiin, kiinteistön sähköverkkoa reaaliajassa.

Laitteiden ohjauksessa käytettiin Shellyn ohjausreleitä, jotka kykenivät mittaamaan ohjattujen laitteiden energiankulutusta. Tämä mahdollisti selkeän kuva, kuinka suuren osan Cozifyn lukulaitteella mitatusta kokonaisenergiasta yksittäiset laitteet kuluttivat. Home assistantin energiaseuranta välilehdeltä saadaan visuaalinen esitys siitä kuinka suuri osuus Cozify Han lukulaitteella mitatusta kokonaiskulutuksesta on energiaa mittaavien ohjainreleiden perässä.

7.1 Raspberry Pi kotiautomaatioalustan laitteistona

RaspberryPi on luottokortin kokoinen kustannustehokas ja helposti käyttöönotettava mikrotietokone, joka pystyy suorittamaan kevyitä käyttöliittymiä. Siinä on Linux pohjainen käyttöjärjestelmä ja se sisältää kaikki tavallisen tietokoneen komponentit. Sillä voidaan ohjata elektroniikkaa, robotiikka ja pelata myös kevyitä pelejä. Muistina usein toimii mikro SD kortti tai ulkoinen USB-porttiin liitettävä kiintolevy Ensimmäinen RaspberryPi 1 model B tuli markkinoille 29. helmikuuta 2012, jolloin se myytiin heti loppuun. Valmistajan tavoitteena oli kehittää tietojenkäsittelyn kehitystä kouluissa sekä kehitysmaissa valmistamalla edullinen yhden piirilevyn tietokone. (Mallari, 2025. Fromaget, 2025)

Tässä opinnäytetyössä käytössä on RaspberryPi 4 model B, sen tarjoaman suorituskyvyn ja saatavilla olevien liitäntöjen takia. Kotiautomaatiota varten tärkeää mallin valinnassa oli, että sen ARM Cortex-A72 1.5GHz neliydinprosessori riitti Home assistant alustan toimimiseen. Mikrotietokoneesta löytyi riittävä 4 GB ram muisti tapahtumien yhtäaikaiselle tallentamiselle. 4 Model B:n Gi-

gabit Ethernet portti oli tärkeä luotettavan yhteyden muodostamisessa reitittimeen. Mikrotietokoneessa oli myös mahdollisuus Wi-Fi-liityntään. RaspberryPi palveli asiakkaan toiveita huomaamattomasta laitteesta, jota pystyi pitämään käynnissä ilman suurta virrankulutusta.

RaspberryPi tarjosi suoraan käyttöliittymän Home assistantille, joten sen käyttöönotto oli vaivatonta. Laitteeseen lisättiin myös 32 gigabitin mikro SD kortti, joka tarjosi tarpeeksi tilaa itse käyttöliittymän asennukselle ja mittaustrendien pitkäaikaiselle tallentamiselle.

7.2 Raspberry Pi – alustan käyttöönotto ja Home Assistantin asennus

RaspberryPi mikrotietokoneen käyttöönotto aloitettiin asentamalla toiselle käyttöjärjestelmälle RaspberryPi asennusohjelma RaspberryPi Imager. Käynnistyessään sovellukseen asetettiin ensin käytettävissä oleva RaspberryPi -malli. Tässä opinnäytetyössä käytettiin RaspberryPi 4 Model B -laitetta. Sen jälkeen valittiin haluttu käyttöjärjestelmä, ja lopuksi määritettiin tallennustila, jolle käyttöjärjestelmä asennettiin. Käytössä tässä työssä oli 62 gigatavun microSD-kortti.

Home Assistant -käyttöliittymään päästiin kirjautumaan lähiverkossa olevalla laitteella verkkoselaimen osoitteessa <http://homeassistant.local:8123>, tai vaihtoehtoisesti lataamalla Google Play -kaupasta Home Assistant -sovellus, johon tämä osoite asetettiin.

7.3 Home Assistant kotiautomaatioalustana

Home assistant on avoimen lähdekoodin kotiautomaatio alusta, jonka avulla voidaan tarkkailla ja ohjata kotiautomaatio laitteita paikallisverkossa. Alusta tukee laajasti eri valmistajien laitteita ja tarjoaa monipuoliset mahdollisuudet kodin laitteiden hallintaan ilman syvällistä teknistä osaamista.

Home Assistantilla on laaja jatkuvasti kasvava käyttäjäyhteisö, joka mahdollistaa tuen löytymisen monilta eri kieliltä. Käyttäjäyhteisön kehittämät valmiit integraatiot mahdollistavat monien laitteiden helpon ja vaivattoman käyttöönoton. Home assistant valikoitui opinnäytetyöhön sen kattavan tuen, helppokäytettävyyden ja skaalautuvuuden takia.

7.4 Laitteiden liittäminen Home Assistant -järjestelmään

Kotiautomaatiossa kaiken keskiössä on laitteet, joiden avulla elämisestä tehdään mukavampaa ja energiatehokkaampaa. Laitteiden lisääminen Home assistant ympäristössä on tehty helpoksi. Laitteita saadaan liitettyä Home assistanttiin langattomasti esimerkiksi Wi-Fi, ZigBee tai MQTT tiedonsiirtoprotokollia hyödyntäen. Helpoin ja kuluttaja ystävällisin vaihtoehto laitteiden liittymässä on monessa tapauksessa Wi-Fi, sillä tänä päivänä monelta löytyy kotoa ja Wi-Fi reititin, Jolla pystytään luomaan kotia paikallinen verkko ja konfiguraatio ei vaadi lisä laitteita toimiakseen.

Home assistant liitettiin Cat kaapelilla omakotitalon paikallisverkkoon. Kun Home Assistantia saa yhteyden paikallisverkkoon, alkaa se automaattisesti skannaamaan yhteensopivia WI-FI laitteita paikallisverkosta. Laitteen Löydyttyä Home Assistantin laitteet ja palvelut välilehdeltä saadaan lisättyä laitteita osaksi älykotia. Laitteita pystytään myös liittämään manuaalisesti, kunhan tiedetään niiden IP-osoite.

7.5 YAML-konfigurointi Home Assistantissa

Yaml on Home Assistantin käyttämä tekstipohjainen tiedostomuoto. Sitä käytetään entiteettien manuaaliseen konfigurointiin ja automaatioiden määrittelyyn.

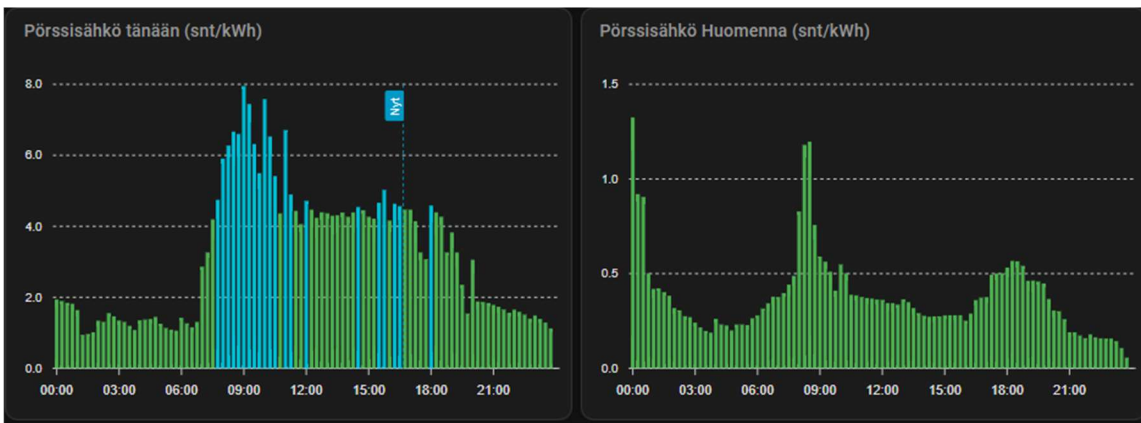
Yaml ohjelmoinnissa on tärkeää ymmärtää sen rakenne ja sisennykset, sillä sisennykset toteutetaan moniin muihin koodikieliin poiketen välilyönneillä eikä sarkaimilla. Niillä on keskeinen merkitys halutun syntaksin toimivuuden kannalta. Virheelliset sisennykset aiheuttavat koodin toimimattomuuden.

Home assistant mahdollistaa valmiiksi luotujen konfiguraatioiden lisäksi niiden määrittelyyn manuaalisesti käyttöliittymästä löytyvään configuration.yaml tekstitiedostoon, mikä mahdollistaa monimutkaisempien ja räätälöidympien toiminnallisuuksien toteuttamisen, joita ei voida saavuttaa käyttöliittymän kautta. Home assistant tarjoaa omilla sivustoillaan laajan dokumentaation omien integraatioiden luomiseen, mikä madaltaa aloittelijoiden kynnyistä omien konfigurointien luontiin.

7.6 Nordpool-hintojen hyödyntäminen kotiautomaatiossa

Nordpool on maailman ensimmäinen monikansallinen sähköpörssi. Suuressa osassa Eurooppaa toimiva Nordpool mahdollistaa sähkön myynnin yli rajojen, jotta maissa tuotettu ylijäämä sähkö pystytään myymään maasta toiseen. Suomessa pörssisähkön hinta määräytyy Nordpoolin spot-hintojen mukaan. Seuraavan vuorokauden spot-hinnat julkaistaan päivittäin kello 14:00 Suomen aikaa. Nordpool siirtyi varttihinnoitteluun 1.10.2025, jolloin muu Eurooppa seurasi perässä EU-sääntelyn mukaisesti, muuttaen oman hinnoittelunsa varttijaksoiseksi.

Kotiautomaatiosovelluksessa käytettiin Home assistantin Nordpool integraatiota, jonka avulla Nordpoolin sähköpörssihinnat saatiin osaksi kotiautomaatio kokonaisuutta. Kuvassa Nordpoolin pörssihinta ennusteet esitettynä pylväsdigrammeina, mikä helpottaa käyttäjää hahmottamaan hintavaihtelut.



Kuvio 9 Pörssisähkön markkinahintojen tarkastelu: tämän ja huomisen vuorokausihinnat

7.7 Cozify-HAN lukulaitteen käyttöönotto ja integraatio Home Assistantiin

Toimeksiantajan Cozify-Han lukulaitteella saatiin kerättyä älymittarin HAN portista energian kulutus dataa. Tätä hyödynnettiin kotitaloudensähkönkokonaiskulutuksen tarkemmassa arvioinnissa, sekä kulutuksen ajoittamisessa ja rajoittamisessa automaatioiden kautta. Home assistantin käyttöliittymään lisättiin näkymä, joka mahdollisti käyttäjälle sähkön kokonais- että vaihdekohtaisen kulutuksen reaaliaikaisen seurannan.



Kuvio 10 Cozify HAN-lukulaite

Cozify HAN rajapinnan käyttöönotto edellytti Han portilla varustettua älymittaria, sekä portin käyttöönottoa testikohteen sähkösiirtäjän, Elenian Aina-sivustolta. Aktivoiminen kesti testikohteessa noin tunnin, jonka onnistuttua laite kytkettiin suoraan älymittarin HAN-porttiin lukulaitteen RJ45-kaapelilla.

Asennusta tuki Cozifyn mobiilisovellus, jonka avulla laite liitettiin opastettuja vaiheita seuraamalla lähiverkkoon. Sovellus näytti laitteen IP-osoitteen, jota tarvittiin Home Assistant -integraation konfiguroinnissa. Laite oli mahdollista yhdistää paikallisverkkoon joko Ethernet kaapelilla, tai langattomasti WI-FI:n kautta. Laitteella on IP20 luokitus, sekä -40 C sään kestävyys, mikä mahdollistaa sen sijoittamisen myös ulkotiloissa sijaitsevaan sähkökaappiin.

Koska Cozify ei tarjoa vielä suoraa integraatiota Home Assistantiin, jouduttiin Konfiguraatio toteuttamaan manuaalisesti Yaml-koodilla. Cozify tarjoaa asiakkailleen valmiin konfiguraatiokoodin, jonka käyttöönotto oli helppoa ilman aikaisempaa koodaus kokemusta. Tutkimuksen aikana omakotitalon käyttäjät omaksuivat joitain Home Assistantin ominaisuuksia ja kykenivät tekemään omia ohjauksia laitteille. Konfigurointi tiedostoon lisättiin REST-tyyppinen sensori, jolle asetettiin laitteen IP-osoite. Sensorin avulla Home Assistant pystyy suorittamaan laitteelle HTTP-Kyselyn, jotta sen mittaamat kulutustiedot saadaan käyttöön.

```

182 .....
183 ▾ --- platform: rest
184 ... resource: http://192.168.1.10/meter
185 ... name: "Cozify HAN Total Power Imported"
186 ... unique_id: cozify_han_ic
187 ... device_class: energy
188 ... state_class: total_increasing
189 ... value_template: "{{ value_json.ic | float(0) }}"
190 ... unit_of_measurement: "kWh"
191 ▾ --- platform: rest
192 ... resource: http://192.168.0.80/meter
193 ... scan_interval: 5
194 ... method: GET
195 ▾ ... headers:
196 ...   User-Agent: Home Assistant
197 ...   Content-Type: application/json
198 ▾ ... json_attributes:
199 ...   - ic
200 ...   - ec
201 ...   - ric
202 ...   - rec
203 ...   - p
204 ...   - u
205 ...   - i
206 ...   - r
207 ... value_template: "OK" # Dummy-arvo, koska dataa haetaan lisäominaisuuksiin
208 ... name: "Cozify HAN Data"
209 ... unique_id: cozify_han_data

```

Kuvio 11 Cozify HAN -lukulaitteen integraatio Home Assistant -järjestelmään

Tämän jälkeen alustettiin entiteetit, joille oli käyttöä sovelluksessa. Alla esimerkkinä vaihde kohtaiset jännitemittaukset konfiguroituna YAML-koodiin.

```

287 ..... unique_id: cozify_han_voltage1
288 ..... device_class: voltage
289 ..... value_template: "{{ states.sensor.cozify_han_data.attributes.u[0] | float(0) if states.sensor.cozify_han_data.attributes.u is iterable else 0 }}"
290 ..... unit_of_measurement: "V"
291 ▾ cozify_han_v2:
292 .....   friendly_name: "Cozify HAN Voltage L2"
293 .....   unique_id: cozify_han_voltage2
294 .....   device_class: voltage
295 .....   value_template: "{{ states.sensor.cozify_han_data.attributes.u[1] | float(0) if states.sensor.cozify_han_data.attributes.u is iterable else 0 }}"
296 .....   unit_of_measurement: "V"
297 ▾ cozify_han_v3:
298 .....   friendly_name: "Cozify HAN Voltage L3"
299 .....   unique_id: cozify_han_voltage3
300 .....   device_class: voltage
301 .....   value_template: "{{ states.sensor.cozify_han_data.attributes.u[2] | float(0) if states.sensor.cozify_han_data.attributes.u is iterable else 0 }}"
302 .....   unit_of_measurement: "V"

```

Kuvio 12 HAN-datan jännitearvojen erottelu kolmelle vaiheelle Home Assistant -järjestelmässä

Entiteetit saatiin esitettyä Home Assistantin ”kojelaudalle” suoraan käyttöliittymästä. Cozify HAN:in mittaustietoja voitiin hyödyntää Home assistantissa luomaan omia käytännöllisiä sensoreita, jotka mittasivat energian kulutusta eri mittaisissa ajanjaksoissa. Automaation kautta pystyttiin määrittelemään hälytyksiä, joita voitiin lähettää käyttäjän puhelimeen.

7.8 Lämpötila- ja kosteusmittaus Shelly H&T -sensorilla

Shelly H&T on itsenäisenä laitteena käytettävä tai älykotikokonaisuuteen liitettävä lämpötilaa ja kosteutta mittaava sensori. Se voidaan liittää älykotiin Wi-Fi kautta, sekä tarkkailla sen arvoja Shellyn oman mobiilisovelluksen kautta. Tähän sovellukseen se valikoitui kustannustehokkuuden, sekä helppokäyttöisyytensä takia. Sensorin mittausrajat ovat -10C – +50C astetta ja 20 % - 90 % RH. Laite soveltuu hyvin sisäilmaolosuhteiden mittaamiseen. Sovelluksessa käytettiin kahden sensorin mittaustietoja, joiden mukaan ohjattiin laitteiden käyntitiloja. Käyttöönotto home assistanttiin oli helppoa ja sen mittaustiedot saatiin helposti käyttöön automaatioihin.

7.9 Tehorajan ylityksen estäminen automaatiolla

Automaatiojärjestelmään konfigurointiin ”Tehoraja” niminen Yaml koodi. Sen avulla saatiin lisättyä ohjelmaan Binary sensor tyyppinen entiteetti. Tämä sensori toimi valvontakomponenttina, jonka avulla pystytään rajoittamaan kiinteistön sähkönkulutusta ja ehkäistä tehomaksurajan ylittymistä.

```

-- binary_sensor:.....
- name: "Tehoraja"
- unique_id: tehoraja_sensor
- state: >
  {% if states('sensor.energy_quarterh3') | float > states('input_text.tehoraja') | int(0) %}
  true
  {% else %}
  false
  {% endif %}
- device_class: power

```

Kuvio 13 Tehorajaohjauksen logiikka YAML-pohjaisessa binäärisensorissa Home Assistantissa

Binary_sensor entiteetti reagoi ennalta määriteltyyn kulutusrajaan, ja sen tilatietoa voidaan hyödyntää automaatioiden ehtoina ja laukaisijana. Tämä mahdollistaa laitteiden ohjaamisen ja kuorman rajoittamisen silloin, kun ylitetään määritelty raja. Testikohteessa tehomaksuraja asetettiin 1 kilowattituntiin, sillä haluttiin rajoittaa laitteiden kulutusta. Automaatioon lisättiin osio, josta saatiin tarkkailtua vaihde kohtaista tehonkulutusta, sekä ylittykö 5 kWh vaihdekohtaiset tehorajat. Testikohte ei testausajankohtana saavuttanut sähkömarkkinalain määräämää 5 kWh/15min rajaa.



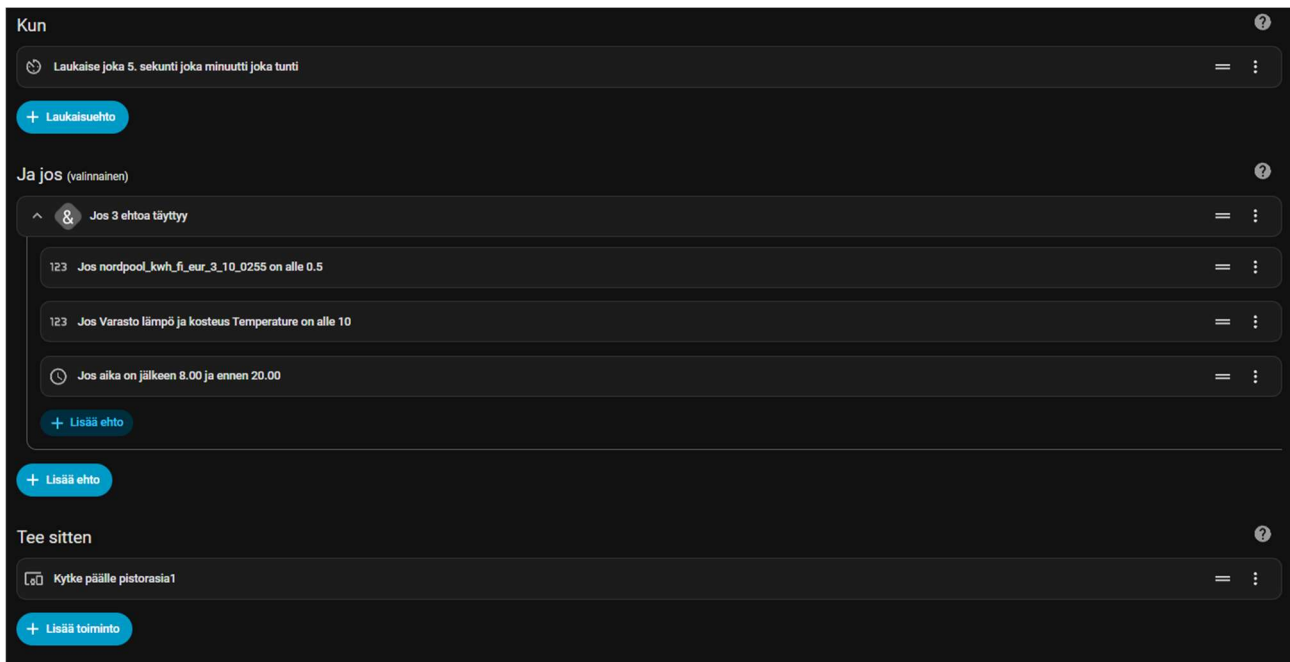
Kuvio 14 Tehorajojen visualisointi energianhallinnan käyttöliittymässä

7.10 Automaatiot Home Assistantissa

Home assistantin automatisoinnista on tehty helposti ymmärrettävää. Käyttöliittymässä on erillinen automaatiot osio, josta pystyy tarkkailemaan sovelluksessa olevien automaatioita ja milloin ne on viimeksi käynnistetty. Automaatioita pystytään ottamaan käyttöön tai pois käyttäjän sen hetkisen tarpeen mukaan.

Home assistantin automaatiot vaativat kaksi pääkomponenttia. Automaation laukaisevan tapahtuma (trigger), joka voi olla anturin tilamuutos, kellon aika tai käyttäjän itse tekemä toimenpide käyttöliittymässä. Tämä laukaisee toiminnon (action), joka suoritetaan laukaisimen aktivoituessa, kuten valon sytyttäminen, laitteen käynnistyminen tai jokin muu haluttu toiminnallisuus.

Toiminnon tapahtumisella voi olla myös ehtoja, kuten pörssisähkön hinta tai kellon aika. Näille voidaan määritellä lohkoja kuten "ja" ja "tai". "Ja" lohkojen sisällä kaikkien ehtojen täytyy täytyä, jotta toiminto voidaan laukaista, kun taas "tai" lohkon sisällä olevista ehdoista jonkin täytyy toteutua.



Kuvio 15 Automaatioiden konfigurointi Home Assistant -järjestelmään

Kuvassa Home Assistantin automaatiot käyttöliittymä, jossa pystytään määrittelemään käyttäjälle helposti ymmärrettävälle tavalla automaatioita. Näkymässä on kolme kohtaa, joihin asetetaan halutut laukaisijat, ehdot ja toimenpiteet. Tässä automaatiossa on haluttu toteuttaa automaatio niin, että järjestelmä tarkistaa joka 5. sekunti toteutuuko asetetut ehdot. Ja kaikkien ehtojen toteutuessa kytketään laite päälle automaation kautta. Laitteelle on vastaavasti tehty toinen automaatio, jonka avulla se kytketään pois, jos ehdot eivät täyty. Näin estetään laitteen jääminen käy tilaan.

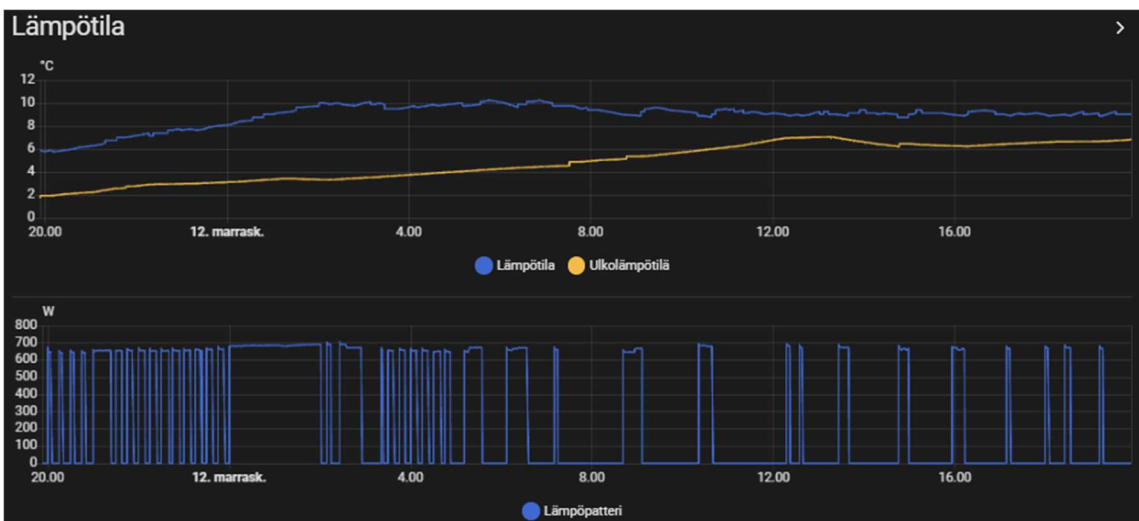
7.11 Varastorakennuksen lämmityksen ohjaus automaation avulla

Tavoitteena oli säätää päärakennuksen vieressä olevan varastorakennuksen lämpötilaa hyödyntäen lämpötilamittausta. Ohjattavaksi laitteeksi valikoitui yksivaiheinen 1000w lämmityspatteri, jonka päälle ja pois tilaa ohjattiin suoraan Shellyn Plug S gen3 etäohjattavalla pistorasialla. Pistorasian tehon kesto oli 2500w sekä virrankesto 12 A. Laite saatiin liitettyä automaatioon paikallisverkon kautta WI-FI yhteydellä.

Laite valikoitui opinnäytetyöhön helpon liitettävyyden, kattavan tuen ja kustannustehokkuutensa takia. Laite tarjoaa myös mahdollisuuden ohjata sen tilaa käsikäyttöisesti suoraan pistorasiassa

olevalla painikkeella, mikä mahdollisti, että kaikkien talon asukkaiden ei tarvinnut käyttää lämmitystä automaatio käyttöliittymän kautta. Shelly Plug S pystyi myös mittaamaan ohjattavan laitteen kulutusta, ja esittämään sen automaatioon. Mikä mahdollisti laitteen kulutusdatan erottelun kokonaiskulutuksesta.

Laitetta ohjattiin lämpötilaperusteisesti käyttäen Shelly H&T:n mittaustietoa lähtötietona. Tavoitteena oli saada pidettyä peruslämpöä rakennuksessa yllä, joten asetusarvoksi asetettiin 9 astetta. Automaatiossa rajoitettiin lämmitys, silloin kun pörssisähkö nousi yli 5 sentin hinnan sekä 1 kWh tehoraja ylittyi.



Kuvio 16 Testikohteen lämmitysjärjestelmän ohjauksen analyysi

Lämmitykseen lisättiin toinen automaatio, jonka tarkoituksena oli hyödyntää pörssisähkön hintatietoja nostaa lämpötilan asetusarvoa korkeammalle hinnan ollessa alle 5 sentin. Tällä tavoin rakennusta lämmitettiin kustannustehokkaasti, jolloin se säilytti lämpöä korkeampien hintajaksojen aikana. Ratkaisu vähensi tarvetta lämmittää rakennusta kalliilla sähköllä ja paransi rakennuksen lämpöolosuhteita.

7.12 Ilmanvaihdon automaattinen ohjaus aika- ja hintaperusteisesti

Ilmanvaihtoa haluttiin ohjata säännöllisesti käymään jokaisen tunnin ensimmäisen varttitunnin ajaksi. Home Assistantiin luotiin ensin aikaohjelma, jonka perusteella koneen käyntiä ohjattiin. Näin saatiin ilma vaihtumaan säännöllisin väliajoin rakennuksessa.



Kuvio 17 Ilmanvaihdon ajallinen ohjaus

Käyttäjän pyynnöstä automaatioon lisättiin myöhemmin ominaisuus, jolla jokaisen tunnin halvin vartti tunnistettiin Nordpoolin tarjoamasta hintaennusteesta, minkä avulla kyettiin siirtämään ilmanvaihdon käynti tälle ajanhetkelle.

7.13 Järjestelmän luotettavuus ja havaitut vikatilanteet

Järjestelmästä saatiin rakennettua stabiili, eikä se kokenut testiajankohtana toimintahäiriöitä. Mahdollisia vikatilanteita, joita saatetaan kohdata kotiautomaatiota käytettäessä ovat yhteysongelmat ja sähkökatkot. Yhteysongelmien tapahtuessa ei järjestelmä kykene ohjaamaan laitteita, joten laitteet saattavat jäädä käy tilaan ja kuluttaa tarpeettomasti ja energiatehottomasti sähköä.

Shellyn paristokäyttöisissä laitteissa havaittiin ongelmia liittyen niin sanottuun unitilaominaisuu-teen (sleep mode). Laite oli suunniteltu siten, että se otti yhteyden automaatio palveluun lämpötilan tai kosteuden muuttuessa käyttäjän asettaman arvon verran. Tämä johti siihen, että jos laite kadotti WI-FI yhteyden paikallisverkkoon jätti se viimeisimmän saadun lämpötilatiedon automaatioon säätötiedoksi. Tämä saattoi johtaa siihen, että tilaa lämmitettiin yli pyydetyn asetusarvon, koska mittausarvoa ei kyetty lähettämään automaatiopalvelimelle. Mikä heikensi energiatehokkuutta ja saattoi aiheuttaa tarpeetonta energiakulutusta.

8 Johtopäätökset

Opinnäytetyön tuloksena saatiin kohteeseen toteutettua skaalautuva älykotiratkaisu, joka palveli monipuolisesti käyttäjän tarpeita. Cozify HAN lukulaitteella kerätty tieto kiinteistön energian kulu- tuksesta auttoi käyttäjiä havaitsemaan ongelmakohtia ja tunnistamaan paljon kuluttavia laitteita. Kotiautomaatioon tallennetun historiadatan avulla pystyttiin tarkastelemaan vuorokausitasolla ra- kennuksien lämpö- ja kosteusdataa. Kerätyllä datalla ja pörssisähköennusteilla saatiin muutettua päivittäisiä energiankulutustottumuksia.

Ohjaukset pörssisähköhintojen mukaan automatisoi sähkön kulutusta halvemmille hinnoille, jotta saavutettiin energiakustannuksen vähennyksiä. Työssä onnistuttiin luomaan käyttäjälle helposti ymmärrettävä käyttöliittymä, johon tarpeiden mukaan saadaan jatkossa lisättyä laitteita.

Opinnäytetyössä onnistuttiin löytämään ratkaisuja tehomaksun välttämiseksi ja energiakustannuk- sien optimoinnille, sekä luotua kokonaiskuvaa kotiautomaation hyödyistä. Työssä esiteltiin katta- vasti toimeksiantajan Cozify Han-lukijan toiminnallisuutta, sekä käyttöön otettiin se osaksi auto- maatio kokonaisuutta.

Rajoitteita työhön toi kohteessa olevan sähkötekniikan rajoitteisuus. Työssä olisi voitu saavuttaa kattavampi käsitys HAN-rajapinnan mahdollisuuksista, jos kohteessa olisi ollut käytössä seuratta- vaa omatuotantoa tai paljon energiaa kuluttavia laitteita, kuten sähköauton latauspiste. Tällöin olisi saatu aikaan tilanteita, jossa olisi voitu testata ja käyttöönottaa HAN-rajapinnan ominaisuuksia laajemmin.

Tultiin lopputulokseen, että kotiautomaatio mahdollistaa oikein toteutettuna tehokkaan energian- kulutuksen seurannan ja optimoinnin. Todennettiin myös Cozifyn HAN:in ja Home assistantin teho- kas yhteensopivuus.

Lähteet

Energia – Suomi lukuina. Tilastokeskuksen sivuillaan julkaisema koonti suomen energiakulutus tilastoista. Päivitetty 10.12.2024. Viitattu 10.11.2025. https://stat.fi/tup/suoluk/suoluk_energia.html

Energy efficiency in a smart home: Comfortable savings. 2023. Larnitech älykotijärjestelmä valmistajan julkaisema blogikirjoitus. Viitattu 18.10.2025. <https://www.larnitech.com/blog/energy-efficiency-in-a-smart-home/>

Energiavirasto esittää sähkön verkkopalvelumaksujen rakenteiden valtakunnallista yhdenmukaistamista. 2025. Energiaviraston 10.10.2025 sivuillaan julkaisema tiedote. Viitattu 18.10.2025. <https://energiavirasto.fi/-/energiavirasto-esittaa-sahkon-verkkopalvelumaksujen-rakenteiden-valtakunnallista-yhdenmukaistamista>

Ensure access to affordable, reliable, sustainable and modern energy for all, 2025 YK:n Kestävien tavoitteiden sivuilta. Viitattu 30.11.2025 https://sdgs.un.org/goals/goal7#targets_and_indicators

Fromaget, P. 2025. What Is a Raspberry Pi? (Hardware, Software, Goal & Usage). Viitattu 10.11.2025. <https://raspberrytips.com/what-is-a-raspberry-pi/>

Household energy choices: New empirical evidence and policy implications for sustainable behaviour. 2024, 9. OECD:n empiirinen tutkimus. 11.12.2024. Viitattu 10.11.2025. <https://one.oecd.org/document/ENV/WKP%282024%2917/en/pdf>

Kotiautomaatiolla äly ja energiatehokkuus kodin lämmitykseen. 2019. Suomenkotiautomaatio.fi sivustollaan 27.11.2019 julkaisema blogikirjoitus. Viitattu 10.11.2025. <https://suomenkotiautomaatio.fi/ajankohtaista-kotiautomaatiosta/kotiautomaatiolla-aly-ja-energiatehokkuus-kodin-lammitykseen>

Kotiautomaatioliitännän tekniset tiedot. (n.d) Elenia Oy:n sivuillaan julkaisema käyttöohje. Viitattu 19.11.2025. <https://www.elenia.fi/files/01427c0e259eb3b968a3d18b8b92771e00c9d6ba/kotiautomaatioliitannan-tekniset-tiedot.pdf>

L 588/2013, 1 § – Sähkömarkkinalaki. Viitattu 10.11.2025. <https://www.finlex.fi/fi/lainsaadanto/2013/588/muutoshistoria/20170266>

Mallari, J. 2025. A History of Raspberry Pi Boards. Circuit Basics. Viitattu 29.10.2025 <https://www.circuitbasics.com/introduction-to-raspberry-pi/>

Miten säästää energiaa kotiautomaation avulla. 2025. Verkkokauppa.com:in julkaisema blogikirjoitus. Viitattu 10.11.2025. <https://www.verkkokauppa.com/fi/artikkelit/miten-saastaa-energiaa-kotiautomaation-avulla>

Opas kulutusjousto, Hallitse kotisi sähkönkulutusta. 2024. Fingridin sivuilla julkaistu PDF opas sähkönkulutuksen hallintaan. Viitattu 10.11.2025. https://www.fingrid.fi/globalassets/dokumentit/fi/julkaisut/opas_kulutusjousto.pdf

Pantsu, P. 2023 . Sähkön tehomaksu määräytyy jatkossa 15 minuutin huipputehon mukaan – var-
tin kulutuspiikki voi maksaa kympejä. Viitattu 10.11.2025. <https://yle.fi/a/74-20187723>

Sensible solutions for reactive power compensation. 2016. Fingridin sivuillaan julkaisema netti-
lehti. Viitattu 17.11.2025. <https://www.fingridlehti.fi/en/sensible-solutions-for-reactive-power-compensation/>

Sähköautojen määrä kasvaa – latausverkosto laajenee, mutta haasteita riittää. Tanskanen, J., Sya-
kuru, E. 2024. Yle:n www-sivuilla julkaistu 24.2.2025. Viitattu 18.10.2025. <https://yle.fi/a/74-20144655>

Sähkömarkkinat siirtyvät varttihinnoitteluun lokakuussa 2025. Caruna Oy:n uutisartikkali
10.9.2025. Viitattu 22.11.2025. <https://caruna.fi/ajankohtaista/sahkomarkkinat-siirtyvat-varttihinnoitteluun-lokakuussa-2025>

THE 17 GOALS, 2025 YK:n kestävän kehityksen tavoitteet sivusto Viitattu 30.11.2025
<https://sdgs.un.org/goals>

YAML syntax - Home Assistant. 2025 Home Assistantin sivuillaan julkaisema käyttöohje. Viitattu
3.11.2025. <https://www.home-assistant.io/docs/configuration/yaml/>