

Opinnäytetyö (AMK)

Tieto- ja Viestintäteknikka

2025

Anselmi Siltala

Etäohjattava sähkölaitteiden säätöjärjestelmä



Opinnäytetyö AMK | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Tieto -ja Viestintätekniikan Koulutus

Opinnäytetyö 2025 | 26 sivua

Anselmi Siltala

Etäohjattava sähkölaitteiden säätöjärjestelmä

Sähkön hinnan kasvava vaihtelu ja lisääntynyt kysyntä energiansäästöratkaisuille ovat korostaneet sellaisten järjestelmien tarpeellisuutta, jotka mahdollistavat sähkölaitteiden etäohjauksen. Tämä opinnäytetyö tutkii mahdollisuutta toteuttaa edullisesti ja helposti laajennettavissa oleva kotiautomaattioratkaisu, jonka avulla voidaan hallita sähkönkulutusta kotona, vapaa-ajan asunnossa tai yrityksissä. Tutkimuksessa keskitytään nykyisten etäohjauksen ja automaation mahdollistavien teknologioiden arviointiin reaaliaikaisen sähkön hinnan perusteella.

Työssä perehdyttiin erilaisiin ohjelmisto- ja laitteistoyhdistelmiin, joita kokeiltiin tarkoituksena löytää toimiva ja käyttäjäystävällinen ratkaisu. Näiden perusteella Home Assistant valittiin automaation keskusyksiköksi sen avoimen lähdekoodin, muokattavuuden ja laajan laiteyhteensopivuuden ansiosta. Laitteistoalustaksi valittiin Raspberry Pi 5 sen edullisuuden, luotettavuuden ja aktiivisen käyttäjäyhteisön vuoksi. Lopullinen järjestelmä konfiguroitiin mahdollistamaan etäkäyttö Home Assistant Cloudilla, mikä takaa turvallisen ja tehokkaan sähkölaitteiden hallinnan. Tulokset osoittavat, että paikallisesti asennettu automaatiojärjestelmä voi auttaa käyttäjiä optimoimaan energiankulutustaan ja vähentämään kustannuksia ilman, että turvallisuus tai käytettävyys vaarantuu

Asiasanat: automaatio, etähallinta, sähkölaitteet, home assistant, rasperry pi, automaatiojärjestelmät.

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Degree Programme in Information and Communications Technology

Completion year of the thesis 2025 | Total number of pages 26

Anselmi Siltala

Remotely Controlled Electrical Device Control System

The increasing fluctuation of electricity prices and the heightened demand for energy-saving solutions have emphasized the necessity of systems that require remote control of electrical devices. This thesis explores the possibility to implement a cheap and scalable home automation solution for managing electricity consumption at home or holiday house environments. The study foregrounds the assessment of current technologies enabling remote control and automation as per real-time electricity price.

The study involved looking into and trying out various combos of software and hardware, with the goal of finding a useful and easy-to-use solution. From what was found, Home Assistant was picked as the main automation hub because of its open-source format, adaptability, and large device compatibility. Raspberry Pi 5 was chosen as the hardware base for its low cost, dependability, and community backing. The final system was configured to allow remote access through Home Assistant Cloud for enabling secure and efficient control of electrical devices. The outcome demonstrates that a locally installed automation system can help users optimize their energy use and reduce costs without compromising security or usability.

Keywords: automation, remote control, electrical devices, home assistant, raspberry pi, automation systems

Sisältö

| | |
|---|-----------|
| 1 Johdanto | 6 |
| 2 Pörssisähkön vaihtelu | 7 |
| 2.1 Hintaan vaikuttavat tekijät | 7 |
| 3 Asennusvaihtoehtoja ja laiteyhteensopivuuden valinta | 9 |
| 3.1 Raspberry Pi | 9 |
| 3.2 Pilvipalvelut | 10 |
| 3.3 Palvelimet ja NAS(Network Attached Storage)-laitteet | 10 |
| 3.4 Yhteenveto | 11 |
| 4 Järjestelmän suunnittelu ja toteutus | 12 |
| 4.1 Laite- ja järjestelmä valinta | 12 |
| 4.2 Laitteistoasennus | 13 |
| 4.3 Home assistant OS:n asennus | 13 |
| 4.4 Verkkoyhteydet ja integrointi | 14 |
| 4.5 Etähallinta | 14 |
| 5 automaation suunnittelu ja käyttöliittymä | 16 |
| 5.1 sähkölämmittimen automaattinen ohjaus pörssisähkön avulla | 16 |
| 5.2 Laitteiden ohjaus ja käyttöliittymän toteutus | 16 |
| 5.3 Automaation toteutus | 17 |
| 6 Kyberturvallisuus Raspberry Pi:llä ja Home Assistantilla | 20 |
| 6.1 Verkkoturvallisuus | 20 |
| 6.2 Etäyhteydet | 20 |
| 6.3 Päivitykset ja ohjelmistotuki | 21 |
| 6.4 Fyysinen turvallisuus | 21 |
| 7 Yhteenveto | 22 |
| Lähteet | 24 |

Kuvat

| | |
|--|----|
| Kuva 1. Automaation kuvaus | 18 |
| Kuva 2. Home Assistant dashboardin kuvaus. | 19 |

Käytetyt lyhenteet

| | |
|-----|--|
| NAS | Network Attached Storage, verkkotallennusjärjestelmä |
|-----|--|

1 Johdanto

Sähkön hinnanvaihtelut ovat kasvaneet viime vuosina, mikä on lisännyt kiinnostusta energiatehokkaisiin ja automaattisiin ratkaisuihin kotitalouksissa. Yritys, jolle tein tämän projektin on ollut kiinnostunut jo pitemmän aikaa sähkölaitteiden hallinnasta ja automaation rakentamisesta. Pörssisähkön avulla kuluttajat voivat säästää merkittävästi kustannuksissa ohjaamalla lämmitystä ajankohtina, jolloin sähkö on edullisinta. IoT (Internet of Things) -teknologian avulla voidaan kehittää järjestelmä, joka mahdollistaa esim. lämmityksen etäohjauksen ja optimoinnin pörssisähkön hinnan perusteella. (Fingrid Oyj, 2023; Helen Oy, 2024a; Apinalaatikko, 2025)

Opinnäytetyöni keskittyy IT (information technology) -pohjaisten järjestelmien tutkimiseen, joilla olisi tarkoitus hallita talon tai yrityksen sähkölaitteita etänä. Tarkoitus on luoda etähallintasovellus tai käyttää hyödyksi markkinoilla olevia sovelluksia. Tällainen järjestelmä voi merkittävästi vähentää energiakustannuksia pientalouksissa ja yrityksissä. Samalla on tarkoitus tutkia, kuinka turvallista on käyttää etäältä hallittavia sähkölaitteita ja mitä tapoja olisi vielä parantaa niiden tietoturvaa ja luotettavuutta.

2 Pörssisähkön vaihtelu

Pörssisähkön tuntihinnat muodostuvat seuraavalle päivälle tällä hetkellä vielä edeltävänä päivänä klo 15 mennessä, mutta vuoteen 2028 mennessä sähköyhtiöiden pitää vaihtaa uudet sähkömittarit, mitkä tukevat kulutuksen seurantaan 15 minuutin välein. Pörssisähkön hinta määräytyy Nord Pool -sähköpörssissä kysynnän ja tarjonnan perusteella. Hinta muodostuu tuntikohtaisesti ja määräytyy kalleimman tarvittavan tuotantomuodon mukaan. Pörssisähkö seuraa samaa sähkönhinnan muodostumista eli sähkönhinta muodostuu neljästä tekijästä: sähköenergiasta, sähkönsiirrosta ja sähköverosta sekä arvonlisäverosta. (Kajaste 2025; Helen Oy 2025)

2.1 Hintaan vaikuttavat tekijät

Pörssisähkön hintaan vaikuttaa useita tekijöitä, jotka vaihtelevat sääolosuhteista kansainväliseen sähkökauppaan. Näitä tekijöitä tarkastellaan alla olevassa taulukossa (Taulukko 1), jossa on koottu keskeiset sähkömarkkinoihin vaikuttavat tekijät Fingridin (2023) mukaan.

Taulukko 1. Pörssisähkön hintaan vaikuttavat tekijät (Fingrid Oyj 2023).

| | |
|---|--|
| Sää | Tuulivoiman tuotanto ja kylmät säät vaikuttavat kysyntään. |
| Polttoaineiden ja päästöoikeuksien hinnat | Kalliimpi tuotanto nostaa hintaa. |
| Vesitilanne Pohjoismaissa | Vaikuttaa vesivoiman tuotantoon. |
| Sähköntuonti ja -vientti | Euroopan markkinahinnat vaikuttavat Suomeen. |
| Kulutushuiput | Aamulla ja illalla kysyntä nostaa hintaa. |

Taulukossa 1 esitetyt tekijät havainnollistavat, miten monimutkainen sähkön hinnanmuodostus voi olla. Esimerkiksi kylminä ja tuulettomina päivinä sähkön kysyntä kasvaa samalla, kun tuulivoiman tuotanto vähenee, mikä voi johtaa hintojen nousuun. Vastaavasti hyvä vesitilanne mahdollistaa edullisempaa vesivoimatuotantoa ja siten voi alentaa hintoja. (Helen, 2024a; Helen, 2024b)

Vuonna 2024 pörssisähkön hintaan vaikuttivat eniten sääolosuhteet, erityisesti tuulisuuden vaihtelut. Tuulisina päivinä sähköä tuotettiin runsaasti, mikä laski hintoja, mutta tyyninä päivinä hinnat nousivat selvästi. Esimerkiksi tammikuussa 2024 sähkön hinta kävi huipussaan, kun kovat pakkaset lisäsivät kulutusta ja samaan aikaan tuulivoiman tuotanto jäi vähäiseksi. (Helen, 2024a; Helen, 2024b)

Vuoden 2025 sähkön hintaennuste perustuu sähköjohdannaisten hintoihin. Tällä hetkellä ennakoidaan, että alkuvuodesta (tammi-maaliskuu) sähkön hinta olisi noin 7,4 snt/kWh, kun taas kevään (huhti-kesäkuu) aikana hinta voisi laskea noin 3,0 snt/kWh tasolle. On kuitenkin hyvä muistaa, että nämä ovat vain ennusteita, ja lopullinen hinta riippuu muun muassa säästä, polttoaineiden hinnoista ja sähköntuotannon tilanteesta. (Helen, 2024a; Helen, 2024b)

Kaiken kaikkiaan sähkön hinnan odotetaan pysyvän melko maltillisena vuonna 2025 verrattuna aiempiin vuosiin. Silti hintavaihteluita voi tulla, erityisesti talvella, kun kulutus kasvaa ja tuotanto-olosuhteet voivat muuttua nopeasti. (Helen, 2024a; Helen, 2024b)

3 Asennusvaihtoehtoja ja laiteyhteensopivuuden valinta

Home Assistant ja OpenHAB tukevat montaa eri alustaa ja kummatkin tarjoavat monipuolista ja laajaa laiteverkostoa käyttöönsä, mutta suurin ero tulee niiden asennusvaihtoehtoissa, mikä vaikuttaa valitun järjestelmän käytettävyyteen ja suorituskykyyn. Seuraavaksi käydään läpi vaihtoehdot mitä voidaan käyttää projektin valmistumiseen.

3.1 Raspberry Pi

Home Assistant ja OpenHAB ovat avoimen lähdekoodin järjestelmiä, jotka tukevat Raspberry Pin käyttöä, koska se on pieni, edullinen ja energiatehokas.

Home Assistantin kohdalla suositellaan, että käytetään Raspberry Pi 4:ää tai 5:tä ja RAM-muistia saisi olla vähintään 2 Gt, mutta olisi parempi olla 4 Gt tai 8 Gt. Muuta tarpeellista on olla virtajohto, Micro SD -kortti, Ethernet-kaapeli ja tarvittaessa SD-kortinlukija. Tämän asentaminen on helppoa, koska voit käyttää Home Assistant OS -ohjelmaa käyttöjärjestelmän asentamiseen muistikortille, joka sen jälkeen liitetään Raspberry Pi:hin. (Home Assistant, 2024b)

OpenHAB:lla Raspberry Pi on yleinen vaihtoehto asennusalustaksi, ja se seuraa samoja suosituksia laitteiston kanssa kuin Home Assistant. Eroavaisuus tulee siitä, että OpenHAB tarjoaa asennuspakettia nimeltä OpenHAB, joka on yksi vaihtoehtoista Raspberry Pi:lle. Tämä asennuspaketti on optimoitu käyttöjärjestelmä, joka sisältää valmiiksi OpenHAB-kotiautomaatiojärjestelmän ja siihen liittyvät työkalut. Se helpottaa asennusta ja konfigurointia tarjoamalla automatisoituja säätöjä, suorituskyvyn optimointeja ja laajennuksia.

OpenHAB tukee myös muita Debian- ja Ubuntu-pohjaisia järjestelmiä, ja se voidaan asentaa manuaalisesti muille Linux-palvelimille. OpenHAB voidaan asentaa manuaalisesti Linux-käyttöjärjestelmään tai Windowsille. (openHAB Foundation, 2024c)

3.2 Pilvipalvelut

Home Assistant ja OpenHAB ovat käytettävissä pilvipalveluissa, vaikka kumpikin järjestelmä voidaan asentaa pilveen, kuten Google Cloudiin, Microsoft Azureen tai Amazon Alexaan. Tätä vaihtoehtoa ei voi suositella pitkäaikaiseen käyttöön, koska vastaan tulee ongelmia, kuten latenssiongelmaa, joka riippuu internetin nopeudesta ja fyysisten palvelinten sijainnista. Tietoturva on myös haastavampaa, kun kotiautomaation hallitseminen tapahtuu ulkopuolisesta palvelusta. Pilvipalvelua voidaan tarvittaessa käyttää hyödyksi testausympäristönä. (Home Assistant Community, 2022; MSCales. 2023)

3.3 Palvelimet ja NAS(Network Attached Storage)-laitteet

Home Assistant ja OpenHAB voidaan asentaa palvelimille tai NAS-laitteille. Niiden avulla voidaan integroida automaatio osaksi laajempaa palvelinympäristöä. Tämä helpottaa tiedostojen ja kuvien jakoa älykotiympäristössä ja pääsyn jaettuihin tiedostoihin etänä. Home Assistant on luotu pääosin kodin automaatioimiseksi, mikä vaikuttaa sen toimintaan NAS-palvelimena. Suurimmat heikkoudet ovat, että tiedostot voidaan tallentaa vain tietyissä muodoissa ja niihin pääseminen voi viedä enemmän aikaa kuin kaupallisten NAS palvelinten käytössä. (Home Assistant, 2024a; openHAB Foundation, 2024b; UMA Technology, 2023)

Home Assistant voidaan asentaa Dockerin avulla, ja tämä mahdollistaa automaatiolaitteiden eristämisen kaikista järjestelmistä ja lisää hallittavuutta ja tietoturvaa. Virtuaali NAS-laitteilla Home Assistant voidaan lisätä Docker-konttina, mikä helpottaa päivitysten hallintaa. (Home Assistant, 2024c; InfluxData, 2022)

OpenHAB toimii samalla tavalla palvelinympäristössä kuin Home Assistant ja se myös tukee Dockeria ja manuaalista asentamista Linux-käyttöjärjestelmiin. NAS-laitteille OpenHAB lisätään Dockerin avulla, ja se toimii rinnakkain muiden sovellusten, kuten mediapalvelinten kanssa. (openHAB Foundation, 2024a)

3.4 Yhteenveto

Home Assistant ja OpenHAB tarjoavat useita vaihtoehtoja asentaa järjestelmänsä. Tämän takia käyttäjän on valittava, mihin tarkoitukseen ja kuinka isoa automaatioverkostoa hän haluaa ylläpitää. Raspberry Pi sopii pienille järjestelmille ja on hyvä aloitusvaihtoehto aloittelijoille. NAS-laitteet mahdollistavat kotiautomaation liittämisen muihin kodin palveluihin, kun taas pilvipohjaisia ratkaisuja ei voi suositella pitkän aikavälin kotiautomaatiolle.

Tähän projektiin suositellaan käyttämään Raspberry Pi:tä, koska se tukee kumpaakin järjestelmää ja näin on myös mahdollista vaihdella niiden välillä. Hinnaltaan ne ovat noin 100–200 € sen perusteella, ostaako Raspberry Pi 4: vai 5:n ja mitä lisäosia ostaa.

4 Järjestelmän suunnittelu ja toteutus

4.1 Laite- ja järjestelmävalinta

Tähän opinnäytetyöhön valittiin laitteiksi Raspberry Pi 5 ja käyttöjärjestelmäksi Home Assistant. Valinnan perusteena on molempien laaja käytettävyys, monipuolisuus ja yhteensopivuus monien sähkölaitteiden kanssa.

Raspberry Pi 5 on edeltäjiään tehokkaampi, mikä tarjoaa paremman suorituskyvyn ja vaihtoehtona ottaa 16GB:iin saakka RAMia, mikä tekee tästä laitteesta parhaimmat vaihtoehdon. Ydinten määrän ja muistikapasiteetti mahdollistavat tehokkaamman ja nopeamman reagoinnin muutoksiin, mitä voidaan hyödyntää esim. pörssisähkön hinnan muutoksissa. (Raspberry Pi Foundation, 2023a)

Home Assistant valittiin sen monipuolisuuden, käyttäjäliittymän helppouden, muokattavuuden ja laajan laitetuen takia. Ratkaiseva tekijä Home Assistantin valintaan oli mahdollisuus käyttää sitä paikallisesti vain, mikä parantaa toimivuutta ja tietoturvaa. Vaikka Home Assistantin kehittäminen päättyisi, sen käyttöä pystyy jatkamaan, koska se toimii paikallisesti. Home Assistant on myös avoimen lähdekoodin ohjelmisto, mikä antaa mahdollisuudet muokata sen koodia halutulla tavalla ja lisätä ominaisuuksia. (Home Assistant, 2024d; Home Assistant Guide, 2023)

Vaihtoehtoisina ratkaisuinä harkittiin OpenHABia ja pilvipalveluja, kuten Google homea ja Amazon Alexaa. OpenHAB on hyvä vaihtoehto linux-osajalle, mutta siinä jää toivomisen varaa käyttäjäystävällisyyden parissa. Pilvipohjaiset ratkaisut vaativat internetyhteyttä koko ajan, mikä taas heikentää yksityisyyttä ja tietoturvaa. (OpenHAB Documentation, 2023; MSCales, 2023)

4.2 Laitteistoasennus

Raspberry Pi 5 on erinomainen valinta kotiautomaatioprojekteissa, jossa vaaditaan nopeaa ja monien laitteiden hallintaa. Laitteiston valinnan perusteena oli myös Raspberry Pi:n kompakti koko ja energiatehokkuus, mikä mahdollistaa jatkuvan käytön ilman merkittävää sähkönkulutusta.

Asennusvaiheessa Raspberry Pi 5 varustettiin mahdollisilla oheislaitteilla, kuten virtalähteellä, microSD-kortilla, jäähdytin elementillä, Ethernet-kaapelilla ja alumiinikotelolla, jossa on tuuletin. Käyttöön otossa laite sijoitettiin turvalliseen paikkaan ja sen ilmanvaihto varmistettiin ylikuumenemisen estämiseksi. Laite kytkettiin ensisijaisesti paikallisverkkoon, mutta käytettävissä on myös langaton yhteys.

Laitteen valmistelussa otettiin myös huomioon mahdollinen laajennus tulevaisuudessa. Sen monipuolinen GPIO-pinnijärjestelmä takaa useiden lisälaitteiden lisääminen kotiautomaatiojärjestelmään. Käytössä oleva laitekokonaisuus tukee pitkäaikaiskäyttöä ja monipuolista laitehallintaa.

(Raspberry Pi Foundation, 2023a; Raspberry Pi Foundation, 2023b; Weltner, T. 2024)

4.3 Home Assistant OS:n asennus

Home Assistant OS valittiin käyttöjärjestelmäksi, koska se tarjoaa monipuoliset ominaisuudet ja laajan laitetuen. Asennus suoritettiin Home Assistant OS:n versiolla, joka mahdollistaa paikallisen käytön ja turvallisen hallinnan ilman jatkuvaa pilviyhteyttä, ja paikallinen asennus tarjoaa luotettavan ja yksityisyyttä suojelevan ratkaisun. (Home Assistant, 2024d)

Asennusprosessi alkaa lataamalla Home Assistant OS -kuva ja siirtämällä se sitten microSD-kortille Raspberry Pi Imager -ohjelmistolla. Kortin asettamisen jälkeen Raspberry Pi 5 käynnistetään ja käyttöjärjestelmän käynnistysprosessia seurataan useita minutteja, kunnes yhteys muodostetaan paikallisverkon sisällä ja avataan web-sivu, jonka osoite on **<http://homeassistant.local:8123>**.

Alkuasennuksen jälkeen verkkoasetukset ja paikallisen ohjauspaneelin konfigurointi suoritetaan selaimen kautta, ja käyttöliittymää on helppo hallita jopa etäyhteyden kautta. (Home Assistant, 2024d; Pi My Life Up. 2025)

4.4 Verkkoyhteydet ja integrointi

Verkkoyhteyksien toimivuus varmistettiin liittämällä Home Assistant paikallisverkkoon ensisijaisesti langallisesti tukemaan vakaampaa yhteyttä ja Paikallinen yhteys varmistaa tehokkaan ja viiveettömän yhteyden verkkoon. Langaton yhteys otettiin käyttöön varajärjestelmänä, jolloin myös mobiilikäyttö on mahdollista ilman erillisiä kaapelointeja.

4.5 Etähallinta

Home Assistantin etähallintamahdollisuuksiin tutkittiin kolmea eri vaihtoehtoa, jotka olivat Tailscale, Cloudflare ja Home Assistant Cloud. Näihin päädyttiin niiden luotettavuuden, turvallisuuden ja helpon käyttöönoton vuoksi.

Yksi vaihtoehdoista oli Tailscale, joka käyttää avoimen lähdekoodin tietokoneohjelmaa WireGuardia. Se käyttää VPN-verkkoa luodakseen laitteiden välille yksityisen verkkoyhteyden ja salaa liikenteen internetin ja koneen välillä. Tailscale tarjoaa hyvän tietoturvaratkaisun, jossa ei tarvitse avata portteja, mutta sen käyttöönotto vaatii teknistä osaamista ja se ei ole yhtä käyttäjäystävällinen kuin Home Assistant Cloud on. (Tailscale, 2024; Tailscale, 2023)

Toinen vaihtoehto oli käyttää Cloudflareä, joka toimii välimuistipalvelimena ja tarjoaa ylimääräisen suojakerroksen verkkosivujen ja käyttäjien väliin. Cloudflare toimintaan kuuluu tiedonvälitys verkkosivuille ja koska se suojaa näitä sivuja niin se pystyy suodattamaan useimmat palvelinestohyökkäykset, ennen kuin ne pääsevät verkkosivuille. Tämä ratkaisu on tehokas ja ilmainen,

ainut mistä pitää maksaa on oman verkkotunnuksen (domain) hankinnasta. (Home Assistant Community, 2023; Brenner-Tobias, 2024)

Lopullinen valinta oli Home Assistantin oma Cloud, jonka takana on Nabu Casa -yhtiö, joka toimii virallisena pilvipalvelun tuottajana Home Assistantille. Sen etuina ovat helppo käyttöönotto, yhteensopivuus, käyttäjäystävällisyys ja virallinen tuki Home Assistantiin. Palvelu ei vaadi porttien avausta tai VPN-yhteyksiä, mikä tekee siitä vaivattoman ja luotettavan työkalun. (Nabu Casa, 2025a; Nabu Casa, 2025b; Nabu Casa, 2025c)

Home Assistant Cloudin valintaan vaikutti myös se, että projektissa oli tarkoitus saada asiakasystävällinen ratkaisu ja turvallinen vaihtoehto pientalojen ja yritysten sähkölaitteiden hallintaa varten.

5 automaation suunnittelu ja käyttöliittymä

5.1 sähkölämmittimen automaattinen ohjaus pörssisähkön avulla

Keskeisin tavoite projektissa oli luoda automaatio, joka ohjaa sähkölämmittimiä pörssisähkön mukaan hyödyntäen edullisimpiä tuntihintoja ja vähentää sähkönkulutusta suurien tuntihintojen aikana.

Sähkölämmittimien ohjauksessa käytetään Home Assistantiin liitettyä Shelly Plug S Gen3 -etäohjattavaa pistorasiaa, joka tukee reaaliaikaista ohjausta ja sähkönkulutuksen mittausta. Se toimii paikallisesti ja Wi-Fi-yhteydellä ja mahdollistaa lämmityksen ohjauksen ilman erillisiä releitä.

Automaatio toimii niin, että lämmitys käynnistyy pörssisähkön hinnan ollessa halutun rajan alapuolelle. Hinta tiedot haetaan automaattisesti Home Assistantiin asennetun Nord Pool -integraation avulla, joka tuo tuntikohtaisen hinnat Home Assistantiin ja siitä automaatio vertailee saatuja tietoja annettuun hintarajaan ja jos hinta on tarpeeksi matala, se kytkee lämmityksen päälle.

Automaation koodi itsessään tuotetaan Home Assistantin omalla automaatiotyökalulla ja siihen on vielä mahdollista lisätä ominaisuuksia, kuten aikakatkaisu eli lämmitys tapahtuu vain tietyinä aikana, talon vähimmäislämpötila, jos lämpötila laskee alle 18°C lämmitys käynnistyy riippumatta hinnasta ja laitteen enimmäiskäyttöaika vuorokaudessa.

5.2 Laitteiden ohjaus ja käyttöliittymän toteutus

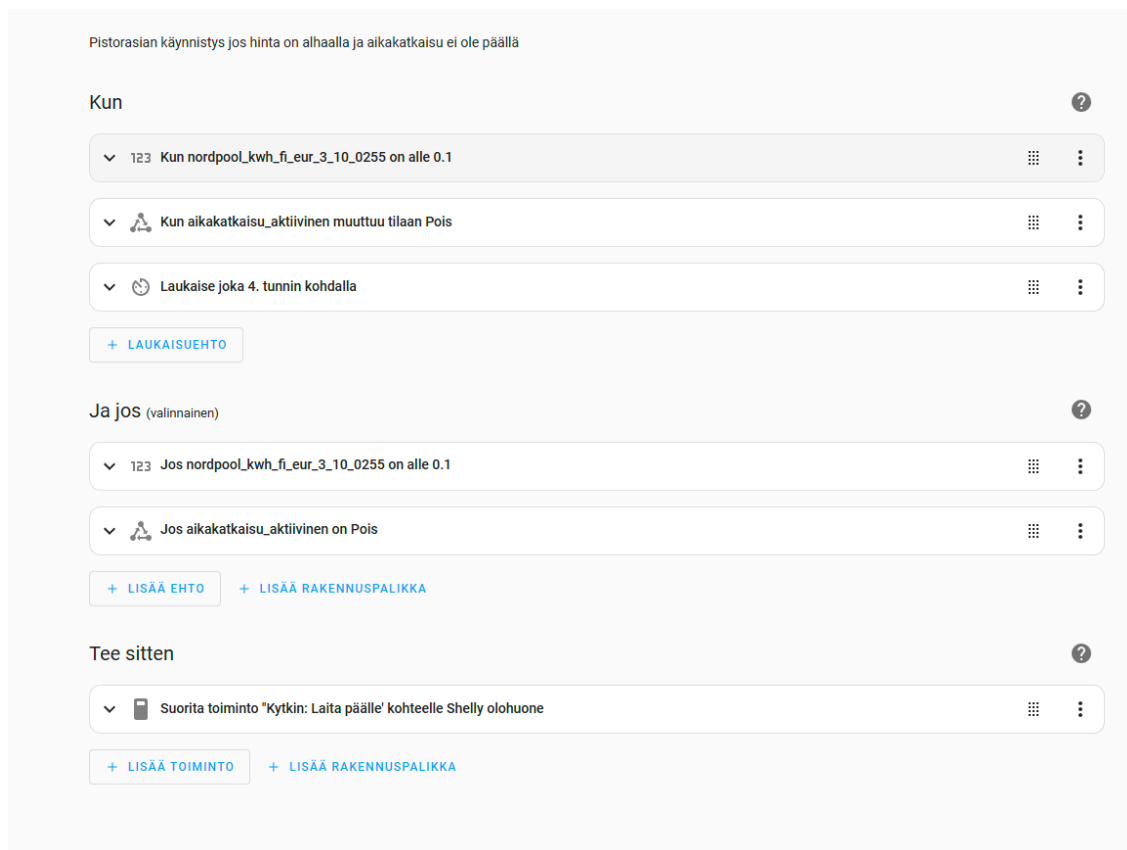
Ensisijaisesti Home Assistant -järjestelmällä on tarkoitus ohjata sähkölämmittimiä, joita hallitaan automaation tai manuaalisen käyttöliittymän kautta. Lisäksi järjestelmään voidaan lisätä muita sähkölaitteita, kuten valaistus, ilmanvaihtojärjestelmä ja lämminvesivaraaja. Kaikki laitteen kommunikoivat Home Assistantin kanssa Wi-Fi-yhteyden välityksellä, mikä tekee asennuksesta helppoa.

Käyttöliittymänä käytetään Home Assistantin omaa palvelua ja sen käyttöliittymää muokattiin sisältämään kytkimet kaikille eri lämmittimille ja grafiikat sähkön hinnasta, kulutuksesta ja ulkolämpötilasta. Home Assistantin oma käyttöliittymä on muokattavissa tarpeen mukaan, kun laitteita tulee lisää järjestelmään. Käyttöliittymä toimii sekä selaimella että mobiililaitteilla, ja se tarjoaa reaaliaikaisen näkymän kodin tilasta. Käyttäjä voi tarkastella sähkön hintaa, energiankulutusta, automaatioiden tilaa sekä ohjata laitteita manuaalisesti napin painalluksella. Käytettävyyden kannalta oli tärkeää, että järjestelmä toimii nopeasti ja luotettavasti sekä on helposti ymmärrettävissä myös vähemmän teknisille käyttäjille. Käyttöliittymän selkeä rakenne ja graafiset elementit tekevät kodin Home Assistantista helpomman hallita.

5.3 Automaation toteutus

Automaatioiden rakentaminen aloitettiin Home Assistantin graafisessa käyttöliittymässä, joka mahdollistaa automaatioiden määrittelyn ilman ohjelmointikokemusta. Automaatiot suunniteltiin vastaamaan sähkölämmityksen ohjaustarpeita, erityisesti sähkön hinnan perusteella tapahtuvaa pistorasian (Shelly Plug S) hallintaa.

Automaatioiden toiminta perustuu ns. laukaisimiin (triggers), ehtoihin (conditions) ja toimintoihin (actions) kuvan mukaisesti (kuva 1). Ensimmäiseksi määritettiin automaatio, joka käynnistää pistorasian, kun Nord Pool -pörssisähkön hinta laskee alle määritellyn kynnyksen (esimerkiksi 0.05 €/kWh). Tämän automaation laukaisimena toimii numeric_state-tyyppinen trigger, joka seuraa sähkön hinnan anturia (sensor.nordpool_kwh_fi_eur_3_10_0255). Automaation ehtona on lisäksi varmistaa, ettei aikakatkaisu ole aktiivinen, jotta pistorasia ei kytkeydy päälle kesken lepovaiheen.



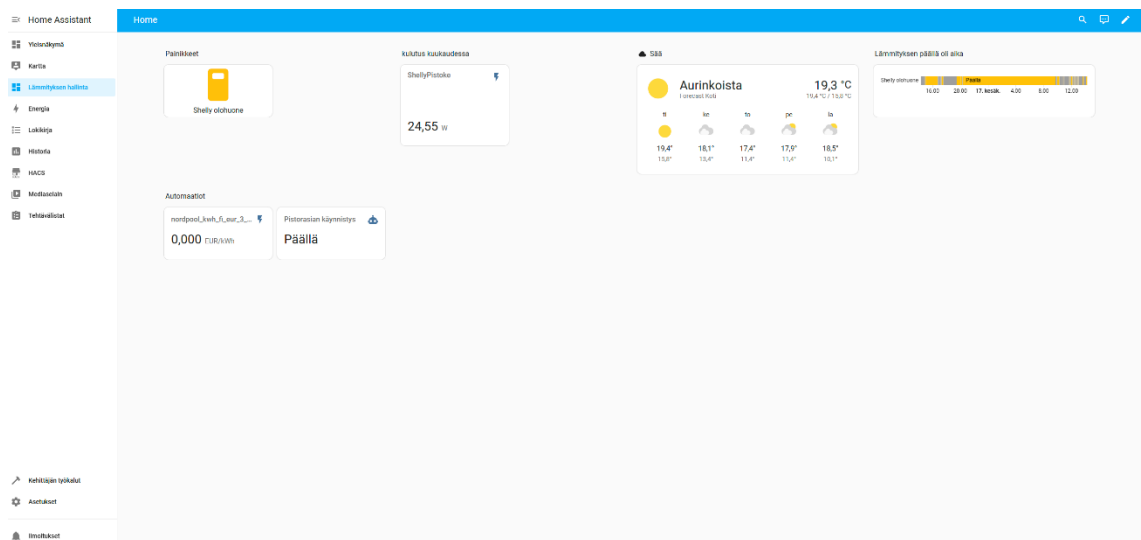
Kuva 1. Automaation kuvaus

Jotta järjestelmä ei jää odottamaan pelkkää hintatriggeriä, automaation toinen laukaisin toimii aikaperusteisesti: järjestelmä tarkistaa säännöllisesti (esimerkiksi 10 minuutin välein), ovatko ehdot täyttyneet, jolloin automaatio voi toimia myös viiveen jälkeen, mikäli hinta pysyy alhaisena.

Lisäksi toteutettiin aikakatkaisuun perustuva automaatio, joka sammuttaa pistorasian, kun se on ollut päällä tietyn ajan (esimerkiksi 1 tunti). Tällöin asetetaan myös erillinen input_boolean, joka toimii "lukituksena" estäen pistorasian uudelleenkäynnistykseen hetkellisesti. Tätä lukitusta käytettiin ehdoissa estämään turhia kytkentöjä ja säästämään laitteistoa. Kolmas automaatio palauttaa järjestelmän normaaliin tilaan tietyn ajan kuluttua (esim. 2 minuuttia) nollaamalla input_boolean-tilan.

Kaikki automaatiot toteutettiin Home Assistantin käyttöliittymän automaatiotyökalulla, ja ne tarkistettiin sekä testattiin käytännössä. Automaation

toimintaa testattiin vaihtamalla pörssisähkön anturin arvoa simuloidusti sekä seuraamalla lokitietoja. Käyttäjälle automaatioiden hallinta on mahdollista myös Home Assistantin Dashboard-näkymästä, josta voi seurata järjestelmän tilaa ja manuaalisesti ohittaa automaation, mikäli tarpeellista. Dashboard näytetään kuvan (kuva 2) mukaan.



Kuva 2. Home Assistant dashboardin kuvaus.

6 Kyberturvallisuus Raspberry Pi:llä ja Home Assistantilla

6.1 Verkkoturvallisuus

Home Assistantin turvallisuutta parannettiin ottamalla käyttöön vahvempi salasana ja kaksivaiheinen tunnistautuminen (2FA), mikä estää luvattomat kirjautumisyrietykset ja Nabu Casan -palvelu toimii HTTPS-salauksella, joka suojaa kaikki yhteydet verkosta ja tämä mahdollistaa etäkäytön ilman reitittimen porttien avaamista. Se on merkittävä tietoturvaetu, sillä porttien avaaminen (port forwarding) altistaa kotiverkon ulkoisille uhkille, kuten porttiskannauksille ja hyväksikäyttöyrityksille. Etäyhteyden suojaaminen Nabu Casan kautta perustuu siihen, että yhteys muodostetaan sisäverkosta ulospäin, jolloin ulkopuoliset eivät voi muodostaa suoraa yhteyttä järjestelmään edes tietäessään IP-osoitteen. Näin minimoidaan hyökkäysmahdollisuudet ja samalla säilytetään järjestelmän saavutettavuus käyttäjälle. Lisäksi järjestelmä eristettiin omalle aliverkolle, joka ei ole suoraan yhteydessä muihin kodin laitteisiin. Näin mahdollinen haitallinen liikenne ei pääse leviämään muuhun verkkoon, kuten henkilökohtaisiin tietokoneisiin, puhelimiin tai älytelevisioihin. Verkkoliikenteen segmentointi on keskeinen osa puolustavan tietoturvan strategiaa, ja se mahdollistaa riskienhallinnan yksittäisten laitteiden tai järjestelmien osalta. (Nabu Casa, 2025a; Nabu Casa, 2025c; NordVPN, 2025)

6.2 Etäyhteydet

Etäyhteyksien suojaaminen on tämän projektin päätarkoitus ja se on tuonut omat haasteensa projektiin. Suurimmaksi osaksi suojaus on hoidettu Home Assistant Cloud -palvelun omien järjestelmien ja suojausten avulla. Nabu Casa -pilvipalvelun etuna on ollut sen sisäänrakennettu salattu tunnelointi, joka ei edellytä porttien avaamista tai erillistä VPN-konfiguraatiota. Tämä vähentää mahdollisia tapoja merkittävästi. Vaihtoehtoisia ratkaisuja, kuten Tailscale tai Cloudflare tunnelointi, tutkittiin, mutta niiden käyttöönotto olisi vaatinut

enemmän teknistä konfigurointia ja ylläpitoa. Nabu Casa tarjoaa valmiin ratkaisun, jossa yhdistyvät käyttäjäystävällisyys ja korkea tietoturvaso. Raspberry Pi on liitetty vain paikallisverkkoon, eikä siihen ole avattu portteja ulkoverkosta. Tämä tarkoittaa, että siihen voi päästä vain samasta lähiverkosta, eikä se ole suoraan saavutettavissa internetin kautta.

6.3 Päivitykset ja ohjelmistotuki

Ohjelmistojen ja käyttöjärjestelmän ajantasaisuus on keskeinen osa tietoturvaa. Home Assistant OS:ää sekä sen lisäosia päivitettiin järjestelmällisesti heti, kun uudet versiot julkaistiin. Lisäksi Home Assistantin oma ilmoitusjärjestelmä varoitti käyttäjää kriittisistä haavoittuvuuksista, mikä mahdollistaa päivitysten tekemisen viipymättä ja ennen järjestelmästä päivitystä otetaan vielä snapshot varmuuskopio, jotta mahdollinen virhetilanne ei vaarantaisi järjestelmän toimintaa. Snapshotien ansiosta järjestelmä voidaan palauttaa aiempaan tilaan nopeasti. Raspberry Pi 5 järjestelmäpäivitykset hoidetaan komentorivin kautta, mikä takaa käyttöjärjestelmän ja taustajärjestelmien turvallisuuden.

6.4 Fyysinen turvallisuus

Raspberry Pin fyysinen suojaus on tehty niin, että se on sijoitettu lukittuun koteloon, joka sijaitsee erillisesti päästävään tilaan talossa. Tilaan on asennettu liikkeen tunnistava kamera turvallisuuden lisäämiseksi. Laitteen ylikuumenemista suojaa rasiassa oleva puhallin ja jäähdytinelementit. MicroSD-kortti on kiinnitetty siten, ettei sitä voi poistaa ilman laitteen purkamista. Virtalähde suojattiin ylijännitesuojalla, mikä estää laitteistovauriot esimerkiksi sähkökatkosten tai ukkosen aikana. Fyysinen suojaus varmistaa, että laitteeseen ei voi tehdä muutoksia ilman hallittua pääsyä

7 Yhteenveto

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli toteuttaa etähallittava kotiautomaation kokonaisuus, joka mahdollistaa sähkölaitteiden, kuten pistorasioiden, lämmityksen ohjaamisen pörssisähköhinnan mukaan. Järjestelmä toteutettiin Raspberry Pi 5 -alustalle asennetun Home Assistant -järjestelmän avulla, ja se yhdistettiin Home Assistant Cloud -palveluun etäkäyttöä varten. Tavoitteena oli myös panostaa järjestelmän tietoturvaan sekä hyödyntää automaatiota energiatehokkuuden parantamiseksi.

Tuloksena saatiin toimiva järjestelmä, jossa Shelly Plug S -älypistorasia kytkeytyy päälle automaattisesti silloin, kun sähkön hinta alittaa käyttäjän määrittelemän raja-arvon, ja sammuu automaattisesti hinnan noustessa millä voidaan vaikuttaa talon lämmitys kustannuksiin. Lisäksi toteutettiin aikakatkaisujärjestelmä, joka estää laitteen jatkuvan päällä olon, sekä palautusautomaatio, joka sallii käynnistymisen uudelleen edullisemmalla hinnalla. Automaatioiden suunnittelussa hyödynnettiin Home Assistantin graafista editoria, ja toimintaa testattiin käytännössä useilla eri skenaarioilla.

Opinnäytetyössäni onnistuin erityisesti siinä, että järjestelmä ei vaadi fyysisiä porttiovauksia eikä altistu suoraan ulkoverkkoon, mikä paransi tietoturvaa merkittävästi. Lisäksi järjestelmä on laajennettavissa muihin kodin laitteisiin. Haasteita ilmeni automaatioiden logiikassa, erityisesti tilanteissa, joissa useampi automaatio vaikutti samaan kohteeseen, mikä vaati tarkkaa ehtojen suunnittelua ja testausta. Toinen haastavuus tuli, kun piti etsiä tietoa miten kyseistä järjestelmää voisi rakentaa ja vaihtoehtojen määrä.

Menetelmiin liittyi tiettyjä rajoituksia. Pörssisähkön hinta-anturi on ulkoisen palvelun tarjoama, joten sen luotettavuus ja päivitysrytmi vaikuttavat automaatioiden tarkkuuteen. Lisäksi käytetty aikakatkaisulogiikka vaatii toimiakseen useamman automaation, mikä lisää järjestelmän kompleksisuutta ja virhealttiutta. Yksittäisten automaatioiden häiriöt voivat vaikuttaa koko prosessin toimintaan.

Tuloksia voidaan hyödyntää suoraan pienimuotoisessa energiansäästöissä esimerkiksi kotitalouksissa, joissa halutaan ohjata sähkölaitteita kustannustehokkaasti ilman suurta teknistä osaamista. Projektin myötä saatiin myös käytännön kokemusta Home Assistantin kyvykkyyksistä ja automatisoinnin mahdollisuuksista. Oman kokemuksen ja testauksen perusteella Home Assistant on tuonut helppoutta elämään, koska olen voinut lisätä tarvittavat laitteet omalla ajalla käyttöliittymään ja niiden hallitseminen sitä kautta on helppoa ja selkeää. Myös mahdollisuus hallita laitteita etänä on ollut hieno ja opettavainen kokemus.

Jatkokehityksenä järjestelmään voidaan lisätä muita sähkölaitteita, kuten lämmitinpaneeleja tai käyttövesivaraajan ohjaus. Lisäksi automaatioita voidaan kehittää monimutkaisemmiksi, esimerkiksi yhdistämällä sääennusteita tai kulutustottumuksia. Järjestelmän integroiminen muihin energianhallintatyökaluihin tai sähkösopimukseen voi myös lisätä sen hyötyä.

Laajemmassa kontekstissa tämä työ osoittaa, miten avoimen lähdekoodin työkalut kuten Home Assistant voivat tarjota konkreettisia ratkaisuja energiansäästöön ja älykkääseen asumiseen. Tällaisia järjestelmiä voidaan hyödyntää laajasti esimerkiksi älykodeissa, taloyhtiöissä tai maaseudun omakotitaloissa, joissa halutaan ottaa käyttöön energiatehokkaita ratkaisuja ilman merkittäviä kustannuksia.

Lähteet

Apinalaatikko. 2025. *Älykodin ratkaisut ja automaatio – tulevaisuuden koti*. Viitattu 1.3.2025. <https://apinalaatikko.com/alykodin-ratkaisut-ja-automaatio-tulevaisuuden-koti/>

Brenner-Tobias, 2024. *How-tos*. GitHub. 22.5.2025. <https://github.com/brenner-tobias/addon-cloudflared/wiki/How-tos>

Fingrid Oyj. 2023. *Miten sähkön hinta muodostuu?* Viitattu: 2.4.2025. <https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinat/yleistietoa-sahkomarkkinoista/miten-sahkon-hinta-muodostuu/>

Helen Oy. 2024a. *Sähkön hintaennuste 2025: Asiantuntijan näkemys ja vinkit*. Viitattu: 2.4.2025. <https://www.helen.fi/artikkelit/2024/sahkon-hintaennuste-2025>

Helen Oy. 2024b. *Helen.fi – Etusivu*. Viitattu: 2.4.2025. <https://www.helen.fi/>

Helen Oy. 2025c. *Mikä sähkön hinta on nyt ja miten sähkön hinta muodostuu*. Viitattu 3.4.2025. <https://www.helen.fi/sahko/sahkon-hinta>

Home Assistant. 2024a. *Alternative installation methods*. Viitattu: 7.4.2025. <https://www.home-assistant.io/installation/alternative/>

Home Assistant. 2024b. *Installing Home Assistant on a Raspberry Pi*. Viitattu: 6.4.2025. <https://www.home-assistant.io/installation/raspberrypi>

Home Assistant. 2024c. *Installing Home Assistant on Linux*. Viitattu: 16.4.2025. <https://www.home-assistant.io/installation/linux/>

Home Assistant. 2024d. *Voice control with the Home Assistant voice remote*. Viitattu 10.4.2025. https://www.home-assistant.io/voice_control/voice_remote_local_assistant/

Home Assistant Community. 2022. *Home Assistant in the cloud*. viitattu: 7.4.2025. <https://community.home-assistant.io/t/home-assistant-in-the-cloud/436220>

Home Assistant Community. 2023. *HOWTO: Secure Cloudflare Tunnels remote access*. Viitattu 22.5.2025. <https://community.home-assistant.io/t/howto-secure-cloudflare-tunnels-remote-access/570837>

Home Assistant Guide. 2023. *What is Home Assistant and what can it do?* Viitattu: 11.4.2025. <https://home-assistant-guide.com/guide/what-is-home-assistant-and-what-can-it-do/>

InfluxData. 2022. *Getting Started with Home Assistant and Docker*. Viitattu: 16.4.2025. <https://www.influxdata.com/blog/getting-started-home-assistant-docker/>

Kajaste, A. 2025. Pörssisähkö siirtyy varttihinnoitteluun – kaksi miljoonaa sähkömittaria vaihtoon. Viitattu 29.3.2025. <https://www.mtvuutiset.fi/artikkeli/porssisahko-siirtyy-varttihinnoitteluun-kaksi-miljoonaa-sahkomittaria-vaihtoon/9127214>

Motiva Oy. 2024. *Energiätehokas arki*. Viitattu: 21.4.2025. https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/

MSCales. 2023. *Paikallinen vs. pilvipohjainen punnitusjärjestelmä*. Viitattu 11.4.2025. <https://www.mscales.com/fi/blogi/paikallinen-vs-pilvipohjainen-punnitusjarjestelma?>

Nabu Casa. 2025a. *About Home Assistant remote access*. Viitattu: 22.5.2025. <https://support.nabucasa.com/hc/en-us/articles/26469707849629-About-Home-Assistant-remote-access>

Nabu Casa, 2025b. *Home Assistant Cloud*. Viitattu: 22.5.2025. <https://www.nabucasa.com/>

Nabu Casa, 2025c. *Remote access - Deep dive*. Viitattu: 22.5.2025. <https://support.nabucasa.com/hc/en-us/articles/25619268678557-Remote-access-Deep-dive>

NordVPN, 2025. *Port forwarding*. Viitattu: 26.5.2025. <https://nordvpn.com/fi/blog/port-forwarding/>

OpenHAB Documentation. 2023. *openHAB Documentation*. Viitattu: 15.4.2025
<https://www.openhab.org/docs/>

openHAB Foundation. 2024a. *Docker Installation*. Viitattu: 16.4.2025.
<https://www.openhab.org/docs/installation/docker.html>

openHAB Foundation. 2024b. *Installing openHAB on a Synology NAS*. Viitattu:
7.4.2025. <https://www.openhab.org/docs/installation/synology.html>

openHAB Foundation. 2024c. *Installation Overview*. Viitattu: 6.4.2025.
<https://www.openhab.org/docs/installation/>

Pi My Life Up. 2025. *Setting up Home Assistant OS on the Raspberry Pi*.
Viitattu: 11.5.2025. <https://pimylifeup.com/home-assistant-raspberry-pi/>

Raspberry Pi Foundation. 2023a. *Raspberry Pi 5*. Viitattu 10.4.2025
<https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-5/>

Raspberry Pi Foundation. 2023b. *Getting Started with Raspberry Pi*. Viitattu:
11.5.2025. <https://www.raspberrypi.com/documentation/computers/getting-started.html>

Tailscale, 2023. *Remotely access Home Assistant via Tailscale for free!* viitattu:
22.5.2025. <https://www.youtube.com/watch?v=vDxmtRByXDY&t=55s>

Tailscale, 2024. *Remotely access Home Assistant via Tailscale for free*. Viitattu:
22.5.2025. <https://tailscale.com/blog/remotely-access-home-assistant>

UMA Technology. 2023. *How to use Home Assistant as an NAS server*. Viitattu:
7.4.2025. <https://umatechnology.org/how-to-use-home-assistant-as-an-nas-server/>

Weltner, T. 2024. *Assembling Raspberry Pi 5 and Installing Home Assistant*.
DONE.LAND. Viitattu: 11.5.2025.
<https://done.land/components/microcontroller/families/raspberry/raspberrypi/assembly/setup/>