

**Katja Hellsten
Antti Leppänen
Bella Lerch
Okko Ojala
Susan Paloranta**

Kotipuutarha-projektin vaatimusmäärittely

TIES4571 IoT-projekti
vaatimusmäärittely
10. helmikuuta 2025

**Jyväskylän yliopisto
Informaatioteknologian tiedekunta
Kokkolan yliopistokeskus Chydenius**

Tekijät: Katja Hellsten, Antti Leppänen, Bella Lerch, Okko Ojala ja Susan Paloranta

Yhteystiedot: kahellst@jyu.fi; antulepp@jyu.fi; belerch@jyu.fi; oaojala@jyu.fi;
susan.m.paloranta@student.jyu.fi

Ohjaaja: Tuomo Härmänvaara ja Veli-Matti Tornikoski

Työn nimi: Kotipuutarha-projektiin vaatimusmäärittely

Työ: TIES4571 IoT-projektiin vaatimusmäärittely

Sivumäärä: 10+7

Tiivistelmä: TIES4571-kurssin projektin vaatimusmäärittelydokumentti

Avainsanat: IoT projekti, kotipuutarha, vaatimusmäärittely

Copyright © 2025 Katja Hellsten, Antti Leppänen, Bella Lerch, Okko Ojala ja Susan

Paloranta

All rights reserved.

Sisällys

1	Vaatimusmäärittelyn tarkoitus	2
2	Projektin lähtökohdat ja taustatiedot	3
3	Projektin tavoitteet	4
4	Sisältövaatimukset	5
4.1	Toiminnalliset vaatimukset	5
4.2	Ei-toiminnalliset vaatimukset	6
4.2.1	Ulkoasu	6
4.2.2	Saatavuus ja käytettävyys	6
4.2.3	Tietoturva	7
4.2.4	Reunaehdot	7
5	Käyttökokemus, käyttäjätarinat	9
6	Liitteet	11
6.1	Järjestelmän arkkitehtuuri kuvana	11
6.2	Koteloinnin havainnekuvat	12
6.3	Käyttöliittymän havainnekuvat	15

Lähteet

Versiohistoria

Versio	Päivämäärä	Muutokset	Laatija
1.0	02.02.2025	Vaatimusmäärittely laadittu	KH/AL/BL/SP/OO
1.1	10.02.2025	Kannen kirjoitusvirhe korjattu	BL

1 Vaatimusmäärittelyn tarkoitus

Tämän dokumentin tarkoitus on esitellä Kotipuutarha-projektiin vaatimuksia ja tarpeita, jotka ohjaavat projektin kehitystä. Tässä esitellyt ehdot takaavat yhteisymmärryksen asiakkaan ja projektitiimin välillä siitä, mitä projektilla pyritään saavutamaan. Dokumentti auttaa molempia osapuolia hahmottamaan tuotoksen ominaisuudet ja toiminnot sekä sen avulla voidaan varmistaa, että projektin tuotos vastaa ennalta sovittuja odotuksia.

Vaatimusmäärittely toimii projektin laadunvalvontavälineenä ja sen avulla voidaan myös tunnistaa mahdolliset riskit ja haasteet. Kun molemmilla osapuolilla on selkeä kuva siitä, mitkä ovat projektille asetetut vaatimukset, resurssitarpeiden arviointi on realistisempaa. Vaatimusmäärittely auttaa myös projektitiimiä keskittymään olenaiseen ja välttämään tarpeettomia toimintoja tai ominaisuuksia, jotka eivät ole tärkeitä lopputuotoksen kannalta.[1] [2]

2 Projektin lähtökohdat ja taustatiedot

Projekti toteutetaan osana Kokkolan yliopistokeskus Chydeniuksen järjestämää TIES4571 IoT-projekti -kurssia eli projektitiimin jäsenet ovat kyseisen kurssin opiskelijoita. Asiakkaana on Pentti Impiö, joka kuuluu saman organisaation henkilökuntaan. Projektin kulkua tarkkailevat myös kurssin vastuuopettajat, Tuomo Härmänmaa ja Veli-Matti Tornikoski.

Projekti aihe (älyruukku) on lähtöisin tiimin jäseniltä ja jäsenet ovat liittyneet muukaan tiimiin oman mielenkiinnon perusteella. Alkuperäistä ideaa on muokattu projektin alkamiseen mennessä kahdessa erässä: ensin tiimin jäsenien omien ideoiden perusteella ja toisen kerran asiakaspalaverien perusteella. Projektin käytännön tekemiset aloitettiin vasta, kun osapuolien yhteisymmärrys tavoitteista ja odotuksista saatuiin varmistettua.

3 Projektin tavoitteet

Projektin päälimmäisenä tavoitteena on älyruukun ja siihen kuuluvien sovellusten (konfigurointi- ja monitorointisovellukset) suunnittelu sekä tuottaminen sovittujen ehtojen mukaisesti.

Muuna tavoitteena on opiskelijoiden kurssilla määriteltyjen oppimistavoitteiden saavuttaminen.

Projektin valmis tuote (älyruukku ja sovellukset) hyödyntää asiakasta ja tiimin jäseniä, sillä he kaikki saavat pitää projektin loppuessa oman ruukkunsa. Projektin onnistumisen mittareina voi käyttää asiakastyytyväisyyskyselyä, opiskelijoille suunnattua kyselyä, opettajien palautetta ja opiskelijoiden saamia arvosanoja.

Projektin myöhemmässä vaiheessa tiimi aikoo käsitellä kaupallistamisen mahdolisuutta markkinakartoituksen, tuotteen onnistumisen ja henkilöresurssien puitteissa.

4 Sisältövaatimukset

4.1 Toiminnalliset vaatimukset

Tuotteen pitää pystyä tekemään seuraavia asioita:

- Mittaamaan mullan kosteus ja jos mullan kosteus ei ole riittävällä tasolla, käynnistämään vesipumpun ja antamaan kasville vettä
- Mittaamaan mullan pH-arvo (laajempi malli, k. selitys alempana)
- Mittaamaan ruukun ympäristöolosuhteet: valon määrä, ilman lämpötila ja kosteus
- Antamaan tietoa kasteluveden tasosta ja tarvittaessa antamaan hälytyksen, jos vesisäiliössä ei ole tarpeeksi vettä
- Mittaamaan ruukun pohjalla oleva veden taso. Sovellus antaa tietoa kastel-laanko kasvia liikaa. Jos ruukun pohjalle jää vettä, annetaan hälytys.
- Toimia WiFi-yhteyspisteenä ja paikallisena web-palvelimena, joka tarjoaa konfigurointisovelluksen. Konfigurointisovelluksen avulla käyttäjä määrittelee laitteelle Internet-yhteyden tallentamalla yhteyden tarjoavan reitittimen nimen ja salasanan laitteen muistiin.
- Käyttäjä voi lisätä monitorointisovellukseen yhden tai useampia älyruukkuja. Kunkin älyruukun mittaustulokset tallennetaan tietokantaan ja käyttäjä voi seurata mittaustietoja etänä käyttäen monitorointisovellusta tietokoneella tai mobiililaitteella. Laite lähettää mittaustiedot tunnin välein HTTPS-protokollaa käyttäen palvelinpuolen sovellukselle, joka tallentaa mittaustiedot tietokantaan. Näin voidaan toteuttaa mittaustietojen historian selaus.
- Asiakas voi tehdä päiväkirjamerkintöjä kasveista monitorointisovellukseen.

Projektissa toteutettava älyruukku tulee olemaan ominaisuuksiltaan jossain määrin laajennettava. Ruukun prototyypissä tämä laajennettavuus ilmenee siinä, että ruukusta valmistetaan kahta eri versiota: asiakkaan kappaleessa tulee olemaan mulkan pH-arvon mittaamiseen soveltuva sensori, kun taas kurssilaisten ruukut ovat yksinkertaisimpia malleja, joihin kyseinen sensori ei kuulu (mutta niin halutessa on myöhemmin asennettavissa).

4.2 Ei-toiminnalliset vaatimukset

4.2.1 Ulkoasu

Älyruukku koostuu ulkoruukusta, sisäruukusta sekä elektroniikasta (vesipumppu ja sensorit). Ulkoruukku on kaupasta ostettava, standardimittainen, vesitiivis muoviruukku ja muut muoviosat ovat tiimin suunnittelemia 3D-tulostettuja osia.

Ulkoruukun sisällä on tarvittaessa poistettava muovinen komponentti, jonka alapuolella on vesisäiliö, josta pumppu toimittaa veden multaan. Komponentin yhdessä sivussa on eristetty osio, joka piilottaa sisälleensä elektroniikan ja kasteluveden täyttoputken.

Sisäruukku, johon kasvi on istutettu multaan, on täysin poistettava, näin puhtaanapito ja kasvin istuttaminen on helppoa.

Ulkoapäin ruukku on tiivis kokonaisuus, jossa näkyy ulkoruukku, kasvi multineen ja ruukun ohjauspaneeli, jossa on kasteluveden täytöaukko ja ledivalot.

Katso älyruukun koteloinnin havainnekuvia dokumentin liitteestä.

4.2.2 Saatavuus ja käytettävyys

Sekä älyruukun että konfigurointi- ja monitoirointisovellusten suunnittelussa pyrittiin pitämään helppokäyttäisyyttä tärkeänä. Ruukulla on helposti tulkittavat osat: vesisäiliön täytöaukko on merkitty tekstillä ja ledivalot ovat yksiselitteiset (punainen indikoi häiriötilaa ja vihreä normaalista toimintaa). Myös sovelluksissa asioilla on yksiselitteiset nimitykset ja helposti tulkittavat kuvakkeet. Myös selkeä ja yksinkertainen värimaailma ja kontrasti pyrkii helpottamaan käytettävyyttä.

Saavutettavuus on huomioitu ruukun minimalistisessa muotoilussa. Ruukulla on pyöristetyt kulmat ja helposti irrotettavat komponentit. Ruukun käyttöönotto ei vaadi elektroniikkaosaamista ja kasaamista. Sovelluksista on desktop- ja skaalatuva mobiiliversio saatavilla, joissa on samat toiminnallisuudet.

Lisäksi sekä älyruukun että sovellusten käyttöönnotosta ja käytöstä laaditaan ohjeet, jotka toimitetaan tuotteen mukana.

Sovellusten projektin aikana valmistuvien versioiden kieli on englanti. Koska nykyailmassa englanti on kansainvälisten erittäin laajasti käytetty kieli, tämä ominaisuus tukee parhaiten tuotteen saavutettavuutta. Tarvittaessa lisää kieliversioita on mahdollista lisätä myöhemmin.

Projektitiimi on tietoinen, että tuotteen projektin aikana valmistettavan version saavutettavuus ei ole täydellistä (esimerkiksi näkörajoitteisten käyttäjien kannalta olisi paljonkin kehitettävä sekä ruukun että sovellusten kanssa), mutta projektin rajalliset resurssit eivät mahdollista täydellisen prototyypin valmistamista.

4.2.3 Tietoturva

Älyruukun sovellukset käyttävät HTTPS- ja TLS-salausprotokollia ja näin ollen täytävät nykyiset standarditietoturvavaatimukset.

4.2.4 Reunaehdot

Suurimmat rajoittavat tekijät olivat projektin/yliopiston kurssin kesto ja taloudellinen budjetti. Näiden valossa tuotteen ominaisuuksien laajuutta piti määritellä ns. järkevien rajojen sisään.

Fyysisesti eniten rajoittavia tekijöitä ovat valmiin ruukun koko, paino ja helppokäyttöisyys.

Sovellusten kannalta valitut ratkaisut rajoittavat vaihtoehtoja yhteensopivuuden mielessä. Käytetyt ratkaisut ovat:

- Älyruukun mikrokontrolleriksi valikoitui Arduino Nano ESP32, joka toimii WiFi-yhteyspisteenä ja paikallisena web-palvelimena.
- Laite lähettää reaalialaikiset mittaustiedot monitorointisovellukselle käyttäen MQTT-protokollaa ja TLS-salausta.
- Monitorointisovellus toteutetaan JavaScript/TypeScript -ohjelmointikieltä ja Next.js -sovelluskehystä (framework) käyttäen.

Käytettyjen ratkaisujen valintaan on vaikuttanut myös niiden hinta. Projektissa pyritään käyttämään avoimen lähdekoodin ohjelmointikieliä ja sovelluskehyskiä sekä kolmansien osapuolten pilvipalveluita ja hyödynnetään niiden ilmaisia vercioita.

- MQTT-välittäjä (broker): HiveMQ-pilvipalvelu. (www.hivemq.com).
- Tietokanta: pilvipohjainen PostgreSQL-tietokanta (neon.tech)
- Monitorointisovelluksen palvelinympäristö: Vercel-pilvipalvelu (<https://vercel.com>)

Järjestelmän arkkitehtuurin kuva löytyy dokumentin liitteestä.

5 Käyttökokemus, käyttäjätarinat

Kuten toiminnallisissa vaatimuksissa on todettu, projektissa toteutettava älyruukku tulee olemaan ominaisuksiltaan jossain määrin laajennettava. Näin ollen projektin lopputuote soveltuu erilaisille käyttäjille ja tässä osiossa hahmotellaan kaksi käyttäjäpersonaa, jotka molemmat voisivat olla älyruukun ja käyttöliittymän tyypillisiä käyttäjiä, vaikkakin heidän lähtökohdat ja tarpeet ovat melko erilaisia. Projektiryhmän näkemyksen mukaan tuotteen mukaan toimitettujen ohjeiden avulla he molemmat pystyisivät käyttämään tuotetta (eli älyruukkua ja sovelluksia) sujuvasti.

- **Ensimmäinen persona:** 67-vuotias nainen, satunnainen viherkasviharrastaja, joka omistaa perus tekniset taidot. Lähtökohtaisesti hänet kiinnostaa miten huonekasvit pärjäävät kun hän lähtee lomalle kuukaudeksi.

Hänen toiveensa tuotteesta:

- Haluan todella helppokäyttöisiä konfigurointi- ja monitorointisovelluksia jotka toimivat niin tietokoneella kuin mobiililaitteellakin.
- Toivoisin, että laitteen vesisäiliö on helppo täyttää ja saan helposti tiedon vesisäiliössä olevasta vedestä määrästä.
- Haluan selata laitteen mittaustietojen historiaa päivä-, viikko- ja kuu-kausitasolla.
- Käyttäjänä haluan saada ilmoituksen sähköpostiini, jos laitteen vesisäiliö on tyhjä, ruukun aluslautasella on vettä tai jos mullankosteus alittaa määrittämäni raja-arvon.
- Olisi mukava lisätä tekstimuotoisia päiväkirjamerkintöjä mittaustulosten yhteyteen.

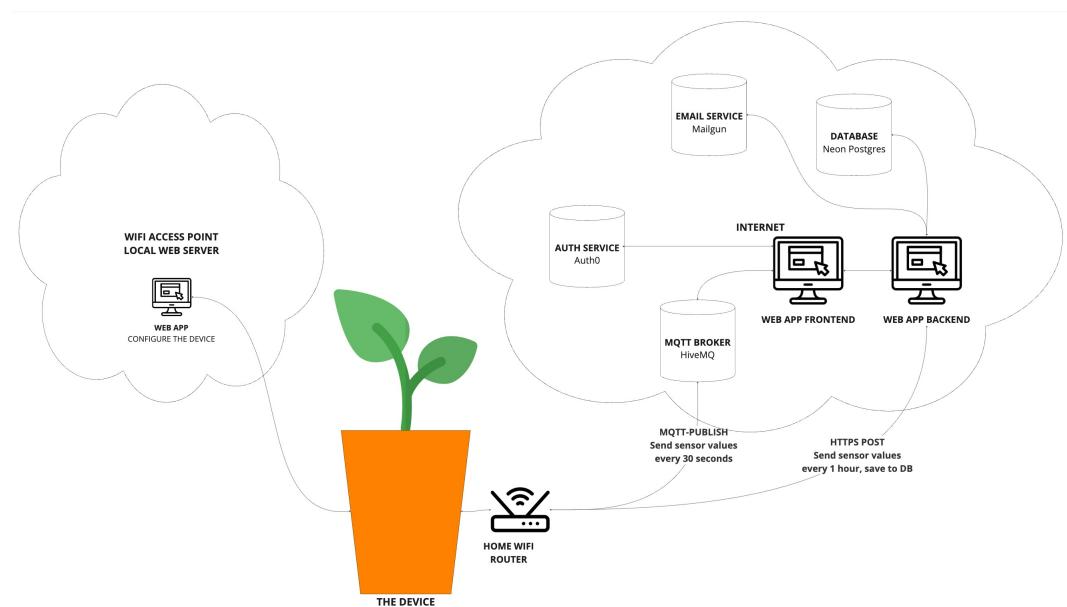
- **Toinen persona:** 36-vuotias mies, teknikasta ja äylalitteista kiinnostunut harrastaja. Hän haluaa lisätä ruukkuun mahdollisimman paljon lisäominaisuukisia ja kokeilla mitä kaikkea pystyy saada irti konfiguraatiosta.

Hänen toiveensa tuotteesta:

- Käyttäjänä haluan, että konfigurointi- ja monitorointisovellukset toimivat sulavasti niin tietokoneella kuin mobiililaitteellakin.
- On itsestäänselvää, että monitorointisovellus on tietoturvallinen, eikä kuuka tahansa voi seurata älyruukkuani.
- Haluan, että laitteen vesisäiliö on helppo täyttää ja saan helposti tiedon vesisäiliössä olevasta veden määristä.
- Käyttäjänä haluan itse määritellä mullankosteuden raja-arvon, jonka alittuessa vesipumppu käynnistyy.
- Haluan, että voin määritellä kasteluveden määräni, jonka vesipumppu siirtää kasville mullankosteuden raja-arvon alittuessa.
- Haluan mahdollisuuden seurata mittaustietoja eli mullankosteutta, pH-arvoa, valon määriä, ilman lämpötilaa, ilman kosteutta ja laitteen vesisäiliössä olevan veden määriä reaalialajassa.
- Käyttäjänä haluan selata laitteen mittaustietojen historiaa päivä-, viikkovaakausitasolla.
- Haluan saada ilmoituksen sähköpostiini, jos laitteen vesisäiliö on tyhjä, ruukun aluslautasella on vettä tai jos mullankosteus alittaa määrittämäni raja-arvon.
- Haluan mahdollisuuden käyttää useaa älyruukkua ja seurata niiden mittaustietoja monitorointisovelluksen avulla.
- Käyttäjänä haluan, että on mahdollista lisätä tekstimuotoisia päiväkirjamerkintöjä mittaustulosten yhteyteen.

6 Liitteet

6.1 Järjestelmän arkkitehtuuri kuvana



Kuva 6.1: Älyruukun arkkitehtuuri

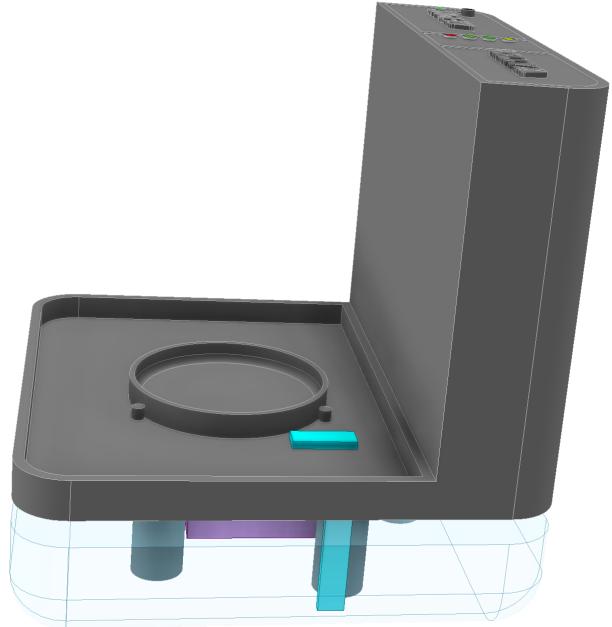
6.2 Koteloinnin havainnekuvat



Kuva 6.2: Älyruukun havainnekuva

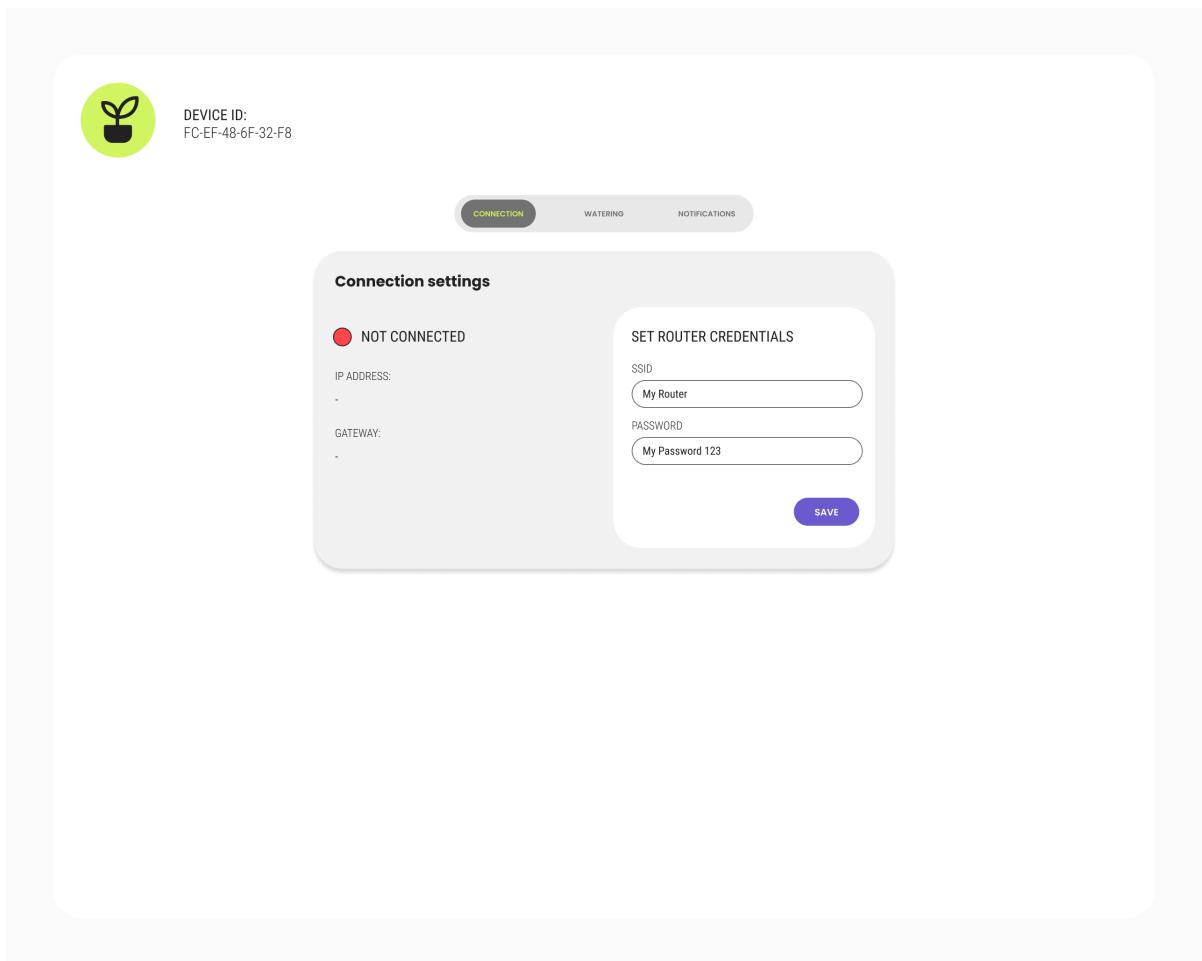


Kuva 6.3: Älyruukun kotelointi sisältä

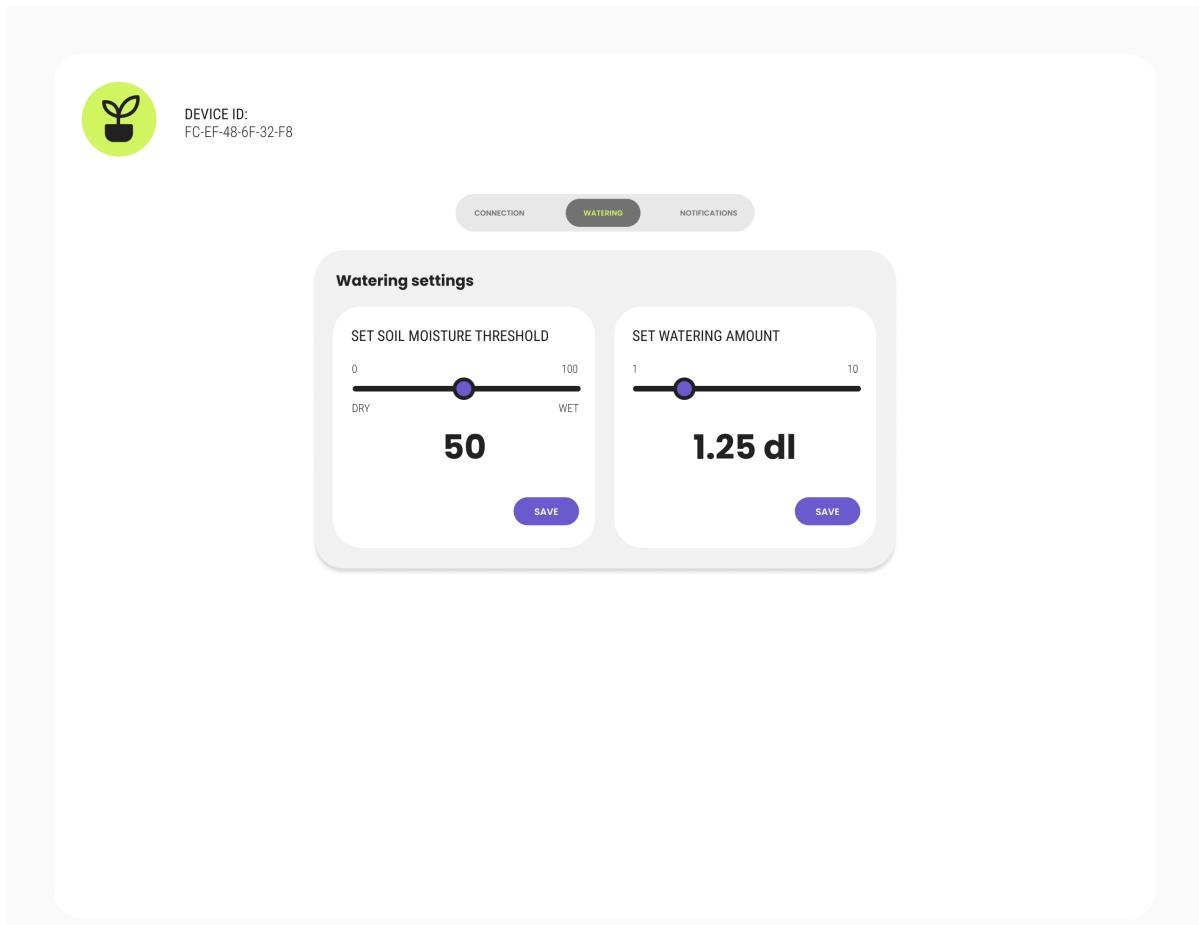


Kuva 6.4: Älyruukku sisältä

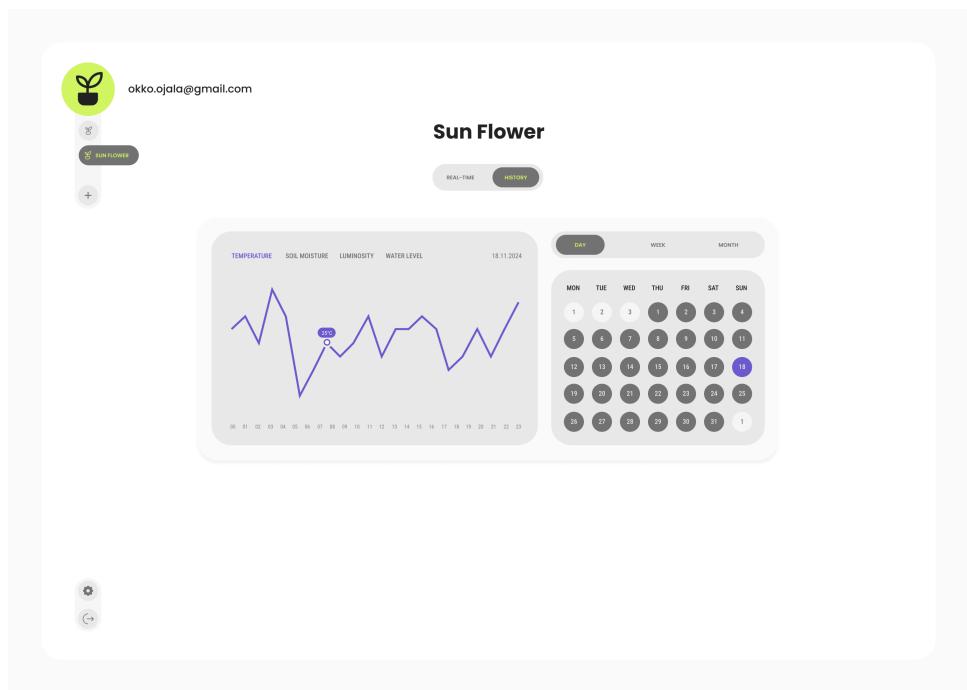
6.3 Käyttöliittymän havainnekuvat



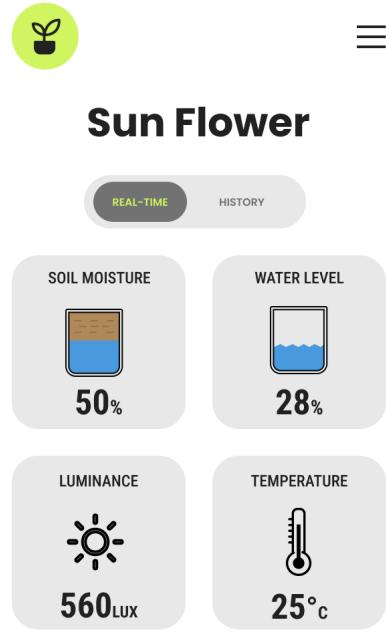
Kuva 6.5: Internetyhteyden konffausräytö



Kuva 6.6: Kasteluasetukset desktop-versiossa



Kuva 6.7: Kasvin voinnin historiatiedot



Kuva 6.8: Dashboard mobiilinäytölle optimoituna

Lähteet

- [1] ALFAME. Vaatimusmaarittely ketterassa ohjelmistokehityksessä -opas. URL <https://www.alfame.com/hubfs/files/Vaatimusma%CC%88a%CC%88rittely%20kettera%CC%88ssa%CC%88%20ohjelmistokehityksessa%CC%88%20-opas.pdf>, viitattu 25.01.2025.
- [2] METATAVU. Vaatimusmäärittely: Mitä se tarkoittaa ja miksi se on tärkeä osa projektin onnistumista? URL <https://metatavu.fi/vaatimusmaarittely-mita-se-tarkoittaa-ja-miksi-se-on-tarkeaa-osa-projektin-onnistumista/>, viitattu 25.01.2025.