

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

Projektin Kotipuutarha loppuraportti

TIES4571 IoT-projekti
loppuraportti
22. kesäkuuta 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: Projektin Kotipuutarha loppuraportti

Työ: TIES4571 IoT-projekti loppuraportti

Sivumäärä: 23+3

Tiivistelmä: TIES4571-kurssin projektin loppuraporttidokumentti

Avainsanat: Iot-projekti, kotipuutarha, loppuraportti

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

Paloranta

All rights reserved.

Sisällys

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Johdanto | 1 |
| 1.1 | Projektin aihe | 1 |
| 1.2 | Dokumentin tarkoitus ja sisältö | 2 |
| 2 | Termit | 3 |
| 3 | Projektissa valmistuneen tuotteen esittely ja taustaa | 4 |
| 3.1 | Tuote | 4 |
| 3.2 | Asiakas | 4 |
| 3.3 | Tuotteen ratkaisut | 5 |
| 3.4 | Tuotteen fyysiset komponentit olivat: | 5 |
| 3.5 | Käytetyt palvelut ja menetelmät | 6 |
| 4 | Tavoitteiden toteutuminen | 9 |
| 5 | Riskien hallinta | 10 |
| 5.1 | Riskit, joita emme osanneet ottaa huomioon | 11 |
| 6 | Tuotteistaminen sekä jatkokehitysideat | 12 |
| 7 | Projektin hallintatavat | 14 |
| 7.1 | Projektin hallintamenetelmät | 14 |
| 7.2 | Muut projektihallintatyökalut | 14 |
| 7.3 | Aikataulu | 15 |
| 7.4 | Ajankäyttö | 15 |
| 7.5 | Ryhmätyöskentely | 16 |
| 7.6 | Ryhmän jäsenten roolit | 17 |
| 7.7 | Projektin ohjaajat | 18 |
| 8 | Resurssit | 19 |
| 9 | Oppimiskokemukset | 20 |

| | |
|--|-----------|
| 10 Yhteenveto | 23 |
| 11 Liitteet | 24 |
| 11.1 IoT-potin mainosjuliste | 24 |
| 11.2 IoT-potin logo | 26 |
| Lähteet | |

1 Johdanto

Tämän loppuraportin tavoitteena on kuvata Kotipuutarha-projektin kulkua ideoinnista suunnitteluun ja toteutukseen, aina projektin päättämiseen asti. Kotipuutarha-projektin tavoitteena on ollut toteuttaa älykasviruukku asiakastilauksesta. Projektin päätteeksi asiakkaalla ja projektin toteuttaneella ryhmäläisillä on IoT-pot nimisen älyruukun prototyyppi, joka sensorien avulla monitoroi kasvin elinolosuhteita ja kertoo kasvin tarpeista ja hyvinvoinnista. Ruukun lisäksi valmiiseen tuotteeseen kuuluvat myös sen käyttöön vaadittavat sovellukset. Projektin raameissa on toteutettu myös tuotteeseen liittyvä kattava dokumentaatio (mm. käyttöönotto- ja käyttöohjeet, sovellusten dokumentaatio, testiraportti, tuotteistamissuunnitelma, projektin kokousten dokumentit).

Projektityön alku sijoittui loppuvuoteen 2024 ja on saanut päätöksensä suunnitellun aikataulun mukaisesti kevään 2025 aikana. Projekti toteutettiin osana Kokkolan yliopistokeskus Chydeniuksen järjestämää TIES4571 IoT-projekti kurssia. Projektitiimin jäsenet ovat kyseisen kurssin opiskelijoita ja ryhmä muodostui viidestä henkilöstä. Asiakkaana oli yliopistokeskuksen erikoissuunnittelija Pentti Impiö ja projektin ohjauksesta vastasivat vastuopettajat, Tuomo Härmänmaa ja Veli-Matti Tornikoski. Projektiryhmän jäsenet olivat Antti Leppänen, Bella Lerch, Okko Ojala, Susan Paloranta ja Katja Hellsten.

1.1 Projektin aihe

Projektissa toteutettavan tuotteen idea on lähtöisin ryhmäläisiltä. Idea esiteltiin kurssin alussa ohjaaville opettajille ja tämän pohjalta lähdimme tuotetta kehittämään ja suunnittelemaan. Lisäkehitysajatuksia saimme asiakkaalta aloituspalaverissa ja myös myöhemmin projektin aikana. Projektin aiheeksi kehkeytyi IoT-pot älyruukku, joka sensoroi ja monitoroi siihen istutetun kasvin olosuhteita.

1.2 Dokumentin tarkoitus ja sisältö

Tässä raportissa käsittelemme projektin taustaa, toteutusta, itse tuotteen kehityskaarta, arvioimme riskejä, lopputulosta, ajankäyttöä ja itse projektia. Loppuraportin tavoitteena on kuvata projektin onnistumisia ja haasteita.

2 Termit

Raportissa esiintyvien termien selityksiä.

PLA (polyaktidi)-filamentti: Maissitärkkelyksestä tai sokeriruoosta valmistettu biomuovi. Erittäin yleinen filamenttimateriaali 3D-tulostamiseen.

IoT-pot: älyruukku, projektin tuote

MQTT: (Message Queuing Telemetry Transport), eli viestintä protokolla

API: (Application Programming Interface, API) kuvaus ohjelmiston ja palvelun rajapinnasta

3 Projektissa valmistuneen tuotteen esittely ja taustaa

Suora lainaus tuotteistamissuunnitelmasta tuotteen osalta on, että IoT-pot on älyruukku, joka mittaa siihen istutetun kasvin elinolosuhteita. Älyruukku sensoroi ilman ja mullan lämpötilaa, mullan kosteutta ja pH-arvoa sekä ympäristön valoisuutta. Tarvittaessa ruukku osaa kastella kasvia sisäänrakennetun automatiikan avulla, kun sille on tarvetta.

3.1 Tuote

Tuote on älyruukku nimeltä IoT-pot ja siihen kuuluvat konfigurointi- ja monitorointisovellukset. Älyruukun sensorit tuottavat tietoa kasvista ja näitä tietoja käyttäjä seuraa monitorointisovelluksen avulla. Käyttäjällä on mahdollisuus seurata tietoja reaaliajassa, mutta hänellä on mahdollisuus tarkastella myös historiatietoja monitoroinnin avulla. Sovelluksessa on myös mahdollista lisätä muistiinpanoja (teksti ja kuva) historiakalenteriin. Ideaaliarvoja voi asettaa oman näkemyksen ja kasvin tarpeiden mukaan ja jos mitatut arvot eroavat näistä, sovellus lähettää hälytyksen käyttäjän sähköpostiin.

Älyruukku sopii henkilölle, joka nauttii vehreistä ja hyvinvoivista kasveista kotona. Tuote mahdollistaa onnistumisen kasvien hoidossa, vaikka olisi ajanpuutetta tai epävarmuutta niiden hoidossa. Älyruukku yhdistää teknologiaa ja perinteisen kukkaruukun luoden älykkään tavan kasvattaa kasveja.

Alkuperäinen suunnitelma oli luoda tuotteen kuvauksen mukainen IoT-älyruukku. Pysyimme suunnitelmassa, vaikka joitakin tarkennuksia tulikin projektin aikana itse tuotteeseen ja monitorointisovelluksen toimintoihin. Tuote toteutettiin suunnitelman mukaisesti.

3.2 Asiakas

Projektin asiakkaana on ollut Pentti Impiö. Hän työskentelee Kokkolan yliopistokeskus Chydeniuksessa erikoissuunnittelijana ja on Keski-Pohjanmaan LUMA-keskuksen hallinnollinen johtaja sekä LUMA-koordinaattori. Lisäksi hän on myös huonekasvi-

harrastaja. Pentti osasi tilata projektiryhmältä tarpeeksi haastavan, mutta toteutettavissa olevan tuotteen.

Projektin ideointivaiheen jälkeen pidettiin asiakkaan kanssa yhteinen palaveri ja tämän tapaamisen pohjalta tehtiin suunnittelutyö ja vaatimusmäärittely. Vaatimusmäärittelyyn kuvattiin tuotteen toiminnalliset ja ei toiminnalliset tavoitteet ja se on hyväksytetty asiakkaan ja ohjaajien toimesta.

Asiakasta olemme informoineet sähköpostitse projektin etenemisen osalta säännöllisin väliajoin ja olemme pitäneet projektin aikana useampia asiakaspalavereja, joihin ovat osallistuneet myös ohjaavat opettajat mahdollisuuksien mukaan. Jokaisesta projektin aikana esille tullutta lisätoivetta olemme arvioineet ja suurinta osaa myös lähteneet toteuttamaan tuotteeseen.

Asiakkaan aikeista tuotteen projektin jälkeisestä käytöstä ei ole varmaa tietoa, mutta projektiryhmämme tietysti toivoo, että se tulee tarkoituksenmukaiseen käyttöön ja se koetaan hyödylliseksi kasviharrastuksen näkökulmasta. Tietysti ruukkua voi myös käyttää opetustarkoituksessa, vaikka saman kurssin myöhemmissä toteutuksissa.

3.3 Tuotteen ratkaisut

Kotipuutarha-projektin tavoitteena ja tuloksena on kehitetty toimiva ja toivottavasti lisäarvoa asiakkaille tuottava IoT-tuote. Älyruukkuun kehitettyjen ja suunniteltujen laitteisto- ja ohjelmistoratkaisujen avulla kasvienhoito helpottuu, kasvien hyvinvointi paranee ja toivottavasti loppukäyttäjä oppii uutta tietoa kasveistaan. Projektin aikana tehdyt teknologiset valinnat luovat perustaa luotettavalle ja skaalautuvalle tuotteelle.

3.4 Tuotteen fyysiset komponentit olivat:

- Arduino Nano ESP32
- Vesipumppu
- Virtalähde kaikille komponenteille (12 VDC)
- MOSFET-transistori pumpun ohjaamiseen

- Mullan pH-, kosteus- ja lämpötila-anturi / vaihtoehtoisesti pelkkä kapasitatiivinen mullankosteusanturi (MODBUS-RTU RS485 / SEN0308 DFRobot)
- Kapasitatiivinen sensori vesiastian vesitason sekä ylitäytön valvontaan (Seeed Studio Accessories Grove - Water Level Sensor (10CM))
- Kapasitatiivinen sensori mullan läpi tulleen kasteluveden valvontaan (Adafruit 4965)
- Letkut ja itse suunniteltu suutin vesipumpulle
- DHT22 ilman lämpötila- ja kosteusanturi
- Kaapelointi, vastukset, liittimet, LEDit vesisäiliön tilan ja laitteen Internet-yhteyden tilan indikointiin ja seurantaan.
- Virtapainike + liitin virransyötölle
- Kaupallinen Orthex muoviruukku ulkokuoreksi
- PLA-filamenttia 3D-tulostamiseen

3.5 Käytetyt palvelut ja menetelmät

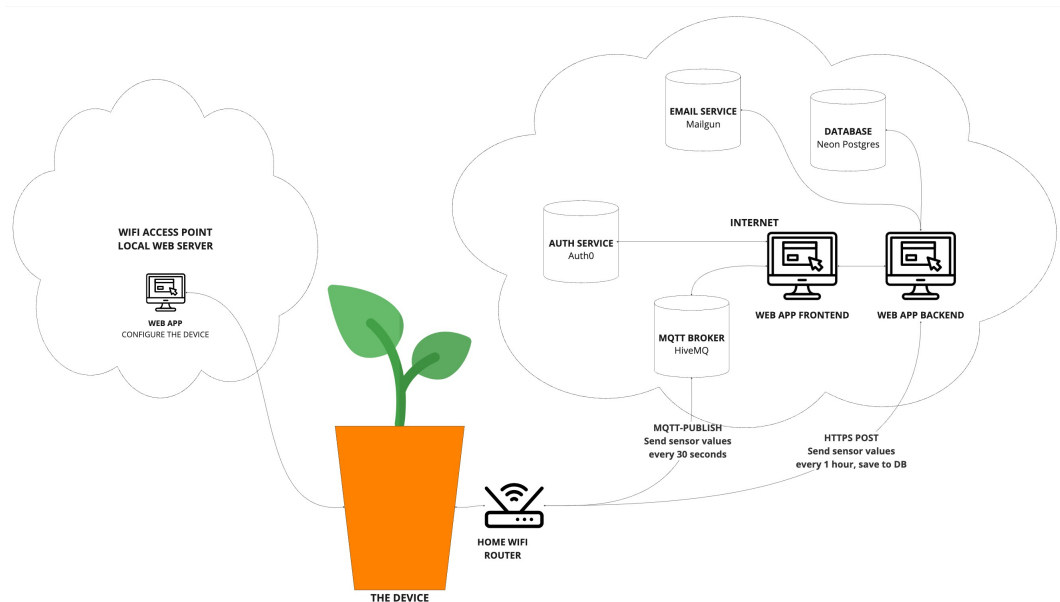
Kaikki ohjelmointi tehtiin käyttäen Visual Studio Code kehitysympäristöä ja sen Platform IO -lisäosaa. Myös Arduino IDE:ä käytettiin yksittäisiä sensoreita testatessa. Versionhallintatyökaluina käytettiin Git:iä ja Jyväskylän Yliopiston Gitlab-palvelua. Seuraavia ohjelmointikieliä ja -työkaluja käytettiin:

- Arduino Nano ESP32: C++, Platform IO, Arduino framework, ESP32 platform
- Monitorointisovellus: Typescript, React, Next.js, CSS
- Konfigurointisovellus: Javascript, HTML, CSS, Webpack, Node.js

Web-pohjainen monitorointisovellus toteutettiin käyttäen Typescript-ohjelmointikieltä ja React-pohjaista Next.js -sovelluskehystä. Monitorointisovelluksen avulla käyttäjä voi seurata älyruukun mittaamia tietoja ja hallita älyruukkujaan mistä tahansa

selainta käyttäen. Sovellus julkaistiin Vercel-pilvipalvelun ilmaisessa versiossa. Sovelluksen pääsynhallintaan käytettiin ilmaista Auth0-autentikointipalvelua. Sovelluksen ja älyruukun välinen MQTT-yhteys toteutettiin käyttäen ilmaista HiveMQ-pilvipalvelua, joka toimii MQTT-brokerina. Sovelluksen tietokantana toimii PostgreSQL-tietokanta ilmaisesta Neon-pilvipalvelusta. Notifikaatiosähköpostit laitteen käyttäjille lähetetään käyttäen ilmaista Mailgun-sähköpostipalvelua. Sovellukselle hankittiin oma domain, joka löytyy osoitteesta iot-pot.com.

Konfigurointisovellus on yksinkertainen web-pohjainen sovellus, jossa Arduino-laite toimii web-palvelimena. Sovellus toteutettiin käyttäen Javascript-ohjelmointikieltä sekä HTML:ää ja CSS:ää. Arduino-laite toimii WiFi-yhteyspisteenä ja sovelluksen web-palvelimena. Sovelluksen avulla käyttäjä voi konfiguroida laitteen ja muokata sen ominaisuuksia.



Kuva 3.1: IoT-potin arkkitehtuuri

Arduino-laite ohjelmoitiin käyttäen Visual Studio Coden Platform-IO -lisäosaa. Lisäosan avulla mm. sovelluksen paketin hallinta, koodin kääntäminen ja siirtäminen laitteelle on helppoa ja tehokasta. Laite ohjelmoitiin lukemaan siihen liitettyjen sensoreiden mittaustietoja ja lähettämään niitä edelleen tallennusta ja visualisointia varten. Laitteen kommunikointi tapahtuu API-rajapinnan kautta. Laite myös ohjaa siihen liitettyä aktuaattoria eli vesipumppua mittaustulosten ja käyttäjän asettamien asetusten perusteella sekä toimii WiFi-yhteyspisteenä ja web-palvelimena.

Liitteistä löytyy API-dokumentaatio, kytkentäkaavio, sekä asiakkaan käyttöönotto- ja käyttöohje.

4 Tavoitteiden toteutuminen

Projektin tavoitteeksi asetettu tuote eli älyruukku sovelluksineen valmistui suunnitelmien mukaisesti. Tuotteeseen tuli joitakin muutoksia ja kehitysajatuksia alkusuunnitelmaan verrattuna, suurimmilta osin asiakkaan ja ohjaavien opettajien toiveista. Lähtökohtaisesti älykukkaruukun tavoitteiden toteutuminen riippuu tuotteen suunnittelun toteutuksesta ja tietysti siitä, että miten hyvin se vastaa käyttäjä tarpeita. Älykukkaruukun toteutuminen on onnistuneiden valintojen ja erilaisen osaamisen yhdistämisen lopputulos.

Riskienhallinnallisista tavoitteita on tarkemmin kuvaus luvussa 5. Omasta mielestämme onnistuimme hyvin riskienhallinnassa, josta kertoo myös se, että toteutimme projektin aikataulussa ja lopputuloksena on suunnitelmien mukainen valmis tuote.

Oppimiskokemuksista on pohdintaa luvussa 8, jossa avaamme tavoitteiden toteutumista oppimisen osalta.

5 Riskien hallinta

Riskienhallinnan osalta olimme projektisuunnitelmaan listanneet tiettyjä seikkoja, joita arvioitiin mahdollisiksi riskintekijöiksi. Näitä olivat riskien tunnistaminen ja hallinta, etätyöskentely ja kommunikointi, aikataulujen suunnittelu, komponentteihin ja fyysiseen toteuttamiseen liittyvät riskit, vaatimusten muutokset sekä tietoturvaan liittyvät riskit. [1]

Olimme projektin osalta tietoisia riskeistä, joten kun ne tulivat vastaan, tunnistimme niitä ja näin pyrimme niitä myös hallitsemaan. Suunnitelmallisuus oli yksi riskien hallinnan tärkeä elementti, joten pidimme aikatauluista mahdollisuuksien mukaan tarkasti kiinni. Emme projektin alussa osanneet arvioida realistisesti projektiin kuluvaa aikaa, joka näkyi välillä myös aikatauluissa pysymisessä. Komponentteihin liittyi joitakin asioita, joita emme myöskään osanneet ottaa huomioon, kuten esimerkiksi tuotteen fyysinen koko vs. komponentit, joita ruukkuun piti mahduttaa. Muutoksia vaatimusmäärittelyyn ja lisätoiveita tuotteeseen tuli joitakin mutta otimme ne huomioon ja teimme tarvittavat muutokset. Etätyöskentelyyn ja kommunikaatioon liittyi riskejä mutta mielestämme projektin eteneminen ei hidastunut tai vaikeutunut näistä seikoista.

Taulukossa 5.1. arvioidaan projektin riskienhallintaa neljän eri riskialueen kautta. Taulukko osoittaa, että projektin riskienhallinta onnistui kaikkien riskien osalta. Etätyöskentely ja kommunikointi menivät hyvin, joten riskienhallintaa voi pitää onnistuneena. Tietyt osa-alueet ovat kuitenkin huomionarvoisia, kuten aikataulu yllättävän työn määrän vuoksi sekä osaamisen keskittyminen. Riskienhallinnan näkökulmasta aikataulu onnistui, mutta tähän liittyi em. haasteita. Osaamisen keskittyminen esimerkiksi ohjelmoinnin osalta oli painottunut yhdelle henkilölle, myös tulostus ja suunnittelu koteloinnin osalta olivat yhden henkilön vastuulla, mutta muuta kohdassakin oleva riskienhallinta onnistui riskistä huolimatta. Taulukko antaa pohjaa tulevien projektien riskienhallinnan suunnittelulle. Oppimisen kannalta tärkeimmät löydökset taitavat olla, että riskien tunnistamiseen pitää olla konkreettisia keinoja ja yllättävien tilanteiden varalta kannattaa kehittää valmiutta reagoida niihin.

Taulukko 5.1: Projektin riskienhallinta

| Riski | Riski hallittiin | Riskiä ei hallittu | Selite |
|---|------------------|--------------------|---|
| Onnistuminen riskien hallinnassa | x | | Riskien tiedostaminen ja niiden huomioon ottaminen jo suunnitelmavaiheessa tekivät riskien hallinnasta mahdollisen. |
| Etätyöskentely ja kommunikointi | x | | Teams-kanava toimi etätyöskentelyalustana ja oli pääasiallinen kommunikointiväline. Ryhmäläiset osallistuivat aktiivisesti kommunikointiin. |
| Aikataulu | x | | Hyvä suunnittelu ja siinä pysyminen pitivät meidät aikataulussa. Työn määrä oli isompi kuin odotimme, josta aiheutui riski. |
| Muuta | x | | Tietty osaaminen vain yhdellä henkilöllä voi aiheuttaa riskin projektissa. |

5.1 Riskit, joita emme osanneet ottaa huomioon

Täydellistä riskienhallintaa ei ole olemassa mutta meidän pyrkimyksemme projektissa oli mahdollisimman laaja-alainen riskien tunnistaminen ja pyrimme myös nopeaan reagointiin. Nopealla reagoinnilla voidaan vähentää toteutuneen riskin vaikutusta. Edellä mainittu huomioiden työn määrä yllätti. Työmäärä sinänsä ei ollut ongelma, mutta siihen ei ollut kunnolla varauduttu. Töiden tasapuolinen jakautuminen on myös tämänkaltaisten projektien riski. Tästä olemme keskustelleet ryhmän kesken ja projektiryhmässä pidettiin kiinni sovituista rooleista, tällä varmistettiin projektin eteneminen. Työt jakautuivat eri rooleille projektin eri vaiheissa eri tavalla. Tämä on sinänsä ihan luonnollista, koska roolit keskeytyivät eri osa-alueisiin.

6 Tuotteistaminen sekä jatkokehitysideat

Olemme tehneet IoT-potista tuotteistamissuunnitelman, joka on perusta älyruukku-projektin mahdolliselle tuotteistamiselle ja kaupallistamiselle. Tuotteistamissuunnitelman tavoitteena on avata ajatuksia älyruukun tilanteesta tuotteistamisen osalta. Tuotteistamissuunnitelmassa olemme pyrkineet huomioimaan tuotteen elinkaarta, pohtineet markkinointia ja niitä strategisia ratkaisuja, joita tuotteen osalta pitää miettiä aina ideasta lanseeraukseen asti. [2]

IoT-potin tapauksessa on pyritty luomaan laadukas ja kestävä tuote, joka pidemmän päälle voi auttaa jopa oman hiilijalanjäljen pienentämisessä. IoT-potille suunniteltu brändi keskittyy kuitenkin lähinnä teknologiasta kiinnostuneeseen urbaaniy-leisöön.

Brändäyksen piiriin kuuluu, että tuotteella on oma nimi, logo, värimaailma ja oma domain (monitorointisovellukseen pääsee osoitteesta <https://iot-pot.com>). Logo ja värejä on käytetty sovelluksissa sekä printti- ja mainosmateriaalissa (ml. käyttöohjeet ja mainosjuliste) ja tuotteen logo on näkyvästi esillä jopa itse fyysisessä tuotteessa. [3]

Kaupallistamismielessä tätä omannäköistä brändiä voidaan käyttää erottautumiseen kilpailijoista ja luoda mielenpainuva kuva tuotteesta. [3]

Tuotteistamissuunnitelmassa otimme myös kantaa IoT-potin jatkokehitysideoihin. Nämä voisivat olla esimerkiksi tekoälyn liittäminen tuotteeseen, parempia, tehokkaampia ja kustannusystävällisimpiä komponentteja tai integraatiot muihin tuotteisiin. Tuotteen nykyisessä versiossa ilman lämpötila- ja kosteusanturi mittaa oikeastaan ruukun "konehuoneen" sisäistä lämpöä ja kosteutta. Ehkä tämän anturin voisi sijoittaa konehuoneen kanteen, jotta mittaukset vastaisivat enemmän ympäristön olosuhteiden arvoja. Lisäksi ohjelmiston päivitys on hankala, kun laitteisto on sijoitettu ahtaaseen konehuoneeseen ja se pitää purkaa ohjelmiston päivitystä varten. Arduino-laitteen voisi yrittää sijoittaa siten, että USB-C naarasliitin olisi konehuoneen kannessa. Näin uuden ohjelmistoversion päivittäminen olisi helpompaa. Vielä parempi olisi over-the-air päivitysmahdollisuus, jossa kaapelia ei tarvittaisi ja päivityksen voisi tehdä langattomasti. 3D-tulostetun materiaalin (PLA) vedenpitävyyden osalta tehtiin kahden viikon mittaisia vedenpitävyystestejä. Jatkokehitys-

ideana voisi olla jonkin paremmin vettä pitävän ja UV-suojatun tulostusmateriaalin käyttö tai pidempiaikaiset vedenpitävyyteen liittyvät testaukset.

Joudumme toteamaan kuitenkin, että vaikka IoT-potin tuotteistaminen ja kaupallistaminen ovatkin periaatteessa hyviä ideoita, kenelläkään ryhmän jäsenellä ei ole tällä hetkellä sellainen elämäntilanne, että voisi harkita tosissaan tuotteistamisen työstämistä. Lisäksi tuotteen hinnan optimointi sellaiselle tasolle, että myynti olisi edes teoriassa harkitsemisen arvoinen, vaatisi vielä todella paljon kehitystyötä ja uutta kaupallista osaamista.

7 Projektin hallintatavat

Projektin hallintaan liittyvät vahvasti projektin hallintamenetelmät ja -työkalut. Tässä luvussa on kuvattu em., kuten myös aikataulu ja ajankäyttö. Aiheeseen kuuluvat myös ryhmän jäsenten roolit ja ryhmän sovitut käytänteet kommunikoinnin osalta. Luvun lopussa on esitelty projektin ohjauksesta vastaava taho.

7.1 Projektin hallintamenetelmät

Kotipuutarha-projektin hallintamenetelmäksi on valikoitunut kanban ja työkaluksi Trello. Kanban on Lean-periaatteen mukainen ajoitusjärjestelmä, jossa projektin tehtäviä jaetaan tehtäväkortteille ja niiden valmistumista visualisoidaan korttien siirtelyllä taulussa. Trello mahdollisti kanban-taulun käytön. Trello oli toimiva työkalu älyruokkuprojektin hallintaan ja kanban-menetelmä auttoi näkemään ja ymmärtämään projektin ajankohtaisen tilan, rajoittamaan keskeneräistä työtä ja lisäämään tehokkuutta. Kanban-tauluissa jaoinme projektin neljään eri vaiheeseen, joita olivat to do, in progress, testing ja ready. Näiden tehtäväkorttien tilannetta seurasimme viikkopalavereissa koko projektin ajan. Tämä projektinhallintamenetelmä on tuonut läpinäkyvyyttä projektiin ja on ollut yksi kommunikoinnin apuväline. Trello on ollut joustava ja mukautettavissa projektimme tarpeisiin.

7.2 Muut projektihallintatyökalut

Muita projektinhallintatyökaluja Trellon lisäksi ovat olleet perussähköposti, Teams-keskustelualusta, Gitlab koodin ja dokumenttien hallintaan, työaikakirjanpito-ohjelma Clockify sekä selaimessa toimiva kollaboratiivinen verkkoalusta Miro, jota olemme käyttäneet asioiden graafiseen esitykseen.

Teams ja projektiryhmän kanava ovat olleet mahdollistamassa kommunikointia, yhteydenpidon ja projektipalaverien toteuttamisen ryhmäläisten kesken. Se on ollut myös asiakaspalaverien toteutuslata. Gitlab on toiminut kurssin ohjeistusten mukaisesti dokumenttien hallintajärjestelmänä ja Miroa olemme käyttäneet apuna kuvien, suunnitelmien ja erilaisten kaavioiden toteutukseen ja jakamiseen.

Clockify-sovellukseen jokainen projektin jäsen on kirjannut käyttämänsä työtunnit. Sähköposti on ollut yhteydenpitoväline ohjaaviin opettajiin, asiakkaaseen ja toiminut muistuttajana esimerkiksi Trellon työtehtäväkorttien osalta.

Liitteistä löytyy asiakas- että ryhmäpalaverien asialistat ja muistiot koottuna, sekä linkki projektin Trello-tauluun.

7.3 Aikataulu

Projektisuunnitelmassa totesimme, että loppuvuoden 2024 käytämme tuotteen ideointiin ja tavoitteena oli myös tunnistaa asiakkaan tarpeet ja vaatimukset. Tämän pohjalta lähdimme toteuttamaan vaatimusmäärittelyä, joka projektisuunnitelman lisäksi esiteltiin asiakkaalle ja ohjaaville opettajille. Tammikuussa 2025 edellä mainitut suunnitelmat valmistuivat ja niiden pohjalta lähdimme toteuttamaan itse projektia. Varsinaisen projektityön loppuajaksi määrittelimme toukokuun 2025. Viikoittaiset projektipalaverit pidettiin suunnitellusti ja asiakkaan suuntaan olimme yhteydessä kerran kuukaudessa. Aikataulun suhteen pidimme kiinni vahvasti suunnitelmasta.

7.4 Ajankäyttö

Ajankäytön osalta oli tavoitteena, että toukokuun 2025 loppuun mennessä IoT-pot on suunnitelmien mukaisesti rakennettu, tuotteen toiminta on testattu sekä varmistettu ja näin luovutettavissa asiakkaalle.

Projektin toteutukseen liittyy vahvasti aikataulusuunnittelua ja edistymistä käytiin säännöllisesti läpi ryhmän viikkopalavereissa. Projektin suunnitelmallisuus antoi mahdollisuuden työn oikeanlaiselle aikatauluttamiselle, kuin myös sopeutumisvaraa mahdollisiin muutoksiin. Ajankäytön osalta voi todeta, että olemme pysyneet melko hyvin aikataulussa. Tähän saavutukseen on ollut edellytyksenä, että työt on toteutettu roolien ja Trelloon lisättyjen tehtäväkorttien mukaisesti.

Projektissa käytetyn työajan seurantaan olemme käyttäneet Clockify-järjestelmää. Tästä työajanseurantaohjelmasta on saatavilla raportti koko ryhmän käyttämästä työajasta, kuin myös henkilökohtaisista projektiin käytetyistä työtunneista. Clockify-järjestelmään on linkki loppuraportin liitteessä.

Alla on taulukko projektin työtunneista, joita olimme suunnitelleet projektiin. Suunniteltuja tunteja oli 1000 tuntia mutta lopullinen tuntimäärä on noin 1200 tuntia. Taulukosta löytyy arvioidut tuntimäärät projektin alussa eri osa-alueista ja to-

delliset työtunnit, joita projektiin käytettiin.

| Työtehtävä | Suunniteltu | Toteutunut |
|------------------------------------|--------------------|-------------------|
| Kotelon suunnittelu + tulostaminen | 100h | 170h |
| Elektroniikan kokoaminen | 50h | 100h |
| Laitteen ohjelmointi | 100h | 100h |
| Web-sovellusten ohjelmointi | 200h | 200h |
| Projektin hallinta | 50h | 50h |
| Testaaminen | 100h | 60h |
| Palaveri sisäinen | 50h | 100h |
| Palaverit ulkoinen | 50h | 20h |
| Dokumentointi | 200h | 300h |
| Muut | 100h | 100h |

Olimme osin arvioineet työtunnit pienemmiksi, mitä ne todellisuudessa olivat projektin osalta. Ruukkujen tulostamiseen kulunutta aikaa ei osattu arvioida etukäteen. Prototulosteet ja neljän valmiin ruukun tulostaminen vei aikaa yhteensä 170 tuntia. Laitteen ohjelmoinnin osalta arvioimme lähes oikein ajankäytön mutta elektroniikan kokoaminen vei aikaa arvioitua enemmän. Toteutuneista työtunneista on tieto työaikakirjanpito-ohjelma Clockifyssa, johon on linkki raportin lopussa kohdassa Liitteet.

7.5 Ryhmätyöskentely

Ryhmäläisten työskentely projektissa tapahtui koko projektin ajan etänä. Etätyöskentelyn mahdollistivat edellä mainitut työkalut ja alustat. Palaverit ja kokoukset toteutettiin projektisuunnitelman mukaisesti noudattaen sovittuja käytänteitä. Palavereista on esityslistat ja pidetyistä palavereista on kokousmuistiot. Nämä löytyvät dokumentin liitteistä.

Yhteistyö sujui hyvin projektiryhmän kesken. Ryhmässä oli paljon erilaista osaamista, joka edisti sujuvasti projektin etenemistä. Yhteistyön toimivuuteen vaikuttivat myös selkeästi määritellyt ja asianomaisille mieluisat roolit ja vastuut. Vastuualueiden selkeys on auttanut välttämään päällekkäisyyksiä ja varmistamaan, että kaikki tietävät, mitä heiltä odotetaan projektin osalta.

7.6 Ryhmän jäsenten roolit

Ryhmän jäsenten rooleista olimme sopineet projektin alussa ja kuvanneet ne projektisuunnitelmassa. Roolit jakautuivat niin, että Antti Leppäsellä oli elektroniikka, kotelon suunnittelu ja testaus, Bella Lerch oli product owner eli vastasi yhteydenpidosta sidosryhmien kanssa ja testauksesta, Okko Ojala oli kehittäjä, dokumentoija ja testaaja. Vastaavasti Susan Palorannan vastuulla oli kehitys, testaus ja dokumentaatio ja Katja Hellstenille kuului projektinjohto, testaus ja dokumentointi. Päätimme myös projektin alussa, että jokainen ryhmäläinen toteuttaa oman älyruukkunsa, joten jokainen on päässyt myös kokoamaan ja kasaamaan lopputuotetta sekä testaamaan sen toimivuutta.

Alla ryhmäläisten omat kuvaukset rooleistaan.

Antti Leppänen: *Elektroniikka, kotelon suunnittelu ja testaus. Minun roolini oli ruukun 3D-suunnittelu, ruukkujen ja proto-osien tulostaminen omalla 3D-tulostimella sekä ruukun komponentteihin ja elektroniikkaan liittyvät suunnittelutyöt. Lisäksi kasasin asiakkaan käyttöohjeen sekä ryhmäläisille oman ruukun kasaamisohjeen. Suunnittelin myös lopullisen sähköpiirustuksen. Testaamista tein tulostettavien muoviosien vedenpitävyyden sekä elektroniikan komponenttien toimivuuden osalta. Muiden dokumenttien kirjoittamiseen osallistuin vähäisessä määrin. Roolini oli alusta asti suunnitelman mukainen.*

Bella Lerch: *Sovittu roolini projektissa oli product owner eli vastasin pääosin yhteydenpidosta sidosryhmiin (tässä tapauksessa asiakas ja ohjaajat) sekä vaatimusten toteutumisesta. Osallistuin mahdollisuuksien mukaan myös yksittäisten toiminnallisuuksien ja komponenttien testaukseen sekä kehitystyön aikana että tuotteen valmistuessa. Otin aktiivisen roolin projektin dokumentaation tuottamisessa (mm. monitorointisovelluksen FAQ, vaatimusmäärittely, tuotteistamissuunnitelma, esitykset ja raportit) ja ryhmän sisäisessä viestinnässä (erityisesti järjestelyistä sopiminen ja toiminnan yhdenmukaisuuden ylläpito). Mielestäni kokonaisuudessaan olen toiminut sovitun roolin mukaisesti projektissa.*

Okko Ojala: *Pääkehittäjä, dokumentoija ja testaaja. Tavoitteeni oli ottaa lead-kehittäjän rooli ja toimia samalla tukena muille kehittäjille. Otin suurimman vastuun järjestelmän arkkitehtuurin suunnittelusta sekä laitteen ja web-sovellusten ohjelmoinnista. Kehitystyö Susanin kanssa sujui hyvin ja pystyin myös opettamaan Susania mm. Gitin ja Gitlabin käyt-*

tössä. Dokumentointia ja testausta tein järjestelmän kehityksen ohessa koko projektin ajan. Suunnittelin myös web-sovellusten ulkoasun ja käyttöliittymät.

Susan Paloranta: *Kehittäjä, testaus ja dokumentointi. Minun roolini oli olla vähän kaikessa mukana ja se oli harkittu päätös, koska halusin nähdä myös kehittäjän ja testauksen näkökulman projektissa. Toisaalta halusin olla mukana tekemässä dokumentteja. Okon kanssa tein yhteistyötä eniten ja häneltä opin paljon uusia asioita esimerkiksi ohjelmoinnista, Gitin ja Gitlabin käytöstä.*

Katja Hellsten: *Projektinjohto, testaus ja dokumentointi ovat olleet roolini alkuperäisessä projektisuunnitelmassa. Omaksuin rooliani projektin vetovastuun osalta hitaasti. Toteutimme kuitenkin suunnitellut asiat aikataulussa ja siksi ajattelen, että roolivastuuta on otettu. Testauksen osalta roolini on ollut pieni. Dokumentaation tuottaminen on ollut selkeä painopiste osaltani.*

7.7 Projektin ohjaajat

Kokkolan yliopistokeskus Chydeniuksesta ohjaavina opettajina toimivat projektitutkija Tuomo Härmänmaa ja projektipäällikkö Veli-Matti Tornikoski. Ohjaajat antoivat ohjeita ja tarkennuksia projektiin liittyen sekä ottivat kantaa suunnitelmiin ja toteutukseen. Yhteydenpito ohjaajiin tapahtui pääosin sähköpostilla ja kurssin keskustelukanavalla. Ohjaajat osallistuivat myös asiakaspalavereihin, jotka toteutettiin Teams-palavereina.

8 Resurssit

Projektin toteuttamiseen tarvittavat fyysiset komponentit saimme osin yliopistokeskuksesta ja osin tilasimme ne itse. Tuotteen tulostettavat osat kustansimme itse ja hankimme tuotteen suojakuoren eli ruukun jokainen itsenäisesti. Pilvipalveluissa, sovelluksen pääsynhallinnassa ja tietokantapalvelussa sekä sähköpostipalvelussa käytimme ilmaisia verisoita. On perusteltua, että teimme hankintoja itsekustanteisesti, sillä jokainen ryhmäläinen halusi rakentaa ja toteuttaa oman älyruukun.

Immateriaalisten resurssien kannalta projektiin suunniteltu 200t / henkilö on ollut roolista riippuen joko juuri sopiva tai liian vähän. Kuten luvun 7.4 taulukosta käy ilmi, projektin alussa ryhmällä ei ollut oikeaa ajatusta oikeasta ajankäytöstä jokaisella osa-alueella. Aikuiskoulutusohjelman kyseessä ollen, myös ajan löytäminen projektille oli välillä haasteellista. Lopputulos kuitenkin on se, että jokainen ryhmän jäsen on saanut käyttää projektiin ainakin minimivaatimuksen 200 tuntia ja osa jopa reilusti enemmän.

Vaikka projekti on vaatinut monenlaista eri osaamista, ryhmän kokoonpano oli sen verran onnekas, että osaaminen löytyi pääsääntöisesti jo valmiina ryhmän jäseniltä. Tietenkin joitain erikoisempia asioita täytyi vähän tutkia esim. elektroniikka-komponenttien käyttäytymiseen liittyen, mutta varsinaista uutta, isompaa osaamiskokonaisuutta ei jouduttu hankkimaan projektin puitteissa. Useammalle ryhmän jäsenelle oli kuitenkin erittäin opettavaista olla mukana teknisen projektin toteuttamisessa alusta loppuun.

9 Oppimiskokemukset

Oppimisen osalta projektiryhmän jäsenet ovat kuvanneet projektin alussa omat kehittymistavoitteet. Alla on jokaisen ryhmän jäsenen tavoite (kopioitu projektisuunnitelmasta), jonka jälkeen oma kuvaus siitä, onko odotukset oppimiskokemuksen suhteen täyttyneet.

Antti Leppänen tavoite alussa: *"Tulostettavan ruukun osien yksityiskohtainen suunnittelutyö, 3D-tulostaminen ja prototulosteiden avulla toimivan ruukkumallin suunnittelu ja toteuttaminen. Komponenttien valintaa sekä elektroniikkakytkentöjen suunnittelua. Osallistuminen lopullisen ruukun kasaamisohjeen tekemiseen sekä ruukun toiminnallisuuksien ja käyttöliittymän ulkoasun suunnitteluun."*

Näkemys projektin lopussa: *Oppimistavoitteeni toteutuivat mielestäni hyvin. Sain tehdä haluamaani ja sovittua 3D-suunnittelua ja 3D-tulostamista sekä ruukun elektroniikkaan ja ohjeistukseen liittyviä töitä. Vaikka sensoreiden ja kehitysalustojen kanssa olen toiminut aika paljon ennenkin, niin jälkikäteen ajatellen olisi ollut hyvä rakentaa toimiva ruukku lopuksi myös itselleni. Huomasin, että kun asioista on kulunut aikaa, niin ne eivät sieltä muistin sopukoista ihan heti löydykkään. Toki ruukun rakentaminen itselle on vieläkin mahdollista ja se on kyllä harkinnassa.*

Bella Lerch tavoite alussa: *"Oppimistavoitteena ensisijaisesti IoT-järjestelmän toteutuksen aktiivinen seuranta koko sen elinkaaren osalta eli suunnittelusta lopputuotteen asiakkaalle luovuttamiseen saakka. Lisäksi sulautetun ohjelmoinnin ja toimivan IoT-järjestelmän fyysisen kasaamisen harjoittelu, testaus mukaan lukien. Myös projektikäytäntöjen harjoittelu eri roolissa kuin omassa työssä tuo mukanaan uutta opittavaa."*

Näkemys projektin lopussa: *Asetetut oppimistavoitteet ovat mielestäni toteutuneet. Omalta osaltani olen myös tosi tyytyväinen lopputuotteeeseen ja projektiryhmän työskentelyyn. Oppimisen kannalta olisi ehkä kannattanut osallistua enemmän sulautetun järjestelmän kehittämiseen ja vastaavasti olisin pärjännyt vähemmällä tekstin tuottamisella. Toimivan, koulutusohjelman aiempia toteutuksia selkeästi isomman elektronisen kokonaisuuden fyysinen*

kasaus oli myös opettavainen. Oli hauska toimia projektissa eri roolissa kuin mihin on töissä tottunut.

Katja Hellsten tavoite alussa: *"Kehittämiskohteena ja oppimistavoitteena on ymmärtää IoT-projektin koko kokonaisuus suunnittelusta toteutukseen vaiheittain. Oppimistavoitteenani on myös IoT-projektissa kriittisen ajattelun ja ongelman ratkaisussa kehittyminen, joita ovat esimerkiksi ongelmien tunnistaminen ja analysointi sekä ratkaisujen etsiminen."*

Näkemys projektin lopussa: *Projektin alussa asettamani oppimistavoitteet täyttyivät. Projektin vaiheittainen eteneminen suunnittelusta toteutukseen antoivat käsityksen siitä, että mitä IoT-projektikokonaisuus pitää sisällään. Projektin osalta oli useita tilanteita, jolloin ongelmien tunnistamisessa ja ratkaisussa pääsi osalliseksi. Konkreettista oppimista on ollut se, että tämänkin kokoisen projektin yksi merkittävä onnistumisedellytys on se, että projekti on hyvin suunniteltu, aikataulutettu ja jokainen pysyy sovitussa. Näissä osa-alueissa projekti-ryhmän osalta ei ollut haasteita.*

Okko Ojala tavoite alussa: *"Kokonaisen IoT-järjestelmän suunnittelu ja toteutus aina komponenttien valinnasta alkaen. Sulautetun laitteen ohjelmointi, mittaustietojen kerääminen, lähettäminen ja tallentaminen tietokantaan. REST-rajapinnat ja autentikointi, MQTT-protokolla ja reaaliaikainen mittaustietojen esittäminen web-sovelluksessa. Ohjelmointi osana tiimiä, muiden kehittäjien tukeminen."*

Näkemys projektin lopussa: *Kokonaisen IoT-järjestelmän arkkitehtuurin suunnittelu oli tärkeimpiä oppimistavoitteitani ja mielestäni onnistuin siinä hyvin. Opin paljon uutta mm. elektroniikasta sekä sulautetusta ohjelmoinnista projektin aikana ja pystyin hyödyntämään aiempaa osaamistani web-ohjelmoinnista. Pääsin tutustumaan uusiin tietoliikenneprotokolleihin kuten MQTT:hen ja opin paljon uutta C++ ohjelmointikielestä ja ESP32-laitteista. Lisäksi halusin toimia lead-kehittäjän roolissa ja samalla tukea muita kehittäjiä, tämäkin toteutui ja oli mukava kuulla, että Susan koki oppineensa uutta.*

Susan Paloranta tavoite alussa: *"IoT järjestelmä suunnittelussa, ohjelmoinnissa, testauksessa ja toteutuksessa mukana oleminen. Lisäksi olla tukena tekemässä erilaisia raportteja. Oppimistavoitteena on ymmärtää mitä IoT-projekti kokonaisuudessaan pitää sisällään."*

Näkemys projektin lopussa: *Oli mielenkiintoista nähdä, miten eri sensoreista saatiin tie-*

toa siirrettyä web-sovellukseen. Miten konfiguraatio sovellus toimii ja miten tämä kaikki toimii. Sairastumiseni takia en pystynyt olemaan niin paljon mukana ohjelmoinnissa, mutta pyrin olemaan koko ajan tietoinen mitä Okko tekee. Okko oli hyvä opettamaan erilaisia asioita esimerkiksi Gitin ja Gitlabin käyttöä. Okolta opin myös paljon ohjelmoinnista. Toteutus vaiheessa pyrin kokoamaan komponentit mahdollisimman nopeasti, että pystyn olemaan testauksessa mukana. Testauksessa oli mielenkiintoista nähdä, toimiiko järjestelmä niin kuin tavoitteisiin on kirjattu. Dokumentoinnissa olen ollut aktiivisesti mukana. Minulle tuli jonkinlainen käsitys mitä kaikkea IoT projekti kokonaisuudessaan pitää sisällään.

10 Yhteenveto

Kotipuutarha-projekti on toteutunut suunnitelmallisesti noudattaen projektille asetettua aikataulua ja tavoitteita. Projektin tavoitteena on ollut kehittää ja tuotteistaa älykäs kasviruukku, joka hyödyntää IoT-teknologiaa kasvienhoidossa.

Projekti muodostui ideoinnista, vaatimusmäärittelyn tekemisestä, teknisestä ja muotoilun kehityksestä ja ohjelmistototeutuksesta, sekä testauksesta. Käytetty kanban-menetelmä on auttanut ymmärtämään ja havainnoimaan projektin etenemistä ja hallitsemaan projektiin liittyviä tehtäviä. Projekti antoi myös käsityksen, että mitä IoT-projektin toteutus vaatii, hallintatyökalujen, aikataulusuunnittelun ja toteutuksen osalta. Ryhmänä onnistuimme toteuttamaan alussa määritellyn älyruukun, vaikka kaikki yhteydenpito tapahtui etätyöskentelynä.

Tuotteemme, IoT-pot, on suunniteltu innostamaan ja tarjoamaan käyttäjälle reaaliaikaista tietoa kasviensa hyvinvoinnista. Älyruukku helpottaa kasvienhoitoa, se voi olla optimoimassa kasvien elinolosuhteita ja mikä parasta, se voi tuoda käyttäjälle iloa ja onnistumisen tunteita omien kasvien parissa.

11 Liitteet

Projektin tuotteistamissuunnitelma Linkki Suunnitelmaan: Tuotteistamissuunnitelma

Projektin hallintatyökalu Trello Linkki Trelloon: Trello

Projektin työaikakirjanpito Clockify Linkki Clockify: Clockify

Projektin API-dokumentaatio Linkki Dokumentaatioon: Api-dok

Projektin esityslistat Linkki Dokumentaatioon: Esityslistat

Projektin muistiot Linkki Dokumentaatioon: Muistiot

Projektin testausraportti Linkki Dokumentaatioon: Testausraportti

11.1 IoT-potin mainosjuliste

IoT-pot



modern assistant of the urban homegardener



Our modern lifestyle has changed our relationship with nature in a lot of ways. Many people would like to have more living plants even in the middle of a busy urban environment, but the available conditions are often not the best for plants. The **IoT-pot** helps you to treat your plants in ways they can flourish. This handy assistant is always within reach, gives you live information of your plants' wellbeing and can even help you out to take care of them!

What is IoT-pot?

IoT-pot consists of two elements:

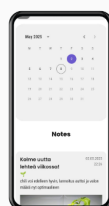
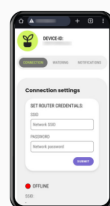
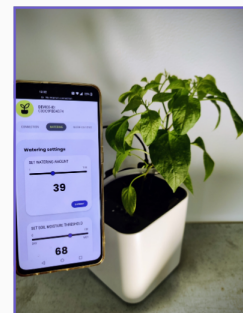
pot

+

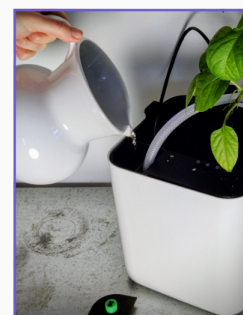
app

An intelligent plant pot, which measures the life conditions of the plant and waters the plant automatically if needed

Shows you at one glance how your plant is doing and you can also keep a diary of your plant's wellbeing



The app is user friendly and intuitive. The measurements taken by the pot's sensors give you invaluable assistance in the busy day to day life, when you are not capable to check on your plants in person as much as you wanted to. The usage of IoT-pot doesn't require any special technical knowledge, it comes as a ready-to-use package with clear usage instructions.



IoT -ot is designed and produced by the IT students of Kokkola University Consortium Chydenius and is not commercially available.

Kuva 11.1: Kuvia valmiista tuotteesta

11.2 IoT-potin logo



Kuva 11.2: IoT-potin logo

Lähteet

- [1] JYX.JYU.FI NETTISIVUT. Riskien hallinta osana tietojärjestelmä projek-
tia. URL <https://jyx.jyu.fi/bitstreams/5c124412-ebfa-48fa-8b18-dc1e5e2145e8/download>, viitattu 15.05.2025.
- [2] SUOMI.FI NETTISIVUT. Tuotteen kaupallistaminen. URL <https://www.suomi.fi/yritykselle/tuotteiden-ja-palveluiden-kehittaminen/kaupallistaminen/opas/tuotteen-kaupallistaminen>, viitattu 15.05.2025.
- [3] THESEUS.FI. Brändin rakentaminen. URL <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/29261/Helminen+Joni.pdf;jsessionid=F807044E78009A737A75BB217C4F09A8?sequence=1>, viitattu 30.05.2025.