



# Kieppi nopeat kokeilut

## Raportti

Version	Date	Created by	Approved by	Status
v0.1	29.4.2021	Markku Salmela		Proposal

## Sisältö

1. Tausta .....	3
2. Elektromekaniikka .....	5
3. Ohjelmisto.....	6
4. Käytettävyys.....	7
5. Toteutuksen aikataulu.....	8
6. Yhteenveto.....	10

## 1. Tausta

Tampereen kaupungilla on nopeat kokeilut –hanke nimeltä KIEPPI, joka tähtää evaluoimaan urbaanin ruoantuotannon ratkaisuja (<http://www.tampere.fi/kieppi>)

Meluta tarjosi amerikkalaisen FarmBot <https://farm.bot> yhtiön viljelyrobotin pilotoinnin. Oheisessa kuvassa on FarmBot Express 1.0 (<https://farm.bot/products/farmbot-express-v1-0>)

Fyysinen testausympäristö Hiedanrannan Tyyppaamo



Muut yhtiöt kokeilussa BlokGården (<https://www.blokgarden.com/>) ja Netled ([Green goes vertical - Netled](#))

Päätason keskustelu kiinnostuksesta yhteiseen liiketoimintaan (iot ratkaisu mm. kasteluun ja valvontaan) sekä robotisoituun viljelyyn soveltuvasta kasvatuslaatikosta. BlokGården toimitti kasvatuslaatikot joiden päälle FarmBot asennettiin. FarmBot Express maksimi työskentelyalue on 1.2m x 3m, joten 80cm + 60cm kasvatuslaatikoita tarvittiin 2 x 4 asetelmaan yhteensä kahdeksan kappaletta. Kasvatuslaatikoiden lainaamisesta suuri kiitos BlokGårdenille! Pystyimme keskittymään pilotissa robotin toiminnallisuuden testaamiseen.

Alustavana ideana keskusteltiin olisiko yksityishenkilöillä, ravintoloilla tai julkisilla toimijoilla kiinnostusta ostaa etäohjattu ja automatisoitu viljelylaatikko varustettuna FarmBotilla.

Meluta alustava ansaintamalli tavoite määriteltiin: FarmBot pilvipalvelun lokalisointi ja sen tarjoaminen palveluna suomalaisille asiakkaille, laitteiston maahantuonti asennus, ylläpito ja huolto.

Ideana tunnustettiin että robotisoitu viljelmä Tampereen julkisessa tilassa kasvukaudella 2021 voisi olla erittäin hyvä huomionkerääjä ja tuotemerkkien esille tuoja.

#### Päätason alkuperäinen aikataulu

Sopimukseen sisältyvät kehittämistoimenpiteet tulee valmistua kokonaisuudessaan viimeistään 31.3.2021 mennessä. Työ etenee seuraavien välitavoitteiden mukaan:

1. Palveluntuottaja hankkii tarvittavat laitteistot pilotin toteuttamista varten 08/2020
2. Tehdään tilankäytösopimukset TYYPPAAMO –tilojen käytöstä 08/2020
3. Laitteiston teknisen toiminnallisuuden testaus ja kehittäminen 09/2020 - 02/2021
4. Skaalautumisen analyysi / kaupallistamisen suunnitelma 01 - 03/2021
5. Loppuraportointi 03/2021

## 2. Elektromekaniikka

FarmBot on yhdysvaltalainen tuote ja se toimitettiin suomeen UPS pakettina kahdessa viikossa verkkokaupassa tehdyn maksun jälkeen. Laitteen hinta rahteineen oli 1600€. Tuotepakkaus on hyvin viimeistelty ja tarkoitukseen sopiva.

FarmBot toimii avoimen HW ja SW periaatteella, kaikki dokumentaatio on avointa mukaanlukien komponenttien BOM (Bill Of Materials). Vain FarmBot tuotemerkin käyttö on erikseen rajattu.

Laitteiston elektroniikka perustuu Arduino pohjaiseen Farmduino askelmoottori ohjaimen sekä Raspberry pohjaiseen laskentayksikköön jotka on koteloitu vesitiiviisti.

Portaalirobotin rakenne on pääosin eloksoitua alumiinia, ruostumatonta terästä ja osin ABS muovia. Laitteessa käytetyt askelmoottorit ja niiden ohjaimet ovat yleisesti 3D tulostimissa käytettyä tyyppiä.

Mekaaniset komponentit ovat hyvin viimeisteltyjä ja vaikuttavat tarkoitukseen sopivilta.

Robotin pääkomponentti - liikutettava portaali sekä elektroniikka koteloituna on tehdaskoottuja joten robotin loppukokoonpano vei noin 6 tuntia. Tämä on erittäin suuri parannus edelliseen versioon, joka toimitettiin rakennussarjana, jonka kokoonpano dokumentaation mukaan vei 26 tuntia.

Suurin aika pilotoitavan robotin kokoonpanotyössä kului laitteen liikuttamismekanismin oikeaan suuntaamiseen, siten että portaali on täsmälleen 90 asteen kulmassa suhteessa kasvatuslaatikoiden päälle asennettujen kiskojen kanssa. Pilotissa kiskoina käytettiin BlokGården toimittamien kasvatuslaatikoiden päälle asetettuna lämpökäsiteltyä puuta. Lämpökäsitelty puu valittiin sen stabiilisuuden ja vedenkestävyyden vuoksi. Vaihtoehtona mikäli kasvatuslaatikoissa olisi ollut yhtenäinen yläpinta, robotin olisi voinut asentaa myös suoraan kiinni kasvatuslaatikoihin.

Portaaliosa oli tehtaalla koottu ja kiristetty hieman epäsymmetriseksi kieroon, joka aiheutti liikuttelun osalta jumiutumisia ja kiskoilta putoamisia. Portaali piti osin purkaa ja koota uudelleen.

Pilotin yhteydessä suurimmat ongelmat liittyivät FarmBot Express toiminnallisuuden pelkistämiseen ja näin hinnan alentamiseen liittyviin toiminnallisuuden karsimiseen verrattuna FarmBot Genesis malliin, joka on huomattavasti monipuolisempi ja myös kalliimpi.

FarmBot Express versiosta puuttuu liikuttamisen aikainen kuormantunnistus, paikka-anturointi sekä rajakytkimet. Nämä puutteet aiheuttivat kokeilun aikana useasti tilanteen, että robotin askelmoottorien liian suuren hetkellisen kuormituksen takia luistivat, jolloin ohjelmisto ei enää tiennyt missä kohden koordinaatistoa robotin työpää on.

Laitteen nollaaminen koordinaatistossa ei onnistu lainkaan etänä. Tämä on löydös joka vakavasti haittaa ja jopa estää laitteiston käyttämisen etäyhteyden päästä ilman että henkilö on jatkuvasti robotin lähellä.

### 3. Ohjelmisto

FarmBot ohjelmisto on avointa lähdekoodia ja melko kattavasti dokumentoitu.

Ohjelmisto koostuu sulautetusta osasta, joka ohjaa robotin askelmoottoreita sekä toimilaitteita. Käyttöliittymä on toteutettu Internet palvelimen avulla, joka tarjoaa käyttöliittymän laitteen ohjaukseen sekä toimintasekvenssien rakentamiseen (tietokoneelle, tabletille, älypuhelimelle). Ohjelmistoympäristö on toteutettu Ruby on rails ympäristöllä. Lokalisaatio eri kielialueille on toteutettu keskitettyllä tekstitietokannalla, suomeksi kääntäminen olisi arviolta kahden viikon työmäärä.

Käyttöliittymä ohjelmisto tarjoaa ympäristön suunnitella kasvien sijoittelu ja simuloida tarvittavia robotin liikkeitä ennen niiden viemistä ajoon. Tämä osuus ohjelmistosta toimii toiminnan visualisoijana. Pilotin kokeilun pääosa suoritettiin ohjelmiston suunnittelu ja simulointi osassa.

Sulautettu ohjelmisto laitteelle on Raspberry liitetty SD kortti, johon ladataan usin firmware sekä konfiguroidaan WLAN johon laite käynnistyksen yhteydessä yrittää muodostaa yhteyden. Laitteessa ei ole minkäänlaista sisäänrakennettua näyttöä eikä debug konsolia. Tämä ei yksinään olisi suuri ongelma, mikäli laitteessa olisi ulkoiselle näytölle liitettä, jolla voisi nähdä laitteen käynnistymisen yhteydessä toiminta lokin. Valitettavasti laitteesta on kuitenkin jätetty näyttöliittymä pois. Mikäli WLAN yhteyden muodostaminen tai joku muu häiriötilanne estää sulautetun ohjelmiston käynnistymisen, laite ei anna riittävää informaatiota käynnistyksen keskeytymisen tai yhteyden muodostamisen epäonnistumisen syistä. Prosessi perustuu yritä ja erehdy periaatteeseen, kokeillen erilaisia parametreja.

Jostakin edelleen tuntemattomaksi jääneestä syystä laite ei kyennyt ottamaan yhteyttä Tyypaamoon rakennettuun WLAN tukiasemaan. Tätä ongelmaa ratkottiin yhdessä Tampereen tietopalveluiden kanssa, ja lopulta kokonaisen työpäivän jälkeen laite saatiin kytkeytymään Tampereen tietopalveluiden verkkoon.

Ohjelmisto otettiin käyttöön neljässä vaiheessa. (i) Ensimmäinen herättely tehtiin Melutan toimitilassa. Tässä yhteydessä ohjelmisto ei suoraan paketista otettuna käynnistynyt. Tarvitiin pitkä FarmBot teknisen tuen kanssa kirjeenvaihto ja useita yrityskertoja eri ohjelmistoversioilla kunnes laite saatiin käynnistymään.

(ii) Toisessa vaiheessa FarmBot asennettiin tyypamo tilaan. Hyvin työlään ja aikaavieneen vianhaun jälkeen se saatiin lopulta kytkeytymään verkkoon ja voitiin konfiguroida ohjelmisto käytettävän kasvatustilatikon mittoihin, sekä portaalin ja toimilaitteen paikkatietoon XYZ koordinaatistossa suhteessa aitoon ympäristöön.

(iii) Kolmannessa vaiheessa suunniteltiin ja simuloitiin kasvien kylvämiseen, kastelemiseen ja rikkaruohontorjuntaan tarvittavat liikkeet ja ne simuloitiin käyttäen ohjelmiston tarjoamaa ympäristöä.

(iv) Neljännessä vaiheessa kytkettiin suunniteltu ja simuloitu sekvenssi varsinaiseen fyysiseen laitteeseen ja aloitettiin toiminnallisuuden käytännön testaus.

## 4. Käytettävyys

Ohjelmiston neljännen vaiheen kokeilussa FarmBot Express laitteen räikeät puutteet liittyen toimilaitteen paikkatietoon ohjelmistossa ja toiminnan fyysisen toteutuksen suhteen tuli ilmeiseksi. Laitteen ohjaus ohjelmisto kyllä visualisoi ja lähetti ohjauskomennot mitä robotin tulisi tehdä, mutta käytännössä askelmoottorien luistaminen, paikkatietoanturoinnin puute sekä rajakytkimien puute aiheutti jatkuvia virhetilanteita.

Käytännön havainto oli että robotin etäkäyttö nykytoteutuksella on käytännössä mahdotonta. Kaikkien ajettujen sekvenssien aikana tapahtui virhetilanteita niin paljon, että laitteen käyttäjän tuli olla jatkuvasti laitteen lähellä ja korjata virhetilanteet.

Pilotoinnin päälöydös on että Farmbot markkinoimat automaattiset toiminnallisuudet mm. automaattinen kylvö, kastelu ja rikkaruohon torjunta on nykyisessä versiossa käyttökelpottomat etäohjauksen kautta toteutettuna.

Laitteen käyttäminen siten, että käyttäjä on jatkuvasti laitteen vieressä rajoittaa käytettävyttä esimerkiksi sellaisiin käyttäjiin, jotka eivät liikunta- ja toimintarajoitteiden takia kykene suorittamaan kasvien kylvö-, kastelu tai rikkaruohontorjunta toimenpiteitä manuaalisesti.

Toinen hyvin merkittävä löydös ohjelmiston automaatioasteeseen liittyen on, että ohjelmisto tarjoaa mahdollisuuden ajaa robottia paikasta toiseen ja aktivoida eri toimilaitteita tietyissä pisteissä XYZ koordinaatistoa. Automatisoidun käytettävyyden suhteen ohjelmisto on hyvin keskeneräinen eikä ohjelmisto nykyisellään tee mitään automaattisesti. Sekvenssejä toiminnoista on mahdollista ohjelmoida ja kopioida, mutta käytännössä ainoastaan kukin liike etukäteen ohjelmoiden.

Esimerkiksi yhden siemenen kylväminen FarmBot avulla vaatii noin 10-15 minuuttia kaikkien tarvittavien liikkeiden etukäteen opettamisen vuoksi. Manuaalisesti yhden siemenen kylväminen kasvualueelta on merkittävästi nopeampi toimenpide.

Avainlöydös on että vastoin FarmBot markkinoimaa korkeaa automaatioastetta, ohjelmistojen valmiusaste on korkeintaan beta prototyyppiasteella. Ohjelmistoja päivitetään edelleen FarmBot toimesta mutta niiden valmius loppuasiakkaan kannalta käyttökelpoiseen ja käytettävyydeltään riittävään vaiheeseen voi viedä vielä hyvin pitkään.

## 5. Toteutuksen aikataulu

Pilotoinnin toteutuneen aikataulun pääkohdat

05/2020 Robotisoidun kasvatuksen idea FarmBot Express laitteella ehdotettu, tunnistettu Hiedanrannan vanha tehdaskiinteistö mahdolliseksi toteutuspaikaksi.

05/2020 Idean pohjalta täsmennetty teknistä toteutustapaa jossa painotettiin FarmBotin testaamista, koska se on aivan uusi avaus Hiedanrannan kaupunkiviljelyssä.

06/2020 Sopimusehtojen läpikäynti ja mahdollisista yhteistyötahojen tunnistaminen

06/2020 Virallinen hakemus tehty, alustava aikataulu

- elokuu: yhteistyötahojen tunnistaminen, FarmBot laitteiston tilaus, perehtyminen lähdekoodiin
  - syyskuu: sopimukset yhteistyötahojen kanssa, laitteiston rakentaminen ja testaus
  - lokakuu: pilven ohjelmisto, testaus, skaalautumisen analyysi, kaupallistamisen suunnitelma
  - marraskuu: sopimukset jatkosta, raportti kokeilusta, yhteistyön arviointi
- Omaehtoinen kaupallinen pilotointi kasvukaudella -21, mikäli liiketoimintapotentiaali riittävä

06/2020 Hankinnasta on tehty virallinen päätös

<https://www.hankintailmoitukset.fi/fi/public/procurement/35620/notice/45813/overview>

08/2020 Sovittu tiloihin tutustuminen ja sopimuksen teko. Farmbot Express tilattu.

08/2020 Tyyppaamon tilan tekniset ja sopimukselliset asiat. Avaimet ja isännöintiin liittyvät asiat. Tilan sopimuksen allekirjoitus. Netled vertikaaliviljelykokeilu ja BlokGården tulossa samaan tilaan

08/2020 FarmBot laite toimitettiin

08/2020 Tyyppaamon avaimista sopiminen, tiedoksi murtohälyttimen asennus suunnitelma, WLAN ei vielä asennettu tilaan

08/2020 FarmBot koottu Meluta toimitilassa siihen malliin kuin sen voi tehdä ilman kasvatuslaatikkoa

08/2020 Keskusteluita yhteistyökumppaneiden kanssa

09/2020 FarmBot ohjelmiston herättely aloitettu

09/2020 Havaittu robotissa boottiongelmia, lähetetty reklamaatio/tukipyyntö, pyysivät saada videon laitteen valojen toiminnasta boottiyrityksen yhteydessä.



09/2020 Robotin starttiongelman ratkaistu mm. ohjelmapäivityksellä, WLAN yhteyden tiedot pyydetty

9/2020 Ohjelmiston ensimmäisen vaiheen testaus sekä kasvatussuunnitelman teko, liikkeiden ohjelmointi sekä simulointien ajaminen. Ohjelmiston rakenteeseen ja lokalisointiin liittyvä selvitys mm. työmääräarviointi kielivariantin tekoon

10/2020 Robotti asennettu kasvatuslaatikoiden päälle Hiedanrannassa

11/2020 Wlan asennus kokeilutilaan

11/2020 Wlan tiedot ja laitteiden mac osoitteet autentikointilistalle

12/2020 HS välissä kiertotalous julkaisu, jossa tämä hanke mainitaan

12/2020 FarmBot ohjelmiston testaamisen toinen vaihe

01/2021 FarmBot ohjelmiston testaamisen kolmas vaihe

02/2021 FarmBot ohjelmiston testaamisen neljäs vaihe, havaittu FarmBot ohjelmiston ja raudan välisessä toiminnassa nopean kokeilun aikataulussa ratkaisemattomia ongelmia. Lähetetty reklamaatio/tukipyyntö FarmBot

03/2021 Vastausten mukaan FarmBot toimii niinkuin se on suunniteltu, jatkettu keskustelua ohjelmiston automaatioasteen nostamisen aikataulusta. Kokeilu tullut päätökseen.

04/2021 Kokeilun löydösten raportin viimeistely ja toimittaminen katselmoitavaksi.

## 6. Yhteenveto

Robotisoitu viljely on erittäin mielenkiintoinen mahdollisuus ja sillä voisi parhaimmillaan vastata urbaanin ruoantuotannon yhteen suurimmista kustannushaasteista eli siihen kuka pitää huolta viljelmistä käytännössä päivittäin koko kasvukauden ajan.

Kiinnostuneita ja mahdollisia yhteistyötahoja on tunnistettu lukuisia mm. Hiedanrannan kehitysyritys, yhteisöllinen syötävä puutarha, yksityisten toimijat, taloyhtiöt ja jopa kaupungin viheralueet.

FarmBot tarjoaa robotisoituun viljelyyn elektromekaniikaltaan melko viimeistellyn laitteiston, jonka käyttökelpoisuus ja käytettävyys vielä tässä kehitysvaiheessa on riittämätön loppukäyttäjätahoille otettavaksi laajamittaisesti käyttöön.

FarmBot valitsema avoimen lähdekoodin periaate on erittäin hyvä ja tämä ei kuitenkaan poista sitä ilmeistä tarvetta että yrityksellä tulee itsellä olla riittävän osaava ja ammattitaitoinen tiimi.

Nykyisellä valmiusasteella FarmBot ei ole valmis ratkaisu markkinoille tuotavaksi. Meluta alustava ansaintamalli tavoite: FarmBot pilvipalvelun lokalisointi ja sen tarjoaminen palveluna suomalaisille asiakkaille, laitteiston maahantuonti asennus, ylläpito ja huolto. Ei ole liiketaloudellisessa tarkastelussa mahdollinen FarmBot matalan valmiusasteen ja sen vaatiman suuren asiantuntija henkilötyömäärän vuoksi.

FarmBot nykyinen kohdemarkkina rajoittuu teknologiasta kiinnostuneisiin aikaisiin liikkujiin sekä ohjelmistolan harrastajiin joita uusi teknologia kiinnostaa. Tämän tyyppinen kohdemarkkina-asiakas on tyypillisesti valmiuksiltaan sillä tasolla että FarmBot tilaaminen verkkokaupan kautta suoraan valmistajalta ei muodostu kynnyskysymykseksi, eikä näinollen paikallisella maahantuojalla ja palveluntarjoajalle jää riittävän suurta kohdemarkkinaa.

Kaupallisesta näkökulmasta mielekäs valmiusaste, erityisesti ohjelmistojen ja käytettävyyden osalta jää FarmBot osalta vielä kaukaiseen tulevaisuuteen.