

## MEHILÄISTARHAUS ARKTISISSA LUONNONOLOISSA

Arktinen mehiläistalous -hankkeen tuloksia



POHJOISEN TEKIJÄT - LAPIN AMMATTIKORKEAKOULUN JULKAISUJA 6/2023



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



LAPIN LIITTO

## Kirjoittajat:

- Sirja Sarkkinen, metsätalousinsinööri (AMK), asiantuntija, Tulevaisuuden biotalous, Lapin ammattikorkeakoulu
- Juho Haveri-Heikkilä, metsätalousinsinööri (AMK), asiantuntija, Tulevaisuuden biotalous, Lapin ammattikorkeakoulu
- Juha Autioniemi, insinööri, Insinöörikoulutus, asiantuntija rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, Lapin ammattikorkeakoulu

Tyyppi: Monografia

Julkaisija: Lapin ammattikorkeakoulu Oy

Julkaisuvuosi: 2023

Sarja: Pohjoisen tekijät - Lapin ammattikorkeakoulun julkaisuja 6/2023

ISBN 978-952-316-468-0 (pdf)

ISSN 2954-1654 (verkkajulkaisu)

Pdf-linkki:

Oikeudet: CC BY-SA 4.0

Kieli: suomi

Pysyvä osoite:

Etusivun kuva: Avea Media

## Tiivistelmä

Mehiläistarhaus on haastavaa Lapin arktisissa ilmasto-olosuhteissa. Tarhamehiläisten elinolot ovat vaativammat kuin eteläisemmässä Suomessa olevilla mehiläisillä. Kasvukausi on lyhyt ja talviaika pitkä, joten hunajan tuottaminen mehiläispesiltä vaatii tarhaajalta ammattitaitoista osaamista.

Lapin ammattikorkeakoulun hankkeessa Arktinen mehiläistalous on kehitetty uudenlaista lämmitystekniikkaa mehiläispesiin. Lisäksi hankkeessa on tutkittu tarhamehiläisten pölytyksen vaikutusta luonnonmarjoihin. Tarhaajien keskinäistä verkostoitumista on edistetty järjestämällä eri tapahtumia. Lapin alueella uuden tiedon avulla voidaan mahdollisesti parantaa tarhamehiläisten elinoloja ja näin ollen kasvattaa hunajasadon määrää.

## Sisällys

1. Johdanto .....	2
2. Mehiläistarhaus Pohjois-Lapissa .....	4
Tarhauksen laajuus ja tuotanto.....	5
Arktisen hunajantuotannon haasteet ja mahdollisuudet.....	6
Ilmasto-olosuhteet.....	7
3. Arktinen mehiläistalous- hankkeessa tutkittua ja kokeiltua .....	9
Lämmitys ja muun laitteiston käyttökokemus .....	11
Lämmitys- ja muun laitteiston hyödyt ja käytettävyys .....	19
Mustikan pölyyntymiskokeet.....	20
Lajihunajan tuottaminen suoalueella.....	24
Karpalon pölyyntymiskokeet ja pölyttäjälaskenta.....	25
Laitteiston tekniset ominaisuudet ja hintatiedot.....	30
4. Lähteet.....	41

### 1. Johdanto

Mehiläistarhaus Lapissa on haasteellista arktisissa luonnon oloissa. Talviaika on pitkä, luminen ja kylmä. Kesäaika on lyhyt ja kasvien kasvukausi näin ollen myös lyhyt. Tarhamehiläiset tarvitsevat yhteiskuntansa ylläpitoon luonnosta kasveja, jotka tuottavat siitepölyä ja mettä (Ruottinen 2014). Kesän ravinnonkeruuajan ollessa lyhyt tarhamehiläisten olosuhteiden täytyy olla hyvät, jotta hunajantuotanto mehiläispesistä onnistuu.



Tämän julkaisun tarkoituksena on välittää tietoa Arktinen mehiläistalous- hankkeessa tehdystä tutkimustyöstä vuosilta 2019–2022. Julkaisussa kerrotaan Lapin arktisissa oloissa toimimisesta mehiläisten kanssa. Tämä teos pohjautuu pääasiallisesti hankkeessa tehtyihin havaintoihin ja tutkimustuloksiin.

## 2. Mehiläistarhaus Pohjois-Lapissa

Mehiläistenhoito arktisen alueen rajamailla Suomen Lapissa on haastavampaa verrattuna, Etelä-Suomen luonnonoloihin. Hankkeen tutkimuksen kohteena olevien pesien sijainti on maantieteellisesti ollut Rovaniemen eteläpuolella noin 15 km:n päässä Hirvaalla. Mehiläispesien lukumäärä on vaihdellut vuosien 2019–2022 aikana kolmesta neljään pesään. Tutkimustoiminta on yhdistetty mehiläistarhaukseen niin, että siitä koituisi mahdollisimman vähän haittaa mehiläisten normaaleihin tarhaolosuhteisiin.

Rovaniemen alueella sekä pohjoisemmassa Lapissa mehiläistarhaus on enemmän harrastuksen kaltaista kuin taloudellisesti kannattavaa liiketoimintaa. Tarhaajien pesämäärä on pieni ja peruselinkeino saadaan muista tulonlähteistä. Ammattimaisen toiminnan haasteista yksi on mm. sääolosuhteet. Lapissa tuotetaan vähäisempää satoa Etelä-Suomen satoon verrattuna pääasiassa sääolosuhteiden takia (lyhyt kesä ja lämpötila).

Mehiläistarhaajia sitoo toisiinsa yhdistystoiminta, joka perustuu jäsenten omaehtoiseen aktiivisuuteen. Pohjois-Lapin alueella mehiläistarhaajien yhdistyksenä toimii Napapiirin mehiläishoitajat. Kesällä 2022 varsinaisia yhdistyksen jäseniä on ollut 42 henkilöä, joista perheenjäseniä on ollut 5 henkilöä. Kesällä 2022 yhdistyksen puheenjohtajana on aloittanut Taina Stark ja sihteerinä Marru Kraft.

Napapiirin mehiläishoitajien jäsenmäärä ei kuitenkaan kerro koko totuutta tarhaajien määrästä Lapin alueella, sillä yhdistystoiminta on vapaaehtoista toimintaa. Lisäksi Lapin maakunnan alueella toimii myös toinen alueyhdistys Länsi-Pohjan mehiläishoitajat.

### **Tarhauksen laajuus ja tuotanto**

Lapin alueen mehiläistarhauksen tilasta on tehty kyselytutkimuksena opinnäytetyö vuonna 2016. Kyselytutkimuksen kysymykset on lähetetty tuolloin Napapiirin mehiläishoitajien jäsenille, joita silloin on ollut 34 henkilöä. Kysymyksiin on vastannut 18 henkilöä. Kaikkien vastaajien yhteenlaskettu pesämäärä on ollut 84 pesää eli keskimäärin tarhaajilla on ollut 4–5 pesää. Keskimääräinen satomäärä pesää kohden vuonna 2014 on ollut 24 kg. Kesällä 2022 yhdistyksen jäseniä on ollut 42 henkilöä. (Kraft 2016)

Suomen mehiläishoitajain liiton vuoden 2021 satokyselyn mukaan Lapin maakunnassa keskimääräinen hunajasato on ollut hieman alle 15 kg. Suurin keskimääräinen hunajasato saatiin Etelä-Karjalassa, jossa keskimääräinen hunajasato on ollut 70 kg. Kaikkien vastaajien keskimääräinen hunajasato on ollut noin 42 kg. Satokyselyyn vastasi tuolloin viisi vastaajaa sekä Lapin- että Etelä-Karjalan maakunnista. Kokonaisuudessaan vastaajia oli 181.

Vuoden 2022 SML:n satokyselyn mukaan Lapin maakunnassa keskimäärin hunajasatoa on saatu vajaa 20 kg. Suurin keskimääräinen hunajasato on saatu Päijät-Hämeessä, jossa satoa on saatu vajaa 90 kg. Koko Suomen keskisato oli yhteensä noin 48 kg. Yhteensä satokyselyyn vastasi vuonna 2022 268 henkilöä. Huomataan, että Lapin maakunnan alueella hunajasadon (Kuva 1) määrä jää karkeasti arvioituna alle puoleen koko Suomen keskisatoon verrattuna.



Kuva 1. Hunajasadon kerääminen hunajakakulta. (Kuva AveaMedia)

### **Arktisen hunajantuotannon haasteet ja mahdollisuudet**

Selvitystyötä Lapin hunajantuotannon kasvattamisesta ja mehiläistarhaajien verkostoitumisen edistämisen edellytyksistä tuotti hankkeen aikana Teemu Ruuska. Työssään hän yhdisti aikaisempien tutkimusten tuloksia, teki tutkimushaastatteluja sekä määrällisen kyselytutkimuksen. Selvitystyöpohjalta on julkaistu opinnäytetyö. Teos on julkaistu verkossa ammattikorkeakoulujen opinnäytetöiden ja julkaisujen julkaisupalvelussa (Theseus). Teos löytyy Theseuksesta nimellä LAPIN MEHILÄISTALOUS Arktisen hunajantuotannon haasteet ja mahdollisuudet. (Ruuska 2022)

Ruuskan selvityksen mukaan Lapissa hunajantuotannon haasteena on muun muassa arktisen alueen karut olosuhteet. Kasvien satokauden ollessa lyhyt, täytyy myös mehiläistarhausta harjoittavan tarhaajan osaaminen tarhamehiläisten hoidossa olla hyvää. Lapissa pitkät välimatkat ja pieni väestön määrä eivät myöskään ole aktiivisten hunajantuottajien kannalta houkuttavia syitä harjoittaa hunajantuotantoa. Napapiirin mehiläishoitajien yhdistystoiminnan resurssien vähäisyys heikentää myös aktiivista toimintaa yhdistyksen osalta. Markkinoita hunajalle kuitenkin löytyy. (Ruuska 2022)

Mahdollisuuksia parantaa hunajantuotantoa Lapin alueella olisi mahdollisesti lisätä koulutustarjontaa, joka lisäisi tarhaajien osaamista tarhauksesta. Tällä hetkellä koulutusta tarjotaan mehiläishoidon perusteet- kurssin muodossa kansalaisopistolla. Syventävää koulutusta voisi lisätä esimerkiksi Suomen Mehiläishoitajain Liiton avulla. Lisäksi olisi hyvä saada hunajan myyntikanavia parannettua. Ennakkoon sovitun toimitussopimuksen avulla hunajantuottaminen olisi riskittömämpää. (Ruuska 2022)

## **Ilmasto-olosuhteet**

Lapin alueella pitkä talvi ja lyhyt kasvukausi tuovat suurimmat haasteet luonnonolosuhteiltaan mehiläistarhauksen harjoittamiseen. Tarhaus on kuitenkin arktisissa luonnonoloissa mahdollista. Tarhaajien uutteruus ja vuosien kokemus tarhauksesta palkitaan, kun saadaan tuotettua arktisen alueen rajamailla tuotettua hunajaa.

Kasvukausi on noin 10 % lyhyempi Rovaniemellä kuin esimerkiksi Keski-Suomessa. Terminen kasvukausi keväällä alkaa keskimääräisesti kaksi viikkoa aikaisemmin Keski-Suomessa kuin Rovaniemen korkeudella. Vastaavasti syksyn termien kasvukausi loppuu Rovaniemen korkeudella noin 11 päivää aikaisemmin kuin Keski-Suomessa. (Ilmatieteenlaitos 2022) Huomataan, että Rovaniemen alueen ja Keski-Suomen termiset kasvukaudet ovat eri mittaisia. Kasvukauden ollessa lyhyt mehiläistarhaus Lapin alueella on haastavampaa eteläisempään Suomeen verrattuna. Reilun kolmen viikon ero termisten kasvukausien keskimääräisellä määrällä tuo huiman eron eri alueiden mehiläisten elinolosuhteisiin.



Termisen kasvukauden alkaminen keväällä on laskettu keskimäärin alkavan Rovaniemen korkeudella noin 12.5 ja Keski-Suomessa noin 27.4. Kasvukauden päättymisen on vastaavasti laskettu keskimäärin loppuvan Rovaniemen korkeudella noin 27.9 ja Keski-Suomessa noin 7.10. Päivinä pituus on Rovaniemen korkeudella noin 135 päivää ja Keski-Suomessa noin 150 päivää. Termisen kasvukauden tehoisa lämpötilasumma on Rovaniemen korkeudella noin 1000 ja Keski-Suomessa noin 1200. Näiden tulosten keskiarvot on laskettu vuosilta 1991–2020. (Ilmatieteenlaitos 2022).

Termisen kasvukauden alku lasketaan alkavaksi siitä, kun lumi on sulanut aukeilta alueilta ja vuorokauden keskilämpötila nousee yli + 5 asteen pysyvästi. Keväällä vuorokauden keskilämpötila vaihtelee usein pitkään + 5 asteen molemmin puolin, joten tilannetta seurataan 10 vuorokauden ajan. Terminen kasvukausi päättyy syksyllä, kunnes vuorokauden keskilämpötila laskee + 5 asteen alapuolelle pysyvästi tai mikäli sataa pysyvä lumipeite. Myös kovat pakkaset useana perättäisenä yönä katkaisevat kasvukauden. Tehoisan lämpötilasumman avulla seurataan termistä kasvukautta. Tehoisan lämpötilan summa kertyy päiviltä, joina vuorokauden keskilämpötila on +5 asteen yläpuolella. Vuorokauden keskilämpötilan viiden asteen ylimenevä osa kasvukauden aikana lasketaan yhteissummaksi. Mikäli vuorokauden keskilämpötila jää kasvukaudella matalammaksi kuin + 5 astetta, summaa ei kerry, mutta se ei myöskään vähene. Tällöin kasvukauden katsotaan tilapäisesti pysähtyneen. (Ilmatieteenlaitos 2022)

Talvella kova pakkas ei ole hyväksi mehiläisille, mutta mikäli mehiläiset ovat suojassa lumipeitteen alla pesässään tai ne on siirretty talvehtimaan esimerkiksi kellariin, on niillä hyvät mahdollisuudet selvitä talven yli. Lapissa lumipeite on ainakin vielä talvisin koko talven katkoksitta peittävä. Etelä-Suomessa talvi on epävakaisempaa lumipeitteen ja lämpötilojen suhteen. Aikainen kevät saattaa havahduttaa mehiläiset liian aikaisin pesästään. Tämän jälkeen tuleva mahdollinen kylmä kausi tuottaa mehiläistarhaajille lisätyötä, koska mehiläisille joutuu mahdollisesti lisäämään ravintoa pesiin. Lapin niin sanottu ”oikea talvi” saattaa todellisuudessa suojata mehiläisiä ainakin talven aikaisten ilmasto-olojen vaihtelulta paremmin kuin Etelä- Suomessa.

Lapissa kasvukauden ollessa lyhyt on myös kesän aikainen lämpötila viileämpi kuin Etelä-Suomessa. Tämä lyhentää tarhamehiläisten lentoaikaa päivisin arktisissa oloissa Lapin alueella. Toisaalta yöttömien öiden aikaan tarhamehiläisillä on enemmän valoisaa aikaa lentää, mitä Etelä-Suomessa. Yön aikana nouseva kosteus vaikuttaa kuitenkin tarhamehiläisten lentoaktiivisuuteen niin, että ne eivät enää lennä ja kerää satoa, vaikka valoa olisi. Mikäli yöt ovat tarpeeksi lämpimiä ja valoisia, se aktivoi kuitenkin tarhamehiläisiä sadon keruuseen. Nämä asiat perustuvat havaintoihin, joita tutkimuspesiltä on saatu.

### **3. Arktinen mehiläistalous- hankkeessa tutkittua ja kokeiltua**

Arktinen mehiläistalous- hanketta on toteutettu vuosina 2019–2022. Hankkeen työryhmään Lapin ammattikorkeakoulun osalta ovat kuuluneet projektipäällikkö Juho Haveri-Heikkilä, asiantuntija Marru Kraft, projektityöntekijät Sirja Sarkkinen ja Teemu Ruuska. Tutkija-asiantuntijuutta hankkeeseen on tullut Luonnonvarakeskuksen tutkijoilta Outi Manniselta ja Rainer Peltolalta. Tekninen osaaminen ja laitteiston kehitys on tullut pääasiassa Lapin ammattikorkeakoulun teknisen puolen insinööreiltä Juha Autioniemeltä ja Kari Moilaselta. Yhteistyötä on tehty Suomen Mehiläishoitajain Liiton ja Napapiirin mehiläishoitajien kanssa.

Tutkimusvuosien aikana mehiläispesiin on kehitetty ja kokeiltu lämmityslaitteistoa, joka mahdollisesti voisi alkukesän aikana ylläpitää pesän lämpötilaa optimaalisena. Kesämehiläisten sikiöntivaiheen aikainen pesän lämpötilan ylläpitäminen ei veisi yhteiskunnalta niin paljon energiaa kuin normaalisti ja pesä vahvistuisi nopeammin. Hankkeessa on kehitetty ja kokeiltu laitteistoa, jonka avulla lämmitys onnistuisi ja jonka avulla seurattaisiin pesän kehitystä kasvukauden aikana. Lämmityslaitteistoon tuleva sähköenergia on tuotettu aurinkopaneelilla tuotetusta sähköstä. Toimiva aurinkopaneelin energialla ylläpidetty lämmityslaitteisto olisi käytännöllisin mehiläistarhaajien käyttöön, tällöin mehiläispesän paikka ei olisi riippuvainen siitä missä lähin sähköpistoke sijaitsee.

Lämmityslaitteita on kokeiltu käytännössä kahtena kesänä vuosina 2021 ja 2022. Mehiläisten lentoaktiivisuutta on seurattu Eyesonhives- kameroilla, jotka kuvaavat pesän tulijoita ja lähtijöitä pesän suuaukolta. Pesiin on ollut asennettuna siirrettävät RuuviTag- merkkiset lämpö- ja kosteusanturit, joista lämpö- ja kosteusolosuhteita on saatu seurattua reaaliaikaisesti. Pesien painoja on seurattu pesän alle laitettavalla vaa`alla. Lisäksi luonnonolosuhteita on seurattu sääasemalta tulevasta datasta.

Tutkimuspesien läheisyyteen on perustettu mustikanpölytyskoealoja. Seuranta mustikanpölytyskoealoilta on tehty kolmena kesänä vuosina 2020-2022. Kasvukauden aikana koealoilta on laskettu kukat, raakileet ja kypsät marjat. Kukkien ja kypsien marjojen suhteesta on saatu laskettua mustikan pölytys- ja marjomisprosentit. Tutkimuksen tarkoituksena on ollut saada tietoa siitä, miten tarhamehiläispesien läheisyys vaikuttaa luonnonmarjojen pölytykseen ja marjomiseen.

Yhtenä osana hankkeessa on ollut kokeilla lajihunajan tuottamista. Tätä kokeiltiin yhden mehiläisyhteiskunnan avulla kesällä 2022. Lisäksi saman yhteiskunnan läheisyydestä seurattiin sen vaikutusta karpalon pölytykseen.

Lapin mehiläistaloustapahtumat järjestettiin mehiläistarhaajille kesinä 2021 sekä 2022. Vuonna 2021 tapahtuma järjestettiin yhtenä päivänä. Vuonna 2022 kokoontuminen oli kaksipäiväinen. Lisäksi hankkeen loppuajana järjestettiin loppuseminaari. Tapahtumat ovat olleet kaikille avoimet. Myös mehiläistarhauksesta kiinnostuneet ovat saaneet osallistua tapahtumiin, vaikka heillä ei olisi omia pesiä hoidettavana. Tapahtuman avoimuus tuo uusille alalle tuleville tarhaajille hienon mahdollisuuden verkostoitua muiden tarhaajien kanssa.

Hankkeessa toimineet tutkimuspesät ovat sijainneet ja niitä on hoidettu Rovaniemen Hirvaalla. Alun perin mehiläisyhteiskuntia tuli neljä kappaletta kesällä 2019. Näistä vuoteen 2022 on selvinnyt elossa kolme mehiläisyhteiskuntaa. Pesät on hankittu varroavapaalta alueelta Ahvenanmaalta.

## Lämmitys ja muun laitteiston käyttökokemus

Sähköistä lämmityslaitteistoa (Kuva 2) on kokeiltu ja kehitetty mehiläispesiin, jotta mehiläisten pesän lämpötila saataisiin pidettyä optimaalisena alkukesän vaihtelevien sääolosuhteiden aikaan. Hankkeessa on keskitytty kehittämään toimivaa lämmitys- ja muuta laitteistoa, jonka avulla voidaan seurata pesän olosuhteita. Osatavoitteena on ollut selvittää, voidaanko lämmityksen avulla pesä saada vahvistettua aikaisemmin satokauteen kuin ilman lämmitystä. Lämmityksen avulla hyvin kehittynyt pesä voisi mahdollisesti tuottaa enemmän hunajaa kuin lämmittämätön pesä.



Kuva 2. Lämmitysosaston ensimmäinen versio 2021. (Kuva Veronica Mikkola)

Toisena tavoitteena on ollut saada kehitettyä lämmityslaitteisto, joka toimii aurinkopaneelistä (Kuva 3) tuotetun sähköenergian avulla. Näin mehiläisten pesäpaikka ei olisi riippuvainen verkkovirrasta tulevasta sähköenergiasta. Lisäksi

energiamuodon avulla tuettaisiin uusituvan energian käyttöä. Lapin AMK:n insinöörien Juha Autioniemen ja Kari Moilasen kehittämän lämmityslaitteiston sekä muun tekniikan datatietoja on pystytty seuraamaan ja osittain ohjaamaan etäyhteyden avulla Bee-Apps-sovelluksen kautta.



Kuva 3. Aurinkopaneeli pesän läheisyydessä. (Kuva Avea Media)

Ensimmäinen versio lämmityslaitteistosta oli rakennettu kahteen kehikkoon pesän sisäpuolelle. Käytännössä kaksi Lanstroth-mallin kehikkoa, joihin oli asennettu lämmittävät kalvot (Kuva 4). Normaalisti sen tilalla olisi vahapohjukelevy, johon mehiläiset rakentavat uuden vahakennoston. Kehikossa on metallilangat joihin vahapohjuke sulatetaan kiinni. Virta kehikkoon johdettiin sähköjohdoilla pesän ulkopuolelta pesäosastojen välistä pesän sisälle. Lämmitettävät kehikot asetettiin kymmenkehikkoiseen osastoon (pesälaatikko) järjestykseltään kolmanneksi ja kahdeksanneksi. Kehikoiden väliin jäävä tila on sikiöalaa, jonne emo munii uudet tulokkaat. Tämän osaston lämmön ylläpitäminen on mehiläisille

elintärkeää. Lämmityslaitteen testausta on kohdistettu juuri tämän takia sikiöosastoon. Alkukesästä pesän osastoja ei ole normaalisti kuin yksi. Mikäli syksyllä pesiä on jouduttu yhdistämään, tällöin pesä voi olla kaksi osastoinen.



Kuva 4. Lämmitettävä kehikko 2021. (Kuva Sirja Sarkkinen)

Kesällä 2020 lämmityslaitteistoa ei otettu vielä käyttöön, koska tutkimuspesät tulivat kesäkuussa juhannuksen aikaan. Tälle kesälle ei ollut ajankohtaa, milloin lämmitystä olisi tarvittu. Lämmityslaitteisto asennettiin jo syksyllä 2020 pesiin, jotta se voidaan keväällä kytkeä päälle ilman, että pesiä täytyy aukoa turhaan viileänä aikana. Lämmityslaitteistoa kokeiltiin pesillä numerot 1 ja 2. Pesä numero 3 toimi kontrollipesänä.

Kesällä 2021 lämmityslaitteet kytkettiin päälle pesissä toukokuun puolivälissä. Lämmityslaitteiden kytkentä päälle on ajoitettu pajujen kukinnan alkamisajankohtaan. Pajut ovat ensimmäisiä ravintokasveja keväällä, joita mehiläiset käyttävät

hyödykseen. Kun ravintoa on kerättävänä, on mahdollista aktivoida niitä keruulenkoille siihen aikaan. Lämmitystä pidettiin yllä juhannukseen asti 1 ja 2 pesillä. Pesä numero 3 toimi verrokki eli kontrollipesänä.

Vaikutusta sikiöintiin on ollut vaikea arvioida silmämääräisesti, sillä pesät eivät ole rakenteeltaan eikä toiminnaltaan samankaltaisia. Kehikoihin asennettu lämmityslaitteisto on hankala mehiläisten hoitotyön kannalta, koska johdot haittaavat pesän ja mehiläisten käsittelyä. Mehiläiset lisäksi hylkivät kehikkoa, johon on asennettu lämmityslaitteisto. Ne eivät ole rakentaneet kehikon päälle kunnollista vahakennostoa (Kuva 5) kuin sieltä täältä harvakseltaan.



Kuva 5. Osittain rakennettu lämmitettävä kehikko. (Kuva S. Sarkkinen)

Kun mehiläiset näin hylkivät lämmitettävää kehikkoa, se vie niiden elintilasta osan pois. Toisen talven (vuosi 21–22) ajaksi lämmitettävät kehikot päätettiin jättää pois pesästä. Tarkoitus ei ole lämmittää pesiä talvella vaan keskittää lämmitys

alkukesän epävakaille sääoloille. Seuraavalle kesälle 2022 saatiinkin talvella 2022 kehitetty uusi versio lämmityslaitteesta koekäyttöön (Kuva 6).



Kuva 6. Pesäosastojen alle asennettu lämmityslevy. (Kuva Avea Media)

Pesän alta lämmittävä lämmityslevy kehitettiin, koska koettiin, että kehikoiden sisään rakennettu lämmitysjärjestelmä haittaa pesän hoitotoimenpiteitä ja sillä oli selkeä negatiivinen vaikutus mehiläisten normaaleihin elinoloihin. Kehitettiin levy, joka saatiin asennettua pesäosastojen alle tuulettavan pohjaosan päälle. Osastojen alla oleva lämmityslevy ei haittaa normaaleja hoitotoimenpiteitä, eikä se myöskään aiheuta epämääräisesti rakennettuja vahakennostoja pesään.

Pesän normaaliolot parantuivat ja pesien hoitaminen oli helpompaa lämpölevyä käyttämällä, verrattuna lämmitettäviin kehikoihin. Lämpölevy oli kooltaan huomattavasti pienempi kuin kehikkosysteemi. Lämpölevyä ei voitu koekäyttää kuin yhdellä tutkimuspesällä. Talven jälkeen yksi tutkimuspesä oli kuollut, joten pesiä tutkimiseen ei jäänyt kuin kaksi, joista toista käytettiin verrokkipesänä. Lämmityslevyä kokeiltiin pesällä numero 1. Kontrollipesänä toimi pesä numero 2.



Lämpölevy ei sovellu käytettäväksi pesässä, jossa käytetään umpinaista pohjaa. Tuulettavaa pohjaa käyttämällä saadaan osastojen alle tarvittava lisätila levyille, koska pohjan keskellä oleva tuuletusritilä on huomattavasti alempana kuin umpinaisen pohjan yläpinta kehikoiden alaosa.

Pesävaakojen avulla on seurattu pesän kehitystä kesän aikana. Kesällä 2021 oli käytössä Suomen mehiläishoitajain liiton kautta pesävaaka, josta emme saaneet datatietoja missään vaiheessa ulos. Kesälle 2022 Lapin AMK:n tekniikan puolen insinöörit Autioniemi ja Moilanen kehittivät vaakat jotka toimivat suhteellisen hyvin kesän aikana (Kuva 7). Vaakojen mittaustuloksia seurattiin etänä Beeapps- sovelluksen kautta.



Kuva 7. Pesävaaka näytteillä hanke-esittelyn yhteydessä 2022. (Kuva S. Sarkkinen)

Pesän painon seuraaminen etäyhteydellä helpottaa parhaimmillaan mehiläistarhaajan työtä. Kesän aikana painonkehitystä seuraamalla tarhaaja saa reaaliaikaista tietoa pesän hunajan keruun tilanteesta. Painon noustessa tiedetään, että mehiläisyhteiskunta voi hyvin. Painon lisääntyminen pesässä kesän aikana perustuu suureksi osaksi hunajanpainoon. Mehiläisvaha, siitepöly ja itse mehiläiset ovat suhteellisen kevyitä, joten ne ovat pieni osa pesän kakuston painosta. Loppukesästä tarhaaja saa hyvin viitteitä pesän painosta siitä, milloin hunajan keruun huippu on saavutettu. Tarhamehiläiset alkavat tuolloin käyttämään keräämäänsä ravintoa hyödykseen enemmän kuin saavat sitä kerättyä. Ravintokasvit vähenevät ja ilmat viilenevät loppukesää kohti mentäessä.

Tutkimuspesien paino heinäkuussa 2022 saattoi vuorokauden aikana nousta noin 1 kilon verran. Tutkimuspesien nro 1 ja 2 keskimääräiset painot kesäkuun alussa olivat noin 20 kilon paikkeilla. Heinäkuun alussa pesien paino oli alle 30 kiloa, mutta kipusi heinäkuun loppua kohden noin 30 kiloon. Heinä-elokuun vaiheessa pesien painon kehitys alkoi taittumaan. (Taulukko 1) Kun pesän painon kehitys alkoi laskemaan radikaalisti loppukesää kohden täytyi ruveta järjestelemään hunajan linkousta.

Taulukko 1. Pesien painojen kehitystä kesältä 2022.

Pvm	Vaaka 1	Vaaka 2
1.6.2022	21,97	18,82
6.6.2022	21,64	18,51
1.7.2022	27,55	26,51
4.7.2022	28,62	27,03
27.7.2022	30,62	28,45
1.8.2022	29,14	27,18

Pesien lentoaktiivisuutta on seurattu Eyesonhives-kameroiden avulla (Kuva 8). Kamerat ovat kuvanneet pesän lentoaukolta sitä kuinka monta mehiläistä sekunnissa pesän suuaukon edessä lentää. Kamerat kuvaavat puolen minuutin mittaisia videopätkiä aktiivisimmilta mehiläisten lentoajoilta vuorokauden aikana. Dataa on pystynyt seuraamaan etäyhteydellä Eyesonhivesin oman palvelimen kautta. Ongelmia datan keruussa lentoaktiivisuudesta ilmeni tutkimusvuosien aikana siinä, että jostain syystä kamerat lopettivat toiminnan. Pääsyytä tälle toimimattomuudelle ei löytynyt vaikka asiaa selviteltiin. Eyesonhives- kamerat on tilattu Yhdysvalloista.



Kuva 8. Eyesonhives- aktiivisuuskamera pesän edessä. (Kuva Avea Media)

Ruuvitag- anturit (Kuva 9) ovat antureita, jotka mittaavat lämpö- ja kosteusolosuhteita. Anturin asentaminen ja käyttö on helppoa. Mittaustuloksia voidaan seurata etäyhteyden avulla. Tutkimuspesissä oli asennettuna ruuvitagit joka pesään. Jokaisen pesän toukkaosaston kakkuihin oli upotettuna kolme anturia. Yksi pesän keskelle ja kaksi pesän laidoille. Mehiläiset hylkivät antureita, mutta se ei haitannut siinä kohden mihin anturit oltiin asennettu.



Kuva 9. Ruuvitag- anturi kakkuun upotettuna (Kuva Avea Media)

## Lämmitys- ja muun laitteiston hyödyt ja käytettävyys

Näiden tutkimusten perusteella ei voida todeta ovatko lämmitettävät pesät tuottaneet hunajaa ja selvinneet epävakaista säistä paremmin kuin kontrollipesät. Mikäli luotettavaa tutkimustietoa lämmityksen vaikutuksesta pesiin haluttaisiin saada Lapin ja ylipäättään Suomen oloissa, täytyisi tutkimusta tehdä suurella määrällä pesiä ja kauemman aikaa. Mehiläispesät ovat usein eri vahvuisia, joten tämän takia tarvittaisiin useampia pesiä tutkimukseen. Lisäksi pesien toimintaan voi vaikuttaa muunmuassa eri taudit ja tuholaiset sekä parveiluhalukkuus.

Tutkimuksessa saatiin analysoitua tuloksia lämpö-, kosteus- ja lentoaktiivisuusdatan avulla perusasioita tarhamehiläisen toiminnasta pesässä. Ulkoilman kosteuden noustessa sekä lämmitys- että kontrollipesän lentoaktiivisuus alkoi laskemaan. Lisäksi ulkoilman lämpötilan noustessa lentoaktiivisuus molemmissa pesissä nousi. Aamuisin molempien pesien olosuhteet olivat vakaammat ja iltaisin pesien olosuhteissa oli enemmän vaihtelevuutta.

Lämmitys- ja muun laitteiston kehityksestä ja kokeilusta saatiin tietoa siitä mitä ja miten laitteistoa voi hyödyntää mehiläistarhauksessa. Pesän lämpö- ja kosteusolosuhteita, lentoaktiivisuutta ja pesien painoa seuraamalla voidaan välttyä ongelmatilanteilta pesillä. Vaakojen mittaustuloksia seuraamalla tarhaaja saa tiedon milloin on aika ruveta suunnittelemaan hunajan keruuta pesiltä. Etäseuranta mahdollistaa nopean reagoinnin eri tilanteisiin pesillä. Tilanteen tarkistaminen etänä ei vaadi tarhaajalta suuria resursseja. Etäseurantaohjelmat ja laitteiston hankinta voi olla kallista, joten taloudellinen hyöty voi olla kuitenkin huono sen seurauksena. Toisaalta esimerkiksi lämpö- ja kosteusantureiden hankinta ei tuo suuria kuluja pidemmälle aikavälille ajateltuna.

## **Mustikan pölyyntymiskokeet**

Luonnonmarjat hyötyvät tarhamehiläisten pölytysvaikutuksesta samalla tavoin kuin puutarhakasvit. Arktinen mehiläistalous- hankkeessa tarhamehiläisten vaikutusta mustikan pölytykseen on seurattu vuosina 2020–2022 mustikkakoealoilta, jotka on perustettu mehiläispesien läheisyyteen. Käytännössä koealat ovat neliön mallisia ja kokoisia puupaaluilla maastoon merkittyjä runsaasti mustikan kasvustoa sisältäviä aloja (Kuva 10). Koealojen kasvustoa ei ole muokattu millään tavalla ja kaikki laskennat on tehty varoen vahingoittamasta mustikan kasvustoa sekä muuta kasvillisuutta.

Koealueet on perustettu kahdelle eri tutkimusalueelle. Toiset tutkimuspesien läheisyyteen Hirvaalle ja toiset Tervolan Pajamaalle siellä olevan mehiläistarhaajan pesien läheisyyteen. Hirvaan koealat on perustettu vuonna 2020 ja Tervolan 2021. Mehiläispesistä 100 metrin päähän on tehty viisi neliön koealaa, 300 metrin päähän viisi neliön koealaa sekä noin 2 km päähän viisi neliön koealaa. Kauimmaisena pesistä olevat koealat (2 km) toimivat kontrollialoina. Näihin tarhamehiläisten pölytysvaikutus ei enää juurikaan ulotu, vaikka mehiläiset voivatkin lentää noin 3 kilometrin päähän pesästään keräämään satoa. Kontrollikoealat on kuitenkin hyvä pitää samalla alueella, jotta ilmasto-olosuhteet ovat mahdollisimman samankaltaiset.



Kuva 10. Mustikkakoealat on merkitty maastoon puisilla paaluilla. (Kuva Avea Media)

Mustikan kukat (Kuva 11), raakileet ja kypsät marjat on laskettu ajankohdiltaan silloin kun mustikan marjan kehitysvaihe on huipussaan. Kukien laskenta Hirvaan ja Tervolan koealoilla on ajoittunut kesäkuun ensimmäiselle viikolle, raakileiden heinäkuun ensimmäiselle viikolle ja kypsien marjojen heinä-elokuun vaihteeseen. Laskentojen ajaksi mustikkakasvusto neliön koealoilta on rajattu nurkkapaaluista kuminauhoilla, jotta laskentoihin saadaan riittävän tarkka aluerajaus. Neliön koealaa on lisäksi rajattu sisäpuolelta erilaisilla tikuilla, jotta laskijalla on helpompi hahmottaa laskemansa kohdat.

Kukien, raakileiden ja kypsien marjojen tutkimusmateriaalista on saatu laskettua mustikan pölyntymis- ja marjomisprosentit. Pölyntymisprosentti on laskettu kukien ja raakileiden suhteesta toisiinsa. Marjomisprosentti on saatu vastaavasti kukien ja kypsien marjojen suhteesta toisiinsa. Normaalisti kukista raakileiksi muodostuu noin 70-80 % mustikan kukista.



Kuva 11. Mustikan kukka kesän alussa. (Kuva S. Sarkkinen)

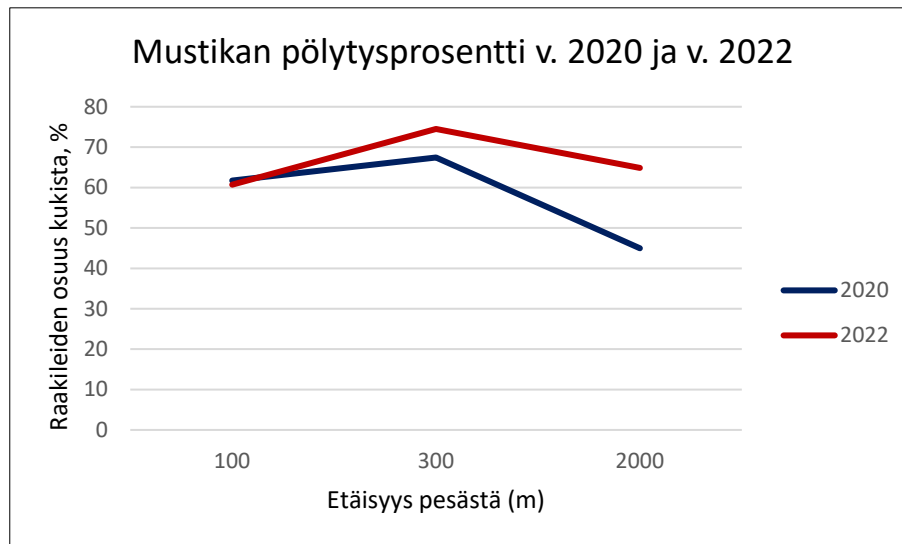
Tarhamehiläisten pesien läheisyydellä oli vaikutusta mustikan pölyntymiseen ja marjomiseen. Tuloksista ja havainnoista pääteltiin, että vuosina, jolloin sääolot olivat kylmempiä ja kun luonnonpölyttäjien määrä oli vähäistä, tarhamehiläisillä on mustikan pölyntymiseen vaikutusta. Tulokset Hirvaan koealoilta osoittivat, että 100 ja 300 metrin päässä pesistä olevilla

koaloilla mustikan pölytys onnistui paremmin kuin 2000 metrin päässä olevalla koalalla vuonna 2020. (Taulukko 2 ja kuva 12)

Taulukko 2. Mustikan pölyntymis- ja marjomisprosentit mustikkakoealoilta Hirvaalta vuosilta 2020 ja 2022.

Etäisyys (m)	Pölytys % 20	Marjomis % 20	Pölytys % 22	Marjomis % 22
100	62	46	61	45
300	67	45	75	55
2000	45	26	65	56

Vuonna 2022 mustikan pölytyksellä ja marjomisella ei ollut huomattavia eroja koealojen välillä. Vuosi 2020 oli alkukesän sääoloiltaan kylmempi kuin vuoden 2022 alkukesä. Vuonna 2022 luonnonpölyttäjiä oli huomattavasti enemmän kuin vuonna 2020.



Kuva 12. Mustikan pölyntymis- ja marjomisprosentit mustikkakoealoilta Hirvaalta vuosilta 2020 ja 2022.



## Lajihunajan tuottaminen suoalueella

Lajihunaja on hunajaa, jota tuotetaan tarhamehiläisten avulla tietystä kasvilajista tai alueelta (SML 2022). Kesällä 2022 lajihunajaa kokeiltiin tuottaa karpalosta suoalueelta Hirvaalta. Tutkimuksen tavoitteena oli saada selvitettyä konkreettisesti suoalueelta tulleen hunajan alkuperä. Tätä tarkoitusta varten hunaja lähetettiin analysoitavaksi kahteenkin eri organisaatioon, joissa saadaan tutkittua tällaisia näytteitä. Siitepölyn perusteella tehdyn analyysin teetimme Eurofins Scientificillä. Kokonaisvaltaisemman analyysin saimme teetettyä Bionamella, jossa hunajan alkuperä määritettiin DNA:n perusteella. Tulokset testeistä eivät ehtineet valmistua ennen tämän teoksen julkaisua.

Alkukesästä aloitettiin suoalueiden kartoitus. Tarkoitukseen sopivan koealueen tuli olla kasvustoltaan karpalovoittainen, sekä tarhamehiläispesän olosuhteiden pesäpaikalla ihanteellinen. Sopiva alue löydettiin Hirvaalta Ahvenlammen suoalueelta (Kuva 13)



Kuva 13. Lajihunajakokeessa käytetty suoalue. (Kuva Avea Media)

Tuotettaessa lajihunajaa tietystä kasvista, täytyy mehiläispesien olla halutun kasvin kukinta-aikana sen läheisyydessä. Kun kukista 5–10 % on avautunut alkaa kasvilajista lajihunajan keruu. Siirsimme mehiläispesän suoalueelle karpalon kukinnan alkuvaiheessa 20.6. Pesä sijoitettiin kangassaarekkeelle (Kuva 14). Näin mehiläiset olivat paremmassa suojassa suon kosteusoloista.



Kuva 14. Tarhamehiläisten pesäpaikka kangassaarekkeella. (Kuva Avea Media)

Karpalon kukinta oli ohi vajaassa kahdessa viikossa. Muita yhtä aikaa kukkivia kukkia suoalueella olivat juolukka, hilla, raate, suokukka ja puolukka.

### **Karpalon pölyyntymiskokeet ja pölyttäjälaskenta**

Mehiläispesän vaikutusta karpalon pölytykseen seurattiin karpalokoealueiden avulla lajihunajakokeen yhteydessä Ahvenlammen suoalueella kesällä 2022. Käytännössä koealat perustettiin maastoon 100, 300 ja 1350 metrin päähän

mehiläispesästä. Kauimmaisen koealueen (1350 m) tarkoitus on toimia kontrollikoealana, jossa mehiläisten pölytysvaikutus on hyvin heikko. Jokaiselle koealueelle perustettiin viisi neliön alan kokoista koealaa, jotka merkittiin muovisilla nurkkapaaluilla maastoon (Kuva 15). Koealueilta laskettiin kesän aikana karpalon kukat, raakileet ja kypsät marjat. Kukkien ja raakileiden suhteista saatiin selville karpalon prosentuaalinen pölyntyminen. Näillä laskennoilla selvitetiin, onko mehiläisten läheisyydellä vaikutusta karpalon pölyntymiseen. Käytännössä koejärjestelyt toimivat samalla tavalla kuin mustikan pölyntymiskokeessa. Lisäksi alueella tehtiin pienimuotoista pölyttäjälaskentaa. Tällä haluttiin seurata vierailevatko mehiläiset karpalon kukilla ja mitkä muut pölyttäjät vaikuttavat suoalueen kasvien pölytykseen.



Kuva 15. Karpalokoealat 100 metrin päässä mehiläispesästä.

Karpalon kukat (Kuva 16) laskettiin kontrollialueelta 1350 metrin päästä pesästä 20.7.2022. 100 ja 300 metrin päässä pesästä olevien koealojen kukat laskettiin 29.7.2022. Karpalon raakileet laskettiin 13.7.2022 kaikilta koealoilta. Kypsät marjat laskettiin 13.8.2022 kaikilta koealoilta.



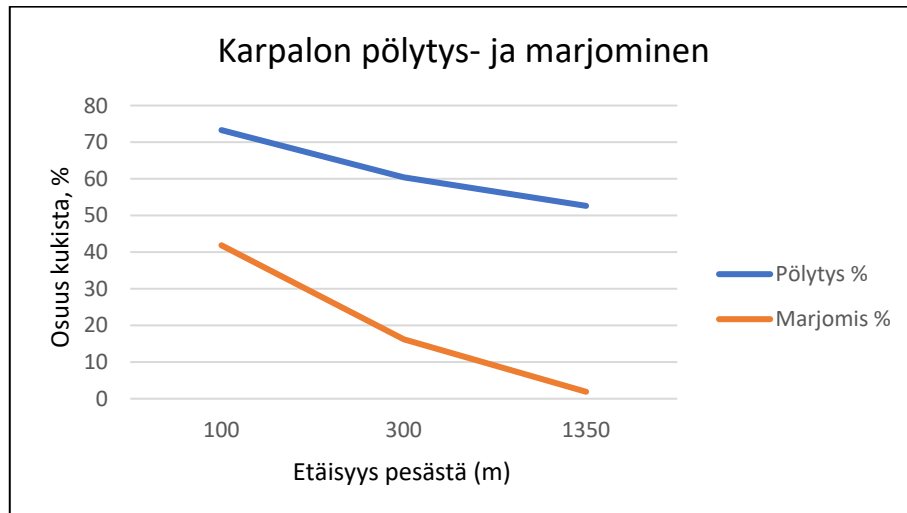
Kuva 16. Karpalon kukkia ennen terälehtien aukenemista. (Kuva S. Sarkkinen)

Karpalon pölytys- ja marjominen onnistuivat huomattavasti paremmin 100 metrin päässä pesästä olevalla koealalla kuin 300 ja 1350 metrin päässä olevilla koealoilla. Pölytysprosentti 100 metrin päässä pesästä oli noin 73 % ja marjomisprosentti 42 %. Vastaavat luvut 300 metrin päässä pesästä olivat 60 % ja 16 %. (Taulukko 3 ja kuva 17)

Taulukko 3. Karpalon pölyntymis- ja marjomisprosentit karpalokoealoilta.

Etäisyys (m)	Pölytys %	Marjomis %
100	73	42
300	60	16
1350	53	2

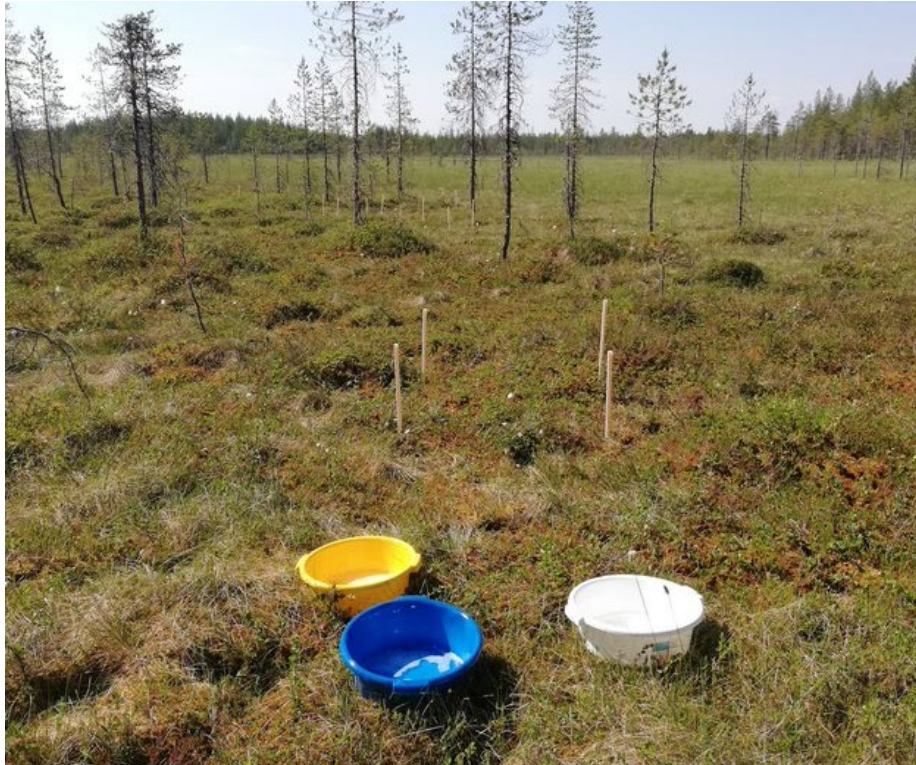
Kontrollikoealan pölytysprosentti jäi matalimmaksi 53 % ja marjomisprosentti vain 2 %. Kontrollialan alhaiseen marjomisprosenttiin on voinut vaikuttaa korkeampi sarakasvillisuus kasvupaikalla.



Kuva 17. Karpalon pölyntymis- ja marjomisprosentit karpalokoealoilta Hirvaalta vuodelta 2022.

Pölyttäjälaskentaa kokeiltiin pölyttjäansamenetelmällä karpalokoealojen läheisyydessä. Ansoja pidettiin pyynnissä 29.6-1.7.2022, eli kahden vuorokauden ajan. Tällöin karpalon kukat olivat hyvin auki ja sääolosuhteet helteiset. Käytännössä 100 metrin päähän pesästä suoalueelle laitettiin valkoinen, sininen ja keltainen vati (Kuva 18). Vateihin lisättiin

saippuavettä pohjalle noin 2–4 cm. Samanlaiset vatisysteemit laitettiin 300 metrin päähän pesistä. Vadit sijoitettiin karpalokoealojen läheisyyteen.



Kuva 18. Pölyttäjälaskenta vatikokeella. (Kuva S. Sarkkinen)

Kahden päivän päästä vatien laittamisesta vadeista laskettiin silmämääräisesti hyönteisten määrä. Sininen väri houkutti eniten hyönteisiä määrällisesti. Tämä väri houkutti runsaasti paarmoja ja kärpäsiä. Kaikki värit houkuttivat yhtä paljon pieniä kärpäs/hyttyslajeja. Huomioitavaa on, että yhdessäkään ansassa ei ollut mehiläisiä.

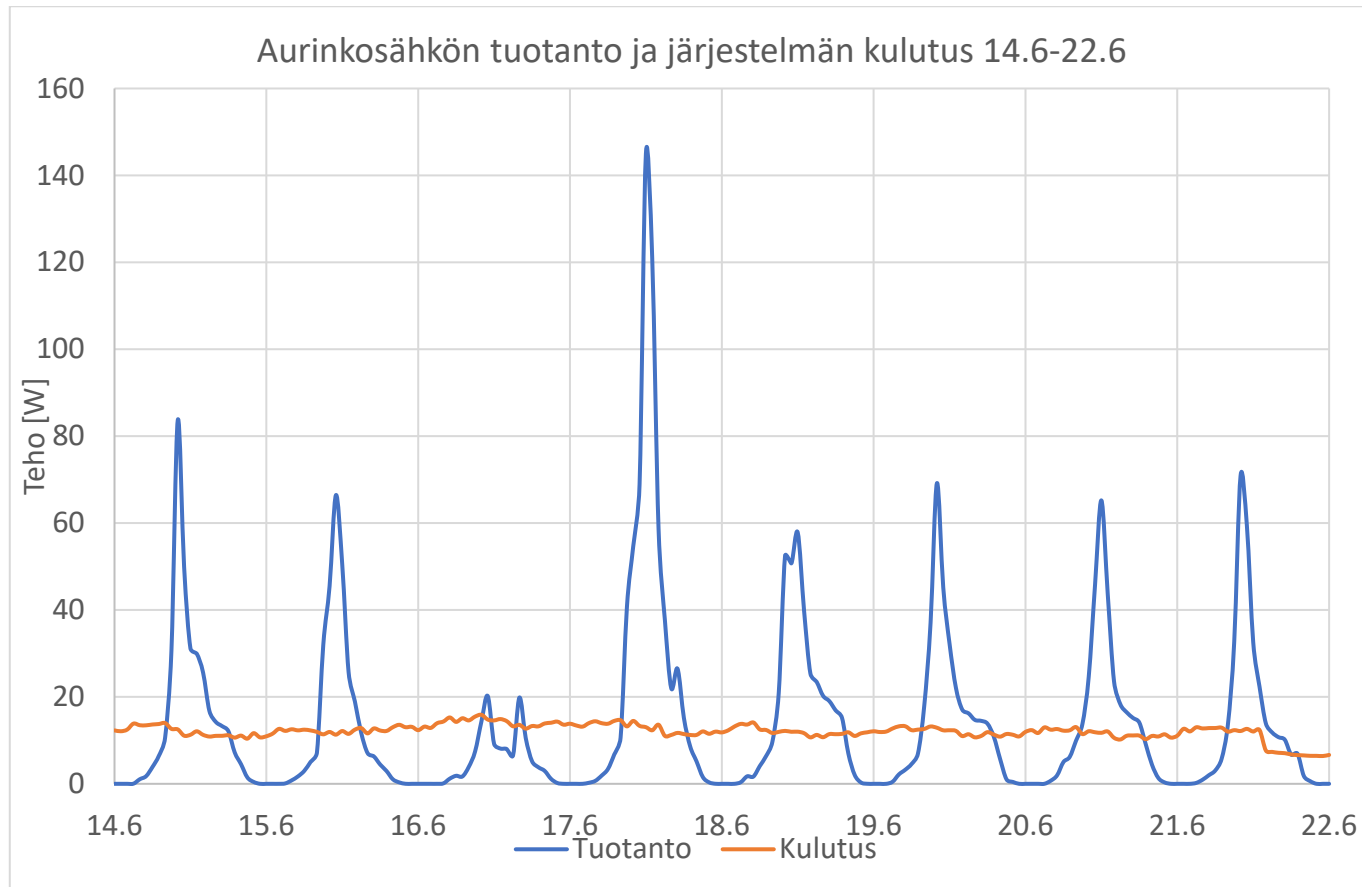
Runsaussuhteiltaan eri hyönteisiä kerätystä kokonaismäärästä oli eniten pieniä kärpäsiä/sääskiä 33,4 % ja kärpäsiä 29,4 %. Mäkäräisiä kokonaismäärästä oli 16 % ja sokkopaarmoja 13,4 %. Muita lajeja yhteensä oli alle 8 %.

Teimme silmämääräistä pölyttäjälaskentaa karpalokoealoille 29.6. Teimme 10 minuutin seurannan neliön karpalokoealalle. Kahdelta neliön alalta ei näkynyt 10 minuutin aikana hyönteisiä kuin kaksi pientä kärpästä/mäkärän näköistä, jotka kävivät karpalon kukassa. Seurasimme muualtakin silmämääräisesti mitkä lajit käyvät karpalon kukassa. HavaitSIMME, että ihan pienet kimalaiset käyvät niissä. Tämän saman havainnon teimme edellisviikolla. Yhtään mehiläistä karpalon kukassa ei missään vaiheessa näkynyt. Paarmoja ja mäkäräisiä on ollut suolla runsaasti.

### **Laitteiston tekniset ominaisuudet ja hintatiedot**

Aurinkosähköjärjestelmä tuottaa sähköenergiaa laitteille ja varastoi ylijäävän sähköenergian akustoon. Aurinkosähkön käyttäminen energianlähteenä mahdollistaa järjestelmän liikuteltavuuden ja sijoittamisen vapaasti ilman kiinteää verkkosähköä. Hankkeessa kerätyn datan perusteella lämmitysjärjestelmän käyttäminen aurinkosähkön avulla on mahdollista, kun aurinkopaneelien määrä ja akuston koko mitoitetaan sopivaksi.

Esimerkiksi ajanjaksolla (Kuva 19) 14.6.2022 – 22.6.2022 koko tutkimusjärjestelmän kulutus (pois lukien sääasema) oli keskimäärin noin 13 W. Kulutettu energia saatiin ladattua aurinkopaneelien avulla päivän aikana ja järjestelmä pystyi toimimaan akustoon ladatun sähköenergian avulla ne päivät, kun aurinkosähkön tuotanto oli vähäistä. Datasta voidaan myös päätellä, että tutkimuksessa käytetyllä aurinkosähköjärjestelmällä on mahdollista käyttää useampaa lämmityslaitetta. Suurin osa saatavilla olleesta aurinkoenergiasta meni hukkaan, koska järjestelmän akusto täyttyi valoisaan aikaan.



Kuva 19. Aurinkosähkön tuotanto ja järjestelmän kulutus ajanjaksolla 14.6 - 22.6.2022.

Järjestelmän pääkomponentit ovat:

- Aurinkosähköjärjestelmä
- Tiedonsiirto – ja keruulaitteisto
  - o Lämpötila- ja kosteusseuranta



- Tiedonsiirto (4G, Wifi)
  - Aurinkosähkön tuotannon seuranta
  - Sääasema
  - Mehiläisten aktiivisuutta seuraavat kamerat
- Lämmityslaitteen prototyyppi
  - Mehiläispuntarin prototyyppi
  - WEB-käyttöliittymien prototyypit

Aurinkosähkijärjestelmä: Tutkimuslaitteisto rakennettiin ja suunniteltiin siten että siihen on mahdollista liittää helposti erilaisia sensoreita sekä mittalaitteita. Lisäksi yhtenä lähtökohdaksi oli, että järjestelmän tulee toimia autonomisesti aurinkosähköllä. Tutkimuslaitteiston aurinkosähkijärjestelmän kokoonpano hintatietoineen on esitelty taulukossa 4. Aurinkosähkijärjestelmässä on käytetty kaupallisia yleisesti saatavilla olevia komponentteja.

Aurinkosähkijärjestelmä mitoitettiin tarkoituksella ylisuureksi, jotta siihen voidaan tarvittaessa liittää tutkimuksen aikana muutakin testattavaa laitteistoa. Aurinkopaneelit on tutkimuslaitteistossa asennettu maanelineeseen, joka on helposti suunnattavissa sijoituskohteessa parhaaseen ilmansuuntaan ja kallistuskulmaan.

Taulukko 4. Aurinkosähköjärjestelmän komponentit ja hintatiedot

#	Laite	Hinta ALV 0% / kpl	Kpl
1	Lataussäädin, Epsolar Tracer 2210AN MPPT 20A 12/24v	150 €	1
2	AGM akku ~190 Ah	240 €	1
3	Maa-asennusteline yhdelle paneelille ~300 W	230 €	1
4	Automaattisulake 12 V	10 €	1
5	Monikide aurinkopaneeli 24 V ~285W	90 €	1
6	Asennustarvikkeet	30 €	1
		<b>~750 €</b>	

Tiedonsiirto – ja keruulaitteisto: Mehiläispesien tutkimusjärjestelmä liitettiin 4G-reitittimellä Lapin ammattikorkeakoulun pilvipalveluihin, jonne myös kaikki mitattu tieto välitettiin. Reititin sisälsi myös Wifi-tukiaseman, jota käytettiin mehiläiskameroiden sekä lämmityslaitteiden liittämiseen verkkoon sekä lämmityslaitteiden ohjaukomentojen välitykseen.

Mehiläispesien olosuhteiden seurantaan käytettiin Ruuvitag-sensoreita, jotka mittaavat tarkasti sekä lämpötilaa että suhteellista kosteutta. Ruuvitag-sensorit toimivat Bluetooth-yhteydellä ja paristoilla. Sensoreiden toiminta-aika paristoilla on arviolta 1-2 vuotta. Ruuvitag-sensoreiden, aurinkosähköjärjestelmän sekä paikallista mikroilmastoa mittaavan sääaseman mittaustieto kerättiin Raspberry PI -minitietokoneella, johon on ohjelmoitu tiedonkeruusovellus Node-RED-ympäristössä.

Taulukossa 5 on eritelty tiedonsiirto- ja keruulaitteiston komponentit sekä kerrottu niiden suuntaa-antavat hintatiedot. Taulukon 5 komponentit ovat tutkimusjärjestelmän kannalta tarpeellisia ja antavat paljon lisätietoa kokonaisjärjestelmän toiminnasta, mutta suurin osa näistä ei ole tarpeellisia lämmitysprototyypin käyttämiseksi.

Taulukko 5. Tiedonsiirto- ja keruulaitteiston komponentit ja hintatiedot.

#	Laite	Hinta ALV 0% / kpl	Kpl
1	Raspberry RPi3 -minitietokone	50 €	1
2	Virtalähde 24 VDC (sääasema)	50 €	1
3	Virtalähde 12 VDC (lämmitys, kamerat)	50 €	1
4	Virtalähde 5 VDC (RPI, sensorit)	50 €	1
5	Ruuvitag langaton sensori	30 €	6
7	4G/ Wifi reititin Teltonika RUT240	150 €	1
8	Mehiläiskamera (Eyesonhives Scout Bee)	400 €	2
9	Sääasema Lufft WS-10	1000 €	1
10	Asennustarvikkeet	50 €	
		<b>~2400 €</b>	

Lämmityslaitteen prototyyppi: Hankkeessa kehitetyn lämmityslaitteen prototyypin älynä toimii WiPy 3.0 IoT-piiri. IoT-piirissä on sekä Wifi että Bluetooth-yhteydet. Wifi-yhteyttä käytetään datan ja ohjaustiedon siirtoon ja Bluetoothin avulla on mahdollista liittää Ruuvitag-sensoreita lämmityslaitteeseen. Lämmityslaite on suunniteltu käyttämään 12 VDC jännitettä, joka on yleinen jännite pienissä tasasähköä käyttävissä aurinkosähköjärjestelmissä. Lämmityslaitetta voidaan käyttää myös verkkosähköllä sopivan muuntimen avulla. Lämmityslaite käynnistyy, kun siihen kytketään virta. Tämän jälkeen laite tarkistaa onko yhteydet taustajärjestelmiin kunnossa, ja sen jälkeen alkaa toimia ennalta määritellyn asetuslämpötilan ja aikataulun perusteella.

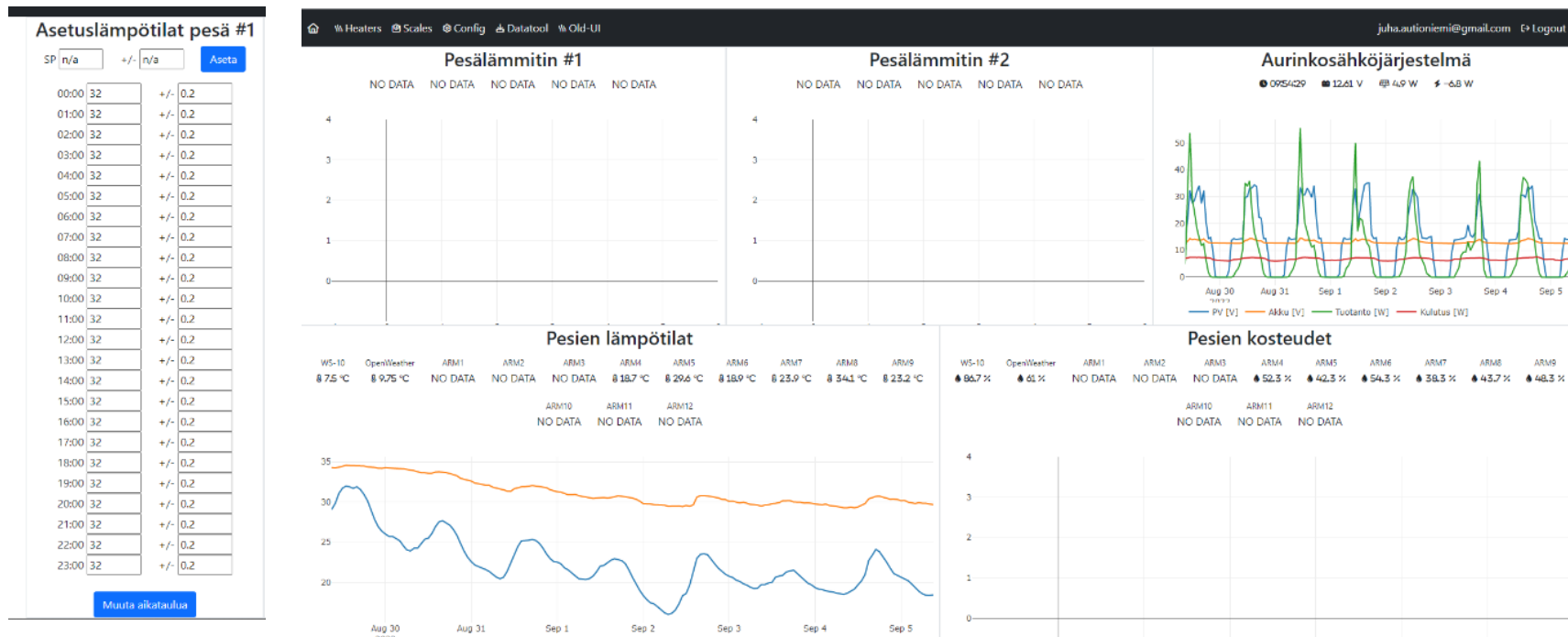
Lämmityslaitteita on mahdollista ketjuttaa (kuva 20) ja näin voidaan lämmittää useampaa mehiläispesää. Ketjuttamisessa tulee ottaa huomioon, että käytetyt kaapelit ovat riittävän paksuja ja mehiläispesät ovat riittävän lähellä toisiaan. Esimerkiksi 5 pesää, jotka ovat metrin etäisyydellä toisistaan voidaan helposti ketjuttaa, niin että kaapelien pituus ei kasva liian suureksi. Lämmityslaitteen prototyyppiä on myös mahdollista edelleen kehittää niin että lähekkäin olevat prototyypit eivät yritä lämmittää omaa pesäänsä yhtä aikaa, vaan vuorottelevat lämmitystä, jolloin kokonaisvirta aurinkosähköjärjestelmältä ei nouse liian suureksi.



Kuva 20. Lämmityslaitteiden ketjuttaminen.

IoT-piiri on ohjelmoitu MicroPython-ohjelmointikielellä ja hankkeessa luodun sovelluksen ohjelmistokoodi sekä liitântäkaaviot ja muut tarkemmat tekniset tiedot on julkaistu Github-palvelussa osoitteessa: <https://github.com/Lapland-UAS-Tequ/tequ-bee-nest-heater>.

Lämmityslaite vaatii toimiakseen paikallisen Wifi-verkon sekä taustajärjestelmän, jonka kautta laitetta voidaan seurata sekä ohjata. Hankkeessa on käytetty taustajärjestelmänä Lapin ammattikorkeakoulun pilvipalveluita, jonne ohjelmoitiin tutkimuskäyttöön ja testaukseen WEB-käyttöliittymä (Kuva 21) mittausdatan tarkasteluun ja lämpötilan asettamiseen. Järjestelmä suunniteltiin niin että sitä on mahdollista myöhemmin laajentaa. Lisäksi lämmityslaite on pienin muutoksin ohjelmoitavissa toimimaan ilman taustajärjestelmää.



Kuva 21. Lämmitysprototyypin WEB-käyttöliittymä.

Lämmityslaitteen prototyypin komponentit on listattu hintatietoineen taulukossa 6. Hintatiedot ovat vuodelta 2021 ja ovat sen jälkeen muuttuneet. Lisäksi käytetty IoT-piiri on poistumassa markkinoilta. IoT-piirin valmistaja on kuitenkin julkaisemassa korvaavan tuotteen, jota voidaan tulevaisuudessa käyttää pienin muutoksin. Lisäksi muut MicroPython-yhteensopivat IoT-alustat voivat hyödyntää tässä prototyypissä tuotettua ohjelmistokoodia.

Taulukko 6. Lämmityslaitteen prototyypin komponentit ja hintatiedot.

#	Laite	Hinta ALV 0%	Kpl
1	IoT-piiri WiPy 3.0	20 €	1
2	Lämmityskalvo 12V 12W 110x77mm	15 €	2
3	Lämmityksen ohjausrele	3 €	1
4	Lämmityksen turvakatkaisija	10 €	1
5	Lämpötilasensori	2 €	1
6	Liittimet, kaapelit ja asennustarvikkeet	40 €	1
7	Suojakotelo	10 €	1
		<b>~100 €</b>	

Mehiläispuntarin prototyyppi: Puntarin prototyypin kehityksen lähtökohtina olivat edullisuus, vähävirtaisuus, helppokäyttöisyys sekä liikuteltavuus. Nämä lähtökohdat huomioiden laitteen IoT-piiriksi valikoitui vähävirtainen Pycom Lopy v4 IoT-piiri. Se on mahdollista liittää Digitan IoT-verkkoon, joka käyttää LoRaWAN-teknologiaa tiedonsiirtoon. Verkon kuuluvuuden tarkastelun perusteella Digitan IoT-verkko näytti sopivan hyvin suunniteltuun käyttötarkoitukseen ja

LoRaWAN-radiotekniikka on testatusti vähävirtainen ja soveltuu hyvin paristokäyttöisiin IoT-laitteisiin. Digitan verkko ei ollut ainoa vaihtoehto, mutta tähän päädyttiin, koska projektitiimillä oli käytettävissä valmista ohjelmistokoodia aiemmista Digitan IoT-verkkoon tehdyistä prototyypeistä. Puntari on pienin ohjelmistomuutoksin mahdollista liittää myös Sigfox IoT-verkkoon tai Wifi-tukiasemaan.

Puntarin käyttö on yksinkertaista. Puntariin asetetaan paristot, jonka jälkeen se tekee ensimmäisen mittauksen ja lähettää tiedot taustajärjestelmään. Tämän jälkeen puntarin kannen voi sulkea ja se toistaa mittauksen kuuden tunnin välein. Hyvissä olosuhteissa paristojen kesto on laskennallisesti 1-3 vuotta. Paristojen keston vaikuttaa mittaustiheyden lisäksi mm. ympäristön lämpötila sekä radioyhteyden signaalin voimakkuus.

Puntarin IoT-piiri on ohjelmoitu MicroPython-ohjelmointikielellä ja hankkeessa luodun puntarisovelluksen ohjelmistokoodi sekä tarvittavat kytkennät ja muut tekniset tiedot on julkaistu Github-palvelussa osoitteessa: <https://github.com/Lapland-UAS-Tequ/tequ-bee-nest-scale>. Ohjelmistokoodin ja sivulta löytyvien ohjeiden avulla on mahdollista rakentaa oma prototyyppi puntarista.

Puntarin laitteisto on esitelty taulukossa 7. Suurin osa prototyypin hinnasta muodostuu puntarin kehikosta, joka on tässä prototyypissä rakennettu alumiiniprofiilista. Vaihtoehtoiset rakennusmateriaalit ovat mahdollisia ja näiden avulla puntarin kokonaishintaa on mahdollista pienentää. Toinen kallis komponentti on itse vaakayksikkö. Prototyypin vaakayksikkö on mitoitettu aina 200 kg painoon asti. Vaakayksikön mallia pienemmäksi vaihtamalla voidaan myös saavuttaa säästöjä.

Taulukko 7. Mehiläispuntarin komponentit ja hintatiedot.

#	Laite	Hinta ALV 0%	Kpl
1	Pycom LoPyv4	30 €	1
2	LoRa-antenni 868 MHz	10 €	1
3	Paristopidike 3 x 1.5 V AA	5 €	1
4	Suojakotelo	10 €	1
5	Lämpötilasensori	3 €	1
6	OpenScale vaakapiiri	35 €	1
7	Vaakayksikkö Zemic L6W, 200 kg	130 €	1
8	TPS61023	5 €	1
	Puntarin kehikon mekaniikka Profican - 40x25-N110, 8 kpl - 45x90- N 0166 35 cm, 2 kpl - 45x45- N 0165 56 cm, 4 kpl - N 1205, 4 kpl		
9	Vanerilevy 60 x 60 cm	250 €	1
10	Asennustarvikkeet	10 €	1
		<b>~450 €</b>	



Puntarien mittausdatan tarkasteluun ohjelmoitiin WEB-käyttöliittymä (Kuva 22) ja WEB-rajapinta. Rajapinta vastaanottaa mittausdatan Digitan IoT-portaalista ja tallentaa Lapin ammattikorkeakoulun pilvipalvelujärjestelmään. WEB-käyttöliittymässä esitetään reaaliaikainen data sekä tallennettu data puntareilta. Kuvassa on kuvankaappaus käyttöliittymästä. Hankkeessa toteutettu testikäyttöliittymä on helposti laajennettavissa omaksi WEB-sovellukseksi, johon voidaan liittää puntareita käyttäjäkohtaisesti ja muodostaa dynaamisia näkymiä käyttäjän omista puntareista.



Kuva 22. Mehiläispuntarien WEB-käyttöliittymä.

## Lähteet

Ilmatieteenlaitos. Terminen kasvukausi. Hakupäivä 2.5.2022 <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/terminen-kasvukausi>

Kraft, M. 2016. Mehiläistarhauksen tila Lapissa. Selvitys Napapiirin Mehiläishoitajat ry:n alueella. Lapin AMK. Luonnonvara-ala. Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma.

Ruottinen, L. 2014. Mehiläishoitoa käytännössä osa 2. Suomen Mehiläishoitajain Liitto r.y. Mikkeli: AO-Paino.

Ruuska, T. 2022. Lapin mehiläistalous: Arktisen hunajantuotannon haasteet ja mahdollisuudet. Lapin AMK. Metsätalous. Metsätalouden koulutusohjelma. Viitattu 17.2.2023 <https://www.theseus.fi/handle/10024/747581>

Suomen mehiläishoitajain liitto. Lajihunajat. Hakupäivä 18.7.2022.

<https://hunaja.net/mehilaistarhaus/hunajan-ja-muiden-mehilaistuotteiden-tuotanto/lajihunajat/>