

PRECIZINĖS BITININKYSTĖS SISTEMA IR TYRIMAI

Ignas MAMAVIČIUS, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Inžinerijos fakultetas, el. paštas: ignas.mamavicius@vdu.lt

Rolandas BLEIZGYS, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Inžinerijos fakultetas, el. paštas: rolandas.bleizgys@vdu.lt

Santrauka

Darbe pristatoma sukurta inžinerinė sistema, leidžianti išmatuoti bičių avilio vidaus ir aplinkos temperatūrą, masę, triukšmą prie lakos, kritulius. Sistema universali, tinkanti veikti su visų konstrukcijų aviliais, sveriančiais iki 200kg. Sistema siunčia duomenis nuotoliniu būdu, turi galimybę naudoti įvairius energijos tiekimo sprendimus, yra lanksti – leidžia prijungti papildomus jutiklius ir koreguoti programinę įrangą. Sistema išmatuota dydžių, susijusių su bičių gyvybinių rodiklių ir aplinkos įtakos šiems dydžiams dinamika, imtis. Numatytos tobulintinos vietos duomenų interpretavime ir pačios sistemos plėtroje. Vienas iš sistemos pranašumų yra ir jos kaina, kuri neženkliai daro įtaką bitininkystės kaštams, suteikdama precizinės bitininkystės* teikiamą naudą.

Reikšminiai žodžiai: precizinė bitininkystė, kontrolė.

Įvadas

Bitininkystės veikla yra sunkiai įsivaizduojama be kasmetinių bičių šeimų netekčių. Šalia šių ekologinių ir ekonominių netekčių yra ir bitininko darbo vieta, reikli fiziniam darbui bei kelianti didelį pavojų žmogaus sveikatai. Šie veiksniai daro neigiamą įtaką bičių produkcijos konkurencingumui ir veikia pasaulinę ekonomiką, nes bitė apdulkina daugiau nei trečdali žydinčių augalų rūšių, kurias žmogus augina maistui. Pirma, reikliausia darbui ir laikui užduotis bityne – bičių šeimų gyvybinių rodiklių kaitos monitoringas. Antra, tik turint realų supratimą apie tai, kas vyksta bityne, galima priimti korektiškus veiklos sprendimus. Todėl minėtas monitoringas privalo būti preciziškas, išsamus. Vienu metu yra tikslinga stebėti daug dydžių, įskaitant ir aplinkos veiksnius, tokius kaip krituliai, oro temperatūra, kurie turi neginčijamą įtaką procesams avilyje. Automatinė bičių šeimos gyvybinių rodiklių stebėjimo sistema, naudojanti jutiklių tinklą, registruojanti duomenis, juos apdorojanti ir siunčianti stipraus komunikacijų ryšio nereikalaujančiais metodais, yra pirmas žingsnis, kurį būtina žengti, siekiant pradėti spręsti anksčiau minėtų problemų visumą. Rinkoje esančios sistemos yra tiriančios siaurą rodiklių spektrą, brangios ne tik įsigyti, bet ir eksploatuoti, ypač siekiant taikyti jų veiksmingumą visam bitynui. Dėl šių priežasčių darbo metu sukurta nauja sistema, naudojanti jutiklių tinklą ir matuojanti bičių kolonijos temperatūrą, svorį, judėjimo intensyvumą prie lakos, lauko temperatūrą, kritulius. Taip pat atsižvelgta į sistemos įsigijimo ir išlaikymo kaštus, atsiperkamumą bei praktiškumą. Matavimo rezultatai turėtų leisti įvertinti nuotoliniu būdu bičių šeimos stiprumą, peržiemojimo gebą, perų auginimo pradžią ir tęstinumą, produkcijos prieaugį, formuoti išvadas apie aplinkos nektaringumą, stebėti rudenį sumaitinto sirupo kiekį, fiksuoti išsispietimo faktą ir kitus dydžius. Darbe bus suteikiami visi reikiami tyrimui pakartoti programiniai ir įrangos teoriniai resursai.

Darbo tikslas – iširti terminių parametų kaitą bičių avilyje ir įvertinti bičių gyvybinius rodiklius bei nustatyti mechaninių sistemų poreikį darbo procesams avilyje optimizuoti.

Tyrimų objektas ir metodai

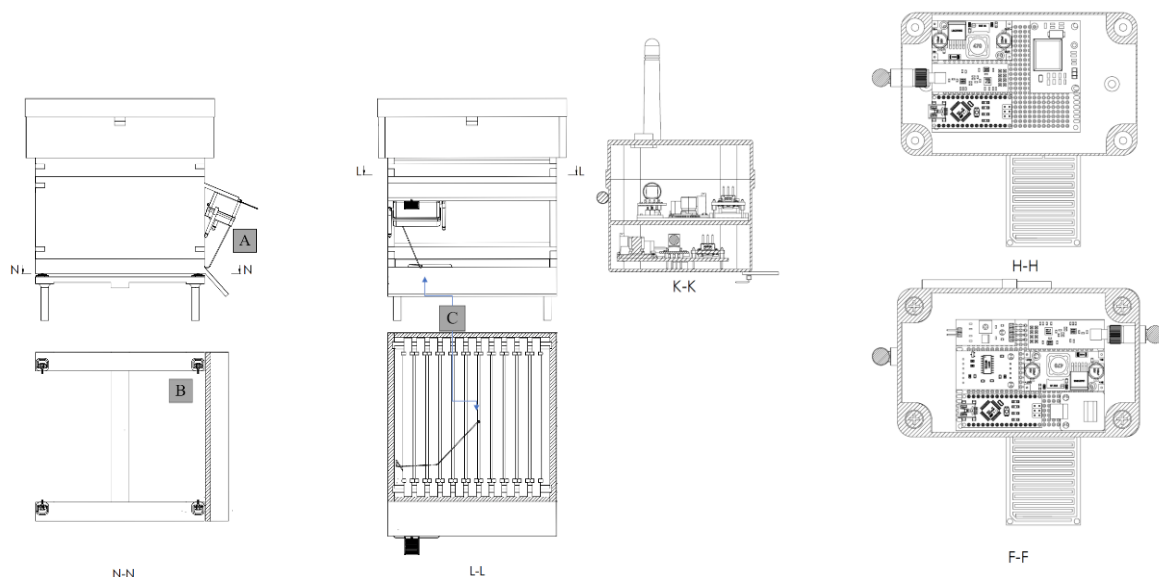
Tiriamas objektas – tiksliosios bitininkystės inžinerinė sistema bičių šeimos monitoringui „Dadano“ avilyje. Iš viso tiriama dvi bičių šeimos, laikomos Panevėžio apskrityje. Tyrimas atliktas nuo 2023 metų kovo mėn. 10 dienos iki 2023 metų birželio mėn. 10 dienos. Tyrimui atlikti yra reikalinga tiksliosios bitininkystės sistema.

Išsikeltam tikslui pasiekti sprendžiami šie **uždaviniai**:

1. Sukurti inžinerinę sistemą gyvybinių procesų bičių avilyje monitoringui įgyvendinti bei nustatyti aplinkos įtaką šių dydžių dinamikai.
2. Nurodyti sistemos teikiamą naudą, siekiant optimizuoti bičių laikymo technologijas.
3. Atlikti palyginimą tarp skirtingų stiprumų bičių šeimų gyvybinių procesų kaitos, esant toms pačioms aplinkos ir laikymo sąlygoms.
4. Tyrimo duomenimis nustatyti tolimesnį sistemos tobulinimo poreikį ir kryptį.

Toliau yra pateikiama sukurto sistemos sumontavimo į avilį schema ir pjūviai (žr. 1 pav.).

1 pav. galima matyti po stogeliu sumontuotą sistemą „A“. Raide „B“ yra pavaizduota keturių (50 kg) masės jutiklių sistema. Raide „C“ pažymėtas temperatūros jutiklio įvadas į avilį. Kaip matyti, laidas yra pravedamas pro laką, o jutiklis sumontuojamas į lizdo centrą. Kuriant sistemą, ieškota sprendimų, kaip pasiekti pritaikomumą daugumai avilių konstrukcijų. Šiuo atveju užtenka turėti tik laką ir patogumo sumetimais stogelį virš jos (nebūtina), todėl ši sistema tinka sumontuoti į visus avilius sveriančius su produkcija iki 200 kg.



1 pav. Sukurtos sistemos sumontavimo į avilį schema ir pjūviai.

Figure 1: Schematic diagram and sections showing how the planned system is installed within the hive.

Po stogelių sumontuota sistema hermetiškai sandarioje dėžutėje turi imtį valdiklių ir jutiklių, kaip matyti gretimos schemos, vaizduojančios vidinį sistemos vaizdą, pjūviuose. „K-K“ matomas vaizdas iš šono, sistemos, kuri turi du atskirus valdiklius ir atlieka skirtingas operacijas. H-H sistema atlieka duomenų siuntimą GSM ryšiu, surinktų taip pat nuotoliniu ryšiu iš aplinkinių avilių, pasitelkiant NRF24L01+ 2.4G belaidžio duomenų perdavimo modulį. Pastarąjį turi visos sistemos, montuojamos kiekviename avilyje, pažymėtos „F-F“ pjūvyje. Šios sistemos matuoja avilio vidaus ir aplinkos temperatūrą, avilio masę, kritulius, triukšmą prie lakos. Pjūvyje „H-H“ pažymėta sistema bityne naudojama vieną kartą, o pjūvyje „F-F“ naudojama kiekvienam aviliui.

Avilio masė matuojama pasitelkiant 4×50 kg masės jutiklius, su „HX711 AD“ stiprintuvu. Vidaus ir lauko temperatūra yra matuojama „DS18B20“ temperatūros jutikliais. Sistema turi ir krituliams jautrų jutiklį bei mikrofono ir stiprintuvo modulį „MAX9814“, skirtą judėjimo prie lakos intensyvumui matuoti. Duomenys siunčiami „Sim 800L“ GSM moduliu ir „NRF24L01+ 2.4G“ belaidžio duomenų perdavimo moduliu.

[Nuoroda](#) į sistemos komponentų sąrašą. (3)

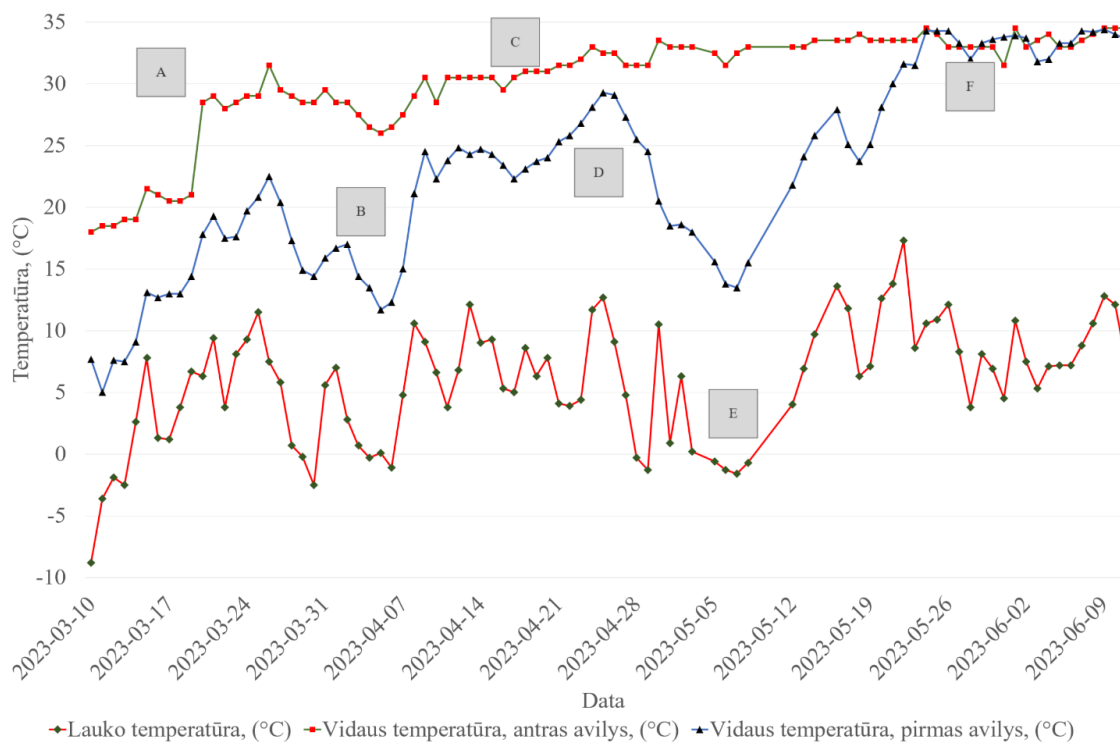
Vienos avilio sistemos kaina: **14,31** Eur, į kainą įskaičiuoti siuntimo mokesčiai.

GSM siųstuvo sistemos kaina – **7,07** Eur, į kainą įskaičiuoti siuntimo mokesčiai.

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Tyrimo metu analizuotas platus veiksnių spektras, kuris veikia bičių gyvybinius rodiklius bei šių rodiklių kaita. Tai pavyko atlikti net ir su ne pačia plačiausia jutiklių įvairove. Toliau yra pateikiamas pavasario aplinkos ir abiejų avilių vidaus temperatūrų kitimo grafikas.

Vienas svarbiausių klausimų, į kuriuos bitininkaujant reikia atsakyti: ar pavasarį bitės laiku pradeda auginti perus. Tai ypatingai svarbu, nes žiemojusios bitės, vadinamos „žimos bitėmis“, artėja prie savo gyvenimo pabaigos ir turi išauginti naują kartą bičių, kuri pasirūpins šeimos vystymusi. Būtent temperatūros matavimai gali nurodyti perų auginimo pradžią. „A“ raide pažymėtas taškas (žr. 1.2 pav.) yra akivaizdus perų auginimo pradžios indikatorius. Matyti, kad tai įvyko kovo antroje pusėje, kai nakties temperatūra svyravo tarp 0°C ir 10°C . Toliau analizuojant antrojo avilio temperatūrą, galima matyti, kad pačioje pradžioje, kol bičių populiacija dar nebuvo gausi, bitės naktį retai sugebėdavo pasiekti optimalią, 33°C temperatūrą. Galima matyti ir „B“ raide pažymėtą akivaizdų lizdo temperatūros svyravimą dėl aplinkoje nukritusios temperatūros. Tarp taškų „A“ ir „B“ yra 15 dienų tarpas, o bitės darbininkės perai išsirita per apytiksliai 21 dieną, todėl šiame taške šiluma rūpinasi vis dar žimos bitės. Pirmosios šio pavasario bitės išsirita tik C taške ir galima pastebėti, kaip su laiku temperatūra nusistovi lizde, nepaisant lauko temperatūros svyravimų. Iš antro avilio grafiko galima nesunkiai padaryti išvadą, kad šeimoje viskas vyksta tinkamai ir jos termoreguliacinė geba yra tinkama, o tai tiesiogiai koreliuoja su šeimos stiprumu. Priešingas vaizdas pateikiamas pirmojo avilio grafike. Net ir „C“ taške, kuriame žinoma, kad antro avilio šeimoje išsirito jaunos bitės, matyti, kad pirmame avilyje perai dar neauginami. Yra žinoma, kad temperatūrai nukritus žemiau 20°C perai lizde žūsta. Taškas „D“ informuoja, kad pirmame avilyje tikrai yra perų, nors šeima silpna, tačiau pakelia temperatūrą iki „artimos optimaliai“. Taškas „E“ iš esmės yra dar vienas smūgis pirmo avilio šeimai, nes nesugebanti išlaikyti vienodos temperatūros, dėl savo silpnumo, šeima dėl šalčio praras dalį perų. Šiame taške antrojo avilio šeima turi išsiritusią ir antrą vadą bičių, todėl nežymiai sureaguoja į aplinkoje patirtą šaltį. Tarp „E“ ir „F“ taško yra ~17 dienų tarpas, todėl galima daryti išvadą, kad „E“ taške pirmo avilio bitės sugebėjo dalį perų išsaugoti arba perai buvo ne koriuose, kurių tarprėmyje įstatytas jutiklis.

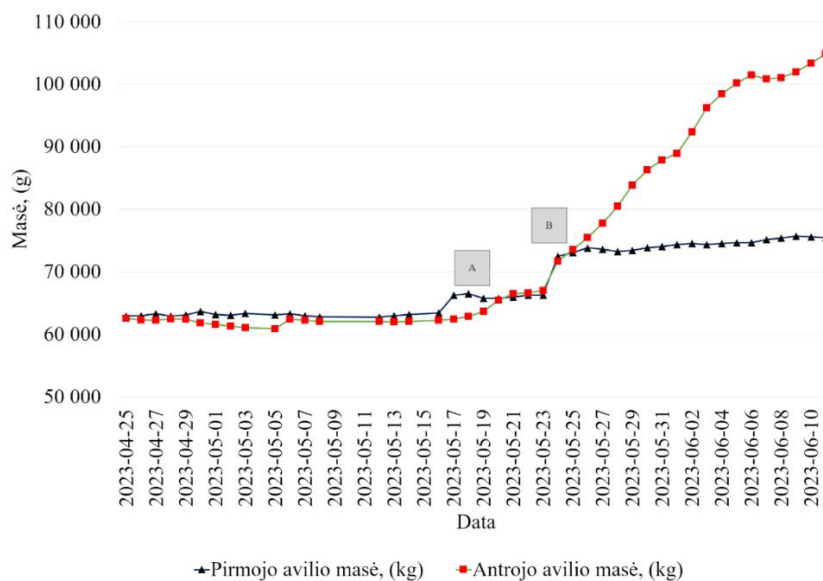


2 pav. Aplinkos ir dviejų avilių vidaus temperatūrų kitimo pavasarį grafikas. Duomenys surinkti 1:00 val. nakties, kai visos bitės yra lizde: A – perų auginimo pradžia, B – šeimų atsparumas šaltai aplinkai, C – pirmosios išsiritusios bitės, D – pirmojo avilio perų auginimo pradžia, E – pavojingas šaltis perams, F – termoreguliacijos susilyginimas aviliuose.

Figure 2: Plot showing how the temperatures inside and outside two hives changed over the course of the spring. Information gathered when every bee is in the nest at 1:00 a.m. A is the beginning of brood rearing; B is the cold hardiness of the colony; C is the first bees to hatch; D is the first hive's start of brood rearing; E is dangerously cold for the brood; and F is the hives' thermoregulation equilibration.

Taigi, temperatūros matavimai pavasarį informavo apie šeimų stiprumą, perų auginimo pradžią bei temperatūros veiksni, kuris apsunkino šių perų auginimą silpnai šeimai. Nesunku įžvelgti, kad tokiu kritiniu laikotarpiu, kai šeima atsilieka su perų auginimo pradžia, vidinė temperatūros palaikymo sistema tokioms šeimoms galėtų ženkliai padėti. Lizdą šildančios sistemos panaudojimo pradžia turėtų būti atlikta „D“ taške, kai yra žinoma, kad yra perai ir kritinė aplinkos temperatūra pagal šeimos gebą jai priešintis.

Toliau yra pateikiamas pirmo ir antro avilio masės kitimo grafikas pirmojo medunešio laikotarpiu (žr. 3 pav.).

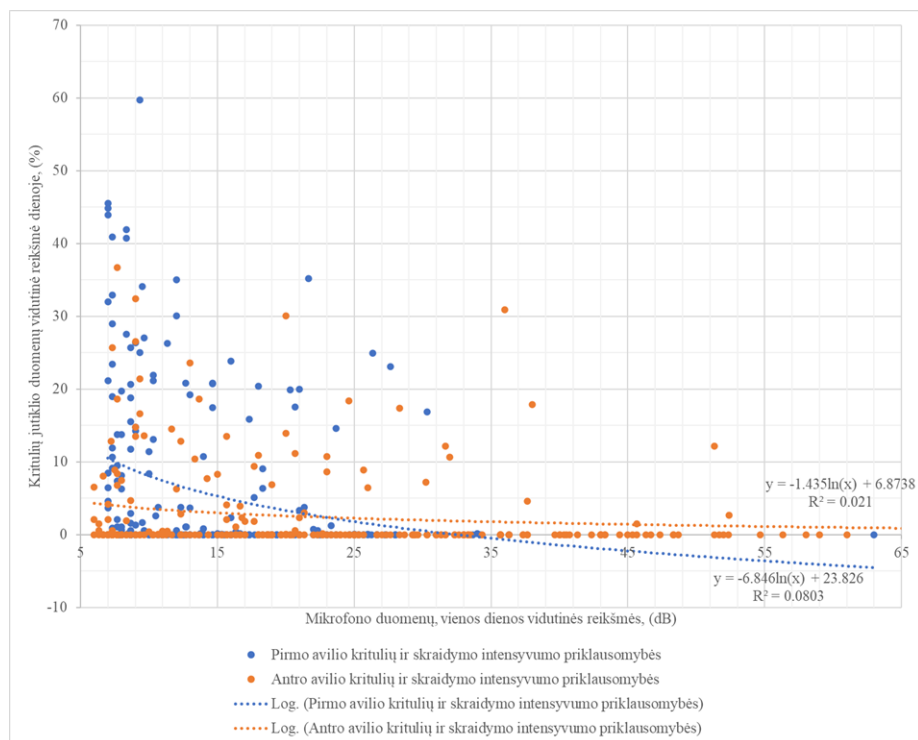


3 pav. Masės kitimas pirmo medunešio laikotarpiu iki medaus išėmimo. Duomenys surinkti 1:00 val. nakties, kuomet visos bitės yra lizde: A – galutinis lizdo išplėtimas pirmam aviliui, B – medvinių korpusų uždėjimas šeimoms.

Figure 3: Mass fluctuation from the first blooming stage till harvesting. Information gathered when every bee is in the nest at 1:00 a.m. A – The initial hive's last nest growth; B – the colonies' arrangement in the brood box.

Dėl šeimos silpnumo pirmo avilio lizdo plėsti neskubėta. Lizdas išplėstas tik orams sušilus ir likus savaitei iki medunešio pradžios. Tai galima matyti 1.3 pav. „A“ taške. Dar neapžiūrėjus šeimos, remiantis sistema sužinota, kad šeima yra silpna. Tačiau vėliau paaiškėjo, kad šeimai stinga perų ir yra poreikis keisti bičių motiną. Tačiau gegužės mėnesį to atlikti negalima, todėl laukta, kol šeima sustiprės ir sulauks kitos bičių motinėlės. „B“ taške šiems aviliams sumontuoti meduviniai korpusai su rėmeliais. Nuo „B“ taško yra aiškiai matyti šeimų geba rinkti produkciją, kuri tiesiogiai sietina su šeimos stiprumo ir sveikumo rodikliais. Antrojo avilio svoris padidėjo 34 kilogramais, o pirmojo 3 kilogramais, per mažiau nei 20 dienų. Sukurtos sistemos savikaina nesiekė 25 Eur kainos. Taigi, darant prielaidą, kad kilogramas medaus kainuoja 7 Eur, perkant tiesiai iš bitininko, tai pirmas avilys atnešė 210 Eur nuostolį per pirmą medunešį. Tai yra daugiau nei aštuonių tyrime sukurtų sistemų savikaina.

Toliau yra pateikiamas grafikas Panevėžio apskrityje laikytų dviejų avilių mikrofono ir kritulių duomenų kaitai analizuoti (žr. 4 pav.).



4 pav. Bičių aktyvumas esant įvairiam kritulių kiekiui. Duomenys surinkti 10:00, 13:00 ir 18:00 val. diapazonuose.
Figure 4: Bee activity according on the amount of rainfall. Information gathered at 10:00, 18:00, and 13:00.

Naudotas lietaus jutiklis turi plokštelę, kurios varža kinta ant jos paviršiaus atsiradus vandens lašams. Pastaroji pritvirtinta prie avilio stogelio, stovinčio kampu, kad vanduo nesirinktų ir nubėgtų nuo plokštelės, taip prailginant jos veikimo laiką, lėtinant oksidacijos veiksnius. Galima prognozuoti, kad ant kampu stovinčio lygaus paviršiaus, lyjant, bus 100 % padengimas. Viso tyrimo metu su šiuo jutikliu fiksuotas didžiausias padengtas paviršiaus plotas – 60 %, o dažniausiai lietus pasiekdavo 40 % ribą. Tuo tarpu tiriant skraidymo intensyvumą apie visišką tylą informuodavo 7–10 dB triukšmo lygis, o intensyvų skraidymą 40–55 (dB) ribos. 1.4 pav. galima matyti, kad reikšmių telktis, kai prasideda skraidymas, yra nuo mažiau nei 5 % dienos kritulių reikšmės. Pagrindinis skraidymas, ypač intensyvus, vyksta arti, arba esant 0 % dienos kritulių reikšmei.

Išvados

1. Sukurta precizinės bitininkystės sistema matuoja avilio masę, vidaus ir išorės temperatūrą, kritulius, triukšmą prie lakos bei bitininkui GSM ryšiu siunčia individualius surinktus avilio duomenis. Sistema teikia informaciją apie bičių laikymo technologinius procesus, tokius kaip: bičių šeimos stiprumo dinamika, perų auginimo pradžia ir pabaiga, produkcijos prieaugis, maisto resursų suvartojimas ir aplinkos įtaka šiems dydžiams. Todėl tai leidžia priimti preciziškus sprendimus, optimizuojant bitininkavimo praktiką.

2. Aplinkos ir avilių vidaus temperatūros kitimo grafikas leido nustatyti perų auginimo pradžią, kai temperatūra iš 20 °C greitai kito, patenkant į 30–35°C diapazoną. Tie patys aplinkos veiksniai skirtingoms bičių šeimoms turėjo nevienodą įtaką.

3. Silpna bičių šeima per 20 dienų surinko daugiau nei 10 kartų mažiau produkcijos, lyginant su stipria šeima. Toks nuostolis prilygo tyrime sukurtų aštuonių sistemų savikainai.

4. Tyrimo metu nustatyta, kad papildomos šildymo sistemos realizavimas avilyje suteiktų galimybę padėti silpnoms šeimoms ankstyvą pavasarį auginant perus.

Literatūra

1. Hamza, A. S., Tashakkori, R., Underwood, B., O'Brien, W., Campell, C. 2023. BeeLive: The IOT platform of Beemon monitoring and alerting system for beehives. *Smart Agricultural Technology*, Vol. 6, ID 100331. Prieiga per internetą: <https://dx.doi.org/10.1016/j.atech.2023.100331> (žiūrėta 2024 02 01).
2. Pejić, J., Milovanović, M., Božilov, A. And Pejić, P. 2022. Impact of the Precision Beekeeping on the Living Environment. *Facta Universitatis, Series: Working and Living Environmental Protection*, Vol. 19, no. 1, p. 49. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.22190/fuwlep2201049p> (žiūrėta 2024 02 01).
3. Sistemos komponentų sąrašas su nuorodomis į pardavimo puslapius. Prieiga per internetą: <https://onlinetextsharing.com/komponentu-sarasas> (žiūrėta 2024 02 01).

PRECISION BEEKEEPING SYSTEM AND RESEARCH

Summary

The study describes an engineering system that was created throughout the study project that enables measurements of bee hives mass, noise levels at the hive entrance, internal and external temperatures, and precipitation measures. The device is adaptable and works with any type of hive design up to 200 kg in weight. The system is versatile enough to attach more sensors and modify the software, and it can send data remotely and use various power supply options. A selection of factors pertaining to the dynamics of bee vital rates and how the environment affects these variables have been measured by the system. We have addressed both the system's construction and the analysis of the data to have some aspects that could be improved. One feature of the system is its low cost, which offers the advantages of precision beekeeping* while having a small effect on beekeeping expenses.

Keywords: precision beekeeping, control.