

# DINAMIKA I MONITORING STANJA U KOŠNICAMA

---

**Prpić, Matea**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2023**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Rijeka, Faculty of Engineering / Sveučilište u Rijeci, Tehnički fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:190:617034>

*Rights / Prava:* [Attribution 4.0 International](#)/[Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-09-03**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Engineering](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI  
TEHNIČKI FAKULTET

Preddiplomski sveučilišni studij strojarstva

Završni rad

**DINAMIKA I MONITORING STANJA KOŠNICA**

Rijeka, svibanj 2023.

Matea Prpić

0069087985

SVEUČILIŠTE U RIJECI  
TEHNIČKI FAKULTET

Preddiplomski sveučilišni studij strojarstva

Završni rad

**DINAMIKA I MONITORING STANJA KOŠNICA**

Mentorica: doc. dr. sc. Dunja Legović

Komentor: dr. sc. Petar Gljušćić

Rijeka, svibanj 2023.

Matea Prpić

0069087985

Rijeka, 4. travnja 2023.

Zavod: **Zavod za brodogradnju i inženjerstvo morske tehnologije**  
Predmet: **Zaštita okoliša**  
Grana: **2.16.01 inženjerstvo okoliša**

## ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD

Pristupnik: **Matea Prpić (0069087985)**  
Studij: Sveučilišni prijediplomski studij strojarstva

Zadatak: **DINAMIKA I MONITORING STANJA U KOŠNICAMA / DYNAMICS AND MONITORING OF THE BEE HIVES**

### Opis zadatka:

Objasniti važnost pčela za ekosustav, te opisati njihova obilježja i kaste. Opisati tehnike gradnje i postavljanja košnica. Analizirati proces razmnožavanja i proizvodnje meda. Navesti metode za mjerenje uvjeta u košnici, te unosa i prinosa. Odabranom metodom pratiti stanje u košnici i prikupiti podatke kroz vrijeme rojenja. Prikupljene podatke analizirati i prikazati odgovarajućom metodom, te iznijeti zaključna razmatranja.

Rad mora biti napisan prema Uputama za pisanje diplomskih / završnih radova koje su objavljene na mrežnim stranicama studija.

*Matea Prpić*

Zadatak uručen pristupniku: 20. ožujka 2023.

Mentor:

*D. Legović*

Doc. dr. sc. Dunja Legović

*P. Glušć*

Dr. sc. Petar Glušć (komentor)

Predsjednik povjerenstva za  
završni ispit:

*S. Žic*

Izv. prof. dr. sc. Samir Žic

## **IZJAVA**

Sukladno Pravilniku o završnom radu, Tehničkog fakulteta u Rijeci, izjavljujem da sam samostalno izradila završni rad pod naslovom „DINAMIKA I MONITORING STANJA KOŠNICA“ koristeći se znanjem stečenim tijekom studija uz konzultacije s mentoricom i komentorom.

Rijeka, svibanj 2023.

Matea Prpić

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem se svojoj profesorici i mentorici doc. dr. sc. Dunji Legović, profesoru i komentoru dr. sc. Petru Gljušiću na savjetima, strpljenju i stručnoj pomoći pri izradi ovog završnog rada.

Također se zahvaljujem svojoj obitelji, ponajviše tati koji me je uveo u svijet pčelarstva, dečku i prijateljima na razumijevanju i podršci tijekom cijelog mog studija.

# SADRŽAJ

<b>IZJAVA</b> .....	3
<b>ZAHVALA</b> .....	4
<b>UVOD</b> .....	1
<b>1. O PČELAMA</b> .....	2
<b>1.1. Kastinski sustav</b> .....	2
<b>1.2. Građa pčele medarice</b> .....	5
<b>1.3. Kako pčele rade med</b> .....	6
<b>1.4. Pčelinji proizvodi</b> .....	7
<b>2. SMJEŠTAJ PČELA</b> .....	12
<b>2.1. O košnicama</b> .....	12
<b>2.2. Vrste košnica</b> .....	14
<b>3. ŽIVOTNI CIKLUS PČELE MEDARICE</b> .....	17
<b>3.1. Životni ciklus</b> .....	17
<b>3.2. Rojenje</b> .....	18
<b>3.3. Prezimljavanje pčelinjih zajednica</b> .....	19
<b>4. MONITORING</b> .....	21
<b>4.1. Postojeći uređaji za monitoring</b> .....	21
4.1.1. SmartBee +.....	21
4.1.2. HM-1 Smart hive temp/humidity sensor .....	22
4.1.3. Smart Beehive Scale.....	24
4.1.4. BuzzBox Mini .....	25
4.1.5. GoBuzzer.....	27
4.1.6. Broodminder T2 .....	28
<b>4.2. Prikupljanje podataka</b> .....	29
4.2.1. Pčelarska vaga .....	29
4.2.2. Data logger .....	32
<b>4.3. Analiza rezultata</b> .....	34
<b>5. ZAKLJUČAK</b> .....	41
<b>LITERATURA</b> .....	42
<b>POPIS SLIKA</b> .....	44
<b>SAŽETAK</b> .....	46

## UVOD

Pčele su vrlo važni kukci u ekosustavu. One igraju ključnu ulogu u oprašivanju biljaka i osiguravaju proizvodnju hrane za ljude i životinje. Osim toga pčele proizvode med, vosak i druge proizvode koji imaju važnost u prehrambenoj i medicinskoj industriji. Pčelarstvo je jako osebujan hobi. Pčelari se moraju brinuti o zdravlju pčela, hranjenju i održavanju košnica, kao i o prikupljanju pčelinjih proizvoda. Iako na Zemlji danas postoji 20.000 raznih vrsta pčela, zbog klimatskih promjena te prekomjernih korištenja insekticida i pesticida, njihov broj se dramatično smanjio. Postoji izreka – „Nestanu li pčele s lica Zemlje, čovjeku kao vrsti neće preostati više od četiri godine života“. Pčelarstvo je jako raznoliko, od vrsta meda koje proizvedu pčele - ne postoje dvije berbe koje će imati isti okus čak ni iz iste košnice. Pčele su vrlo marljive te žive u vrlo složenoj zajednici. [1] [2]



# 1. O PČELAMA

## 1.1. Kastinski sustav

U zajednici pčela medarica postoje tri kaste, odnosno tri osnovne grupe: matica, radilica i trut. Svatko od njih ima svoju određenu funkciju u zajednici. Matica je jedinstvena i ključna jedinka u pčelinjoj zajednici. Matica se smatra vladaricom zajednice, ali ona njome ne vlada i ne naređuje joj. Bez nje bi zajednica uginula. Ona je ženka koja je odgovorna za reprodukciju i regulaciju ponašanja pčela u košnici. Najveća je jedinka u košnici, duljine oko 2 cm. Matica polaže jajašca koja će se razviti u pčele radilice i matice. Ona može položiti i do 2000 jajašaca dnevno u vrijeme najveće plodnosti. Također ona ima i svoje pčele pomoćnice koje ju hrane, čiste i pospremaju kako ona ne bi morala prekidati polaganje jajašaca. Može živjeti više godina (3–7) i u zajednici ostaje sve dok ne ugine ili ju pčele radilice ne zamjene novom maticom. Luči feromene koji pomažu u održavanju reda i stabilnosti u košnici. Matica također nastaje iz oplođenih jajašaca. Da li će se razviti iz ličinke matica ili radilica, ovisi o njezi i prehrani ličinke. Ako pčele hraniteljice hrane ličinku i nakon 3 dana s maticnom mliječi, tada će se iz ličinke razviti matica, ali ako je iza 3 dana hrane sa peludi i medom onda će se iz ličinke razviti pčela radilica. Maticu u uzgoju koristimo najviše 2 godine, jer tada nese najviše jaja. Nakon tog razdoblja se smanjuje njezina sposobnost leženja te se zamjenjuje s novom maticom. [2]



*Slika 1.1 Matica [3]*

Pčele radilice su najmnogobrojnije jedinice u zajednici, to su ženske pčele u pčelinjoj zajednici koje ne polažu jajašca kao matice, nego se brinu za sve druge zadatke unutar košnice. One čine većinu pčela u košnici, a njihov životni vijek je oko šest tjedana. Zdrava pčelinja zajednica obično je sastavljena od jedne pčele matice, stotinjak trutova i 50.000 pčela radilica. Njihov zadatak je održati opstanak zajednice. Pčele radilice su zadužene za prikupljanje hrane, izgradnju saća, hranjenje matice i ličinki, ventilaciju košnice i održavanje higijene unutar košnice. One također imaju ulogu u obrani košnice od vanjskih napada, što obično čine pčele stražari. Pčele radilice međusobno komuniciraju dodirima, mirisom i titrajima. Nasonova žlijezda koja je smještena na kraju zatka izlučuje feromon (miris) koji zajednicu drži na okupu, te imaju voštane žlijezde za izradu mednog saća. Često možemo vidjeti radilicu kako mirno stoji na ulazu u košnicu, te brzim lupanjem krilima ispušta u zrak miris koji privlači njezine suradnike da se vrate u košnicu. Pčelinja zajednica također ovisi o radilicama koje sakupljaju nektar, pelud i vodu, što omogućuje stvaranje meda, peludi i drugih pčelinjih proizvoda. Zbog toga je važno da pčelar brine o zdravlju pčela radilica i osigura da imaju dovoljno hrane i ostalih resursa potrebnih za njihov rad. [1] [4]



*Slika 1.2 Pčela radilica ~ vlastiti izvor*

Trutovi su muške pčele u pčelinjoj zajednici koji se razlikuju od radilica po veličini i obliku tijela. Trutovi ne sudjeluju u radu u košnici, kao što su prikupljanje hrane, izgradnja saća ili briga o mladoj pčeli, ali su ključni za reprodukciju pčelinje zajednice. Razvijaju se iz neoplođenih jajašaca koje polaže matica. Oni su važni za oplodnju matice. Umjesto žalca imaju muški spolni organ i nemaju voštane žlijezde. Trutovi obično žive nešto kraće od radilica, a njihov životni vijek traje oko 40 dana. Mogu se hraniti medom i peludom, te ponekad mogu prikupljati vodu iz okoline i donositi je u košnicu. Međutim, količina hrane koju trutovi konzumiraju u odnosu na njihov doprinos u košnici, čini ih energetski manje isplativima od radilica. Veći su od pčela radilica pa su i njihove ćelije veće i vrlo se lako mogu uočiti u košnici. Kad odrastu, odletjet će u potrazi za maticom s kojom će se pariti. Proces parenja zapravo ubija truta, no prije toga on prenese svoje gene na buduće naraštaje. [2] [4]



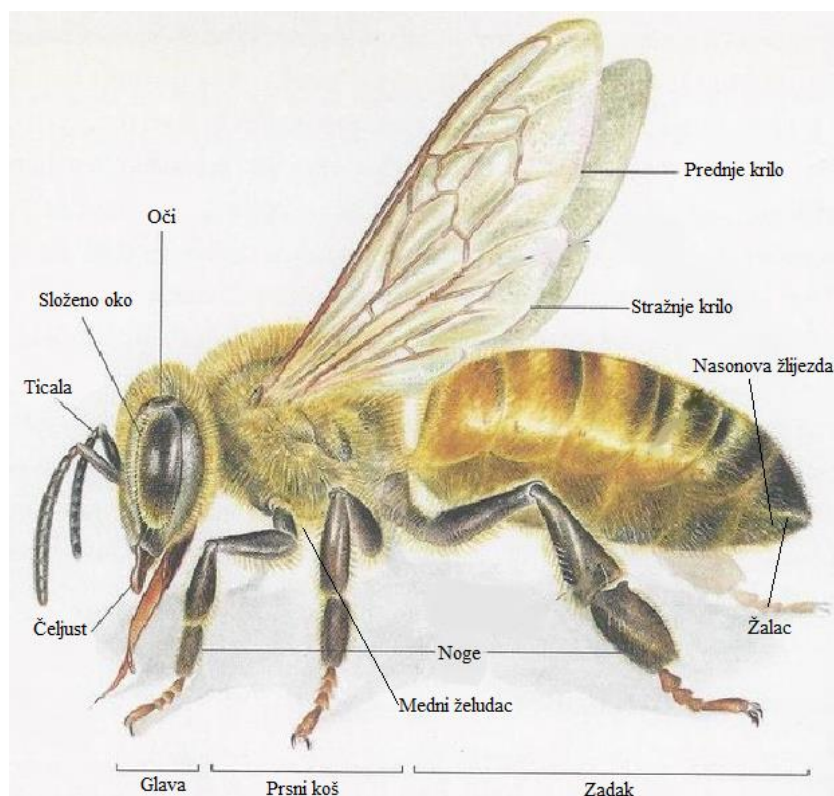


*Slika 1.3 Trut [5]*

## **1.2. Građa pčele medarice**

Građa pčele medarice sastoji se od glave, prsnog koša i zatka, slika 1.4. Pčela medarica na glavi ima pet očiju. Tri jednostavna oka na vrhu glave im služe za orijentaciju, a dva složena oka joj služe za vid. Pčela vidi boje i oblike, ali ne vidi dobro predmete koji se kreću sporo. Brze i nagle pokrete prije uoči. Ticala joj služe za njušenje i vrlo su osjetljiva na promjenu mirisa. U ustima ima dvije čeljusti koje joj služe kao zubi i djeluju poput kliješta. Koristi ih za manipuliranje voskom, skupljanje propolisa te za grizenje. Rilo je jezik pomoću kojeg isisavaju nektar u medni džepić. Ima dvije prednje noge za čišćenje ticala, dvije srednje noge za čišćenje krila te skidanje voska iz voštanih džepića smještenih s donje strane zatka i dvije stražnje noge na kojima se zadržava pelud u korbikuli (peludnoj košarici). U mednom želucu se čuva nektar nakon što ga pčela skupi iz cvjetova. Na nektar djeluju enzimi i tako počinje proces stvaranja meda. Stražnja krila su pričvršćena za snažnija prednja krila te se mogu međusobno trljati radi stvaranja zvuka koji se koristi za komunikaciju. Žalac i pripadajući otrov služe za obranu. Kada pčela ubode, mora se odvojiti a njezina utroba ostaje pričvršćena za žalac i zbog toga se ona raspolovi. Također tada ispušta i fenomen koji upozorava

druge pčele na opasnost i usmjerava ih da bodu na isto mjesto. Nasonovljeva žlijezda izlučuje još jedan feromon koji ih drži na okupu i koristi se kada se pčele roje ili traže novi dom. [1]



*Slika 1.4 Građa pčele medarice [6]*

### **1.3.Kako pčele rade med**

Pčele proizvode med iz nektara, slatkog soka koji se nalazi u cvjetovima biljaka. Kolibrići, mravi, i leptiri također konzumiraju nektar, ali pčele medarice osim što ga piju, pretvaraju ga u med i pohranjuju za korištenje u budućnosti. Kada pčele skupljaju nektar, prvo ga prolaze kroz probavni sustav kako bi ga razgradile i osušile. Pčela radilica može nositi nektar u količini od polovice težine svoga tijela i odnijeti ga u košnicu u svom mednom želucu. Tijekom ovog procesa, pčele dodaju enzime koji razgrađuju složene šećere u jednostavnije oblike, čineći ga lakšim za obradu. Pčele također dodaju vlastite probiotike u nektar, koji pomažu u sprečavanju razvoja štetnih mikroorganizama. Na povratku u košnicu ona ga probavlja i prenosi ga pčeli kućanici koja nastavlja razgrađivati šećer stavljajući kap na svoje rilo i „žvačući ga“ i izlažući zraku. U tom procesu djeluju enzimi i smanjuje se sadržaj vode u nektaru. Nakon što se nektar pretvori u med, pčele ga pohranjuju u stanice u saću, koje su napravljene od voska koji izlučuju iz posebnih žlijezda na svom trbušnom dijelu. Kada je med spremljen u stanice, pčele ventiliraju košnicu s krilima kako bi osušile med i

smanjile vlagu. Ovaj postupak se ponavlja sve dok sadržaj vode ne bude na oko 19% te tako nastaje gusta slatka tvar koju zovemo med. Kada med bude spreman za konzumaciju, pčele ga zapečate saćem voska kako bi ga zaštitile od zraka i vlage. Pčele moraju jesti med da bi potakle stvaranje voska. Med ima veliku nutritivnu vrijednost i smatra se prirodnim izvorom vitamina, minerala i antioksidansa.

[2] [7]



*Slika 1.5 Zatvorene ćelije tankim slojem voska ~ vlastiti izvor*

#### **1.4. Pčelinji proizvodi**

Berba meda je važna aktivnost u pčelarstvu i obično se događa jednom ili dva puta godišnje, ovisno o količini meda koji se može prikupiti iz košnica. Prije same berbe, pčelar mora pažljivo pregledati košnice kako bi provjerio imaju li dovoljno hrane za opstanak nakon što se med ukloni. Nakon toga, pčelar otvara košnicu, uklanja saće s medom i odnosi ga u prostor gdje se uklanja tanki sloj voska koji zatvara med. Tada biramo da li želimo zadržati dio mednog saća ili ćemo izvaditi sav med. [2]

Pri ekstrakciji meda koristimo vrcalice. Za ovaj način vrcanja potrebna nam je naprava za odčepeljivanje (nož ili vilica), posuda za med te dvostruka cjediljka. Nožem ili vilicom za odčepeljivanje skida se tanki sloj voska na mednom saću što omogućuje da med istječe iz okvira dok se vrti u vrcalici. U vrcalice obično stane oko četiri okvira. Kada stavimo okvire u vrcalicu, zatvorimo poklopac te okrećemo ručku (ili prekidač), prvo sporo a onda brže. Kod tangencijalne vrcalice se trebaju okrenuti



okviri da bi se ispraznio med s druge strane. Kada je vrcanje gotovo, treba procijediti med kroz dvostruku cjediljku. Med moramo pustiti 24 sata ili više kako bi mjehurići zraka izašli na površinu. Konačno, med se stavlja u staklene posude i pohranjuje na suhom i tamnom mjestu. [1]



*Slika 1.6 Berba meda ~ vlastiti izvor*

Pčelinji proizvodi su vrijedni iz više razloga, uključujući hranjiva, ljekovita i kozmetička svojstva. Od pčela možemo dobiti med, ali i druge proizvode. Najčešći ostali proizvodi su pelud, propolis, matična mliječ, pčelinji vosak, pčelinji otrov itd.

Pčele skupljaju pelud dok skupljaju nektar i koriste ga kao hrana za sebe i svoje leglo. Peludska zrnca hvataju se u zamku za pelud koju pčelari postavljaju na ulazu u košnicu pa pčele stružu sa košaricama na nogama dok ulaze u košnicu. Treba imati na umu da je i pčelama potrebna pelud stoga zamku za pelud ne smijemo ostavljati predugo. [1] [2]



*Slika 1.7 Pelud [8]*

Propolis je smolasta tvar koju pčele prikupljaju sa kore drveća, kao i sa drugih biljaka, kako bi popunile i zatvorile male pukotine, otvore i praznine u košnici. Pčele ga prikupljaju s pupoljaka i kore drveća te ga miješaju sa svojim voskom i enzimima kako bi ga pretvorile u propolis. Na sobnoj temperaturi i višoj od nje ostaje ljepljiv, no na nižoj temperaturi počinje se stvrdnjavati i postaje lomljiv. [2]





*Slika 1.8 Propolis [9]*

Matična mliječ je posebna hrana koju pčele radilice proizvode u svojim žlijezdama kako bi hranile maticu. Možemo ju vidjeti kod sićušne ličinke u njejoj ćeliji kako pluta u mliječnoj bijeloj tekućini. Sve ličinke pčele hrane se sa njom prva tri dana svog života. Nakon ta tri dana, ako pčela njegovateljica nastavi hraniti žensku ličinku matičnom mliječi, znači da je ta ženska ličinka predodređena da postane matica. U većini slučajeva nakon prva tri dana matičnu mliječ zamijene sa medom i peludi. [2] [10]



*Slika 1.9 Matična mliječ [11]*

Pčelinji otrov je vrlo složena tvar koju pčele proizvode i koriste za obranu od neprijatelja ili za ubijanje plijena. Pčelinji otrov ima različite zdravstvene beneficije i koristi se u medicini i alternativnoj terapiji. Otrovi može uzrokovati bol i smrt kod alergičnih osoba. On je bezbojna tekućina koja se može skupljati i sušiti u bijelu praškastu tvar. [2]



*Slika 1.10 Ispuštanje pčelinjeg otrova i sušeni pčelinji otrov u praškastom obliku [12]*

## 2. SMJEŠTAJ PČELA

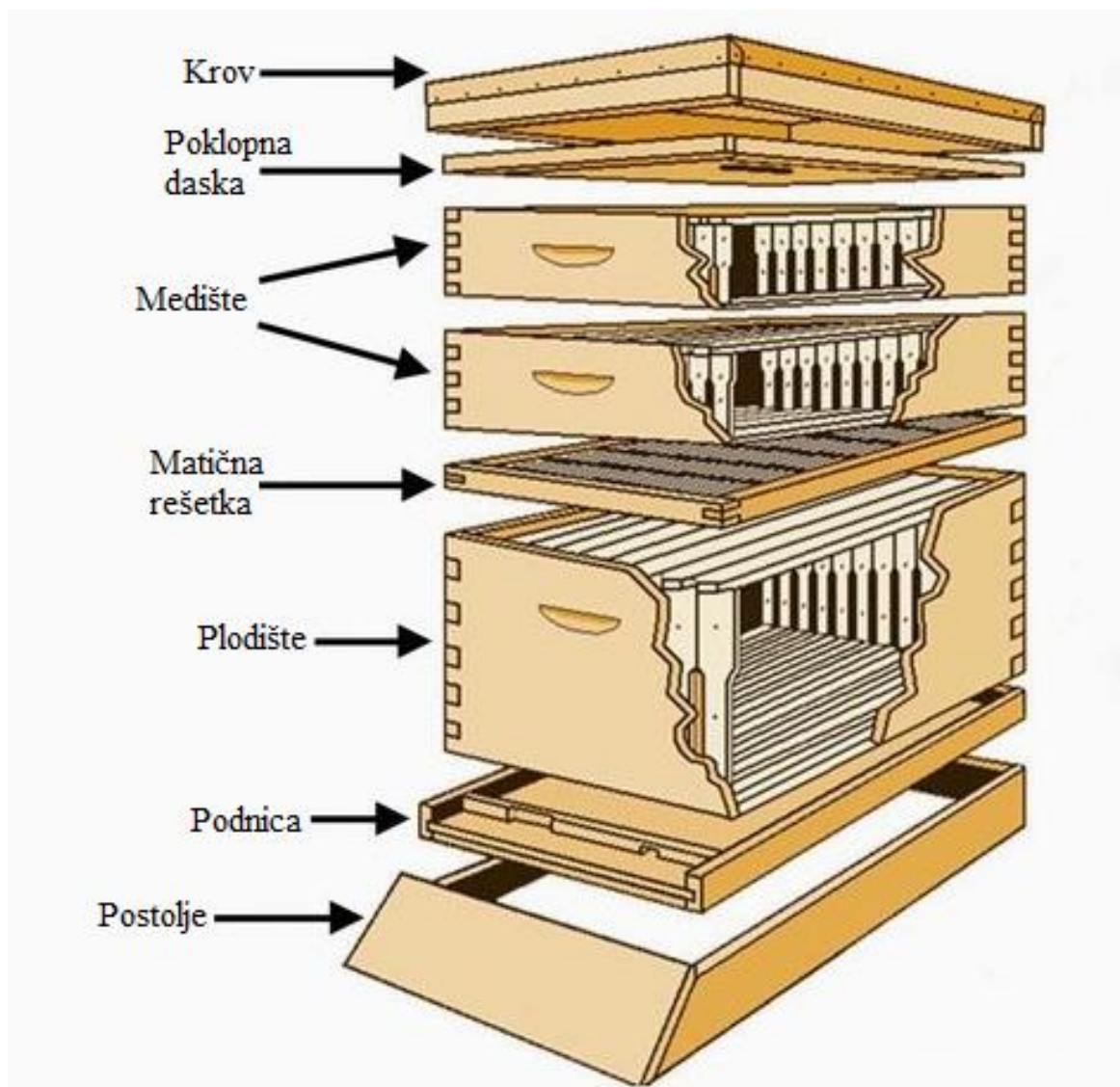
### 2.1. O košnicama

Košnica je nastamba koja služi za držanje pčela. Važno je održavati košnicu čistom i higijenskom kako bi se spriječio razvoj bolesti i štetnika. Košnice se često postavljaju na stalke kako bi se spriječilo da ulaze u dodir s tlom. Uz košnicu, pčelari koriste i razne alate i opremu za rukovanje i održavanje košnica i pčela, uključujući zaštitnu opremu, dimilice i ostale alate za sakupljanje meda. Dijelovi košnice su postolje, podnica ili antivarožna podnica, okviri koji se sastoje od satnih osnova, plodište, matična rešetka, medište, poklopna daska i krov kao što se vidi na slici 2.1. [2]

Ne moraju se sve košnice sastojati od tih elemenata. Postolje košnice je temelj na kojem košnica stoji. Ono igra važnu ulogu u stabilnosti i zaštiti košnice, kao i u olakšavanju rada pčelara. Postolje može biti izrađeno od različitih materijala, uključujući drvo, metal, beton ili plastiku. Podnica se nalazi s donje strane košnice te ima nekoliko funkcija uključujući kontrolu vlage, temperature, štetočina, održavanje čistoće. Na podnici se nalazi leto kojim mijenjamo veličinu ulaza. Antivarožna podnica je vrsta podnice koja je specijalno dizajnirana da pomogne u suzbijanju infekcija uzrokovanih varoa grinjom, jednom od najvećih problema s kojim se suočavaju pčelari. To je mreža koja se nalazi između dna plodišta i podnice košnice. Okviri su jedan od ključnih dijelova košnice i omogućavaju pčelarima da lako pregledavaju košnicu i manipuliraju sa saćem i pčelama. To su umetci koji sadrže osnovu od voska koja potiče pčele na izradu saća. Mogu biti različitih dimenzija te se koriste u plodištu i medištu. Satna osnova je tanak listić voska koji služi kao temelj za gradnju pčelinjeg saća. Izrađuju se od voska, obično pčelinjeg voska, koji se taljenjem pretvara u tanke listiće. Listić voska se onda pričvrsti na okvir i pčele počinju raditi saće oko njega. Može biti pričvršćen žicom ili bez žice. Plodište je dio košnice u kojem se nalazi matica, leglo i pčele radilice koje brinu o leglu. Obično je smješteno u donjem dijelu košnice. Matična rešetka je pčelarski pribor koji se koristi za kontrolu položaja matice u košnici. To je rešetka koja ima otvore dovoljno velike za prolaz radilica, ali premale za maticu. Ona služi kao prepreka matici da ode u medni prostor i položi jajašca u stanice meda. Obično se postavlja između plodišta i medišta u košnici. Medište je dio košnice u kojem pčele skladište med. Kada pčele sakupljaju nektar iz cvjetova, on se prvo skladišti u njihovim želucima, gdje se miješa s enzimima i pretvara u med. Nakon toga pčele unose med u medište košnice i pohranjuju ga u saće koje su izgradile na okvirima.[1]

Tijekom ljeta treba dodati u košnicu više medišta kako u se osiguralo dovoljno mjesta za odlaganje meda. Poklopna daska se postavlja na vrh medišta ili plodišta, ovisno o tome koji se dio košnice koristi za život pčela. Može imati više uloga u košnici, uključujući zaštitu košnice od vanjskih

utjecaja kao što su kiša, snijeg, vjetar i sunčeva svjetlost te može imati ulogu u ventilaciji košnice. Ako se u njoj nalazi otvor za ventilaciju, pomaže u reguliranju temperature i vlažnosti u košnici. Glavna funkcija krova je da štiti košnicu od nepovoljnih vremenskih uvjeta. Krovovi mogu biti ravni ili kosi, a neki imaju i ventilacijske otvore koji pomažu u održavanju kvalitete zraka u košnici. Krov može biti napravljen iz više materijala te je najčešće prekriven nekom tankom metalnom pločom koja ga čini trajnijim. [2]



Slika 2.1 Dijelovi košnice [14]



## 2.2. Vrste košnica

Postoji više vrsta košnica koje se koriste u pčelarstvu diljem svijeta. Neke od najčešćih vrsta su:

1. LR (Langstroth-Root) košnica je vrsta košnice koju je razvio Lorenzo Langstroth .LR košnica ima veliku prednost u odnosu na košnice koje nisu nastavljace (pletara), a to je da pčelar može vaditi pojedinačne okvire bez ometanja ostalih okvira u košnici. To omogućava lakši pregled stanja u košnici i olakšava pčelarenje. Mana im je što su relativno velike i teške, što može biti problem prilikom manipulacije s njima. [13]



*Slika 2.2 LR košnica ~ vlastiti izvor*

2. Dadantova košnica je vrsta košnice za pčele koju je razvio Charles Dadant. Ova vrsta košnice se danas koristi širom svijeta. Slična je LR košnicama, razlika je samo u dubini pa je stoga odmah veće i plodište.[13]



*Slika 2.3 Dadantova košnica [15]*

3. WBC (William Broughton Carr) košnica je tradicionalna britanska košnica koja je dobila ime po Williamu Broughtonu Carru. Ova košnica je konstrukcijski složenija od drugih košnica, sastavljena je od nekoliko slojeva koji se međusobno preklapaju. Glavna vanjska kutija je prekrivena još jednom kutijom koja služi kao izolacija. Vrlo je elegantna i izgleda atraktivno, što je čini omiljenom među pčelarima koji žele košnice koje su i funkcionalne i estetski privlačne. Međutim, zbog složenosti konstrukcije, WBC košnica može biti skuplja i zahtijevati više vremena za održavanje u odnosu na druge vrste košnica. Ima nekoliko prednosti, kao što su dobra izolacija od hladnoće i vlage, što je korisno u hladnijim klimatskim uvjetima. Zbog složenosti konstrukcije, WBC košnica može biti teška i nezgodna za rukovanje i seljenje. [2]



*Slika 2.4 WBC košnica [15]*

4. AŽ košnicu konstruirao je slovenski pčelar Anton Žnideršič po uzoru na košnicu od njemačkog učitelja Adolfa Albertija. Ova košnica sastavljena je u obliku ormarića koji je podijeljen na dva dijela matičnom rešetkom. U donjem dijelu se nalazi plodište a u gornjem dijelu medište. Košnica se otvara sa zadnje strane te se okviri ne vade prema gore kao LR košnice nego ih vadimo van prema sebi. Nedostatci kod ove košnice su ograničeni volumen i skupa i složena izrada. [16]



*Slika 2.5 AŽ košnica [16]*

### 3. ŽIVOTNI CIKLUS PČELE MEDARICE

#### 3.1. Životni ciklus

Dužnosti pčele radilice se mijenjaju s njezinom starošću i fizičkom zrelošću. Životni ciklus pčele radilice započinje kada matica polaže jaje u ćeliju saća. Pčela radilica ga mora pregledavati i čistiti. Nakon što se jaje izlegne, nastaje ličinka. Ličinka se hrani matičnom mliječi i peludom koje joj pčele radilice donesu, a raste i razvija se u ćeliji saća tijekom sljedećih 5-6 dana. Nakon hranjena ličinka se zatvara u svojoj ćeliji saća i pretvara se u pupu (kukuljicu). Tijekom tog razvoja pčela se ne hrani i pupa se razvija. Nakon otprilike 12 dana, pčela se izlije iz pupine košuljice. Kada se pčela izlegne ona je odrasla, ali je još uvijek mlada.[1]

U početku, ona se bavi čišćenjem košnice, pa hranjenjem ličinki i branjem peluda i nektara za hranu ostalim pčelama. Kasnije u životu, pčela radilica će se baviti skupljanjem peluda, pripremanjem saća, ventilacijom košnice, a kasnije će se prebaciti na prikupljanje nektara za proizvodnju meda. Životni ciklus pčele radilice traje otprilike 6 tjedana, kada pčela umre. Nakon što pčela umre, druge pčele uklanjaju njeno tijelo iz košnice. Neki faktori, kao što su temperatura i dostupnost hrane, mogu utjecati na duljinu životnog ciklusa pčela radilica. Kada pčela radilica bude stara, njezine su sposobnosti smanjene, pa se ona više ne bavi aktivnostima kao što su prikupljanje hrane ili čišćenje, već postaje „čuvarica“ i čuva ulaz u košnicu. Za pčele radilice ovaj proces traje 21 dan, za truta 24 dana. Matica iz svoje ćelije izlazi nakon samo 16 dana. [2]



Slika 3.1 Životni ciklus pčele [17]





*Slika 3.2 Ciklus legla [18]*

### 3.2. Rojenje

Rojenje je prirodan proces u životnom ciklusu pčelinje kolonije kada se dio pčela i matica odvoje od matične kolonije i formiraju novu koloniju. To se obično događa kada je zajednica prenatrpana, kada matica nema mjesta za odlaganje jajašaca, kada je matica stara, neplodna ili bolesna. Rojenje se obično događa u proljeće ili početkom ljeta kada su vremenski uvjeti povoljni. Rojenje se obično sastoji od tri glavna dijela. Prvi dio je priprema roja, kada pčele radilice počinju graditi nove matične ćelije u kojima će se razviti nove matice. Matica također smanjuje svoje polaganje jaja i počinje oslobađati miris feromona koji potiče radilice da se pripreme na rojenje. Drugi dio je odlazak roja, kada je nova matica spremna, stara matica i dio radilica napuštaju matičnu košnicu i formiraju roj. Ovaj proces se događa brzo i neprimjetno. Treći dio je kada se roj skupi, tada traži novi dom i pronalazi novu lokaciju za novu koloniju. Kada se nađe prikladno mjesto, pčele počinju graditi novo saće, dok nova kraljica ne počinje polagati jaja i osigurava novu populaciju radilica i novu koloniju. [1]

Rojenje je prirodan proces i može biti korisno za zdravlje pčelinjih kolonija. Međutim, rojenje može biti problematično za pčelara jer može dovesti do gubitka pčela i proizvodnje meda. Stoga se pčelari često trude spriječiti rojenje koristeći različite metode poput proširenja prostora u košnici, redovite provjere stanja u košnici i odvajanja novih matičnih ćelija. [1]



*Slika 3.3 Rojenje ~ vlastiti izvor*

### **3.3. Prezimljavanje pčelinjih zajednica**

Zimsko razdoblje predstavlja najkritičniji period u životnom ciklusu pčelinjih zajednica jer tijekom tog razdoblja pčele nisu u mogućnosti skupljati hranu iz prirode. Stoga, pčelari moraju osigurati dovoljno hrane za pčele kako bi preživjele zimu. Zimsku prihranu čine uglavnom med i pelud. Pčelari se trude ostaviti dovoljno meda u košnici kako bi se osiguralo da pčele imaju dovoljno hrane tijekom zimskog razdoblja. Također, pčelari obično provjere stanje hrane u košnici prije zime i dodaju dodatnu hranu ako je potrebno. Pčele će iskoristiti oko 15-20 kilograma meda tijekom zime. Pčelari mogu koristiti različite metode za dodavanje zimske hrane pčelinjim zajednicama. Jedna od najčešćih metoda je hranjenje šećernim sirupom. Zimsko prihranjivanje pčelinjih zajednica ključan je dio brige za pčele tijekom zime. Pčelari bi trebali osigurati dovoljno hrane za pčele kako bi preživjele do proljeća, a prihranu treba nadgledati i prilagoditi prema potrebi kako bi se osiguralo zdravlje i preživljavanje pčela.[19]

Dodatno utopljavanje košnica je važan dio brige za pčele tijekom hladnih zimskih mjeseci. Pčele su osjetljive na ekstremne temperature, čak i male promjene temperature u košnici mogu utjecati na njihovo zdravlje. Potrebno je osigurati dodatnu izolaciju. [19]

Razdoblje zime je obično manje aktivno u pčelinjem svijetu. Kod zimskih uvjeta i kada počne padati snijeg, pčelinjak treba povremeno posjećivati. Ne moramo se bojati da će svježi snijeg zatrpiti ulaz i da pčele neće imati dovoljno zraka. Također moramo osigurati da iznad košnica nema grana prekrivenih snijegom, jer zbog tereta od snijega grana može puknuti i pasti po košnici. Postoje posebne „slušalice“ pomoću kojih slušamo zujanje pčela i da se uvjerimo da je sa zajednicom sve u redu. Kada je zujanje snažno i neravnomjerno, to znači da u košnici nešto nije u redu. To može biti znak da u košnici nema matice, da ih uznemirava miš ili neka druga štetočina. Ponekad kod slušanja sa „slušalicom“ ako ne čujemo zujanje, malo kucnemo lijevkom u košnicu te se tek tada čuje zujanje pčela. No ako se nakon kuckanja po košnici i dalje ne čuje nikakvo zujanje, nažalost to bude znak da su pčele uginule ili od gladi ili neke bolesti. Treba znati da se pčele tokom zime pretežito drže u klupku da bi održale optimalnu temperaturu. To je vrijeme kada pčelinje zajednice ulaze u stanje mirovanja kako bi preživjele hladne temperature. Zimski posjet pčelinjaku je obično manje zahtjevan u usporedbi sa drugim godišnjim dobima. U današnje vrijeme postoji suvremena tehnologija za praćenje svih stanja. [19]

## 4. MONITORING

Monitoring stanja košnice je ključni dio brige o pčelama i održavanja zdravih i produktivnih pčelinjih zajednica. Monitoring stanja košnica prati više aspekata kao što su vizualni pregled, uvjeti izvana i unutar košnice, praćenje produktivnosti, zdravlje pčela i ostali. Ovim radom se istraživao monitoring stanja košnice s aspektom gdje se prati stanje unutar košnice te izvana.

### 4.1. Postojeći uređaji za monitoring

Postoji više uređaja koji olakšavaju to praćenje stanja unutar košnice kao što su:

#### 4.1.1. SmartBee +

SmartBee + je uređaj koji pruža tehnologiju nadzora i praćenja košnica. Mjeri temperaturu, vlažnost i druge parametre pomoću dodatnih senzora kao što su zujanje pčela, GPS lokaciju, kretanje košnice, otvaranje krova košnice (pomoću magnetnog senzora), vlagu i temperaturu legla i težinu košnice. Mjeri svakih 6 sati i jednom dnevno šalje na aplikaciju sva mjerenja. Ako mjerenje ukaže na neku ekstremnu vrijednost, kao što su kritična vlažnost ili temperatura, ili ukoliko dođe do aktiviranja sustava GPS nadzora, podaci će se odmah poslati. Očitavanje se vrši preko pametnog telefona, potrebna je samo aplikacija. [20]

Aplikacija šalje notifikaciju u slučaju da dođe do:

1. Propadanja zajednice
2. Promjene u zdravlju društva
3. Promjene u jačini društva
4. Krađe košnice
5. Razlike u produktivnosti





*Slika 4.1 SmartBee+ uređaj [20]*

#### 4.1.2. HM-1 Smart hive temp/humidity sensor

HM-1 Smart hive temp/humidity sensor od SolutionBee-a je senzor koji mjeri temperaturu i vlagu u košnici. Mjerenja su jako precizna te se očitavaju svaki sat. Ova očitavanja su precizna i mogu mjeriti čak i vrlo male promjene u košnici. Očitavanje se vrši preko pametnog telefona, potrebna je samo aplikacija i bluetooth. On se ugrađuje u okvir. Napaja se pomoću baterije. [21]

Tablica 4.1 Specifikacije HM-1 Smart hive temp/humidity senzora

HM – 1M, HM– 1D	
Raspon radne temperature	-30°C - 60°C (-20°F - 140°F)
Raspon vlažnosti	0 – 100% (bez kondenzacije)
Dimenzije	4.2 x 4.2 x 1.3 cm
Trajanje baterije	3 godine
Komunikacija	Bluetooth
Veličine okvira ( s crnom plastičnom podlogom	M... srednja veličina košnice D...duboka veličina košnice



Slika 4.2 HM-1 Smart hive temp/humidity sensor [21]

#### 4.1.3. Smart Beehive Scale

Smart Beehive Scale od Beesage-a je uređaj koji mjeri težinu košnice, vanjsku temperaturu i vlagu. Ima ugrađeni GPS te punjivu bateriju. Otporna je na vremenske uvijete. Nedostatak ovog uređaja je taj da se aplikacija mora plaćati svaki mjesec. [22]



*Slika 4.3 Smart Beehive Scale [22]*

#### 4.1.4. BuzzBox Mini

BuzzBox Mini od Osbeehives-a je pametan uređaj koji kontrolira zdravlje u košnici i šalje obavijesti na pametni telefon tijekom cijelog dana. Koristi umjetnu inteligenciju kojom detektira rojenje, nedostatak matice, zdravlje, bolest i propadanje društva u stvarnom vremenu. Mjeri temperaturu, vlagu, tlak i vremenske uvjete. Također sadrži i sustave protiv krađe koji upozoravaju kada je košnica uznemirena. [23]



*Slika 4.4 BuzzBox Mini [23]*



Tablica 4.2 Specifikacije BuzzBox Mini

<i>Mjerenja</i>		
<i>Audio zapisi</i>	<i>20 Hz</i>	<i>3150 Hz</i>
<i>Temperatura košnice</i>	<i>0 °C</i>	<i>65 °C</i>
<i>Točnost temperature</i>	<i>0.2 °C</i>	
<i>Vlažnost košnice</i>	<i>0%</i>	<i>100%</i>
<i>Točnost vlažnosti</i>	<i>2%</i>	
<i>Vanjska temperatura</i>	<i>Ovisi o lokalnoj meterološkoj stanici</i>	
<i>Vanjska vlažnost</i>		
<i>Atmosferski pritisak</i>		
<i>Brzina vjetra</i>		
<i>Smjer vjetra</i>		
<i>Frekvencija mjerenja</i>		
<i>Ovisi o razini baterije</i>	<i>Svakih 15 minuta / svaka 2 sata</i>	
<i>Snaga</i>		
<i>Solarni panel</i>	<i>3.75 W</i>	
<i>Tip baterije</i>	<i>3.75 V Li-Ion 500 mAh</i>	
<i>Trajanje baterije</i>	<i>2.5 dana (bez punjenja)</i>	
<i>Težina i dimenzije</i>		
<i>Kućište</i>	<i>Lijevani aluminij, UL popis NEMA tipa 4X, 6, 6P, 12 i 13 Ocijenjeno prema IP67/68</i>	
<i>Dimenzije</i>	<i>64.01 x 57.91 x 35.05 mm</i>	
<i>Težina</i>	<i>0.45 kg</i>	

#### 4.1.5. GoBuzzer

GoBuzzer je pametan uređaj koji koristi strojno učenje i IoT tehnologije za prikupljanje potrebnih informacija o košnici s udaljene lokacije. Pomaže postići optimiziranu proizvodnju, ublažiti rizike i poduzeti odgovarajuće radnje bez odgode. Mjeri temperaturu i vlagu u košnici, težinu košnice, vanjsku temperaturu, zdravlje košnice u stvarnom vremenu te ima GPS lokaciju.[24]



*Slika 4.5 GoBuzzer [24]*

#### 4.1.6. Broodminder T2

Broodminder T2 je senzor koji pomaže u praćenju razvoja društva. Mjeri temperaturu u košnici, razinu legla, prisutnost matice, poteškoće vezane uz polaganje jaja, rojenje, zdravlje zajednice. Postavljamo ga na vrhu okvira. Precizno mjeri do 0,2°C. Kada dođe do skoka temperature, senzor se prebacuje na 1 minutno praćenje kako bi se dobio zapis događaja visoke razlučivosti. Vodootporna zaštita štiti senzor od aktivnosti pčela. [25]

*Tablica 4.3 Specifikacije Broodminder T2*

Dimenzije	26.5 x 4.0 x 0.8 cm
Težina	13 grama
Omotnica	Vodootporan poklopac otporan na UV zračenje
Baterija	1 x CR2032 litijaska baterija
Trajanje baterije	1 godina
Frekvencija mjerenja	Svakih 15 minuta ili svaki sat
Točnost	+/- 0.25°C
Unutarnja memorija za pohranu	~ 7000 očitavanja
Prijenos	Bluetooth
Domet prijenosa	10 metara do pametnog telefona ili čvorišta



*Slika 4.6 Broodminder T2 [25]*

Nakon opisanih karakteristika sustava od nekih postojećih uređaja za monitoring stanja košnica, može se zaključiti da mjere dosta sličnih parametara. Najčešće svi mjere vanjsku temperaturu i vlagu, temperaturu i vlagu u košnici i težinu košnice, dok određeni uređaji mogu mjeriti i dodatne parametre kao što su GPS lokacija, zujanje pčela, vlagu i temperaturu legla i nedostatak matice. Najčešće se napajaju pomoću baterije.

## **4.2. Prikupljanje podataka**

U ovom radu su korištena dva uređaja, pčelarska vaga i data loggeri. Cilj ovih mjerenja je praćenje stanja zajednice u zimi radi sprečavanja zimskih gubitaka te su to početna mjerenja s konačnim ciljem razvoja uređaja za zimsko praćenje. Također jedan od ciljeva je olakšati odabir odgovarajućeg trenutka za vrcanje meda.

### **4.2.1. Pčelarska vaga**

Pčelarska vaga od apilogera je posebna vrsta vage koja se koristi u pčelarstvu kako bi se mjerila težina košnice i pratila produktivnost pčelinjih zajednica. Pčelarska vaga se postavlja ispod košnice kako bi mjerila težinu. Pčelari mogu pratiti prirast meda u košnici. Praćenje prirasta meda pomaže pčelarima da odrede optimalno vrijeme za skupljanje meda. Osim unosa meda ova vaga mjeri temperaturu i vlagu izvan košnice. Ima punjivu bateriju koja može trajati do 90 dana te mjeri do 5 puta dnevno. Ova vaga ima ugrađen display pa je moguće očitavanje i na vagi. Dodatna mogućnost ugradnje bežičnog alarma. [26]

Pčelarsku vagu postavili smo ispod košnice koja ima prosječan broj pčela. Mjerenje smo počeli očitavati od 10.04.2023. do 10.06.2023.



*Slika 4.7: Pčelarska vaga [26]*



*Slika 4.8 Pčelarska vaga ispod košnice ~ vlastiti izvor*

*Tablica 4.4 Specifikacije pčelarske vage*

Mjerenje	Težina, vanjska temperatura i relativna vlažnost 5 puta dnevno
Dimenzije	46.5 x 39.0 x 5.0 cm
Baterija	Autonomni rad s jednim punjenjem baterije do 90 dana

#### 4.2.2. Data logger

Data logger EL-USB-2-LCD od Transfer Multisort Elektronik je uređaj koji se koristi za automatsko prikupljanje i bilježenje podataka o određenim parametrima ili uvjetima. Može pohraniti i do 16 000 očitavanja temperature i vlažnosti. U ovom radu korištena su dva data loggера, tako da je jedan postavljen iznad klupka pčela, a drugi iznad mjesta u košnici gdje nema pčela. Pomoću njega možemo mjeriti više parametara, no u ovom slučaju se mjere temperatura, vlaga i rosište unutar košnice.[27]



*Slika 4.9: Data logger EL-USB-2-LCD [27]*

Dva loggера su postavljena u košnicu. Na Slika 4.10 pod brojem 1 postavljen je logger iznad praznih okvira, a pod brojem 2 postavljen je logger iznad klupka pčela. Logger iznad pčela upalili smo u 10:12 sati 02.04.2023., a u košnicu smo ga stavili u 10:44 sati 02.04.2023. Loger iznad praznih okvira upalili smo u 10:13 sati 02.04.2023., a u košnicu smo ga stavili u 10:44 sati 02.04.2023.



*Slika 4.10 Loggeri u košnici ~ vlastiti izvor*

Ovim mjerenjem bila je namjera uočiti razliku temperature u košnici i van košnice, razliku vlage u košnici i van košnice, rosište u košnici, težinu i prinos meda te koliko brzo se klupko pčela proširilo kroz sve okvire.



*Slika 4.11 Loggeri sa propolisom ~ vlastiti izvor*

Kada smo izvadili loggere iz košnice, bili su puni propolisa kao što se može vidjeti na slici 4.11, što opravdava nabavu uređaja s izoliranim kućištem, kako bi se zaštitili.



Tablica 4.5 Specifikacije Data loggera

Temperatura	Raspon mjerenja	-35°C - 80°C (-31°F - 176°F)
	Unutarnja rezolucija	0.5°C (1°F)
	Točnost	0.55°C (1.04°F) tipično (5 - 60°C)
	Dugoročna stabilnost	<0.02°C (0.04°F) / godina
Relativna vlažnost	Raspon mjerenja	0 – 100% RH
	Unutarnja rezolucija	0.5% RH
	Točnost	2.25% RH tipično (20 – 80% RH)
	Dugoročna stabilnost	<0.25% RH / godina
Temperatura kondenzacije	Točnost	1.7°C tipično (-35 - 80°C, 40 – 100% RH)
Frekvencija mjerenja		Korisnik može birati između 10 sekundi i 12 sati
Raspon radne temperature		-35 do +80°C (-31 do +176°F)
Trajanje baterije		3 godine
Očitavanja		16.382 temperatura, 16.382 relativna vlažnost
Dimenzije		108 x 25 x 22 mm

### 4.3. Analiza rezultata

U nastavku su prikazani podaci dobiveni pomoću data loggera i vage. Logger daje numeričke podatke koji se otvaraju u obliku text datoteke. U nastavku je primjer zabilježenih podataka direktno iz logera za 10.04.2023.

```
KOD PCELA,Time,Celsius(°C),Humidity(%rh),Dew Point(°C),Serial Number
183,2023-04-10 00:12:06,15.0,59.0,7.1,065057075
184,2023-04-10 01:12:06,14.5,62.0,7.3
185,2023-04-10 02:12:06,14.5,62.5,7.4
186,2023-04-10 03:12:06,14.0,61.0,6.6
187,2023-04-10 04:12:06,13.5,64.0,6.8
188,2023-04-10 05:12:06,13.0,62.5,6.0
189,2023-04-10 06:12:06,13.0,63.0,6.1
190,2023-04-10 07:12:06,12.5,60.5,5.1
191,2023-04-10 08:12:06,12.5,64.0,5.9
192,2023-04-10 09:12:06,12.5,66.5,6.4
193,2023-04-10 10:12:06,13.0,70.5,7.8
194,2023-04-10 11:12:06,13.5,66.5,7.4
195,2023-04-10 12:12:06,14.5,71.5,9.4
196,2023-04-10 13:12:06,16.0,63.5,9.1
197,2023-04-10 14:12:06,19.0,62.5,11.7
198,2023-04-10 15:12:06,24.5,59.0,16.0
199,2023-04-10 16:12:06,27.0,54.0,16.9
200,2023-04-10 17:12:06,28.5,52.0,17.7
201,2023-04-10 18:12:06,27.0,51.5,16.2
202,2023-04-10 19:12:06,25.0,54.5,15.2
203,2023-04-10 20:12:06,23.0,55.0,13.5
204,2023-04-10 21:12:06,21.5,57.0,12.6
205,2023-04-10 22:12:06,20.5,59.0,12.2
206,2023-04-10 23:12:06,20.0,58.0,11.5
```

Slika 4.12 Primjer dijela neobrađenih podataka iznad klupka pčela

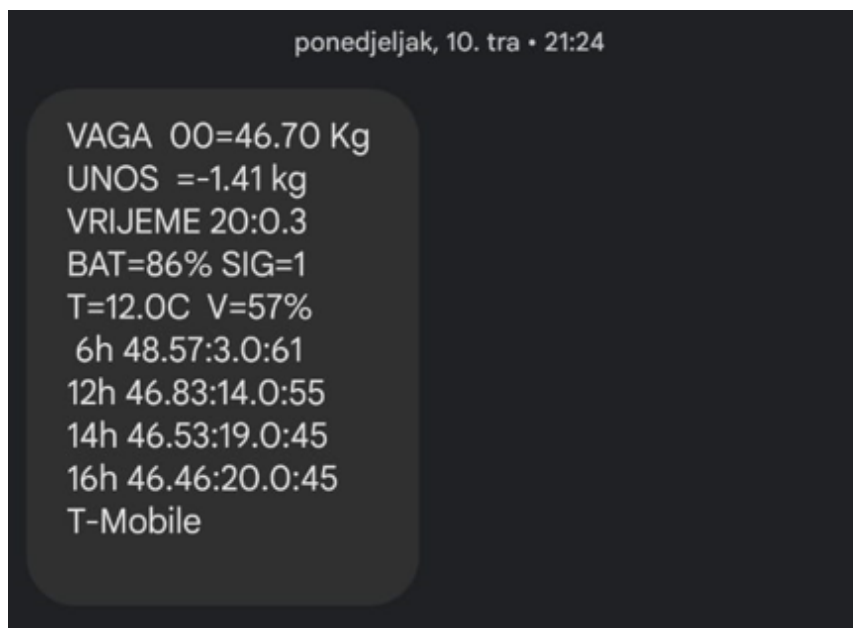
```

NEMA PCELA,Time,Celsius(°C),Humidity(%rh),Dew Point(°C),Serial Number
183,2023-04-10 00:13:31,12.5,72.5,7.7,065056737
184,2023-04-10 01:13:31,12.5,73.5,7.9
185,2023-04-10 02:13:31,12.0,74.5,7.6
186,2023-04-10 03:13:31,12.0,75.0,7.7
187,2023-04-10 04:13:31,11.5,75.5,7.3
188,2023-04-10 05:13:31,11.5,75.0,7.2
189,2023-04-10 06:13:31,11.0,75.5,6.8
190,2023-04-10 07:13:31,11.0,75.0,6.7
191,2023-04-10 08:13:31,10.5,74.5,6.2
192,2023-04-10 09:13:31,10.5,77.5,6.7
193,2023-04-10 10:13:31,11.5,78.0,7.8
194,2023-04-10 11:13:31,12.0,77.0,8.1
195,2023-04-10 12:13:31,13.0,81.0,9.8
196,2023-04-10 13:13:31,14.0,80.5,10.7
197,2023-04-10 14:13:31,17.0,79.5,13.4
198,2023-04-10 15:13:31,23.0,71.5,17.6
199,2023-04-10 16:13:31,26.0,63.5,18.5
200,2023-04-10 17:13:31,27.5,58.5,18.6
201,2023-04-10 18:13:31,26.0,67.5,19.5
202,2023-04-10 19:13:31,24.0,67.5,17.6
203,2023-04-10 20:13:31,22.0,68.0,15.8
204,2023-04-10 21:13:31,20.0,69.5,14.3
205,2023-04-10 22:13:31,19.0,71.5,13.7
206,2023-04-10 23:13:31,18.0,72.5,13.0

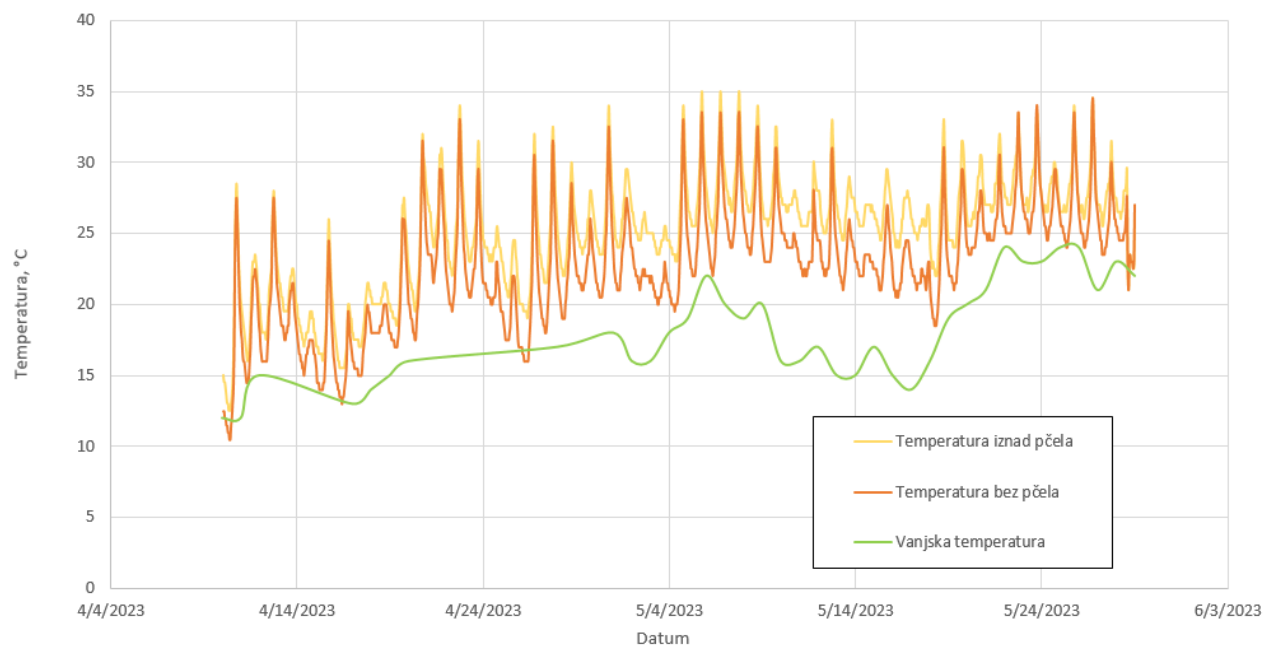
```

*Slika 4.13 Primjer dijela neobrađenih podataka iznad praznih okvira*

Pčelarska vaga daje podatke u obliku poruke na pametnom telefonu. U nastavku je primjer zabilježenih podataka direktno iz pčelarske vage za 10.04.2023.

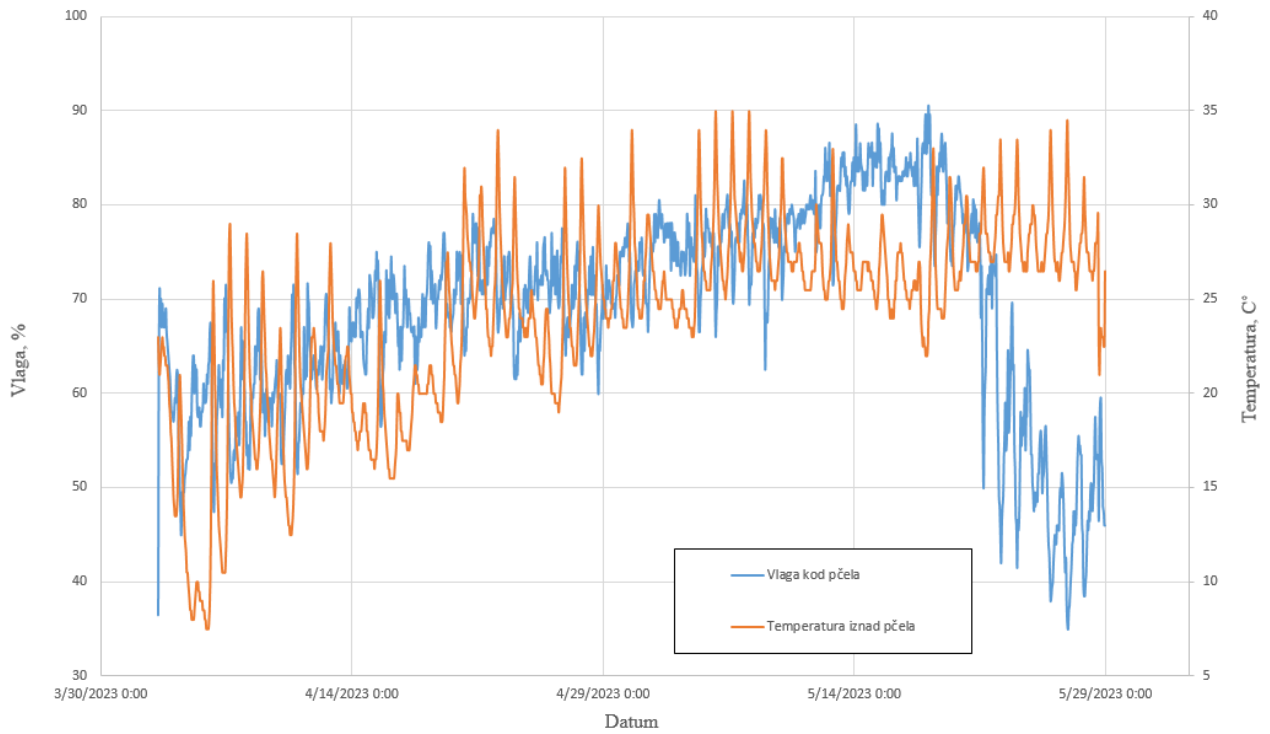


*Slika 4.14 Primjer dijela neobrađenih podataka pčelarske vage*

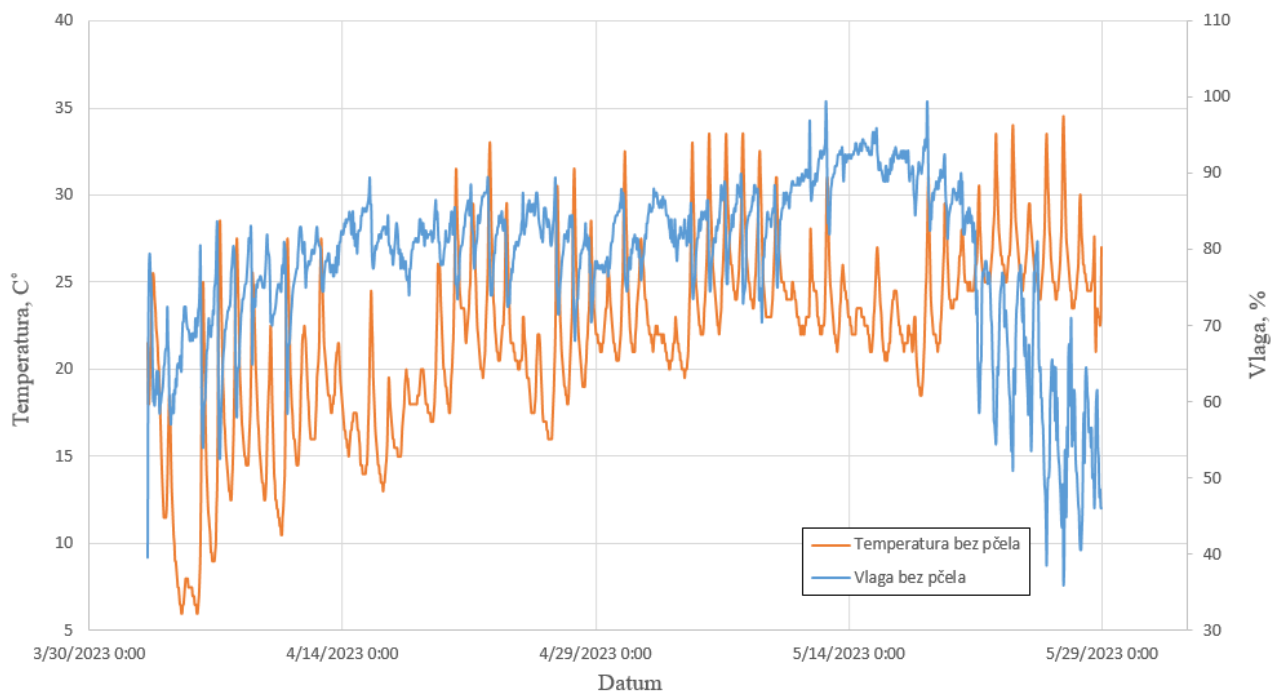


*Graf 4.1 Grafički prikaz temperatura iznad pčela, bez pčela i vanjska temperatura*

Na grafu 4.1 možemo vidjeti usporedbu temperatura u košnici iznad klupka pčela, iznad praznih okvira te vanjska temperatura. Najviša temperatura je iznad klupka pčela. Možemo zaključiti da pčele u košnici održavaju višu temperaturu nego što je vanjska temperatura u to doba godine. Razlika je prisutna cijelo vrijeme, ali nije jednaka za svaki period. To možemo vidjeti za datum 28.04.2023. kada je vanjska temperatura 17 °C, a temperatura iznad pčela je 27 °C, dok je za datum 28.05.2023. vanjska temperatura 23 °C, a temperatura iznad pčela je 23.5 °C.

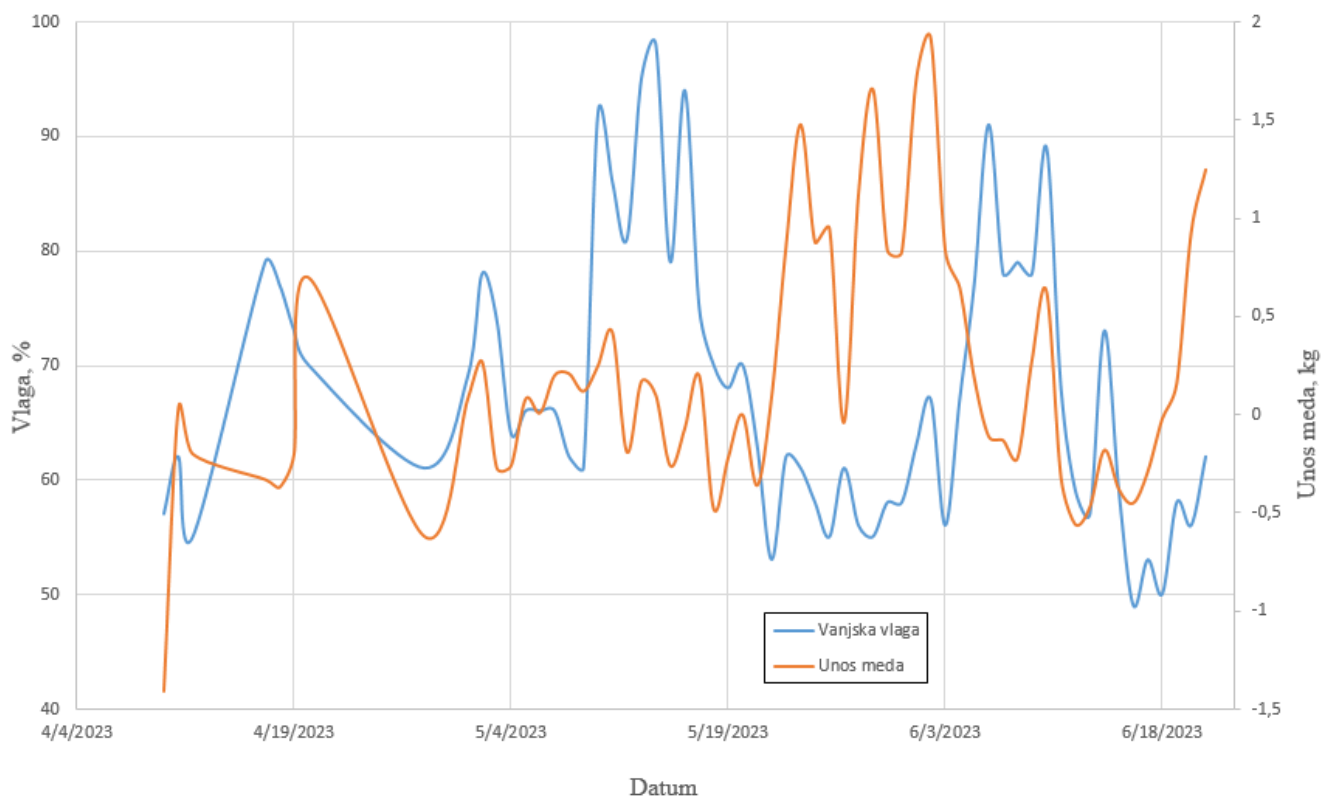


*Graf 4.2 Usporedba temperature i vlage iznad pčela*



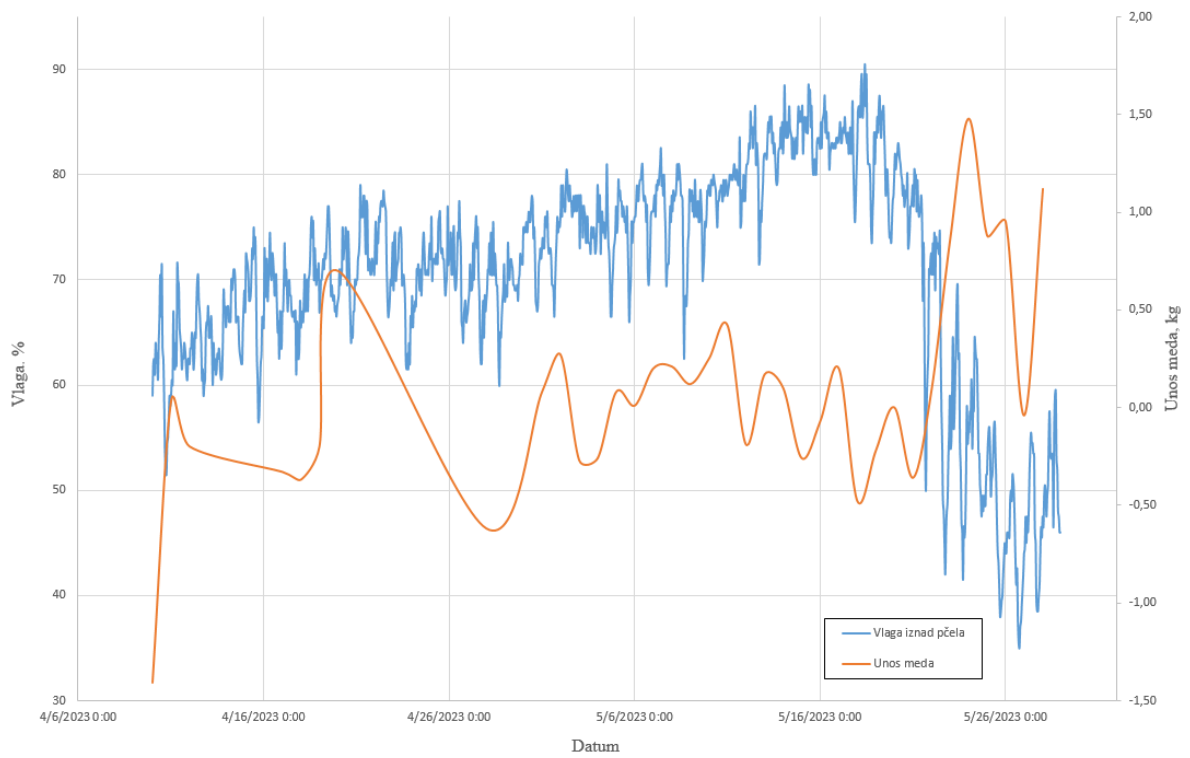
*Graf 4.3 Usporedba temperature i vlage bez pčela*

Na grafovima 4.2 i 4.3 možemo vidjeti da se razlikuju temperature za otprilike 3°C i da je vlaga veća kod loggera koji je bio udaljeniji od pčela. Također možemo zaključiti da se krajem petog mjeseca vlaga smanjuje u oba grafa, što može biti razlog zatvaranja meda jer pčele ventiliraju svojim krilima da bi smanjili vlažnost u medu te je većinu mjeseca puhala bura koja isušuje zrak.

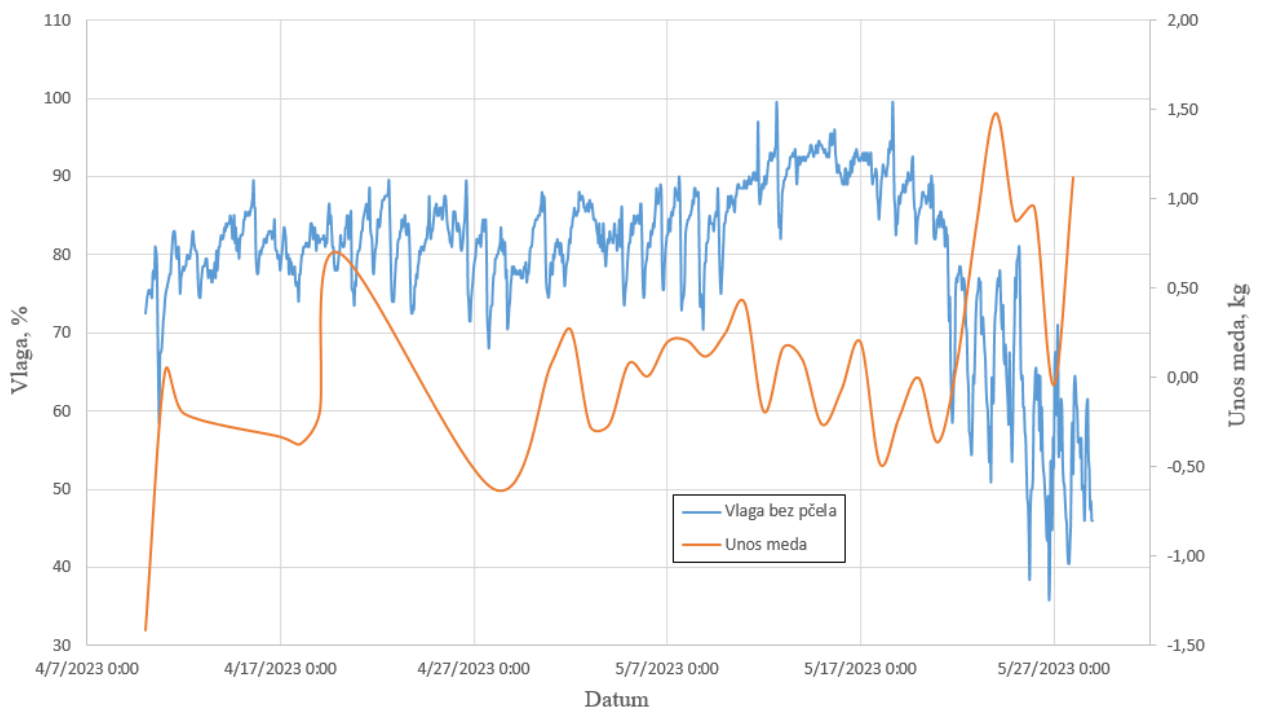


*Graf 4.4 Usporedba vanjske vlage i unosa meda*



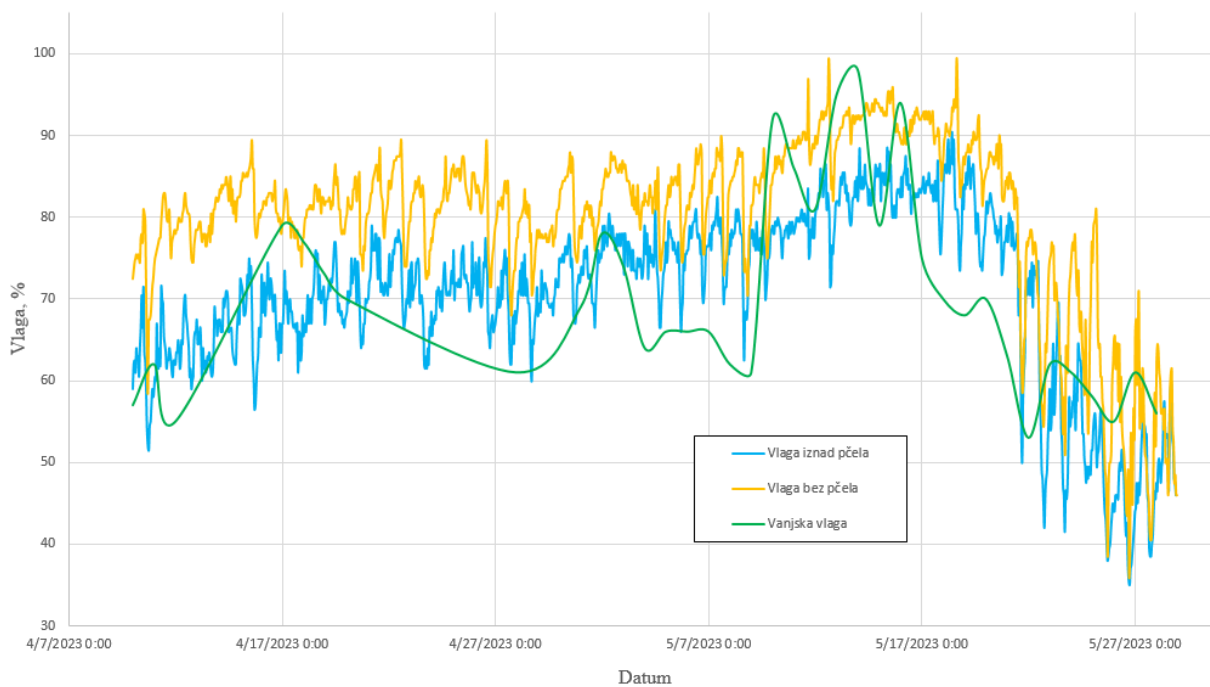


*Graf 4.5 Usporedba vlage iznad pčela i unosa meda*



*Graf 4.6 Usporedba vlage bez pčela i unosa meda*

Na grafovima 4.4, 4.5 i 4.6 možemo vidjeti razliku između unosa meda i vlage. Možemo zaključiti kada vlaga raste na grafu unos meda pada i obrnuto.



*Graf 4.7 Usporedba vlage*

Na grafu 4.7 može se vidjeti da vlaga u košnici ovisi o vanjskoj vlazi. Također može se vidjeti da logger koji je bio iznad klupka pčela ima manju vlagu.

## 5. ZAKLJUČAK

U ovom radu je prikazan život pčele i njezine zajednice, te općenito sve bitno vezano za pčele. Opisane su vrste košnica te opreme za praćenje stanja unutar košnice i van nje. Napravljen je pregled stanja tehnike novih tehnologija za monitoring pčela te su opisane njihove karakteristike. Navedeni su razlozi i potrebe za mjerenjima, koji se prvenstveno odnose na praćenje stanja zajednice tokom zime. Svrha je sprečavanje zimskih gubitaka, a mjerenja se koriste kao početni podaci s konačnim ciljem razvoja uređaja za zimsko praćenje. Najznačajniji dio ovog završnog rada je analiza rezultata nakon mjerenja. Mjerenja su provedena u okolici grada Karlobaga u periodu od travnja do lipnja 2023. godine. Korištena je pčelarska vaga i dva data loggera EL-USB-2-LCD pomoću kojih se mjerila vanjska temperatura i vlaga, temperatura i vlaga u košnici iznad klupka pčela, temperatura i vlaga u košnici iznad praznih okvira, rosište u košnici, unos meda i težina košnice. Jedan logger je bio smješten iznad klupka pčela, a drugi iznad praznih okvira, a temperature zabilježene na te dvije pozicije se bitno razlikuju. Širenjem pčela po svim okvirima temperatura unutar košnice se donekle izjednačila. Također je očito da je unos meda obrnuto proporcionalan udjelu vlage, na mjesto mjerenja. Kada bi se vlaga povećala unos meda bi se smanjio, i obrnuto. Također je pokazano kako se razlika temperature i/ili vlage u zoni klupka i zoni bez pčela potencijalno može koristiti za procjenu stanja i snage pčelinje zajednice, i kao pomoć za određivanje odgovarajućeg trenutka za vrcanje meda.

## LITERATURA

- [1] Benjamin, Alison.; Mccallum, Brian.: „Uzgoj pčela i izrada meda“, LEO-COMMERCE d.o.o., Rijeka, 2011.
- [2] Cramp, David.: „Pčelarstvo cjeloviti priručnik“, LEO-COMMERCE d.o.o., Rijeka, 2012.
- [3] „Matica“, s interneta, <https://www.pinterest.com/pin/713750240964933490/> , 23.06.2023.
- [4] „Apikultura“, s interneta, <https://blog.dnevnik.hr/apikultura/2013/01/1631506435/kastinski-ustroj-u-pcela-medarica.html> , 25.05.2023.
- [5] „Bee professor“, s interneta, <https://beeprofessor.com/what-is-a-drone-bee/> , 20.06.2023.
- [6] „Građa pčele“, s interneta, <https://www.pinterest.com/pin/631559547760026115/> , 20.06.2023.
- [7] „Kako pčele prave med“, s interneta, <https://www.arz.hr/kako-pcele-prave-med/> , 21.05.2023.
- [8] „Pelud“, s interneta, <https://www.pinterest.com/pin/488359153355055821/> , 23.06.2023.
- [9] „Propolis“, s interneta, <https://www.pinterest.com/pin/328410997824560073/> , 21.06.2023.
- [10] „Hedera“, s inetrneta, [https://hedera.hr/blogs/savjeti-i-zdravlje/sto-je-maticna-mlijec?gad=1&gclid=CjwKCAjwge2iBhBBEiwAfXD8R8V-ibnMX8drczEvPEY3Od3fnEHtIpsdwpnVKf7zocTPmdRBbfmOTBoCwiMQAvD\\_BwE](https://hedera.hr/blogs/savjeti-i-zdravlje/sto-je-maticna-mlijec?gad=1&gclid=CjwKCAjwge2iBhBBEiwAfXD8R8V-ibnMX8drczEvPEY3Od3fnEHtIpsdwpnVKf7zocTPmdRBbfmOTBoCwiMQAvD_BwE) , 18.05.2023.
- [11] „Matična mliječ“, s interneta, <https://i.pinimg.com/564x/5b/cc/36/5bcc362d8c2cd4ee4382633f42d7af6e.jpg> , 19.06.2023.
- [12] „Pčelinji otrov“, s interneta, <https://www.zdravasrbija.com/lat/Zemlja/Pcelarstvo/1272-Pcelinji-otrov.php> , 19.06.2023.
- [13] Balen, A., Mrgan, A., Priljeva, G., Priljeva, Đ., 2005. Milan Krizman. Hrvat. pčela 124(1): 19 - 20.
- [14] „Dijelovi košnice“, s interneta, <https://www.pinterest.com/pin/7529524368135304/> , 15.06.2023.
- [15] „Pčelarstvo za početnike“, s interneta, <https://pcelarstvo-za-pocetnike.blogspot.com/2017/08/tradicionalne-kosnice.html> , 23.05.2023.
- [16] „PIP“, s interneta, [https://www.pipbh.ba/oprema-single/kosnica\\_az\\_10\\_sa\\_podnicom\\_vk/322](https://www.pipbh.ba/oprema-single/kosnica_az_10_sa_podnicom_vk/322) , 21.06.2023.
- [17] „Apikultura“, s interneta, <https://blog.dnevnik.hr/apikultura/2013/02/index> , 21.05.2033.
- [18] „Bee the best“, s interneta, <https://beethebest.fun/ca/ser-una-abella-no-es-facil/> , 23.06.2023.
- [19] Veroljub Umeljić: „Tehnike pčelarenja“, Naklada Ulis d.o.o., Rijeka, 2018.

- [20] „Smartbeekeeper“, s interneta, <https://en.smartbeekeeper.com/%D8%A7%D9%84%D8%A3%D9%86%D8%B8%D9%85%D8%A9-%D8%A7%D9%84%D9%85%D8%AA%D8%A7%D8%AD%D8%A9>, 23.06.2023.
- [21] „Solutionbee“, s interneta, <https://solutionbee.com/Documents/B-ware%e2%84%a2%20HM-1%20Datasheet.pdf>, 23.06.2023.
- [22] „Beesage“, s interneta, <https://beesage.co/webshop/smart-beehive-scales>, 23.06.2023.
- [23] „Osbeehives“, s interneta, <https://www.osbeehives.com/products/buzzbox-mini#>, 23.06.2023.
- [24] „Gobuzzr“, s interneta, <https://www.gobuzzr.com/products>, 23.06.2023.
- [25] „Broodminder“, s interneta, <https://broodminder.com/collections/professional-range/products/broodminder-t2-internal-hive-monitor>, 23.06.2023.
- [26] „Pčelarska oprema“, s interneta, <https://www.pcelarska-oprema.hr/proizvodi/pcelarska-digitalna-vaga/>, 23.06.2023.
- [27] „TME“, s interneta, <https://www.tme.eu/hr/en/details/el-usb-2/temperature-and-humidity-loggers/lascar/>, 23.06.2023.



## POPIS SLIKA

Slika 1.1 Matica [3].....	2
Slika 1.2 Pčela radilica ~ vlastiti izvor.....	4
Slika 1.3 Trut [5].....	5
Slika 1.4 Građa pčele medarice [6].....	6
Slika 1.5 Zatvorene ćelije tankim slojem voska ~ vlastiti izvor .....	7
Slika 1.6 Berba meda ~ vlastiti izvor .....	8
Slika 1.7 Pelud [8].....	9
Slika 1.8 Propolis [9].....	10
Slika 1.9 Matična mliječ [11].....	11
Slika 1.10 Ispuštanje pčelinjeg otrova i sušeni pčelinji otrov u praškastom obliku [12].....	11
Slika 2.1 Dijelovi košnice [14].....	13
Slika 2.2 LR košnica ~ vlastiti izvor.....	14
Slika 2.3 Dadantova košnica [15] .....	15
Slika 2.4 WBC košnica [15].....	16
Slika 2.5 AŽ košnica [16] .....	16
Slika 3.1 Životni ciklus pčele [17] .....	17
Slika 3.2 Ciklus legla [18].....	18
Slika 3.3 Rojenje ~ vlastiti izvor.....	19
Slika 4.1 SmartBee+ uređaj [20].....	22
Slika 4.2 HM-1 Smart hive temp/humidity sensor [21].....	23
Slika 4.3 Smart Beehive Scale [22].....	24
Slika 4.4 BuzzBox Mini [23] .....	25
Slika 4.5 GoBuzr [24].....	27
Slika 4.6 Broodminder T2 [25] .....	28
Slika 4.7: Pčelarska vaga [26].....	30
Slika 4.8 Pčelarska vaga ispod košnice ~ vlastiti izvor.....	31
Slika 4.9: Data logger EL-USB-2-LCD [27] .....	32
Slika 4.10 Loggeri u košnici ~ vlastiti izvor .....	33
Slika 4.11 Loggeri sa propolisom ~ vlastiti izvor .....	33
Slika 4.12 Primjer dijela neobrađenih podataka iznad klupka pčela.....	34
Slika 4.13 Primjer dijela neobrađenih podataka iznad praznih okvira.....	35
Slika 4.14 Primjer dijela neobrađenih podataka pčelarske vage.....	35

## **POPIS TABLICA**

Tablica 4.1 Specifikacije HM-1 Smart hive temp/humidity senzora .....	23
Tablica 4.2 Specifikacije BuzzBox Mini .....	26
Tablica 4.3 Specifikacije Broodminder T2 .....	28
Tablica 4.4 Specifikacije pčelarske vage .....	31
Tablica 4.5 Specifikacije Data loggera .....	34

## **POPIS GRAFOVA**

Graf 4.1 Grafički prikaz temperatura iznad pčela, bez pčela i vanjska temperatura.....	36
Graf 4.2 Usporedba temperature i vlage iznad pčela .....	37
Graf 4.3 Usporedba temperature i vlage bez pčela .....	37
Graf 4.4 Usporedba vanjske vlage i unosa meda .....	38
Graf 4.5 Usporedba vlage iznad pčela i unosa meda .....	39
Graf 4.6 Usporedba vlage bez pčela i unosa meda .....	39
Graf 4.7 Usporedba vlage.....	40

## SAŽETAK

U ovom radu ukratko su opisani najvažniji elementi o pčelama kao što su kastinski sustav, građa pčele medarice, proizvodnja med te pčelinji proizvodi. Opisane su također vrste košnica, životni ciklus pčela, rojenje te prezimljavanje pčelinjih zajednica. Napravljen je pregled stanja tehnike novih tehnologija za monitoring pčela te su opisane njihove karakteristike. Navedeni su razlozi i potrebe za mjerenjima, koji se prvenstveno odnose na praćenje stanja zajednice tokom zime. Najvažniji dio ovog rada je monitoring stanja košnice gdje je cilj bio izvršiti određena mjerenja pomoću postojećih uređaja za monitoring te prikazati te prikupljene podatke. Mjerenja su izvršena pomoću pčelarske vage i dva data loggera. Mjerena je temperatura u košnici i vanjska temperatura, vlaga u košnici i vanjska vlaga, unos meda, težina košnice te rosište u košnici. Dobivenim rezultatima može se zaključiti da postoje razlike između temperature u košnici i vanjske temperature, te da je vlaga manja u košnici iznad klupka pčela nego iznad praznih okvira. Također kako vlaga raste unos meda pada i obrnuto. Na ovaj način može se pratiti zdravlje pčelinje zajednice i odrediti najpovoljnije vrijeme za vrcanje.

**Ključne riječi:** *pčela, pčelinji proizvodi, košnica, monitoring, temperatura, vlaga, med*

## SUMMARY

This paper briefly describes the most important characteristics of bee colonies, such as the caste system, the structure of the honey bee, honey production and bee products. The types of hives, the life cycle of bees, swarming and wintering of bee colonies are also described. An overview of the state of the art of new technologies for bee monitoring is given. The main goal of monitoring is the assessment of the state of the colony in winter in order to prevent winter losses, and the determination of the appropriate moment for honey extraction. The central part of this paper is the monitoring of one beehive, where measurements were performed using existing devices, and the analysis of the collected data. The applied devices were a beekeeping scale and two data loggers. The measured values were: the temperature in the hive and outside temperature, humidity in the hive and outside humidity, honey intake, weight of the hive and dew point in the hive. Based on the obtained results, it can be concluded that there are differences between the temperature in the hive and the outside temperature. Also, the humidity is lower above the cluster of bees than above the empty frames. As the humidity increases, the intake honey decreases and vice versa. In this manner it is possible to keep track of the health of the bee colony and to estimate the most favorable time for honey extraction.

**Keywords:** *bee, bee products, hive, monitoring, temperature, humidity, honey*