

Praćenje životnog vijeka medonosnih pčela u Zadarskoj županiji primjenom IoT tehnologija i umjetne inteligencije

Izvor financiranja: Sveučilište u Zadru

Šifra projekta: IP.01.2023.02

Trajanje projekta: 1. listopada 2023. do 30. rujna 2025.

Voditeljica projekta:

prof. dr. sc. Janja Filipi, Sveučilište u Zadru, Hrvatska

Istraživačka grupa:

prof. dr. sc. **Zdenka Babić**, Univerzitet u Banjoj Luci, BiH

izv. prof. dr. sc. **Tomislav Šarić**, Sveučilište u Zadru, Hrvatska

izv. prof. dr. sc. **Marko Valčić**, Sveučilište u Zadru, Hrvatska

izv. prof. dr. sc. **Mario Muštra**, Sveučilište u Zagrebu, Hrvatska

Ena Kačan, studentica, Sveučilište u Zadru, Hrvatska

Matea Surić, studentica, Sveučilište u Zadru, Hrvatska

Teorijsko polazište i znanstveni doprinos:

Ovaj projekt prije svega predstavlja primijenjeno istraživanje, tj. teorijska utemeljenost se u tom kontekstu oslanja na brojna prethodna istraživanja kako iz područja praćenja životnog vijeka pčela u različitim uvjetima (Imdorf i sur., 1989.; Gregorc i sur., 2018.), tako i iz područja primjene računalnog vida i umjetne inteligencije u detekciji i identifikaciji objekata od interesa. Sukladno navedenom, i kratki pregled dosadašnjih istraživanja se može podijeliti u dvije kategorije.

Pčele su važne za održavanje ekosustava te sigurnost proizvodnje hrane (Kevan, 1999.). Posljednjih desetak godina bilježe se značajni gubitci pčelinjih zajednica na svjetskoj razini (Gray i sur., 2022.). Najveći gubitci događaju se nakon zime (Amdam i sur., 2004.; van Dooremalen i sur., 2012.; Hernandez i sur., 2022.), a sve češće i tijekom godine. Na gubitak pčelinjih zajednica utječe kombinacija bioloških i kemijskih stresora, klimatskih i okolišnih čimbenika te primijenjena tehnologija pčelarenja (Nazzi i Le Conte, 2016.). Najveću prijetnju životu medonosnih pčela predstavlja nametnik grinja *Varroa destructor* (Anderson i Truemann, 2000.). Varroa nanosi štete razvojem u leglu i parazitirajući na odraslim pčelama tijekom aktivne sezone te prenoseći viruse među pčelama i pčelinjacima (McMenamin i Genersch, 2015.). Za suzbijanje varoze koriste se različita sredstva od veterinarsko medicinskih proizvoda, zatim eteričnih ulja i organskih kiselina te biotehničkih metoda, najčešće prekida legla (Büchler i sur., 2020.). Poznat je utjecaj nametnika (Kovac i Crailsheim, 1988.; Ward i sur. 2022.) i različitih sredstava za suzbijanje varooze na vitalnost pčela (O'Neal i sur., 2017.), no nije utvrđen utjecaj na životni vijek pčela u proizvodnim uvjetima. U pčelinjoj zajednici postoje kratkoživuće pčele tijekom aktivne sezone i

dugoživuće pčele tijekom zimskog perioda (Amdam i Omholt, 2002.). Parazitiranje varoe zajedno s primjenom različitih lijekova značajno utječe na životni vijek pčela. Utvrđeno je da se životni vijek pčela u istraživanjima u kavezima skratio sa prosječno 34,3 na 17,7 dana (Nearman i vanEngelsdorp, 2022.). Životni vijek pčela u direktnoj je vezi s vitalnošću zajednice i njezinom ulogom u oprašivanju te proizvodnji pčelinjih proizvoda (Woyke, 1984.; Becerra-Guzmán i sur. 2005.).

Praćenje broja pčela u navedenom kontekstu, ali i oprašivača općenito, jest iznimno složen postupak, zahtjeva jako puno intenzivnog rada, dok je samu učinkovitost klasičnih pristupa promatranjem na terenu teško procijeniti. S druge strane, napredak računalnih tehnologija poput Interneta stvari (engl. *Internet of Things*, IoT) i umjetne inteligencije može ovaj proces značajno olakšati, gotovo i automatizirati te ga učiniti točnijim i učinkovitijim (Bhuiyan i sur., 2022.). U tom smislu, napredak računalnog vida i dubokog učenja pruža potencijal za nova rješenja ovog globalnog izazova (Høye i sur., 2021). Kamere i drugi senzori mogu učinkovito, kontinuirano i neinvazivno obavljati entomološka promatranja tijekom dnevnih i sezonskih ciklusa. Dovoljno kvalitetno trenirani modeli računalnog vida i dubokog učenja mogu dati procjene brojnosti insekata, biomase i raznolikosti (Ratnayake i sur., 2023.; Bjerger i sur., 2022.; Manoukis i sur., 2019.). Nadalje, modeli dubokog učenja mogu kvantificirati varijacije u fenotipskim osobinama, ponašanju i interakcijama (Høye i sur., 2021).

Kada je riječ isključivo o pčelama, dosadašnja istraživanja i tu ukazuju na značajne prednosti primjene računalnog vida i umjetne inteligencije općenito. To se prvenstveno odnosi na praćenje, detekciju i klasifikaciju (binarna, više-klasna) pčela (Berkaya i sur., 2021.; Spiesman i sur. 2021.). Predloženi sustavi praćenja temeljeni na digitalnim fotografijama omogućuju jedinstvenu identifikaciju pojedinih vrsta pčela ili anatomskih markera (Crall i sur., 2015.).

Razvojem IoT tehnologija integriranih s algoritmima umjetne inteligencije dodatno se proširio kapacitet mogućih primjena. Tako su primjerice proširene mogućnosti primjene računalnog vida u praćenju invadiranosti varoom u zajednici medonosnih pčela (Voudiotis i sur., 2022.; Bjerger i sur., 2019.), ali i drugih oblika virusnih oboljenja (Tang i sur., 2021.), u detekciji medonosnih pčela koje donose pelud u košnice (Babić i sur., 2016.), u detekciji medonosnih pčela koje skupljaju pelud na cvijeću u prirodi (Ratnayake i sur., 2021.), u sustavima praćenja u stvarnom vremenu za višestruko praćenje aktivnosti medonosnih pčela (Ngo i sur., 2019.), i sl. Također, u okviru spomenutih IoT tehnologija, sve su češće i primjene dronova s integriranim kamerama podržanih računalnim vidom. Neke od takvih primjena uključuju praćenje i analizu cvjetova u prirodi s ciljem detekcije intenziteta peludi na poljima (Torresani i sur., 2023.), detekciju mina u poljima analizirajući kretanje medonosnih pčela u videozapisima (Filipi i sur., 2022.; Gillanders i sur., 2021.), detekciju gibanja malih objekata poput pčela (Stojnić i sur., 2021.), i sl.

Rezultati ovog istraživanja bit će važni za praktičnu primjenu u pčelarstvu i za savjetodavne službe, posebno u kontekstu primjena na području mediteranske Hrvatske. Potrebe za korištenjem rezultata proizlaze iz same činjenice da su u posljednjih godina zabilježeni veliki gubici pčelinjih zajednica, kako u cijelome svijetu, tako i u Republici Hrvatskoj (Gray i sur., 2022.). Upravo iz tog razloga, dobiveni rezultati vezani uz životni vijek pčela i njihovu stopu preživljenja, ovisno o primijenjenom tretmanu, mogu biti izravno iskorišteni u daljnjim komplementarnim istraživanjima ili općenito u primjeni tretiranja pčela u praksi. Grupe potencijalnih korisnika su prema tome prije svega pčelari i ostali dionici unutar pčelarske prakse, dok će se očekivani učinci istraživanja prije svega implicirati na primjenu sredstava za suzbijanje varoze kroz saznanja o utjecaju istih na životni vijek pčela. Kvalitetnijim

očuvanjem pčelinjih zajednica direktno se doprinosi i povećanju proizvodnih kapaciteta medonosnih pčela s jedne strane te povećanju oprašivačkih kapaciteta s druge strane. I jedno i drugo je od posebne važnosti za društvo i gospodarstvo u kontekstu procesa proizvodnje hrane.

S obzirom na multidisciplinarno orijentirani pristup u ovom projektnom prijedlogu, i znanstveni doprinosi se mogu podijeliti u dvije skupine:

a) doprinosi u biološkom smislu:

- određivanje životnog vijeka pčela prije i nakon primijenjenog tretmana (izolator)
- procjena stope preživljavanja pčela prije i nakon primijenjenog tretmana (izolator)

b) doprinosi u tehničkom smislu:

- prijedlog konfiguracije i značajki sklopovske opreme (računalo, CPU, GPU, kamere, itd.) s obzirom na specifičnu namjenu (identifikacija i brojanje pčela)
- prijedlog i izrada programske podrške, metoda i algoritama računalnog vida i dubokog učenja (odabir i struktura odgovarajuće duboke neuronske mreže, preneseno učenje, algoritmi učenja, i sl.) za obradu slika i videozapisa s obzirom na specifične primjene ovog projektnog prijedloga.