

ZAKLJUČNO POROČILO
O REZULTATIH OPRAVLJENEGA RAZISKOVALNEGA DELA
NA PROJEKTU V OKVIRU CILJNEGA RAZISKOVALNEGA
PROGRAMA (CRP) »KONKURENČNOST SLOVENIJE 2006 – 2013«

Predstavitev osnovnih podatkov raziskovalnega projekta

1. Naziv težišča v okviru CRP:

Povezovanje ukrepov za doseganje trajnostnega razvoja

2. Šifra projekta:

V4-0479

3. Naslov projekta:

Sistem za monitoring okolja s čebelami - SiMOČ

3. Naslov projekta

3.1. Naslov projekta v slovenskem jeziku:

Sistem za monitoring okolja s čebelami - SiMOČ

3.2. Naslov projekta v angleškem jeziku:

System for monitoring of environment with honeybees

4. Ključne besede projekta

4.1. Ključne besede projekta v slovenskem jeziku:

čebele, okolje, monitoring, varna hrana, onesnaženje

4.2. Ključne besede projekta v angleškem jeziku:

honeybee, environment, monitoring, safe food, pollution

5. Naziv nosilne raziskovalne organizacije:

UNIVERZA V LJUBLJANI (481-Biotekniška fakulteta)

5.1. Seznam sodelujočih raziskovalnih organizacij (RO):

UNIVERZA V LJUBLJANI (1538 Fakulteta za elektrotehniko)

UNIVERZA V LJUBLJANI (0588 Pedagoška fakulteta)

6. Sofinancer/sofinancerji:

Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano

7. Šifra ter ime in priimek vodje projekta:

11169

Janko Božič

Datum: 23. 9. 2010

Podpis vodje projekta:

dr. Janko Božič

Podpis in žig izvajalca:

prof. dr. Franc Štampar

Vsebinska struktura zaključnega poročila o rezultatih raziskovalnega projekta v okviru CRP

1. Cilji projekta:

1.1. Ali so bili cilji projekta doseženi?

- ☐ a) v celoti
- ☐ b) delno
- ☐ c) ne

Če b) in c), je potrebna utemeljitev.

Vsebinsko so doseženi vsi cilji od 1-3. V četrtem cilju je vsebinsko v manjšem obsegu narejen 1 dosežek (zasnova robotizacije odvzemanja vzorcev) zaradi nezadovoljivih rezultatov predhodnih raziskav, vseeno pa je pripravljena osnova za morebitno izpeljavo dosežka v novih projektih. Do razlik prihaja v predvidenem obsegu in načinu podajanja dosežkov, posebej pa poudarjamo dodatne dosežke dela v okviru projekta, ki niso bili predvideni v prijavi.

1.2. Ali so se cilji projekta med raziskavo spremenili?

- ☐ a) da
- ☐ b) ne

Če so se, je potrebna utemeljitev:

2. Vsebinsko poročilo o realizaciji predloženega programa dela¹:

Povzetek

Čebele imajo posebno vlogo v naravi z opraševanjem rastlin, poleg tega pa s čebelami pridobivamo pridelke z veliko funkcionalno vrednostjo. Zagotavljanje neoporečnosti čebeljih pridelkov, možnost uporabe čebel za sledenje onesnaženja v okolju in spremljanje biodiverzitete medonosnih rastlin je zajeto v predlogu vzpostavitve celovitega sistema monitoringa okolja s čebelami. Na ta način znotraj predlaganega projekta povezujemo več ukrepov za doseganje trajnostnega razvoja. Predlagano raziskovalno in razvojno delo je potekalo v okviru štirih glavnih ciljev.

(1) Nabor in variabilnost funkcionalnih lastnosti medu in drugih čebeljih pridelkov: Z ureditvijo že obstoječih rezultatov raziskav medu in čebeljih izdelkov ter zasnovo zbirke vzorcev čebeljih pridelkov bomo omogočili tudi v bodoče sistematično zbiranje, tako vzorcev kot rezultatov analiz ter možnost koriščenja letih za dodatne raziskave, predvsem v smislu razvoja zahtevnejših funkcionalnih živil iz čebeljih pridelkov pridelanih v Sloveniji. Za še uspešnejšo gradnjo zbirke smo pripravili predlog ukrepov za sistematično zbiranje vzorcev in povečanja razvoja novih izdelkov. (2) Zbirka referenčnih vzorcev za ugotavljanje neoporečnosti čebeljih pridelkov: Pomembno je, da imamo sistematično zbiranje vzorcev s katerimi je mogoče pridobiti zadostne količine referenčnih vzorcev za raziskave neoporečnosti čebeljih pridelkov. Hkrati zbirka omogoča tudi raziskave onesnažil v sledovih predvsem v pomoč iskanjem poti od vira onesnaženja do končnega pridelka. (3) Ovrednotenje uporabe pelodne analize medu in vzorcev cvetnega prahu za raziskovanje sprememb v biodiverziteti medonosnih rastlin: Naredili smo analizo vrstne pestrosti in primerjavo s stanjem prisotnosti medonosnih rastlin v okolju s pomočjo zbirke rezultatov pelodnih analiz iz dosedanjih aplikativnih raziskav. Opredelili smo dodatna vzorčenja medu in osmukanega cvetnega prahu. Na izbranih štirih širših lokacijah smo preučevali uporabnost vzorcev medu in osmukanega cvetnega prahu za oceno in primerjavo biodiverzitete medonosnih rastlin. (4) Zasnova sistema spremljanja onesnaževanja okolja preko vzorčenja in analize osmukanega cvetnega prahu: Glede na lokaciji je mogoče izbrati nabor rastlinskih vrst (gojene rastline, pleveli, travniške rastline) v osmukanem cvetnem prahu za spremljanje onesnaževanja okolja kot posledica kmetijskega onesnaževanja in posebej za druge površine (mokrišča in gozdovi) za pripravo vzorcev za kemične analize. Pripravili smo zasnovo za širši nadzor s pomočjo posameznih opazovalnic, ki bodo vključevale gospodarsko čebeljo družino s smukalnikom in elektronsko merilno opremo za sledenje sprememb v vedenju čebel vključno s poskusno postavitvijo. Posebej smo preizkusili tudi sistem za pobiranje kepic cvetnega prahu s posameznih čebel iz znane lokacije in tako postavili izhodišča za izdelavo morebiti robotiziranega sistema za odvzem vzorcev.

S predlaganim sistemom je mogoče zagotoviti ustrezno vzorčenje v čebeljih družin in panjev, zbiranje vseh analitskih in vedenjskih pojavov ter omogoča hitro odzivanje na nenadne spremembe v okolju. Sistem je zasnovan za podporo

¹ Potrebno je napisati vsebinsko raziskovalno poročilo, kjer mora biti na kratko predstavljen program dela z raziskovalno hipotezo in metodološko-teoretičen opis raziskovanja pri njenem preverjanju ali zavračanju vključno s pridobljenimi rezultati projekta.

pridelavi zdrave hrane, varovanju okolja in nadzoru biodiverzitete. Preučili smo tudi možnosti navezave na druge vrste okoljskega monitoringa, bodisi z drugačnim vzorčenjem ali/in nadzorom pojava čebeljih bolezni ter zastrupitev.

UVOD

S projektom bomo povezali različne ukrepe za doseganje trajnostnega razvoja. Rezultati bodo prispevali k dvema ključnima ciljema pete prioritete SRS: (1) zagotavljanje optimalnih pogojev za zdravje in (2) izboljšanje gospodarjenja s prostorom. S SiMOČ bomo prispevali k razvoju področja zdrave prehrane prebivalstva, kontroli in preprečevanju onesnaževanja okolja ter podporo k spoznavanju in izboljševanju biodiverzitete v kmetijskem, gozdnem in drugih okoljih.

Projektu smo dodelili 4 glavne cilje, ki so opisani v nadaljevanju, zraven pa opis metod in pridobljenih rezultatov.

CILJ 1: Nabor in variabilnost funkcionalnih lastnosti medu in drugih čebeljih pridelkov.

Z ureditvijo že obstoječih rezultatov raziskav medu in čebeljih izdelkov ter zasnovo zbirke vzorcev čebeljih pridelkov je mogoče tudi v bodoče sistematično zbiranje tako vzorcev kot rezultatov analiz ter možnost koriščenja le-teh za dodatne raziskave, predvsem v smislu razvoja zahtevnejših funkcionalnih živil iz čebeljih pridelkov pridelanih v Sloveniji.

METODE

Pregled dosežkov zabeleženih v Cobiissu smo uredili v podatkovni bazi v programu Excel in znotraj izobraževalnega sistema Moodle. Preizkusili smo postopke prenašanja podatkov med Cobissom, Excelom in Moodlom. Izdelana so bila navodila, sama baza pa posebej obdelana glede na posamezne bibliografske kategorije. Zbirka in obdelava sta bila dopolnjena na koncu projekta.

V okviru skupine prof. Golobove so potekale različne raziskave medu in drugih čebeljih pridelkov. Uporabljene so bile standardne metode analize medu, poleg tega pa tudi spektroskopske in kromatografske tehnike. To delo je podprlo tudi naslednji cilj, zbirka referenčnih vzorcev. Rezultati so bili pridobljeni pre doktorskih in diplomskih del.

REZULTATI

Obstoječe rezultate in rezultate novih analiz, kakor tudi evidenco vzorcev smo uredili v elektronske zbirke.

- a) zbirka :strokovnih in znanstvenih publikacij na osnovi zapisov Cobiss
- b) zbirka fizikalno-kemijskih in pelodnih analiz vzorcev medu (vsebinska sodi tudi k cilju 2)
- c) katalog vzorcev medu (posebej predstavljeno v cilju 2)

Cobiss sistem predstavlja zadovoljivo osnova hranjenja bibliografskih zapisov strokovnih in znanstvenih publikacij. Z uporabo ključnih besed lahko pridobimo ustrezne zapise. Večjo težavo predstavlja izraz med, ki ga ne moremo uporabiti kot ključne besede za iskanje po naslovih in besedilih. Pomembnejše od morebitnega ločenega sistema za zbiranje bibliografskih zapisov je evidentiranje postopkov brskanja in luščenje zapisov iz Cobiss baze, na strani strokovnih delavcev in raziskovalcev pa skrb za evidentiranje njihovih del in uporabo ustreznih ključnih besed.

V zadnjih letih se je aktivirala tudi knjižnica Čebelarske zveze Slovenije, ki je poskrbela za vnašanje strokovnih in poljudnih člankov, ki v veliki meri nastanejo v

njihovem založništvu. Sam obseg strokovnih in poljudnih del je narasel tudi zaradi delovanja svetovalne službe pri Čebelarški zvezi Slovenije in drugih dejavnosti v okviru programa priznane rejske organizacije za Čebelarstvo. Poleg tega je porast raziskav v zadnjih 10 letih predvsem na račun dveh močnejših raziskovalnih skupin pod vodstvom prof. Golobove na Oddelku za živilstvo Biotehniške fakultete in prof. Gregorca na Kmetijskem inštitutu Slovenije.

Glede na dobro zastavljeno delo knjižnice Čebelarške zveze Slovenije, je smiselno skrbeti, da ne bo prišlo do zastojev v tej dejavnosti. To je hkrati odlična točka za izmenjavo znanja od znanosti do čebelarjev.

Rezultati našega dela na zbiranju bibliografskih zapisov so bili predstavljeni na domačem čebelarškem simpoziju v letu 2009. Zadnji rezultati pa so v pripravi za posebno objavo. Večino raziskav lastnosti čebeljih pridelkov je bilo narejenih v skupini prof. Golobove, večinoma člani projektne skupine. Glavne raziskave so bile narejene predvsem na medu in propolisu. Originalni rezultati so v doktorskih delih, diplomskih delih in objavljenih člankih članov raziskovalne skupine. Katera dela so bila objavljena v obdobju projekta pa so v Cobiss izpisih sodelavcev.

CILJ 2: Zbirka referenčnih vzorcev za ugotavljanje neoporečnosti čebeljih pridelkov pred onesnažili iz okolja

Za ustrezne raziskave nujno potrebujemo tudi ustrezne referenčne vzorce, ki smo jih vsaj deloma dosegli preko Cilja 1. Zato tu ni posebej opisane metode dela.

V času projekta je uspelo urediti zbirko referenčnih vzorcev medu, ki obsega okoli 80 vzorcev iz dveh let in vseh najbolj pogostih sort medu pri nas. Zbrana zbirka omogoča še nadaljnje raziskave. Iz dosedanjih izkušenj in rezultatov pa ugotavljamo, da bi morali imeti hranjenje v globokih zamrzovalnikih za ohranjanje nekaterih ključnih lastnosti čebeljih pridelkov, kot je antioksidativnost, encimska aktivnost, antibakterijsko delovanje. Trenutni viri financiranja ne omogočajo tovrstnega hranjenja večjih količin vzorcev. V primeru vzpostavitve širšega monitoringa živil pa imamo razvit sistem vzorčenja, označevanja in arhiviranja podatkov o izvoru, rabi vzorcev in rezultatov analiz. Po modelu za med se lahko pripravi tudi shranjevanje in spremljanje vzorcev drugih čebeljih pridelkov. Več v: Korošec, M., Bertonec, J., Kropf, U., Golob, T. Oblikovanje baze podatkov o slovenskem medu (oddano v Acta Agriculturae Slovenica)

CILJ 3: Ovrednotenje uporabe pelodne analize medu in vzorcev cvetnega prahu za raziskovanje sprememb v biodiverziteti medonosnih rastlin.

UVOD

Glavni vir raziskav so bile podatkovne zbirke pelodnih analiz medu vzorcev iz Slovenije iz prejšnjih projektov in v okviru redne interne kontrole pri Čebelarški zvezi Slovenije. Pri projektu je tako dodatno sodelovala podiplomska študentka Andreja Kandolf, kandidatka za magistro, ki v svojem delu raziskuje možnosti določitve geografskega porekla s pelodno analizo. V okviru raziskovalne skupine (Jogan, Bačič) smo posebej ovrednotili uporabnost taksonov za ugotavljanje biotske pestrosti. Dodatno smo delali raziskave pestrosti osmukanega cvetnega prahu v gospodarskih panjih.

METODE

Za pelodno analizo smo uporabili standardne postopke melisopalinologije (ekstrakcija pelodnih zrn, priprava trajnih preparatov) in nadaljnjo mikroskopsko pregledovanje in določanje taksonov s pomočjo palinološkega atlasa in lastne referenčne zbirke. Rezultati so bili primerjani s florističnimi podatki (podrobnosti v

prilogi). Za ugotavljanje uporabnosti vzorcev osmukanega cvetnega prahu smo izvedli teste na večjem številu čebeljih družin na stojišču v Posavju in stojišču na Gorenjskem. V vsakem testu smo uporabili vsaj 10 čebeljih družin. Razlike v pestrosti so ocenili na podlagi razvrščanja pelodnih zrn po barvi, vzorce pa tudi shranili za mikroskopski pregled.

REZULTATI

Preučevanje vzorcev medu zbranih od čebelarjev od različni sort medu omogoča primerjalno raziskovanje prispevka posameznih medonosnih rastlin k količini in lastnostim posameznega vzorca medu. Pri tem je potrebno upoštevati ugotovitve, da delež pelodnih zrn v medu ne pomeni tudi delež nektarja posamezne rastline v medu. Cvetni prah pravega kostanja in spominčice se pojavlja v večjih deležih, kot je delež nektarja, med tem ko cvetni prah robinija lahko skoraj izostane v vzorcu medu, ki je pretežno od robinije. To je povezano z obliko cvetov, lego prašnikov in velikosti pelodnih zrn. Natančnih raziskav na tem področju ni, bi pa koristile pri določevanju potrebnega deleža v sortnem medu, ki je sedaj določen izkustveno na podlagi senzorične določitve sorte medu. Uporabnost mikroskopske analize peloda za floristične raziskave pa je pogosto omejeno z določevanje tipov cvetnega prahu, ki lahko vključuje celo celotne družine rastlinskih vrst ali drugače široko skupino pogostih rastlin. Klasična mikroskopska analiza peloda v medu tako omogoča opis sorte medu, težje pa identificira tujerodne rastline, ki imajo lahko identičen tip cvetnega prahu. Tako obstaja le ozek nabor možnih posameznih vrst rastlin, ki se lahko uporabijo za sledenje bodisi domače ali tuje flore v vzorcih medu. Deloma je mogoče povečati določljivost z natančnejšo mikroskopijo s pripravo posnetkov z večjo globinsko ostrino (konfokalna mikroskopija ali sorodne tehnike), kar pa bistveno podraži analize in njihovo dostopnost. V svetu (Pensilvania State University, ZDA; tudi drugod) razvijajo metode na podlagi mitohondrijske DNA in tudi somatične DNA ekstrahirane iz pelodnih zrn. Glede na stalno rast in širino uporabe molekularno genetskih tehnik, bo verjetno v bodoče ta metoda poenostavila določevanje izvora medu ali posameznih pelodnih zrn.

Poskusi smukanja cvetnega prahu so pokazali veliko variabilnost med panji. Analiza pestrosti cvetnega prahu pa je pokazala, da se pa panji na istem stojišču ne razlikujejo v diverzitetnem indeksu, čeprav imajo različno vrstno sestavo. To pomeni, da je lahko vzorčenje osmukanca uporabno za sledenje pestrosti in njenega spreminjanja, ne pa tudi za sledenje prisotnosti posameznih vrst rastlin. Zaradi individualizacije čebeljih družin ni mogoče na podlagi vzorcev posamezne čebelje družine opredeljevati razširjenost posamezne medonosne rastline niti ne zagotoviti njeno odsotnost v kolikor je frekvenca rastlin majhna. Močnejše čebelje družine s prisotno odkrito zalego lahko zagotavljajo večje količine vzorce osmukanega cvetnega prahu in tudi večjo verjetnost prisotnosti redkih vrst. Za samo sledenje in primerjavo diverzitete medonosnih rastlin je lahko dodatno smukanje cvetnega prahu na opazovalnih postajah smiselno in tudi ne bi bistveno podražilo sistema opazovanja. Pripravi se lahko avtomatsko vzorčenje in shranjevanje vzorcev za nekaj dnevno opazovanje. S tehnološkim ukrepom, kot je orientacija satja, nismo uspeli vplivati na način nabiranja cvetnega prahu. V tej raziskavi so se ponudili odgovori na temeljna biološka vprašanja glede vloge plesnega sporazumevanja pri izboru virov cvetnega prahu. To omogoča postavitev dodatnih ključnih poskusov s katerimi lahko zavrremo možnost povečanje frekvence posameznih rastlin, tem zmanjšanje diverzitete znotraj panja zaradi možnosti primerjanja pašnih virov v panju. Kljub ponujeni možnosti se kaj

takega verjetno ne dogaja v čebelji družini. Raziskave pestrosti osmukanega cvetnega prahu so povzete v dispoziji doktorske disertacije Miha Štulerja in povzetka predavanja, ki bo predstavljen konec septembra na mednarodnem kongresu Apimedita&Apiquality 2010 v Sloveniji. V pripravi pa je tudi znanstveni prispevek za domačo objavo.

CILJ 4: Zasnova sistema spremljanja onesnaževanja okolja preko vzorčenja in analize osmukanega cvetnega prahu.

UVOD

V tem cilju smo lahko koristili rezultate iz Cilja 3 glede ustreznosti vzorčenja cvetnega prahu. Dodatno smo izvedli poskuse za testiranje uporabnosti vzorčenja posameznih čebel plesalk s cvetnim prahom. Za predhodno alarmiranje o nenadnih spremembah v okolju pa smo testirali možnosti uporabe elektronskih merilnih naprav za signale v panju in okolju. Na ta način so bili postavljeni temelji za postavitev opazovalne postaje podprte z elektronskim sistemom.

METODE

Poleg poskusov, ki smo jih pripravili v okviru cilja 3, smo dodatno testirali odzemanje vzorcev s posameznih čebel plesalk v opazovalnem panju. Poskuse smo opravili v Ljubljani in na Primorskem, vanje pa dodatno vključili tudi dodiplomskega študenta Adama Rasporja. Vzorčenje je bilo izvedeno z dvema osebamama, da se je olajšala manipulacija vzorca in omogočilo bolj stalno opazovanje prisotnosti čebeljih plesov v opazovalnem panju. Umerjanje sistema in postopek obdelave je bil enak kot v diplomskem delu Blaža Podrižnika, ki je svoje delo zaključil že pred začetkom projekta. Raziskali smo frekvenco in prostorsko razporeditev plesalk v času opazovanja. Dodatno smo testirali tudi odzemanje posameznih čebel za vzorčenje hemolimfe za fiziološke raziskave ali raziskave ostankov strupov. Vzorci so bili zbirani v okviru diplomskega dela v nastajanju in bodo še analizirani,

Na začetku projekta smo imeli podatke o odzivanju čebel na alkohol (raziskave pred projektom), pesticide (magistersko delo zaključeno na začetku projekta) in odziv čebel na mravljično kislino (diplomsko delo zaključeno v prvem letu projekta). Tovrstne ugotovitve so bile biološka osnova za postavitev doktorske teze kandidata Dragana Pezdirca, ki je že izvedel nekaj serij testov meritev akustičnega odzivanja čebel v čebeljih družinah. Predhodno smo s pomočjo treh študentov Fakultete za elektrotehniko postavili sistem s pomočjo National Instruments opreme za zajemanje meritev temperature in vibracijskih signalov. Izdelana je bila tudi dodatna programska oprema za pripravi in spravljanje sonogramov vibracijskih signalov. Vzporedno je raziskovalec na projektu razvijal možnosti zajemanja podatkov meritev iz panja z doma razvito opremo EproDas. Posebno pozornost je namenil izdelavi elektronskega števca prehodov čebel na žrelo s pomočjo fotocelic. Dodatno smo raziskali možnosti uporabe cenovno ugodnih vmesnikov za zajemanje podatkov in njihovo obdelavo.

REZULTATI

Poskusi z vzorčenjem cvetnega prahu posameznih čebel so pokazali, da metoda sicer omogoča vzorčenje specifične lokacije in določene rastline, a je izbira lokacije odvisna od sprejemljivosti vira za čebele. Količina vzorcev je relativno majhna. V zadnjih poskusih smo uspeli zbrati le do 5 vzorcev na uro. Glede na učinkovitost in prostorsko nezanesljivost vzorčenja se je sama metoda pokazala kot pomanjkljiva in neprimerna za stalno vzorčenje določenega terena v obsegu pašne aktivnosti čebel. Metoda je lahko zanimiva za pridobitev vzorcev iz območij

v doletu čebel, ki niso dosegljivi neposrednemu vzorčenju na terenu, bodisi zaradi fizične ali pravne nedostopnosti. Za tovrstne raziskave lahko že zadostuje ročno vzorčenje v opazovalnem panju. Pridobi se lahko posamezne vzorce v katerih se lahko razišče prisotnost predvidenega onesnažila in tako pridobiti dokaze o potrebnih natančnih raziskavi terena. Majhni vzorci so tudi iz analitskega vidika neprimerni za raziskavo širšega spektra onesnažil, z natančno analitiko pa je mogoča vsaj detekcija prisotnosti določenih onesnažil. Samo vzorčenje čebel plesalk in odvzame vzorcev je sicer mogoče tehnološko avtomatizirati tako na podlagi prepoznavne vzorca gibanja plesalk, sledenja čebelam in robotski manipulaciji. Na voljo so programi za on-line sledenje gibanja in hkrati kontrolo robotskih sistemov. V našem laboratoriju smo preizkušali tudi domačo programsko in hardversko opremo podjetja FDS Research. Tovrsten razvoj zahteva bistveno večje vložke, predvsem integracijo ustreznih tehnologij, ki zahteva visoko specializirane razvijalce z izkušnjami na tem področju, kot jih imajo visoko tehnološka podjetja za kontrolo procesov s pomočjo računalniško podprte analize slike v realnem času. Takšen sistem bi bil opravičen le za nadzor procesov z veliko dodano vrednostjo ali pa za avtomatsko javljanje potencialne nevarnosti uhajanja na določeni lokaciji v kolikor ni mogoča prisotnost ljudi, čebele pa bi lahko vseeno hodile na pašo. Glede na zahtevnost in ceno takega sistema je vprašljivo, če se bo kdaj pojavil v praksi. Prej je mogoče, da bo razvit za osnovne biološke raziskave pašnega vedenja čebel, kot za praktični nadzor onesnaženosti okolja.

Realnejše je pričakovati avtomatsko odvzemanje vzorcev osmukanega cvetnega prahu na opazovalnih postajah z gospodarskimi družinam in hranjenje vzorcev v ustreznem skladišču. Pole običajnega dnevnega ali urnega odvzemanje, je mogoče tak sistem povezati z elektronskim sistemom za zaznavanje nenadnih sprememb v pašni aktivnosti čebel, ki jih ni mogoče povezati z vremenskimi spremembami. Testiranje sistema na podlagi opreme National Instruments je pokazala na možnost postavitve sistema v okolju LabView z zagotavljanjem zanesljive strojne in programske podpore proizvajalca. Za širšo uporabo je lahko deloma problem cena sistema, ki pa bi lahko v primeru večjega obsega bila relativno ugodna. Tovrstno rešitev je mogoče racionalno izpeljati s pomočjo systemskega inženirja, ki obvlada programiranje v okolju LabView in bi lahko nudil stalno tehnično podporo in izboljšave sistema. Široka uporaba strojne in programske opreme pa zagotavlja trajnost rešitev in relativno neodvisnost sistema od specifičnega proizvajalca programske opreme (v primeru uporabe zaprto kodnih rešitev). Za nadzor dogajanj v panju se lahko uporabi tudi cenovno ugodnejše rešitve, kot je uporaba komercialnih amaterskih vremenskih postaj (Conrad) in elektronskih tehnic. Zagotovljeno je avtomatsko zajemanje podatkov, mogoča pa je tudi preprosta rešitev za streženje inetrvalnih poročil bodisi v minutnem ali urnem rangu. Dodatno se lahko uporabi zajemanje zvoka preko računalniške zvočne kartice. Za zajemanje in obdelavo zvoka je na voljo odprto kodna oprema. To tehnično in programsko rešitev uporabljamo tudi v raziskavah v okviru doktorskega dela Dragana Priselca (priložena dispozicija). Stalnega zajemanja meritev nismo izvedli zaradi problemov v oskrbi čebeljih družin (zimsko odmiranje) in zaradi nevarnosti električnih izpadov, oziroma udarov strele. V Sloveniji imamo relativno dobro delujočo službo opazovanja in napovedovanja medenja, ki dela v okviru Čebelarske zveze Slovenije. Stoletna tradicija je spodbudila tudi ameriškega raziskovalca, da pride kot Fulbrightov štipendist na raziskovalno delo v naš laboratorij, da bo obdelal podatke o medenja za celotno

obdobje, ko so le ti na voljo. To je vsekakor nenadejan dosežek dejavnosti povezanih na projekt. Glede na relativno dobro delujočo opazovalno in napovedovalno službo medenja na Čebelarski zvezi, bi bilo smiselno nadgraditi opazovalna mesta z zajemanjem dodatnih signalov poleg elektronske tehtnice. Ključno je zajemanje podatkov o vremenu (elektronska vremenska postaja), aktivnost čebel na žrelu (video) in po možnosti še aktivnost čebel v samem panju (zvočni signali). Z zajemanjem vseh teh signalov bi bilo mogoče tudi kontrolirati avtomatsko pobiranje vzorcev cvetnega prahu. Morebitni ponudnik bi moral upoštevati zanesljivost sistema in vsaj širšo standardizirano uporabo strojne in programske opreme (primer National Instruments in LabView) ali pa osnovano na odprto kodnih sistemih.

3. Izkoriščanje dobljenih rezultatov:

3.1. Kakšen je potencialni pomen² rezultatov vašega raziskovalnega projekta za:

- ☐ a) odkritje novih znanstvenih spoznanj;
- ☐ b) izpopolnitev oziroma razširitev metodološkega instrumentarija;
- ☐ c) razvoj svojega temeljnega raziskovanja;
- ☐ d) razvoj drugih temeljnih znanosti;
- ☐ e) razvoj novih tehnologij in drugih razvojnih raziskav.

3.2. Označite s katerimi družbeno-ekonomskimi cilji (po metodologiji OECD-ja)

sovpadajo rezultati vašega raziskovalnega projekta:

- ☒ a) razvoj kmetijstva, gozdarstva in ribolova - Vključuje RR, ki je v osnovi namenjen razvoju in podpori teh dejavnosti;
- ☐ b) pospeševanje industrijskega razvoja - vključuje RR, ki v osnovi podpira razvoj industrije, vključno s proizvodnjo, gradbeništvom, prodajo na debelo in drobno, restavracijami in hoteli, bančništvom, zavarovalnicami in drugimi gospodarskimi dejavnostmi;
- ☐ c) proizvodnja in racionalna izraba energije - vključuje RR-dejavnosti, ki so v funkciji dobave, proizvodnje, hranjenja in distribucije vseh oblik energije. V to skupino je treba vključiti tudi RR vodnih virov in nuklearne energije;
- ☐ d) razvoj infrastrukture - Ta skupina vključuje dve podskupini:
 - transport in telekomunikacije - Vključen je RR, ki je usmerjen v izboljšavo in povečanje varnosti prometnih sistemov, vključno z varnostjo v prometu;
 - prostorsko planiranje mest in podeželja - Vključen je RR, ki se nanaša na skupno načrtovanje mest in podeželja, boljše pogoje bivanja in izboljšave v okolju;
- ☒ e) nadzor in skrb za okolje - Vključuje RR, ki je usmerjen v ohranjanje fizičnega okolja. Zajema onesnaževanje zraka, voda, zemlje in spodnjih slojev, onesnaženje zaradi hrupa, odlaganja trdnih odpadkov in sevanja. Razdeljen je v dve skupini:
- ☐ f) zdravstveno varstvo (z izjemo onesnaževanja) - Vključuje RR - programe, ki so usmerjeni v varstvo in izboljšanje človekovega zdravja;
- ☐ g) družbeni razvoj in storitve - Vključuje RR, ki se nanaša na družbene in kulturne probleme;
- ☐ h) splošni napredek znanja - Ta skupina zajema RR, ki prispeva k splošnemu napredku znanja in ga ne moremo pripisati določenim ciljem;
- ☐ i) obramba - Vključuje RR, ki se v osnovi izvaja v vojaške namene, ne glede na njegovo vsebino, ali na možnost posredne civilne uporabe. Vključuje tudi varstvo (obrambo) pred naravnimi nesrečami.

3.3. Kateri so **neposredni rezultati** vašega raziskovalnega projekta glede na zgoraj označen potencialni pomen in razvojne cilje?

Katalog raziskovalnih in strokovnih prispevkov.

Baza vzorcev medu iz Slovenije (80 referenčnih), parametri o lastnostih medu in drugih čebeljih pridelkih iz Slovenije (objave). Strokovne publikacije o lastnostih slovenskega medu.

Dopolnjena baza cvetnih prahov v vzorcih medu iz Slovenije, ovrednotenje uporabnosti podatkov iz analiz medu, opredelitev uporabnosti pelodne analize v sledenju dogajanja v pestrosti medonosne flore.

Razviti sistemi za sledenje dogajanj v čebelji družini za zaznavanje sprememb v okolju (različne možne rešitve), Pridobitev novih doktorskih študentov (2x) in INTEREG SI-AU projekta na povezano temo.

3.4. Kakšni so lahko **dolgoročni rezultati** vašega raziskovalnega projekta glede na zgoraj označen potencialni pomen in razvojne cilje?

Povečanje dodane vrednosti domačemu medu glede na specifična znanja o kvaliteti, možnost razširitve uporabnosti raziskav kvalitete drugih čebeljih pridelkov na njihovo trženje in uporabo. Večja raba kvalitetnega medu in drugih čebeljih pridelkov ima lahko pozitiven učinek na boljšo prehranjenost in zdravstveno stanje ljudi. Sledenje razvoju znanja je lahko pomembno vodilo strokovnemu in znanstvenemu delu v bodoče. Postavljene sistem za monitoring okolja se lahko v celoti ali deloma uporabi pri posodabljanju opazovalne službe gozdnega medenja pri Čebelarški zvezi Slovenije, ter dodano razširi na širši monitoring v Sloveniji. Rezultati lahko spodbudijo nova raziskovanja in razvoj novih okoljskih tehnologij.

3.5. Kje obstaja verjetnost, da bodo vaša znanstvena spoznanja deležna zaznavnega odziva?

- ☐ a) v domačih znanstvenih krogih;
- ☐ b) v mednarodnih znanstvenih krogih;
- ☐ c) pri domačih uporabnikih;
- ☐ d) pri mednarodnih uporabnikih.

3.6. Kdo (poleg sofinancerjev) že izraža interes po vaših spoznanjih oziroma rezultatih?

Čebelarška zveza Slovenije

3.7. Število diplomantov, magistrov in doktorjev, ki so zaključili študij z vključenostjo v raziskovalni projekt?

Dve sodelavki, ki sta članici projektne skupine, sta v zadnjih 3 letih doktorirale in to na področjih, ki smo jih tudi obravnavali v projektu. S povezanimi temami je pod mentorstvom raziskovalcev projektne skupine diplomiralo 14 študentov in en magister. Glavni del (8) je bil v skupini prof. Terezije Golob in na področju kvalitete medu in drugih čebeljih pridelkov, v večji meri vezano na različen geografski izvor. Po 3 teme pa so bile še na področjih vedenje čebel, botanike in elektrotehnike, ki so se vsaj tematsko ali metodološko navezoval na raziskovalen

projekt. Poleg tega poteka pod mentorstvom naših raziskovalcev še več dodatnih diplomskih in podiplomskih raziskovanj. Posebej bi izpostavil dva doktorska študenta na področju opazovanja vedenjskih sprememb čebel s pomočjo elektronskega sistema in raziskava pestrosti cvetnega prahu v odvisnosti od pogojev čebelarjenja.

4. Sodelovanje z tujimi partnerji:

4.1. Navedite število in obliko formalnega raziskovalnega sodelovanja s tujimi raziskovalnimi inštitucijami.

Raziskovalci so imeli individualne stike s tujimi raziskovalci. Vodja projekta je sodeloval pri pripravi prijave INTEREG SI-AT pod vodstvom RR agencije SORA in v sodelovanju s partnerji iz Slovenije in Avstrije.

4.2. Kakšni so rezultati tovrstnega sodelovanja?

Potrditve o sprejetju programa Intereg (SI-AT) projekta z akronimom "AMC Prmo BID" z začetkom izvajanja oktober 2010. Vodja projekta bo v okviru intereg projekta realiziral opazovalni mesti s pomočjo čebel za prisotnost medonosnih rastlin v okolju in povezavi z biodiverziteto.

5. Bibliografski rezultati³ :

Za vodjo projekta in ostale raziskovalce v projektni skupini priložite bibliografske izpise za obdobje zadnjih treh let iz COBISS-a) oz. za medicinske vede iz Inštituta za biomedicinsko informatiko. Na bibliografskih izpisih označite tista dela, ki so nastala v okviru pričujočega projekta.

6. Druge reference⁴ vodje projekta in ostalih raziskovalcev, ki izhajajo iz raziskovalnega projekta:

Članek, ki še ni vpisan v Cobiss: Mixson TA, Abramson CI, Bozic (2010) The behavior and social communication of honey bees (*Apis mellifera carnica* Poll.) under the influence of alcohol, *Psych.Rep.*106 (3)::701-717.

Poslan članek v objavo: Korošec, M., Bertonec, J., Kropf, U., Golob, T. Oblikovanje baze podatkov o slovenskem medu (oddano v *Acta Agriculturae Slovenica*)

Dve sprejeti dispoziciji za doktorat

Sodelovanje na mednarodnem forumu *Apimedita&Apiculture* 2010: nosilec projekta je slovenski koordinator znanstvenega programa (preko 100 udeležencev iz 36 držav), 5 prispevkov na forumu, ki se navezujejo na projekt.

⁴ Navedite tudi druge raziskovalne rezultate iz obdobja financiranja vašega projekta, ki niso zajeti v bibliografske izpise, zlasti pa tiste, ki se nanašajo na prenos znanja in tehnologije.

Navedite tudi podatke o vseh javnih in drugih predstavitev projekta in njegovih rezultatov vključno s predstavami, ki so bile organizirane izključno za naročnika/naročnike projekta.