

Oznaka poročila: ARRS-RPROG-ZP-2014/12



## ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

### A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROGRAMU

#### 1. Osnovni podatki o raziskovalnem programu

<b>Šifra programa</b>	P1-0255
<b>Naslov programa</b>	Združbe, odnosi in komunikacije v ekosistemih
<b>Vodja programa</b>	5221 Anton Brancelj
<b>Obseg raziskovalnih ur</b>	56420
<b>Cenovni razred</b>	B
<b>Trajanje programa</b>	01.2009 - 12.2013
<b>Izvajalci raziskovalnega programa (javne raziskovalne organizacije - JRO in/ali RO s koncesijo)</b>	105 Nacionalni inštitut za biologijo 614 Prirodoslovni muzej Slovenije
<b>Raziskovalno področje po šifrantu ARRS</b>	1 NARAVOSLOVJE 1.03 Biologija
<b>Družbeno-ekonomski cilj</b>	02. Okolje
<b>Raziskovalno področje po šifrantu FOS</b>	1 Naravoslovne vede 1.06 Biologija

### B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

#### 2. Povzetek raziskovalnega programa<sup>1</sup>

SLO

Program "Združbe, odnosi in komunikacije v ekosistemih", ki je potekal v obdobju 2009-2013, je bil zasnovan modularno. V posameznih sklopih so sodelavci programa raziskovali posamezna specifična področja (raziskave mehanizmov komunikacije, nevrobiološke raziskave, okolje-organizem, interspecifični odnosi, biodiverziteteta in invazivne vrste), ki se nadgrajujejo v kompleksne raziskave v ekosistemih, t.j. ekosistemske storitve. V sklopu raziskav komunikacij je bil poudarek na oddajanju signalov in njihovem prevajanju v različnih medijih pri izbranih skupinah žuželk. Raziskave so se tesno navezoval na sklop raziskav senzoričnih organov in nevronalnih omrežjih pri žuželkah. V sklopu okolje-organizem so potekale raziskave na čebelah, kjer je bil poudarek zlasti na vplivu parazitov ter škodljivih snovi na vedenje čebel, zlasti njihovi orientaciji v prostoru. Pri veliki sinici je bil poudarek na vplivu klimatskih sprememb na gnezdilne navade v različnih okoljih. Raziskave o vplivu klimatskih sprememb so potekale tudi na invazivnih in domačih vrstah rakov ter na tropskih ribah in ribah zmernih

klimatov. V sklopu raziskav interspecifičnih odnosov so bili pri žuželkah poudarki na raziskavah med gostitelji in parazitoidi oz. plenilci, ki določajo položaj gostitelja s pomočjo njegove vibracijske komunikacije. Pri vodnih organizmih je bil poudarek na medvrstnih odnosih med domačimi in tujerodnimi vrstami rakov in ekofiziološko prilagojenostjo invazivnih vrst na novo okolje. V sklopu raziskav biodiverzitete so bile vključene ekonomsko ter varstveno pomembne vrste žuželk, medtem ko je bilo pri vodnih organizmih poudarek na proučevanju biodiverzitete ceponožnih rakov in rakov dvoklopnikov v podzemnih vodah. V sklopu integralnih raziskav v ekosistemih so potekale aktivnosti v več smereh. Na področju kopenskih ekosistemov je bilo delo usmerjeno v raziskave o vplivu košnje na gnezditveni uspeh repaljščice, ki je ena od indikatorskih vrst ohranjenosti okolja. V vodnih ekosistemih so raziskave potekale na visokogorskih jezerih, kjer so bile raziskave usmerjene na posledice potresov na vodne organizme. V podzemnih vodah so potekale raziskave v kraških jamah in izviri, kjer smo ugotavljali povezanost med abiotičnimi dejavniki (zlasti pretokom in temperaturo) in favno, ki živi v teh okoljih. V rečnih ekosistemih pa so potekale raziskave o intenzivnosti mineralizacije organske snovi, zlasti zaradi vplivanja nihanja vodne gladine in odvzemanje vode.

Poleg raziskovalnega dela so sodelavci na programu opravljali tudi mentorsko in pedagoško dejavnost na univerzah v Ljubljani, Novi Gorici in Velenju. Člani programske skupine so bili vpeti tudi v mnoga mednarodna znanstvena sodelovanja tako na področju projektnega kot znanstveno-raziskovalnega ter publicističnega dela. Sodelovali so tudi v številnih poljudnih predstavitev svojega dela v javnih medijih kot tudi na predavanjih.

ANG

Research program »Communities, relations and communications« (2009-2013) had a modular structure. In the work packages of the program, we studied specific program areas (research of communication mechanisms, neurobiological research, environment-organism, interspecific relations, biodiversity and invasive species), which contribute to the complex research of ecosystems, i.e. ecosystem services. The main focus of the work package Research on mechanisms of communication was on mechanisms of signal production and signal transmission through different media in different groups of insect. The investigations were connected with the work package neurobiology on sensory organs and neuronal networks in insects. In the work package Environment-organism we carried out investigations focused on the impacts of pathogens and pesticides on bee behaviour, primarily on orientation. In the research of Parus major we focused on the impact of climate changes on nesting habits in different environments. The impact of climate changes on invasive and native species of crayfish and tropical fish and fish from temperate climates was also studied. As a part of the research of interspecific relationships in insects we focused on research between hosts and parasitoids or predators, which determine the position of the host by means of its vibratory communication. In aquatic organisms, the emphasis was on interspecific relationships between native and alien species of crustaceans and the ecophysiological adaptations of invasive species to new environment. In biodiversity studies, the economic and conservation significant species of insects were included, while the study of biodiversity in aquatic organisms focused on Copepoda and Ostracoda in ground water. Activities were carried out in several directions in integrated research in ecosystems. In terrestrial ecosystems, we studied the impact of mowing on breeding success of

whinchat, one of the indicator species of the conservation of the environment. In aquatic ecosystems, the studies were conducted in the mountain lakes, where the studies were focused on the effects of earthquakes on aquatic organisms. Research in ground water was conducted in karst caves and springs, where we determined the correlation between abiotic factors (particularly temperature and flow rate) and fauna that live in there. In river ecosystems we studied the intensity of mineralization of organic matter, particularly in relation to fluctuations in water levels and water abstraction. Beside the research work, the members of the program have performed mentor's and educational activities at the University of Ljubljana, University of Nova Gorica and in Velenje. Members of the program group were involved in numerous of international scientific cooperations within project work, scientific research and publications. They participated in a number of popular presentations of their work in the public media and also the lectures.

### 3. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem programu<sup>2</sup>

SLO

Program "Združbe, odnosi in komunikacije v ekosistemih" je bil zasnovan kompleksno z daljnoročnim ciljem ugotavljanja mehanizmov delovanja ekosistemov, ki so danes ključni za reševanje okoljskih problemov, povezanih z živim svetom in vsebujejo tako ekonomske (kontrola škodljivcev, bioindikacija onesnaženosti okolja, preskrba s pitno vodo, zmanjševanje vpliva tujerodnih vrst) kot tudi ekosistemске oziroma varstvene vidike (ohranjanje biodiverzitete in ekosistemskih storitev, Natura 2000, izginjanje oprasovalcev, klimatske spremembe). Program zato v intergrirano celoto združuje zelo kompleksen spekter raziskav, razvrščenih v 6 sklopov, ki so se med povezovali in nadgrajevali. Glavne rezultate posameznih sklopov, prikazujemo ločeno:

**(1) Raziskave mehanizmov komunikacije**, kjer smo se posvetili oddajanju signalov in njihovemu prevajanju v različnih medijih ter percepciji signalov in posledičnem vedenjskemu odzivu. Glavni rezultati tega sklopa so bili, (a) da resonanca rastline pomembno vpliva na prenos vibracijskih signalov, (b) da se vibracijski signali lahko prenašajo z rastline na rastlino preko zraka ter (c) da se sporazumevanje z vibracijskimi signali odvija v komunikacijskem omrežju. Študije vibracijske komunikacije smo tudi nadgradili z raziskavami kemične komunikacije ter razvojem alternativnih pristopov za nadzor škodljivcev. Poglobljene raziskave v tem sklopu so bile tudi osnova za nevrobiološke raziskave (sklop 2), odnosa okolje-organizem (sklop 3), interspecifičnih odnosov (sklop 4) ter biodiverzitete (sklop 5). V okviru tega sklopa je programska skupina tesno sodelovala z raziskovalci Univerze Kalifornija Riverside (ZDA), Fondacije Edmund Mach (Italija) in inštituta EMBRAPA Brazilia (Brazilija).

Rezultati raziskav v tem sklopu so bili objavljeni v več (17) SCI člankih.

**(2) Namen nevrobioloških raziskav** je bilo razumevanje delovanja senzoričnih organov in nevronalnih omrežij, ki sprejemajo ter procesirajo informacije o vibracijskih signalih iz okolja. Glavni rezultati sklopa so bili (a) opis nevronalnih povezav na nivoju posameznih živčnih celic pri murnih, s čimer smo razložili pot ter procesiranje zvočne informacije od senzoričnega vhoda do motoričnega izhoda, (b) potrditev, da v centralnem živčnem sistemu prevladujejo nevroni, občutljivi na vibracije podlage ter (c) da se prepoznavanje vibracijskih signalov na

osnovi časovnega filtra vrši že na nivoju ascendenčnih interevronov. V okviru tega sklopa je programska skupina sodelovala z raziskovalci Univerze Cambridge (UK) in Univerze Goettingen (Nemčija).

Rezultati raziskav v tem sklopu so bili objavljeni v več (5) SCI člankih.

**(3)** V sklopu **okolje-organizem** smo raziskovali vplive abiotskih in biotskih dejavnikov okolja na organizme. Glavni rezultati raziskav v tem sklopu so, (a) da imajo subletalne doze akaricidiov, ki se uporabljajo za zaščito čebel pred parazitski, hkrati pomembne nevarne stranske na vedenje čebel, (b) da se z mikrosporidijo okužene delavke čebel ne vračaja v panj, kar je posledica vpliva patogena na letenje in orientacijo, (c) da zaradi biotskega šuma, ki nastane zaradi oglašanja drugih vrst v okolju, osebniki delajo napake pri prepoznavanju spolnih partnerjev ter (d) uporaba čebel kot prenašalcev zaščitnih substanc na ekonomsko pomembne poljščine v ekološki pridelavi. V okviru sklopa je programska skupina sodelovala z raziskovalci Univerze Helsinki (Finska).

Vpliv klimatskih dejavnikov smo proučevali na veliki sinici. Proučevali smo predvsem gnezditvene odzive na spremembo temperature in padavin. Na splošno je znano, da temperatura okolice vpliva na gnezditveni uspeh pri pticah, saj mora v obdobju nizkih temperatur ptica več časa preživeti na gnezdu zaradi gretja jajc in mladičev, istočasno pa mora več časa nameniti tudi lovu hrane, ki je v hladnem težje dostopna. V raziskavah smo prvič jasno pokazali, da imajo podoben učinek tudi povečane količine padavin in ne samo nizke temperature. Do sedaj je veljalo, da padavine vplivajo na gnezdenje ptic le neposredno, tako da zmočijo gnezdo in mladiče, ki se tako hitro podhladijo in poginejo. Ugotovitev je pomembna za ugotavljanje odzivov biote na globalne klimatske spremembe, ki se bodo kazale predvsem v spremembi temperature ter režima in količine padavin. Z rezultati bo mogoče bolj natančno predvidevati spremembe v biodiverziteti Slovenije zaradi vpliva klimatskih sprememb.

Na vodnih organizmih je bilo izvedenih več raziskav o ekofizioloških prilagoditvah invazivnih vrst rakov in njihov vpliv na domorodne rake. V Sloveniji tujerodne vrste potočnih rakov (Decapoda) in tudi postranice (Amphipoda) še niso močno prisotne, so pa pogoste v vseh okoliških državah. Posebnost pri nas je populacija tropskega raka rdečeškarjevca v toplici Prilipe, ki je edina populacija na prostem v Evropi. Skupaj z raziskovalci z inštituta INPA (Brazilija) smo izvedli laboratorijske meritve fizioloških in biokemijskih parametrov pri ribah (*Phoxinus* sp.), ki so bile izpostavljene različnim temperaturam. Povsem enake metode uporabljajo tudi brazilski raziskovalci, kar bo prvič omogočilo neposredne primerjave med odzivi rib v tropskih in zmernih klimatih.

Rezultati raziskav v tem sklopu so bili objavljeni v več (8) SCI člankih.

**(4) Interspecifične odnose** smo raziskovali na nivoju neposrednih odnosov med več vrstami v okolju. Glavni rezultati tega sklopa so, da plenilci in parazitoidi izkoriščajo vibracijsko komunikacijo plena oz. gostitelja kot del strategije lovljenja plena oz. lokalizacije gostitelja, V okviru tega sklopa je programska skupina tesno sodelovala z raziskovalci Univerze Cardiff (UK) in inštituta EMBRAPA Brazilia (Brazilija).

Drugi del raziskav je potekal v vodnih ekosistemih, kjer so bili modelni organizmi domači in tujerodni raki. Poleg ekofizioloških raziskav, pridobljenih v sklopu 3, so bile na terenu opravljene meritve in opazovanja drugih abiotskih parametrov (temperatura, tip habitata, naravno stanje) in biotskih parametrov (velikost populacije, spolna in velikostna zgradba), za ugotavljanje morebitnih prekrivanj niš posameznih vrst in s tem konfliktnih con, kjer lahko prihajalo do vplivanja med

vrstami.

Rezultati raziskav v tem sklopu so bili objavljeni v več (5) SCI člankih.

**(5)** V raziskave **biodiverzitete** so bile vključene ekonomsko pomembne vrste žuželk in vrste, ki so vezane na specifične habitate ter so tako v evropskem kot svetovnem merilu posebnost (npr. varstveno pomembne vrste). Glavni rezultati tega sklopa so, (a) uvedba ožiljenosti kril kot jasnega morfološkega znaka za vrstno določanje čmrcljev, (b) razvoj validiranih specifičnih oligotidnih začetnikov za preverjanje identitete muzejskih vzorcev, ki so pokazali, da je pri škržatkih iz rodu *Aphrodes* večina muzejskih vzorcev napačno identificirana. V okviru tega sklopa je programska skupina tesno sodelovala z raziskovalci Univerze Cardiff (UK).

Intenzivne raziskave so potekale tudi na skupini Copepoda, kjer smo skupaj z doktorskimi študenti uspeli na Tajskem opisati več novih rodov in vrst, s tem pa odprli povsem novo poglavje pri raziskavah podzemne favne v Aziji. V Sloveniji smo delali zlasti na skupini Ostracoda, kjer je bil izdelan posodobljen seznam vrst za Slovenijo, s skupno 61 vrstami, od tega tretjina novih najdb za Slovenijo. Biodiverzitetne raziskave alpskih izvirov so razkrile visoko vrstno pestrost predvsem zaradi kraškega zaledja, ki ga pogojujejo tudi razlike v kemijski sestavi vode in njenih fizikalnih lastnosti.

Rezultati raziskav v tem sklopu so bili objavljeni v več (6) SCI člankih.

#### **(6) Integralne raziskave v ekosistemih**

a) Poznavanje delovanja ekosistema nam pomaga oceniti njegovo stabilnost oz. ranljivost. V okviru raziskav ocene intenzivnosti mineralizacije v procesu dihanja smo skupaj z raziskovalci z Univerze Nicolaus Copernicus v Tórunu (Poljska) izvedli terenske in laboratorijske meritve, na osnovi katerih smo ocenili vlogo posameznih skupin organizmov v procesih mineralizacije v različnih tipih plitvih jezer.

b) Raziskave Krnskega jezera so pokazale, da lahko v izjemnih primerih potresi začasno povzročijo spremembe v sestavi zooplanktona v jezerih. Do spremembe je prišlo v Krnskem jezeru, kjer je pojav trajal 10 let in je prvi dokaz o vplivu potresov na jezerske združbe.

c) V majhni eksperimentalni jami na Krimu so potekale intenzivne raziskave vodne favne v prenikajoči vodi, kjer je bila ugotovljena zelo velika biodiverzitetna, obenem pa smo ugotovili, da so združbe v prenikajoči vodi določene s fizikalnimi in kemijskimi lastnostmi prenikle vode ter režimom pretakanja. Zaradi velikega vpliva zunanjih dejavnikov na fizikalne in kemijske parametre v jami pričakujemo tudi sprememb v združbah, saj dolgoročni trend temperature v jami kaže očitno poviševanje temperatur. Del raziskav je bil opravljen v okviru doktorata mladega raziskovalca.

d) V sodelovanju s podjetjem Vodovod-Kanalizacija smo analizirali pojavljanje podzemne favne v globokih vodonosnikih Ljubljanskega barja in z njim povezanim Krimskim masivom. Tukaj smo prvič s pomočjo organizmov ugotovili hitrost in intenzivnost povezav med kraškimi in prodnimi vodonosniki in med površinskimi rekami ter podzemnimi vodami. To je pomembno pri varovanju virov pitne vode.

e) Podrobnejše raziskave o ekoloških razmerah v podzemnih vodah smo izvajali tudi na kraških izviroh v Julijskih Alpah in v prenikajoči vodi v epikraški jami na Krimu, kjer smo v navezavi z Inštitutom Jozef Stefan ekološke raziskave razširili na področje hidrogeokemije in stabilnih izotopov. Sodelovanje z Univerzo Echime na Japonskem je poglobilo razumevanje ekosistemskih storitev prehodne cone med površinskimi vodami in prodnim vodonosnikom (hiporeična cona) in

vzpodbudilo uporabo novih metod v raziskavah hiporeika.

f) V preteklem obdobju smo se posvečali predvsem vplivu košnje na gnezditveni uspeh repaljščice. Vse raziskave vpliva košnje na gnezditve predpostavljajo, da so gnezda ptic ogrožena vse do dneva, ko mladiči gnezda zapustijo. Z raziskavo, pri kateri smo uporabili miniaturne radijske oddajnike, s katerimi smo lahko individualno sledili usodi vsakega mladiča posebej smo ugotovili, da obdobje občutljivosti traja še vsaj 10 dni po tem. V tem obdobju namreč mlade ptice, pred nevarnostjo ne pobegnejo, temveč se potuhnejo v visoko travo. To ni primerna rešitev v primeru, ko nevarnost predstavlja prihajajoča kosa. Rezultati so naleteli na ugoden odziv mednarodne strokovne javnosti. Zelo pomembni so za načrtovanje naravovarstvenih ukrepov tako v tujini kakor tudi v Sloveniji, saj so prav travniške ptice kot je repaljščica, v Evropi doživele največje populacijske upade.

g) Raziskovali smo tudi mineralizacijske procese na poplavnih ravninah dveh alpskih rek Soča (Slovenija) in Urbach (Švica) v povezavi z inštitutom za raziskave voda v Švici – EAWAG-om. Razvijali smo indikatorje stresa zaradi suše in ugotovili, da so biokemijske meritve respiratornih encimov primerna metoda za ocenjevanje stopnje mineralizacije. Ker metoda opisuje procese v ekosistemu je lahko nadomestek strukturnim indikatorjem (združbe, vrste), ki so trenutno v uporabi za detekcijo vplivov človeka na vodne ekosisteme. h) S sodelavci s Prirodoslovno-matematične fakultete iz Zagreba (Hrvaška) in raziskovalci iz Srbije smo vzorčili makrozoobentos vzdolž reke Save in na podlagi favne v nabranih vzorcih določili okvirno sliko kontaminacije reke Save z invazivnimi vrstami. Rezultati raziskav v tem sklopu so bili objavljeni v več (5) SCI člankih.

#### 4. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem programu in zastavljenih raziskovalnih ciljev<sup>2</sup>

SLO

Z objavami smo dokazali, da se na področju raziskav sladkovodnih ekosistemov, združb, entomologije in komunikacije uvrščamo med vodilne v svetu. Vpetost programske skupine v družbenoekonomski in gospodarski razvoj Slovenije, kot pomemben cilj programa, je bil dosežen preko pedagoške dejavnosti, z usposabljanjem mladih raziskovalcev, izvajanjem aplikativnih projektov ter s popularizacijo biologije v širši javnosti. Na področju raziskav mehanizmov komunikacije smo zastavljene cilje presegli, saj smo temeljna spoznanja o sporazumevanju žuželk nadgradili z razvojem alternativnih pristopov za nadzor žuželčnih škodljivcev, ko smo kot prvi na svetu na terenu uspešno uporabili vibracijske signale za prekinjane parjenja. Na področju nevrobioloških raziskav je bil program v celoti realiziran, saj smo objavili odmevna dela, povezana s študijami nevronalnih omrežij, delovanja senzoričnih organov in z njimi povezanim vedenjem tako na rastlinah kot v jamskem okolju. V okviru sklopa okolje organizem smo si kot poseben cilj zastavili raziskave vzrokov umiranja čebeljih družin. Znanstveni cilji so bili doseženi, presežen pa je cilj vpenjanja skupine v projekte doma in v tujini. V celoti je bil realiziran cilj raziskav vpliva subletalnih doz insekticidov na netarčne organizme. Pri vodnih organizmih smo določali temperaturno toleranco pri invazivnih in domorodnih vrstah potočnih rakov. S tem smo dobili izhodišča za zmanjševanje negativnih vplivov invazivnih vrst. Potrdili smo, da so tujerodni raki nevarni prenašalci račje kuge, kar je presežek programa. Cilji v okviru sklopa interspecifičnih odnosov so bili doseženi. Kot prvi v svetu smo pokazali, da vibracijski signali niso privaten način sporazumevanja, saj jih izkoriščajo plenilci in parazitoidi. Rezultati raziskav odnosov med roparskimi in rastlinskimi stenici so tudi osnova za razvoj alternativnih metod biološke kontrole kot pomembnega cilja dela programske skupine. Na področju raziskav biodiverzitete so bile raziskave usmerjene v

raziskave žuželk iz manj poznanih skupin, kjer je bilo opisanih več novih vrst za znanost. Opisanih je bilo tudi 10 novih vrst ceponožnih rakov iz podzemlja iz Slovenije in tujine (Tajska). Raziskave diverzitet muh trepetavk in analiza genoma stenice vrste *Nezara viridula* so bile izvedene v manjšem obsegu, vendar smo hkrati povečali intenzivnost raziskav na področju integrativne taksonomije škodljivih žuželk, kjer smo zastavljene cilje presegle. Pri integralnih raziskavah v ekosistemih so bile raziskave usmerjene v podzemne vode, zlasti kraške izvire in prodišča, kar se je dopolnjevalo s sodelovanje v mednarodnih projektih, kjer smo iskali bioindikatorje za pomanjkanje vode v Alpah. Te raziskave so se smiselno navezovale tudi na sklop raziskav podzemnih voda in na razmere, ki vladajo v tem okolju. Po oceni so bili tu izpolnjeni vsi zastavljeni cilji.

#### 5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega programa oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave programske skupine<sup>4</sup>

Sprememb programa ni bilo.

#### 6. Najpomembnejši znanstveni rezultati programske skupine<sup>5</sup>

Znanstveni dosežek			
1.	COBISS ID	2053967	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Anatomske in funkcionalne lastnosti skupine nizko-frekvenčno občutljivih interneuronov pri gluhi dolgotipalčnici ( <i>Troglophilus neglectus</i> , Rhabdiphoridae)
		ANG	Anatomy and physiology of a set of low-frequency vibratory interneurons in a nonhearing ensiferan ( <i>Troglophilus neglectus</i> , Rhabdiphoridae)
	Opis	SLO	Avtorica je opisala lastnosti 26 tipov vibracijsko občutljivih živčnih celic pri primitivni vrsti dolgotipalčnih kobilic. Prvič je bilo na osnovi velikega števila opisanih nevronov pokazano, da na nivoju centralnega živčevja pri tej skupini žuželk prevladuje občutljivost na vibracijske dražljaje nizkih nosilnih frekvenc. Delo natančno opisuje anatomijo in lastnosti odziva tistih tipov nevronov, katerim potencialno istoizvornih celic pri ostalih vrstah žuželk ne poznamo. Poudarjen je pomen zaznavanja vibracijskih signalov nizkih frekvenc tako za ravnokrilce kot žuželke na sploh. Delo z velikim številom individualno identificiranih nevronov predstavlja bogato osnovo za bodoče medvrstne primerjave.
		ANG	The author described properties of 26 types of vibration-sensitive interneurons identified in a primitive ensiferan insect. As based for the first time on a large number of individually identified neurons, predominant sensitivity of the central neural network to low-frequency vibration was demonstrated for Ensifera. Anatomy and response properties were described in detail for those neural elements with no putative homologues known in other insect species. The work emphasises the importance of perception of low-frequency vibration signals for the Orthoptera and insects in general, and also represents a basis for extensive interspecific comparisons of neurons in the future.
	Objavljeno v	Wistar Institute of Anatomy and Biology; Journal of comparative neurology; 2009; Vol. 516, No. 6; str. 519-532; Impact Factor: 3.718; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.207; A": 1; A': 1; WoS: RU, ZM; Avtorji / Authors: Stritih Nataša	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
2.	COBISS ID	29448409	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Vpliv interakcije med spremembo kakovosti hrane in spremembo temperature odkriva maternalni učinek na ključnega vodnega rastlinojedca

		ANG	Interaction of changes in food quality and temperature reveals maternal effects on fitness parameters of a keystone aquatic herbivore
Opis		SLO	V znanstvenem članku smo preučevali fitnes dveh vrst iz rodu <i>Daphnia</i> v odvisnosti od vpliva interakcije med spremembo temperature in spremembo kvalitete hrane. Merili smo vpliv spremembe temperature (15 vs. 20°C) in kvalitete hrane ( <i>Cryptomonas</i> sp. kot visoko kvalitetna hrana vs. <i>Chlamydomonas</i> sp. kot hrana relativno nizke kvalitete) v 16 različnih kombinacijah okolja mater in zaroda na rast mladičev in na velikost zaroda pri <i>D. magna</i> in <i>D. pulex</i> . Pokazalo se je, da študije, izvedene pri konstantni temperaturi v laboratoriju, ne prikažejo realnega stanja vpliva hrane v naravnem okolju.
		ANG	We investigated the interaction of intergenerational temperature and food quality change on the fitness of two species of <i>Daphnia</i> . The effect of a change in temperature (15°C vs. 20°C) and food quality ( <i>Cryptomonas</i> sp. as high-quality food vs. <i>Chlamydomonas</i> sp. as relatively low-quality food) on juvenile growth rate and clutch size of <i>Daphnia magna</i> and <i>Daphnia pulex</i> was measured in 16 different combinations of maternal and offspring environments in standardized growth assays. It was shown that studies conducted under constant temperature conditions may seriously underestimate dietary constraints in natural environments.
Objavljeno v	American Society of Limnology and Oceanography; Limnology and oceanography; 2012; Vol. 57, no. 1; str. 281-292; Impact Factor: 3.405; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.565; A": 1; A': 1; WoS: OU, SI; Avtorji / Authors: Pajk Franja, von Elert Eric, Fink Patrick		
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek		
3.	COBISS ID	2502735	Vir: COBISS.SI
Naslov		SLO	Resonanca v zelenih rastlinskih steblih kot dejavnik pri vibracijski komunikaciji ščitastih stenic (Heteroptera: Pentatomidae)
		ANG	Resonance in herbaceous plant stems as a factor in vibrational communication of pentatomid bugs (Heteroptera: Pentatomidae)
Opis		SLO	Testirali smo hipotezo, da se pri razširjanju upogibnega valovanja, ki ga uporabljajo ščitaste stenice za vibracijsko komunikacijo vzdolž rastlinskih tkiv, vzpostavi resonanca. V modelni substrat - steblo ciperusa - smo umetno predvajali različne sintetizirane in naravne vibracijske signale in merili amplitudo valovanja na različnih točkah vzdolž tega substrata. Hkrati smo na podlagi mehanskih lastnosti stebela izračunali pričakovane frekvence lastnih nihajnih načinov in spreminjanje amplitude z oddaljenostjo od izvora vibracij. Obe lastnosti fizikalnega modela sta se ujemale z meritvami, kar potrjuje hipotezo in odpira več vprašanj o sistemu vibracijske komunikacije žuželk.
		ANG	Pentatomid bugs communicate using substrate-borne vibrational signals that are transmitted along herbaceous plant stems in the form of bending waves. We tested the prediction that amplitude variation with distance from the emitter is caused by resonance, by measuring amplitude profiles of different vibrational signals transmitted along the stem of a <i>Cyperus alternifolius</i> plant, and comparing their frequencies and patterns with calculated spatial profiles of corresponding eigenfrequencies of a model system. Both parameters of the physical model matched the measured values, confirming the hypothesis and opening further questions about the insect vibrational communication system.
Objavljeno v	The Royal Society; Journal of the Royal Society interface; 2012; Vol. 9, no. 73; str. 1898-1907; Impact Factor: 4.907; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.514; A": 1; A': 1; WoS: RO; Avtorji / Authors: Polajnar Jernej, Svenšek Daniel, Čokl Andrej		



	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
4.	COBISS ID	2349903	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Molekularna diagnostika je razkrila pajke, ki izkoriščajo vibracijsko komunikacijo plena
		ANG	Molecular diagnostics reveal spiders that exploit prey vibrational signals used in sexual communication
	Opis	SLO	S kombinacijo terenskega dela in laboratorijskih poskusov smo testirali hipotezo, da plenilci lahko izkoriščajo vibracijske signale, ki jih plen oddaja med spolno komunikacijo. Najprej smo razvili oligotidne začetnike specifične za škržatke iz rodu Aphrodes ter posebej še za vrsto A. makarovi. Pajke smo nabrali na lokacijah, kjer so bili ti škržatki prisotni, ter s pomočjo omenjenih začetnikov analizirali vsebino prebavila pajkov z molekularnimi metodami, da bi ugotovili, katere vrste pajkov so pomembni plenilci teh škržatkov v naravi. Analize so pokazale, da vrsta pajka Enoplognatha ovata požre več škržatkov v času, ko so prisotni odrasli osebk, ki se sporazumevajo z vibracijskimi signali. Poskusi v mikrokozmu in s predvajanjem posnetih vibracijskih signalov škržatkov so pokazali, da pajek te vrste lahko izkoristi vibracijske signale samcev škržatkov kot del strategije lovljenja plena in kot rezultat ubije signifikantno več samcev kot samic škržatka.
		ANG	A combination of fieldwork and laboratory experiments was used to test the hypothesis that predators can intercept and exploit sexual communication signals of their prey. First, we developed and characterized PCR primers specific for leafhoppers of the genus Aphrodes and specifically for the species A. makarovi. Spiders were collected from sites where leafhoppers were present and screened with these primers to establish which spider species were significant predators of this species during the mating period of these leafhoppers. Analysis using PCR of the gut contents of tangle-web spiders, Enoplognatha ovata (Theridiidae), showed that they consume leafhoppers in the field at a greater rate when signalling adults were present than when nymphs were dominant, suggesting that the spiders were using these vibrations signals to find their prey. Playback and microcosm experiments then showed that E. ovata can use the vibrational signals of male leafhoppers as a cue during foraging and, as a result, killed significantly more male than female A. makarovi.
	Objavljeno v	Blackwell Scientific Publications; Molecular ecology; 2011; Vol. 20, no. 10; str. 2204-2216; Impact Factor: 5.522; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.624; A': 1; WoS: CQ, GU, HT; Avtorji / Authors: Virant-Doberlet Meta, King R. Andrew, Polajnar Jernej, Symondson William O. C.	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
5.	COBISS ID	2124367	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Ekološki mejniki v evropskih visokogorskih jezerih
		ANG	Ecological thresholds in European alpine lakes
	Opis	SLO	V članku je povzetek raziskav 235 visokogorskih jezer v Evropi izvedenih v okviru EU projekta EMERGE, v katerem so analizirane združbe različnih organizmov. Ugotovljeno je bilo, da se jezera grupirajo po hierarhičnem principu. Najpomembnejši dejavniki, ki določajo sestavo združb v jezerih so: velikost jezera, količina hranil, alkaliteta ter trajanje ledu. Za vsako od teh skupin je bila določena mejna vrednost, ki določa ekološki prag, pri katerem se združbe značilno spremenijo (velikost jezera 3 ha; hranila: 0.6 mg C l-1 ; ledeni pokrov: trajanje ledu: 190 dni; alkaliteta: 200 µeq l-1).
			In the article are presented the results from 235 high-mountain lakes across Europe collected during EMERGE project, where communities of different groups of organisms were analysed. The lakes are grouped in

	ANG	hierarchical principle. The most important parameters, determining community structure are: lake size, trophic level, alkalinity and ice-cove duration. For each group of organisms treshold values, where community structure is significantly changed, were determined (lake size: 3 ha; trophic level: 0.6 mg C l <sup>-1</sup> ; ice-cover: 190 days, alcalinity: 200 µeq l <sup>-1</sup> ).
Objavljeno v		Blackwell Scientific Publications; Freshwater Biology; 2009; Issue 12, Vol. 54; 2494-2517; Impact Factor: 2.861;Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.504; A': 1; WoS: PI; Avtorji / Authors: Catalan Jordi, Brancelj Anton
Tipologija	1.01	Izvirni znanstveni članek

## 7. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati programske skupine<sup>6</sup>

Družbeno-ekonomski dosežek			
1.	COBISS ID	ni kode	Vir: vpis v poročilo
	Naslov	SLO	Član uredniškega odbora mednarodne revije
		ANG	Member of editorial board of international scientific journal
	Opis	SLO	Članica programske skupine Meta Virant-Doberlet je članica uredniškega odbora revije Bulletin of Entomological Research, Cambridge University Press, ISSN 0007-4853. Revija je v vrhni četrtini revij na SCI področju Entomology.
		ANG	Member of a programme group Meta Virant-Doberlet is a member of Editorial Board (Subject Editor) for Bulletin of Entomolical Research, Cambridge University Press, ISSN 0007-4853. Journal is among best 25% in SCI category Entomology.
	Šifra	C.04	Uredništvo mednarodne revije
	Objavljeno v	COBISS-ID 3144463	
	Tipologija	4.00	Sekundarno avtorstvo
2.	COBISS ID	ni kode	Vir: vpis v poročilo
	Naslov	SLO	Mentorstva in predavanja
		ANG	Menthorships and lecturing
	Opis	SLO	Pet članov programske skupine je predavateljv na Univerzah v Ljubljani, Novi Gorici in Mariboru, kjer predavajo več predmetov na dodiplomskem in podiplomskem nivoju. Predmeti obsegajo področja fiziologije živali, ekologije sladkovodnih in kopenskih ekosistemov ter statistike. Poleg tega so bili v preteklem obdobju mentorji osmim doktorantom (od tega sedem MR-jev), ki so v roku dokončali izobraževanje. Dva od njih sta dobila podoktorske štipendije v tujini (Italija in Kitajska). Člani programske skupine so tudi še mentorji petim mladim raziskovalcev, ki so v različnih fazah zaključevanja doktorata.
		ANG	Five members of the program team are lecturers at the Universities of Ljubljana, Nova Gorica and Maribor, where they lecture on graduate and post-graduate level. The courses span from animal physiology to ecology of freshwater and terrestrial ecosystems and statistics. They were also supervisors to eight Ph.D. students (seven of them were young researchers), who finished their theses in time. Two of them got post-doctoral positions abroad (Italy and China). At the same time five more doctorands are in different phases of their doctoral study.
	Šifra	D.09	Mentorstvo doktorandom
	Objavljeno v	COBISS mentorjev: A. Brancelj, A. Čokl, D. Tome, A. Vrezec, A. Blejec	
		2.08	

Tipologija		Doktorska disertacija	
3.	COBISS ID	30092505	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Bohinjsko jezero
		ANG	Lake Bohinj
	Opis	SLO	V okviru mednarodnega programa Alpine Space je potekal projekt SILMAS na temo trajnostne rabe jezer ( <a href="http://www.silmas.eu/">http://www.silmas.eu/</a> ). Sodelavci NIBa so pripravili tekst in ilustracije za poljudno brošuro o Bohinjskem jezeru, ki bo na voljo obiskovalcem Bohinja in bo pripomogla k ozaveščanju za varovanje jezera. Brošura je nastala v sodelovanju z Turističnim informacijskim centrom Bohinj. V brošuri so poleg hidrološki značilnosti jezera prikazane tudi biološke in turistične znamenitosti Bohinjskega jezera in okolice. Obenem je izdelek model za pripravo podobnih brošur, ki so jih pripravili tuji partnerji za nekatera druga alpska jezera.
		ANG	Within international programme Alpine space there was a project SILMAS with the main topic on sustainable use of the lakes. Co-workers from the NIB prepared text and illustrations for brochure on the Lake Bohinj which will be on disposal of tourists and will contribute to awareness of lake protection. The brochure was produced with co-operation with Tourist Information Centre Bohinj. In the brochure are presented hydrological characteristics of the lake as well as some biological and tourist attractiveness. At the same time the product was a template for other similar brochures, which were prepared by partners from other countries for their alpine lakes.
	Šifra	F.01 Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin	
	Objavljeno v	Nacionalni inštitut za biologijo; Turizem Bohinj; 2012; 22 str.; Avtorji / Authors: Leskošek Tina, Mezek Tadej, Bertoncej Irena, Brancelj Anton	
	Tipologija	2.02 Strokovna monografija	
4.	COBISS ID	252899072	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Evolucija, biotska pestrost in ekologija
		ANG	Evolution, biodiversity and ecology, Ecology: secondary school textbook
	Opis	SLO	Prvi in do sedaj edini srednješolski učbenik za ekologijo pripravljen po novem učnem načrtu, ki je bil prenovljen glede na nova sodobna spoznanja s področja bioloških znanosti. V učbeniku so predstavljena ključna poglavja na področju ekološke znanosti od nivoja organizma do nivoja ekosistema in ekosfere, s poglavji, ki zajemajo sodobna okolje- in naravovarstvena vprašanja ter osnove trajnostnega razvoja. Gre tako za prispevek na pedagoškem področju kot na področju popularizacije znanosti in njenega pomena v družbi.
		ANG	The first and so far the only secondary school textbook for ecology prepared after new curriculum, which was renewed according to up-to-date knowledge in biological sciences. In the textbook the key issues from the field of ecological science are given according to different levels of study, from organism to the ecosystem and ecosphere. The basic principles of environmental and nature conservation issues including sustainable development are given. The contribution is important in pedagogical as well as in the sense of broad science promotion.
	Šifra	D.10 Pedagoško delo	
	Objavljeno v	DZS; 2010; 166 str.; Avtorji / Authors: Tome Davorin, Vrezec Al	
	Tipologija	2.04 Srednješolski, osnovnošolski ali drugi učbenik z recenzijo	
5.	COBISS ID	ni kode	Vir: vpis v poročilo
	Naslov	SLO	Izobraževalne oddaje na RTV Slo
		ANG	Education emissions on RTV Slo

Opis	SLO	Sodelavci programa so bili povabljeni s strani nacionalne televizije RTV Slovenija k pripravi več oddaj o invazivnih in škodljivih vrstah živali, o propadanju čebeljih družin, oglašanju živali, selitvah živali in o pitni vodi, sodelovali pa so tudi pri pripravi oddaj o bioluminiscenci in bioniki. Nekaj teh oddaj je bilo v okviru oddaj "Ugriznimo v znanost" oz. "Dobra ura z Andrejem". Namen oddaj je obveščati in osveščati javnost o zanimivostih in o živalih, ki so okoli nas in njihovem življenjskem okolju. Med najbolj odmevnimi so bile oddaje o umiranju čebeljih družin, hladni svetlobi žuželk, najdbi tropskega raka v toplen izviri in oddaja o pitni vodi.
	ANG	The project collaborators were invited by national television RTV Slovenija in preparation of several documentary programmes on invasive and harmful animals, decline of bee-families, vocalization among animals, animals migrations and drinking water protection. In addition they were also involved in preparation of programmes on bioluminescence and bionics. Several of them were emitted within a series "Bite into science" and "Good hour with Andrej". The aim of the programme is to inform and educate public on interesting or problematic animals, which are around us and on their environment. The programmes with the widest response were the ones on bee colony loss, insect bioluminescence, finding of tropical crayfish in thermal spring and about drinking water.
Šifra	D.11 Drugo	
Objavljeno v	RTV Slovenija: 2010, 2011; 2012, 2013: COBISS sodelavcev iz skupine: Vrezec Al, Meta Virant-Doberlet, Tomi Trilar, Anton Brancelj, Andrej Čokl, Jernej Polajnar, Alenka Žunič, Stritih Nataša, Jasna Kralj, Maja Zorovič	
Tipologija	2.19 Radijska ali televizijska oddaja	

## 8. Drugi pomembni rezultati programske skupine<sup>2</sup>

Član programske skupine prof. dr. Andrej Čokl je v l. 2013 prejel Veliko nagrado Miroslava Zeia za življenjsko delo na področju dejavnosti Nacionalnega inštituta za biologijo.

Mlada raziskovalka Anka Kuhelj je v l. 2013 na 14th Invertebrate Sound and Vibration Meeting v Glasgowu na Škotskem prejela nagrado 'von Helversen Student Award' za najboljše študentsko raziskovalno delo.

Članica programske skupine dr. Franja Pajk je po uspešnem zaključku doktorata l. 2011 dobila post-doc štipendijo na Kitajskem za tri leta.

V mrtvici Topla je bila odkrita prva tropska vrsta potočnih rakov (*Cherax quadricarinatus*) v Evropi, ki je sposobna preživeti v naravi. Rezultati objavljeni v reviji z IF.

Davorin Tome je organiziral dve razstavi na temo naravoslovne fotografije v letu 2009 in 2012.

Anton Brancelj je opisal sam ali v soavtorstvu osem novih vrst ceponožnih rakov iz Slovenije in Tajske v uglednih mednarodnih revijah z IF.

MR Uroš Žibrat je na 11. kongresu specialistov za ceponožne rake (Copepoda) v Meridi (Mehika) dobil študentsko nagrado za najboljšo ustno predstavitev rezultatov.

Dr. Nataša Mori je v letu 2011 prejela eminentno Sciex-NMSch štipendijo švicarskega združenja CRUS (Die "Rektorenkonferenz der Schweizer Universitäten / Conférence des Recteurs des Universités Suisses / Conferenza dei Rettori delle Università Svizzere), kar ji je omogočilo 6 mesečno raziskovalno delo na vodilnem švicarskem inštitutu za vode EAWAG v Dübendorfu (Švica).

## 9. Pomen raziskovalnih rezultatov programske skupine<sup>8</sup>

### 9.1. Pomen za razvoj znanosti<sup>9</sup>

SLO

V okviru med seboj povezanih sklopov raziskav mehanizmov komunikacije (sklop 1) in nevrobioloških raziskav (sklop 2) in interspecifičnih odnosov (sklop 4), smo v programu združili vrhunsko znanje in izkušnje na področju vedenjske ekologije, biofizike prenosa signalov po rastlinah, nevrofiziologije ter raziskav prehranskih mrež. Objavili smo serijo člankov, s katerimi smo v temeljih spremenili percepcijo in razumevanje vibracijske komunikacije. Odkritja o pomenu resonančnih lastnosti rastlin pri prenosu signalov, o prenosu vibracijskih signalov z rastline na rastlino preko zraka, o pomenu posameznih parametrov za razpoznavanje identitete in določanja položaja partnerja v prostoru ter o izkoriščanju signalov, namenjenih komunikaciji med partnerjema s strani plenilcev in parazitoidov, bodo v naslednjih letih usmerjala raziskave na področju vibracijske komunikacije v svetovnem merilu. Postopni premik v razumevanju vibracijske komunikacije od prepričanja, da je izključno privatna oblika sporazumevanja omejena le na sporazumevanje na kratke razdalje dvojice oddajnik-prejemnik, do spoznanja, da v naravi sporazumevanje poteka v komunikacijskem omrežju, je potekal v zadnjih petih letih in sodelavci programa smo sodelovali pri praktično vseh objavah na to temo. Hkrati te raziskave odpirajo možnosti uporabe rezultatov v praksi pri razvoju alternativnih metod za kontrolo in nadzor škodljivcev, kar člani programske skupine kot prvi v svetu že izvajajo tudi na terenu v sodelovanju z italijanskimi in brazilskimi sodelavci.

V okviru raziskav okolje-organizem (sklop 3) izstopajo zlasti raziskave ekofizioloških prilagoditev organizmov, kjer smo med prvimi izvedli meritve temperaturnih tolerančnih krivulj tako pri invazivnih kot tudi domorodnih vrstah rakov. Obenem smo razvili tudi metodo za neinvazivno izvajanje tovrstnih meritev na rakah, kar je pomembno pri raziskavah zaščitene ali ogrožene vrste. Metode za ugotavljanje prilagojenosti organizmov na okoljske dejavnike smo uspešno uporabili tudi na drugih sistemih: bakterije v prsti, hrošči na onesnaženih območjih, planktonski organizmi v plitvih jezerih, ribe v tropskih in zmernih klimatih. Metoda je bila uspešno vpeljana tudi v dva druga laboratorija v tujini.

V okviru raziskav biodiverzitete (sklop 5), so zlasti pomembne raziskave v prenikajoči vodi v kraških jamah. V okviru teh raziskav so bile v tropskih jamah na Tajskem in Vietnamu prvič odkriti nižji raki (Copepoda), kar je spremenilo dosedanje razumevanje razširjenosti in evolucije podzemnih organizmov v tropskih predelih. V domačih jamah pa smo s sistematičnim raziskovanjem odkrili več vrst, ki živijo v tako v kraških jamah, alpskih izviroh ali pa globoko v prodiščih, kjer se črpa pitno vodo.

V povezavi z raziskovanjem ekosistemov (sklop 6), so bile prvič izvedene dolgoročne meritve pretokov in temperatur in zbiranjem vodnih organizmov v plitvih kraških jamah. S tem sedaj bolje razumemo pretakanje vode v epikraški coni in procese, ki določajo kakovost vode. Epikraška cona namreč odločilno vpliva na kakovostne pitne vode. Obenem smo podrobneje razložili pogoje in mehanizme, ki omogočajo dolgoročni obstoj specifične epikraške vodne favne. Opravljene meritve in opazovanja so pokazale, da je epikraška cona tudi zelo primerno okolje za proučevanje posledic klimatskih sprememb. Prav specializirana favna, ki tam živi, je namreč dober objekt za tovrstne raziskave.

ANG

In the frame of the interconnected research work packages (WP) 1 (Mechanisms of communication), 2 (Neurobiology) and 4 (Interspecific relations) we integrated scientific excellence and experience in the fields of behaviour, ecology, biophysics of insect-plant interactions, neurophysiology and studies of food webs. We have published a series of scientific papers that fundamentally changed perception and understanding of vibrational communication in general. Discoveries on the role of plant's resonant properties in the process of signal transmission, on airborne transmission of vibratory signals from one to the other plant, on the role of single parameters in mate recognition and location and on exploitation of insect intraspecific vibratory signals by predators and parasitoids will guide the direction of the research in the field in the upcoming years.

The gradual shift in perception of vibrational communication as an exclusively private mode of

communication limited to short distances in a an emitter-receiver dyad to a realisation that in nature all communication takes place in a network environment, occurred in the last five years and the members of the programme group researchers of the Department of Entomology have been involved in practically all publications on this topic. In addition these investigations enable new approaches in pest management strategies and members of the group area already applying these alternative methods in the field together with Italian and Brazilian collaborators.

In the frame of Environment – organism research (WP 3) the ecophysiological adaptations of organisms were studied. We were among the first researchers who carried out the measurements to get the temperature tolerance curves for both invasive and native species of crayfish. At the same time we also developed a non-invasive method to carry out such measurements on crayfish that is important in studies of protected or endangered species. The methods for determination of adaptation of the organisms to the environmental factors had been successfully used in other systems: bacteria in the soil, beetles in contaminated areas, planktonic organisms in shallow lakes, fish in tropical and temperate climates. The method has been successfully introduced in two other laboratories abroad.

In the context of biodiversity research (WP 5), particularly important is the research of the groundwater fauna from the percolation water in the karst caves. In the context of these studies, in the tropical caves of Thailand and Vietnam, several new species of crustaceans (Copepoda ; Crustacea) were collected. Those findings have shifted the current understanding of the distribution and evolution of subterranean organisms in the tropics. Concurrently in Slovenia, several new species for science were collected by systematic exploration of groundwater from karst caves, alpine springs or deep alluvial aquifers which have been often used as drinking water source.

Within the ecosystems research (WP 6) the long-term measurements of flow rates and temperatures and collection of groundwater aquatic organisms were carried out in shallow karst cave. The findings contribute to the better understanding of the water flow patterns in the epikarst zone (the uppermost karst layer) and the processes that determine water quality. The conditions in the epikarst zone are the major determinant for the quality of drinking water that is pumped from the karst aquifer. At the same time, we explained in more detail the conditions and mechanisms that allow long-term existence of specific epikarstic aquatic fauna in this habitat. Measurements and observations have shown that the epikarst zone is very suitable environment for studying the effects of climate change. Especially, the specialized fauna that lives there can be very useful tool for such research.

## 9.2. Pomen za razvoj Slovenije<sup>10</sup>

SLO

Sodelavci programske skupine so izkazali relevantnost svojih raziskav za Slovenijo s sledečimi dejavnostmi:

- a) Skrb za divje (alternativne) opraševalce – bili so med prvimi, ki so preko intervjujev in poljudnih člankov seznanjali širšo javnost o nujni skrbi za izboljšanje stanja divjih opraševalcev kulturno pomembnih rastlin potem, ko je bilo ugotovljeno, da v zadnjih letih intenzivno upada število čebeljih družin v Sloveniji.
- b) Invazivne vrste – sodelavci programske skupine so se aktivno vključili v spremljanje in opozarjanje na pojavljanja tujerodnih vrst, zlasti živalskih, v Sloveniji, kar so izvedli tudi preko več intervjujev v dnevnem časopisju, na radiu in televiziji. Poudarek je bil na pojavljanju za kmetijstvo škodljivih vrstah kljunatih žuželk (stenic) v Sloveniji in možnostih za njihovo omejevanje. Pri tem so sodelovali tudi z raziskovalci iz tujine, predvsem Brazilije. Na področju vodnih organizmov so spremljali pojavljanje tujerodnih vrst rakov, vključno rdečeškarjevca, ki lahko z negativnimi posledicami na domorodnih vrstah vplivajo na kakovost vodnih ekosistemov. Pri raziskavah so ugotovili tudi ponovno prisotnost parazita *Aphanomyces astaci* na račjih populacijah v Sloveniji, kar predstavlja ponovno nevarnost epidemije račje kuge v Sloveniji. V okviru teh aktivnosti je bil v letu 2012 pripravljen prvi seznam tujerodnih vrst hroščev, rakov in ptic za Slovenijo v okviru CRP projekta »Neobiota Slovenije«.
- c) Sodelovanje s komunalnim podjetjem Vodovod-Kanalizacija (VO-KA), ki oskrbuje Ljubljano s pitno vodo, je potekalo pri nadzoru kakovosti pitne vode. Osredotočeno je bilo na prisotnost

specializiranih podzemnih vodnih organizmov v črpalnih vodnjakih. Z analizo živalstva in sedimenta v vodnjakih ocenjujejo kakovost vode in opozarjajo na morebitne vire onesnaženja, zlasti pa na intenzivnost povezav med rečnimi kanali in črpalnimi vodnjaki.

d) Mentorstva doktorandom, magistrantom, diplomantom – člani programske skupine so bili intenzivno vključeni v programe izobraževanj diplomantom, magistrantom in doktorantom, ki so opravljali praktično delo na Nacionalnem inštitutu za biologijo, njihovo formalno izobraževanje pa je potekalo na Univerzi v Ljubljani ali Univerzi v Novi Gorici. Skupaj so bili mentorji 12 diplomantom, eni magistri ter 8 mladim raziskovalcem, ki so dokončali doktorski študij. Bili so tudi somentorji tujim študentom (Tajska, Velika Britanija), kar dolgoročno odpira možnosti tesnega znanstvenega sodelovanja.

e) Prav tako omogoča dolgoročno znanstveno sodelovanje, in s tem prispeva k razvoju Slovenije, vrsta bilateralnih sodelovanj na območju bivše Jugoslavije (Hrvaška, Bosna in Hercegovina, Črna gora), z evropskimi državami (Finska, Velika Britanija, Švica), kot tudi državami izven Evrope (Brazilija, Kitajska, Rusija, Koreja, Japonska), s katerimi so potekale ali še potekajo formalne in tudi neformalne povezave in raziskave.

f) Štirje člani programske skupine so bili v obdobju 2009-2013 nosilci več predmetov na dodiplomski ali podiplomski stopnji na Univerzi v Ljubljani, Univerzi v Novi Gorici, Univerzi na Primorskem in Mednarodni podiplomski šoli Jožefa Stefana, kjer so bili tudi mentorji dodiplomskim in podiplomskim študentom.

ANG

The members of the program group have demonstrated the relevance of their research for Slovenia with the following activities:

a) Members of the programme group were the first to focus the public attention via interviews and popular papers to alternative pollinators of agricultural crops and the need to improve their condition, since they are crucial for pollination also due to the severe honey bee colony loss in recent years.

b) Invasive species - program group members were actively involved in invasive species monitoring and emphasising the occurrence of non-native species, especially animal species in Slovenia. The topic was presented in several interviews published in the newspapers, or broadcasted on radio and television. The emphasis was placed on the occurrence of harmful beaked insects (bugs) for the farming in Slovenia and the prospects for their restriction. A strong cooperation with the scientists from abroad, mainly Brazil, was established. In the field of aquatic organisms the emergence of non-native crayfish species, such as red claw crayfish - *Cherax quadricarinatus* (VON MARTENS, 1868) and its negative impact on native species and the quality of aquatic ecosystems was studied. During those investigations, a reoccurrence of parasite *Aphanomyces astaci* in crayfish populations was identified. This parasite represents a threat for another plague epidemic event for Slovenian crayfish populations. In 2012, within the framework of the CRP project "Neobiota Slovenia", the first list of non-native species of beetles, crayfish and birds in Slovenia was prepared.

c) Cooperation with the Municipality company (VO-KA), which supplies drinking water for the city of Ljubljana was established. The focus of cooperation was on the presence of specialized groundwater organisms in the pumping wells. The analyses of the fauna and the sediment in the wells is a tool for the assessment of water quality, detection of the possible sources of pollution, and in particular, the identification of the exchange intensity of the water between river channels and pumping wells.

d) Mentoring doctoral, master's, graduate students - members of the program group were actively involved in the training of graduate, master's and doctoral students, which carried out practical work at the National Institute of Biology. The students were enrolled at the University in Ljubljana or the University of Nova Gorica. Altogether, 12 graduates, one master and 8 young researchers who completed their doctoral studies were supervised by the program group members. They were also co-mentors to foreign students from Thailand and United Kingdom, which enables the possibility for the future international scientific cooperation.

e) The bilateral scientific cooperation with the countries from the former Yugoslavia (Croatia, Bosnia and Herzegovina, Montenegro), European countries (Finland, United Kingdom, Switzerland), as well as countries outside Europe (Brazil, China, Russia, Korea, Japan) were carried out or are still ongoing. Those cooperations initiated long-term scientific cooperation with the above mentioned countries that are still going on and result in the publication of peer reviewed publications or common research projects.

f) Four members of the program group were, involved in the lecturing within undergraduate or postgraduate program at the University of Ljubljana, University of Nova Gorica, University of Primorska and the International Graduate School Jozef Stefan. Their position as lecturers resulted also in supervision (mentoring) of several undergraduate or postgraduate students during their thesis preparation.

g) In the period 2009-2013 the researchers published more than 100 articles in daily and monthly published journals (Delo, Slovenske novice, Polet, Gea, Planinski vestnik, National geographic, ...), in which the ecological phenomena important for undisturbed functioning of ecosystems were shown and explained to laic public.

## 10. Zaključena mentorstva članov programske skupine pri vzgoji kadrov v obdobju 1.1.2009-31.12.2013<sup>11</sup>

### 10.1. Diplome<sup>12</sup>

vrsta usposabljanja	število diplom
bolonjski program - I. stopnja	1
bolonjski program - II. stopnja	2
univerzitetni (stari) program	9

### 10.2. Magisterij znanosti in doktorat znanosti<sup>13</sup>

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Mag.	Dr.	MR	
27567	Urška Koce	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
27505	Tadej Mezek	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
28332	Franja Pajk	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
30639	Uroš Žibrat	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
31231	Jernej Polajnar	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
24937	Alenka Žunič Kosi	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
29092	Maarten De Groot	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
30854	Danilo Bevk	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	

Legenda:

**Mag.** - Znanstveni magisterij

**Dr.** - Doktorat znanosti

**MR** - mladi raziskovalec

### 11. Pretok mladih raziskovalcev – zaposlitev po zaključenem usposabljanju<sup>14</sup>

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Mag.	Dr.	Zaposlitev	
27567	Urška Koce	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	B - Družbene dejavnosti <input style="border: 1px solid gray;" type="button" value="v"/>	
27505					



	Tadej Mezek	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	C - Gospodarstvo	
28332	Franja Pajk	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	A - raziskovalni zavodi	
30639	Uroš Žibrat	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	B - Družbene dejavnosti	
31231	Jernej Polajnar	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	A - raziskovalni zavodi	
24937	Alenka Žunič Kosi	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	A - raziskovalni zavodi	
29092	Maarten De Groot	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	A - raziskovalni zavodi	
30854	Danilo Bevk	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	A - raziskovalni zavodi	

Legenda zaposlitev:

- A** - visokošolski in javni raziskovalni zavodi
- B** - gospodarstvo
- C** - javna uprava
- D** - družbene dejavnosti
- E** - tujina
- F** - drugo

## 12. Vključenost raziskovalcev iz podjetij in gostovanje raziskovalcev, podoktorandov ter študentov iz tujine, daljše od enega meseca, v obdobju 1.1.2009-31.12.2013

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Sodelovanje v programski skupini	Število mesecev	
0	Santi Watiroyam	C - študent - doktorand	6	
0	Chaichat Boo	C - študent - doktorand	6	
0	Sina Dupp	C - študent - doktorand	2	
0	Nadja Pohl	C - študent - doktorand	3	
0	Anna Eriksson	C - študent - doktorand	3	
0	Charlotte Louise Cairns	C - študent - doktorand	2	
0	Robin Goessler	C - študent - doktorand	3	

Legenda sodelovanja v programski skupini:

- A** - raziskovalec/strokovnjak iz podjetja
- B** - uveljavljeni raziskovalec iz tujine
- C** - študent - doktorand iz tujine
- D** - podoktorand iz tujine

## 13. Vključevanje v raziskovalne programe Evropske unije in v druge mednarodne raziskovalne in razvojne programe ter drugo mednarodno sodelovanje v obdobju 1.1.2009-31.12.2013 z vsebinsko obrazložitvijo porabe dodeljenih sredstev iz naslova dodatnega letnega sofinanciranja mednarodnega sodelovanja na podlagi pozivov za EU vpetost.<sup>15</sup>

SLO

**PESI** – A Paneuropean Species directories Infrastructure (7. EU prog.; 15 000 EURO; D. TOME  
**KeyToNature** (ECP2006EDU410019) interaktivna elektronska orodja za učenje in poučevanje biodiverzitete. 64 328 EURO; T. TRILAR  
**SIIT**: Interaktivna določevalna orodja za šole spoznavanje biotske pestrosti na

čezmejnem območju (Program čezmejnega sodelovanja Slovenija-Italija, 20072013) ; 153 000 EURO; T. TRILAR

**AlpWaterScarce** – Water Management Strategies against Water Scarcity in the Alps  
(program AlpineSpace; 185 000 EURO; vodja za Slovenijo: A. BRANCELJ

**SILMAS**: Sustainable Instruments for Lakes Management in the Alpine Space (EU Alpine Space program; 20102012) ; 181 000 EURO; A. BRANCELJ (WP6 leader)

**HYDROKARST**: Karstic aquifer as strategic crossborder water source (Slovenija – Italija  
Crossborder program, 20122014); 81 000 EURO; A. BRANCELJ

**QDETECT**: Developing quarantine pests detection methods for use by national plant protection organizations (NPPO) and inspection services. (EU – FP 7; 20102013) ; 71 000 EURO; koordinator WP6 za Slovenijo; A. ČOKL

**BICOPOLL**: Tarčno precizna biokontrola in pospeševanje v ekoloških poljedelskih sistemih. (EU iniciative ERANET CORE, 20122013) ; 39 000 EURO; NIB kot partner, vodja WP8: A. ČOKL.  
V sodelovanju s (Swiss Ornithological Institute, CH6204 Sempach, Switzerland) in British Trust for Ornithology, The Nunnery, Thetford, Norfolk IP24 2PU, UK) smo uvrstili simpozij o naravovarstveni problematiki travniške vrste ptice repaljščice, ki bo potekal v okviru Evropske ornitološke konference 2013.

**THERMADAPT** – Thermal adaptation in poikilotherms (RNP projekt Evropske znanstvene fundacije (20102015), član projektnega odbora ((Steering Committee) A. BRANCELJ

**EURAPMON** (Research and Monitoring for and with Raptors in Europe), RNP projekt Evropske znanstvene fundacije (20102015), predsednik projektnega odbora (Steering Committee): A. VREZEC

**BILATERALE**

2011-2012: SLO-Brazil: Effects of climate changes to animals in temporary water bodies

2010-2012: SLO-Brazil: Pentatomid communication and their application to soybean pest management.

2011-2012: SLO-China: Indicators for early detection of human impacts on highmountain lakes – a case study of the lake Ranwu in southeast Tibet

2010-2011: SLO-Poland: The role of various components of the biocoenosis in the mineralization processes in shallow lakes of different types

2011-2013: SLO-Japan (BIJP/1113008): The functional role of hyporheic zone in different river ecosystems: a comparative study

2012-2013: SLO-Hrvaška: Biocontamination assessment of the Sava River a step towards common strategy for invasive species management in transboundary waterbodies of Croatia and Slovenia

2010-2012: SLO-Turčija: Določanje načinov intraspecifične zvočne komunikacije stenice vrste *Palomena prasina* (Heteroptera: Pentatomidae).

2011-2013: SLO-Italija: Tuning of vibrational signals emitted by vectors of phytoplasma grapevine diseases with host plants: potential for an alternative approach of pest management.

**14. Vključenost v projekte za uporabnike, ki v so obdobju trajanja raziskovalnega programa (1. 1. 2009 – 31. 12. 2013), potekali izven financiranja ARRS<sup>16</sup>**

SLO

Vpliv krokarja na populacije domačih živali (Ministrstvo RS za kmetijstvo in prehrano; 2010-2011) (40 000 EURO; vodja D. TOME)  
 Atlas ptic mesta Ljubljane (Mestna občina Ljubljana; 2009-2010) (120.000 EURO; vodja D. TOME)  
 Monitoring hroščev varstveno pomembnih vrst hroščev (Ministrstvo RS za kmetijstvo in okolje, 2009) (45 000 EURO; vodja A. VREZEC)  
 Monitoring hroščev varstveno pomembnih vrst hroščev (Ministrstvo RS za kmetijstvo in okolje, 2010) (48 000 EURO; vodja A. VREZEC)  
 Monitoring hroščev varstveno pomembnih vrst hroščev (Ministrstvo RS za kmetijstvo in okolje, 2011) (52 000 EURO; vodja A. VREZEC)  
 Monitoring hroščev varstveno pomembnih vrst hroščev (Ministrstvo RS za kmetijstvo in okolje, 2012) (62 000 EURO; vodja A. VREZEC)  
 Monitoring vodnjakov v vodarni Kleče in Brest na prisotnost podzemne favne (projekt za VOKA, 2012-2013) (4500 EURO; vodja A. BRANCELJ)  
 Strokovne podlage za pripravo načrta upravljanja s populacijami ptic (Krajinski park Ljubljansko barje; 2012) (12 000 EURO; vodja D. TOME)  
 Favna hroščev evropskega varstvenega pomena v krajinskem parku Tivoli, Rožnik in Šišenski hrib (financer: Mestna občina Ljubljana, pogodba št. 430268/20124) (12 500 EUR; vodja A. VREZEC)  
 Metabolična arhitektura – umetniški projekt (financer: Aksioma – Zavod za sodobne umetnosti Ljubljana) (1940 EUR; vodja A. VREZEC)  
 Vzorčenje tujerodnega raka rdečeškarjevca (*Cherax quadricarinatus*) v mrtvici pri Prilipah (financer: Terme Čatež) (2200 EUR; vodja M. JAKLIČ)  
 CRP projekt V41103 (Ministrstvo RS za kmetijstvo in okolje, 2010-2013) (10.000 EURO; M. VIRANTDOBERLET, sodelavec)  
 CRP projekt V11129 (Ministrstvo RS za kmetijstvo in okolje, 2011-2014) (10.000 EURO; koordinator za NIB: D. BEVK)

**15. Ocena tehnološke zrelosti rezultatov programa in možnosti za njihovo implementacijo v praksi (točka ni namenjena raziskovalnim programom s področij humanističnih ved)**<sup>17</sup>

SLO

Temeljne raziskave vibracijske komunikacije ekonomsko pomembnih žuželk so posredovale tudi nujno potrebno osnovno znanje za razvoj alternativnih pristopov za nadzor žuželčnih škodljivcev. Trenutni izziv v svetu je najti primerne, okolju prijazne metode za zmanjšanje vnosa škodljivih kemikalij v okolje. Integrirano varstvo pred škodljivci, ki temelji na preprečevanju parjenja, običajno vključuje uporabo kemičnih signalov (feromonov), vendar se večina žuželčnih škodljivcev v času parjenja sporazumeva ali izključno z vibracijskimi signali ali pa v kombinaciji s feromoni. Prekinjanje parjenja s predvajanjem posnetih vibracijskih signalov s pomočjo zbujevalnikov vibracij je popolnoma nov pristop in kot prvi v svetu smo temeljna spoznanja na tem področju prenesli tudi v prakso. Čeprav sam raziskovalni program v osnovi ni bil tehnološko zastavljen, so sodelavci programa v sodelovanju s partnerji iz

Italije tak pristop poskusno že aplicirali v vinogradu. Prekinjanje parjenja s predvajanjem posnetih vibracijskih signalov je pristop, primeren tudi za uporabo v rastlinjakih. Tržni uporabniki so vsi tisti pridelovalci, pri katerih je uporaba insekticidov še posebej nezaželena (npr. vinogradniki, ekološki pridelovalci). Dodane vrednosti ni mogoče oceniti, saj gre za popolnoma nov pristop in izdelek, ki ga še ni na trgu.

**16. Ocenite, ali bi doseženi rezultati v okviru programa lahko vodili do ustanovitve spin-off podjetja, kolikšen finančni vložek bi zahteval ta korak ter kakšno infrastrukturo in opremo bi potrebovali**

možnost ustanovitve spin-off podjetja	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
potrebni finančni vložek	1.000 000 EURO
ocena potrebne infrastrukture in opreme <sup>18</sup>	Spin-off podjetje na področju alternativnih pristopov za nadzor žuželčnih škodljivcev, ki temeljijo na detekciji ter uporabi vibracijskih signalov za prekinjanje parjenja v svetu še ne obstaja, ker gre za povsem nov pristop. Potrebna infrastruktura bi vključevala rastlinjake, gojilnico živali, merilnice za lasersko vibrometrijo, elektrotehnično in strojno delavnico ter pisarne. Najdražji potrebni del opreme bi bili prenosni in stacionarni laserski vibrometri.

**17. Izjemni dosežek v 2013<sup>19</sup>**

**17.1. Izjemni znanstveni dosežek**

POLAJNAR, J., SVENŠEK, D., ČOKL, A.. Resonance in herbaceous plant stems as a factor in vibrational communication of pentatomid bugs (Heteroptera: Pentatomidae). Journal of the Royal Society interface, 2012, vol. 9, no. 73, str. 1898-1907. [COBISS.SI-ID 2502735],

V letu 2012 je bil objavljen v reviji A'' članek o interakciji med medijem (rastlino) in oddajnikom vibracijskega signala (žuželka). Avtorji so dokazali na modelu oddajnika (stenica vrste *Nezara viridula*) in zelene rastline, da je resonanca rastline razlog za ne-monotono spreminjanje amplitude signala z večanjem razdalje do vira med transmisijo po stebelu. Redno ponavljajoči se vrhovi minimalnih in maksimalnih amplitud signal frekvence okrog 100 Hz ter njegovo šibko slabenje med prenosom po rastlini omogočajo komunikacijo preko nje na več metrih razdalje. Delo predstavlja izjemen dosežek na področju razumevanja biofizikalnih pojavov med rastlino in žuželko v času komuniciranja preko podlage.

**17.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek**

Odkrivanje vodnih skrivnosti Krasa. Primorske novice (Slovenija), str. 10; 2.10.2013.

Sodelavci skupine EKO na NIBu so predstavil izsledke raziskav v okviru projekta Hydrokarst-Kraški vodonosnik kot strateški čezmejni vodni vir širši javnosti na konferenci NEXT, ki je potekala od 27.-28.9.2013 v Trstu. V projektu se izvajajo hidrogeološke in biološke raziskave podzemnih voda čezmejnega vodonosnika Reka/Timava. Na stojnici so bile predstavljene podzemne živali, ki živijo na tem območju, od človeške ribice do raznovrstnih rakov in podzemnih vodnih polžev. Pojasnila se je tudi vloga teh živali v vodonosniku (samočistilni procesi) ter predstavilo njihovo življenjsko okolje. Poudarjal se je koncept, da veliko število vodnih živali pomeni čisto pitno vodo. Zanimanje obiskovalcev je bilo izjemno. Stojnico so si ogledali tako starejši obiskovalci kot tudi šolske skupine.

**C. IZJAVE**

Podpisani izjavljam/o, da:

- so vsi podatki, ki jih navajamo v poročilu, resnični in točni
- se strinjamo z obdelavo podatkov v skladu z zakonodajo o varstvu osebnih podatkov za potrebe ocenjevanja in obdelavo teh podatkov za evidence ARRS
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v papirnati obliki
- so z vsebino poročila seznanjeni in se strinjajo vsi izvajalci raziskovalnega programa

**Podpisi:**

*zastopnik oz. pooblaščen oseba JRO  
in/ali RO s koncesijo:*

in

*vodja raziskovalnega programa:*

Nacionalni inštitut za biologijo

Anton Brancelj

**ŽIG**

Kraj in datum: 

Ljubljana	11.4.2014
-----------	-----------

**Oznaka prijave: ARRS-RPROG-ZP-2014/12**

<sup>1</sup> Napišite povzetek raziskovalnega programa v slovenskem jeziku (največ 3.000 znakov vključno s presledki – približno pol strani, velikost pisave 11) in angleškem jeziku (največ 3.000 znakov vključno s presledki – približno pol strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>2</sup> Napišite kratko vsebinsko poročilo, v katerem predstavite raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja, rezultate in učinke raziskovalnega programa in njihovo uporabo ter sodelovanje s tujimi partnerji. Največ 12.000 znakov vključno s presledki (približno dve strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>3</sup> Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>4</sup> V primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa dela raziskovalnega programa, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega programa oziroma v primeru sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave programske skupine v zadnjem letu izvajanja raziskovalnega programa, napišite obrazložitev. V primeru, da sprememb ni bilo, to navedite. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>5</sup> Navedite znanstvene dosežke (največ pet), ki so nastali v okviru tega programa. Raziskovalni dosežek iz obdobja izvajanja programa (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A" ali A'. [Nazaj](#)

<sup>6</sup> Navedite družbeno-ekonomske dosežke (največ pet), ki so nastali v okviru tega programa. Družbeno-ekonomski dosežek iz obdobja izvajanja programa (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A" ali A'.

Družbeno-ekonomski dosežek je po svoji strukturi drugačen kot znanstveni dosežek. Povzetek znanstvenega dosežka je praviloma povzetek bibliografske enote (članka, knjige), v kateri je dosežek objavljen.

Povzetek družbeno-ekonomskega dosežka praviloma ni povzetek bibliografske enote, ki ta dosežek dokumentira, ker je dosežek sklop več rezultatov raziskovanja, ki je lahko dokumentiran v različnih bibliografskih enotah. COBISS ID zato ni enoznačen, izjemoma pa ga lahko tudi ni (npr. prehod mlajših sodelavcev v gospodarstvo na pomembnih raziskovalnih nalogah, ali ustanovitev podjetja kot rezultat programa ... - v obeh primerih ni COBISS ID). [Nazaj](#)

<sup>7</sup> Navedite rezultate raziskovalnega programa iz obdobja izvajanja programa (do oddaje zaključnega poročila) v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 6 in 7 (npr. ker se ga v sistemu COBISS ne vodi). Največ 2.000 znakov vključno s presledki (približno 1/3 strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>8</sup> Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://sicris.izum.si/> za posamezen program, ki je predmet poročanja. [Nazaj](#)

<sup>9</sup> Največ 4.000 znakov vključno s presledki. [Nazaj](#)

<sup>10</sup> Največ 4.000 znakov vključno s presledki. [Nazaj](#)

<sup>11</sup> Upoštevajo se le tiste diplome, magisteriji znanosti in doktorati znanosti (zaključene/i v obdobju 1. 1. 2009 – 31.

12. 2013), pri katerih so kot mentorji sodelovali člani programske skupine. [Nazaj](#)

<sup>12</sup> Vpišite število opravljenih diplom v času trajanja raziskovalnega programa glede na vrsto usposabljanja. [Nazaj](#)

<sup>13</sup> Vpišite šifro raziskovalca in/ali ime in priimek osebe, ki je v času trajanja raziskovalnega programa pridobila naziv magister znanosti in/ali doktor znanosti ter označite doseženo izobrazbo. V primeru, da se je oseba usposabljala po programu Mladi raziskovalci, označite MR. [Nazaj](#)

<sup>14</sup> Za mlade raziskovalce, ki ste jih navedli v tabeli 11.2. točke (usposabljanje so uspešno zaključili v obdobju od 1. 1. 2009 do 31. 12. 2013), ustrezno označite, kje so se zaposlili po zaključenem usposabljanju. [Nazaj](#)

<sup>15</sup> Navedite naslove projektov in ime člana programske skupine, ki je bil vodja/koordinator navedenega projekta. Točko izpolnijo tudi izvajalci raziskovalnega programa, prejemniki sredstev iz naslova dodatnega letnega sofinanciranja raziskovalnega programa zaradi mednarodnega sodelovanja (sodelovanja v projektih okvirnih programov Evropske unije). Izvajalec, ki je na podlagi pogodbe prejel sredstva iz navedenega naslova, vsebinsko opiše porabo prejetih sredstev za financiranje stroškov blaga in storitev ter amortizacije, nastalih pri izvajanju tega raziskovalnega programa. V primeru, da so bili v okviru raziskovalnega programa prejemniki sredstev različni izvajalci, vsak pripravi vsebinsko poročilo za svoj delež pogodbenih sredstev. Vodja raziskovalnega programa poskrbi, da je vsebinsko poročilo, ločeno za vsakega izvajalca, vključeno v navedeno točko poročila. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>16</sup> Navedite naslove projektov, ki ne sodijo v okvir financiranja ARRS (npr: industrijski projekti, projekti za druge naročnike, državno upravo, občine idr.) in ime člana programske skupine, ki je bil vodja/koordinator navedenega projekta. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>17</sup> Opišite možnosti za uporabo rezultatov v praksi. Opišite izdelke oziroma tehnologijo in potencialne trge oziroma tržne niše, v katere sodijo. Ocenite dodano vrednost izdelkov, katerih osnova je znanje, razvito v okviru programa oziroma dodano vrednost na zaposlenega, če jo je mogoče oceniti (npr. v primerih, ko je rezultat izboljšava obstoječih tehnologij oziroma izdelkov). Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>18</sup> Največ 1.000 znakov vključno s presledki (približno 1/6 strani, velikost pisave 11) [Nazaj](#)

<sup>19</sup> Navedite en izjemni znanstveni dosežek in/ali en izjemni družbeno-ekonomski dosežek raziskovalnega programa v letu 2013 (največ 1000 znakov, vključno s presledki, velikost pisave 11). Za dosežek pripravite diapozitiv, ki vsebuje sliko ali drugo slikovno gradivo v zvezi z izjemnim dosežkom (velikost pisave najmanj 16, približno pol strani) in opis izjemnega dosežka (velikost pisave 12, približno pol strani). Diapozitiv/-a priložite kot priponko/-i k temu poročilu. Vzorec diapozitiva je objavljen na spletni strani ARRS <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/>, predstavitev dosežkov za pretekla leta pa so objavljena na spletni strani <http://www.arrs.gov.si/sl/analize/dosez/>. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-RPROG-ZP/2014 v1.00a

A6-69-14-EB-E9-B0-01-5E-C1-DE-64-D5-A2-C2-A2-25-51-D3-5C-72

## **Priloga 1**

# NARAVOSLOVJE

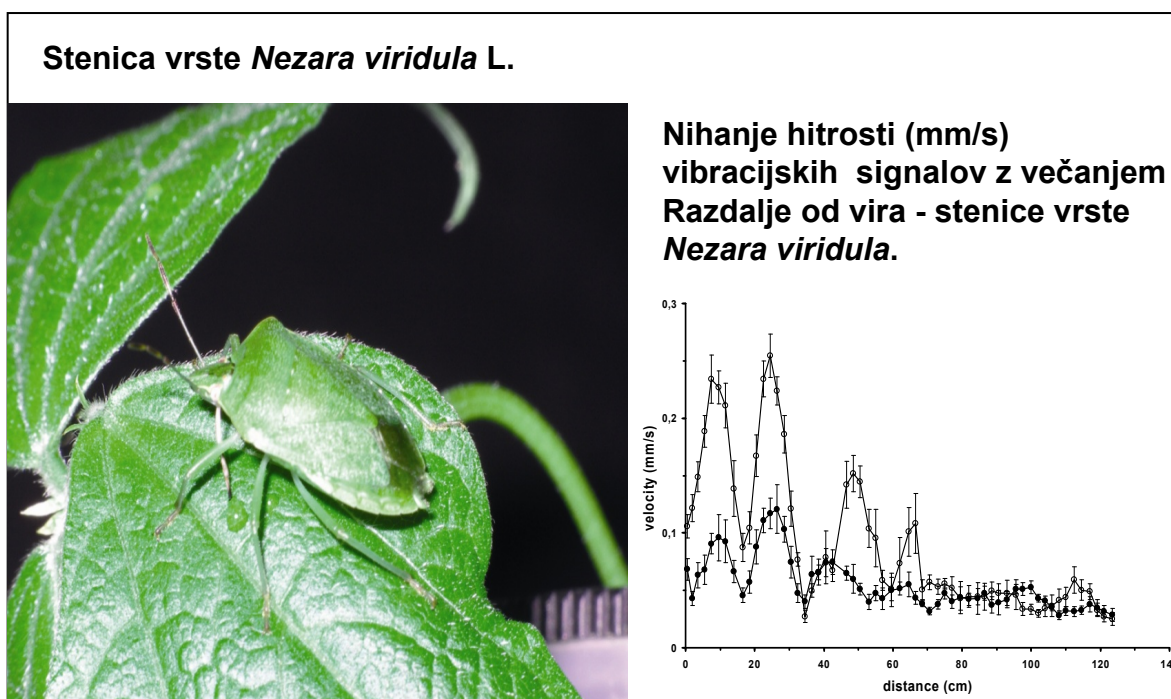
Področje: 1.03 – Biologija

Dosežek1

Vir: POLAJNAR, Jernej, SVENŠEK, Daniel, ČOKL, Andrej. Resonance in herbaceous plant stems as a factor in vibrational communication of pentatomid bugs (Heteroptera: Pentatomidae). *Journal of the Royal Society interface*, 2012, vol. 9, no. 73, str. 1898-1907.

<http://dx.doi.org/10.1098/rsif.2011.0770>, doi: [10.1098/rsif.2011.0770](https://doi.org/10.1098/rsif.2011.0770).

[COBISS.SI-ID [2502735](https://www.cobiss.si/id/2502735)],



V letu 2012 je bil objavljen v reviji najvišjega ranga (A'' po tipologiji ARRS) članek o interakciji med medijem (rastlino) in oddajnikom vibracijskega signala (žuželka). Avtorji so dokazali na modelu oddajnika (stenica vrste *Nezara viridula*, slika desno) in zelene rastline, da je resonanca rastline razlog za ne-monotono spreminjanje amplitude signala z večanjem razdalje do vira med transmisijo po stebelu. Redno ponavljajoči se vrhovi minimalnih in maksimalnih amplitud signala (slika desno) frekvence okrog 100 Hz ter njegovo šibko slabenje med prenosom po rastlini omogočajo komunikacijo preko nje na več metrih razdalje. To delo predstavlja izjemen dosežek na področju razumevanja biofizikalnih pojavov med rastlino in žuželko v času komuniciranja preko podlage.



## **Priloga 2**

## NARAVOSLOVJE

Področje: 1.03 – Biologija

Dosežek 2: socio-ekonomski dosežek

Vir: Odkrivanje vodnih skrivnosti Krasa. Primorske novice (Slovenija), str. 10; 2.10.2013.



Sodelavci skupine EKO na NIBu so predstavil izsledke raziskav v okviru projekta **Hydrokarst- Kraški vodonosnik kot strateški čezmejni vodni vir** širši javnosti na konferenci NEXT, ki je potekala od 27.-28.9.2013 v Trstu. V projektu se izvajajo hidrogeološke in biološke raziskave podzemnih voda čezmejnega vodonosnika Reka/Timava. Na stojnici so bile predstavljene podzemne živali, ki živijo na tem območju, od človeške ribice do raznovrstnih rakov in podzemnih vodnih polžev. Pojasnila se je tudi vloga teh živali v vodonosniku (samočistilni procesi) ter predstavilo njihovo življenjsko okolje. Poudarjal se je koncept, da veliko število vodnih živali pomeni čisto pitno vodo. Zanimanje obiskovalcev je bilo izjemno. Stojnico so si ogledali tako starejši obiskovalci kot tudi šolske skupine.

Odzvali so se tudi mediji, saj je bil 2.10.2013 v Primorskih novicah objavljen daljši prispevek o dejavnostih, ki se odvijajo v okviru projekta **Hydrokarst**. Posebej je bilo izpostavljeno tudi delo raziskovalcev z NIB-a.