



UNIVERZITET U NOVOM SADU
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET
DEPARTMAN ZA BIOLOGIJU
I EKOLOGIJU



Sonja Mudri-Stojnić

**Distribucija i dinamika populacija najznačajnijih grupa
polinatora u agroekosistemima Vojvodine**

-doktorska disertacija-

Novi Sad, 2018

Zahvalnica

Zahvaljujem se mentoru, dr Anti Vujiću, redovnom profesoru PMF-a u Novom Sadu, koji me je angažovao na projektu "Status and Trends of European Pollinators" i time mi omogućio da se bavim ovom aktuelnom i zanimljivom temom, kao i na stručnim savetima i sugestijama tokom izrade doktorske disertacije.

Ogromnu zahvalnost dugujem prof. dr Ljubiši Stanisavljeviću, redovnom profesoru Biološkog fakulteta u Beogradu, na stručnim savetima, sugestijama tokom izrade doktorske disertacije, kao i na konačnom oblikovanju ove teze.

Veliko hvala dr Zorici Nedeljković, naučnom saradniku Instituta BioSens, Novi Sad, na determinaciji osolikih muva i na korisnim sugestijama koje su poboljšale kvalitet ove doktorske disertacije.

Zahvaljujem se prof. dr Snežani Radenković, vanrednom profesoru PMF-a u Novom Sadu, na velikoj pomoći prilikom rada u laboratoriji, na prenešenom znanju i na korisnim i stručnim savetima prilikom izrade disertacije.

Zahvaljujem se Józanu Zsoltu na determinaciji Hymenoptera-Apiformes i na prvim smernicama za prepoznavanje taksonomskih karaktera pčela.

Zahvaljujem se kolegini Jeleni Knežević, koja mi je pružila pomoć na terenu i na determinisanju biljnog materijala.

Zahvaljujem se kolegama Dimitriju, Zlati, Andrijani i Zdravku na pomoći prilikom kartiranja tipova staništa na terenu i Dejanu Stojanoviću na obradi pomenutih podataka.

Veliko hvala kolegini Jeleni Ačanski i Vanji Andriću na tehničkoj i kreativnoj pomoći.

Zahvaljujem se svim kolegama iz laboratorije za zaštitu i proučavanje biodiverziteta na podršci.

Veliko hvala Marku Rućandu, Tijani Nikolić i Sonji Trifunov što su uvek bili tu kada mi je bilo potrebno i na bezgraničnoj podršci koju su mi pružili tokom doktorskih studija.

Ogromnu zahvalnost dugujem svojoj sestri Tatjani koja je uvek bila spremna da me sasluša i da dobar savet, roditeljima Mirjani i Jovgenu što su uvek verovali u mene, na ljubavi i pažnji koju mi nesebično pružaju i na materijalnoj podršci.

Zahvaljujem se Andrijani i Momiru koji su uvek bili spremni da pričuavaju Ivana.

Posebno se zahvaljujem Nikoli Stojniću čija ljubav, bezgranična podrška i razumevanje su mi olakšali da završim doktorsku disertaciju.

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
1.1 Ciljevi rada:	4
2. OPŠTI DEO	6
2.1 Opšte karakteristike adulta Anthophila (pčela)	9
2.1.1 Familija Colletidae: opšte morfološke karakteristike	20
2.1.2 Familija Andrenidae: opšte morfološke karakteristike	21
2.1.3 Familija Halictidae: opšte morfološke karakteristike	22
2.1.4 Familija Melittidae: opšte morfološke karakteristike	23
2.1.5 Familija Megachilidae: opšte morfološke karakteristike	25
2.1.6 Familija Apidae: opšte morfološke karakteristike	26
2.2 Opšte morfološke karakteristike osolikih muva	28
2.3 Medonosne pčele i oprašivanje poljoprivrednih kultura.....	32
2.4 Bumbari kao oprašivači	34
2.5 Divlje (solitarne) pčele kao oprašivači.....	36
2.6 Diptera: Syrphidae kao oprašivači.....	38
2.7 Dosadašnja istraživanja fauna Hymenoptera - Apiformes u Srbiji	40
3. MATERIJAL I METODE RADA	42
3.1 Materijal	43
3.2 Metode	44
3.2.1 Odabir staništa	46
3.2.2 Sakupljanje insekatskog materijala.....	54
3.2.2.1 Sakupljanje insekatskog materijala u polu-prirodnim stalištima (na stepskim fragmentima)	54
3.2.2.2 Sakupljanje insekatskog materijala u masovno-cvetajućoj kulturi	55
3.2.3 Cvetna pokrovnost i diverzitet biljnih vrsta na stepskim fragmentima	55
3.3 Statistička obrada podataka	56
3.3.1 Regresiona analiza lineranih mešovityh efekata, model I	56
3.3.2 Regresiona analiza lineranih mešovityh efekata, model II	57
3.3.3 Analiza razlika u sastavu i brojnosti vrsta i jedinki polinatora kroz sezone i lokalitete	58
3.3.4 Shannon-Wiener indeks diverziteta	60
4. REZULTATI	61
4.1 Pregled faune Hymenoptera - Apoidea: Anthophila i Diptera (Syrphidae) registrovanih u agroekosistemima	62
4.1.1 Prikaz zastupljenosti familija divljih polinatora reda Hymenoptera, na stepskim fragmentima	68
4.2 Diverzitet i gustina populacija insekata oprašivača na stepskim fragmentima	69
4.2.1 Zastupljenost vrsta polinatora na stepskim fragmentima.....	70
4.2.2 Zastupljenost jedinki polinatora na stepskim fragmentima	72
4.3 Sezonska dinamika polinatora na stepskim fragmentima sa prolećnim transektima	76
4.4 Shannon-Wiener-ov indeks diverziteta insekata oprašivača na stepskim fragmentima	80
4.5 Distribucija polinatora reda Hymenoptera – Apiformes - Anthophila na stepskim fragmentima	81
4.5.1 Distribucija familije Andrenidae	81
4.5.2 Distribucija familije Halictidae	82
4.5.3 Distribucija familije Megachilidae	85

4.5.4	Distribucija familije Colletidae	86
4.5.5	Distribucija familije Melittidae	87
4.5.6	Distribucija familije Apidae	88
4.5.7	Status ugroženosti zabeleženih vrsta	90
4.6	Distribucija polinatora reda Diptera: Syrphidae na stepskim fragmentima	92
4.7	Sastav i brojnost insekata oprašivača u poljima suncokreta (<i>H. annuus</i> L.).....	93
4.7.1	Uticaj udela suncokreta i udela polu-prirodnih staništa u predelu na sastav i brojnost polinatora u suncokretu.....	96
4.8	Korelacije sastava i brojnosti insekata oprašivača u stepskim fragmentima sa udelom suncokreta u predelu po sezonama	97
4.9	Testiranje hipoteze da suncokret svojim obimnim cvetanjem privlači insekte oprašivače u predeo i na polu-prirodna staništa ili odvlači sa polu-prirodnih staništa ..	100
4.9.1	Man-Vitnjev U-test za nezavisne uzorke	100
4.9.2	Vilkoksonov test sume rangova za lokalitete koji imaju visok udeo suncokreta u predelu, prelivanje polinatora, razlike u sastavu i brojnosti polinatora tokom i nakon cvetanja suncokreta	102
4.10	Uticaj karakteristike predela: udeo polu-prirodnih staništa na sastav i brojnost insekata oprašivača u stepskim fragmentima	105
4.10.1	Koeficijenti korelacije udela polu-prirodnih staništa na sastav i brojnost polinatora u stepskim fragmentima	106
4.10.2	Korelacije sastava i brojnosti insekata i karakteristika prostora: veličina i udaljenost sledećeg stepskog fraagmenta	107
4.11	Korelacije sastava i brojnosti insekata na stepskim fragmentima sa cvetnom pokrovnošću u sve tri sezone	108
4.11.1	Uticaj cvetne pokrovnosti na transektu, kao i ukupne cvetne pokrovnosti stepskog fragmenta, na sastav i brojnost polinatora u stepskom fragmentu	110
4.11.2	Korelacije sastava i brojnosti insekata i broja vrsta biljaka u cvetu u tri godine.....	113
4.12	Regresiona analiza lineranih mešovutih efekata, sastav i brojnost polinatora na svim lokalitetima sve tri sezone u odnosu na udeo suncokreta, udeo polu-prirodnih staništa i udeo cvetne pokrovnosti	114
4.13	Regresiona analiza lineranih mešovutih efekata, sastav i brojnost polinatora na svim lokalitetima sve tri sezone u odnosu na heterogenost predela, veličinu stepskog fragmenta, cvetnu pokrovnost na transektu i celog polu-prirodnog staništa.....	122
5.	DISKUSIJA	130
5.1	Diverzitet faune Hymenoptera - Apiformes i Diptera (Syrphidae) u agroekosistemima Vojvodine	131
5.2	Shannon-Wiener-ov indeks diverziteta.....	133
5.3	Raspored i zastupljenost vrsta i jedinki polinatora na stepskim fragmentima	134
5.4	Vremenska (sezonska) distribucija i dinamika polinatora na stepskim fragmentima.....	136
5.5	Prostorna distribucija polinatora na stepskim fragmentima u okviru agroekosistema.....	138
5.6	Fauna insekata oprašivača u suncokretu	140
5.7	Korelacije sastava i brojnosti insekata oprašivača u suncokretu i u stepskim fragmentima sa udelom suncokreta i polu-prirodnih staništa u predelu	143
5.8	Razlike u sastavu i brojnosti polinatora na stepskim fragmentima sa visokim i sa niskim udelom suncokreta u predelu.....	145
5.9	Prelivanje polinatora sa masovno cvetajuće kulture na polu-prirodno stanište ..	146

5.10	Uticaj predela na sastav i brojnost polinatora	147
5.11	Uticaj cvetne pokrovnosti transeka i celog stepskog fragmenta	149
5.12	Modeli regresionih analiza linearnih mešovutih efekata	150
6.	ZAKLJUČAK	153
7.	PRILOG	158
7.1	Prilog 1. Raspored vrsta i jedinki polinatora po stepskim fragmentima	159
7.2	Prilog 2. Heterogenost predela	165
7.3	Prilog 3. Spisak vrsta biljaka, registrovanih na stepskim fragmentima	167
8.	LITERATURA	171

LISTA ILUSTRACIJA

Slika 1. Morfološka razlika pronotuma predstavnika Apoidea i Vespoidea.....	7
Slika 2. Morfološka građa glave adulta Apiformes, najvažnije karakteristike.....	9
Slika 3. Glava adulta Apiformes frontalno.....	10
Slika 4. Proboscis dugo-jezičnih pčela	11
Slika 5. Proboscis kratko-jezičnih pčela	11
Slika 6. Thorax adulta pčele, lateralno.....	13
Slika 7. Thorax adulta pčele, dorsalno	13
Slika 8. Lateralno thorax, episternalni žljeb.....	14
Slika 9. Krila a, ćelije na prednjim krilima b, ćelije na zadnjim krilima	14
Slika 10. Nervatura krila	15
Slika 11. Zadnje noge ženke.....	16
Slika 12. Građa metasome mužjaka, lateralno	17
Slika 13. Vrh metasome ženki, pigidijalni plato, pigidijalna fimbrija i prepigidijalna fimbrija.....	17
Slika 14. Vrh metasome ženke <i>Halictus ferinosus</i> Smith, aparat za bodenje	18
Slika 15. Građa genitalija mužjaka	19
Slika 16. Struktura računasto deljenog jezika (glossa) Colletidae	20
Slika 17. Glava adulta Andrenidae, lice <i>Andrena mimetica</i> (Cockerell)	21
Slika 18. Razlike u obliku vršnog dela marginalne ćelije na prednjim krilima Andrenidae.....	21
Slika 19. Krila predstavnika Halictinae, zakrivljenje bazalne vene na prednjim krilima.....	23
Slika 20. Prozirne tegule, <i>Pseudoapis</i>	23
Slika 21. Usni aparat predstavnika familije Mellitidae; kratak špicast jezik (<i>glossa</i>).....	24
Slika 22. <i>Scopa</i> za sakupljanje polena na donjoj strani abdomena kod predstavnika Familija Megachilidae.....	25
Slika 23. Ispupčenje (grbica) na čelu <i>Lithurgus cornutus</i> Fabricius	26
Slika 24. Vrh zadnje tibije sa modifikacijama za sabijanje polena.....	27
Slika 25. Dorsalno, genitalije mužjaka <i>Apis mellifera</i> Linnaeus	28
Slika 26. Morfološka građa glave adultne jedinke podfamilije Eristalinae	29
Slika 27. Morfološka građa grudi adultne jedinke podfamilije Eristalinae	30
Slika 28. Morfološka građa krila pripadnika podfamilije Eristalinae.....	31
Slika 29. Morfološka građa abdomena pripadnika podfamilije Eristalinae.	32
Slika 30. Prikaz istraživanog područja.....	46
Slika 31. Struktura predela na lokalitetu L1 Kovilj.	47
Slika 32. Struktura predela na lokalitetu L2 Vilovo.	48
Slika 33. Struktura predela na lokalitetu L3 Kovilj.....	48
Slika 34. Struktura predela na lokalitetu L4 Jazak	48
Slika 35. Struktura predela na lokalitetu L5 Stejanovci.....	49
Slika 36. Struktura predela na lokalitetu L6 Budisava.....	49
Slika 37. Struktura predela na lokalitetu L7 Šajkaš.....	49
Slika 38. Struktura predela na lokalitetu L8 Đurđevo	50
Slika 39. Struktura predela na lokalitetu L9 Bešenovo.....	50
Slika 40. Struktura predela na lokalitetu L10 Čortanovci.....	50
Slika 41. Struktura predela na lokalitetu L11 Šuljam	51
Slika 42. Struktura predela na lokalitetu L12 Rivica.....	51
Slika 43. Struktura predela na lokalitetu L13 Krušedol.....	51
Slika 44. Struktura predela na lokalitetu L14 Neradin.....	52

Slika 45. Struktura predela na lokalitetu L15 Čenej.....	52
Slika 46. Struktura predela na lokalitetu L16 Neradin.....	52
Slika 47. Legenda klasifikacije (tipova) staništa.	53
Slika 48. Tumačenje grafičkog prikaza “box plot”.....	59
Slika 49. Zastupljenost familija reda Hymenoptera - Apiformes sve tri sezone	68
Slika 50. Udeo vrsta i jedinki polinatora na stepskim fragmentima, ukupno sve sezone	69
Slika 51. "Box plot" dijagram ukupnog broja vrsta polinatora na stepskim fragmentima	71
Slika 52. "Box plot" dijagram ukupnog broja jedinki na stepskim fragmentima.....	73
Slika 53. Prikaz zastupljenosti jedinki polinatora po lokalitetima (sve tri sezone)	74
Slika 54. "Box-plot" dijagram raspodele jedinki divljih pčela po sezonama	77
Slika 55. "Box-plot" dijagram raspodele jedinki medonosne pčele po sezonama.	77
Slika 56. "Box-plot" dijagram raspodele bumbara po sezonama	78
Slika 57. "Box-plot" dijagram raspodele jedinki osolikih muva po sezonama	78
Slika 58. Sezonska dinamika polinatora	79
Slika 59. Zastupljenost vrsta po IUCN kategorizaciji	91
Slika 60. Zastupljenost (%) jedinki polinatora u suncokretu	94
Slika 61. Razlike u brojnosti bumbara, osolikih muva, divljih pčela i medonosne pčele u odnosu na lokaciju transektu u suncokretu.....	96
Slika 62. Korelacija jedinki bumbara u suncokretu sa udelom suncokreta i polu-prirodnih staništa u predelu	97
Slika 63. Uticaj udela suncokreta na broj jedinki medonosnih pčela u stepskom fragmentu ...	99
Slika 64. Uticaj % zastupljenosti suncokreta na sastav i brojnost bumbara u polu-prirodnom staništu	99
Slika 65. Korelacija heterogenosti predela i diverziteta polinatora na stepskim fragmentima	105
Slika 66. Prikaz korelacija cvetne pokrovnosti sa jedinkama i vrstama osolikih muva i broja vrsta bumbara.....	111
Slika 67. Korelacija broja vrsta osolikih muva i vrsta biljaka u cvetu	113

Slika P 1. Zastupljenost vrsta i jedinki polinatora na stepskim fragmentima, pojedinačno po sezonama.....	168
Slika P 2. Prikaz zastupljenosti vrsta divljih pčela, bumbara i osolikih muva po lokalitetima.....	170
Slika P 3. Distribucija i dinamika polinatora po lokalitetima (1-16) i po sezonama.....	171
Slika P 4. Razlike u broju vrsta na lokalitetima sa visokim udelom suncokreta i na lokalitetima sa niskim udelom suncokreta u predelu, za svaku grupu polinatora.....	173

LISTA TABELA

Tabela 1. Spisak lokaliteta (stepskih fragmenata, odnosno polu-prirodnih staništa), koordinate i površina na kojima je vršeno istraživanje	44
Tabela 2. Spisak lokaliteta masovno – cvetajućih kultura (MCK), koordinate i površina za sve tri sezone.	45
Tabela 3. Prikaz vrsta reda Hymenoptera - Apoidea registrovanih u agroekosistemima Vojvodine	63
Tabela 4. Prikaz vrsta Diptera: Syrphidae, registrovanih u agroekosistemima Vojvodine	67
Tabela 5. Prikaz ukupnog broja jedinki i vrsta u agrosistemima Vojvodine	67
Tabela 6. Zastupljenost familija Hymenoptera Apiformes po sezonama	68
Tabela 7. Zastupljenost vrsta i jedinki polinatora, po sezonama na stepskim fragmentima	69
Tabela 8. Zastupljenosti vrsta solitarnih pčela, bumbara i osolikih muva u ukupnom uzurku.....	70
Tabela 9. Zastupljenosti jedinki divljih pčela, bumbara, osolikih muva i medonosnih pčela u ukupnom uzurku.	72
Tabela 10. Raspored brojnosti jedinki sve četiri grupe polinatora po sezonama (2011-2013. godine).....	75
Tabela 11. Razlike brojnosti solitarnih pčela, bumbara, osolikih muva i Apis mellifera u tri sezone (2011., 2012. i 2013.)	76
Tabela 12. Prikaz vrednosti Shannon-Wiener-ovog indexa diverziteta (H), ukupnog broja registrovanih vrsta (S) i ukupani broj jedinki svake vrste ($\sum Ni$).....	80
Tabela 13. Distribucija rodova, vrsta i jedinki iz familije Andrenidae na stepskim fragmentima.....	81
Tabela 14. Distribucija rodova, vrsta i jedinki iz familije Halictidae na stepskim fragmentima.....	83
Tabela 15. Distribucija rodova, vrsta i jedinki iz familije Megachilidae na stepskim fragmentima.....	85
Tabela 16. Distribucija rodova, vrsta i jedinki iz familije Colletidae na stepskim fragmentima.....	87
Tabela 17. Distribucija rodova, vrsta i jedinki iz familije Melittidae na stepskim fragmentima.....	87
Tabela 18. Distribucija rodova, vrsta i jedinki iz familije Apidae na stepskim fragmentima. ...	88
Tabela 19. Distribucija rodova, vrsta i jedinki osolikih muva Diptera: Syrphidae na stepskim fragmentima.	92
Tabela 20. Vrste polinatora registrovane na poljima suncokreta	93
Tabela 21. Jedinke i vrste polinatora u suncokretu pojedinačno po sezonama	95
Tabela 22. Broj jedinki polinatora na rubu i u centru suncokreta	95
Tabela 23. Koeficijenti korelacije između sastava i brojnosti insekata u stepskom fragmentu i procenta suncokreta u okruženju, pojedinačno po godinama ,	98
Tabela 24. Razlike u sastavu i brojnosti insekata između lokaliteta koji u svom okruženju imaju visok i lokaliteta koji imaju nizak procenat suncokreta	101
Tabela 25. Razlike u sastavu i brojnosti insekata u 2011. godini tokom cvetanja suncokreta i nakon cvetanja suncokreta	102
Tabela 26. Razlike u sastavu i brojnosti insekata u 2012. godini tokom cvetanja suncokreta i nakon cvetanja suncokreta	103
Tabela 27. Razlike u sastavu i brojnosti insekata u 2013. godini tokom cvetanja suncokreta i nakon cvetanja suncokreta	104
Tabela 28. Koeficijenti korelacije između sastava i brojnosti insekata u stepskim fragmentima i udela polu-prirodnih tipova staništa u predelu, pojedinačno po godinama.	106

Tabela 29. Koeficijenti korelacije između sastava i brojnosti insekata u stepskom fragmentu i karakteristika prostora, pojedinačno po godinama	107
Tabela 30. Vrednosti cvetne pokrovnosti na transektu i celog stepskog fragmenta za svaki lokalitet, po sezonama.....	109
Tabela 31. Koeficijenti korelacije između sastava i brojnosti insekta u stepskom fragmentu i cvetne pokrovnosti transekta, pojedinačno po godinama	110
Tabela 32. Koeficijenti korelacije između sastava i brojnosti insekta u stepskom fragmentu i cvetne pokrovnosti stepskog fragmenta, pojedinačno po sezonama	112
Tabela 33. Koeficijenti korelacije između sastava i brojnosti insekta u stepskom fragmentu i broja vrsta biljaka u cvetu na transektu, pojedinačno po godinama	113
Tabela 34. Prikaz rezultata konačnog modela za jedinke divljih pčela.	114
Tabela 35. Prikaz rezultata konačnog modela za jedinike osolikih muva.	115
Tabela 36. Prikaz rezultata konačnog modela za jedinke bumbara.	116
Tabela 37. Prikaz rezultata konačnog modela za ukupan broj jedinki svih vrsta polinatora. .	117
Tabela 38. Prikaz rezultata konačnog modela za broj vrsta bumbara.....	118
Tabela 39. Prikaz rezultata konačnog modela za broj vrsta divljih pčela.	119
Tabela 40. Prikaz rezultata konačnog modela za broj vrsta osolikih muva.	120
Tabela 41. Prikaz rezultata konačnog modela za ukupan broj svih vrsta.	121
Tabela 42. Prikaz rezultata konačnog modela za broj jedinki divljih pčela.....	122
Tabela 43. Prikaz rezultata konačnog modela za broj jedinki bumbara.	123
Tabela 44. Prikaz rezultata konačnog modela za jedinke osolikih muva.	124
Tabela 45. Prikaz rezultata konačnog modela za ukupan broj jedinki sve četiri grupe polinatora.....	125
Tabela 46. Prikaz rezultata konačnog modela za broj vrsta bumbara.....	126
Tabela 47. Prikaz rezultata konačnog modela za broj vrsta osolikih muva.	127
Tabela 48. Prikaz rezultata konačnog modela za broj vrsta divljih pčela.	128
Tabela 49. Prikaz rezultata konačnog modela za ukupan broj vrsta sve četiri grupe polinatora.....	129

Tabela P1. Prikaz vrsta i jedinki polinatora po lokalitetima u periodu od 2011-2013. godine.

1. UVOD

Polinatori (oprašivači) su ključna komponenta za funkcionisanje i održavanje ekoloških procesa u terestričnim ekosistemima, budući da od njihove aktivnosti zavisi reprodukcija velikog broja entomofilnih vrsta biljaka (Potts i sar. 2009; González-Varo i sar. 2013) i poljoprivrednih kultura koje se koriste u ljudskoj ishrani (Klein i sar. 2007; Garibaldi i sar. 2013). Raznovrsnost oprašivača u ekosistemima je u direktnoj zavisnosti od raznovrsnosti biljaka u njima i obrnuto. Od svih životinja oprašivača, najznačajniju ulogu imaju insekti iz redova Hymenoptera, Lepidoptera, Coleoptera i Diptera (Nagamitsu i Inoue 1997; Abrol 2012). Pored široko poznate uloge medonosne pčele (*Apis mellifera* L.), veliki značaj u oprašivanju gajenih i divljih vrsta biljaka imaju divlje pčele (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila) (Michener 2007; Abrol 2012) i osolike muve (Diptera: Syrphidae) (Larson i sar. 2001). Zbog morfoloških prilagođenosti da sakupljaju polen, pčele se smatraju najefikasnijim i najznačajnijim oprašivačima. Među insektima oprašivačima, solitarne i socijalne vrste pčela obezbeđuju većinu oprašivanja, kako u prirodnim, tako i u poljoprivrednim ekosistemima. Mnoge poljoprivredne kulture zavise od insekata oprašivača, tako da gubitak usluge oprašivanja može imati velike negativne efekte (Klein i sar. 2007; Gallai i sar. 2009; Potts i sar. 2010; Eilers i sar. 2011). Zbog toga je neophodno obezbediti monitoring diverziteta i brojnosti insekata oprašivača.

Očuvanje i održivo korišćenje biodiverziteta je ključno za funkcionisanje svih ekosistemskih usluga koje se oslanjaju na biodiverzitet. Iako insekti čine veći deo globalnog i evropskog biodiverziteta, još uvek se relativno malo zna o distribuciji i veličini populacija nekih vrsta, a još manje se zna o njihovoj dinamici i posledicama ugrožavajućih faktora sa kojima se suočavaju. Nedostaci znanja, pogotovo o stanju i distribuciji mnogih evropskih insekata oprašivača ukazuju na potrebu za obuhvatnijim istraživanjima.

Posebnu pažnju naučne i šire javnosti izazvali su podaci o opadanju brojnosti populacija divljih i gajenih vrsta insekata oprašivača širom Evrope (Biesmeijer i sar. 2006; Kosior i sar. 2007; Potts i sar. 2009; Garibaldi i sar. 2011; González-Varo i sar. 2013; Breeze i sar. 2014). Utvrđeno je da paralelno sa njima opada i brojnost populacija entomofilnih vrsta biljaka koje od njih zavise (Biesmeijer i sar. 2006; Scheper i sar. 2014). Ovaj proces dovodi do ugrožavanja ekosistemske usluge oprašivanja, što ima negativne ekološke i ekonomske posledice, kroz uticaj na raznovrsnost biljaka, stabilnost ekosistema i proizvodnju hrane (Potts i sar. 2010). Usluga oprašivanja zavisi od gajenih i divljih populacija polinatora, koji su pogođeni nizom promena u životnoj sredini. Populacije, kako

divljih tako i domestifikovanih insekata oprašivača poljoprivrednih kultura i divljih biljaka, opadaju zabrinjavajućim trendom usled modernizacije poljoprivrede (Kremen i sar. 2002; Tschardtke i sar. 2005; Batáry i sar. 2011), prekomernog korišćenja pesticida (Gill i sar. 2012; Stanisavljević i sar. 2016), degradacije, fragmentacije i gubitka staništa za ishranu i gnežđenje (Larsen i sar 2005; Klein i sar 2007), napada parazita i bolesti (Potts i sar. 2010; Neumann i Carreck 2010; Stanisavljević i sar 2016), promena klime (González-Varo i sar. 2013) i prekomernog sakupljanja.

Površine pod kulturama zavisnim od oprašivača disproportionalno su porasle poslednjih godina, nagovešćujući da će potreba za uslugom oprašivanja značajno porasti u bliskoj budućnosti. Medonosna pčela ima dominantnu poziciju u komercijalnom oprašivanju, jer se najviše gaji u svetu. Sa druge strane, divlje pčele su takođe važni oprašivači (Free 1993; Roubik 1995; James i Pitts-Singer 2008; Obute 2010), a njihov doprinos je potcenjen zbog ograničenog uvida u ekologiju ovih vrsta. Nieto i sar. (2014) u saradnji sa međunarodnom unijom za zaštitu prirode IUCN, sastavljaju Evropsku Crvenu listu pčela, koja direktno ukazuje na neophodnost očuvanja najugroženijih vrsta pčela. Takođe je kreirana lista pčela zapadnog Paleartika (Kuhlmann i sar. 2016) koja se stalno dopunjuje u skladu sa najnovijim publikacijama, sadrži sinonime vrsta i podatke o distribuciji vrsta. Podaci o stanju polinatora u Srbiji još uvek nisu dovoljno ažurirani i pouzdani, naročito u poslednjih desetak godina (Stanisavljević 2012).

Obim i specifičnosti značaja Hymenoptera: Apoidea: Anthophila i Diptera: Syrphidae kao oprašivača u Srbiji i dalje je nedovoljno istražen. Pomenutoj problematici se ranije nije pridavao veliki značaj, jer je brojnost oprašivača u odnosu na brojnost entomofilnih biljaka bila manje ili više zadovoljavajuća. Imajući u vidu fundamentalni i praktični značaj navedenih vrsta i procesa, ovim istraživanjima doprineće se povećanju nivoa znanja o prisustvu vrsta polinatora Hymenoptera: Apoidea: Anthophila i Diptera: Syrphidae), njihovoj brojnosti i sezonskoj dinamici u agroekosistemima. Istraživanje diverziteta insekata oprašivača na globalnom i lokalnom nivou ukazuje na uticaj različitih predeonih karakteristika i načina korišćenja prostora na diverzitet insekata oprašivača, pa su ovi međuodnosi stavljeni u fokus istraživanja na prostoru južne Bačke i padina Fruške gore. Rezultati dobijeni u ovom radu doprinose boljem shvatanju složenih međuodnosa oprašivača i njihovih staništa. Na sastav i brojnost insekata oprašivača u agroekosistemu utiče udeo masovno cvetajućih kultura (suncokret, uljana repica, voćnjaci...) koje pružaju

obiman izvor hrane ali u kratkom vremenskom roku, zatim udeo polu-prirodnih staništa u predelu koji obezbeđuje mesta za gnežđenje, kao i cvetna pokrovnost prisutnih biljaka cvetnica na polu-prirodnim staništima. Ovi uticaji istraživani su u okviru međunarodnog evropskog FP 7 projekta „STEP“ („Status and Trends of European Pollinators” <http://www.step-project.net/>) paralelno u šest država Evrope, između ostalih i u Srbiji, čiji deo se prikazuje u ovoj disertaciji. Interakcije polinatora, distribucija i dinamika njihovih vrsta i jedinki na polu-prirodnim staništima i u poljima suncokreta, kao masovno cvetajućoj kulturi, varira u odnosu na period cvetanja poljoprivrednih kultura i divljih cvetnica na stepskim fragmentima. Različita fenologija gajenih i divljih entomofilnih biljaka dovodi do preliivanja polinatora sa jednog tipa staništa na drugi i utiče na raspored polinatora u predelu. Da bi se testirala pomenuta hipoteza, vršena su odgovarajuća istraživanja polinatora u predelima različite strukture i u različitim fenološkim fazama suncokreta i biljaka u cvetu na stepskim fragmentima. Analizirano je kako cvetna pokrovnost stepskog fragmenta, kao i diverzitet entomofilnih vrsta biljaka na njemu, udeo masovno cvetajućih kultura i polu-prirodnih staništa, kao i heterogenost predela određuju sastav i brojnost polinatora u agroekosistemu.

1.1 Ciljevi rada su da se utvrdi:

Cilj rada je da se utvrdi:

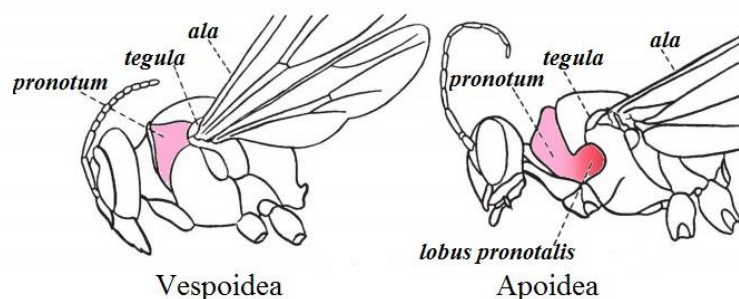
- Diverzitet i gustina populacija insekata oprašivača, reda Hymenoptera (Apoidea: Anthophila) i Diptera (Syrphidae) na suncokretu (*Helianthus annuus* L.), kao masovno cvetajućoj kulturi i na polu-prirodnim staništima u okviru agroekosistema Vojvodine.
- Praćenje promene distribucije i dinamike brojnosti insekata oprašivača po sezonama u agroekosistemima Vojvodine.
- Korelacija distribucije i dinamike insekata oprašivača na stepskim fragmentima u odnosu na procentualnu zastupljenost suncokreta i drugih masovno-cvetajućih kultura u predelu.
- Uticaj perioda cvetanja suncokreta na sastav i brojnost populacija bumbara, osolikih muva, solitarnih i medonosnih pčela na polu-prirodnim staništima. Testiranje hipoteze da suncokret svojim obimnim cvetanjem privlači insekte

oprašivače u predeo i na polu-prirodno stanište ili odvlači sa stepskog fragmenta na masovno cvetajuću kulturu-suncokret.

- Lokalni uticaj suncokreta - hipoteza "prelivanja" polinatora sa jednog tipa staništa na drugi, u zavisnosti od perioda cvetanja suncokreta, samo na lokalitetima koji imaju visok udeo masovno cvetajuće kulture u svom okruženju.
- Uticaj karakteristike predela: udeo polu-prirodnih staništa, heterogenost predela, veličina stepskog fragmenta, udaljenost sledećeg polu-prirodnog staništa, udaljenost sledećeg polja suncokreta u predelu, na sastav i brojnost insekata oprašivača u stepskim fragmentima.
- Uticaj cvetne pokrovnosti na transektu i celog stepskog fragmenta na diverzitet i gustinu populacija insekata polinatora.

2. OPŠTI DEO

Red Hymenoptera obuhvata oko 250.000 vrsta (Gauld i Bolton 1988) i podeljen je na dva podreda: Symphyta, u koje spadaju lisne ose i ose drvarice, i na Apocrita, ose uskog struka (Richards i Davies 1977; Gauld i Bolton 1988; Goulet i Huber 1993; Michener 2007). Podred Apocrita deli se na dve grupe: Parasitica, koju većim delom čine parazitske ose i Aculeata, koju obuhvataju prave ose, mravi (Formicidae) i pčele. Kod predstavnika Apocrita, prvi trbušni segment (*propodeum*) je spojen sa metatoraksom, što je jedinstvena morfološka karakteristika samo za ovu grupu insekata (Richards 1977). Kod Apocrita se između prvog i drugog abdominalnog segmenta nalazi petiolus (Michener 1944; Richards 1977), suženje u obliku drške, što insektu omogućuje da pomera abdomen nezavisno od toraksa. Superfamilija Aculeata se od drugih Apocrita razlikuje po modifikaciji legalice u žaoku. Pčele i sfekoidne ose zajedno čine superfamiliju Apoidea (Brothers 1975), koja sadrži oko 21.000 opisanih vrsta (O'Toole 1997), a najraznovrsnije su u neotropskoj oblasti (Linsley 1958; Radchenko i Pesenko 1994). Superfamilija Apoidea se može prepoznati po nizu morfoloških karakteristika. Najznačajnija odlika je izgled pronotuma koji se bočno završava jasno zaokruženim režnjem nedodirujući tegulu (Slika 1) (Brothers 1975).



Slika 1. Morfološka razlika pronotuma predstavnika Apoidea i Vespoidea.
<http://www.myrmecos.net/tag/hymenoptera/>

Morfološke karakteristike pčela, po kojima se razlikuju od sfekoidnih osa su: (1) prisustvo dlaka koje su perasto i račvasto granate, (2) zadnji basitarzusi su širi (spljošten *metabasitarsus*) od narednih tarzalnih segmenata (Gauld i Bolton 1988). Generalno, proboscis je duži od proboscisa kod većine sfekoidnih osa. Sedmi tergite je kod ženki membranozan, dok je kod srodnih Aculeata on sklerotizovani luk (Gauld i Bolton 1988). Dok su kod osa na distalnom kraju tibije prednjih nogu prisutna dva trnolika izraštaja, strigila (*malus strigilus*) od kojih je unutrašnji spljošten i u obliku lučnog žljeba u koji

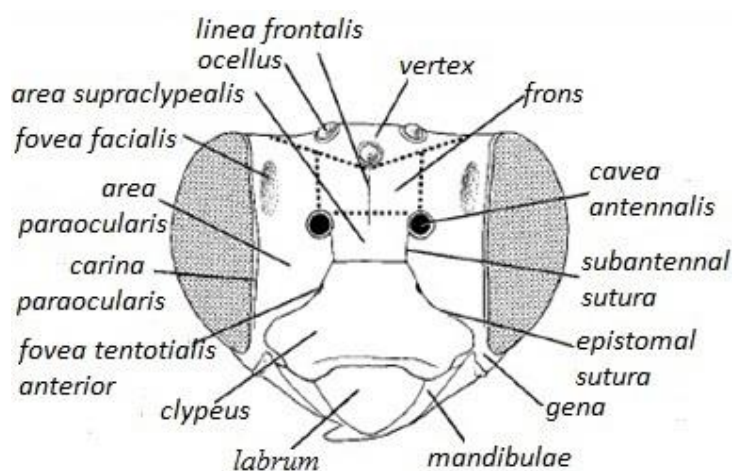
naleže antena kako bi bila očišćena, kod nekih vrsta pčela nedostaje, te one zadnje noge čiste trljajući jednu o drugu. Pretpostavlja se da ovo ponašanje ima veze sa nedostatkom strigila (*strigilis*). Dok se kod osa razvijaju četiri spermalne ćelije od svakog spermatoocita, kod pčela se razvija samo jedna spermalna ćelija. Sedmi i osmi sternit su modifikovani i sakriveni od strane šestog sternita (Goulet i Huber 1993). Skoro sve sfekoidne ose imaju zlatne ili srebrne dlake na donjem delu lica, usled čega sijaju na svetlosti. Pčele skoro nikada nemaju ovu osobinu (Michener 2007).

Stariji autori: Comstock (1924), Brothers (1975), Michener (1944, 1979) i Lomholdt (1982) su sfekoidne ose i pčele svrstavali u jednu superfamiliju. Zatim Gauld i Bolton (1988), Melo i Gonçalves (2005), prepoznaju samo dve glavne familije: Sphecidae i Apidae. Melo i Gonçalves (2005) su familiju pčela redukovali do subfamilije Apidae, a mnoge subfamilije do tribusa i subtribusa. Superfamilija Apoidea nosi ovakav naziv jer je grupa pčela mnogo brojnija od sfekoidnih osa. Superfamilija Apoidea je po Michener (2007) podeljena na dve grupe, od kojih je jedna parafiletička grupa, Sphecoformes, a druga je monofiletička grupa, Apoiformes. U okviru superfamilije Apoidea se nalaze pčele Anthophila kao i četiri familije sfekoidnih osa (Heterogynaidae, Ampulicidae, Sphecidae i Cabronidae) (Debevec i sar. 2012). Debevec i sar. 2012 su na osnovu molekularnih analiza posebno izdvojili grupu Anthophila koju čini sedam familija (Stenotritidae, Colletidae, Andrenidae, Halictidae, Melittidae, Megachilidae i Apidae). Za razliku od dosadašnjih molekularnih studija, Hedtke i sar. 2013 koristeći javne baze podataka o DNK sekvencama pčela koja obuhvata preko 1300 vrsta i preko 20 gena potvrđuju monofiletičko poreklo za sedam familija pčela Anthophila. Takođe analiziraju odnose između familija, subfamilija i tribusa.

Do sada je otkriveno oko 20.000 vrsta pčela (Michez i sar. 2012; Danforth i sar. 2013; Ascher i Pickering 2014). Fauna pčela je najbrojnija u aridnim i semiaridnim predelima umerenih i suptropskih zona (Stanisavljević 2000). Najraznovrsnija je u neotropskoj oblasti, zatim u nearktičkoj i palearktičkoj oblasti, etiopskoj oblasti, azijskoj oblasti, čak i na nadmorskoj visini od 5000 m (Podbolockaja 1988). U Evropi je do sada zabeleženo 1965 vrsta (Nieto i sar 2014), najveći diverzitet je u okviru familije Apidae (561 vrsta), a najmanji u okviru familije Melittidae (37 vrsta) (Nieto i sar 2014). Procenjuje se da u Evropi postoji 68 vrsta bumbara (Nieto i sar. 2014; Potts i sar. 2015).

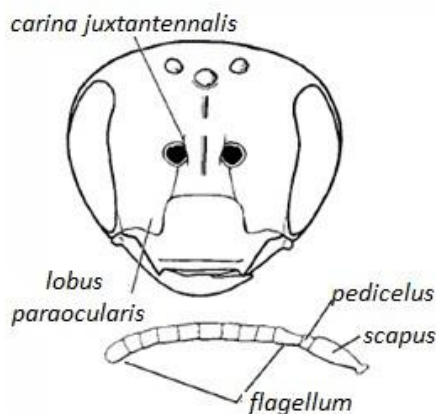
2.1 Opšte karakteristike adulta *Anthophila* (pčela)

Glava: lice je podeljeno na tri oblasti: paraokularni region, suprakliperalni region i teme-vertex. Na temenu glave (*vertex*) se nalaze tri prosta oka (*ocelli*) (Goulet i Huber 1993). Ispod ocela kod nekih vrsta postoji frontalna linija (*linea frontalis*) (Slika 2). Kod nekih vrsta se pored dva složena oka, prema paraokularnom delu, javlja paraokularna karina (*carina paraocularis*) i paraokularni rezanj (Slika 3). Na glavi se još nalaze dva udubljenja, koja se zovu *fovea frontalis*, i koja mogu biti prekrivena dlakama. Zatim dve antenalne čašice (*cavea antennalis*), a ispod njih se nastavljaju subantenalna udubljenja (*subantennal sutura*), koja se prostiru do klipeusa (*clypeus*) (Slika 2). Antene mogu biti končaste ili kolenkaste, sa različitim brojem segmenata. Neke vrste imaju jukstantenalnu karinu (*carina juxtantennalis*) sa unutrašnje strane antenalnih čašica (Slika 3). Oko klipeusa se nalazi epistomalni šav (*epistomal sutura*), sa anterionalno-tentorijalnim jamicama (*fovea tentotialis anterior*) (Slika 2) ili bez njih. Ispod klipeusa se nadovezuje gornja usna (*labrum*), a ispod obraz (*gena*), (koje se nalazi između oka i gornje vilice), počinju gornje vilice mandibule (*mandibulae*) (Mauss 1994; Amiet 1996; Michener 2007).



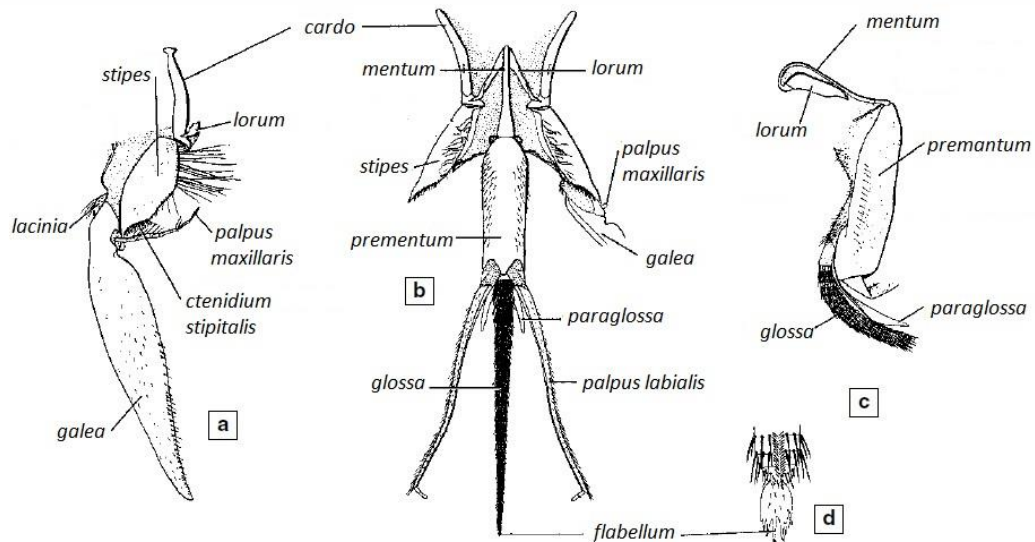
Slika 1. Morfološka građa glave adulta Apiformes, najvažnije karakteristike (Michener 2007).

Antene počinju iz antenalnih čašica (*cavea antennalis*) i sastoje se iz tri segmenta: *scapus*, *pedicelus* i biča *flagellum* (Slika 3). Bič (*flagellum*) se obično sastoji iz 12 segmenata (Goulet i Huber 1993; Mauss 1994). Nekad broj segmenata varira između polova. Skoro sve pčele imaju subantenalna udubljenja (*subantennal sutura*), proširenja koja se prostiru ispod svake antenalne čašice do epistomalnog šava (*epistomal sutura*).

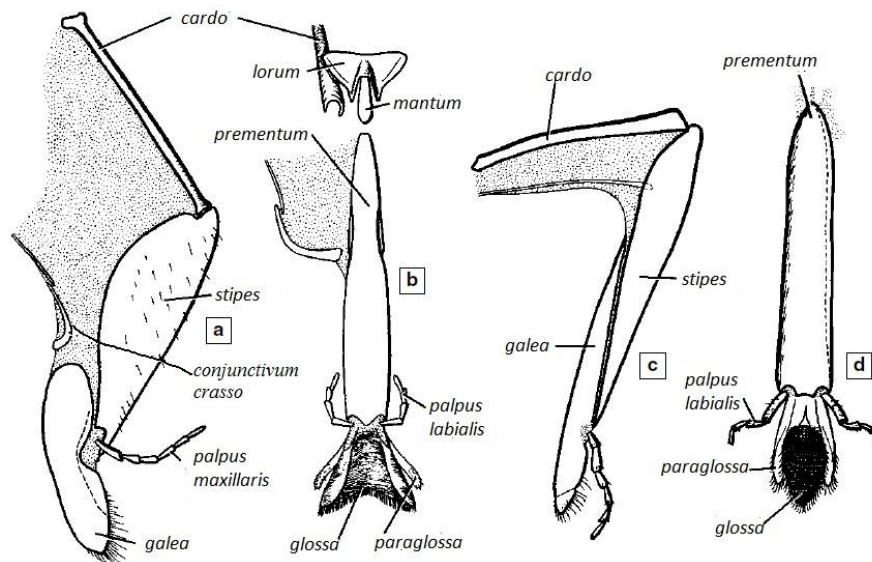


Slika 2. Glava adulta Apiformes frontalno sa strukturama koje nisu prikazane na slici 1 i delovi antena (Michener 2007).

Usni aparat: Građa usnog aparata prilagođena je za uzimanje nektara, srkanje i grickanje, kao i za izgradnju gnezda (Abrol 2012). Predstavnici superfamilije Apoidea se na osnovu dužine rilice (*proboscis*) dele u dve grupe: kratko-jezične pčele (Slika 5) koje obuhvataju: Colletidae, Andrenidae, Halictidae, Melittidae i na dugo-jezične pčele (Slika 4): Megachilidae i Apidae (Michener 1944). Navedena podela izvršena je na osnovu 109 morfoloških karaktera, kao i na osnovu molekularnih analiza, korišćenjem podataka iz pet gena (4229 nukleotidnih mesta) od strane Roig-Alsina i Michener (1993); Alexander i Michener (1995). Ostale karakteristike koje odvajaju skoro sve pčele dugog jezika od svih pčela kratkog jezika su utvrdili sledeći autori: Michener i Greenberg (1980), Roig-Alsina i Michener (1993), Alexander i Michener (1995), Laroca i sar. (1989). Kao što su gore navedeni autori istakli, izrazi kratko-jezične i dugo-jezične nisu uvek prikladni, budući da postoje “kratko-jezične” pčele sa dugom glosom (*glossa*), i “dugo jezične” pčele sa kratkom glosom (*glossa*). Kod nekih kratko-jezičnih pčela (Halictidae) su osnovni delovi proboscisa izduženi.



Slika 3. Proboscis dugo-jezičnih pčela: a, maxilla gledano sa spoljne strane; b, labium i baze maxilla sa zadnje (posterior) strane; c, labium sa bočne strane; d, flabellum (Michener 2007).



Slika 4. Proboscis kratko-jezičnih pčela: a i c, maxilla gledano sa spoljne strane; b i d, posteriorno labium (Michener 2007).

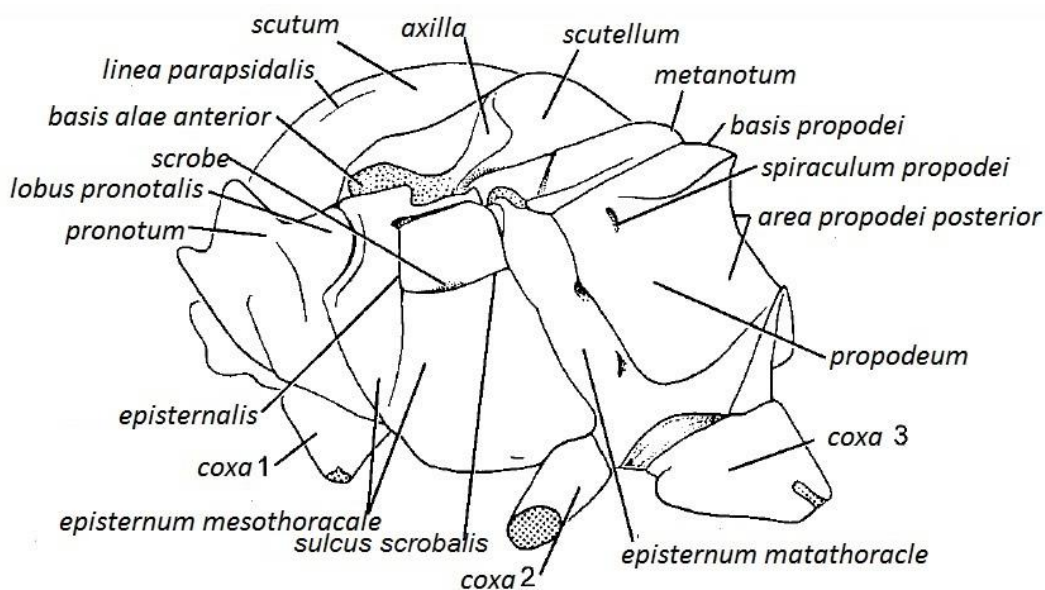
Proboscis se sastoji iz bazalnog, osnovnog dela čep (*cardo*), srednjeg dela stabla (*stipes*), zatim sledi kaciga (*galea*), labijalni palpusi sežnjaci (*palpus labialis*) i jezik (*glossa*) (Goulet i Huber 1993). *Cardo* se u stanju mirovanja proteže nazad u lobanju. Distalni segment, koji sadrži galealne nožice, labijalne palpuse, parajezik (*paraglossa*) i jezik, proteže se unazad od vrha srednjeg segmenta. Na prementumu se nalaze labijalni palpusi.

Kod pčela sa dugom rilicom, prva dva segmenta labijalnih palpusa (*palpus labialis*) su obično izduženi i spljošteni, formirajući korice ili cevčicu duž maksilarne galee (*galea*) u kojoj se jezik (*glossa*) kreće napred-nazad. Međutim, ova karakteristika se javlja i kod

nekim kratko-riličnim pčela kod roda *Rophites* Spinola (Halictidae) (Ember i Schwammberger 1986) i nekih predstavnika roda *Andrena* Fabricius. Kod kratko-riličnih pčela, gore pomenuti segmeni labijalnih palpusa su nemodifikovani, ili je prvi segment nekad izdužen kod Panurginae (Andrenidae) (izuzeci: rod *Camptopoeum* Spinola i *Anthemurgu* Robertson) (Michener 2007). Kratko-rilične pčele imaju češljic sa unutrašnje strane galee, mada može biti odsutan kod nekih predstavnika kratko-riličnih pčela subfamilije Halictinae. Gornja usna (*labrum*) je obično mnogo šira nego duža, a na njenom gornjem delu se nalazi resa sa dlakama (Halictidae, Colletidae i Melittidae) (Ember 1970; Dathe 1980; Michener 2007). Različita struktura labiomaksilarnog kompleksa među kratko i dugo-riličnim pčelama, neposredno utiče na njegovu funkcionalnost u uzimanju nektara iz različitih cvetova (Harder 1983).

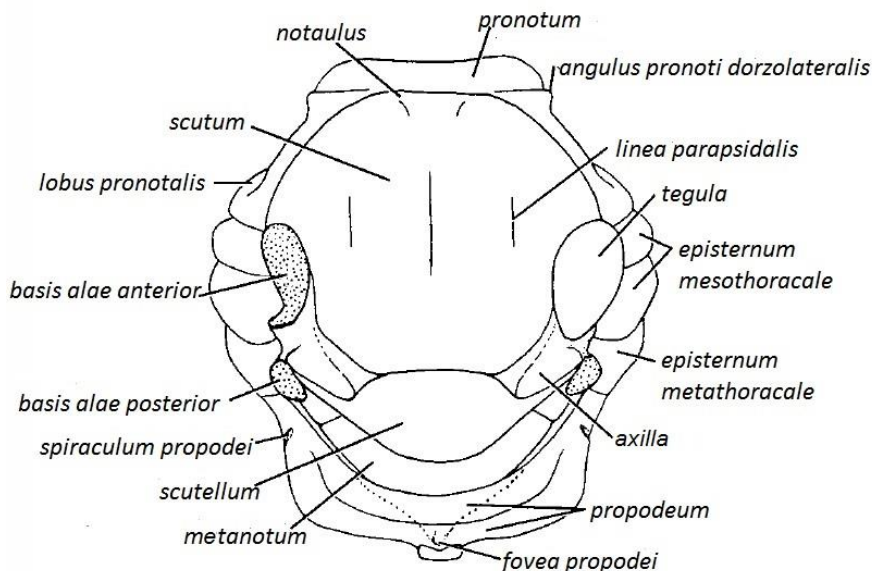
U osnovi prementuma se nalaze jedan ili dva sklerita, koji su podržani u membrani između vršnih delova *cardoa*, a zovu se *postmentum*. Kod mnogih pčela se u bazi prementuma nalazi sklerit (*mentum*), koji se sužava i donekle je trouglast. Brada (*mentum*) može biti delom membranozan ili skroz membranozan Colletidae, Andrenidae (Michener 1985). Kod pčela, kao što su Halictidae, membranozna zona je manja, nije jasno oblikovana i može predstavljati redukovani *mentum* ili membranu između prementuma i postmentuma (Halictidae, izuzetak *Systropha planidens* Giraud) (Ember 1972a). Kod većine pčela, u bazi *mentuma* se nalazi *lorum*. Kod većine ostalih Hymenoptera postoji samo jedan bazalni labijalni sklerit, tako da se *lorum* smatra strukturom jedinstvenom za pčele i nije homolog submentumu insekata iz drugih redova (Michener 2007).

Grudi (*thorax*) pčela se sastoje od pro-, mezo- i meta- torakalnih segmenata, koji nose noge, krila i prvi pravi abdominalni segment (*propodeum*) (Goulet i Huber 1993; Amiet 1996) (Slika 6). *Thorax* sa *propodeum*-om se naziva *mesosoma*, a ostali deo abdomena *metasoma*. Krila su postavljena iznad gornje margine mesepisternuma (Slika 6). Veći deo prvog dela toraksa (*prothorax*) je pronotum, koji se prostire ventralno sa obe strane kao produžetak iza prednje kokse (*coxa*). Dorzolateralni ugao na pronotumu je ispred pronotalnog režnja (*pronotal lobus*) (Slika 6) i obično je na tom mestu greben, karina (*carina*) ili lamela koja povezuje režanj sa dorzolateralnim uglom (Michener 2007).



Slika 5. Thorax adulta pčele, lateralno (Michener 2007).

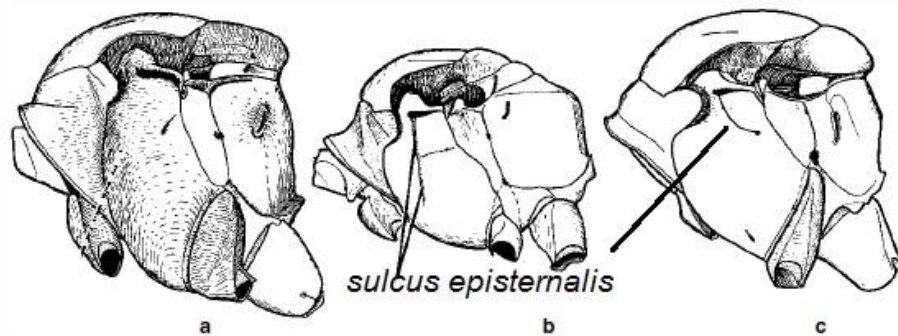
Gledano sa leđne strane, mezotoraks može biti podeljen na skutum (*scutum*), skutelum (*scutellum*) i dve aksile (*axilla*) (Amiet 1996) (Slika 7). Udubljenje između svake aksile i skuteluma je aksilarno udubljenje (*axillar suture*).



Slika 6. Thorax adulta pčele, dorsalno (Michener 2007).

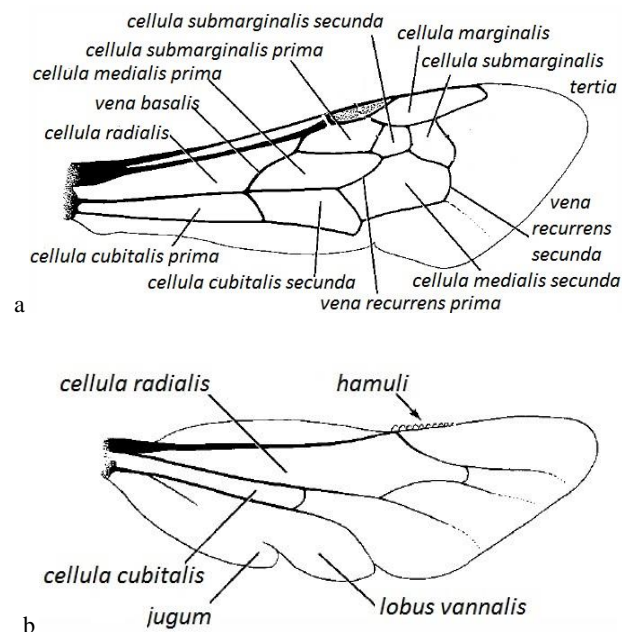
Episternalni žljeb (*sulcus episternalis*) se prostire na dole nakon spoja sa anteriornim krajem horizontalnog skrobalnog žljeba (*sulcus scrobalis*), na donji anteriorni deo mezepisternuma, kao kod većine Colletinae i Halictinae (Slika 8b) (Ember 1970;

Dathe 1980). Kod *Andrena* Fabricius i mnogih predstavnika subfamilije Apinae se episternalni žljeb lučno zakrivljuje i spaja sa skrobalnim žljebom (Slika 8c) ili nema episternalnog žljeba (Slika 8a). Kod predstavnika familije Megachilidae je episternalni žljeb toliko kratak, da ne doseže skrobalni žljeb. Kod predstavnika familije Melittidae episternalni žljeb je odsutan (Michener 2007).



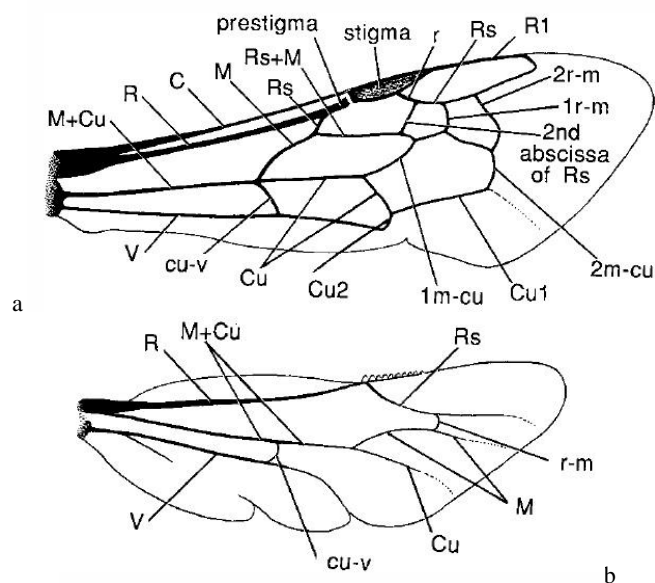
Slika 7. Lateralno thorax, episternalni žljeb (*sulcus episternalis*): a, *Anthidium*; b, *Halictus*; c, *Bombus* (Michener 2007).

Krila: predstavnici superfamilije Apoidea imaju dva para krila, prednja krila koja su veća i zadnja krila koja su kraća i uža. Prilikom letenja, zadnja krila se specijalnim dlačicama (*hamuli*) zakače za prednja krila (Slika 9). Na zadnjim krilima se nalaze dva režnja: jugalni (*jugum*) i vanalni režanj (*lobus vannalis*) (Slika 9). Jugalni režanj (*jugum*) je za dve trećine duži od vanalnog režnja (Slika 9).



Slika 8. Krila a, ćelije na prednjim krilima; b, ćelije na zadnjim krilima (Michener 2007).

Na prednjim krilima se nalaze: marginalna ćelija (*cellula marginalis*), stigma, prva, druga i treća submarginalna ćelija (*cellula submarginalis prima, secunda, tertia*), zatim radijalna ćelija (*cellula radialis*), prva i druga medijalna ćelija (*cellula medialis prima, secunda*), prva i druga kubitalna ćelija (*cellula cubitalis prima, secunda*) (Goulet i Huber 1993) (Slika 9). Na zadnjim krilima postoje radijalna (*cellula radialis*) i kubitalna ćelija (*cellula cubitalis*). Na prednjim krilima se nalaze sledeće vene: vena kosta (*vena costae C*), radius (*vena radialis R*), medijalna i kubitalna (*vena medialis + cubitalis M + Cu*), vanalna vena (*vena vannalis V*), medijalna (*vena medius M*), prva povratna (1st m-cu) (*vena recurrens prima*), druga povratna (2nd m-cu) (*vena recurrens secunda*), prva submarginalna poprečna vena (*vena connectens submarginalis prima*) (2nd abscissa Rs), druga i treća submarginalna poprečna vena (*vena connectens submarginalis, secunda i tertia*) (1st r-m i 2nd r-m), prestigma (1st abscissa R1), anteriorna margina marginalne ćelije (2nd abscissa R1), posteriorna margina marginalne ćelije (r i Rs), posteriorne margine submarginalnih ćelija (Rs + M). Građa i raspored vena na krilima su prikazani na slici 10.

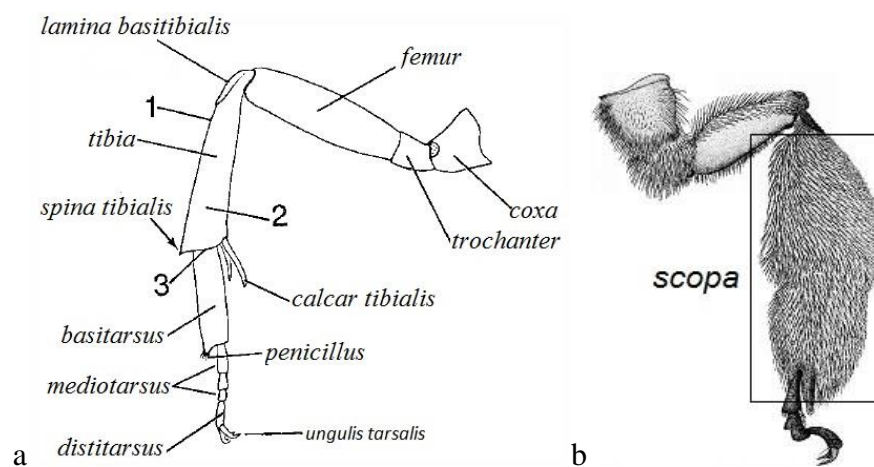


Slika 9. Nervatura krila, Comstock-Needham sistem nomenklature: a, nervatura na prednjim krilima; b, nervatura na zadnjim krilima (Michener 2007).

Prilikom determinacije su značajne druga abscisa Rs, prve r-m i druga r-m vena, pošto one pomažu definisanje submarginalnih ćelija. Ako na krilu postoje samo dve submarginalne ćelije, znači da su nestale Rs vena ili prva r-m ili obe.

Noge se sastoje iz pet članaka: kuk (*coxa*), butni valjak (*trochanter*), but (*femur*), golenjača (*tibia*) i stopalo (*tarsus*) (Goulet i Huber 1993; Amiet 1996) (Slika 11). Stopalo (*tarsus*) je građeno iz pet članaka, od kojih je prvi (*basitarsus*) najduži, i od još četiri kraća

članka (tarsomeres). Na kraju noge se nalaze kandže (*unguis*), a između njih se kod nekih vrsta javljaju jastučići (*arolium*). Na prednjoj strani golenjače (*tibia*) se nalaze oštri, mali trnovi (*spina tibialis*) (Slika 11). Kod većine pčela, na gornjoj ili spoljnoj strani osnove zadnje golenjače (*tibia*) se nalazi bazitibijalna pločica (*lamina basitibialis*) koja je bolje razvijena kod ženki (Michener 2007). Na zadnjem bazitarzusu mnogih ženki pčela, nalazi se distalni nastavak koji se širi izvan osnove drugog tarzalnog segmenta. Ponekad ovaj nastavak na svom vrhu ima mali četku, *penicillus* (Slika 11). Većina pčela ima par četki (*scopa*) na zadnjim nogama, a dužina i struktura dlačica u njoj prilagođeni su za sakupljanje polena.

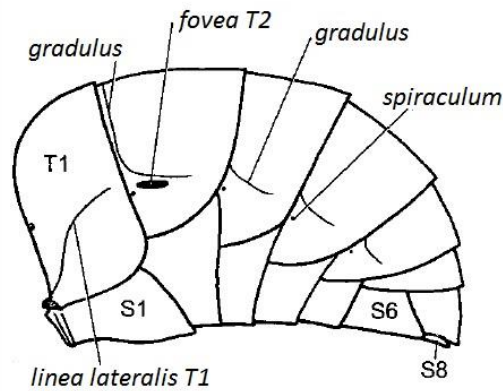


Slika 10. Zadnje noge ženke: a, 1 posteriorna margina tibie, 2 spoljna strana noge, 3 distalna ili apikalna margina; b, *scopa* (Michener 2007).

Mitchell (1960) razlikuje više tipova četki (*scopa*) na telima ženki kod pčela: na zadnjem trohanteru, butu (*femur*), golenjači (*tibia*) i basitarzusu (*basitarsus*) kod nekih predstavnika familije Colletidae i subfamilije Andreninae; na zadnjim golenjačama (*tibia*) kod subfamilije Panurginae (Andrenidae); na zadnjim golenjačama (*tibia*) sa jednostavnijim dlakama na zadnjim butovima (*femur*) i trohanteru kod Halictidae; na ventralnoj strani abdomena kod predstavnika Megachilidae, na zadnjim golenjačama (*tibia*) i bazitarzusu kod familije Melittidae, subfamilije Apinae i Anthophorini (Apidae) ili na golenjačnoj četki (*scopa tibialis*) u obliku kotarice (*corbicula*) kod Apidae (Stanisavljević 2000).

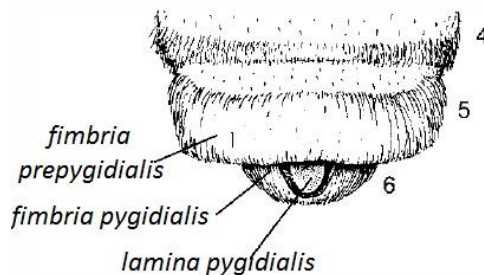
Abdomen (trbuh) je sastavljen od deset segmenata. Svaki segment sa leđne strane ima dorzalnu pločicu *tergit*, sa trbušne ventralnu pločicu *sternit*, bočno spojeni membranoznim *pleura*-ma. Od ukupno deset segmenata, vidljivo je samo šest tergita i šest

sternita (Stanisavljević 2000). Prvi segmenti, tergiti 1 i sterniti 1, predstavljaju bazalni segment. Prvi tergiti se razlikuje od ostalih po tome što je uskom vezom spojen sa toraksom. Gledajući bočno abdomen, na svakom segmentu blizu sredine se nalaze bočne linije (*gradulus*) (Slika 12) (Michener 2007).



Slika 11. Građa metasome mužjaka, lateralno (Michener 2007).

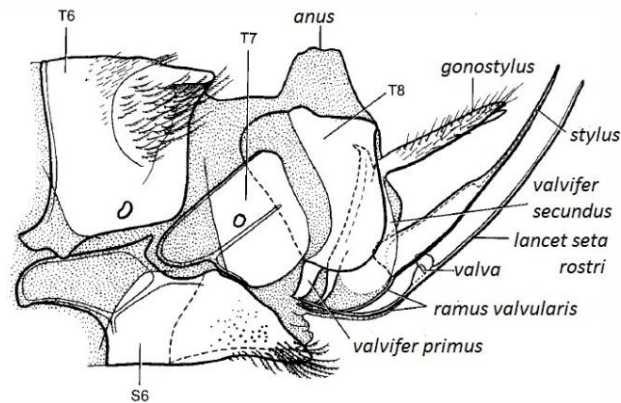
Pigidijalni plato (*lamina pigidialis*) je obično ravna pločica okružena lateralno i posteriorno karinom ili linijom (Slika 13). Pigidijalni plato je ponekad redukovan na bodlju sa zaravnjenim vrhom ili potpuno odsustvuje, češće kod mužjaka nego kod ženki. Prepigidijalna fimbrija (*fimbria prepygidialis*) predstavlja traku gustih dlaka koje su na vrhu tergita 5, kod ženki (Slika 13). Guste dlake na tergitu 6, sa obe strane pigidijalne pločice formiraju pigidijalnu fimbriju (*fimbria pygidialis*), koja je podeljena na dva dela pigidijalnom pločicom (Slika 13).



Slika 12. Vrh metasome ženki, pigidijalni plato, pigidijalna fimbrija i prepigidijalna fimbrija; brojevi označavaju tergite (Michener 2007).

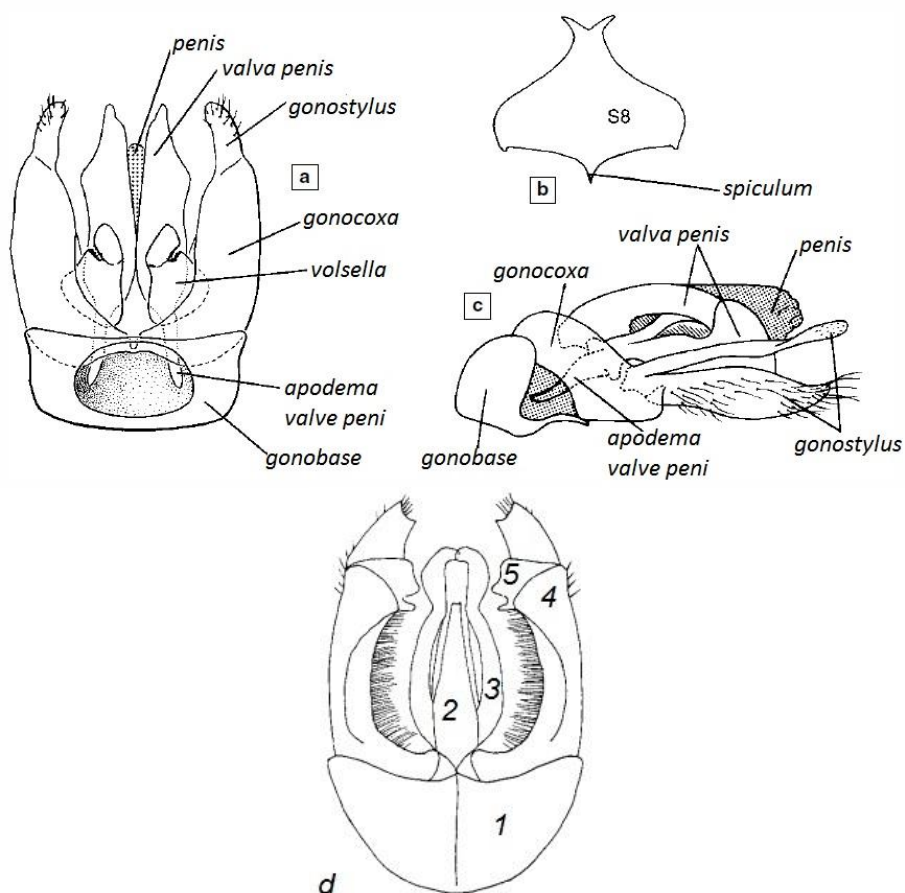
Kod ženki je tergiti 7 uvek sakriven, a sastoji se od dve slabo sklerotizovane pločice (T7 hemitergiti), koji su deo žaoke (Michener 2007). Svaki hemitergiti T7 ima otvor, pa se

lako može prepoznati. Hemitergit T8 je pločica iste veličine i nema otvora. Gonokoksiti kod ženki u osnovi uzdižu ramuse drugih zalistaka (*valvifer secundus*), a vršno uzdižu treće zaliske (*valve*), odnosno ženske gonostile tj. futrole bodlji (Slika 14). Postoje razlike u građi aparata za ubadanje među vrstama. Ženke polažu jaja direktno iz ovidukta i uz pomoć poslednjeg abdominalnog segmenta u osnovi žaoke (Stanisavljević 2000).



Slika 13. Vrh metasome ženke *Halictus ferinosus* Smith, aparat za bodenje (Michener 2007).

Genitalni aparat: najveći broj vrsta reda Hymenoptera imaju oba pola. Iz neoplođenih jaja se razvijaju mužjaci, a iz oplođenih ženke (Stanisavljević 2000). Sterniti 7 i 8 kod mužjaka su uglavnom prikriveni sternitom 6 ili je samo vršni deo sternita 8 vidljiv. Sternit 8 ima na sredini ispust (*spiculum*) (Slika 15b). Sterniti i tergiti kod oba pola (osim T1 i S1) imaju bazolateralne produžetke (*apodema valve peni*) sa svake strane (Slika 15c). Genitalije mužjaka imaju sa svake strane gonobaze (*gonobase*). Na distalnom delu gonokoksita (*gonocoxa*) su zakačeni gonostilusi (*gonostylus*) (Slika 16a). Gonokoksiti ponekad mogu imati dlake, dok su gonostilusi često dlakavi, tako da ih je lako razlikovati (Mauss 1994; Michener 2007). U većini slučajeva su gonokoksiti i gonostilusi delom spojeni, često pokazujući svoju artikulaciju samo na jednoj strani. Kada su potpuno spojeni, ta struktura se označava kao *gonoforceps*. Kod nekih vrsta su gonokoksiti u osnovi podeljeni (Slika 15c). Kod nekih vrsta *Halictus* Latreille, donji deo gonostilusa je isti kao gornji, sa malim dlakama, ali kod većine ostalih predstavnika subfamilije Halictinae donji gonostilus je usmeren bazalno i onda se zove retrorzni režanj (*retorse lobus*) (Ember 1970; Michener 2007).

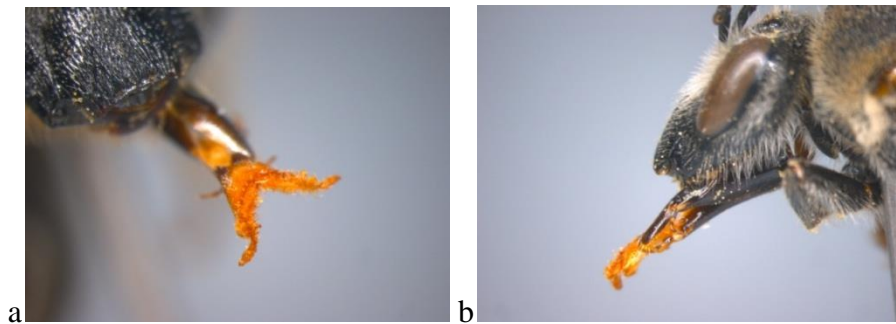


Slika 14. Građa genitalija mužjaka: a, ventralna strana genitalija; b, sternum 8; c, lateralno, gornji i donji gonostilusi; d, 1 gonobase, 2 *spatha* proširen most, 3 valva penis, 4 gonocoxa, 5 gonostylus (Michener 2007).

Volselu (*volsella*) je obično lako indentifikovati po sklerotizovanim tamnim zubićima koji se nalaze na suprotnoj strani digitusa i kuspisa (Amiet 1996; Michener 2007). *Digitus* se sjedinjuje sa telom volosele i na taj način postaju nepokretne. Penisni zalisci (*valva penis*) su povezani mostom na dorzalnoj površini, u blizini njihovih osnova (Slika 15a). Kod mnogih predstavnika subfamilije Apinae ovaj most je proširen posteriorno i formira dorzalnu pločicu (*spatha*) (Slika 15d) (Amiet 1996; Mauss 1994). Rod *Apis* Linnaeus je jedinstven među svim Hymenoptera, po enormnom endofalusu i redukovanim svim drugim spoljnim delovima genitalija mužjaka (Michener 2007).

2.1.1 Familija Colletidae: opšte morfološke karakteristike

Morfološki karakter koji odvaja ovu familiju od svih drugih pčela se nalazi na jeziku (*glossa*). Jezik je kratak, uglavnom širi nego duži, skraćen, podeljen na dva režnja, sa dlakavom resom poput četke (Slika 16). Par vršnih produžetaka ima upadljivo razgranate ili jednostavne dlačice.



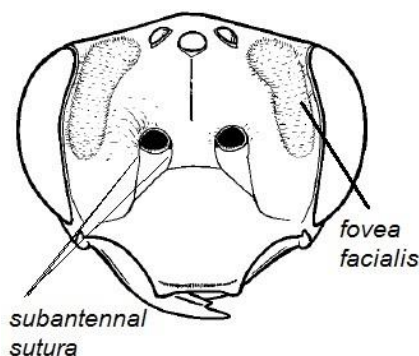
Slika 15. Struktura račvasto deljenog jezika (*glossa*) Colletidae; a, dorzalno; b, lateralno. Foto: Sonja Mudri-Stojnić

Klipeus (*clypeus*) je obično ravan (Kuhlmann i sar 2007; Michener 2007). Mogu imati žuta ili bela obeležja samo na licu (Dathe 1980; Kuhlmann i sar 2007; Michener 2007). Prvi flagelarni segment antene je kraći od skapusa (*scapus*). Facijalna fovea (*fovea facialis*) je uzak sjajni žljeb, koji je kod nekih mužjaka kratak. Srednji kuk (*coxa*) deluje kraće, jer je njegova gornja četvrtina više uvučena (Michener 1981). Trougao propodeuma je bez dlaka. Na prednjim krilima postoje dve ili tri submarginalne ćelije. Ako su dve, onda je druga veličine dve trećine prve, jer druga submarginalna poprečna vena (*vena connectens submarginalis secunda*) nedostaje (Dathe 1980). Ženke subfamilije Colletidae imaju dobro razvijene skope, dok predstavnici subfamilije Hylaeinae nemaju skopu (Dathe 1980). Predstavnici rodova *Colletes* i *Mourecotelles* nemaju pigidialnu (*fimbria pigidialis*) i prepigidialnu fimbriju (*fimbria prepigidialis*) (Kuhlmann i sar 2007). Osobine koje su karakteristične za sve pripadnike ove familije je veoma redukovan disk S 7 mužjaka, sa dugim apodemama koje se proširuju bazolateralno i jedan do tri para obično dlakavih vršnih nastavaka ili režnjeva (Michener 2007).

Sve vrste familije Colletidae vode solitaran način života, a neke se gnezde u zajednicama. Obično prave gnezda u zemlji, drveću i vulkanskim stenama. U zemlji prave gnezda tako što kopaju kanal u dubinu i prave ćelije u koje smeštaju jaje i polen (Almeida 2008).

2.1.2 Familija Andrenidae: opšte morfološke karakteristike

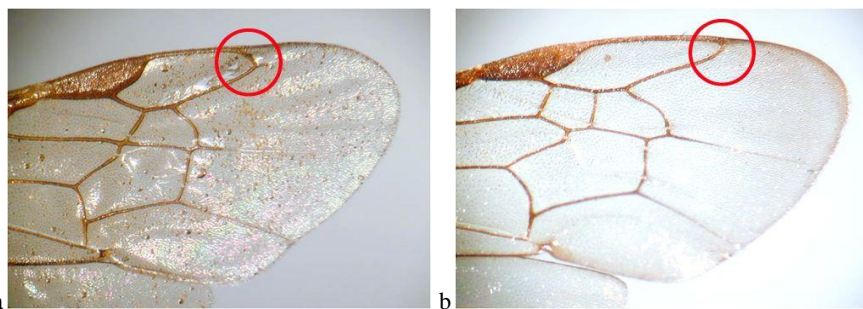
Prepoznatljiv karakter familije Andrenidae je prisustvo dva šava (*subantennal sutura*) ispod svake antene (Slika 17), a facijalne fovee (*fovea facialis*) su prekrivene finim kratkim dlakama (ženke subfamilija Andreninae i Alocandreninae). Facijalne fovee su bolje razvijene kod ženki nego kod mužjaka, a njihova funkcija je još uvek nepoznata (Michener 2007).



Slika 16. Glava adulta Andrenidae, dva šava (*subantennal sutura*) ispod antena i facijalne foveae (*fovea facialis*) (Michener 2007).

Prostor ispod antena je pravougaoni ili u obliku kvadrata, a ne trouglast kao kod par drugih vrsta pčela koje imaju šavove ispod antena (Dubitzky 2005).

Predstavnici subfamilija Alocandreninae, Panurginae i Oxaeinae se razlikuju od predstavnika Andreninae po skraćenom vrhu marginalne ćelije, koja je usko zaobljena kao kod srodnih familija (Melittidae i Colletidae) (Slika 18). Ponekad je kod Panurginae skraćenje marginalne ćelije (*cellula marginalis*) takvo da ćelija deluje zašiljeno (Dubitzky 2005; Michener 2007).



Slika 17. Razlike u obliku vršnog dela marginalne ćelije na prednjim krilima Andrenidae; a, subfamilija Andreninae; b, subfamilija Panurginae ([http://www/konchudb.agr.agr.kyushu-u.ac.jp](http://www.konchudb.agr.agr.kyushu-u.ac.jp)).

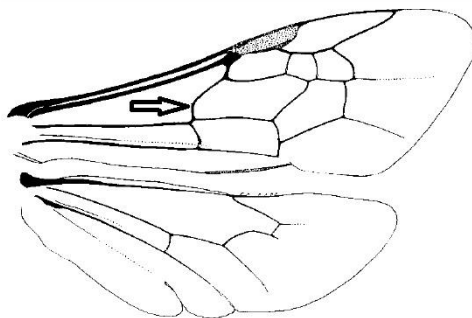
Predstavnici subfamilije Andreninae su dlakavije od većine Panurginae. Kod nekih vrsta mužjaci subfamilije Panurginae imaju žuta ili krem obeležja na glavi, toraksu ili abdomenu.

Sve vrste Andrenidae su solitarne. Gnezda prave u tlu, praveći sopstvene tunele na čijem kraju je jedna ili manji broj ćelija (Lloyd i LaBerge 1975). Jedinke prave gnezda na malim udaljenostima jedna od drugih. Aktivne su od ranog proleća i sakupljaju polen sa rano-cvetajućih biljaka.

2.1.3 Familija Halictidae: opšte morfološke karakteristike

Morfološke karakteristike familije su da je lacinija povučena visoko na prednjoj površini labiomaksilarne cevi i završava se prstoliko, daleko od ostalih delova usnog aparata (Michener i Greenberg 1985). Izuzetak su predstavnici subfamilije Rophitinae, kod kojih lacinija nije toliko udaljena od ostalog dela maksile, kao što je slučaj kod predstavnika subfamilije Halictinae (Michener i Greenberg 1985). Kod vrste *Systropha planidens* Giraud, *mentum* je taman i nije membranozan. Proksimalni deo mentuma je delimično zatvoren između bočnih traka loruma (Michener 1985). Facijalne fovee su odsutne ili neznatno izražene kod predstavnika subfamilija: Rophitinae i Nomiinae (Halictidae) (Schuberth i Schönitzer 1993). Kod predstavnika subfamilije Rophitinae, vrh labruma je široko zaobljen sa dlakavom resom. Predstavnici subfamilije Halictinae na vrhu labruma imaju nastavak sa dlakavom resom, koji obično ima jaku leđnu kobilicu (Ember 1971; 1976).

Baze antena (*cavea antennalis*) su znatno ispod središnjeg dela očiju, nisko postavljene, a subantenalna šavovi (*subantennal sutura*) su tek malo duži nego prečnik *cavea antennalis*. Kod drugih predstavnika subfamilije Halictinae klipeus zauzima veći deo lica. Zadnji basiratsus ženki je uvek bez *penicillus*-a. Kod predstavnika subfamilije Halictinae je bazalna vena (*vena basalis*) jako zakrivljena, posebno u osnovi (Slika 19) (Michener 2007). Navedena karakteristika odvaja subfamiliju Halictidae od svih ostalih pčela, izuzetak su neki predstavnici tribusa Nomioidini.



Slika 18. Krila predstavnika Halictinae, zakrivljenje bazalne vene na prednjim krilima (Michener 2007)

Predstavnici roda *Pseudoapis* Kirby imaju veoma uvećane i prozirne tegule (Slika 20).



Slika 19. Prozirne tegule, *Pseudoapis* Foto: Sonja Mudri-Stojnić.

Gnezda prave u zemlji, tako što kopaju dugačak tunel koji sa obe strane ima ćelije ili se tunel grana, a u njima se sa obe strane nalaze ćelije (Krunić 1959). Jedinke obično imaju dve generacije, a aktivnost druge zavisi od dostupnosti cvetnih resursa. Nekad više ženki ima jedan ulaz u gnezdo, ali svaka za sebe pravi ćelije (Krunić 1959). Predstavnici iste vrste mogu voditi solitaran ili eusocijalan način života, kao npr. *Halictus sexcinctus* Fabricius, koja u centralnoj Evropi vodi solitaran način života, dok je u Grčkoj eusocijalna (Richards 2001).

2.1.4 Familija Melittidae: opšte morfološke karakteristike

Kombinacija sledećih karakteristika je jedinstvena za ovu familiju. Prva je da predstavnici obično imaju kratak špicast jezik (*glossa*) koji je kraći od prementuma, sa granatim dlačicama (Slika 21) i nespecijalizovana prva dva segmenta labijalnog palpusa

(*palpus labialis*) koji su manje-više cilindrični. Druga karakteristika je vitak, V-oblikovan *lorum* dobro sklerotizovan i ušiljen, a *mentum* je izdužen (Goulet i Huber 1993). Treća karakteristika je izdužen, potpuno vidljiv srednji kuk (*coxa*) koji skoro doseže do donje metapleurale jame (*metapleural punctum*), kao kod dugo-riličnih pčela. Gore navedene karakteristike odvajaju familiju Melittidae od drugih kratko-riličnih pčela (Michener 2007; Wilson i Messinger Carril 2016).



Slika 20. Usni aparat predstavnika familije Mellitidae; kratak špicast jezik (*glossa*). Foto Sonja Mudri-Stojnić.

Paraglossa je obično mala (ponekad odsutna), obično kraća od svog suspensorijuma, sem kod Meganomiinae. Na galei postoji sečivo koje je obično iste veličine ili kraće od stipesa. Češalj na galei (*galea*) može biti prisutan, ali redukovan - *Melitta* Kirby, ili potpuno odsutan - *Dasyroda* Latreille. Stigma na prednjim krilima je obično uska, a jugalni režanj (*jugum*) na zadnjim krilima je kraći nego kod većine kratko-riličnih pčela. Jedinke imaju dve ili tri submarginalne ćelije (*cellula submarginalis*). Volsella je prisutna i slobodna. Ženke imaju pigidijalnu pločicu (*lamina pygidialis*) koji je obično odvojen. Pigidijalne (*fimbria pygidialis*) i prepigidijalne fimbrije (*fimbria prepygidialis*) kod ženki su prisutne (Wilson i Messinger Carril 2016).

Gnezda prave u zemlji, tako što kopaju tunele/hodnike. Hodnici vode do ćelija, koje su uglavnom izolovane, ali mogu biti u grupama dve ili više. Ćelije gnezda su uglavnom horizontalne i često bilateralno simetrične. Većina vrsta su oligolektične (Michener 2007).

2.1.5 Familija Megachilidae: opšte morfološke karakteristike

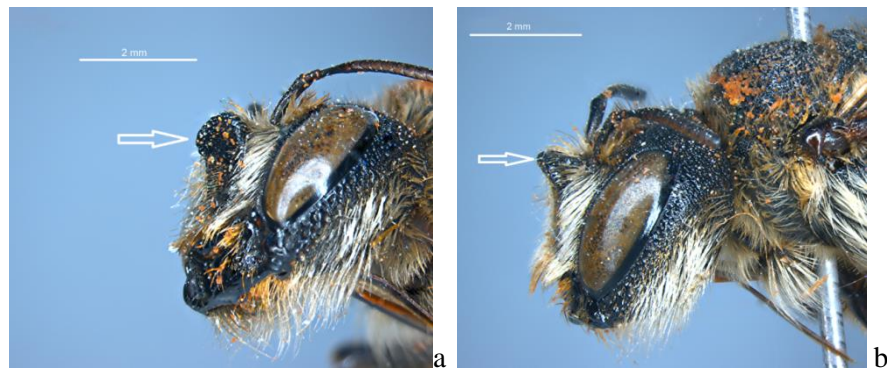
Predstavnici familije Megachilidae su najprepoznatljiviji po položaju dlačica za sakupljanje polena (abdominalna *scopa*) koje su blago zakrivljene na krajevima ili su gusto dlakave (Stanisavljević 2000), a nalaze se na donjoj strani abdomena, dok je kod drugih vrsta pčela *scopa* na zadnjim nogama (Slika 22). Subantenalni šavovi (*sutura subantennalis*) idu u pravcu spoljnih ivica antenalnih čašica (*cavea antennalis*) (Stanisavljević 2000).



Slika 21. *Scopa* za sakupljanje polena na donjoj strani abdomena kod predstavnika Familija Megachilidae. Foto Sonja Mudri-Stojnić.

Druga karakteristika je pravougaoni oblik labruma koji je jedan do dva puta duži nego što je širi (Stanisavljević 2000) i široko se nastavlja do klipeusa (*clypeus*). Mandibule su široke i na vrhu nazubljene, sa dva do šest zuba kod ženki, a dva do tri kod mužjaka. Bazitibijalna pločica (*lamina basitibialis*) je prisutna kod većine ženki tribusa Lithurgini i definisana je duž posteriornog ruba i na njegovom vrhu, dok je kod ostalih vrsta odsutna (Banaszak i Romasenko 1998). Središnji deo propodeuma je sjajna ili mat, a može biti istačkana ili prugasta (Stanisavljević 2000). Na prednjim, krilima postoje dve submarginalne ćelije. Mužjaci imaju sedam tergita, a kod nekih vrsta se na kraju poslednjeg tergita nalaze izraštaji. Noge Megachilidae su crne, crvenkaste ili sive sa žutim mrljama (Stanisavljević 2000; Michener 2007). Stopala (*tarsus*) prednjih nogu su prošireni (Michener 2007). Važna karakteristika subfamilije Megachilinae je redukovan, obično bez dlačica, sternum 7 kod mužjaka. Kod Osmiini, Dioxyini i Megachilini, sternum 7 je slabo sklerotizovana poprečna traka, nekad podeljena na sredini (Banaszak i Romasenko 1998). Ova karakteristika je najviše izražena kod tribusa Anthidiini i jedinstvena je za pčele iz ove familije (Banaszak i Romasenko 1998; Michener 2007). Na licu predstavnika tribusa

Lithurgini, na gornjem delu klipeusa ili na supraklipelarnoj zoni ili na oba postoji ispupčenje (Slika 23), grbica na čelu.



Slika 22. Ispupčenje (grbica) na čelu *Lithurgus cornutus* Fabricius. Foto Sonja Mudri-Stojnić.

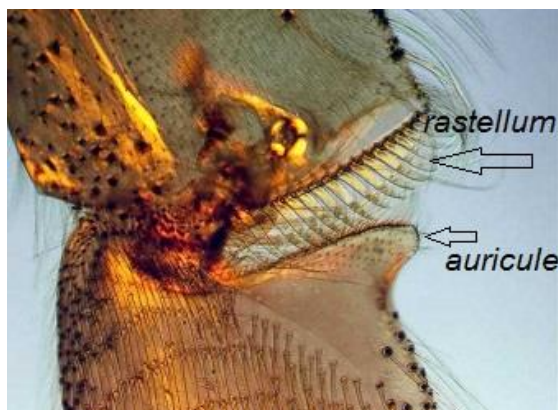
Genitalije kod mužjaka i skrivena sterna su neobično male, verovatno najjednostavnije genitalije od svih pčela (Michener 1983). Jugalni režanj (*jugum*) zadnjih krila je od jedne polovine do tri četvrtine dužine kao vanalni režanj (*lobus vannalis*). Generalno je kraći nego kod drugih Megachilinae.

Neke vrste roda *Megachile* gnezda prave u šupljim granama. Gnezdo se sastoji iz tunela u kojim su ćelije sa jajetom i polenom. Spadaju u prolećno letnje vrste, a hrane se na biljkama familija Asteraceae, Lamiaceae i Fabaceae. Rod *Megachile* je široko rasprostranjen u svetu. U palearktičkoj oblasti se nalazi oko 300 vrsta, a u Evropi 82 vrste (Nieto i sar. 2014).

2.1.6 Familija Apidae: opšte morfološke karakteristike

Jedinstvena karakteristika po kojoj se predstavnici Apidae odvajaju od svih ostalih familija je broj ovariola po jajniku kod ženki i broj tubula po testisu kod mužjaka. Kod predstavnika svih ostalih familija je taj broj tri, a kod predstavnika ove familije je osnovni broj četiri ali i više, čak do 13 kod nekih parazitskih vrsta (Michener 1944). Postoje izuzeci i kod nekih visoko specijalizovanih pčela. Matica (reproduktivna ženka) kod predstavnika roda *Apis* ima do 150 ovariola (*ovarioles*), a kod radilica taj broj je 4-12 ovariola. Predstavnici subfamilije Apinae su pčele sa polenovom korpicom (*corbicula*) na zadnjim

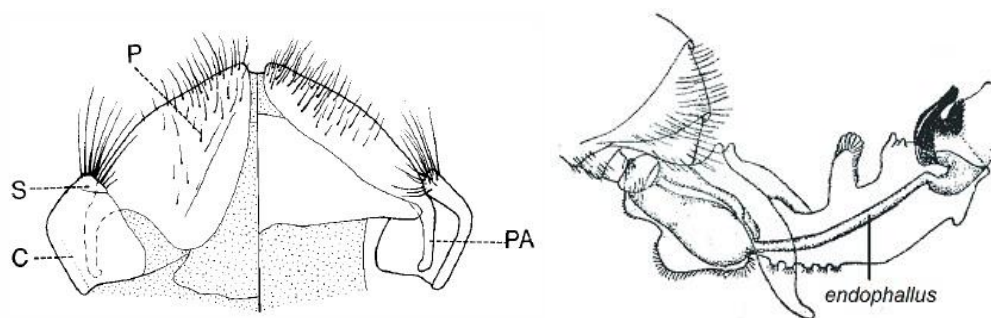
tibijama. Uz pomoć rasteluma (*rastellum*) i aurikule (*auricule*) na vrhu tibije sabijaju polenova zrna i premeštaju u korpicu (Michener 2007).



Slika 24 Vrh zadnje tibije sa modifikacijama za sabijanje polena
<http://www.photomacrography.net/forum/viewtopic.php>

U okviru tribusa Bombini postoji jedan rod *Bombus*. Izuzev parazitskih vrsta i matica koje obrazuju prolećna gneza, vode primitivan eusocijalan način života. Tribus obuhvata oko 250 vrsta (Williams 1998). Bombini su srednje veličine, od 9 do 22 mm. Imaju bombiforman oblik tela, koje je prekriveno dlakama (Mauss 1994; Abrol 2012). Glava je sa dugačkim malarnim prostorima (Amiet 1996). Bumbari se razvrstavaju na osnovu korbikule. Vrste se u okviru tribusa Bombini razlikuju po karakteristikama na genitalnom aparatu mužjaka, žaoka kod ženki i na osnovu oblika mandibula (Michener 2007; Williams i sar. 2008). Kandže (*unguis*) su kod ženki deljene, *arolium* je mali ali prisutan i na zadnjim golenjačama su prisutne mamuze. Zadnja krila nemaju jugalni režanj (*jugum*). Mandibule su na vrhu skraćene ili široko zaobljene sa vršnim zubom (Amiet 1996; Williams i sar. 2008).

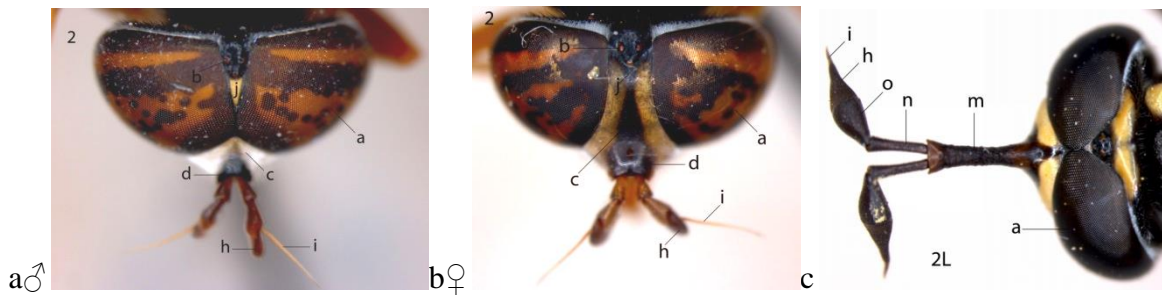
Predstavnici **tribusa Apini** se smatraju pravim medonosnim pčelama. Po morfološkim karakteristikama i načinu ponašanja, čine jedinstvenu grupu. Oči su im prekrivene dlakama. Kod ženki su kandže (*unguis*) deljene i imaju *arolium*. Genitalije mužjaka, u poređenju sa ostalim vrstama reda Hymenoptera, su veoma redukovane, u velikoj meri zamenjene velikim i izduženim endofalusom (Slika 25) (Michener 2007).



Slika 25. Dorzalno, genitalije mužjaka *Apis mellifera* Linnaeus P- penis valve; C - gonocoxa; PA – apodeme penisnih zalizaka (penis valve), S – gonostylus (Michener 2007); b, endophallus https://www.apidologie.org/articles/apido/full_html

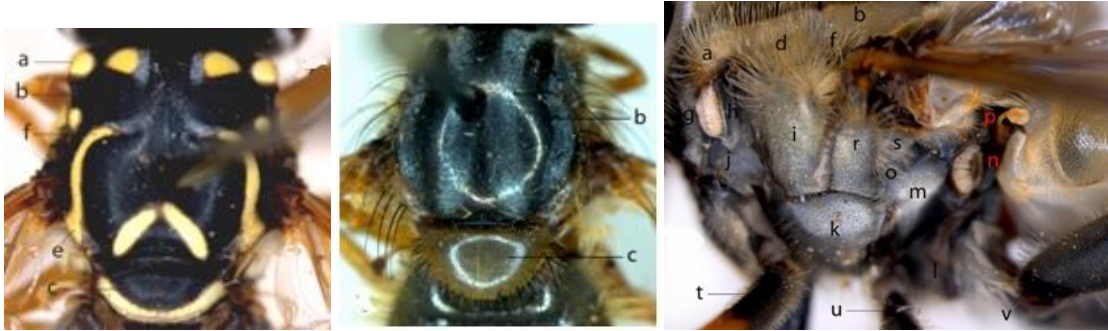
2.2 Opšte morfološke karakteristike osolikih muva

Glava: veći deo glave adulta predstavnika Syrphidae zauzimaju dva složena oka. Većina predstavnika imaju smeđe ili crvenkaste oči, ali mogu imati i šare u vidu taka ili mrlja. Oči mogu biti gole ili su prekrivene dlakama. Kod nekih vrsta rodova *Dasysyrphus* Enderlein 1938, *Leucozona* Schiner 1860, *Paragus* Latreille 1804, *Chrysotoxum* Meigen 1803, *Scaeva* Fabricius 1805 oči su gusto dlakave. Prisustvo dlaka na očima, njihova dužina i raspored mogu biti važni dijagnostički karakteri (Nedeljković 2011). Kod mužjaka većine vrsta oči su spojene na čelu, dok su kod ženki oči razdvojene (Slika 26). Kod nekih rodova (*Neoascia* Williston, 1886, *Sphagina* Meigen, 1816, *Lejogaster* Rondani, 1857, *Eristalinus* Rondani, 1845), mužjaci takođe imaju razdvojene oči, u tom slučaju se mogu razlikovati od ženke uz pomoć loptastog genitalnog aparata na kraju abdomena (Radenković 2008). Na vrhu glave blizu toraksa su smeštene tri ispučene ocele. Antene se sastoje iz četiri dela: *scapus*, *pedicelus*, *bazoflagelomera* i *arista*. Skapus i pedicelus su uglavnom kraći sa dlakama ili čekinjama, bazioflagelomera je krupnija i varira u obliku i veličini. Arista je najčešće gež dlaka ali kod nekih predstavnika se mogu javiti dlake. Strukture koje se vide odmah iznad antena su lunule, i one mogu biti odvojene ili spojene. Lice može biti ravno ili sa ispučanjem (grbica), ispod grbice lica je rub usta, koji je kod nekih vrsta izvučen nadole ili u vidu »rilice« kao kod roda *Rhingia* Scopoli 1763. Ispod oba facetovana oka, sa bočne strane se nalaze obrazi ili gene, koji mogu biti u vidu uzane pruge ili širi (Radenković 2008).



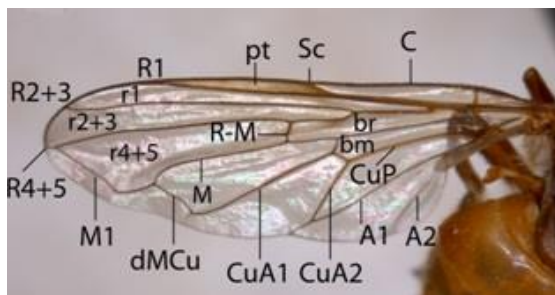
Slika 26. Morfološka građa glave adulta podfamilije Eristalinae: a, – *Spilomyia saltuum* (dorzalno); b, *Ceriana conopsoides* (dorzalno): a - facetovane oči, b - ocele, c- čelo, d - lunula, h - bazoflagelomera, i - arista, k - zatiljak, m – čeonu produžetak, n – skapus, o - pediculus, j - teme, k - zatiljak). Preuzeto iz Radenković 2008.

Grudi: najveći deo toraksa je građen od mezoskutuma i polukružnog skuteluma (Slika 26). Na mezoskutumu mogu biti bele trake ili žute mrlje. Na uglovima toraksa na prednjoj bočnoj strani se nalaze humerusi, koji su dlakavi i jasno vidljivi iza glave. Od humerusa do baze krila se pruža notopleuron (Slika 27). Bočne strane toraksa se sastoje od malog sklerita protoraksa, proepisternum i krupanog sklerita mezotoraksa, koji se nalazi anteroventralno od baze krila i podeljen je na ravan anteriorni deo i konveksni posteriorni deo (Radenković 2008). Potom sledi anepimeron, takođe krupni pleuralni skleriti mezotoraksa koji se nalaze ventralno od insercije krila, a ispod njih je manji katepimeron koji se pruža dorzalno od merona (hipopleurona). Metasternum, koji se nalazi između drugog i trećeg para koksi je različito razvijen i može imati duge dlačice (*Chalcosyrphus* Curran, 1925) ili bez dlaka (*Xylota* Meigen, 1822). Raspored dlačica na toraksu, i čekinja ako su prisutne, varira i predstavlja značajan taksonomski karakter. (Radenković 2008). Kod vrsta rodova *Xanthogramma* Schiner, 1861, *Sphaerophoria* Linnaeus, 1758 i *Doros* Meigen, 1803 mezonotum je oivičen sa žutim trakama. Prisustvo žutih oznaka na pojedinim delovima pleura predstavljaju važne taksonomske karaktere (Nedeljković 2011).



Slika 27. Morfološka građa grudi adulta podfamilije Eristalinae A - *Spilomyia saltuum* (dorzalno), B - *Ferdinandea cuprea* (dorzalno), C - *Helophilus trivittatus* (lateralno): a - humerus, b - mezoskutum, c - skutelum, d - notopleuron, e - postalarni kalus, f - transverzalna sutura, g - proepisternum, h - anteriorni anepisternum, i - posteriorni anepisternum, j - proepimeron, k - katepisternum, l - metasternum, m - meron, n - metepimeron, o - katepimeron, p - katatergit, r - anteriorni anepimeron, s - posteriorni anepimeron, t - noga 1, u - noga 2, v - noga 3, z - postkoksalni most). Preuzeto iz Radenković 2008.

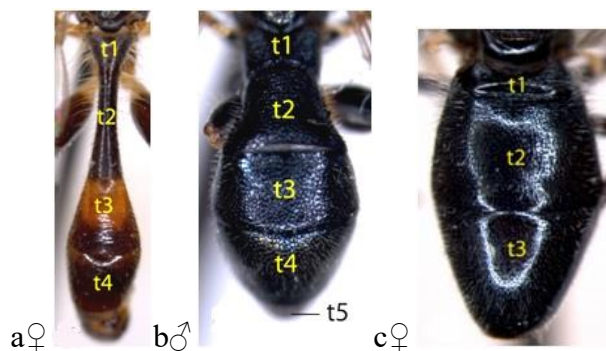
Krilo: membrana krila je uglavnom providna, ali ponekad i sa zatamnjeljima (Slika 27). Mikrotrihe najčešće ne pokrivaju celo krilo, postoje polja u bazi krila koja su gola, vrlo retko je krilo skroz golo. Dati karakteri su važni u determinaciji vrsta rodova *Syrphus* Fabricius 1775 i *Eupeodes* Meigen, 1822. Krilne vene, naročito R_{4+5} , r-m, i tm predstavljaju važne taksonomske karaktere (Nedeljković 2011). Razvijenost mikrotriha u bazalnim ćelijama *br* i *bm* je dijagnostički karakter za mnoge vrste. Vena kosta (C) se završava na vrhu krila ili na radijalnoj veni R_{4+5} (Slika 28). Lažna vena (vena spuria), koja predstavlja nabor na krilu, je prisutna kod većine vrsta, pružajući se većim delom prva bazalna ćelija (*br*) i posteriorna ćelija (r_{4+5}), iako može i odsustvovati kao kod npr. vrste *Syritta flaviventris* Macguat, 1842. Vrh medijalne vene (M) se naglo savija u blizini ivice krila i spaja se sa radijalnom venom (R_{4+5}) formirajući vršnu, poprečnu venu (*tm*). Kod nekih rodova je Radijalna vena (*vena radialis*) (R_{4+5}) duboko ulegnuta iznad posteriorne ćelije (r_{4+5}) a kod većine skoro potpuno ravna. Ćelija *cup* (analna) je zatvorena u blizini ivice krila, dok npr. marginalna ćelija (*cellula marginalis*) r_1 može biti otvorena ili zatvorena. Obično je prisutna pterostigma (pt) koja se pruža do vrha vene (R_1), mada u nekim slučajevima, može biti skraćena u vidu poprečne trake (Radenković 2008).



Slika 28. Morfološka građa krila pripadnika podfamilije Eristalinae - *Brachyopa pilosa* C - vena costa, Sc - vena subcosta, R₁, R₂₊₃, R₄₊₅ - vene radius, M - vena medius, R-M - radijalno-medijalna poprečna vena, M1 (tm)- medijalna poprečna vena, dM-Cu (tp) – diskalna medijalno-kubitalna poprečna vena ili posteriorna poprečna vena, CuP, CuA₁, CuA₂ - vene cubitus, A₁, A₂ - analne vene, br, bm - bazalne ćelije, pt- pterostigma. Preuzeto iz Radenković 2008.

Noge su najčešće tanke, a sastoje se iz pet članaka: kuk (*coxa*), butni valjak (*trohanter*), but (*femur*), golenjača (*tibia*) i stopala (*tarsus*). Koksa ili trohanter zadnjih nogu nekada imaju mamuzu, trn ili tuberkulu (*Merodon armipes* Rondani, 1843). Zadnji femur može biti izrazito razvijen i savijen, sa preapikalnim trnovima na ventralnoj strani, ili sa trouglastom lamelom, a ponekad i sa zubom. Tibija može biti lučno savijena, sa mamuzom na vrhu (*Merodon armipes* Rondani, 1843) ili sa proširenjem (*Heringia pubescens* (Delucchi i Pschorn-Walcher 1955)) (Radenković 2008).

Abdomen veoma varira u obliku, najčešće je subovalan, ponekad kratak i širok, ili izdužen i sa suženjem u središnjem delu (Slika 29). Tergiti mogu biti jednobojni ili sa žutim/ sivim/crvenim oznakama, često u vidu horizontalnih traka (Radenković 2008). Boja, oblik i polazaj obeležja na tergitema i sternitima predstavljaju važne taksonomske karaktere (Nedeljković 2011). Kod većine vrsta tergiti 2-4 su približno iste veličine, sem kod pripadnika roda *Triglyphus* Loew 1840, gde su tergiti 2 i 3 krupni, a tergit 4 je mali. Za razliku od predstavnika podfamilije Syrphinae, mužjak nema vidljiv tergit 5. Sterniti 1-5 su obično dobro razvijeni, ponekad uzani ili sa različitim modifikacijama npr. u vidu kobilice (*Eumerus clavatus* Backer, 1923), sternit 1 odsutan samo kod nekih vrsta iz roda *Sphagina* Fallèn, 1822. Sternit 8 se obično vidi spolja kao sjajna polulopta ili kapica. Genitalni aparat mužjaka predstavlja veoma dobar taksonomski karakter od nivoa vrste. Kod ženke su sterniti i tergiti 1-5 vidljivi, iako sternit 5 delom može biti uvučen ispod sternita 4. Tergiti i sterniti 6-8 su teleskopski uvučeni i slabo sklerotizovani (Radenković 2008).



Slika 29. Morfološka građa abdomena pripadnika podfamilije Eristalinae a - *Neoascia tenur* (dorzalno), b - *Sphegina clunipes* (dorzalno); c - *Triglyphus primus* (dorzalno): t₁₋₅ - tergiti. Preuzeto iz Radenković 2008.

Klasifikacija familije Syrphidae na nivou podfamilije veoma varira u zavisnosti od autora: Shiraki (1949) familiju Syrphidae deli na 21 podfamiliju; Sack (1928-1932) i Hull (1949) na 14 podfamilija, zatim Shatalkin (1975a) na devet, Vockeroth (1969) i Thompson (1972) na dve podfamilije. Od većine autora je prihvaćena podela familije Syrphidae na dve podfamilije: Syrphinae i Milesiinae = Eristalinae. Thompson i Rotheray (1998) smatraju da postoje tri podfamilije u okviru kojih su prepoznali 14 tribusa: Microdontinae (Microdontini), Syrphinae (Bacchini, Paragini, Syrphini i Toxomerini) i Eristalinae (Pipizini, Spheginobacchini, Rhingiini, Volucellini, Callicerini, Eristalini, Brachyopini, Cerioidini, Eumerini, Milesiini) (Radenković 2008).

2.3 Medonosne pčele i oprašivanje poljoprivrednih kultura

Proces oprašivanja su otkrili Kölreuter (1733-1806) i Šprengel (1750-1816), koji se smatraju očevima ekologije oprašivanja. Vrednost pčela kao oprašivača prvi put je otkrivena od strane Kölreuter-a (1761). Medonosne pčele su najvažniji oprašivači poljoprivrednih kultura. Većina gajenih kultura zahteva oprašivanje da bi dale ekonomski značajne prinose. Delovi tela pčela su prilagođeni za uspešno oprašivanje mnogih biljaka. Njihova veličina tela i dužina usnog aparata (*proboscis*) prilagođava ih ishrani različitim tipovima cvetova. Široka lepeza biljnih vrsta koje posećuju omogućava im da opraše i veliki broj različitih gajenih kultura. Brojnost gajenih društava (košnica), gotovo kosmopolitska rasprostranjenost i način ishrane medonosnih pčela čini ih najefikasnijim oprašivačima poljoprivrednih kultura u svetu. Svaka kolonija medonosnih pčela sadrži na desetine hiljada (20-50.000) individua sposobnih da traže hranu (polen i nektar) neophodnu za podizanje sledeće generacije (Abrol 2012). Kao i kod drugih pčela, njihovo čulo mirisa,

čulo vida, delovi usnog aparata i brojne razgranate dlačice na telu, idealno su prilagođene za pronalaženje hrane, sakupljanje i prenošenje polena. Medonosne pčele posećuju širok dijapazon oblika cvetova. U jednom danu jedna pčela napravi 12 ili više izlazaka iz košnice, posećujući nekoliko hiljada cvetova (Abrol 2012). Pri svakom izlasku ograničava posete na jednu vrstu biljke, sakupljajući jednu vrstu polena. Ima složen sistem komunikacije koji omogućava koloniji da pronade i sakupi hranu sa maksimalnom efikasnošću. Ove osobine čine medonosne pčele najvrednijim vektorom unakrsnog oprašivanja kultura. Pčele iz kolonije posećuju veliki broj biljaka u okviru velikog područja, sakupljajući polen i nektar, gde će svaka pojedinačna pčela posetiti jednu vrstu cvetova na istoj lokaciji, dok ne iscrpi resurse nektara ili polena.

Prednost medonosne pčele u odnosu na sve ostale oprašivače u oprašivanju poljoprivrednih kultura je u tome što one prezimljuju u jakim društvima, tako da njihov broj u proleće, kada cveta većina voćarskih kultura, znatno prevazilazi broj ostalih oprašivača, za razliku od bumbara gde samo prezimljuje oplođena matica. Račvaste dlačice na telu omogućavaju kačenje i nošenje polena bolje nego kod insekata sa jednostavnim dlakama ili insekata bez dlaka. Razgranate dlačice mogu da nose do 5 miliona polenovih zrnaca (Carreck i sar. 2010). Usni aparat je visoko specijalizovan, kao i postojanje struktura na zadnjim nogama radilica (*corbicula*), koje omogućuju nošenje polena do kolonija. Još neke adaptacije su strukture na prednjim nogama, koje omogućavaju čišćenje antena (*keirotichia*). Plesom i drugim specijalizovnim sistemima pčele izviđači prenose informacije o izvoru hrane drugim pčelama. Kolonije medonosnih pčela imaju posebnu vrednost, jer se kolonije mogu premeštati iz jedne kulture u drugu, shodno potrebama oprašivanja. Medonosne pčele obično oprašuju jednu kulturu prilikom izlaska iz košnice.

Kvalitet oprašivanja zavisi od broja društava (kolonija) po jedinici površine, jačine pčelinje kolonije, vremena postavljanja kolonija u poljoprivredni predeo i vremenskih uslova. Aktivnosti pčela zavise od spoljašnje temperature, medonosna pčela ima donji prag aktivnosti na +13C (Free 1993). U rano proleće pčelinja kolonija može da broji 10.000-20.000 radilica. Leti se u koloniji povećava broj radilica na 40.000-60.000 (Free 1993). Medonosne pčele su prilagođene mnogim klimatskim zonama, gde mogu uspešno da opstaju u divljini i bez pomoći čoveka u većini delova sveta, brzo postajući deo prirodnog izvora oprašivača.

2.4 Bumbari kao oprašivači

Do sada je opisano 250 vrsta (Williams 1998), od kojih je 68 zabeležano u Evropi (Nieto i sar 2014; Potts i sar. 2015). Rasprostranjeni su uglavnom u severnoj hemisferi. Bumbari su veoma efikasni polinatori. Efikasnost se pre svega ogleda u brzini kojom sakupljaju polen. Jedinke posete duplo više cvetova u minuti nego jedinke medonosnih pčela (Abrol 2012). Imaju kapacitete da prenose velike količine polena na većim razdaljinama. Zbog relativno velike površine tela, često bolje ostvaruju kontakt sa prašnicima cvetova nego vrste manjih dimenzija tela. Telo bumbara je veoma dlakavo, tako da može sakupiti velike količine polena, za razliku od drugih grupa insekata oprašivača čije telo nije toliko gusto prekriveno dlakama. Takođe, prednost u odnosu na druge grupe insekata oprašivača, aktivni su na nižim temperaturama (10°C) (Heinrich 1979). Na temperaturi preko 32°C neke vrste prestaju sa aktivnostima (Kwon i Saeed 2003). Aktivni su kada je oblačno ili sumaglica, a čak i vetar ih ne sprečava da posećuju cvetove. Aktivni su od ranog proleća do kraja jeseni, a u područjima sa blažom klimom i zimi (Goulson 2010). Zbog duge aktivnosti, veoma su važni polinatori rano cvetajućih i kasno cvetajućih useva i drugih entomofilnih biljaka.

Bumbari se gaje i koriste za oprašivanje mnogih poljoprivrednih kultura, pogotovo povrća. Prilikom oprašivanja paradajza, bumbar postavi toraks blizu prašnika i vibrira mišićima grudi. Ovim vibracijama trese polen sa tučka i efikasno oprašuje cvet (Goulson 2010). Bumbari koji su dugogjezični veoma efikasno oprašuju leguminoze. Kao bolji oprašivači nekih kultura su se pokazali bumbari, jer ne komuniciraju između sebe plesom i ne pokazuju gde je izvor hrane, dok cela kolonija medonosne pčele može napustiti poljoprivrednu kulturu na kojoj su potrebne njene usluge ako primeti atraktivan izvor polena sa strane. Još jedna prednost bumbara se ogleda u tome da jedinke nisu toliko vezane za određeni deo poljoprivredne parcele, nego vrše unakrsno oprašivanje, što je posebno pogodno prilikom oprašivanja voćnjaka (Goulson 2010).

Kolonija bumbara se može sastojati od 40 do 120 jedinki, ređe 400, dok su kolonije medonosne pčele znatno brojnije, od 20.000 do 50.000 radilica. Ipak, neke studije navode da pet kolonija bumbara ima jednaku efikasnost kao 7,5 kolonija medonosnih pčela, bez obzira na veći broj radilica pčela (Goulson 2010). Jedinica bumbara dnevno u proseku (od jutra do večeri) poseti 6000 cvetova, a za 2h – 5h tokom dana poseti 2.500-3.000 cvetova (Abrol 2012).

Gnezda prave u napuštenim rupama glodara, u gnezdima ptica i šupljinama ispod busenja. Intenziviranjem poljoprivrede, rupe od glodara kao mesta za gnežđenje nekih vrsta bumbara su bila prva uništena (Kells i Goulson 2003). Kao materijal za izgradnju gnezda koriste suv biljni material, lišće i mahovinu, a nekad voskom prekriju gnezdo (Abrol 2012). Kako gnezdo raste, dodaje se materijal i to obično rade radilice. Matica, oplođena ženka, napravi prve ćelije, počinje gradnju gnezda. Mesta za to su najčešće rubovi šuma ili na livadskim staništima. Ćelije su delimično zatvorene, a larve se hrane postepeno. Veličina gnezda manjih kolonija je obično prečnika osam do devet centimetara, dok je kod većih kolonija visina gnezda preko 20 centimetara (Goulson 2010). Med i polen se čuvaju u “čšašicama” koje su od voska. Matica kada počne sa izgradnjom gnezda, napravi posudice od voska za skladištenje hrane. Parazatske vrste podroda *Psithyrus* Fabricius preuzimaju gnezda od neparazitskih vrsta, tako što ubijaju maticu i preuzimaju koloniju.

Postoje varijacije između vrsta bumbara po tipu staništa i izboru mesta za gnežđenje. Vrste koje se gnezde u zemlji su: *Bombus terrestris* Linnaeus 1758, *B. lapidarius* Linnaeus 1758, i *B. ruderatus* Fabricius 1775 (Kells i Goulson 2003). Za razliku od drugih vrsta, *Bombus lapidarius* češće pravi gnezda na mestima koja su tokom celog dana izložena sunčevoj svetlosti (Fussell i Corbet 1992). Vrste koje su vezane za žbunastu vegetaciju su: *Bombus pascuorum* Scopoli, 1763, *B. hortorum* Linnaeus, 1761 i *B. ruderarius* Müller, 1776 (Kells i Goulson 2003). Postoje vrste koje vole da se gnezde neposredno ispod površine tla: *Bombus hortorum*, *B. pascuorum*, *B. sylvarum*, *B. humilis* i *B. ruderarius* (Kells i Goulson 2003). Vrste *Bombus lapidarius* i *B. pratorum* mogu biti oportune prilikom izbora gnezda. Prilikom izbora mesta za uspostavljanje kolonije i izgradnju gnezda, faktori od značaja su koliko je gnezdo zaklonjeno, drenaža zemljišta, absorpcija toplote i faktori koji su specifični za vrstu (Kells i Goulson 2003). Na početku sezone, posmatranjem ponašanja matice može se zaključiti koji tip staništa vrsta preferira (Kells i Goulson 2003). Bumbari imaju jednogodišnje kolonije, koja se na početku sezone sastoji od jedne matice i nekoliko radilica. Ako su pogodni uslovi, sa dovoljno cvetnih resursa dobrog kvaliteta, kolonija raste tokom sezone i ako uspe, na kraju proizvede nove matice i mužjake. Nove matice su od suštinske važnosti, jer predstavljaju osnovu za razvoj novih kolonija u narednoj godini (Rundlöf i sar. 2015).

Gnezdo je centralno mesto odakle jedinka pčele, bilo da je solitarna ili socijalna, kreće u potragu za hranom, cvetnim resursima u okruženju (Goulson 2010). Traganje za

hranom i opseg koji jedinka prelazi su fundamentalni aspekti ekologije vrsta. Na osnovu toga se određuje područje koje jedinka ili kolonija koristi. Razumevanjem prostornih odnosa između gnezda i resursa hrane može se predvideti opstanak i distribucija kolonije (Nakamura i Toquenaga 2002; Williams i Kremen 2007). Za vrste koje imaju mali opseg kretanja prilikom potrage za hranom, od značaja je da je udaljenost između fragmenata mala, dok vrste koje prelaze veći opseg u potrazi za hranom lakše savladavaju veću udaljenost između fragmenata u okviru predela. Neke studije pokazuju da postoje razlike u razdaljini koju prelaze vrste bumbara. Vrste koje se hrane gotovo ispred gnezda, *Bombus pascuorum*, *B. sylvarum* i *B. ruderarius*, uglavnom ostaju u okviru do 500 m od gnezda. Vrsta *Bombus lapidarius* prelazi i do 1500 m, a *Bombus terrestris* ide i do 2 km od gnezda (Walther-Hellwig i Frankl 2000). Alford je 1975. izneo pretpostavku da vrste koje prelaze manji opseg imaju manji broj jedinki u kolonijama, dok vrste kao što su *B. terrestris* i *B. lapidarius* imaju veći broj jedinki u koloniji.

2.5 Divlje (solitarne) pčele kao oprašivači

Do sada je opisano više od 20.000 vrsta pčela iz 425 rodova i 7 familija (Michener 2007; Michez i sar. 2012; Danforth i sar. 2013; Ascher i Pickering 2014). Divlje pčele imaju važnu ulogu u oprašivanju poljoprivrednih kultura i divljih cvetnica, kao i u održavanju stabilnosti ekosistema. Korišćenje divljih pčela ima sve veći značaj od kako se broj kolonija medonosnih pčela dramatično smanjuje. Aktivno upravljanje divljim oprašivačima razvijeno je kod nekoliko vrsta bumbara i divljih pčela rodova: *Megachile* Kiry, 1802, *Osmia* Panzer, 1806, *Nomia* Latreille, 1804 i *Xylocopa* Latreille, 1802. Neke vrste divljih pčela su veoma efikasni polinatori. Studija koju su sprovedli Bosch i Kemp (2001) pokazala je da samo 250 ženki *Osmia lignaria* Say, 1837 opraši jedan hektar jabuka, dok je za istu površinu potrebno dve košnice po 15.000 do 20.000 radilica medonosne pčele.

Dugo je postojao generalni konsenzus da je za oprašivanje kultura dovoljna medonosna pčela, a značaj divljih pčela je potcenjivan. Kulture kao što su lucerka, pamuk i povrće su kvalitetnije oprašene od strane divljih pčela koje imaju niz adaptacija za ove tipove cvetova (Abrol 2012). Različite vrste pčela imaju različite oblike tela, težinu i dužinu proboscisa.

Osnovni faktori koji određuju efektivnost oprašivača za određenu vrstu biljaka su brojnost oprašivača, period aktivnosti leta, broj letećih sati u danu i broj cvetova posećen u toku dana (Abrol 2012). Najvažnija je sinhronizacija perioda leta jedinke sa glavnim cvetajućim periodom kulture ili entomofilnih biljaka (Abrol 2012). Pčele su generalisti, koji posećuju širok spektar biljnih vrsta. Preferiraju male cvetove, guste cvasti, cvetove sa cevastim krunicama kraćim od njihovog jezika i cvetove sa dugačkom cevastom krunicom koja je dovoljno široka da pčela može ući. Prirodna vegetacija obezbeđuje mesto za gnežđenje i hranu za pčele (Potts i sar 2005; Steffan-Dewenter i Schiele 2008; Roulston i Goodell 2011). Pčele su dobri polinatori jer se mogu brzo adaptirati na novu biljnu vrstu. Svaka individua uglavnom posećuje samo jednu vrstu biljke, što oprašivanje čini efikasnijim, jer jedinke nose samo jednu vrstu polena sa jedne na drugu biljku iste vrste. Uništavanje i fragmentacija prirodnih i polu-prirodnih staništa, kao i intenziviranje korišćenja zemljišta u poljoprivrednim predelima, imaju značajne negativne efekte na pčele i druge polinatore (Kremen i sar. 2004, 2007; Tschardtke i sar. 2005; Steffan-Dewenter i Westphal 2008; Stanisavljević i sar. 2016).

Prema načinu života, pčele se mogu podeliti na više grupa: solitarne, socijalne, subsocijalne i parazitske, koje obuhvataju kleptoparazite i socijalne parazite (Radčenko i Pesenko 1994; Abrol 2012). Pčele koje vode solitaran način života, gnezda najčešće prve ispod zemlje, tako što grade pregradice "ćelije" u kojima se nalaze larva i polen. Ćelije mogu biti izgrađene od blata, isečenih komadića lišća, smole, biljnih vlakana i piljevine. Ženke obezbeđuju hranu svojim larvama. Pčele koje se ne gnezde ispod zemlje, svoja gnezda formiraju u šupljinama trske, trulim panjevima, oštećenim stabljikama, ispod stena, u ljušturama puževa, u pukotinama i šupljinama zidova. Gnezdo se satoji od ćelija, a svaka ćelija je od predhodne odvojena pregradama od blata ili lišća (Batra 1984; Michener 2007). Ženke koje vode solitaran način života, nakon zatvaranja ćelije ne vode "brigu" o potomstvu, tako da se adulti uglavnom ne susreću sa svojim potomstvom. Stanište zavisi od vrste pčela, a brojnost solitarnih pčela, pored ostalog, zavisi od prisustva pogodnih mesta za gnežđenje (Stanisavljević 2012). Solitarne pčele su specijalizovane za oprašivanje pojedinih vrsta biljaka, pa se i javljaju u vreme cvetanja svojih biljaka domaćina. Socijalne pčele su uglavnom aktivne tokom cele sezone. Na osnovu perioda aktivnosti adulta mogu se podeliti na rano prolećne vrste, prolećno-letnje, letnje i kasno letnje vrste (Stanisavljević 2000).

Ako više ženki zajedno neko vreme same vode računa o potomstvu, takav odnos je subsocijalan (Krunić 1959). Kolonija se sastoji od dve ili tri odrasle ženke, koje žive u istom gnezdu, od pčela “radnika” i ženke koja polaže jaja “matica”. Radilice sakupljaju hranu, brinu o potomstvu i često su neplodne, dok matica isključivo polaže jaja i obično je veća od ostalih jedinki iz kolonije. Kod roda *Apis* Linnaeus, 1758 matica se veoma razlikuje od ostalih jedinki i nije sposobna da se samostalno brine o sebi. Pčele tribusa Apini (familija Apidae), uvek žive u kolonijama koje su visoko socijalne. Većina predstavnika tribusa Bombini (familija Apidae), subfamilije Xylocopinae (familija Apidae) i predstavnici subfamilije Halictinae (familija Halictidae) mogu da žive u malim kolonijama vodeći primitivan eusocijalan način života. Koloniju obrazuje ženka solitarnog načina života, koja sama napravi gnezdo i ćelije za polaganje jaja, položi jaja i donese hranu u gnezdo. Parazitske vrste pčela koriste gnezda solitarnih pčela jer ne sakupljaju polen i ne grade svoja gnezda. Kleptoparazitske vrste pčela polažu jaja u ćelije solitarnih vrsta, larva parazitskih vrsta ubija larvu domaćina. Socijalni paraziti su vrste koje ulaze u koloniju sa ciljem da ubiju “maticu” i preuzmu čitavu koloniju.

Prema vrsti hrane koju sakupljaju, pčele se mogu podeliti na medonosne i polenske (Stanisavljević 2000). Termin medonosne pčele obuhvata pčele koje skladište med i prave saće od voska (Stanisavljević 2000; Abrol 2012). Polenske pčele obuhvataju sve ostale pčele, koje su u literaturi poznate pod terminom divlje ili autohtone pčele. Ovaj termin je uveden da bi označio sve pčele različite od medonosnih koje oprašuju cvetnice (Abrol 2012). Većina vrsta divljih pčela vodi solitaran način života, naseljava pustinjske, subtropske i tropske klimatske zone, na prirodnim i polu-prirodnim stepskim staništima. Mnoge od ovih pčela su efikasniji oprašivači od medonosne pčele i obično su specijalizovane za samo određene biljne vrste (Stanisavljević 2012).

2.6 Diptera: Syrphidae kao oprašivači

Do sada je opisano oko 6000 vrsta osolikih muva (Syrphidae), podeljenih u 200 rodova, koji naseljavaju skoro sve terestrične ekosisteme u svim zoogeografskim regionima (Ssymank 2001). Osolike muve naseljavaju širok spektar tipova staništa, od obalnih do visoko-planinskih područja, od polarnih tundri do pustinja i polu-pustinja (Vujić i Glumac 1994). Kao polinatori imaju širok spektar adaptacija za oprašivanje različitih biljnih vrsta, uključujući dužinu proboscisa koja se kreće od 1 mm, a skoro može

dostizati dužinu tela adulta od 11 mm (Ssymank 1991), koje im omogućavaju da iskoriste resurse iz cvetova sa dubokim kronicama. Jedinke osolikih muva posećuju širok spektar biljnih vrsta. Na primer, u Nemačkoj posećuju oko 600 vrsta biljaka (Ssymank 2001), a u Belgiji 700 vrsta biljaka (De Buck 1990, 1993). Regionalna studija u Evropi (Ssymank 2001) je pokazala da više od 80% regionalne flore posećuju osolike muve. Preferiranje određene boje, vrste cveća, visina leta i fenologija osiguravaju posećenost cvetova od strane osolikih muva. Visina na kojoj lete osolike muve, kao i aktivnost prilikom posete cvetu, određuju efektivnost oprašivanja. Čak i ako jedinka prelazi veću udaljenost, kao na primer vrsta *Eristalis tenax* Linnaeus, 1758, transport polena je efikasan.

Oko 40% larvi osolikih muva su zoofagne. Hrane se biljnim vašima i imaju ulogu u biokontroli poljoprivrednih kultura. Neke vrste, npr. *Episyrphus balteatus* De Geer 1776, se veoma brzo razmnožavaju i produkuju velik broj jaja, pa se može javiti i do pet generacija godišnje. Ženke imaju mogućnost da putem mirisa registruju kolonije biljnih vaši i polažu jaja na ta mesta. Najveći broj jedinki osolikih muva beleži se u rano proleće, a brojnost opada do kraja jeseni (Vujić i sar. 1998).

Osolike muve imaju dvostruku ulogu u ekosistemu: adulti učestvuju u procesu oprašivanja, a zoofagne larve učestvuju u biokontroli u agroekosistemima i šumskim ekosistemima. Pored pčela i osolike muve spadaju u grupu najvažnijih oprašivača. U zavisnosti od regiona, doba dana, perioda cvetanja (fenologije) i vremenskih uslova, osolike muve dele uslugu oprašivanja sa ostalim grupama polinatora. Orford i saradnici (2015) poredе efikasnost oprašivanja i značaj drugih grupa Diptera, osim osolikih muva u agroekosistemima. U pomenutm israživanju se ističe da je u analiziranom agroekosistemu registrovano više vrsta drugih grupa Diptera koje nose čak 84% polena u odnosu na manji broj vrsta i jedinki familije Syrphidae koje nose manje polena (67%). Ističu da je značaj u oprašivanju od strane drugih grupa Diptera koje nisu osolike muve zanemaren.

Dok su neki odnosi polinatora i cveta veoma specijalizovani, mnoge interakcije oprašivača su kompleksni sistemi i uključuju nekoliko vrsta polinatora. Dnevne i sezonske promene u zajednicama oprašivača su česte, naročito kod biljaka sa dugim periodom cvetanja. Biljne vrste koje se gaje na velikim površinama (poljoprivredne kulture) mogu značajno uticati na regionalnu i geografsku varijaciju u polinatorskim zajednicama, a okolni predeo sa svojim karakteristikama i potencijalnim staništima ima važnu ulogu.

2.7 Dosadašnja istraživanja fauna Hymenoptera - Apiformes u Srbiji

Tokom XX veka u Srbiji se manji broj naučnika bavio proučavanjem faune Hymenoptera-Apiformes, pretežno sa aspekta ekologije pojedinih vrsta. Među najznačajnijim autorima, odnosno radovima, su: Grozdanić (1928, 1931, 1933, 1935, 1937, 1938, 1949, 1950a,b,c, 1956, 1959, 1960, 1961, 1965); Grozdanić i Dimitrijević (1948); Grozdanić i Čolović (1955); Grozdanić i Baranov (1963); Milivojević (1933); Anđelković (1949), Čolović i Grozdanić (1955). Krunic i saradnici sprovode istraživanja na području Jugoslavije (Krunić 1959; Krunić i sar. 1988; 1989; 1991; 1992, 1994, 1995a,b, 1998, 1999, 2001, 2005; Krunić i Stanisavljević 2006).

Sima Grozdanić 1955. sprovodi istraživanje bumbara na Fruškoj gori, navodeći da se ne zna tačan broj vrsta koje naseljavaju Frušku goru i susedne poljoprivredne površine, zatim kako su vrste rasprostranjene u ovom regionu, kao i koliko je koja vrsta zastupljena (Grozdanić i Čolović 1955). Na Fruškoj gori kao najzastupljenije vrste bumbara se ističu *Bombus terrestris* Linnaeus, 1758, *B. argillaceus* Scopoli, 1763, *B. pascuorum* Scopoli, 1763 i *B. pratorum* Linnaeus, 1761 (Grozdanić i Čolović 1955). Grozdanić nastavlja istraživanja faune u oblasti Fruške gore sa posebnim osvrtom na biologiju vrste *Bombus pascuorum*. Navodi da po brojnosti ova vrsta bumbara zauzima prvo mesto u istraživanoj oblasti. Istraživanja se odnose na vrste biljaka koje posećuje, način i materijal koji koristi prilikom izgradnje gnezda, veličinu kolonije i na ekologiju pomenute vrste. Grozdanić (1959) daje spisak od oko sto vrsta biljaka iz 13 familija, koje posećuje navedena vrsta bumbara.

Istraživanje divljih pčela, biologiju i ekologiju roda *Osmia*, sprovodio je Grozdanić 1928. na Fruškoj gori. Nastavak istraživanja divljih pčela roda *Halictus*, kao i idioekologije vrste *Halictus marginatus* Brullé 1832., Grozdanić (1956) sprovodi na Fruškoj gori, gde se navodi da je veća populacija na mestima gde nema ispaše i gde je bujnija vegetacija (Grozdanić 1956). Krunić (1959) posebno nastavlja istraživanje biologije i ekologije roda *Halictus* na Fruškoj gori i analiziraju prelazne forme između solitarnih i socijalnih pčela. Grozdanić (1960, 1965) daje detaljnu analizu gnežđenja roda *Osmia* i *Halictus*, opisuje izgled gnezda, broj ćelija u gnezdu, način polaganja jaja i odnos prema sledećoj generaciji. Grozdanić i Mučalica (1966) sprovode istraživanje u okolini Beograda, u kojem opisuju ponašanje vrsta *Systropha planidens* Giraud, 1861 i *S. curvicornis* Scopoli, 1770, koje biljke posećuju i ekologiju gnežđenja. Petrik (1958) istražuje faunu insekata na

Deliblatskoj peščari. Tom prilikom beleži 150 vrsta iz reda Hymenoptera i 68 iz reda Diptera. Grozdanić i Vasić (1966) porede idioekologiju vrsta roda *Eucera* i *Tetralonia*. Vrste *Osmia cornuta* (Latreille, 1805) i *Osmia rufa* (Linnaeus, 1758) su u Srbiji proučavane sa ekološkog, konzervacionog i upravljačkog aspekta (Krunić i sar., 1999, 2001, 2005; Krunić i Stanisavljević 2006). Stanisavljević i Nedić (2008) navode razlike u načinu funkcionisanja solitarnih i socijalnih pčela, predstavljaju najvažnije grupe pčela oprašivača kao i biljaka za koje se one koriste kao oprašivači u umerenoj klimatskoj zoni.

Stanisavljević (2000) utvrđuje faunistički spisak vrsta Megachilidae skupljenih u Srbiji i proučava idioekologiju vrsta *Osmia cornuta* i *O. rufa* u okolini Beograda, sa posebnim osvrtom na vrste pogodne za domestifikaciju. Na osnovu svojih terenskih istraživanja, ali i pregledom svih raspoloživih zbirki sa Instituta za zoologiju Biološkog fakulteta, Univerziteta u Beogradu, Prirodnjačkog muzeja u Beogradu, privatnih zbirki i iz objavljenih radova, sastavlja spisak vrsta porodice Megachilidae. Stanisavljević (2000) iznosi da je na području SR Jugoslavije registrovano 22 roda i 108 vrsta porodice Megachilidae. Uvidom u spisak može se zaključiti da su 102 vrste porodice Megachilidae registrovane samo u Srbiji, od čega 67 vrsta u Vojvodini. Zabeležene su pretežno u okolini Subotičke i Deliblatske pešcare, kao i u širem regionu Fruške gore. Stanisavljević 2013. objavljuje rezultate istraživanja Megachilidae na Fruškoj gori.

Mudri-Stojnić i sar. (2012) sprovode istraživanje sastava i brojnosti insekata polinatora u agroekosistemu Vojvodine na stepskim fragmentima i u suncokretu beleže 5 porodica, 7 subporodica, 26 rodova i 63 vrste insekata polinatora (Hymenoptera i Diptera: Syrphidae). Rezultati publikovani u ovom radu predstavljaju delom rezultate ove doktorske disertacije.

Markov i sar. (2016) sprovode istraživanja na širem području Vojvodine, na šumskim i stepskim staništima. Beleže 135 vrsta superfamilije Apoidea, porodice: Halictidae, Apidae, Andrenidae, Megachilidae, Colletidae i Melittidae.

3. MATERIЈAL I METODE RADA

Obzirom da je istraživanje deo međunarodnog evropskog FP 7 projekta „STEP“ („Status and Trends of European Pollinators” <http://www.step-project.net/>), koji je realizovan tokom dve sezone paralelno u Švedskoj, Holandiji, Nemačkoj, Velikoj Britaniji, Španiji i Srbiji na osnovu protokola i pomenutog projekta je planiran program istraživanja. Odabir lokaliteta i konstruisanje uzorka je vršeno na osnovu protokola definisanih u gore pomenutom projektu u okviru radnog paketa 5 (<http://www.step-project.net/>). U okviru agroekosistema Vojvodine je odabrano 16 istraživanih područja u okviru kojih se istražuje na dva tipa staništa: polu-prirodnim staništima tj., livadsko-stepskim fragmentima veličine 1-8 ha i na suncokretu (*Helianthus annuus* L.) kao masovno cvetajućoj kulturi.

3.1 Materijal

Sakupljan je insekatski materijal najvažnijih grupa polinatora: pčele, bumbari (Hymenoptera: Apiformes (Andrenidae, Melittidae, Halictidae, Apidae, Megachilidae, Colletidae)) i osolike muve (Diptera: Syrphidae) na južnim padinama Fruške gore u okolini Jaska, Stejanovaca, Bešenova, Šuljma, Čortanovaca, Neradina, Krušedola i u jugoistočnim delovima Bačke u okolini Kovilja, Vilova, Budisave, Šajkaša, Đurđeva i Čeneja (Slika 30).

Jedinke su hvatane entomološkom mrežicom, a zatim prebacivane u prazne flakone. Svaka jedinka je obeležena karticom na kojoj se nalaze sledeći podaci: lokalitet, datum, sezona, broj runde, tip staništa, legator. Legatori insekatskog materijala su: Sonja Mudri-Stojnić, Zorica Nedeljković, Ante Vujić i Jelena Preradović.

Determinacija sakupljenog insekatskog materijala Diptera: Syrphidae vršena je korišćenjem uporedne zbirke i odgovarajućih ključeva u Laboratoriji za istraživanje i zaštitu biodiverziteta na Departmanu za biologiju i ekologiju, PMF, Univerziteta u Novom Sadu. Identifikaciju vrsta su izvršili Vujić dr Ante i Nedeljković dr Zorica. Determinacija jedinki Hymenoptera: Apoidea (Andrenidae, Melittidae, Halictidae, Apidae, Megachilidae, Colletidae) je vršena u prirodnjačkom muzeju „Rippl-Rónai Múzeum“ u Kapošvaru (Mađarska) uz ekspertsku pomoć Jozan Zsolt-a. Determinacija insekatskog materijala reda Hymenoptera Apiformes je vršena pomoću ključeva: Ember (1970, 1971, 1972a,b, 1974, 1976, 1978); Ember i Skagami 1985; Ember i Schwammberger 1986; Warncke (1976); Dathe (1980); Goulet i Huber (1993); Mauss (1994); Amiet (1996); Scheuchl (2006);

Kuhlmann i sar. (2007); Michener (2007). Identifikaciju bumbara je izvršio Četković dr Aleksandar Biološki fakultet, Univerzitet u Beogradu.

3.2 Metode

Lokaliteti

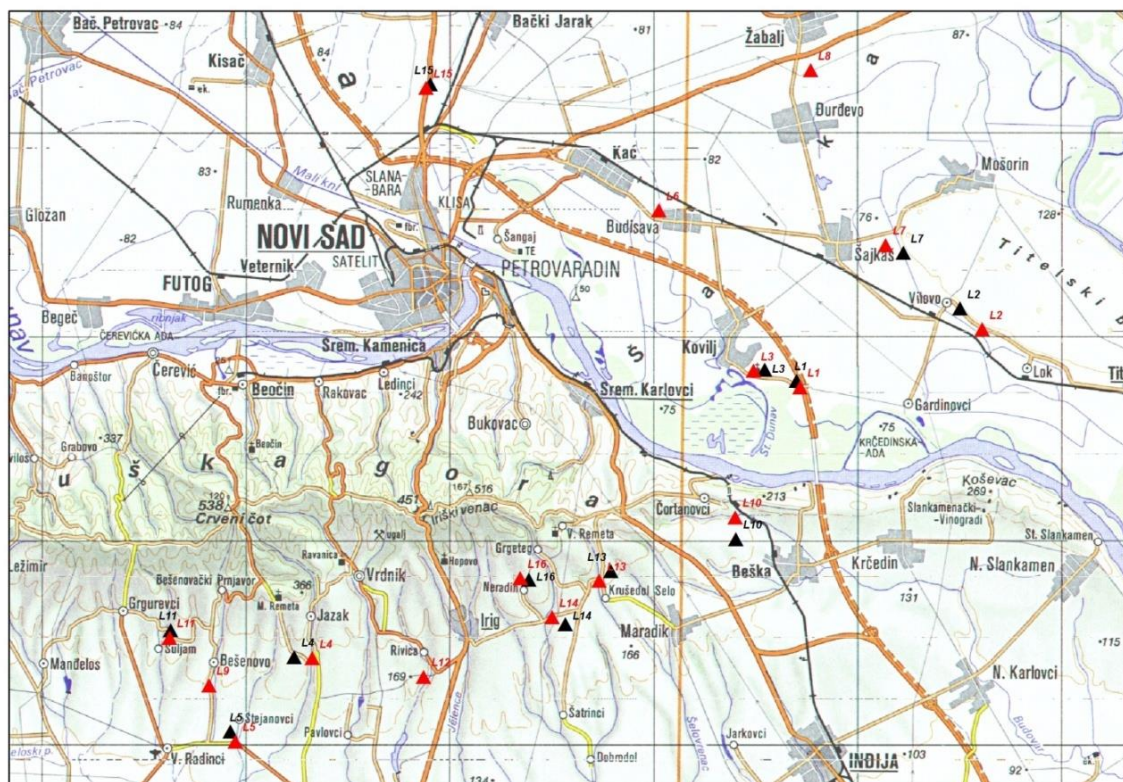
Insekti oprašivači su sakupljeni na dva tipa staništa: na 16 polu-prirodnih staništa (stepskih fragmenata) u okviru agroekosistema (Tabela 1) i u 21 polju suncokreta kao masovno cvetajućoj kulturi, (Tabela 2).

Tabela 1. Spisak lokaliteta (stepskih fragmenata, odnosno polu-prirodnih staništa), koordinate i površina na kojima je vršeno istraživanje

Naziv lokaliteta	Oznaka	Geografska širina	Geografska dužina	Sezona	Površina (ha)
Kovilj	L1	45,208489	20,0682	2011. '12, '13	1
Vilovo	L2	45,234878	20,18165	2011. '12, '13	3
Kovilj-manastir	L3	45,215519	20,039075	2011. '12, '13	4
Jazak	L4	45,085972	19,766475	2011. '12, '13	6
Stejanovci	L5	45,048797	19,719194	2011. '12, '13	4
Budisava	L6	45,285725	19,978558	2011. 2012	6
Šajkaš	L7	45,271656	20,12055	2011. '12, '13	5
Đurđevo	L8	45,3484	20,072508	2011. '12, '13	4,82
Bešenovo	L9	45,073364	19,702358	2011. '12, '13	8
Čortanovci	L10	45,150753	20,028672	2011. '12, '13	3
Šuljam	L11	45,094031	19,677281	2011. '12, '13	7
Rivica	L12	45,078625	19,835972	2011. '12, '13	5,34
Krušedol	L13	45,122011	19,944517	2011. '12, '13	3
Neradin– česma	L14	45,105592	19,915233	2011. '12, '13	2,95
Čenej	L15	45,338356	19,832153	2011	2
Neradin I	L16	45,122572	19,895158	2011. '12, '13	5

Tabela 2. Spisak lokaliteta masovno – cvetajućih kultura (MCK), koordinate i površina za sve tri sezone.

Naziv lokaliteta	Oznaka	Geografska širina	Geografska dužina	Sezona	Površina(ha)
Kovilj	L1	45,211299	20,065831	2011., 2012.	15,86
Vilovo	L2	45,243939	20,167685	2011., 2012.	5,15
		45,245359	20,172965	2013.	4,386
Kovilj-manastir	L3	45,216087	20,046076	2011.	18,638
		45,211553	20,042449	2012.	7,514
Jazak	L4	45,086462	19,754963	2011., 2012.	3,838
		45,081356	19,768082	2013.	1,298
Stejanovci	L5	45,053123	19,715922	2011.	2,501
		45,054093	19,715824	2012.	2,510
		45,048744	19,70882	2013.	3,794
Šajkaš	L7	45,268279	20,1319	2012.	4,009
		45,276612	20,13259	2013.	12,56
Šuljam	L11	45,097438	19,677926	2012.	13,819
		45,091507	19,681139	2013.	13,68
Čortanovci	L10	45,141188	20,029132	2013.	3,205
Čenej	L15	45,340009	19,834469	2011.	13,201
Neradin I	L16	45,121948	19,900425	2011. 2012.	2,028



Slika 30. Prikaz istraživanog područja, crveni trouglovi su lokaliteti za polu-prirodna staništa u okviru agroekosistema, crni trouglovi su lokaliteti polja suncokreta

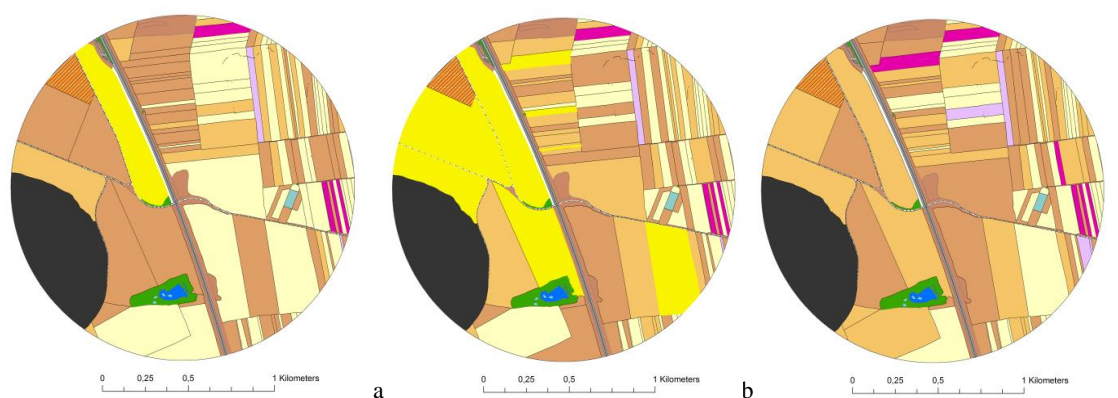
3.2.1 Odabir staništa

U cilju uvida u strukturu predela i njenog uticaja na insekte oprašivače, na svakom istraživanom području kartirane su prostorne jedinice na osnovu protokola iz projekta „STEP” (Holzschuh i Steffan-Dewenter 2011). Interno razvijena klasifikacija staništa za potrebe projekta, omogućava veću diferencijaciju staništa u odnosu na značaj za insekte oprašivače, za razliku od konvencionalnih klasifikacija staništa (Corine Land Cover i Eunis habitat types) koje se baziraju na tipu vegetacije. U okviru pomenute klasifikacije predstavljeni su tipovi staništa i određene poljoprivredne kulture, razvrstani na osnovu značaja za insekte oprašivače.

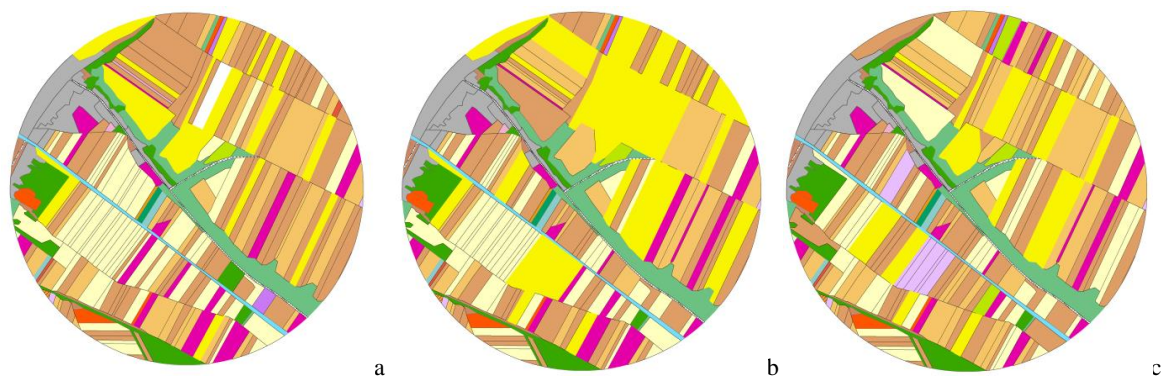
U okviru istraživanog područja, klasifikacija u okviru projekta sadrži sledeće gajene kulture: uljana repica (*Brassica napus* L.), suncokret (*Helianthus annuus* L.), pasulj (*Phaseolus vulgaris* L.), krompir (*Solanum tuberosum* L.), grašak (*Pisum sativum* L.), poljska gorušica (*Sinapis arvensis*), voćnjaci: višnja (*Prunus cerasus* L.), šljiva (*Prunus domestica* L.), jabuka (*Malus*), breskva (*Prunus persica* L.), kruška (*Prunus communis* L., *P. nivalis*...), kajsija (*Prunus armeniaca* L.), jagoda (*Fragaria* L.), lucerka (*Medicago*

sativa L.), napušteni voćnjaci, bostan (*Citrullus lanatus* L., *Cucumis* sp.), voćnjak višnje sa orahom (*Prunus* sp. i *Juglas* sp.), necvetajuće kulture (žito (*Triticum* sp), kukuruz (*Zea mays* L.), ječam (*Hordeum vulgare* L.), ovas (*Avena sativa* L.), soja (*Glycine max* L.) itd), lešnici (*Corylus avellana* L.), oranice i vinogradi (*Vitis vinifera* L.), *Salvia officinalis*, sadnice voća i prostorne jedinice: stepski fragmenti, livade, pašnjaci, živice, bašte, vlažne livade, šumarci, naselja (urbane površine), vodene površine...(legenda na slici 47).

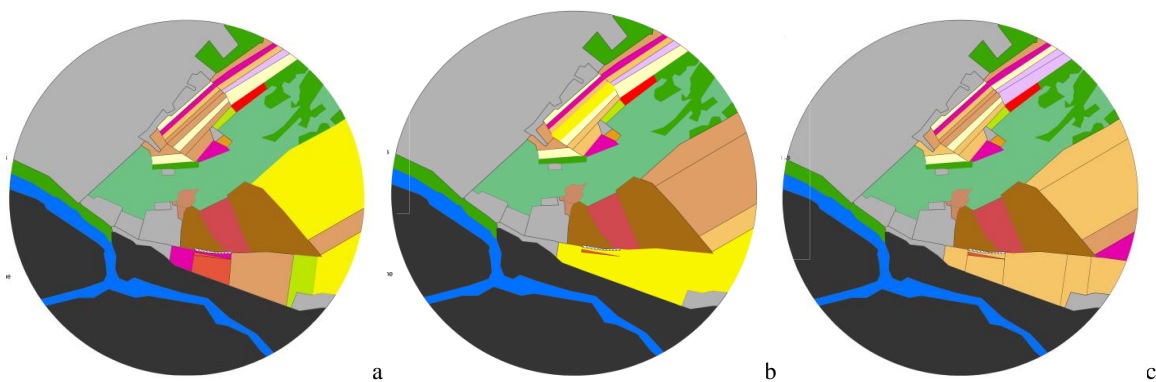
Kartiran je predeo oko svakog istraživanog stepsko - livadskog fragmenta, u prečniku od 1 km. Svaki lokalitet ima jedinstven mozaik i strukturu predela koji ga okružuje. Predeli lokaliteta na kojima je vršeno istraživanje se nisu preklapali. Minimalna udaljenost od ruba jednog do ruba drugog istraživanog područja je 2 km. Za svaki lokalitet je izrađena osnovna mapa u programu "GoogleEarth" (2010) i na osnovu nje su na terenu provereni tipovi staništa. Pomoću programa "GoogleEarthPro" (2010) su izmerene površine odabranih lokaliteta. Na osnovu mapa dobijenih programom "GoogleEarth" (2010), crtani su poligoni u programu ArcGis v 9.3.1. (ESRI,Redlans,CA) Digitalizacija i obrada podataka vršena je po metodologiji Seferović (2009), pomoću softverskog paketa ArcGis v 9.3.1. (ESRI,Redlans,CA). Svakom poligonu je dodeljen tip staništa utvrđen na terenu i izračunata je zbirna površina za svaki tip staništa. Istraživano područje je kartirano od kraja aprila do početka juna, svake sezone (2011., 2012. i 2013.) na osnovu mapa sa Google Earth-a digitalizovanih u GIS-u. Struktura predela je predstavljena pojedinačnim mapama, Slike 31-46.



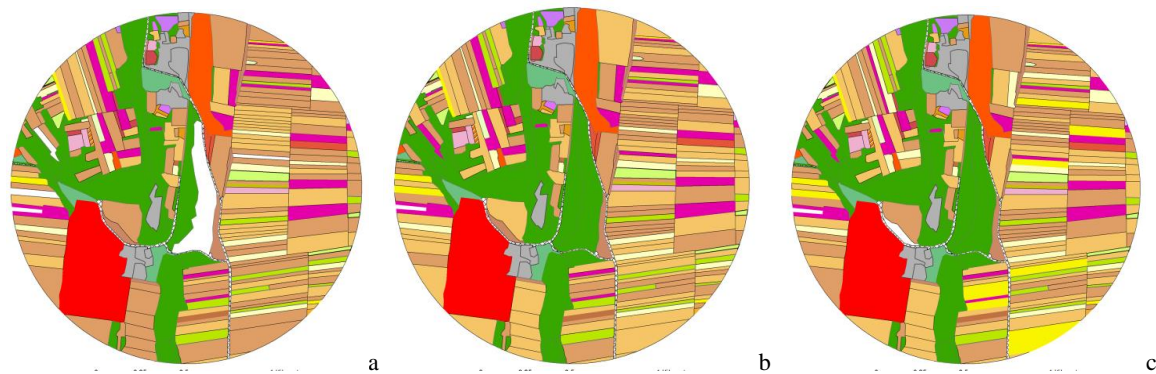
Slika 31. Struktura predela na lokalitetu L1 Kovilj: a, prva sezona 2011.; b, druga sezona 2012.; c, treća sezona 2013.



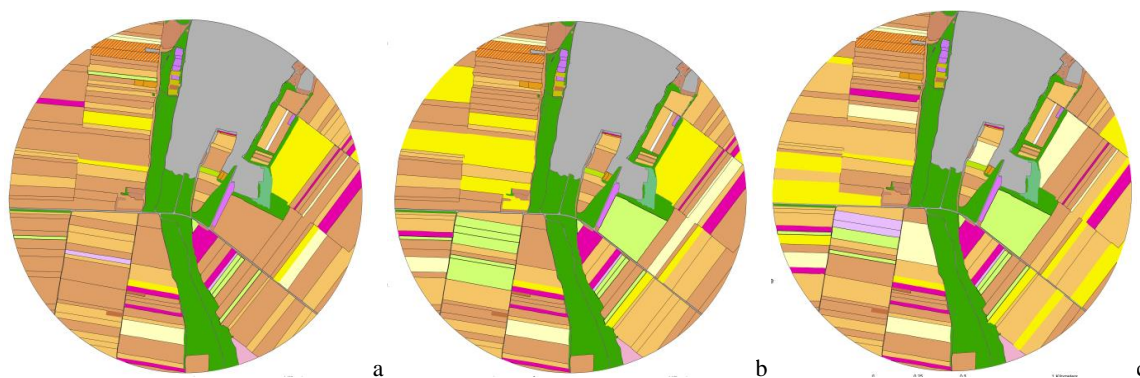
Slika 32. Struktura predela na lokalitetu L2 Vilovo: a, prva sezona 2011.; b, druga sezona 2012.; c, treća sezona 2013.



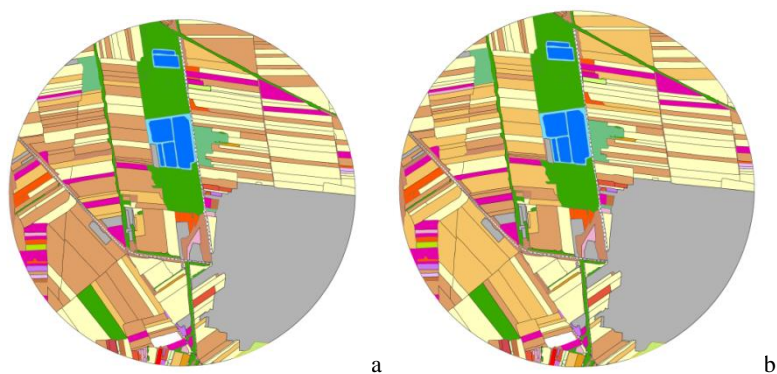
Slika 33. Struktura predela na lokalitetu L3 Kovilj: a, prva sezona 2011.; b, druga sezona 2012.; c, treća sezona 2013.



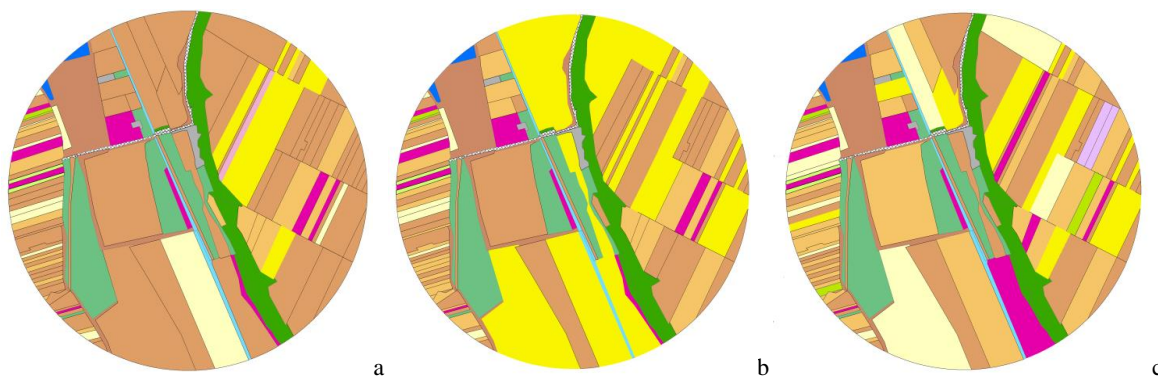
Slika 34. Struktura predela na lokalitetu L4 Jazak: a, prva sezona 2011.; b, druga sezona 2012.; c, treća sezona 2013.



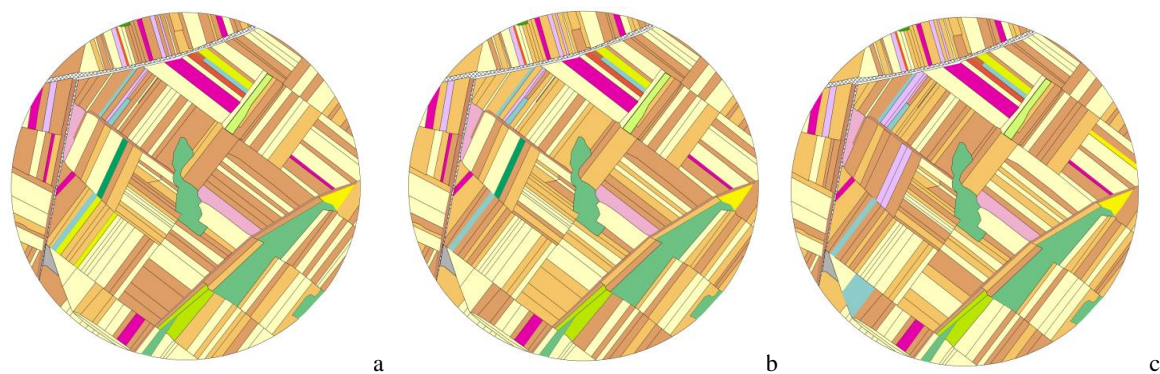
Slika 35. Struktura predela na lokalitetu L5 Stejanovci: a, prva sezona 2011.; b, druga sezona 2012.; c, treća sezona 2013.



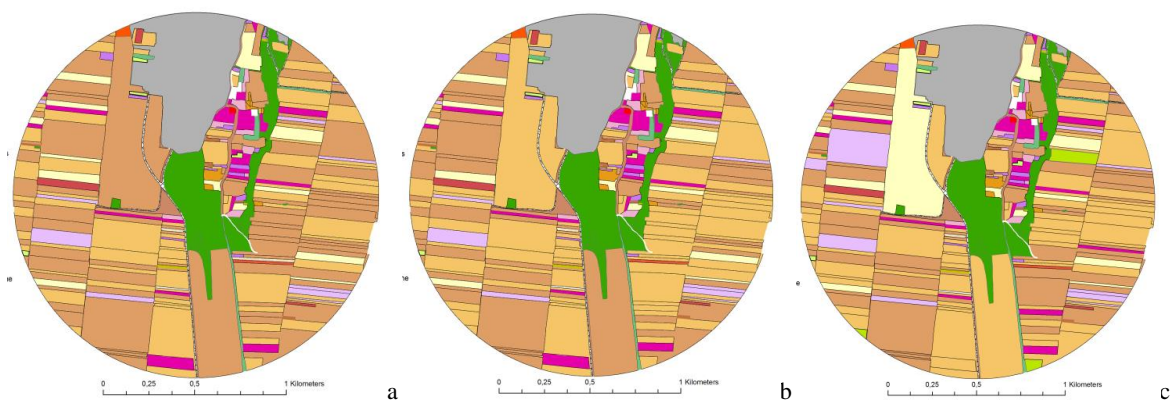
Slika 36. Struktura predela na lokalitetu L6 Budisava: a, prva sezona 2011.; b, druga sezona



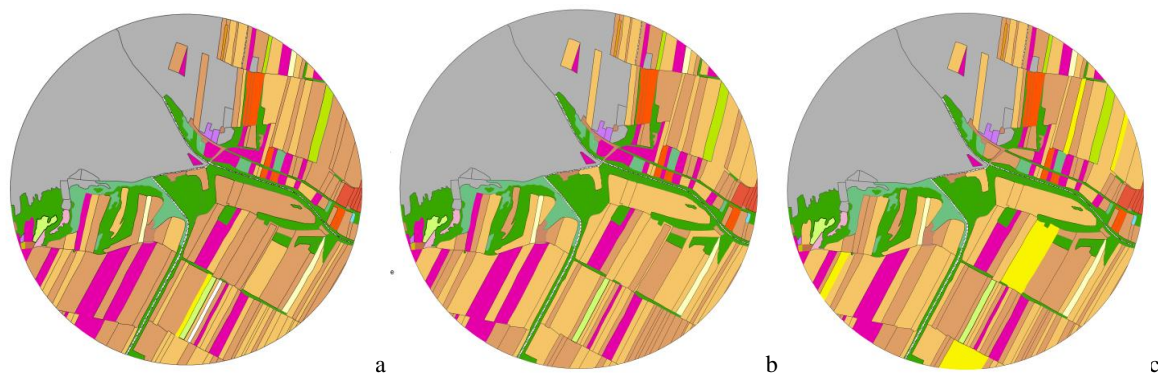
Slika 37. Struktura predela na lokalitetu L7 Šajkaš: a, prva sezona 2011.; b, druga sezona 2012.; c, treća sezona 2013.



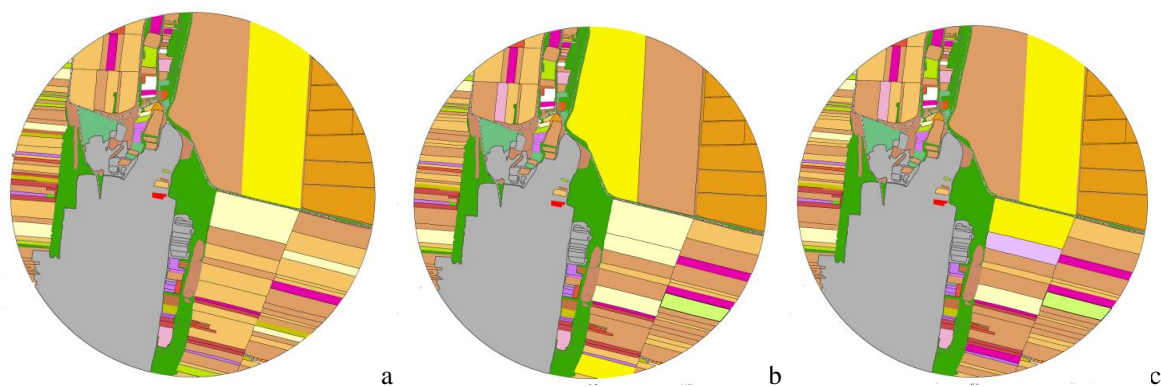
Slika 38. Struktura predela na lokalitetu L8 Đurđevo: a, prva sezona 2011.; b, druga sezona 2012.; c, treća sezona 2013.



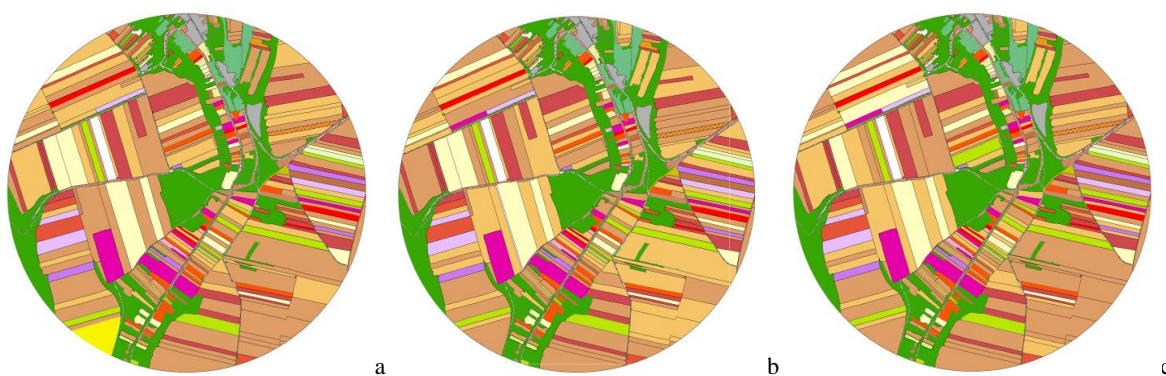
Slika 39. Struktura predela na lokalitetu L9 Bešenovo: a, prva sezona 2011.; b, druga sezona 2012.; c, treća sezona 2013.



Slika 40. Struktura predela na lokalitetu L10 Čortanovci: a, prva sezona 2011.; b, druga sezona 2012.; c, treća sezona 2013.



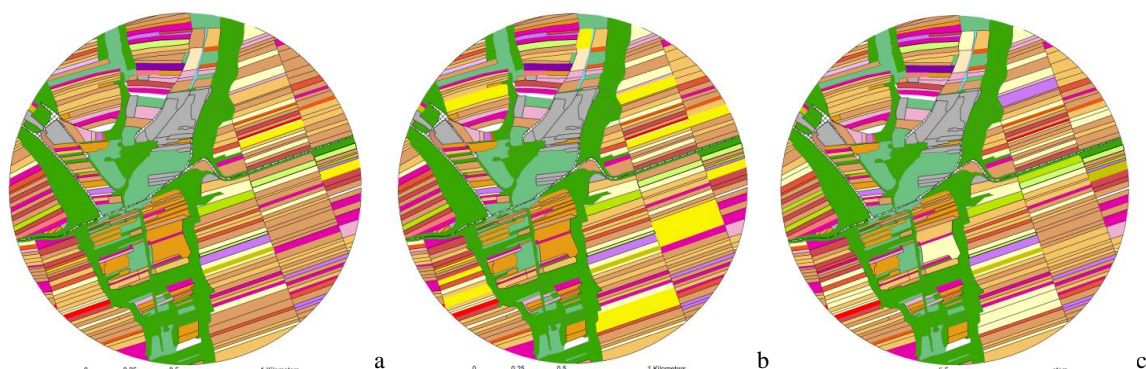
Slika 41. Struktura predela na lokalitetu L11 Šuljam.: a, prva sezona 2011.; b, druga sezona 2012.; c, treća sezona 2013.



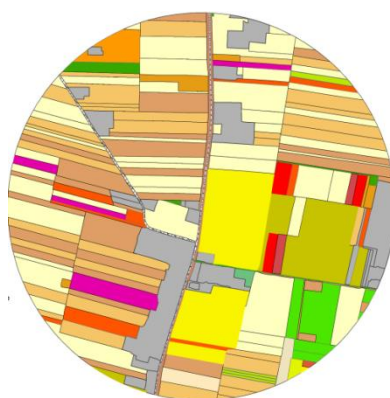
Slika 42. Struktura predela na lokalitetu L12 Rivica: a, prva sezona 2011.; b, druga sezona 2012.; c, treća sezona 2013.



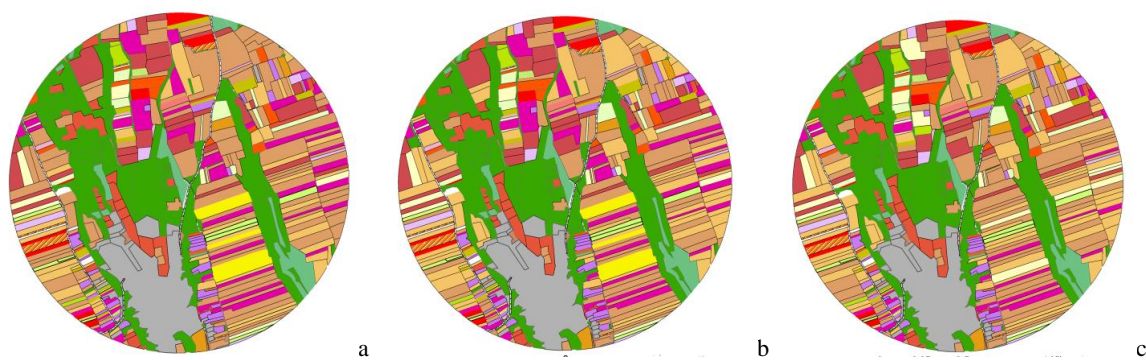
Slika 43. Struktura predela na lokalitetu L13 Krušedol: a, prva sezona 2011.; b, druga sezona 2012.; c, treća sezona 2013.



Slika 44. Struktura predela na lokalitetu L14 Neradin: a, prva sezona 2011.; b, druga sezona 2012.; c, treća sezona 2013.



Slika 45. Struktura predela na lokalitetu L15 Čenej u prvoj sezoni.



Slika 46. Struktura predela na lokalitetu L16 Neradin: a, prva sezona 2011.; b, druga sezona 2012.; c, treća sezona 2013.

	LI - Livada
	LK - Pokošena livada
	LU - Luk
	M - Šljiva
1 - Živica	N - Višnja(Trešnja)
A1 - Kukuruz	O - Zarasli voćnjak
A2 - Žito	O1 - Oranica
B - Ječam	P - Voćnjak
B1 - Blitva	P1 - Paprika
C - Suncokret	PA - Parlog
D - Soja	PAS - Sinapis arvensis
F - Pasulj	R - Vinograd
F1 - Grašak	R1 - Rasadnik
G - Krompir	R2 - Šećerna repa
H - Ovas	S - Bostan
I - Lucerka	S1 - Sirak
IS - Obod šume	T - Uljana repa
J - Povrtnjak	T1 - Topola
K - Breskva	U - Kruška
K0 - Korovište	US - Unutrašnjost šume
K1 - Kajsija	V - Paradajz
K2 - Veg.uz.pot.	V1 - Vodene površine
K3 - Kupus	VO - Voćnjak(orasi)
KR - Krastavac	W - Okućnica
L - Jabuka	W1 - Putevi
L1 - Pašnjaci	Z1 - Žalfija
LE - Lešnik	

Slika 47. Legenda klasifikacije (tipova) staništa.

Na osnovu procentualne zastupljenosti suncokreta u istraživanom području, lokaliteti se razvrstavaju na one sa većim udelom suncokreta u svom okruženju, i na lokalitete sa manjim udelom, ili bez suncokreta. Na lokalitetima sa visokim procentom suncokreta, insekti se uzorkuju na dva tipa staništa na stepsko-livadskim fragmentu i u kulturi suncokreta. Na lokalitetima koji imaju nizak procenat ili su bez zastupljenosti suncokreta, uzorkovano je na livadsko-stepskim fragmentima jedan tip staništa.

Na osnovu podataka dobijenih kartiranjem, odabrano je 16 istraživanih područja, od kojih osam u svom okruženju imaju veći procenat masovno-cvetajuće kulture i osam lokaliteta koji u svom okruženju nemaju ili imaju mali procenat masovno-cvetajuće kulture. U prvoj sezoni, distribucija i dinamika insekata polinatora je istraživana na 16

lokaliteta: osam lokaliteta sa suncokretom istraživano na dva tipa staništa: stepski fragmenti (polu-prirodno stanište PPS) i u odabranoj masovno cvetajućoj kulturi (MCK) suncokretu, a na drugih osam lokaliteta se istraživalo na jednom tipu staništa, stepskim fragmentima (PPS). U drugoj sezoni, na osnovu podataka dobijenih kartiranjem odabrano je 15 lokaliteta, u kojima je istraživano na dva tipa staništa: sedam koja u svom okruženju imaju veći procenat masovno-cvetajuće kulture i osam lokaliteta koji u svom okruženju nemaju ili imaju mali procenat masovno-cvetajuće kulture. U trećoj sezoni je na osnovu podataka dobijenih kartiranjem odabrano 14 istraživanih područja: sedam koja u svom okruženju imaju veći procenat masovno-cvetajuće kulture i sedam koja u svom okruženju nemaju ili imaju mali procenat masovno-cvetajuće kulture. Razlog za sukcesivno smanjivanje broja istraživanih lokaliteta sa 16 na 14 je narušavanje i uništavanje stepskih staništa na lokalitetu Budisava (L6) i na lokalitetu Čenej (L15).

3.2.2 Sakupljanje insekatskog materijala

Insekatski materijal je sakupljan na svim lokalitetima na oba tipa staništa: stepski fragmenti i u odabranoj masovno-cvetajućoj kulturi, suncokretu. U svakoj sezoni, prva i druga istraživačka runda su realizovane za vreme cvetanja suncokreta, početkom juna i tokom jula, a treća i četvrta runda su sprovedene nakon cvetanja suncokreta, krajem jula i početkom avgusta. U trećoj sezoni je realizovan dodatni monitoring, od aprila do prve polovine avgusta, da bi se odredila sezonska dinamika pojavljivanja vrsta i jedinki polinatora. U prolećnim mesecima na livadsko-stepskim fragmentima uzorkovano je početkom i krajem svakog meseca i realizovano ukupno 34 transekta.

3.2.2.1 Sakupljanje insekatskog materijala u polu-prirodnim stalištima (na stepskim fragmentima)

Transekt je sproveden u neprekinutoj liniji dužine 300 m i širine 1 m ili kroz dva manja transekta od kojih je svaki dužine 150 m, a širine 1 m. Vreme sakupljanja insekatskog materijala po rundi traje 30 minuta, podeljeno u petominutne intervale. Zbog heterogenog rasporeda cvetova na lokalitetu, transekti su realizovani na delu sa najviše cvetova. Na stepskim fragmentima, uzorak je uziman četiri puta u svakoj sezoni. Prve dve runde sprovedene su za vreme cvetanja suncokreta, a druge dve runde nakon cvetanja suncokreta. Realizovano je 330 transekata na stepskim fragmentima.

3.2.2.2 Sakupljanje insekatskog materijala u masovno-cvetajućoj kulturi

Za istraživanje insekata oprašivača u suncokretu, realizovana su dva paralelna standardna linearna transeka: rubni, lociran duž margine njive na kojoj je uziman uzorak, dužine 150m, a širine 1m i unutrašnji, lociran u njivi suncokreta. Rubni i unutrašnji transekti su paralelni i istih dimenzija, a njihova međusobna udaljenost je 25m. Praćenje brojnosti i prisutnosti vrsta insekata oprašivača je trajalo 30 minuta, od čega 15 minuta na rubnom i isto toliko na unutrašnjem transektu. Beleženi su insekti oprašivači koji su posećivali cvetove suncokreta i oni koji su leteli oko cvetova. Insekti za koje nije bilo moguće odrediti vrstu na terenu su sakupljeni entomološkom mrežicom, prebacivani u prazne flakone i transportovani u laboratoriju, radi determinisanja, obeležavanja i pravljenja zbirke. Na masovno cvetajućoj kulturi - suncokretu je uzorkovano po dva puta svake sezone. Prvi uzorak je uziman čim procveta suncokret, a drugi u toku cvetanja. Realizovano je 88 transeka u masovno-cvetajućim kulturama.

3.2.3 Cvetna pokrovnost i diverzitet biljnih vrsta na stepskim fragmentima

Prilikom sakupljanja insekatskog materijala, beležene su i sakupljane biljne vrste koje su cvetale na transektu površine 300 m². Za svaku vrstu biljke su prikupljeni podaci o broju cvetova, dimenzija cveta i srednjoj veličini cveta. Za svaku biljnu vrstu izražavana je cvetna pokrovnost transeka i računata je cvetna pokrovnost celog stepskog fragmenta na svakom lokalitetu za svaku rundu. Kod heterogenog rasporeda cvetova na lokalitetu, vrednost cvetne pokrovnosti transeka ne prikazuje ukupnu površinu cvetne pokrovnosti na stepskom fragmentu, pa je transekt lociran na mestu gde ima najviše cvetova.

Izračunavanje cvetne pokrovnosti transeka za svaku biljnu vrstu je vršeno na sledeći način:

Broj cvetnih jedinica * dimenzija cveta / Površina transeka.

Cvetna pokrovnost celog stepskog fragmenta na svakom lokalitetu izračunavana na sledeći način:

Cvetna pokrovnost transeka * površina transeka / Površina stepskog fragmenta

Determinaciju biljnog materijala je vršila Knežević Mast. biol. Jelena, pomoću standardnih ključeva: Flora Srbije (Josifović 1970-1977; Sarić 1986 i 1992; Stevanović 2012), Flora Evrope (Tutin 1993), ilustrovani ključevi za detarminaciju flore: Čanak i sar. (1978); Jávorka i Csapody (1975). Biljni material je sačuvan u presovanom stanju u laboratoriji za istraživanje i zaštitu biodiverziteta na Departmanu za biologiju i ekologiju, PMF, Univerziteta u Novom Sadu.

3.3 Statistička obrada podataka

Podaci su analizirani regresionom analizom linearnih mešovutih efekata u statističkom programu *R* (R Core Team, 2014), uz pomoć paketa *lme4* (Bates, Mächler, Bolker, i Walker, 2014). Za unos i obradu podataka korišćen je programski paket SPSS 20.0. Numerička obeležja posmatranja obrađena su standardnim procedurama deskriptivne i komparativne statistike za analizu numeričkih obeležja. U sklopu deskriptivne statistike, podaci su predstavljeni u vidu aritmetičke sredine, standardne devijacije. Iako su sve korišćene mere zadovoljavale kriterijum kontinuirane (numeričke) varijable, u pojedinim analizama, ograničena veličina uzorka je dozvolila korišćenje neparametrijskih metoda. U okviru metoda komparativne statistike, za razlike dva nezavisna uzoraka korišćen je Mann - Whitneyev U -test, a za razlike dva zavisna uzoraka (razlika između 1. i 2. merenja) Wilcoxonov test ekvivalentnih parova. Prilikom utvrđivanja korelacije između varijabli od interesa korišćen je Pirsonov koeficijent korelacije. U primenjenim testovima granične vrednosti verovatnoće rizika su na nivou značajnosti od 95% ($p < 0,05$) (razlika statističkih parametara značajna) i 99% ($p < 0,01$) (razlika statističkih parametara visoko značajna). Za grafički prikaz rezultata korišćen je Microsoft Excel.

Wilcoxonov test ekvivalentnih parova, je neparametriski test korišćen za poređenje srodnih uzorka, uparen test razlike (lokaliteta se visokim udelom suncokreta i razlike i sličnosti u rundama u merenju na jednom lokalitetu), da bi se procenila razlika u populacijama.

3.3.1 Regresiona analiza lineranih mešovutih efekata, model I

Kako bi se ispitala veza između različitih karakteristika (predela) staništa (udeo svih masovno cvetajućih kultura u predelu, udeo polu-prirodnih staništa, udeo suncokreta i

cvetna pokrovnost), kao i njihove promene u zavisnosti od runde i godine, sastava i brojnosti insekata u stepskom fragmentu, primenjeno je nekoliko regresionih analiza linearnih mešovutih efekata, za svaku zavisnu varijablu po jedna. Fiksni efekti u modelu su bili udeo svih masovno cvetajućih kultura, udeo polu-prirodnih staništa, procenat suncokreta i cvetna pokrovnost, dok su slučajni efekti (random), bili godina i lokalitet. Kriterijumske varijablu su bile: Broj vrsta divljih pčela, broj vrsta bumbara, broj vrsta osolikih muva, broj jedinki divljih pčela, broj jedinki bumbara, broj jedinki osolikih muva, broj jedinki *Apis mellifera*, ukupan broj svih vrsta insekata, i ukupan broj jedinki svih vrsta.

Za svaki od 9 pomenutih modela su testirane tri dodatne varijacije modela:

Model a dozvoljava slobodno variranje odsečaka (intercept) i nagiba (slope) za godinu i lokalitet;

Model b dozvoljava slobodno variranje odsečaka (intercept) za godinu i lokalitet; ali je nagib (slope) za region fiksiran na istu vrednost;

Model c dozvoljava slobodno variranje odsečaka (intercept) za godinu i lokalitet; ali je nagib (slope) fiksiran na istu vrednost i za godinu i za lokalitet.

Za svaki od 9 pomenutih modela su upoređene sve tri varijacije (modeli a, b i c) u okviru istog osnovnog modela, na osnovu AIC i BIC parametra i vrednosti testa maksimalne verodostojnosti. Rezultati navedenog testiranja dosledno ukazuju na zaključak da svih 9 osnovnih modela razlike između modela a, b i c nisu značajne. U skladu sa ovim rezultatima, kao optimalan je zadržan model a (slobodno variranje odsečaka (intercept) i nagiba (slope) za godinu i lokalitet), kojem su priključeni preostali prediktori za svaki od 9 osnovnih modela.

3.3.2 Regresiona analiza lineranih mešovutih efekata, model II

Kako bi se ispitala veza između različitih karakteristika staništa (predela) (heterogenost predela, veličina stepskog fragmenta u ha, cvetna pokrovnost celog stepskog fragmenta, cvetna pokrovnost na transektu), kao i njihove promene u zavisnosti od runde, sastava i brojnosti insekata u polu prirodnim staništima, primenjeno je nekoliko regresionih analiza linearnih mešovutih efekata, za svaku zavisnu varijablu po jedna. Fiksni efekti u modelu su bili – heterogenost predela, veličina stepskog fragmenta u ha, cvetna pokrovnost celog stepskog fragmenta, cvetna pokrovnost transekta, dok su slučajni efekti (random),

bili godina i lokalitet. Kriterijumske varijablu su bile: Broj vrsta divljih pčela, broj vrsta bumbara, broj vrsta osolikih muva, broj jedinki divljih pčela, broj jedinki bumbara, broj jedinki osolikih muva, broj jedinki *Apis mellifera*, ukupan broj svih vrsta insekata, i ukupan broj jedinki sve četiri grupe insekata oprašivača.

Za svaki od 9 pomenutih modela su testirana tri dodatne varijacije modela:

Model a dozvoljava slobodno variranje odsečaka (intercept) i nagiba (slope) za godinu i lokalitet;

Model b dozvoljava slobodno variranje odsečaka (intercept) za godinu i lokalitet; ali je nagib (slope) za region fiksiran na istu vrednost;

Model c dozvoljava slobodno variranje odsečaka (intercept) za godinu i lokalitet; ali je nagib (slope) fiksiran na istu vrednost i za godinu i za lokalitet.

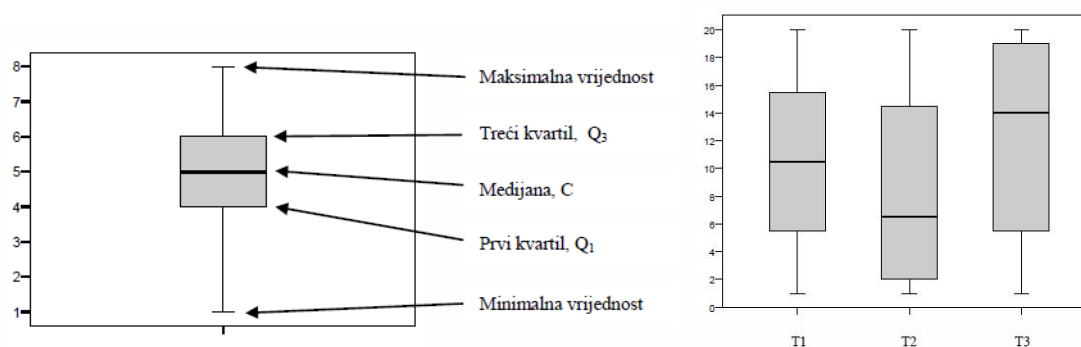
Za svaki od 9 pomenutih modela su upoređene sve tri varijacije (modeli a, b i c) u okviru istog osnovnog modela, na osnovu AIC i BIC parametra i vrednosti testa maksimalne verodostojnosti. Rezultati navedenog testiranja dosledno ukazuju na zaključak da za 8 od 9 osnovnih modela razlike između modela a, b i c nisu značajne. U skladu sa ovim rezultatima, kao optimalan je zadržan **model a** (slobodno variranje odsečaka (intercept) i nagiba (slope) za godinu i lokalitet), kojem su priključeni preostali prediktori za svaki od osnovnih modela. Izuzetak čini model u kome je kriterijum broj jedinki bumbara, za koga su podaci pokazali da je najbolji fit imao model b.

3.3.3 Analiza razlika u sastavu i brojnosti vrsta i jedinki polinatora kroz sezone i lokalitete

U okviru analize razlika, primenjeni su Fridmanov test razlike u prosečnim rangovima više zavisnih uzoraka i Kruskal-Volisov (Kruskal - Wallis) H test razlika u prosečnim rangovima više nezavisnih uzoraka rezultata. Ove neparametrijske alternative testiranja razlika primenjene su usled malog uzorka (16 lokaliteta). Testiranje postojanja statistički značajne razlike između broja vrsta i broja jedinki različitih grupa polinatora u različitim vremenskim uslovima/razdobljima bilo je izvršeno neparametarskom alternativom metode „jednofaktorska ANOVA ponovljenih merenja“, odnosno Fridmanovim testom. Kao i drugi neparametarski testovi, Fridmanov test ne podrazumeva nikakve pretpostavke o raspodeli zavisne promenljive. Fridmanov test upotrebu je našao upravo u slučajevima kada se isti uzorak ispituje u tri ili više navrata ili pod tri i više različitih uslova. Fridmanov test počiva na rangiranju podataka. Kruskal-Volisov H test je

primenjen u slučaju analize razlike u ukupnom broju vrsta više grupa polinatora (divlje pčele, bumbari, medonosna pčela i osolike muve), za sve tri sezone (2011, 2012, 2013.). Isti test je primenjen i za testiranje razlike u ukupnom broju jedinki više grupa polinatora (divlje pčele, bumbari, medonosna pčela i osolike muve) za sve tri sezone. Ovaj test je neparametrijska alternativa jednofaktorskoj analizi varijanse različitih grupa.

Sumiranje podataka o broju vrsta i jeinki bumbara, divljih pčela, osolikih muva i medonosne pčele je prikazan na način numeričkog sumiranje podataka tj. navođenjem pet vrednosti koje pružaju informacije o distribuciji. Te vrednosti su: medijana, prvi kvartil (Q1), treći kvartil (Q3), minimalna i maksimalna vrednost. Ovaj način numeričke deskripcije podataka se zove "sumiranje sa pet brojeva". Sumiranje skupova podataka o broju vrsta i jedinki po lokalitetima je transformisan u grafički prikaz "box-plot".



Slika 48. Tumačenje grafičkog prikaza "box plot"

Linija koja deli pravougaonik je medijana, a krajevi pravougaonika predstavljaju kvartale. Kada je distribucija rezultata simetrična, medijana je na sredini pravougaonika i deli pravougaonik na dva jednaka dela. Kada je medijana smeštena bliže jednom kraju pravougaonika ukazuje na to da distribucija nije sumetrična (Slika 48, T2 i T3). Minimalni i maksimalni rezultat je predstavljen linijama koje proizilaze iz pravougaonika i ukazuju na varijabilnost. Visina pravougaonika je proporcionalna veličini uzorka tj, kvadratnom korenu veličine uzorka. Kada je udaljenost između medijane i trećeg kvartala veća u odnosu na udaljenost medijane i prvog kvartala, distribucija podataka je pozitivno acimetrična (Slika 48, T2), a u obrnutom slučaju distribucija je negativno asimetrična (Slika 48, T3).

Medijana je srednja vrednost po položaju koja numeričku seriju (brojevi su poredani u rastući niz) deli na dva jednaka dela, s tim što se medijana nalazi u centralnom mestu u seriji. U jednom delu se nalaze frekvencije čije su vrednosti obeležja manje ili

jednake sa medijanom, a u drugom delu su frekvencije čije su vrednosti obeležja veće od medijane.

3.3.4 Shannon-Wiener indeks diverziteta

Za izračunavanje diverziteta insekata oprašivača na stepskim fragmentima i za izračunavanje diverziteta predela korišten je Shannon-Wiener indeks diverziteta.

$$H = - \sum_{i=1}^s p_i \cdot \ln p_i$$

H - Shannon-ov indeks diverziteta

s - ukupan broj vrsta

N_i - broj jedinki i-te vrste

p_i - relativna zastupljenost svake vrste u ukupnom uzorku (N_i / Σ N_i)

4. REZULTATI

4.1 Pregled faune Hymenoptera - Apoidea: Anthophila i Diptera (Syrphidae) registrovanih u agroekosistemima

Ukupno, na svim lokalitetima u agroekosistemima Vojvodine, registrovano je šest familija reda Hymenoptera - Apiformes: Andrenidae, Apidae, Colletidae, Halictidae, Megachilidae i Melittidae, 12 subfamilija: Andreninae, Panurginae, Halictinae, Rophitinae, Nomiinae, Xylocopinae, Apinae, Colletinae, Hylaeinae, Dasypodainae, Melittinae, Megachilinae, 15 tribusa: Andrenini, Melitturgini, Panurgini, Halictini, Ceratinini, Eucerini, Anthophorini, Bombini, Apini, Colletini, Dasypodaini, Lithurgini, Osmiini, Anthidiini i Megachilini, 27 rodova i 103 vrste, koje su prikazane u tabeli 3. Zabeleženo je 11 vrsta osolikih muva (Syrphidae) iz dve podfamilije: Eristalinae i Syrphinae, koje su prikazane u tabeli 4.

Ukupno na svim lokalitetima u agroekosistemima Vojvodine, na stepskim fragmentima i u masovno cvetajućoj kulturi (suncokret) zabeleženo je 15.531 jedinka insekata oprašivača i 114 vrsta od kojih je 95 vrsta divljih pčela, sedam vrsta bumbara, jedna vrsta medonosne pčele i 11 vrsta osolikih muva (Tabela 5).

Tabela 3. Prikaz vrsta reda Hymenoptera - Apoidea registrovanih u agroekosistemima Vojvodine

Familija	Subfamilija	Tribus	Rod	Vrsta	Autor	Tip staništa (SF)	Tip staništa (MCK)	
Colletidae	Colletinae	Colletini	<i>Colletes</i>	<i>similis</i>	Schenk, 1853	+	-	
			<i>Colletes</i>	<i>nasutus</i>	Smith, 1853	+	-	
	Hylaeinae		<i>Hylaeus</i>	<i>communis</i>	Nylander, 1852	+	-	
			<i>Hylaeus</i>	<i>cornutus</i>	Curtis, 1831	+	-	
			<i>Hylaeus</i>	<i>brevicornis</i>	Nylander, 1852	+	-	
Andrenidae	Andreninae		<i>Andrena</i>	<i>flavipes</i>	Panzer, 1799	+	+	
			<i>Andrena</i>	<i>hattorfiana</i>	(Fabricius, 1775)	+	-	
			<i>Andrena</i>	<i>polita</i>	Smith, 1847	+	-	
			<i>Andrena</i>	<i>tibialis</i>	(Kirby, 1802)	+	-	
			<i>Andrena</i>	<i>labialis</i>	(Kirby, 1802)	+	-	
			<i>Andrena</i>	<i>thoracica</i>	(Fabricius, 1775)	+	-	
			<i>Andrena</i>	<i>ovatula</i>	(Kirby, 1802)	+	-	
			<i>Andrena</i>	<i>fulvago</i>	(Christ, 1791)	+	-	
			<i>Andrena</i>	<i>ungeri</i>	Mavromoustakis, 1952	+	-	
			<i>Andrena</i>	<i>nitidiuscula</i>	Schenk, 1853	+	-	
			<i>Andrena</i>	<i>rosae</i>	Panzer, 1801	+	-	
			<i>Andrena</i>	<i>nasuta</i>	Giraud, 1863	+	-	
			<i>Andrena</i>	<i>limata</i>	Smith, 1853	+	-	
			<i>Andrena</i>	<i>aeneiventris</i>	Morawitz, 1872	+	-	
			<i>Andrena</i>	<i>taraxaci</i>	Giraud, 1861	+	-	
			<i>Andrena</i>	<i>combaella</i>	Warncke, 1966	+	-	
			<i>Andrena</i>	<i>minutuloides</i>	Perkins, 1914	+	-	
			<i>Andrena</i>	<i>alfkenella</i>	Perkins, 1914	+	-	
	Panurginae	Melitturgini		<i>Melitturga</i>	<i>clavicornis</i>	(Latreille, 1806)	+	+
				<i>Panurgus</i>	<i>calcaratus</i>	(Scopoli, 1763)	+	-
Panurgini			<i>Camptopoeum</i>	<i>frontale</i>	(Fabricius, 1804)	+	-	

SF stepski fragmenat; MCK masovno cvetajuća kultura

Nastavak Prikaz vrsta reda Hymenoptera - Apoidea registrovanih u agroekosistemima Vojvodine

Familija	Subfamilija	Tribus	Rod	Vrsta	Autor	Tip staništa (SF)	Tip staništa (MCK)
Halictidae	Halictinae	Halictini	<i>Halictus</i>	<i>quadricinctus</i>	(Fabricius, 1776)	+	-
			<i>Halictus</i>	<i>simplex</i>	Bluethgen, 1923	+	-
			<i>Halictus</i>	<i>patellatus</i>	Morawitz, 1873	+	-
			<i>Halictus</i>	<i>subauratus</i>	(Rossi, 1792)	+	-
			<i>Halictus</i>	<i>maculatus</i>	Smith, 1848	+	+
			<i>Halictus</i>	<i>kessleri</i>	Bramson, 1879	+	-
			<i>Halictus</i>	<i>pollinosus</i>	Sichel, 1860	+	-
			<i>Halictus</i>	<i>semitectus</i>	Morawitz, 1874	+	-
			<i>Halictus</i>	<i>sexcinctus</i>	Fabricius, 1775	+	-
			<i>Halictus</i>	<i>quadrifasciatus</i>	Schenck, 1875; nec Smith, 1870	+	-
			<i>Halictus</i>	<i>langobardicus</i>	Blüthgen, 1944	+	-
			<i>Halictus</i>	<i>fulvipes</i>	(Klug, 1817)	+	-
			<i>Lasioglossum</i>	<i>pauxillum</i>	(Schenck, 1853)	+	+
			<i>Lasioglossum</i>	<i>malachurum</i>	(Kirby, 1802)	+	+
			<i>Lasioglossum</i>	<i>discum</i>	(Smith, 1853)	+	+
			<i>Lasioglossum</i>	<i>albipes</i>	(Fabricius, 1781)	+	-
			<i>Lasioglossum</i>	<i>glabriusculum</i>	(Morawitz, 1853)	+	+
			<i>Lasioglossum</i>	<i>leucozonium</i>	(Schrank, 1781)	+	-
			<i>Lasioglossum</i>	<i>lativentre</i>	(Schenck, 1853)	+	-
			<i>Lasioglossum</i>	<i>truncaticolle</i>	(Morawitz, 1877)	+	-
			<i>Lasioglossum</i>	<i>calceatum</i>	(Scopoli, 1763)	+	-
			<i>Lasioglossum</i>	<i>puncticolle</i>	(Morawitz, 1872)	+	-
			<i>Lasioglossum</i>	<i>villosulum</i>	(Kirby, 1802)	+	-
			<i>Lasioglossum</i>	<i>crassepunctatum</i>	(Bluethgen, 1923)	+	-
			<i>Lasioglossum</i>	<i>xanthopus</i>	(Kirby, 1802)	+	-
			<i>Lasioglossum</i>	<i>laticeps</i>	(Schenck, 1869)	+	-
			<i>Lasioglossum</i>	<i>lineare</i>	(Schenck, 1869)	+	-
<i>Lasioglossum</i>	<i>marginatum</i>	(Brullé, 1832)	+	-			
<i>Lasioglossum</i>	<i>nigripes</i>	(Lepeletier, 1841)	+	-			

Nastavak Prikaz vrsta reda Hymenoptera - Apoidea registrovanih u agroekosistemima Vojvodine

Familija	Subfamilija	Tribus	Rod	Vrsta	Autor	Tip staništa (SF)	Tip staništa (MCK)	
Halictidae	Halictinae	Halictini	<i>Sphcodes</i>	<i>monilicornis</i>	(Kirby, 1802)	+	-	
			<i>Sphcodes</i>	<i>alternatus</i>	Smith, 1853	+	-	
			<i>Sphcodes</i>	<i>gibbus</i>	(Linnaeus, 1758)	+	+	
	Rophitinae			<i>Rophites</i>	<i>quinespinosus</i>	Spinola, 1808	+	-
				<i>Rhopitoides</i>	<i>canus</i>	(Eversmann, 1852)	+	-
				<i>Systropha</i>	<i>curvicornis</i>	(Scopoli, 1770)	+	-
				<i>Systropha</i>	<i>planidens</i>	Giraud, 1861	+	-
	Nomiinae			<i>Nomiapis</i>	<i>diversipes</i>	(Latreille, 1806)	+	-
				<i>Nomia</i>	<i>ruficornis</i>	Spinola, 1838	+	-
				<i>Nomia</i>	<i>unidentata</i>	Oliver, 1812	+	-
Melittidae	Dasypodainae	Dasypodaini	<i>Dasypoda</i>	<i>hirtipes</i>	(Fabricius, 1793)	+	-	
	Melittinae		<i>Melitta</i>	<i>haemorrhoidalis</i>	(Fabricius, 1775)	+	-	
			<i>Melitta</i>	<i>leporina</i>	(Panzer, 1799)	+	-	
Magachilidae	Megachilinae	Lithurgini	<i>Lithurgus</i>	<i>cornutus</i>	(Fabricius, 1787)	+	-	
		Osmini	<i>Heriades</i>	<i>crenulatus</i>	Nylander, 1856	+	-	
			<i>Osmia</i>	<i>spinulosa</i>	(Kirby, 1802)	+	-	
			<i>Osmia</i>	<i>aurulenta</i>	Panzer, 1799	+	-	
			<i>Osmia</i>	<i>bidentata</i>	Morawitz, 1876	+	-	
		Anthidiini	<i>Anthidium</i>	<i>manicatum</i>	(Linnaeus, 1758)	+	-	
			<i>Anthidium</i>	<i>florentinum</i>	(Fabricius, 1775)	+	-	
		Megachilini	<i>Megachile</i>	<i>apicalis</i>	Spinola, 1808	+	+	
			<i>Megachile</i>	<i>pilidens</i>	Alfken, 1924	+	+	
			<i>Megachile</i>	<i>ericetorum</i>	Lepelletier, 1841	+	+	
			<i>Megachile</i>	<i>albisecta</i>	Grandi, 1931	+	-	
<i>Megachile</i>	<i>melanopyga</i>		Costa, 1863	+	-			

SF stepski fragmenat; MCK masovno cvetajuća kultura

Nastavak Prikaz vrsta reda Hymenoptera - Apoidea registrovanih u agroekosistemima Vojvodine

Familija	Subfamilija	Tribus	Rod	Vrsta	Autor	Tip staništa (SF)	Tip staništa (MCK)
Apidae	Xylocopinae	Ceratinini	<i>Ceratina</i>	<i>nigrolabiata</i>	Friese, 1896	-	+
	Apinae	Eucerini	<i>Eucera</i>	<i>clypeata</i>	Erichson, 1835	+	+
			<i>Eucera</i>	<i>interrupta</i>	Baer, 1850	+	-
			<i>Eucera</i>	<i>hispana</i>	Lepeletier, 1841	+	-
			<i>Eucera</i>	<i>seminuda</i>	Brullé, 1832	+	-
			<i>Eucera</i>	<i>pollinosa</i>	Smith, 1854	+	-
			<i>Eucera</i>	<i>longicornis</i>	(Linnaeus, 1758)	+	-
			<i>Eucera</i>	<i>spectabilis</i>	Morawitz, 1875	+	-
			<i>Tetralonia</i>	<i>scabiosa</i>	(Mocsary, 1881)	+	-
			<i>Tetralonia</i>	<i>lyncea</i>	Mocsary, 1879	+	-
			<i>Tetralonia</i>	<i>dentata</i>	(Germar, 1839)	+	-
			<i>Tetralonia</i>	<i>nana</i>	Morawitz, 1874	+	-
			<i>Tetralonia</i>	<i>alticincta</i>	(Lepeletier, 1841)	+	-
			<i>Tetralonia</i>	<i>pollinosa</i>	(Lepeletier, 1841)	+	-
		Anthophorini	<i>Amegilla</i>	<i>quadrifasciata</i>	(de Villers, 1789)	+	-
		Bombini	<i>Bombus</i>	<i>terrestris</i>	(Linnaeus, 1758)	+	+
			<i>Bombus</i>	<i>sylvarum</i>	(Linnaeus, 1761)	+	+
			<i>Bombus</i>	<i>runderarius</i>	(Muller, 1776)	+	+
			<i>Bombus</i>	<i>pascuorum</i>	(Scopoli, 1763)	+	-
			<i>Bombus</i>	<i>humilis</i>	Illiger, 1806	+	-
<i>Bombus</i>	<i>argillaceus</i>		(Scopoli, 1763)	+	-		
Apini	<i>Apis</i>	<i>mellifera</i>	Linnaeus, 1758	+	+		

SF stepski fragmenat; MCK masovno cvetajuća kultura

Tabela 4. Prikaz vrsta Diptera: Syrphidae, registrovanih u agroekosistemima Vojvodine

Familija	Subfamilija	Tribus	Rod	Vrsta	Autor	Tip staništa SF	Tip staništa MCK
Syrphidae	Eristalinae	Eristalini	<i>Eristalis</i>	<i>tenax</i>	(Linnaeus, 1758)	+	+
			<i>Eristalis</i>	<i>arbustorum</i>	(Linnaeus, 1758)	+	+
			<i>Eristalinus</i>	<i>sepulchralis</i>	(Linnaeus, 1758)	+	-
		Milesiini	<i>Syritta</i>	<i>pipiens</i>	(Linnaeus, 1758)	+	+
			<i>Syritta</i>	<i>flaviventris</i>	Macquart, 1842	+	-
	Syrphinae	Syrphini	<i>Sphaerophoria</i>	<i>scripta</i>	(Linnaeus, 1758)	+	+
			<i>Episyrphus</i>	<i>balteatus</i>	(De Geer, 1776)	+	-
			<i>Syrphus</i>	<i>vitripennis</i>	Meigen, 1822	+	-
			<i>Xanthogramma</i>	<i>dives</i>	(Rondani, 1857)	+	+
			<i>Dasysyrphus</i>	<i>albostriatus</i>	(Fallen, 1817)	+	+
Paragini	<i>Paragus</i>	<i>haemorrhous</i>	Meigen, 1822	-	+		

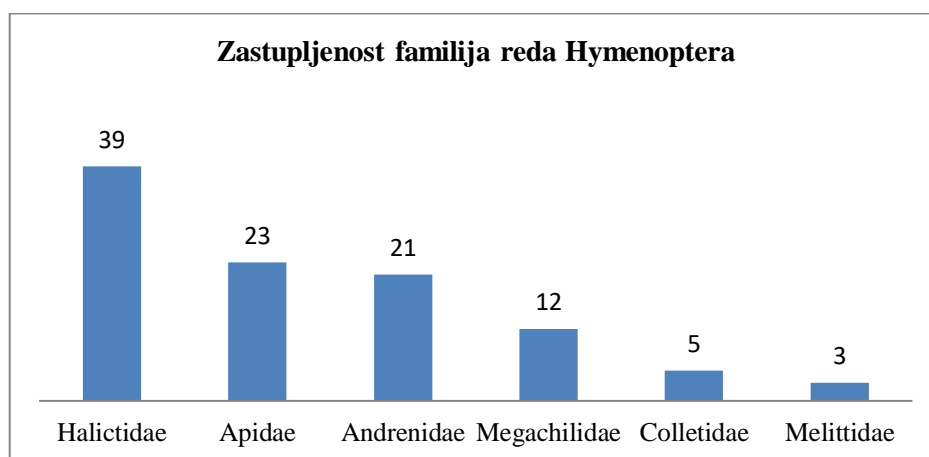
SF stepski fragmenat; MCK masovno cvetajuća kultura, suncokret

Tabela 5. Prikaz ukupnog broja jedinki i vrsta u agrosistemima Vojvodine

Grupa polinatora	Broj jedinki	Broj vrsta
Solitarne pčele	2030	95
Bumbari	1161	7
Osolike muve	2531	11
Medonosna pčela	9809	1
Ukupno	15.531	114

4.1.1 Prikaz zastupljenosti familija divljih polinatora reda Hymenoptera, na stepskim fragmentima

Najzastupljeniji su predstavnici familije Halictidae sa 39 vrsta. Zatim sledi familija Apidae, 23 vrste, Andrenidae, 21 vrsta, Megachilidae, 12 vrsta, a najmanje predstavnika je zabeleženo iz familija Colletidae, pet vrsta i Melittidae, tri vrste (Slika 49).



Slika 49. Zastupljenost familija reda Hymenoptera - Apiformes sve tri sezone

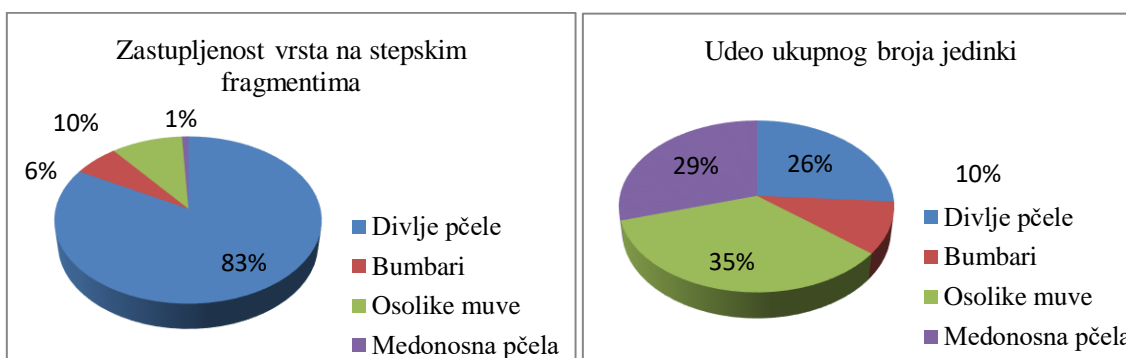
U prvoj sezoni (2011.) su registrovane četiri familije: Andrenidae, Halictidae, Apidae i Megachilidae. U drugoj sezoni (2012.) su registrovane još dve familije: Colletidae i Melittidae, a u trećoj sezoni (2013.) je zabeleženo pet familija: Andrenidae, Apidae, Halictidae, Megachilidae i Melittidae (Tabela 6). Samo u drugoj sezoni je registrovano svih šest familija Hymenoptera (Apoidea), a familija Colletidae zabeležena samo u ovoj sezoni.

Tabela 6. Zastupljenost familija Hymenoptera Apiformes po sezonama

Hymenoptera	Sezona		
Familija	2011.	2012.	2013.
Andrenidae	+	+	+
Apidae	+	+	+
Colletidae	-	+	-
Halictidae	+	+	+
Melittidae	-	+	+
Megachilidae	+	+	+

4.2 Diverzitet i gustina populacija insekata oprašivača na stepskim fragmentima

Na stepskim fragmentima je najveći udeo vrsta divljih (solitarnih) pčela 83% (95 vrsta), a zatim osolikih muva sa 10% (11 vrsta), pa bumbara 6% (7 vrsta). Raspored gustine populacija polinatora, koja je predstavljena ukupnim brojem jedinki, je sledeći: najzastupljenije su osolike muve sa 35% (2124 jedinke), zatim medonosne pčele sa 29% (1959 jedinki), divlje pčele sa 26% (1672 jedinke) i najmanje je registrovano jedinki bumbara 10% (785 jedinki) (Slika 50).



Slika 50. Udeo vrsta i jedinki polinatora na stepskim fragmentima, ukupno sve sezone

Diverzitet i gustina populacija insekata oprašivača na stepskim fragmentima se razlikuje po sezonama, (Tabela 7). Najviše je zabeleženo vrsta solitarnih pčela i to u drugoj sezoni, 51 vrsta. U prvoj sezoni je registrovano 46 vrsta solitarnih pčela, dok se u trećoj beleži najmanje, 39 vrsta. Po šest vrsta bumbara je zabeležen u prvoj i drugoj sezoni, dok je u trećoj sezoni zabeleženo pet vrsta bumbara. Najviše, devet vrsta osolikih muva, je registrovano u prvoj sezoni, zatim sedam vrsta u trećoj sezoni i najmanje u drugoj sezoni, pet vrsta.

Tabela 7. Zastupljenost vrsta i jedinki polinatora, po sezonama na stepskim fragmentima

Grupa polinatora	Vrste			Jedinke		
	2011.	2012.	2013.	2011.	2012.	2013.
Solitarne pčele	46	51	39	701	699	272
Bumbari	6	5	6	414	212	159
Osolike muve	9	5	7	713	699	711
Medonosna pčela	1	1	1	542	508	909
Ukupno	62	62	53	2371	2118	2051

4.2.1 Zastupljenost vrsta polinatora na stepskim fragmentima

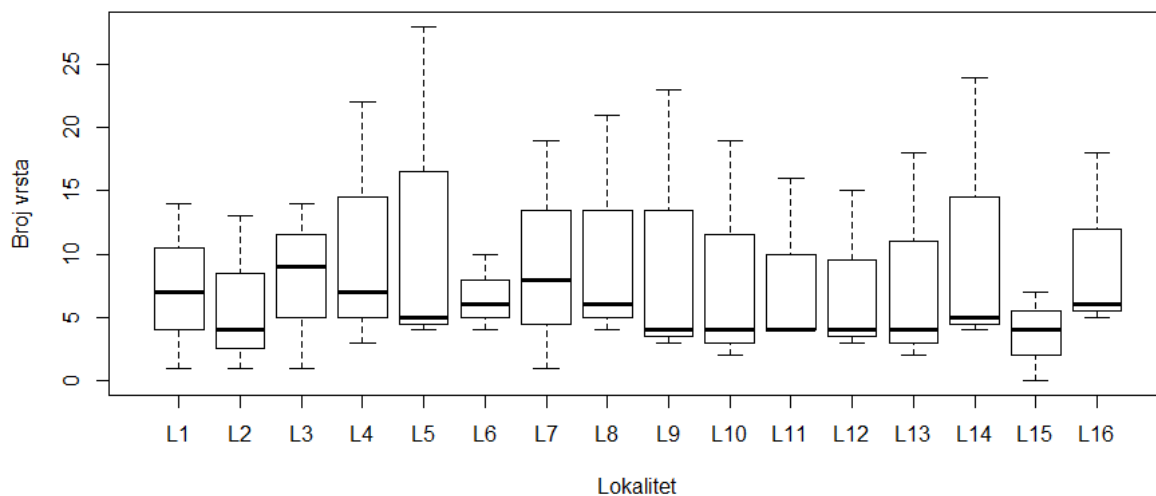
Kruskal-Volis testom je dobijena statistički značajna razlika u ukupnom broju vrsta solitarnih pčela, bumbara i osolikih muva, za sve tri sezone, $\chi^2(2, n=48)=34,85$, $p=0,000$ (Tabela 8). Za solitarne pčele je dobijena najveća medijana rezultata (Md=18), odnosno najveći broj vrsta solitarnih pčela je zabeležen tokom sve tri sezone. Zatim sledi zastupljenost vrsta osolikih muva, medijana rezultata (Md=4), a najmanja medijana rezultata (Md=3), je dobijena za vrste bumbara, odnosno tokom sve tri sezone najmanje je registrovano vrsta bumbara.

Tabela 8. Zastupljenosti vrsta solitarnih pčela, bumbara i osolikih muva u ukupnom uzorku.

	Broj vrsta	Min- Max	Medijan a (Md)	Prosečni Rang	χ^2	p-nivo
Broj vrsta	Divlje (solitarne) pčele	7-28	18,00	40,31	34,85	,000
	Bumbari	0-6	3,00	11,88		
	Osolike muve	4-9	4,00	21,31		

Postoje razlike u distribuciji broja vrsta po lokalitetima veličina "box plot" na L5 ukazuje na to da je najviše vrsta polinatora registrovano na stepskom fragmentu Stejanovci (L5) (Slika 93). Zatim slede stepski fragmenti Neradin (L14), Jazak (L4), Bešenovo (L9) i Đurđevo (L8). Najmanje vrsta polinatora je registrovano na stepskim fragmentima Vilovo (L2), Čenej (L15) i Budisava (L6), na poslednja dva lokaliteta nije uzorkovano sve tri sezone.

Na osnovu "box plot" (Slika 51) koji pokazuje ravnomernost rasporeda brojnosti vrsta divljih pčela, osolikih muva i bumbara, uočava se da je medijana uglavnom bliža donjoj vrednosti (osim na L3 i L15), što proizilazi iz toga što je broj vrsta divljih pčela (gornja vrednost) uglavnom znatno veći od broja vrsta osolikih muva (medijana, osim L6 i L16), a koja je uglavnom blizak broju vrsta bumbara (donja vrednost), osim L6 i L16 gde je i položaj medijane.



Slika 51. "Box plot" dijagram ukupnog broja vrsta polinatora na stepskim fragmentima

Najveći broj, 28 vrsta divljih pčela je zabeleženo na stepskom fragmentu Stejanovci (L5). Najviše vrsta bumbara, po šest, je zabeleženo na stepskim fragmentima: Neradin I (L16) i Budisava (L6). Najviše, devet vrsta osolikih muva je registrovano na stepskom fragmentu Kovilj (L3). Po četiri vrste osolikih muva je distribuirano na 70% lokaliteta, (Prilog 1, Slika 2P)

4.2.2 Zastupljenost jedinki polinatora na stepskim fragmentima

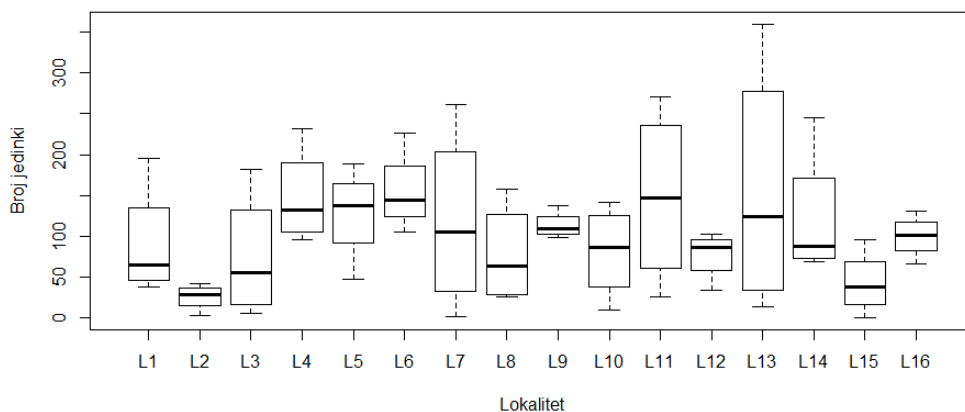
Rezultati Kruskal-Voliovog testa pokazuju postojanje statistički značajne razlike $\chi^2(2, n=64)=15,53, p=0,001$, u zastupljenosti jedinki polinatora na stepskim fragmentima (Tabela 9). Najveća medijana rezultata (Md=107) je dobijena za osolike muve, odnosno na stepskim fragmentima zabeležen je najveći broj jedinki osolikih muva tokom sve tri sezone, zatim slede jedinke medonosne pčele (Md=106), pa solitarne pčele (Md=99,5), a najmanja medijana rezultata (Md=32), je dobijena za bumbare, što ukazuje na to da je tokom tri sezone zabeleženo najmanje jedinki bumbara.

Tabela 9. Zastupljenosti jedinki divljih pčela, bumbara, osolikih muva i medonosnih pčela u ukupnom uzorku.

	Broj jedinki	Min- Max	Medijan a (Md)	Prosečni Rang	χ^2	p-nivo
Broj jedinki	Divlje (solitarne) pčele	41-200	99,50	36,50	15,53	,001
	Bumbari	0-227	32,00	16,78		
	Osolike muve	26-360	107,00	39,88		
	<i>Apis mellifera</i>	27-271	106,00	36,84		

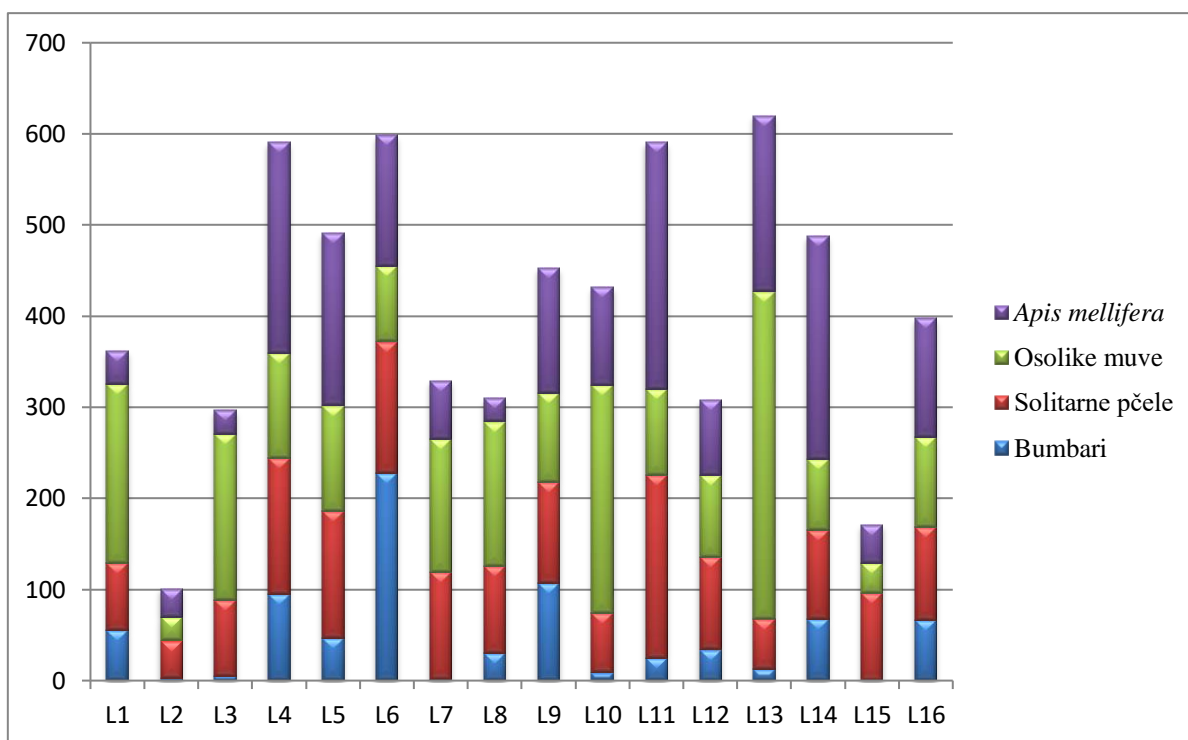
Veličina box plota L13 ukazuje na to da je najviše jedinki polinatora zabeležena na stepskom fragmentu Krušedol, a najmanje na stepskom fragmentu Vилоvo (L2). Zastupljenost jedinki polinatora unutar lokaliteta i između lokaliteta varira (Slika 51), na lokalitetima Kovilj (L1 i L3), Jazak (L4), Budisava (L6), Đurđevo (L8) i Neradin (L14) položaj medijane (koja je bliže frekvenciji čije su vrednosti numerički manje) ukazuje da je jedna grupa polinatora znatno brojnija od ostale tri (Slika 52). Na L1, L3 i L8 su jedinke osolikih muva brojnije od bumbara, divljih pčela i medonosne pčele, dok su na stepskim fragmentima L4 i L14 najbrojnije jedinke medonosne pčele, a na stepskom fragmentu L6 su najbrojnije jedinke bumbara (Slika 53). Na stepskim fragmentima L2, L5 i L12 je položaj medijane bliži frekvenciji čije su numerička obeležja veća (Slika 51), što ukazuje na to da je jedna grupa polinatora, bumbari na sva tri lokaliteta upadljivo manje brojna u odnosu na ostale tri (Slika 53). Na stepskim fragmentima: L7, L9, L10, L11, L13, L15 i L16 položaj medijane je približno na sredini (Slika 52), što ukazuje na ravnomerniji raspored brojnosti grupa polinatora u odnosu na ostale lokalitete. Na stepskim fragmentima Čortanovci (L10) i Krušedol (L13) su jedinke osolikih muva i jedinke medonosne pčele

brojnije od jedinki bumbara i divljih pčela (Slika 53). Dok su na lokalitetu Šajkaš (L7) divlje pčele i osolike muve brojnije od bumbara i medonosne pčele, a na Šuljam (L11) su divlje i medonosne pčele brojnije od bumbara i osolikh muva (Slika 53).



Slika 52. "Box plot" dijagram ukupnog broja jedinki na stepskim fragmentima

Jedinke osolikh muva su najbrojnije na stepskim fragmentima: lokalitet Krušedol (L13), sa 360 jedinki i Čortanovci (L10), sa 250 jedinki. Gustina populacije medonosne pčele je bila najveća na stepskom fragmentu Šuljam (L11), sa 271 jedinkom i na lokalitetu Jazak (L4), sa 232 jedinke. Najviše jedinki solitarnih pčela, 200, zabeleženo je na lokalitetu Šuljam (L11), a zatim slede stepski fragmenti: lokalitet Jazak (L4), sa 149 jedinki, Budisava (L6) 145 i Stejanovci (L5) 139 jedinki. Bumbari su bili najbrojniji na sledećim stepskim fragmentima: Budisava (L6), 227 jedinki i Bešenovo (L9), 107 jedinki. Pregled je prikazan u tabeli 11 (Tabela P1)



Slika 53. Prikaz zastupljenosti jedinki polinatora po lokalitetima (sve tri sezone)

U tabeli 10 dat je prikaz rasporeda brojnosti osolikih muva, bumbara i solitarnih i medonosnih pčela na stepskim fragmentima po sezonama (Slika P3). Samo na lokalitetima Stejanovci (L5) i Neradin (L16) je u sve tri sezone zabeležena je skoro identična veličina populacije solitarnih pčela. Na lokalitetu Đurđevo (L8) u sve tri sezone registrovan je isti broj bumbara, po deset. Pad broja jedinki solitarnih pčela je zabeležen na lokalitetima: Kovilj (L1), Vilovo (L2), Kovilj (L3), Jazak (L4), Šajkaš (L7) i Neradin (L14). Na lokalitetima Đurđevo (L8), Bešenovo (L9), Rivica (L12) i Krušedol (L13) je zabeležen porast jedinki solitarnih pčela u drugoj sezoni. Na lokalitetima: Stejanovci (L5), Bešenovo (L9), Čortanovci (L10), Šuljam (L11), Rivica (L12) i Krušedol (L13), registrovan je pad (od prve ke trećoj sezoni) broja jedinki bumbara. Za razliku od populacija solitarnih pčela, kod populacije bumbara je zabeležen porast brojnosti na tri lokaliteta: Neradin (L14) sa 11 jedinki u prvoj sezoni na 29 jedinki u trećoj sezoni, na lokalitetu L16 (Neradin) sa šest na 36 jedinki i na lokalitetu Jazak (L4) sa osam na 33 jedinke, s tim da je na poslednjem lokalitetu u drugoj sezoni bila najveća populacija bumbara, sa 54 jedinke. Tri lokaliteta imaju do pet jedinki bumbara, a samo jedna jedinka je registrovana na lokalitetu Šajkaš (L7). Zabeležen je pad od 50% gustine populacija osolikih muva na lokalitetu Kovilj (L1), na kome je u prvoj sezoni zabeleženo preko 100 jedinki, a u trećoj 59 jedinki osolikih muva. Na šest lokaliteta je registrovan porast broja jedinki osolikih muva, Neradin (L14), Šajkaš (L7), Jazak (L4) i Vilovo (L2). Na lokalitetima Rivica (L12) i Šuljam (L11) se broj

jedinki povećalo pet puta u trećoj sezoni u odnosu na prve dve. Kao i kod solitarnih pčela, u drugoj sezoni zabeležen je porast broja jedinki populacija osolikih muva. Vrednosti dva lokaliteta sa poklapaju sa lokalitetima na kojim je takođe zabeležen porast populacija solitarnih pčela, Bešenovo (L9) i Krušedol (L13). Porast broja jedinki osolikih muva u drugoj sezoni je zabeležen i na lokalitetu Jazak (L4). Pad broja jedinki osolikih muva, samo u drugoj sezoni, zabeležen je na lokalitetu Neradin I (L16). Porast broja jedinki medonosne pčele je zabeležen na onim lokalitetima na kojima je registrovan pad broja jedinki bumbara, a to su lokaliteti: Stejanovci (L5), Bešenovo (L9), Čortanovci (L10), Šuljam (L11), Rivica (L12), Krušedol (L13), Šajkaš (L7) i Jazak (L4).

Tabela 10. Raspored brojnosti jedinki sve četiri grupe polinatora po sezonama (2011-2013. godine)

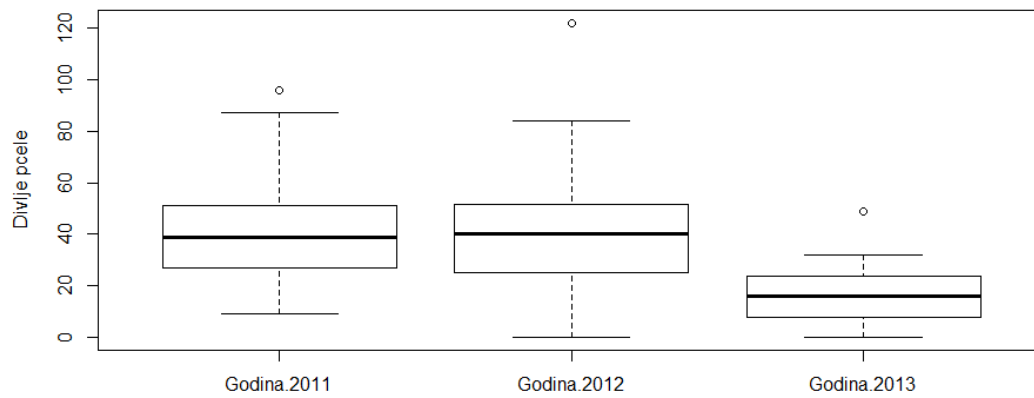
Lokalitet	Solitarne pčele			Bumbari			Osolike muve			Apis mellifera		
	2011	2012	2013	2011	2012	2013	2011	2012	2013	2011	2012	2013
L1	31	31	12	31	4	20	115	22	59	19	3	15
L2	22	11	8	0	0	3	10	0	16	10	0	21
L3	44	32	7	3	0	2	95	12	75	14	0	13
L4	83	43	23	8	54	33	10	53	52	20	89	123
L5	47	43	49	20	24	3	20	68	28	8	59	122
L6	87	58	x	223	4	x	22	61	x	130	13	x
L7	50	45	23	0	1	0	32	63	51	9	11	44
L8	28	44	24	10	10	10	65	44	49	22	0	4
L9	31	63	17	51	47	9	34	40	24	22	75	40
L10	26	19	20	6	3	0	101	29	120	27	14	67
L11	52	122	26	13	7	5	11	28	56	32	80	159
L12	9	84	9	22	4	8	12	10	67	11	19	53
L13	16	31	7	10	2	1	94	222	44	34	14	145
L14	45	37	15	11	28	29	19	35	24	84	113	48
L15	96	x	x	0	x	x	32	x	x	42	x	x
L16	34	36	32	6	24	36	41	12	46	58	18	55
Ukupno	701	699	272	414	212	159	713	699	711	542	508	909

4.3 Sezonska dinamika polinatora na stepskim fragmentima sa prolećnim transektima

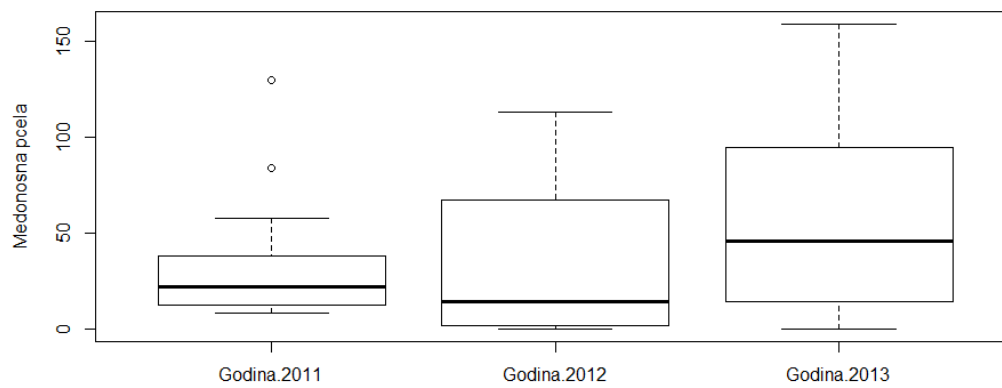
Rezultati Fridmanovog testa (Tabela 11) pokazuju da postoji statistički značajna razlika u prosečnom broju jedinki solitarnih pčela u tri sezone (2011, 2012. i 2013.), χ^2 (2, n=14)=12,33, p=0,002. Pregled medijane je pokazao da je zabeležen porast broja jedinki solitarnih pčela od prve sezone (Md=32,5) do druge sezone (Md=40,00), a zatim se beleži opadanje broja jedinki solitarnih pčela u trećoj sezoni (Md=18,50) (Slika 54). Takođe zabeležen je porast broja jedinki *A. mellifera* u trećoj sezoni (χ^2 (2, n=14)=5,57, p=0,062) (Slika 55). Kada je u pitanju broj jedinki bumbara rezultati Fridmanovog testa pokazuju da ne postoji statistički značajna razlika u njihovoj brojnosti u tri sezone (2011, 2012 i 2013. godine), χ^2 (2, n=14)=1,24, p=0,538). Takođe, istim testom je utvrđeno da ni u slučaju broja jedinki osolikoh muva (χ^2 (2, n=14)=1,00, p=0,607), nije dobijena statistički značajna razlika u njihovoj brojnosti tokom tri godine praćenja. Sezonska dinamika bumbara i osolikih muva kroz sezone je prikazan na slikama 56 i 57.

Tabela 11. Razlike brojnosti solitarnih pčela, bumbara, osolikih muva i *Apis mellifera* u tri sezone (2011., 2012. i 2013.)

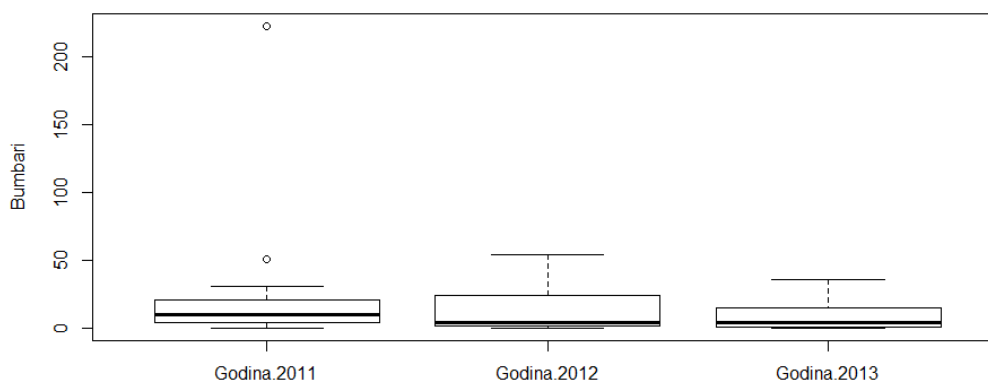
	Vremensko razdoblje	Min-Max	Medijana (Md)	Prosečni Rang	χ^2	p-nivo
Broj jedinki solitarnih pčela	2011.	9-83	32,50	2,43	12,33	,002
	2012.	11-122	40,00	2,32		
	2013.	7-49	18,50	1,25		
Broj jedinki bumbara	2011.	0-51	10,00	2,21	1,24	,538
	2012.	0-54	5,50	1,96		
	2013.	0-36	6,50	1,82		
Broj jedinki osolikih muva	2011.	10-115	33,00	1,86	1,00	,607
	2012.	0-222	32,00	1,93		
	2013.	16-120	50,00	2,21		
Broj jedinki <i>Apis mellifera</i>	2011.	8-84	21,00	1,86	5,57	0,062
	2012.	0-113	16,00	1,64		
	2013.	4-159	50,50	2,50		



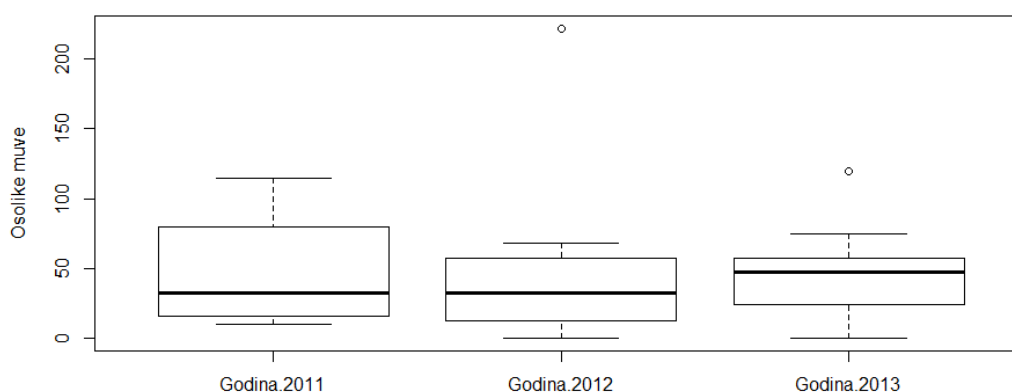
Slika 54. "Box-plot" dijagram raspodele jedinki divljih pčela po sezonama



Slika 55. "Box-plot" dijagram raspodele jedinki medonosne pčele po sezonama.



Slika 56. "Box-plot" dijagram raspodele bumbara po sezonama

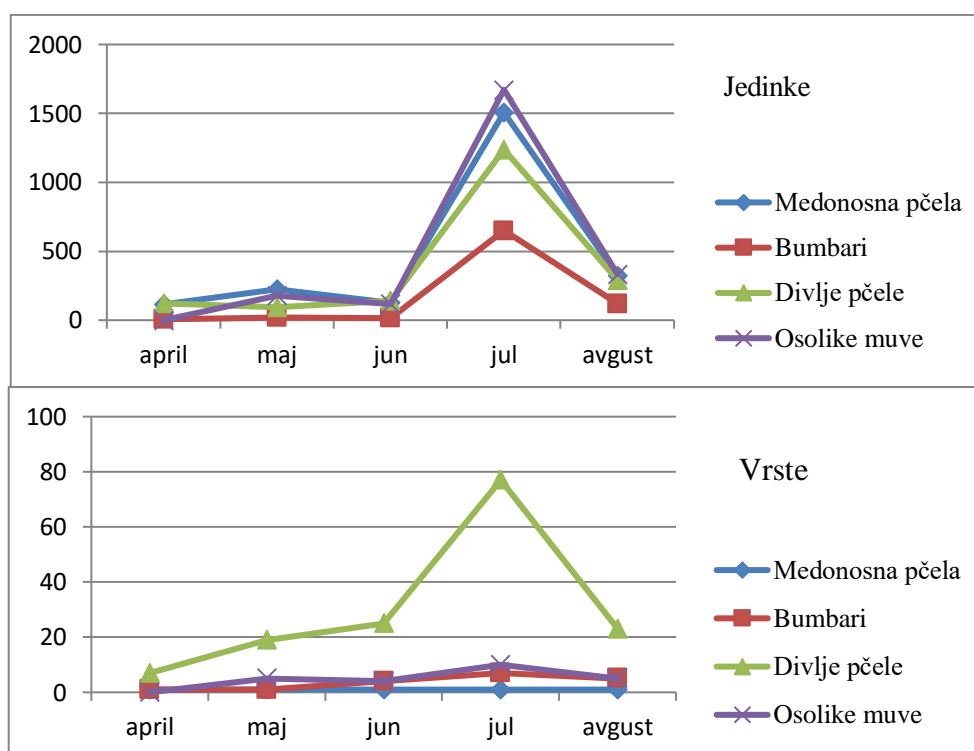


Slika 57. "Box-plot" dijagram raspodele jedinki osolikih muva po sezonama

U trećoj sezoni, beleži se opadanje broja jedinki divljih pčela za dve trećine (13%) u odnosu na prve dve sezone kada je njihov udeo iznosio oko 33%. Takođe, u trećoj sezoni dolazi do porasta jedinki medonosne pčele za 50% dok opada broj divljih pčela. Udeo jedinki bumbara opada za po 2% u svakoj narednoj sezoni. Udeo osolikih muva se nije znatno menjao tokom sezona i kreće se u proseku oko 34% jedinki osolikih muva. Najveći udeo u broju vrsta imaju divlje pčele (~78%), osolike muve (~11%), bumbari (~10%) i sa jednom vrstom medonosna pčela (Prilog 1, Slika 1P).

U trećoj sezoni (2013.) je na stepskim fragmentima realizovan dodatni prolećni monitoring kako bi se odredila sezonska dinamika pojavljivanja vrsta i jedinki polinatora (Slika 58). Ukupno 24 vrste solitarnih pčela, 216 jedinki su zabeležene u aprilu i maju.

Deset vrsta solitarnih pčela: *Andrena aeneiventris*, *A. taraxaci*, *A. combaella*, *Halictus quadrifasciatus*, *Lasioglossum crassepunctatum*, *L. xanthopus*, *L. laticeps*, *L. marginatum*, *Tetralonia pollinosa* i *Megachile melanopyga* su registrovane samo u proleće (april i maj). U prolećnom monitoringu registrovana je jedna vrsta bumbara *Bombus terrestris* sa 26 jedinki. U aprilu nije registrovani ni jedna jedinka osolikh muva, prve jedinke su registrovane u maju 179 jedinki, pet vrsta koje su zabeležene i tokom leta. Najbrojnije su bile jedinke medonosne pčele (314 jedinki). U prolećnom monitoringu ukupno je registrovano 735 jedinki, 31 vrsta istraživanih grupa polinatora.



Slika 58. Sezonska dinamika polinatora od proleća do kasnog leta (april - avgust), uporedo četiri grupe polinatora.

4.4 Shannon-Wiener-ov indeks diverziteta insekata oprašivača na stepskim fragmentima

Rezultati dobijeni Shannon-Wiener-ovim indeksom diverziteta (Tabela 12) pokazuju da stepski fragmenat Đurđevo (L8) ima najveći indeks diverziteta $H=6,717$, zatim slede Neradin (L16) $H=6,702$, Bešenovo (L9) $H=6,243$, Stejanovci (L5) $H=6,237$. Lokaliteti koji nisu uzorkovani sve tri sezone su označeni zvezdicom (*).

Tabela 12. Prikaz vrednosti Shannon-Wiener-ovog indexa diverziteta (H), ukupanog broja registrovanih vrsta (S) i ukupani broj jedinki svake vrste ($\sum Ni$)

Naziv lokaliteta	Oznaka	S	$\sum Ni$	H
Đurđevo	L8	31	310	6,717
Neradin I	L16	30	398	6,702
Bešenovo	L9	31	453	6,243
Stejanovci	L5	38	491	6,237
Kovilj A-p	L1	21	362	5,871
Čortanovci	L10	26	432	5,820
Kovilj manastir	L3	25	297	5,810
Rivica	L12	23	308	5,713
Šajkaš	L7	28	329	5,641
Neradin česma	L14	34	488	5,232
Šuljam	L11	25	591	4,893
Krušedol	L13	25	620	4,876
Jazak	L4	32	591	4,871
Vilovo	L2	19	101	4,743
Budisava **	L6	21	598	3,842
Čenej *	L15	12	170	1,678

* * dve sezone * jedna sezona;

4.5 Distribucija polinatora reda Hymenoptera – Apiformes - Anthophila na stepskim fragmentima

4.5.1 Distribucija familije Andrenidae

Pčele iz familije Andrenidae su distribuirane na svim lokalitetima, (Tabela 13) ukupno 21 vrsta, 371 jedinka. Zabeležene su dve subfamilije: Andreninae, sa 18 vrsta (316 jedinki) i Panurginae: među kojima iz tribusa Panagrini dve vrste (tri jedinke) i tribusa Melitturgini jedna vrsta (52 jedinke). Najveći diverzitet, po sedam vrsta, registrovan je na lokalitetima L8 (Đurđevo) i L13 (Krušedol).

Tabela 13. Distribucija rodova, vrsta i jedinki iz familije Andrenidae na stepskim fragmentima.

Vrsta	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15	L16
<i>A. flavipes</i>	47	1	2	5	6	12	35	9	1	3	64	21	3	4		
<i>A. hattorfiana</i>		1								1		2				3
<i>A. polita</i>					1			1	4	6	23	6	1	1	3	
<i>A. tibialis</i>			1													
<i>A. labialis</i>								2								
<i>A. thoracica</i>													1			
<i>A. ovatula</i>								2								
<i>A. fulvago</i>			1													
<i>A. ungeri</i>								1								
<i>A. nitidiuscula</i>			3										1	1		
<i>A. rosae</i>								2						1		1
<i>A. nasuta</i>	1															
<i>A. limata</i>				1									3			
<i>A. minutuloides</i>														7		
<i>A. alfkenella</i>												1				
<i>A. aeneiventris</i>													7			
<i>A. taraxaci</i>										1			7			
<i>A. combaella</i>					5											
<i>M. clavicornis</i>		9			30		5	3	1							4
<i>C. frontale</i>							1				1					
<i>P. calcaratus</i>								1								
Ukupno vrsta	2	3	4	2	4	1	3	7	3	4	3	4	7	5	1	4
Ukupno jedinki	48	11	7	6	42	12	41	20	3	9	71	47	28	14	1	11

Predstavnici subfamilije Andreninae su distribuirani na svim lokalitetima, (Tabela 13). Najčešća, a ujedno i najbrojnija vrsta je *Andrena flavipes*, zabeležena na 14 lokaliteta, ukupno 213 jedinki. Vrsta *A. flavipes* je najbrojnija na lokalietu L11 (Šuljam), sa 64 jedinke. Zatim sledi L1 (Kovilj), gde je zabeleženo 47 jedinki. Na drugom mestu po zastupljenosti je vrsta *A. polita*, zastupljena na devet lokaliteta, sa 46 jedinki i najvećom

brojnošću na lokalitetu L12 (Rivica), sa 23 jedinke. Najviše jedinki roda *Andrena* je registrovano na lokalitetima L11 (Šuljam), 70 jedinki dve vrste, zatim na L1 (Kovilj), 48 jedinki, takođe dve vrste, a na lokalitetu L12 (Rivica), 47 jedinki četiri vrste. Na lokalitetima L6 (Budisava) i L7 (Šajkaš) registrovana je samo jedna vrsta roda *Andrena*, *A. flavipes* koja je registrovana na svim lokalitetima. Vrsta *A. hattorfiana* je konstatovana na četiri lokaliteta, po jedna jedinka na L2 (Vilovo) i L10 (Čortanovci), dok su na lokalitetu L12 (Rivica) zabeležene dve jedinke i L16 (Neradin) tri jedinke. Sledeće dve vrste koje su zabeležene na po tri lokaliteta su *A. nitidiuscula*, po jedna jedinka na L13 (Krušedol) i L14 (Neradin), a na lokalitetu L3 (Kovilj) tri jedinke i *A. rosae* na lokalitetima L14 i L16 (Neradin) po jedna jedinka, a na lokalitetu L8 (Đurđevo) dve jedinke. Vrsta *A. taraxaci* je distribuirana na dva lokaliteta, L10 (Čortanovci) jedna jedinka i na L13, 7 jedinki. Vrste koje su evidentirane samo na po jednom lokalitetu su: *A. labialis*, *A. ovatula* po dve jedinke i *A. ungeri* jedna jedinka na lokalitetu L8 (Đurđevo), *A. tibialis* i *A. fulvago*, registrovane na lokalitetu L3 (Kovilj) po jedna jedinka, *Andrena nasuta*, jedna jedinka na L1 (Kovilj), *A. thoracica* registrovana na lokalitetu L13 (Krušedol) jedna jedinka, *A. alfkenella* jedna jedinka, koja je zabeležena na L12 (Rivica), *A. combaella* na L5 (Stejanovci) pet jedinki, *A. minutuloides* na lokalitetu L14 (Neradin) i *A. aeneiventris* na L13 (Krušedol), po sedam jedinki.

Zabeležene su tri vrste iz subfamilije Panurginae, na sedam lokaliteta, ukupno 55 jedinki. Najučestalija vrsta je *Melitturga clavicornis*, prisutna na šest lokaliteta, a najbrojnija na lokalitetu L5 (Stejanovci) gde je evidentirano 30 jedinki. Vrsta *Camptopoeum frontale* beleži se samo na dva lokaliteta: L7 (Šajkaš) i L11 (Šuljam), po jedna jedinka. Vrsta *Panurgus calcaratus* registrovana je samo na lokalitetu L8 (Đurđevo), jedna jedinka.

4.5.2 Distribucija familije Halictidae

Ukupno na svim lokalitetima je registrovano 39 vrsta, 1097 jedinki familije Halictidae. Najzastupljeniji su rodovi subfamilije Halictinae: *Lasioglossum* 17 vrsta i *Halictus* 12 vrsta, a potom rod *Sphex* sa tri vrste. Subfamilija Rophitinae, zastupljena je sa četiri vrste, a subfamilija Nominae sa tri vrste. Najveći diverzitet familije Halictidae, po 13 vrsta, je zabeležen na dva lokaliteta: L4 (Jazak) i na L5 (Stejanovci). Zatim sledi lokalitet L9 (Bešenovo), sa 10 vrsta (Tabela 14).

Tabela 14. Distribucija rodova, vrsta i jedinki iz familije Halictidae na stepskim fragmentima.

Vrsta	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15	L16
<i>L. pauxillum</i>	9	1	48	90	15	79	27	19	20	14	66	24	22	38	60	33
<i>L. malachurum</i>					2				1		31					5
<i>L. discum</i>	2			6	4	2		2	12	4			1	13		
<i>L. albipes</i>					1							1		1	1	
<i>L. glabriusculum</i>							2			1						
<i>L. leucozonium</i>	1											1				
<i>L. ativentre</i>			1													
<i>L. truncaticolle</i>		2	2		2	4			3			5		3		5
<i>L. calceatum</i>				13	2			5								
<i>L. puncticolle</i>											2					
<i>L. villosulum</i>														3		
<i>L. lineare</i>				4												
<i>L. nigripes</i>								3			1					
<i>L. crassepunctatum</i>										3						
<i>L. xanthopus</i>		1			1											
<i>L. laticeps</i>										5						
<i>L. marginatum</i>	1															98
<i>H. quadricinctus</i>	1	1		2		9		1	2	2	8	3	2	2		3
<i>H. eurygnatus-simplex</i>	1	2	6	7	17	14	2	6	3	16	6	1	1	9	1	8
<i>H. patellatus</i>	1			2	1		1									
<i>H. subauratus</i>				1			1								1	
<i>H. maculatus</i>			13	2	1				2				1		31	
<i>H. kessleri</i>				3					3			10				
<i>H. pollinosus</i>	2			1												
<i>H. semitectus</i>								1								
<i>H. sexcinctus</i>					7											
<i>H. quadricinctus</i>					4					1	1	1				
<i>H. langobardicus</i>							1									7
<i>H. fulvipes</i>													2			
<i>S. monilicornis</i>			2													
<i>S. alternatus</i>															1	
<i>S. gibbus</i>														2		
<i>R. canus</i>				2									1			
<i>R. quinquespinosus</i>										1						
<i>S. curvicornis</i>				1					1				1			
<i>S. planidens</i>			2													
<i>N. diversipes</i>	3	5			1			1								
<i>N. ruficornis</i>																1
<i>N. unidentata</i>									6							
Ukupno vrsta	9	6	7	13	13	5	6	8	10	9	7	8	8	8	6	8
Ukupno jedinki	21	12	74	134	58	108	34	38	53	47	115	46	31	71	95	160

Vrsta *Halictus eurygnatus-simplex* je distribuirana na svim lokalitetima, ukupno 100 jedinki. Sledi *H. quadricinctus*, ukupno 36 jedinki na 12 lokaliteta. Najveći diverzitet roda *Halictus*, 7 vrsta je konstatovan na lokalitetu L4 (Jazak). Najgušća populacija, 31 jedinka vrste *H. maculatus* je na lokalitetu L15 (Čenej), a zatim na lokalitetu L3 (Kovilj) 13 jedinki. Ova vrsta distribuirana je na šest lokaliteta, Tabela 4. Vrsta *H. kessleri* je najbrojnija na lokalitetu L12 (Rivica), sa 10 jedinki, a registrovana je još na dva lokaliteta, L4 (Jazak) i L9 (Bešenovo), sa po tri jedinke. Tri lokaliteta, L2 (Vilovo), L6 (Budisava) i L14 (Neradin), imaju samo dve najučestalije vrste, *H. eurygnatus-simplex* i *H. quadricinctus*. Vrsta *H. subauratus* je prisutna na tri lokaliteta, L4 (Jazak), L7 (Šajkaš) i L15 (Čenej), po jedna jedinka. Vrste koje su registrovane samo na po jednom lokalitetu su *H. sexcinctus*, sedam jedinki na lokalitetu L5 (Stejanovci), *H. semitectus*, jedna jedinka na L8 (Đurđevo) i *H. fulvipes* dve jedinke na lokalitetu L13 (Krušedol).

Od svih vrsta solitarnih pčela najučestalija i nabrojnija vrsta je *Lasioglossum pauxilum*, distribuirana na svim lokalitetima, sa ukupno 565 jedinki. Ova vrsta je najbrojnija na lokalitetu L4 (Jazak), sa 90 jedinki, (Tabela 14). Zatim po učestalosti sledi vrsta *L. discum*, registrovana na devet lokaliteta, ukupno 46 jedinki. Najveći diverzitet roda *Lasioglossum* je na lokalitetu L5 (Stejanovci), 7 vrsta.

Vrste (pet) koje su prisutne samo na po dva lokaliteta su: *L. glabriusculum* na lokalitetu L7 (Šajkaš) dve jedinke i na L10 (Čortanovci) jedna jedinka, vrsta *L. leucozonium*, po jedna jedinka na L1 (Kovilj) i L12 (Rivica), *L. nigripes*, tri jedinke na L8 (Đurđevo) i na L11 (Šuljam) jedna jedinka, *L. xanthopus* po jedna jedinka na L2 (Vilovo) i L5 (Stejanovci) i *L. marginatum*, jedna jedinka na L1 (Kovilj) i 98 jedinki na lokalitetu L16 (Neradin). Vrste (šest) koje su registrovane samo na po jednom lokalitetu su: *L. lativentre* L3 (Kovilj), jedna jedinka, *L. puncticolle* L11 (Šuljam), dve jedinke, *L. villosulum* L14 (Neradin), tri jedinke, *L. lineare* na lokalitetu L4 (Jazak), četiri jedinke, *L. crassepunctatum* tri jedinke i *L. laticeps* pet jedinki, samo na lokalitetu L10 (Čortanovci) i samo u proleće.

Iz subfamilije Halictinae su registrovane i tri parazitske vrste roda *Sphecodes*, ukupno pet jedinki na tri lokaliteta, (Tabela 14). Vrsta *S. monilicornis* na lokalitetu L3 (Kovilj), dve jedinke, *S. alternatus* na lokalitetu L15 (Čenej), jedna jedinka i *S. gibbus*, na L14 (Neradin) dve jedinke.

Evidentirano je četiri predstavnika subfamilije Rophitinae, vrste: *Rophites quinquespinosus* jedna jedinka na lokalitetu L10 (Čortanovci) i *Rhopitoides canus* na dva lokaliteta: L4 (Jazak) dve jedinke i na L13 (Krušedol) jedna jedinka. Vrsta *Systropha curvicornis* zabeležena je na tri lokaliteta L4 (Jazak), L9 (Bešenovo) i L13 (Krušedol), po jedna jedinka. Vrsta *Systropha planidens*, je po IUCN VU kategorija, sa dve jedinke samo na lokalitetu L3 (Kovilj).

Zabeležene su tri vrste subfamilije Nomiinae: *Nomiapis diversipes* na četiri lokaliteta, L1 (Kovilj) tri jedinke, L2 (Vilovo) pet jedinki, a na lokalitetima L5 (Stejanovci) i L8 (Đurđevo) po jedna jedinka, zatim *Nomia ruficornis*, samo jedna jedinka na lokalitetu L16 (Neradin) i *N. unidentata*, samo na lokalitetu L9 (Bešenovo), šest jedinki (Tabela 14).

4.5.3 Distribucija familije Megachilidae

Na stepskim fragmentima, u okviru subfamilije Megachilinae, registrovano je četiri tribusa: Lithurgini, Osmiini, Anthidiini i Megachilini, na 15 lokaliteta, sa ukupno 164 jedinke, 12 vrsta. Najzastupljeniji je tribus Megachilini zastupljen je sa pet vrsta. Zatim sledi tribus Osmiini, sa tri vrste, pa tribusi Lithurgini i Anthidini sa po dve vrste. Najveći diverzitet, po pet vrsta familije Megachilidae, registrovan je na dva lokaliteta, L5 (Stejanovci), sa 29 jedinki i na L10 (Čortanovci), sa 10 jedinki (Tabela 15).

Tabela 15. Distribucija rodova, vrsta i jedinki iz familije Megachilidae na stepskim fragmentima.

Vrsta	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15	L16
<i>L. cornutus</i>	2				1	3			6							
<i>H. crenulatus</i>										2						
<i>O. spinulosa</i>										1						
<i>O. aurulenta</i>													3			
<i>O. bidentata</i>													1			
<i>A. manicatum</i>					2		4		4	4	3			1		4
<i>A. florentinum</i>			1													
<i>M. apicalis</i>				1	10	21			16		2			1		
<i>M. pilidens</i>		17		2	4		1	4		1	3		1	1		
<i>M. ericetorum</i>					12	1		2	1	2		1				8
<i>M. melanopyga</i>																1
<i>M. albisecta</i>		9														
Ukupno vrsta	1	2	1	2	5	3	2	2	4	5	3	1	3	3	x	3
Ukupno jedinki	2	26	1	3	29	25	5	6	27	10	8	1	5	3	x	13

Vrste tribusa Megachilini su zabeležene na 13 lokaliteta, sa ukupnom brojnošću od 122 jedinke (Tabela 15). Vrsta *Megachile pilidens* je konstatovana na devet lokaliteta, sa 34 jedinke, najviše na lokalitetu L2 (Vilovo), 17 jedinki, (Tabela 15) Vrsta *M. apicalis* je najbrojnija, sa ukupno 51 jedinka, a registrovana je na šest lokaliteta. Najgušća populacija ove vrste je na lokalitetu L6 (Budisava), 21 jedinka. Najveći diverzitet tribusa Megachilini je na lokalitetu L5 (Stejanovci), sa tri vrste. Predstavnici ovog tribusa nisu registrovani na lokalitetima L1 (Kovilj) i L3 (Kovilj). Vrsta *M. ericetorum* je na dugom mestu po rasprostranjenju, registrovana na sedam lokaliteta, a najgušća populacija ove vrste je na lokalitetima L5 (Stejanovci), 12 jedinki i L16 (Neradin), 8 jedinki. Dve vrste su registrovane samo na po jednom lokalitetu, *M. melanopyga* na L16 (Neradin), jedna jedinka i *M. albisepta* L2 (Vilovo), devet jedinki.

Evidentirane su dve vrste tribusa Anthidiini, ukupno 23 jedinke. Vrsta *Anthidium manicatum* je prisutna na sedam lokaliteta: L5 (Stejanovci), L7 (Šajkaš), L9 (Bešenovo), L10 (Čortanovci), L11 (Šuljam), L14 (Neradin) i L16 (Neradin), u proseku sa po četiri jedinke (Tabela 5). Vrsta *A. florentinum* je registrovana samo na jednom lokalitetu, L3 (Kovilj) jedna jedinka, (Tabela 15) ujedno na ovom lokalitetu je pomenuta vrsta jedini predstavnik familije Megachilidae.

Registrovano je tri vrste tribusa Osmiini, na dva lokaliteta, ukupno pet jedinki. Vrsta *Osmia spinulosa* beležena je samo na lokalitetu L10 (Čortanovci), jedna jedinka. Druge dve vrste su registrovane na lokalitetu L13 (Krušedol), *O. aurulenta* tri jedinke i *O. bidentata* jedna jedinka (Tabela 15).

Zabeleženo je ukupno dve vrste tribusa Lithurgini, 14 jedinki. Vrsta *Lithurgus cornutus* je pronađena na četiri lokaliteta: L1 (Kovilj), L5 (Stejanovci), L6 (Budisava) i na L9 (Bešenovo), gde je i najgušća populacija ove vrste, šest jedinki. Vrsta *Heriades crenulatus* registrovana je samo na lokalitetu L10 (Čortanovci), dve jedinke.

4.5.4 Distribucija familije Colletidae

Evidentirano je dve subfamilije: Colletinae, dve vrste i subfamilija Hylaeinae, tri vrste. Ukupno je registrovano sedam jedinki, na pet lokaliteta. Svaka vrsta je registrovana samo na po jednom lokalitetu, (Tabela 16).

Tabela 16. Distribucija rodova, vrsta i jedinki iz familije Colletidae na stepskim fragmentima.

Vrsta	L1	L3	L7	L13	L16
<i>C. similis</i>		1			
<i>C. nasutus</i>					1
<i>H. communis</i>	2				
<i>H. cornutus</i>			1		
<i>H. brevicornis</i>				2	
Ukupno vrsta	1	1	1	1	1
Ukupno jedinki	2	1	1	2	1

Predstavnici subfamilije Colletinae su konstatovani na dva lokaliteta, vrsta *Colletes similis* na lokalitetu L3 (Kovilj manastir), jedna jedinka i vrsta *C. nasutus* na L16 (Neradin), jedna jedinka. Predstavnici subfamilije Hylaeinae su registrovani na tri lokaliteta: *Hylaeus communis* na lokalitetu L1 (Kovilj), dve jedinke, *H. cornutus*, jedna jedinka na lokalitetu L7 (Šajkaš) i *H. brevicornis* na L13 (Krušedol), dve jedinke (Tabela 16).

4.5.5 Distribucija familije Melittidae

Zabeležene su dve subfamilije: Dasypodainae i Melittinae, ukupno tri vrste, 22 jedinke, na pet lokaliteta, (Tabela 17).

Tabela 17. Distribucija rodova, vrsta i jedinki iz familije Melittidae na stepskim fragmentima.

Vrsta	L1	L4	L5	L7	L10
<i>D. hirtipes</i>	3			12	1
<i>M. haemorrhodalis</i>					3
<i>M. leporina</i>		2	1		
Ukupno vrsta	1	1	1	1	2
Ukupno jedinki	3	2	1	12	4

Zabeležena je samo jedna vrsta subfamilije Dasypodainae, *Dasypoda hirtipes*, ukupno 16 jedinki na tri lokaliteta. Ova vrsta je najbrojnija na lokalitetu L7 (Šajkaš), sa 12 jedinki, tri jedinke na L3 (Kovilj) i jedna jedinka na lokalitetu L10 (Čortanovci), (Tabela 17).

Evidentirano je dve vrste subfamilije Melittinae, distribuirane na tri lokaliteta, sa ukupno šest jedinki. Vrsta *Melitta leporina* na lokalitetima L4 (Jazak), sa dve jedinke i na L5 (Stejanovci), jedna jedinka. Vrsta *M. haemorrhoidalis* je zabeležena samo na lokalitetu L10 (Čortanovci), tri jedinke, (Tabela 17).

4.5.6 Distribucija familije Apidae

Na stepskim fragmentima evidentirane su 22 vrste unutar četiri tribusa iz familije Apidae: Eucerini, Anthophorini, Bombini i Apini. Najveći diverzitet navedene familije je zabeležen na lokalitetima: L5 (Stejanovci), L16 (Neradin) po 12 vrsta, zatim na L9 (Bešenovo) i L14 (Neradin) po 10 vrsta (Tabela 18). Po broju vrsta najzastupljeniji su tribus Eucerini, rodovi: *Eucera* sa sedam vrsta i *Tetralonia* sa šest vrsta i tribus Bombini rod *Bombus* sedam vrsta, (Tabela 8). Sa po jednom vrstom su tribusi: Anthophorini (*Amegilla quadrifasciata*) i Apini (*Apis mellifera*) (Tabela 18). Ukupno je registrovano 3170 jedinki familije Apidae, distribuiranih na svim lokalitetima.

Tabela 18. Distribucija rodova, vrsta i jedinki iz familije Apidae na stepskim fragmentima.

Vrsta	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15	L16
<i>E. clypeata</i>				1	3		6	16	12	4	2		2	1		3
<i>E. interrupta</i>		1					1		2		2	1				10
<i>E. hispana</i>				2	2				8			3		1		
<i>E. seminuda</i>																1
<i>E. pollinosa</i>					1		2	16	3							
<i>E. longicornis</i>									2							
<i>E. spectabilis</i>											2					
<i>T. scabiosa</i>				1										1		
<i>T. lyncea</i>					5				1					5		
<i>T. dentata</i>							7							1		
<i>T. nana</i>					4					1						
<i>T. alticincta</i>							1									
<i>T. pollinosa</i>												1				
<i>A. quadrifasciata</i>		1			4		8				1	5				2
<i>A. mellifera</i>	50	76	40	260	194	143	79	35	156	134	285	101	212	140	42	254
<i>B. terrestris</i>	72	4	6	92	28	203	1	26	93	9	21	32	12	54	0	34
<i>B. sylvarum</i>				2	16	4		1	13	1	1	3		1		8
<i>B. ruderarius</i>					2	1		2			2		1			15
<i>B. pascuorum</i>				1	1	2		1	2		1	1		3		7
<i>B. lapidarius</i>					1	13								1		1
<i>B. humilis</i>						3										3
<i>B. agrillaceus</i>																9
Ukupno vrsta	2	4	2	7	12	7	8	7	10	5	9	8	4	10	1	12
Ukupno jedinki	122	82	46	359	261	369	105	97	292	149	317	147	227	208	42	347

Predstavnici tribusa Eucerini su zabeleženi na 12 lokaliteta, (Tabela 18). Najveći diverzitet, po šest vrsta, je zabeležen na lokalitetu L9 (Bešenovo), sa 28 jedinki, po pet vrsta je zabeleženo na lokalitetima L5 (Stejanovci), 15 jedinki; L7 (Šajkaš), 17 jedinki i L14 (Neradin), devet jedinki (Tabela 18). Rod *Eucera* je konstatovan na 12 lokaliteta, a

brojnost ovog roda je najveća na lokalitetu L8 (Đurđevo), 32 jedinke, (Tabela 8). Sledi lokalitet L9 (Bešenovo), sa 28 jedinki na kojem je i najveći diverzitet ovog roda. Najučestalija i najbrojnija vrsta *E. clypeata* koja se pojavljuje na 10 lokaliteta, sa 50 jedinki. Zatim sledi *E. interrupta*, koja je prisutna na šest lokaliteta, sa ukupno 17 jedinki, najbrojnija na L16 (Neradin), sa 10 jedinki. Vrste koje su zabeležene samo na po jednom lokalitetu su *E. seminuda*, jedna jedinka na L16 (Neradin), *E. longicornis*, dve jedinke na lokalitetu L9 (Bešenovo) i *E. spectabilis*, samo na lokalitetu L11 (Šuljam). Vrste roda *Tetralonia* su registrovane na 7 lokaliteta, ukupno 28 jedinki. Tri vrste pomenutog roda je zabeleženo na lokalitetu L14 (Neradin), a po dve na L5 (Stejanovci), L7 (Šajkaš). Vrsta *T. lyncea*, prisutna na tri lokaliteta ukupno 11 jedinki: na lokalitetima L5 (Stejanovci) i L14 (Neradin) po pet jedinki, a na L9 (Bešenovo) jedna jedinka. Vrsta *T. dentata* registrovana je na dva lokaliteta, na lokalitetu L7 (Šajkaš) 7 jedinki, a na L14 (Neradin) jedna jedinka. Vrsta *T. alticineta* je detektovana samo na lokalitetu L7 (Šajkaš), sa jednom jedinkom. Od vrste *T. pollinosa* registrovana je jedna jedinka na lokalitetu L12 (Rivica). Na lokalitetima L1 (Kovilj), L3 (Kovilj), L6 (Budisava) i L15 (Čenej), nije registrovana nijedna jedinka tribusa Eucerini.

Evidentirana je samo jedna vrsta tribusa Anthophorini, na šest lokaliteta: L2 (Vilovo), L5 (Stejanovci), L7 (Šajkaš), L11 (Šuljam), L12 (Rivica) i L16 (Neradin), ukupno 21 jedinka. Vrsta *Amegilla quadrifasciata* je najbrojnija na lokalitetu L7 (Šajkaš), osam jedinki.

Predstavnici tribusa Bombini su zabeleženi na 15 lokaliteta, sedam vrsta, 810 jedinki. Vrsta *B. terrestris* je najbrojnija i najučestalija, jedina distribuirana na svih 15 lokaliteta, sa 687 jedinki. Dominira na lokalitetu L6 (Budisava), sa 203 jedinke, (Tabela 18). Vrsta *B. sylvarum* je konstatovana na 10 lokaliteta, sa ukupno 50 jedinki. Najveća brojnost ove vrste je na lokalitetima L5 (Jazak), 16 jedinki i L9 (Bešenovo), 13 jedinki, (Tabela 18).

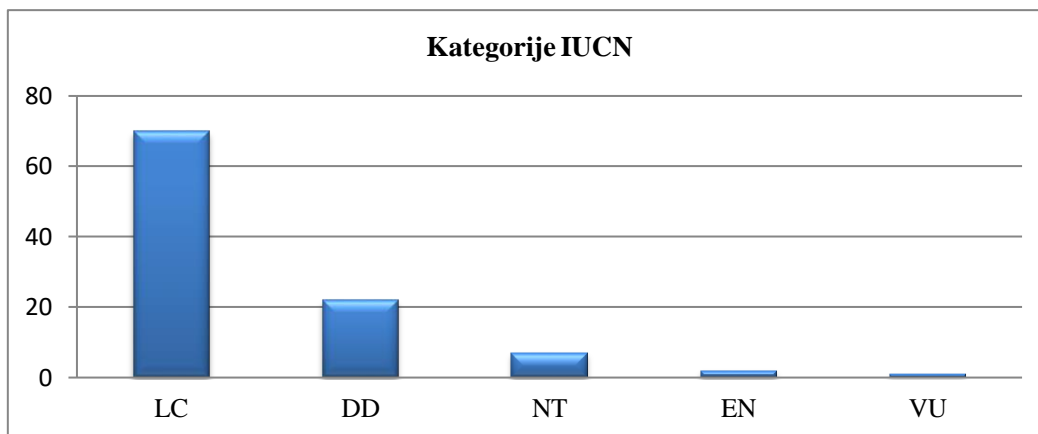
Najveći diverzitet bumbara, svih sedam vrsta, je zabeležen samo na lokalitetu L16 (Neradin), sa 77 jedinki, (Tabela 18). Slede lokaliteti L6 (Budisava), sa 6 vrsta i L5 (Stejanovci), sa 5 vrsta. Na lokalitetu L7 (Jazak), tokom sve tri sezone zabeležena je samo jedna vrsta, *B. terrestris*, sa jednom jedinkom. Na još tri lokaliteta je zabeležena samo ova vrsta: na lokalitetu L1 (Kovilj), 72 jedinke, L2 (Vilovo), 4 jedinke i na L3 (Kovilj), 6 jedinki. Vrsta *B. pascuorum* je pronađena na devet lokaliteta, sa po jednom do dve jedinke.

Najgušća populacija ove vrste je na lokalitetu L16 (Neradin), 7 jedinki. Vrsta *B. ruderarius* konstatovana je na šest lokaliteta, a najgušća populacija ove vrste je na lokalitetu L16 (Neradin), 15 jedinki. Nalazi vrste *B. humilis* su samo sa dva lokaliteta, L6 (budisava) i L16 (Neradin), sa po tri jedinke na svakom lokalitetu. Vrsta *B. agrillaceus* je registrovan samo na jednom lokalitetu, L16 (Neradin), samo u poslednjoj sezoni, 9 jedinki.

Medonosna pčela, *A. mellifera*, je zastupljena na svih 16 lokaliteta (Tabela 18). Najmanje jedinki je registrovano na lokalitetu L8 (Đurđevo), 35 jedinki. Zatim sledi lokalitet L3 (Kovilj) 40 jedinki. Najgušća populacija vrste *A. mellifera* je na lokalitetima L11 (Šuljam), 285 jedinki i na lokalitetu L4 (Jazak), 260 jedinki.

4.5.7 Status ugroženosti zabeleženih vrsta

Na istraživanim lokalitetima registrovane su vrste iz pet kategorija Međunarodne unije za zaštitu prirode IUCN. Na slici 59 je dat pregled zastupljenosti vrsta po kategorizaciji IUCN Evropske Crvene Liste Pčela (Nieto i sar. 2014). Od ukupnog broja vrsta, zabeležene su dve ugrožene vrste (EN): iz familije Halictidae, *Halictus semitectus*, jedna jedinka na lokalitetu Đurđevo (L8) i iz familije Colletidae, *Colletes nasutus*, jedna jedinka na lokalitetu Neradin (L16). Jedna ranjiva vrsta (VU) iz familije Halictidae, *Systropha planidens*, zabeležene su dve jedinke na lokalitetu Kovilj (L3). Evidentirano je sedam vrsta iz kategorije Skoro ugrožene (NT), tri vrste iz familije Andrenidae: *Andrena hattorfiana*, *A. ovatula*, *Melitturga clavicornis*; i četiri vrste iz familije Halictidae: *Lasioglossum xanthopus*, *Rophites quinquespinosus*, *Systropha curvicornis*, *Halictus quadricinctus*, samo jedna jedinka na lokalitetu Čortanovci (L10). Najviše vrsta (70) pripadaju kategoriji Poslednja briga (LC) i 22 vrste pripadaju kategoriji Bez dovoljno podataka (DD).



Slika 59. Zastupljenost vrsta po IUCN kategorizaciji



1. EN *Colletes nasutus* (www.Picssr.com); 2. VU *Systropha planidens* (www.Flickriver.com); 3. NT *Melitturga clavicornis* (www.MacrolD.Ru.com)

Predstavnici tri familije: Andrenidae, Halictidae i Apidae su distribuirani na svih 16 lokaliteta. Najviše jedinki je zabeleženo u okviru familije Apidae u koju pored solitarnih pčela spadaju bubari i medonosna pčela. Takođe na svim lokalitetima su evidentirane jedinke familije Halictidae i Andrenidae ali sa manjom brojem jedinki. Solitarne pčele familije Megachilidae su distribuirani na 15 lokaliteta. Dok su najmanje zastupljeni predstavnici familija Colletidae i Melittidae, distribuirani samo na po pet lokaliteta

4.6 Distribucija polinatora reda Diptera: Syrphidae na stepskim fragmentima

Na stepskim fragmentima, ukupno je zabeleženo 11 vrsta, 2305 jedinki osolikih muva, koje su distribuirane na svim lokalitetima, (Tabela 19).

Tabela 19. Distribucija rodova, vrsta i jedinki osolikih muva Diptera: Syrphidae na stepskim fragmentima.

Vrsta	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15	L16
<i>E. tenax</i>	68	19	40	48	67	49	87	55	96	106	63	16	147	44	6	61
<i>E. arbustorum</i>	15	1	22	27	21	8	6	24	16	35	14	14	89	12	1	12
<i>E. sepulcharis</i>			1													
<i>S. pipiens</i>	24	5	38	7	3	8	11	11	8	29		12	89	9	5	8
<i>S. flaviventris</i>	1															
<i>S. scripta</i>	90	22	82	43	33	18	42	83	16	109	19	54	45	23	20	19
<i>E. balteatus</i>	1		1					2								
<i>S. vitripennis</i>			1				1	1			2					1
<i>X. dives</i>	7			1			1									
<i>D. albostratus</i>			2	1			2									
<i>P. haemorrhous</i>			2	1			2									
Ukupno vrsta	7	4	9	7	4	4	8	6	4	4	4	4	4	4	4	5
Ukupno jedinki	206	47	189	128	124	83	152	176	136	279	98	96	370	88	32	101

Najveći diverzitet osolikih muva je zabeležen na lokalitetu L3 (Kovilj), ukupno 9 vrsta, (Tabela 19). Zatim sledi lokalitet L7 (Šajkaš), na kojem je evidentirano osam vrsta, dok je na lokalitetima L1 (Kovilj) i L4 (Jazak) je zabeleženo sedam vrsta. Tri vrste koje su ujedno i najbrojnije su zabeležene na svim lokalitetima. Najbrojnija vrsta je *E. tenax* sa 972 jedinke, *S. scripta*, 718 jedinki i *E. arbustorum*, 317 jedinki. Vrsta *S. pipiens*, ukupno 267 jedinki, registrovana je na 15 lokaliteta, odnosno na svim lokalitetima osim na lokalitetu L11 (Bešenovo). Najbrojnija populacija osolikih muva je na lokalitetima L13 (Krušedol), 370 jedinki, četiri vrste i na L10 (Čortanovci), 279 jedinki, takođe četiri vrste. Vrsta *Syrphus vitripennis* je prisutna na pet lokaliteta L3 (Kovilj), L7 (Šajkaš), L8 (Đurđevo) i L16 (Neradin I), sa po jednom jedinkom, dok su na lokalitetu L11 (Šuljam) registrovane dve jedinke. Sledeće četiri vrste su distribuirane na po tri lokaliteta: *Xanthogramma dives* na dva lokaliteta L4 (Jazak) i L7 (Šajkaš) sa po jednom jedinkom, a na L1 (Kovilj) je registrovano sedam jedinki, zatim *Dasyrphus albostratus* i *Paragus haemorrhous*, po pet jedinki na ista tri lokaliteta L3 (Kovilj), L4 (Jazak) i na L7 (Šajkaš) i vrsta *Episyrphus balteatus*, po jedna jedinka na lokalitetima L1 (Kovilj) i L4 (Jazak), dok su na lokalitetu L8

(Đurđevo) zabeležene dve jedinke. Na lokalitetu L1 (Kovilj), je registrovana jedna jedinka mediteranske vrste *Syritta flaviventris*, koja je veoma retka u Vojvodini.

4.7 Sastav i brojnost insekata oprašivača u poljima suncokreta (*H. annuus* L.)

Ukupno na svim poljima suncokreta na kojima je uzorkovano, registrovano je četiri familije iz reda Hymenoptera (Andrenidae, Halictidae, Megachilidae i Apidae) i insekti reda Diptera (Syrphidae) (Tabela 20).

Tabela 20. Vrste polinatora registrovane na poljima suncokreta

	Familija	Subfamilija	tribus	Rod	vrsta
Hymenoptera	Andrenidae	Andreninae		<i>Andrena</i>	<i>flavipes</i>
		Panurginae	Melitturgini	<i>Melitturga</i>	<i>clavicornis</i>
	Halictidae	Halictinae	Halictini	<i>Halictus</i>	<i>maculatus</i>
				<i>Lasioglossum</i>	<i>discum</i>
				<i>Lasioglossum</i>	<i>glabriusculum</i>
				<i>Lasioglossum</i>	<i>pauxillum</i>
				<i>Lasioglossum</i>	<i>malachurum</i>
				<i>Sphecodes</i>	<i>gibbus</i>
	Megachilidae	Megachilinae	Megachilini	<i>Megachile</i>	<i>apicalis</i>
				<i>Megachile</i>	<i>ericetorum</i>
				<i>Megachile</i>	<i>pilidens</i>
	Apidae	Apinae	Eucerini	<i>Eucera</i>	<i>clypeata</i>
			Bombini	<i>Bombus</i>	<i>terrestris</i>
<i>Bombus</i>				<i>sylvarum</i>	
<i>Bombus</i>				<i>runderarius</i>	
Apini			<i>Apis</i>	<i>mellifera</i>	
Xylocopinae			Ceratinini	<i>Ceratina</i> *	<i>nigrolabiata</i> *
Diptera	Syrphidae	Eristalinae	Eristalini	<i>Eristalis</i>	<i>tenax</i>
			Eristalini	<i>Eristalis</i>	<i>arbustorum</i>
			Milesiini	<i>Syritta</i>	<i>pipiens</i>
		Syrphinae	<i>Dasysyrphus</i>	<i>albostriatus</i>	
			<i>Paragus</i> *	<i>haemorrhous</i> *	
			<i>Sphaerophoria</i>	<i>scripta</i>	
<i>Xanthogramma</i>	<i>dives</i>				

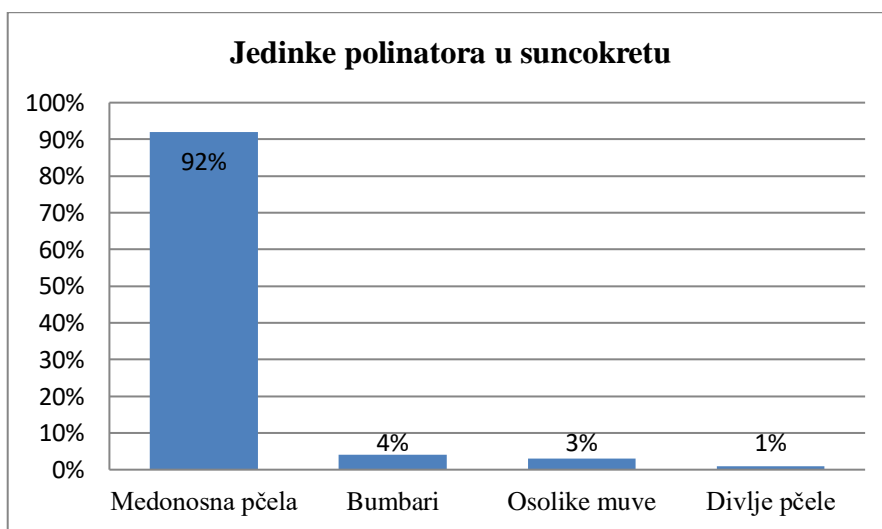
* vrste koje su evidentirane samo u suncokretu (masovno-cvetajućoj kultur)

U masovno cvetajućoj kulturi, zabeleženo je osam rodova solitarnih pčela: *Andrena*, *Ceratina*, *Eucera*, *Halictus*, *Lasioglossum*, *Megachile*, *Melitturga*, *Sphecodes*, 13 vrsta: *Andrena flavipes*, *Ceratina nigrolabiata*, *Eucera clypeata*, *Halictus maculatus*, *Lasioglossum discum*, *L. glabriusculum*, *L. pauxillum*, *L. malachurum*, *Megachile apicalis*, *M. ericetorum*, *M. pilidens*, *Melitturga clavicornis* i *Sphecodes gibbus*. Bumbari su

zastupljeni sa tri vrste: *B. terrestris*, *B. sylvarum* i *B. ruderarius*. Osolike muve prisutne su sa šest rodova: *Dasysyrphus*, *Eristalis*, *Paragus*, *Sphaerophoria*, *Syrirta* i *Xanthogramma*, sedam vrsta: *Dasysyrphus albostriatus*, *Eristalis tenax*, *E. arbustorum*, *Paragus haemorrhous*, *Sphaerophoria scripta*, *Syrirta pipiens*, *Xanthogramma dives*. Dominirala je prisutnost medonosne pčele *A. mellifera*.

Vrsta *Ceratina nigrolabiata* je registrovana samo sa jednim primerakom, u prvoj sezoni na lokalitetu Jazak (L4), i to na rubu masovno cvetajuće kulture. Vrsta *Paragus haemorrhous* registrovana je samo jedna jedinka u prvoj sezoni, na jednom lokalitetu Kovilj manastir (L3), takođe na rubu suncokreta.

Odnos brojnosti populacija insekata oprašivača u poljima suncokreta je sledeći: najbrojnija je medonosna pčela (*Apis mellifera*) sa udelom od 92% (7509 jedinki). Zatim slede bumbari 4% (350 jedinki), pa osolike muve 3% (228 jedinke), a najmanje su zastupljene solitarne pčele, 1% (142 jedinke) (Slika 60). Ukupan broj ulovljenih jedinki sve četiri grupe insekata oprašivača je 8229.



Slika 60. Zastupljenost (%) jedinki polinatora u suncokretu

Tokom tri sezone istraživanja utvrđeno je postojanje razlika u odnosu broja jedinki između solitarnih pčela, bumbara, osolikih muva i medonosne pčele u suncokretu, beleži se opadanje udela solitarnih pčela, koje su bile najbrojnije u prvoj sezoni (108), a zatim je njihova brojnost drastično opala, na samo četiri jedinke u trećoj sezoni, (Tabela 8). Registrovano je sukcesivno opadanje i jedinki bumbara, (Tabela 8). U prvoj sezoni je bilo 210, a u trećoj sezoni 55 jedinki. Gustina populacije osolikih muva je bila najveća u prvoj sezoni, 111 jedinki, a potom se beleži pad broja jedinki u drugoj sezoni, a porast u trećoj. Brojnost medonosne pčele se povećavala, da bi u trećoj sezoni dostigao četiri puta veći

broj jedinki nego prve sezone, 4543 jedinice u odnosu na 1126 jedinki registrovanih u prvoj sezoni, Tabela 21.

Tabela 21. Jedinke i vrste polinatora u suncokretu pojedinačno po sezonama

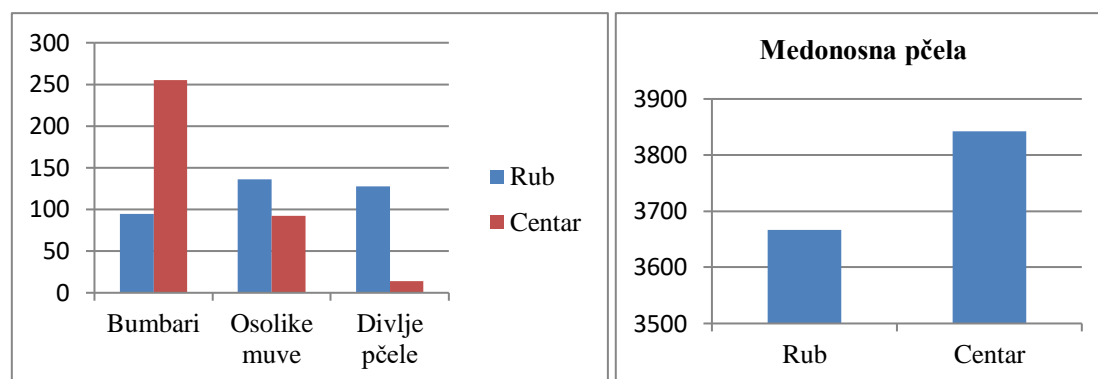
Grupa polinatora	Jedinke			Vrste		
	2011.	2012.	2013.	2011.	2012.	2013.
Medonosna pčela	1126	1840	4543	1	1	1
Bumbari	210	85	55	1	3	1
Osolike muve	111	45	72	5	3	4
Solitarne - divlje pčele	108	30	4	8	4	2

Broj vrsta solitarnih pčela je bio najveći u prvoj sezoni, 8 vrsta, a svake naredne sezone se smanjivao za 50%, (Tabela 21). Vrsta bumbara *Bombus terrestris* je bila najčešća i najbrojnija tokom sve tri sezone. Samo u drugoj sezoni su registrovane još dve vrste bumbara u suncokretu: *B. sylvarum* i *B. ruderarius*. Vrsta *B. sylvarum* je registrovana samo na jednom lokalitetu, Stejanovci (L5), i to na rubu masovno cvetajuće kulture. Znatno više jedinki ove vrste bumbara bilo je na stepskom fragmentu koji je neposredno uz suncokret na kojem je registrovan. Jedna jedinka vrste *Bombus ruderarius* je nađena u centru masovno cvetajuće kulture, suncokreta, na lokalitetu Neradin (L14). Međutim, gore pomenuta vrsta bumbara nije nađena na stepskom fragmentu koji je bio uz suncokret, nego na lokalitetu Neradin I (L16), koji je udaljen dva km od lokaliteta L14.

Distribucija i dinamika insekata oprašivača u suncokretu varira u odnosu na lokaciju, uzorkovanja (Tabela 22). Razlikuje se brojnost jedinki polinatora na rubu i u centru masovno cvetajuće kulture. Broj jedinki medonosne pčele je približan i na rubu i u centru suncokreta, dok je broj bumbara duplo veći u centru (Slika 60). Broj jedinki i vrsta osolikih muva je veći na rubu (Slika 61). Najveća gustina i diverzitet divljih pčela je na rubu suncokreta i to samo u prvoj sezoni.

Tabela 22. Broj jedinki polinatora na rubu i u centru suncokreta

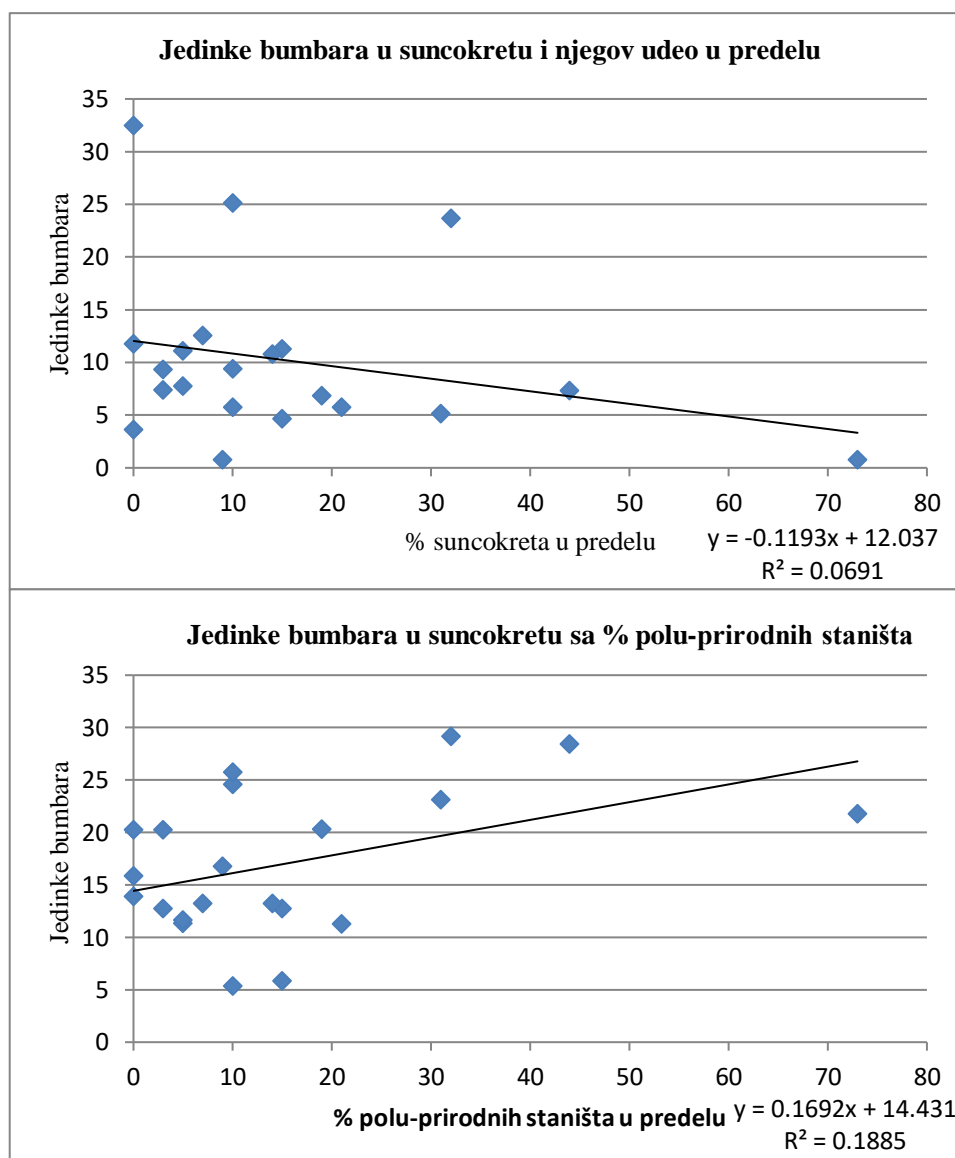
Grupa polinatora	Rub MCK	Centar MCK
Medonosna pčela	3667	3842
Bumbari	95	255
Osolike muve	136	92
Solitarne - divlje pčele	128	14



Slika 61. Razlike u brojnosti bumbara, osolikih muva, divljih pčela i medonosne pčele u odnosu na lokaciju transekta u suncokretu

4.7.1 Uticaj udela suncokreta i udela polu-prirodnih staništa u predelu na sastav i brojnost polinatora u suncokretu

Linearnom regresijom je dobijen statistički značajan rezultat samo za jedinke bumbara. Što je veći udeo suncokreta u predelu, manje je jedinki bumbara u suncokretu ($R^2=0,069$) (Slika 62), a obrnuto je u slučaju udela polu-prirodnih staništa. Što je veći udeo polu-prirodnih staništa u predelu, povećava se gustina jedinki bumbara u suncokretu ($R^2=0,188$) (Slika 62).



Slika 62. Korelacija jedinki bumbara u suncokretu sa udelom suncokreta i polu-prirodnih staništa u predelu

4.8 Korelacije sastava i brojnosti insekata oparašivača u stepskim fragmentima sa udelom suncokreta u predelu po sezonama

Kako bi se ispitaio uticaj različitog udela suncokreta po sezonama, na sastav i brojnost insekata oparašivača na stepskim fragmentima korišten je Pirsonov koeficijent korelacije. Udeo suncokreta u predelu se razlikuje u svakoj sezoni, te su rezultati predstavljeni pojedinačno za svaku sezonu (Tabela 23). Prva i druga runda označavaju period za vreme cvetanja, a treća i četvrta runda označavaju period nakon cvetanja suncokreta.

Tabela 23. Koeficijenti korelacije između sastava i brojnosti insekata u stepskom fragmentu i procenta suncokreta u okruženju, pojedinačno po godinama.

	Broj vrsta divljih pčela	Broj vrsta bumbara	Broj vrsta osolikih muva	Broj jedinki divljih pčela	Broj jedinki bumbara	Broj jedinki osolikih muva	Broj jedinki <i>Apis mellifera</i>	Ukupan broj jedinki svih vrsta	Ukupan broj svih vrsta
Procenat suncokreta u 2011. godini	-,046 ,876	-,372 ,190	,215 ,460	,006 ,983	-,370 ,193	,030 ,918	-,451 ,106	-,311 ,279	-,096 ,745
Procenat suncokreta u 2012. godini	-,139 ,622	-,465 ,081	,050 ,861	-,184 ,511	-,361 ,186	-,187 ,504	-,213 ,445	-,358 ,191	-,254 ,361
Procenat suncokreta u 2013. godini	,098 ,739	-,474 ,087	-,408 ,148	,228 ,433	-,435 ,120	-,187 ,521	,523 ,055	,309 ,282	-,185 ,526
Procenat suncokreta runda 1 i 2 2011.	,105 ,720	-,259 ,372	,205 ,481	,397 ,160	-,317 ,270	-,006 ,984	-,199 ,496	-,022 ,940	,050 ,866
Procenat suncokreta runda 3 i 4 2011.	-,328 ,252	-,342 ,232	,067 ,819	-,177 ,546	-,325 ,257	,055 ,851	-,558* ,038	-,479 ,083	-,340 ,234
Procenat suncokreta runda 1 2012.	-,501 ,057	-,433 ,107	-,284 ,306	-,261 ,348	-,381 ,162	-,052 ,854	-,152 ,589	-,278 ,315	-,586* ,022
Procenat suncokreta runda 3 2012.	,026 ,926	-,216 ,440	-,234 ,402	-,077 ,786	-,288 ,299	-,281 ,310	-,160 ,569	-,357 ,192	-,183 ,514
Procenat suncokreta runda 1 i 2 2013.	,020 ,946	-,516 ,059	-,321 ,264	,178 ,543	-,511 ,062	-,224 ,441	,586* ,028	,354 ,214	-,158 ,590
Procenat suncokreta runda 3 i 4 2013.	,227 ,436	-,333 ,245	-,148 ,612	-,335 ,241	-,170 ,562	,224 ,440	,146 ,619	,071 ,810	-,391 ,167

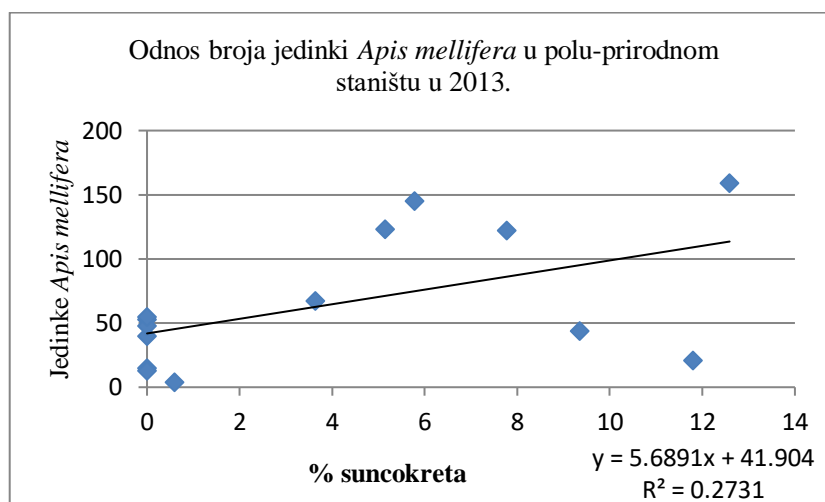
* *r*- visina koeficijent korelacije; *p*-nivo značajnosti koeficijenta korelacije, zvezdice koje se nalaze pored *p* vrednosti, referišu na nivo značajnosti: * .05; ** .01; *** .001

Kao što se vidi u tabeli 23, Piarsonovim koeficijentom korelacije, nisu dobijene statistički značajne korelacije između udela suncokreta u predelu posebno po sezonama sa vrstama i jedinkama osolikih muva, bumbara, solitarnih i medonosne pčele.

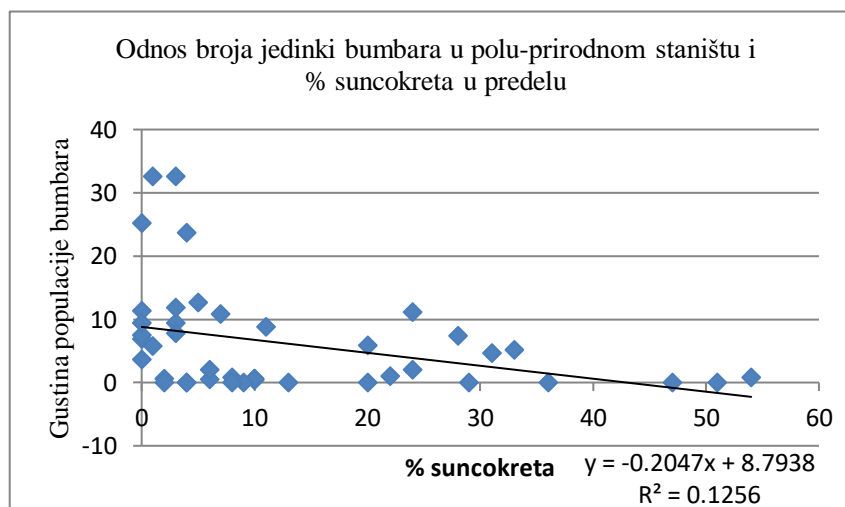
Za vreme cvetanja suncokreta (runde 1 i 2) i nakon (runde 3 i 4) cvetanja suncokreta, može se uočiti da se u 2011. godini, nakon cvetanja suncokreta, beleži visoka negativna korelacija između broja jedinki *Apis mellifera* i procenta suncokreta ($r=-0,558$; $p<0,038$) (Tabela 23). Ovaj rezultat sugeriše da ima više jedinki medonosnih pčela na stepskim fragmentima za vreme cvetanja suncokreta. U drugoj sezoni, 2012. godina, tokom prve runde, beleži se visoka negativna korelacija između procenta suncokreta i ukupnog broja vrsta ($r=-0,586$; $p<0,022$), što ukazuje na to da je više vrsta polinatora zabeleženo nakon cvetanja suncokreta (Tabela 23). Kada je u pitanju 2013. godina, i u prvoj i u drugoj rundi beleži se visoka pozitivna korelacija između broja jedinki A.

mellifera i prve i druge runde ($r= 0,586$; $p<0,028$). Na stepskim fragmentima registrovano je više jedinki *A. mellifera* za vreme cvetanja suncokreta. U prvoj sezoni dobijena je visoka negativna korelacija jedinki medonosne pčela sa periodom nakon cvetanja. U prvoj sezoni zabeleženo je više jedinki *A. mellifera* i ukupno svih jedinki za vreme cvetanja suncokreta. U drugoj sezoni zabeleženo je više svih vrsta sve četiri grupe polinatora nakon cvetanja suncokreta. U trećoj sezoni je zabeležena visoka pozitivna korelacija broja jedinki medonosne pčele i perioda cvetanja suncokreta. Više jedinki *A. mellifera* je registrovano za vreme cvetanja suncokreta.

Na slici 64 je prikazana linearna regresija broja jedinki bumbara iz svih sezona i udela suncokreta, nivo značajnosti $R^2=0,125$, koja ukazuje da se sa porastom udela suncokreta u predelu smanjuje brojnost jedinki bumbara na stepskom fragmentu.



Slika 63. Uticaj udela suncokreta na broj jedinki medonosnih pčela u stepskom fragmentu



Slika 64. Uticaj % zastupljenosti suncokreta na sastav i brojnost bumbara u polu-prirodnom staništu

4.9 Testiranje hipoteze da suncokret svojim obimnim cvetanjem privlači insekte oprašivače u predeo i na polu-prirodna staništa ili odvlači sa polu-prirodnih staništa

4.9.1 Man-Vitnijev U-test za nezavisne uzorke

Da bi se ispitale razlike u sastavu i brojnosti insekata na stepskim fragmentima, između lokaliteta koji u svom okruženju imaju visok i lokaliteta koji u svom okruženju imaju nizak procenat suncokreta, primenjena je neparametrijska tehnika za ispitivanje razlika, Man-Vitnijev U-test. U tabeli koja sledi, prikazane su vrednosti Man-Vitnijevevog U-testa i nivo značajnosti, kao i prosečni rangovi za svaku grupu polinatora.

Rezultati Man-Vitnijevevog U-testa pokazuju da postoje statistički značajne razlike u sastavu i brojnosti insekata oprašivača na stepskim fragmentima, između lokaliteta koji imaju visok i lokaliteta koji imaju nizak procenat suncokreta u svom okruženju. Statističke značajne razlike ispitivanih grupa registrovane su u slučaju sledećih varijabli: u broju vrsta bumbara ($p < 0,058$), pri čemu lokaliteti s manjim procentom suncokreta u svom okruženju, imaju veći broj vrsta bumbara u merenom stepskom fragmentu (prosečni rang=9,94), u odnosu na lokalitete koji imaju visok procenat suncokreta u svom okruženju (prosečni rang=5,79). Jedinki bumbara ($p < 0,047$) ima više u lokalitetima koji imaju nizak procenat suncokreta u svom okruženju (prosečni rang=9,71) u odnosu na lokalitete sa visokim procentom suncokreta (niži prosečni rangovi u Tabeli 24). Takođe, između dve grupe lokaliteta, statistički značajna razlika se beleži na varijabli broj jedinki medonosne pčele *Apis mellifera* ($p < 0,025$), pri čemu grupa lokaliteta sa visokim procentom suncokreta u svom okruženju (prosečni rang=10,00) ima veći broj jedinki u odnosu na lokalitete sa niskim procentom suncokreta u svom okruženju. Za ukupan broj jedinki sve četiri grupe polinatora ($p < 0,048$), utvrđene razlike idu u prilog većeg broja jedinki na stepskim fragmentima koji imaju visok udeo suncokreta u svom okruženju (viši prosečni rangovi u Tabeli 24).

Tabela 24. Razlike u sastavu i brojnosti insekata između lokaliteta koji u svom okruženju imaju visok i lokaliteta koji imaju nizak procenat suncokreta

Vrste i jedinke polinatora	Grupa lokaliteta	Prosečan rang	U	Z	p-nivo
Broj vrsta divljih pčela	<i>visok procenat suncokreta</i>	7,43	24,00	-,472	,637
	<i>nizak procenat suncokreta</i>	8,50			
Broj vrsta bumbara	<i>visok procenat suncokreta</i>	5,79	12,50	-,1896	,058
	<i>nizak procenat suncokreta</i>	9,94			
Broj vrsta osolikih muva	<i>visok procenat suncokreta</i>	8,79	22,50	-,671	,502
	<i>nizak procenat suncokreta</i>	7,31			
Broj jedinki divljih pčela	<i>visok procenat suncokreta</i>	9,07	20,50	-,869	,385
	<i>nizak procenat suncokreta</i>	7,06			
Broj jedinki bumbara	<i>visok procenat suncokreta</i>	5,29	9,0	-,1985	,047
	<i>nizak procenat suncokreta</i>	9,71			
Broj jedinki osolikih muva	<i>visok procenat suncokreta</i>	7,86	27,00	-,116	,908
	<i>nizak procenat suncokreta</i>	8,13			
Broj jedinki <i>Apis mellifera</i>	<i>visok procenat suncokreta</i>	10,00	7,0	-,2236	,025
	<i>nizak procenat suncokreta</i>	5,0			
Ukupan broj svih vrsta jedinki	<i>visok procenat suncokreta</i>	9,71	9,0	-,1981	,048
	<i>nizak procenat suncokreta</i>	5,29			
Ukupan broj svih vrsta	<i>visok procenat suncokreta</i>	6,71	19,00	-,1053	,292
	<i>nizak procenat suncokreta</i>	9,13			

Nije dobijena (p nivo značajnosi) statistička značajnost uticaja procentualne zastupljenosti suncokreta u okolnom predelu na brojnost jedinki i vrsta osolikih muva i divljih pčela. Može se zaključiti da ove grupe polinatora nisu pod uticajem procentualne zastupljenosti suncokreta u predelu.

4.9.2 Vilkoksonov test sume rangova za lokalitete koji imaju visok udeo suncokreta u predelu, prelivanje polinatora, razlike u sastavu i brojnosti polinatora tokom i nakon cvetanja suncokreta

Osnovno pitanje je kakav je uticaj cvetanja suncokreta koji je pored stepskog fragmenta na sastav i brojnost polinatora u stepskom fragmentu. Testiraju se hipoteze da li suncokret koji je pored stepskog fragmenta, svojim masovnim cvetanjem privlači polinatore iz celog predela na sebe pa se oni prelivaju na stepski fragment, ili odvlači polinatore sa stepskog fragmenta na sebe.

U cilju ispitivanja značajnosti razlike u prosečnom broju vrsta i brojnosti jedinki insekata u stepskim fragmentima, tokom faze cvetanja suncokreta (1 i 2 runda) i nakon faze cvetanja suncokreta (3 i 4 runda), samo na lokalitetima koji u svom okruženju imaju visok procenat suncokreta, korišćen je Vilkoksonov test sume rangova. Dobijeni rezultati za svaku sezonu prikazani su u tabelama koje slede.

Tabela 25. Razlike u sastavu i brojnosti insekata u 2011. godini tokom cvetanja suncokreta i nakon cvetanja suncokreta

2011. godina	Grupa	Medijana (Md)	Z	p-nivo
Broj vrsta divljih pčela	<i>tokom cvetanja</i>	4	-0,425	,671
	<i>nakon cvetanja</i>	3		
Broj vrsta bumbara	<i>tokom cvetanja</i>	1	-1,414	,157
	<i>nakon cvetanja</i>	1		
Broj vrsta osolikih muva	<i>tokom cvetanja</i>	3	0	1,00
	<i>nakon cvetanja</i>	4		
Broj jedinki divljih pčela	<i>tokom cvetanja</i>	19	-1,101	,271
	<i>nakon cvetanja</i>	26		
Broj jedinki bumbara	<i>tokom cvetanja</i>	1	-2,032	,042
	<i>nakon cvetanja</i>	4		
Broj jedinki osolikih muva	<i>tokom cvetanja</i>	9	-0,845	,398
	<i>nakon cvetanja</i>	21		
Broj jedinki <i>Apis mellifera</i>	<i>tokom cvetanja</i>	7	-0,21	,833
	<i>nakon cvetanja</i>	7		
Ukupan broj jedinki svih vrsta	<i>tokom cvetanja</i>	35	-1,153	,249
	<i>nakon cvetanja</i>	70		
Ukupan broj svih vrsta	<i>tokom cvetanja</i>	7	-0,106	,916
	<i>nakon cvetanja</i>	8		

Rezultati dobijeni primenom Vilkoksonovog testa sume rangova 2011. ukazuju da je utvrđena statistički značajna razlika između prve i druge runde tokom kojih cveta suncokret i treće i četvrte runde nakon cvetanja suncokreta za varijablu broj jedinki bumbara ($Z=-2,032$ $p=0,042$). Pregledom tabele 25. može uočiti veći broj jedinki bumbara ($Md=4$) kod rundi nakon cvetanja suncokreta u odnosu na broj jedinki bumbara tokom cvetanja suncokreta ($Md=0$).

Tabela 26. Razlike u sastavu i brojnosti insekata u 2012. godini tokom cvetanja suncokreta i nakon cvetanja suncokreta

2012. godina	Grupa	Md	Z	<i>p-nivo</i>
Broj vrsta divljih pčela	<i>tokom cvetanja</i>	4	-,542	,588
	<i>nakon cvetanja</i>	5		
Broj vrsta bumbara	<i>tokom cvetanja</i>	0	-1,134	,257
	<i>nakon cvetanja</i>	1		
Broj vrsta osolikih muva	<i>tokom cvetanja</i>	2	,000	1,00
	<i>nakon cvetanja</i>	2		
Broj jedinki divljih pčela	<i>tokom cvetanja</i>	12	-,135	,892
	<i>nakon cvetanja</i>	13		
Broj jedinki bumbara	<i>tokom cvetanja</i>	0	-2,032	,042
	<i>nakon cvetanja</i>	3		
Broj jedinki osolikih muva	<i>tokom cvetanja</i>	9	-,405	,686
	<i>nakon cvetanja</i>	6		
Broj jedinki <i>Apis mellifera</i>	<i>tokom cvetanja</i>	6	-2,023	,043
	<i>nakon cvetanja</i>	1		
Ukupan broj jedinki svih vrsta	<i>tokom cvetanja</i>	47	-,085	,933
	<i>nakon cvetanja</i>	24		
Ukupan broj svih vrsta	<i>tokom cvetanja</i>	7	-,420	,674
	<i>nakon cvetanja</i>	9		

Rezultati dobijeni primenom Vilkoksonovog testa sume rangova 2012. ukazuju da je za korišćene varijable (sastava i brojnosti insekata), utvrđena statistički značajna razlika između rundi tokom kojih cveta suncokret i rundi nakon cvetanja suncokreta za varijable broj jedinki bumbara ($Z=-2,032$ $p=0,042$) i broj jedinki *Apis mellifera* ($Z=-2,023$ $p=0,043$). Pregledom tabele 26. može se uočiti veći broj jedinki bumbara ($Md=3$) kod rundi nakon cvetanja suncokreta u odnosu na broj jedinki bumbara tokom cvetanja suncokreta ($Md=0$). Kada je u pitanju broj jedinki *Apis mellifera*, beleži se veći broj jedinki ($Md=6$) kod rundi tokom cvetanja suncokreta u odnosu na broj jedinki bumbara nakon cvetanja suncokreta ($Md=1$).

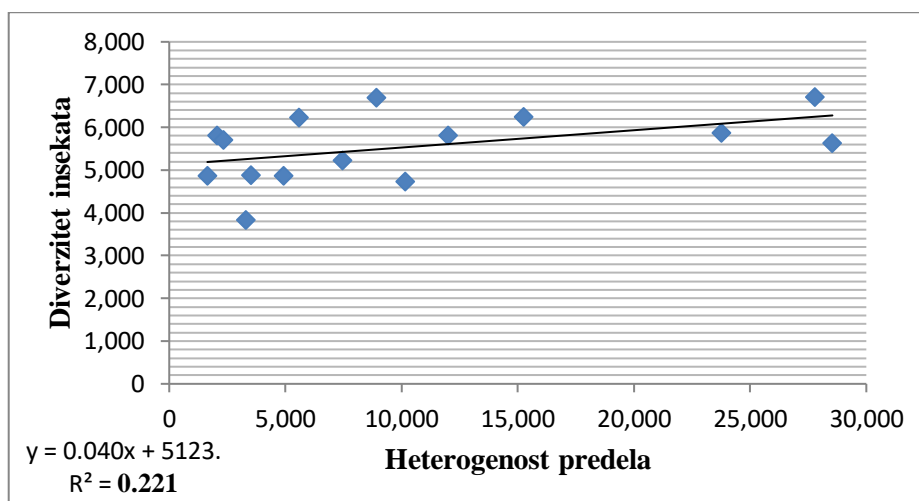
Tabela 27. Razlike u sastavu i brojnosti insekata u 2013. godini tokom cvetanja suncokreta i nakon cvetanja suncokreta

2013. godina	Grupa	Md	Z	p-nivo
Broj vrsta divljih pčela	<i>tokom cvetanja</i>	5	-2,214	,027
	<i>nakon cvetanja</i>	4		
Broj vrsta bumbara	<i>tokom cvetanja</i>	1	-1,000	,317
	<i>nakon cvetanja</i>	1		
Broj vrsta osolikih muva	<i>tokom cvetanja</i>	3	-,649	,516
	<i>nakon cvetanja</i>	3		
Broj jedinki divljih pčela	<i>tokom cvetanja</i>	15	-2,371	,018
	<i>nakon cvetanja</i>	4		
Broj jedinki bumbara	<i>tokom cvetanja</i>	1	-,680	,496
	<i>nakon cvetanja</i>	1		
Broj jedinki osolikih muva	<i>tokom cvetanja</i>	30	-2,371	,018
	<i>nakon cvetanja</i>	13		
Broj jedinki apis mellifera	<i>tokom cvetanja</i>	76	-2,366	,018
	<i>nakon cvetanja</i>	21		
Ukupan broj jedinki svih vrsta	<i>tokom cvetanja</i>	134	-2,371	,018
	<i>nakon cvetanja</i>	37		
Ukupan broj svih vrsta	<i>tokom cvetanja</i>	15	-2,213	,027
	<i>nakon cvetanja</i>	11		

U trećoj sezoni, 2013. godina, suprotno od prethodne dve godine, rezultati dobijeni primenom Vilkoksonovog testa sume rangova ukazuju da za gotovo sve korišćene varijable (sastava i brojnosti insekata), postoji statistički značajna razlika između rundi tokom kojih cveta suncokret i rundi nakon cvetanja suncokreta. Pregledom rezultata u tabeli 27. može se uočiti da se kod broja vrsta divljih pčela i broja jedinki divljih pčela beleži veći broj tokom cvetanja suncokreta u odnosu na runde koje slede nakon cvetanja suncokreta. Isti trend, tj. većeg broja jedinki i broja vrsta insekata na merenim lokalitetima u stepskim fragmentima tokom cvetanja suncokreta, se beleži i u slučaju varijabli broj jedinki osolikih muva, broj jedinki *A. mellifera*, ukupnog broja jedinki svih vrsta i ukupnog broja vrsta.

4.10 Uticaj karakteristike predela: udeo polu-prirodnih staništa na sastav i brojnost insekata oprašivača u stepskim fragmentima

Kako bi se utvrdilo da li heterogenost predela, kroz prisutnost masovno cvetajućih kultura kao izvora hrane za polinatore i prisutnost polu-prirodnih staništa kao potencijala mesta za gnežđenje polinatora u predelu, utiče na sastav i brojnost polinatora, korišten je Pirsonov koeficijent linearne korelacije. U primenjenim testovima granične vrednosti verovatnoće rizika su na nivou značajnosti od 95% ($p < 0,05$) (razlika statističkih parametara značajna) i 99% ($p < 0,01$) (razlika statističkih parametara visoko značajna). U svim sezonama, svaki lokalitet ima jedinstven matriks predela i izračunat je Shanonn-Wiener index diverziteta za predele (Prilog 2). Na slici 65 prikazana korelacija heterogenosti predela i diverziteta insekata na stepskim fragmentima, nivo značajnosti $R^2 = 0,221$, ukazuje da na to da što je predeo heteroheniji beleži se veći diverzitet polinatora na stepskom fragmentu.



Slika 65. Korelacija heterogenosti predela i diverziteta polinatora na stepskim fragmentima

4.10.1 Koeficijenti korelacije udela polu-prirodnih staništa na sastav i brojnost polinatora u stepskim fragmentima

Kako bi se ispitale međusobne relacije broja vrsta i gustine populacija insekata oprašivača sa različitim karakteristikama predela: udeo polu-prirodnih staništa kao potencijalna mesta za gnežđenje insekata i izvor hrane, blizina sledećeg polu-prirodnog staništa, blizina sledećeg suncokreta, korišćen je Pirsonov koeficijent linearne korelacije. U zavisnosti od korišćene varijable, koeficijenti korelacije su računati pojedinačno po godinama. Rezultati navedenih relacija su prikazani u tabelama 28 i 29.

Korelacije procenta polu-prirodnih staništa (potencijalna mesta za gnežđenje i hranu) sa sastavom i brojnošću insekata

Tabela 28. Koeficijenti korelacije između sastava i brojnosti insekata u stepskim fragmentima i udela polu-prirodnih tipova staništa u predelu, pojedinačno po godinama.

	Broj vrsta divljih pčela	Broj vrsta bumbara	Broj vrsta osolikih muva	Broj jedinki divljih pčela	Broj jedinki bumbara	Broj jedinki osolikih muva	Broj jedinki <i>Apis mellifera</i>	ukupan broj jedinki svih vrsta	ukupan broj svih vrsta
% PPS u 2011. godini	-,151 ,605	,189 ,519	-,202 ,488	,188 ,520	-,423 ,132	-,344 ,229	,597* ,024	-,072 ,807	-,098 ,739
% PPS u 2012. godini	,163 ,561	,131 ,643	,006 ,983	-,071 ,801	,226 ,417	,164 ,558	,322 ,242	,280 ,312	,192 ,492
% PPS u 2013. godini	,014 ,961	<u>,511</u> ,062	,263 ,364	-,087 ,767	,481 ,082	-,080 ,786	,208 ,476	,222 ,445	,248 ,392

* *r*- visina koeficijent korelacije; *p*-nivo značajnosti koeficijenta korelacije, zvezdice koje se nalaze pored *p* vrednosti, referišu na nivo značajnosti: * .05; ** .01; *** .00, PPS- polu-prirodna staništa

Kao što se vidi iz tabele 22. u istraživanju je dobijena visoka pozitivna povezanost između broja jedinki *A. mellifera* i udela polu-prirodnih staništa u 2011. godini ($r= 0,597$; $p<0,024$). Tokom 2013. godine, dobija se marginalno statistički značajna visoka pozitivna korelacija između broja vrsta bumbara i procenta polu-prirodnih staništa u predelu ($r= 0,511$; $p<0,062$).

4.10.2 Korelacije sastava i brojnosti insekata i karakteristika prostora: veličina i udaljenost sledećeg stepskog fragmента

Tabela 29. Koeficijenti korelacije između sastava i brojnosti insekata u stepskom fragmentu i karakteristika prostora, pojedinačno po godinama

	Broj vrsta divljih pčela	Broj vrsta bumbara	Broj vrsta osolikih muva	Broj jedinki divljih pčela	Broj jedinki bumbara	Broj jedinki osolikih muva	Broj jedinki <i>Apis mellifera</i>	ukupan broj jedinki svih vrsta	ukupan broj svih vrsta
Veličina stepskog fragmента u 2011. godini	-,421	,008	-,282	,305	,300	-,567*	-,106	-,339	-,371
	,134	,978	,328	,290	,298	,035	,717	,236	,192
Veličina stepskog fragmента u 2012. godini	,190	,294	-,158	,694**	,367	-,022	,406	,484	,204
	,497	,288	,574	,004	,178	,938	,133	,068	,465
Veličina stepskog fragmента u 2013. godini	-,210	-,210	-,210	,122	-,205	-,126	,279	,160	,383
	,536	,536	,536	,679	,482	,669	,335	,586	,176
Udaljenost sledećeg stepskog fragmента u 2011. godini	-,197	-,251	,531	-,060	,241	,400	-,255	,288	-,026
	,499	,387	,051	,839	,407	,157	,378	,318	,928
Udaljenost sledećeg stepskog fragmента u 2012. godini	-,144	-,554*	,068	-,184	-,178	-,264	-,247	-,384	-,312
	,609	,032	,810	,511	,525	,342	,375	,158	,257
Udaljenost sledećeg stepskog fragmента u 2013. godini	-,521	-,310	,276	-,511	-,182	-,085	-,555*	-,634*	-,435
	,056	,281	,340	,062	,533	,773	,040	,015	,120
Udaljenost sledećeg suncokreta u 2011. godini	,193	,198	-,022	-,688*	,344	,242	-,145	-,080	,203
	,549	,537	,945	,013	,274	,448	,654	,804	,528
Udaljenost sledećeg suncokreta u 2012. godini	-,443	,140	,224	,356	-,354	,409	-,217	,219	-,210
	,172	,681	,508	,283	,285	,211	,522	,518	,536
Udaljenost sledećeg suncokreta u 2013. godini	,222	-,236	,406	,099	-,193	-,060	,244	,143	,248
	,632	,610	,366	,832	,678	,897	,598	,760	,591

* *r*- visina koeficijent korelacije; *p*-nivo značajnosti koeficijenta korelacije, zvezdice koje se nalaze pored *p* vrednosti, referišu na nivo značajnosti: * .05; ** .01; *** .001

Pregledom tabele 29, može se uočiti da je u istraživanju dobijena visoka negativna povezanost između broja jedinki osolikih muva i veličine istraživnog stepskog fragmента u 2011. godini ($r=-0,567$; $p<0,035$). Što je manji stepski fragment, više ima jedinki osolikih muva. S druge strane, u 2012. godini se beleži visoka pozitivna korelacija između veličine stepskog fragmента i broja jedinki jedinki divljih pčela ($r=0,694$; $p<0,004$). Što je veći stepski fragment, gušća je populacija solitarnih pčela, i marginalno statistički značajna

umereno visoka pozitivna veza s ukupnim brojem jedinki svih vrsta ($r= 0,484$; $p<0,068$). Kada je u pitanju varijabla udaljenost sledećeg polu-prirodnog staništa (stepskog fragmenta), u 2011. godini se beleže visoka pozitivna povezanost s varijablom broj jedinki osolikih muva. Što je dalji sledeći stepski fragment, više ima jedinki osolikih muva na ispitivanom stepskom fragmentu ($r=0,531$; $p<0,051$). U 2012. godini s ovom varijablom prostora visoko negativno korelira broj vrsta bumbara. Što je veća udaljenost sledećeg stepskog fragmenta ima manje vrsta bumbara na ispitivanom stepskom fragmentu ($r=-0,554$; $p<0,032$), dok se u 2013. godini beleže visoke negativne korelacije s brojem jedinki *A. mellifera* ($r=-0,555$; $p<0,040$). Što je veća udaljenost sledećeg polu-prirodnog staništa ima manje jedinki medonosne pčele. Visoke negativne korelacije su u 2013. i sa ukupnim brojem jedinki svih vrsta ($r=-0,634$; $p<0,015$). Takođe se beleži visoka negativna povezanost, ali marginalno statistički značajna, sa brojem jedinki divljih pčela. Što je sledeće polu-prirodno stanište udaljenije, ima manje jedinki divljih pčela ($r=-0,511$; $p<0,062$). Varijabla udaljenost sledećeg suncokreta (masovno cvetajuće kulture) u 2011. godini ostvaruje visoku negativnu vezu s brojem jedinki divljih pčela. Što je veća udaljenost sledećeg polu-prirodnog staništa, beleži se manje jedinki divljih pčela ($r=-0,688$; $p<0,013$).

4.11 Korelacije sastava i brojnosti insekata na stepskim fragmentima sa cvetnom pokrovnošću u sve tri sezone

Na stepskim fragmentima, kroz sve tri sezone ukupno je evidentirano 96 vrsta biljaka (Prilog 3). Najveći diverzitet biljaka, 33 vrste, je zabeležen u prvoj sezoni, na lokalitetu Bešenovo (L9). Cvetna pokrovnost na stepskim fragmentima i transektima je jedinstvena za svaki lokalitet, transekt i sezonu. Vrednosti su prikazane u tabeli 30. Najveća cvetna pokrovnost transekta zabeležena je u prvoj sezoni na lokalitetu Kovilj L1 (41,030), i na lokalitetu Neradin L16 (prva sezona 20,096; treća sezona 23,374) u prvoj i trećoj sezoni. Najveća cvetna pokrovnost celog stepskog fragmenta, registrovana je u trećoj sezoni na lokalitetu Neradin L16 (0,140) i na lokalitetu Kovilj L3 (0,126). U prvoj sezoni, najveća cvetna pokrovnost stepskog fragmenta je evidentirana na lokalitetima: Krušedol L13 (0,122) i Neradin L16 (0,120). Cvetna pokrovnost u drugoj sezoni je veoma mala, jer je bilo prekomernog košenja zbog visokih temperatura.

Tabela 30. Vrednosti cvetne pokrovnosti na transektu i celog stepskog fragmenta za svaki lokalitet, po sezonama

Lokalitet	Broj vrsta biljaka			Cvetna pokrovnost transekt 300m ² 1+2+3+4 runda			Cvetna pokrovnost stepskog fragmenta 1+2+3+4 runda		
	2011.	2012.	2013.	2011.	2012.	2013.	2011.	2012.	2013.
L1	19	10	18	41,030	13,782	2,847	1,011	0,001	0,085
L2	27	5	8	2,333	1,364	5,191	0,023	0,000 5	0,051
L3	27	8	14	4,231	0,340	16,824	0,029	0,000 1	0,126
L4	25	5	18	3,298	1,562	5,294	0,016	0,000 1	0,028
L5	22	7	17	3,789	2,065	4,575	0,027	0,000 1	0,034
L6	14	15	x	3,518	1,474	x	0,0123	0,000 1	x
L7	17	9	11	3,448	1,090	3,885	0,022	0,000 4	0,023 0
L8	21	6	14	12,508	1,685	11,70	0,0766	0,000 1	0,070
L9	33	4	22	3,071	1,061	1,255	0,0122	0,000 1	0,005
L10	27	11	27	11,326	0,550	12,912	0,113	0,000 1	0,108
L11	24	12	15	6,934	1,476	6,334	0,0274	0,004	0,025
L12	29	11	20	6,687	0,322	6,106	0,0333	0,001 1	0,034 0
L13	25	10	16	12,108	1,429	1,535	0,122	0,005	0,014
L14	32	12	28	2,053	1,418	4,189	0,0813	0,003 3	0,033 8
L15	21	x	x	0,650	x	x	0,009	x	x
L16	25	12	22	20,096	1,830	23,374	0,120	0,004	0,140

4.11.1 Uticaj cvetne pokrovnosti na transektu, kao i ukupne cvetne pokrovnosti stepskog fragmenta, na sastav i brojnost polinatora u stepskom fragmentu

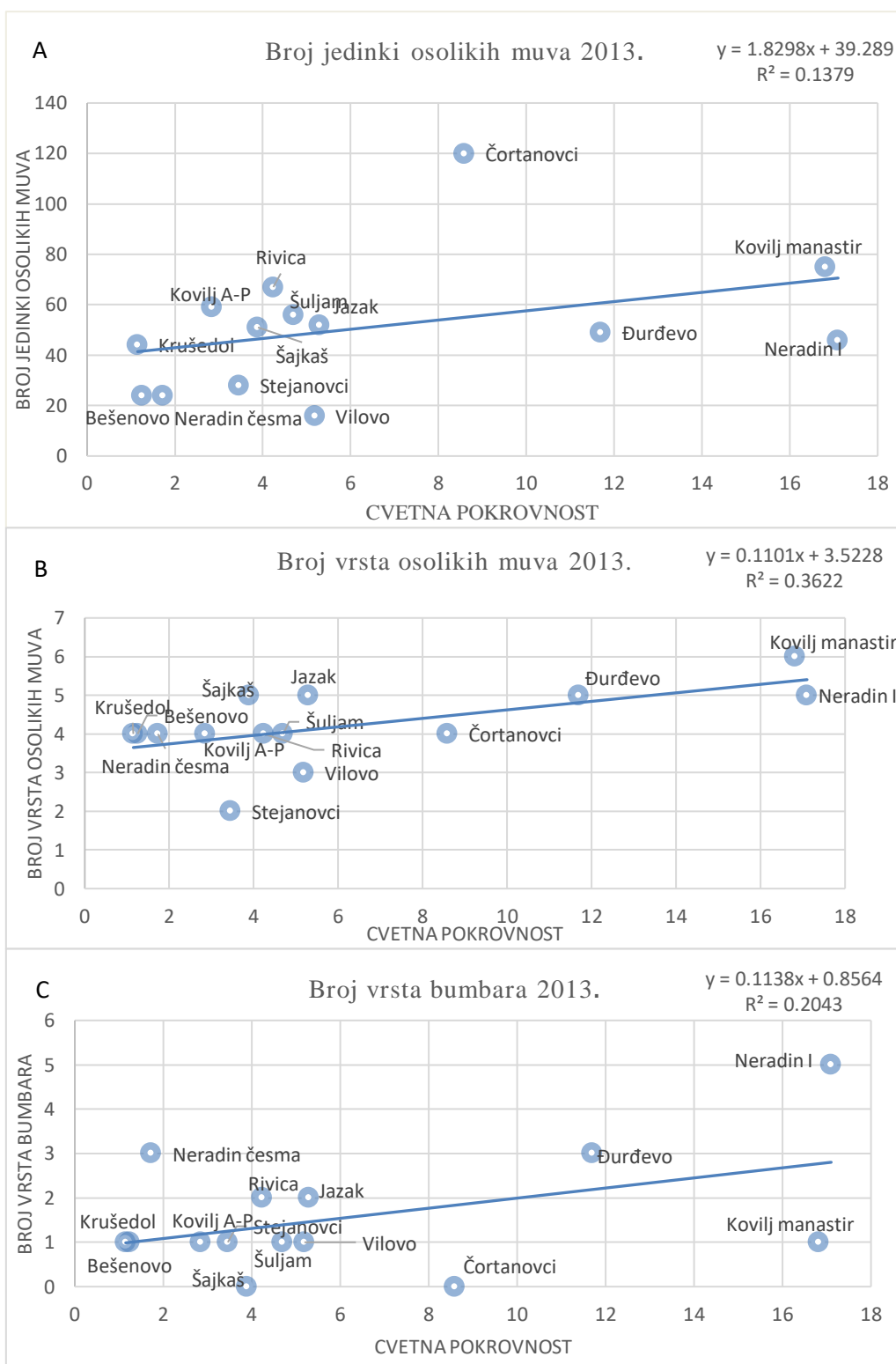
Za analizu uticaja cvetne pokrovnosti na transektu, kao i ukupne cvetne pokrovnosti stepskog fragmenta, na sastav i brojnost polinatora u stepskom fragmentu korišten je Pirsonov koeficijent linearne korelacije, a rezultati su prikazani u tabelama 31 i 32.

Tabela 31. Koeficijenti korelacije između sastava i brojnosti insekta u stepskom fragmentu i cvetne pokrovnosti transekta, pojedinačno po godinama

	Broj vrsta divljih pčela	Broj vrsta bumbara	Broj vrsta osolikih muva	Broj jedinki divljih pčela	Broj jedinki bumbara	Broj jedinki osolikih muva	Broj jedinki <i>Apis mellifera</i>	Ukupan broj jedinki svih vrsta
Cvetna pokrovnost na transektu u 2011. godini	-,044	-,246	0,336	-,297	,226	,637*	-,085	,560*
Cvetna pokrovnost na transektu u 2012. godini	,876	,376	0,241	,283	,437	,011	,764	0,037
Cvetna pokrovnost na transektu u 2013. godini	-,170	-,141	0,186	-,160	-,102	-,087	-,176	-0,212
	,544	,616	0,508	,568	,717	,758	,531	0,447
	,211	,533*	,602*	,177	,250	,409	-,266	-0,085
	,469	,050	0,023	,544	,389	,147	,359	0,774

* *r*- visina koeficijent korelacije; *p*-nivo značajnosti koeficijenta korelacije, zvezdice koje se nalaze pored *p* vrednosti, referišu na nivo značajnosti: * .05; ** .01; *** .001

Kao što se vidi iz tabele 31, u istraživanju je, tokom 2011. godine dobijena visoka pozitivna povezanost između cvetne pokrovnosti na transektu i broja jedinki osolikih muva ($r=0,637$ $p<0,011$), kao cvetne pokrovnosti i ukupnog broja jedinki svih vrsta ($r= 0,560$; $p<0,037$). Takođe, dobijena je značajna visoka pozitivna korelacija između broja vrsta bumbara i cvetne pokrovnosti u 2013. godini ($r=0,533$; $p<0,050$). Takođe, značajna visoka pozitivna korelacija je između broja vrsta osolikih muva i cvetne pokrovnosti u 2013. godini ($r=0,602$; $p<0,023$).



Slika 66. Prikaz korelacija a i b cvetne pokrovnosti i jedinki i vrsta osolikih muva; c, cvetne pokrovnosti i broj vrsta bumbara

Kao što se vidi iz tabele 32, u istraživanju je tokom 2011. godine dobijena visoka pozitivna povezanost između cvetne pokrovnosti na stepskom fragmentu i broja jedinki osolikih muva ($r=0,583$ $p<0,023$). Takođe, dobijena je marginalno značajna, ali visoka pozitivna veza cvetne pokrovnosti na stepskom fragmentu i broja jedinki osolikih muva ($r=0,505$; $p<0,065$) u 2013. godini.

Tabela 32. Koeficijenti korelacije između sastava i brojnosti insekta u stepskom fragmentu i cvetne pokrovnosti stepskog fragmenta, pojedinačno po sezonama

	Broj vrsta divljih pčela	Broj vrsta bumbara	Broj vrsta osolikih muva	Jedinke divljih pčela	Jedinke bumbara	Jedinke osolikih muva	Jedinke <i>Apis mellifera</i>
Cvetna pokrovnost na PPS u 2011. godini	,147	-,161	,325	-,191	,316	,583*	-,094
	,601	,567	,237	,495	,270	,023	,739
Cvetna pokrovnost na PPS u 2012. godini	,006	,311	,124	,233	-,073	,367	,225
	,982	,259	,659	,403	,796	,179	,420
Cvetna pokrovnost na PPS u 2013. godini	-,106	,338	,416	,004	,209	<u>,505</u>	-,448
	,718	,238	,139	,989	,472	<u>,065</u>	,108

* *r*- visina koeficijent korelacije; *p*-nivo značajnosti koeficijenta korelacije, zvezdice koje se nalaze pored *p* vrednosti, referišu na nivo značajnosti: * .05; ** .01; *** .00, PPS- polu-prirodno stanište

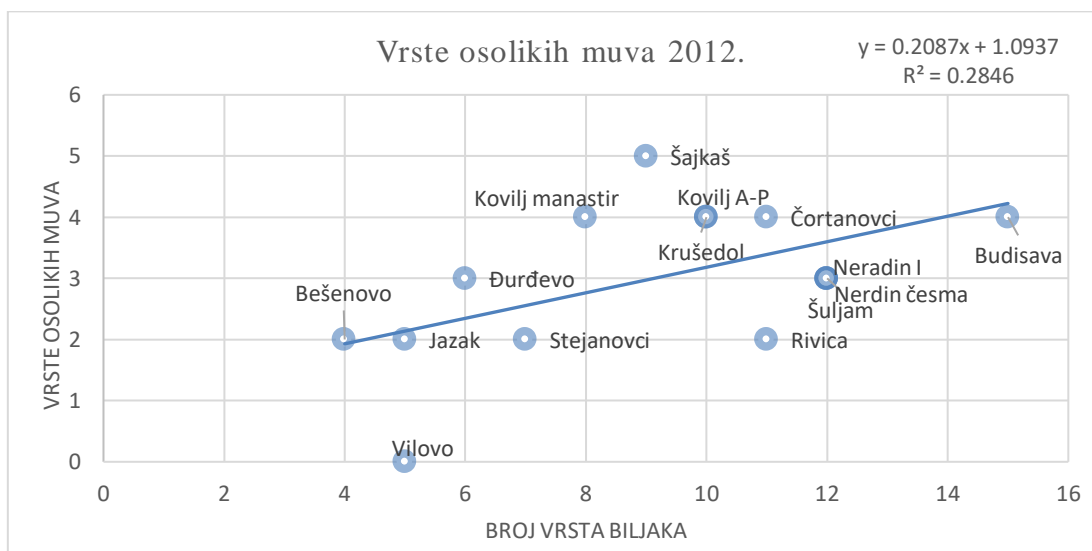
4.11.2 Korelacije sastava i brojnosti insekata i broja vrsta biljaka u cvetu u tri godine

U istraživanju je dobijena visoka pozitivna povezanost između broja vrsta osolikh muva i broja vrsta biljaka u cvetu za 2012. godinu ($r = 0,533$; $p < 0,041$), (Tabela 33).

Tabela 33. Koeficijenti korelacije između sastava i brojnosti insekta u stepskom fragmentu i broja vrsta biljaka u cvetu na transektu, pojedinačno po godinama

	Broj vrsta divljih pčela	Broj vrsta bumbara	Broj vrsta osolikh muva	Broj jedinki divljih pčela	Broj jedinki bumbara	Broj jedinki osolikh muva	Broj jedinki apis mellifera	Ukupan broj jedinki svih vrsta	Ukupan broj vrsta
Broj vrsta biljaka u cvetu 2011. godina	,077	,459	-,056	-,201	,309	-,241	,401	-,007	,209
Broj vrsta biljaka u cvetu 2012. godina	,794	,099	,850	,491	,282	,407	,155	,980	,473
Broj vrsta biljaka u cvetu 2013. godina	-,204	,138	,533*	,267	-,429	,054	-,070	,000	,085
	,465	,623	,041	,337	,111	,849	,805	,999	,763
	,207	,297	-,036	,091	,440	,280	,060	,278	,250
	,477	,303	,903	,758	,115	,332	,840	,336	,389

* r - visina koeficijent korelacije; p -nivo značajnosti koeficijenta korelacije, zvezdice koje se nalaze pored p vrednosti, referišu na nivo značajnosti: * .05; ** .01; *** .001



Slika 67. Korelacija broja vrsta osolikh muva i vrsta biljaka u cvetu

4.12 Regresiona analiza lineranih mešovutih efekata, sastav i brojnost polinatora na svim lokalitetima sve tri sezone u odnosu na udeo suncokreta, udeo polu-prirodnih staništa i udeo cvetne pokrovnosti

Kako bi se ispitala veza između različitih karakteristika predela i staništa: udeo svih masovno cvetajućih kultura u predelu, udeo polu-prirodnih staništa, udeo suncokreta i cvetna pokrovnost, kao i njihove promene u zavisnosti od runde i godine, sastava i brojnosti insekata u stepskom fragmentu, primenjeno je nekoliko regresionih analiza linearnih mešovutih efekata, za svaku zavisnu varijablu po jedna.

Tabela 34. Prikaz rezultata konačnog modela za jedinke divljih pčela.

Fiksni efekti	Nestandardizovani koeficijent (B)	Stand.greška	Standardizovani koeficijent (β)	df	t	Pr(> t)
Intercept	9,175	3,94		16,00	2,336	,033*
Runda	,041	,673	,005	126,72	,060	,952
Procentualna zastupljenost suncokreta	-,456	,214	-,312	15,58	-2,131	,049*
Procentat masovno cvet. kultura	,547	,231	,370	17,42	2,370	,030*
Procentat polu-prirodnih staništa	-,275	,165	-,192	14,32	-1,664	,118
Cvetna pokrovnost	-,401	,361	-,091	95,66	-1,111	,269
Slučajni efekat	Varijansa			Standardna greška		
Lokalitet	2,06			1,44		
Godina	14,97			3,87		

Zvezdice koje se nalaze pored p vrednosti, referišu na nivo značajnosti: * .05; ** .01; *** .001

Rezultati prikazani u tabeli 34. pokazuju da se kada je u pitanju broj jedinki divljih pčela, kao značajni fiksni efekti izdvajaju udeo masovno cvetajućih kultura i udeo suncokreta u okruženju. I dok udeo masovno cvetajućih kultura ostvaruje umerenu pozitivnu vezu sa brojem jedinki divljih pčela ($\beta=0,370$), procenat suncokreta ostvaruju umerenu negativnu vezu ($\beta=-0,312$) sa brojem jedinki divljih pčela. Dakle, u okruženjima sa visokim procentom masovno cvetajućih kultura u okruženju, na merenom stepskom fragmentu beleži se veći broj jedinki divljih pčela i obrnuto. S druge strane, u slučaju varijable procenat suncokreta u okruženju, porast procenta suncokreta u okruženju prati pad broja divljih pčela na stepskom fragmentu.

Tabela 35. Prikaz rezultata konačnog modela za jedinke osolikih muva.

Fiksni efekti	Nestandardizovani koeficijent (B)	Stand.greška	Standardizovani koeficijent (β)	df	t	Pr(> t)
Intercept	15,526	5,584		30,560	2.243	,032*
Runda	,009	1,021	-,001	127,87	-,009	,993
Procentualna zastupljenost suncokreta	,651	,359	<u>,294</u>	16,19	1.815	,088*
Procenat masovno cvetajućih kultura	-1,109	,384	-,496	18,00	-2.886	,010**
Procenat polu-prirodnih staništa	,584	,279	,270	14,25	2.097	,054*
Cvetna pokrovnost	1,889	,559	,284	113,24	3.377	,001**
Slučajni efekat			Varijansa	Standardna greška		
Lokalitet			11,37	3,37		
Godina			11,05	3,32		

Zvezdice koje se nalaze pored p vrednosti, referišu na nivo značajnosti: * .05; ** .01; *** .001

Rezultati prikazani u tabeli 35. pokazuju da se, kada je u pitanju broj jedinki osolikih muva, kao statistički značajni fiksni efekti izdvajaju udeo masovno cvetajućih kultura udeo polu-prirodnih staništa, cvetna pokrovnost transekta i marginalno statistički značajno procentualna zastupljenost suncokreta. I dok udeo masovno cvetajućih kultura ostvaruje umerenu negativnu vezu sa brojem jedinki osolikih muva ($\beta=-0,496$), udeo polu-prirodnih staništa ($\beta=0,270$), cvetna pokrovnost ($\beta=0,284$), ostvaruju niske pozitivne veze sa brojem jedinki osolikih muva. Dakle, u okruženjima sa visokim procentom masovno cvetajućih kultura u okruženju, na merenom stepskom fragmentu se beleži manji broj jedinki osolikih muva. S druge strane, u okruženjima sa većim udelom polu-prirodnih staništa i većom cvetnom pokrovnosću, beleži se porast broja jedinki osolikih muva na merenom polu-prirodnom staništu.

Tabela 36. Prikaz rezultata konačnog modela za jedinke bumbara.

Fiksni efekti	Nestandardizovani koeficijent (B)	Stand.greška	Standardizovani koeficijent (β)	df	t	Pr(> t)
Intercept	1,297	2,377		25,99	0,546	,590
Runda	,993	,391	,189	126,04	2,539	,012*
Procentualna zastupljenost suncokreta	-,299	,164	-,347	20,40	-1,828	,082*
Procenat masovno cvetajućih kultura	,145	,174	,166	22,20	,832	,415
Procenat polu-prirodnih staništa	-,046	,129	-,055	16,37	-,359	,724
Cvetna pokrovnost	,088	,222	,034	130,99	,396	,693
Slučajni efekat			Varijansa	Standardna greška		
Lokalitet			4,17	2,04		
Godina			1,05	1,02		

Zvezdice koje se nalaze pored p vrednosti, referišu na nivo značajnosti: * .05; ** .01; *** .001

Rezultati prikazani u tabeli 36. pokazuju da se kada je u pitanju broj jedinki bumbara, kao značajan se izdvaja fiksni efekat runde, pri čemu dobijena niska pozitivna veza ($\beta=0,189$). Ovakav rezultat sugerise da se tokom kasnih runda (runde 3 i 4) kada suncokret ne cveta, beleži veći broj jedinki bumbara. Statistički je značajan i udeo procenta suncokreta u okruženju, jer porast procenta suncokreta u okruženju prati pad broja jedinki bumbara na stepskom fragmentu.

Tabela 37. Prikaz rezultata konačnog modela za ukupan broj jedinki svih vrsta polinatora.

Fiksni efekti	Nestandardizovani koeficijent (B)	Stand.greška	Standardizovani koeficijent (β)	df	t	Pr(> t)
Intercept	27,591	11,432		23,41	2,413	,024*
Runda	-,939	16,315	-,042	127,69	-,576	,566
Procentualna zastupljenost suncokreta	-,602	,748	-,165	23,19	-,804	,430
Procenat masovno cvetajućih kultura	,361	,792	,098	25,40	,455	,653
Procenat polu-prirodnih staništa	,434	,596	,122	17,76	,726	,477
Cvetna pokrovnost	17,231	,954	,157	139,63	1.806	,073
Slučajni efekat			Varijansa	Standardna greška		
Lokalitet			104,62	10,228		
Godina			66,78	8,172		

Zvezdice koje se nalaze pored p vrednosti, referišu na nivo značajnosti: * .05; ** .01; *** .001

Kada je u pitanju ukupan broj jedinki svih vrsta, pregledom tabele 37, može se uočiti da ni jedan od korišćenih fiksnih efekat/prediktora nije statistički značajan, osim cvetne pokrovnosti koja doseže marginalnu značajnost, pri čemu cvetna pokrovnost ostvaruje nisku pozitivnu vezu ($\beta=0,157$) sa ukupnim brojem jedinki svih vrsta. Dakle, veća cvetna pokrovnost je praćena većim ukupnim brojem jedinki svih vrsta i obrnuto.

Tabela 38. Prikaz rezultata konačnog modela za broj vrsta bumbara.

Fiksni efekti	Nestandardizovani koeficijent (B)	Stand.greška	Standardizovani koeficijent (β)	df	t	Pr(> t)
Intercept	,481	,311		28,09	1.548	,133
Runda	,041	,059	,049	125,98	,685	,494
Procentualna zastupljenost suncokreta	-,102	,020	-,753	15,61	-5.154	,000***
Procenat masovno cvetajućih kultura	,084	,021	,615	17,30	3.959	,001***
Procenat polu-prirodnih staništa	-,023	,015	-,173	13,99	-1.495	,157
Cvetna pokrovnost	,031	,032	,077	103,99	,982	,328
Slučajni efekat			Varijansa	Standardna greška		
Lokalitet			,026	,163		
Godina			,031	,176		

Zvezdice koje se nalaze pored p vrednosti, referišu na nivo značajnosti: * .05; ** .01; *** .001

Rezultati prikazani u tabeli 38 pokazuju da se kada je u pitanju broj vrsta bumbara, kao značajni fiksni efekti izdvajaju % masovno cvetajućih kultura i procenat suncokreta u okruženju. I dok % masovno cvetajućih kultura ostvaruje visoku pozitivnu vezu sa brojem vrsta bumbara ($\beta=0,615$), procenat suncokreta ostvaruje visoku negativnu vezu ($\beta=-0,753$) sa brojem vrsta bumbara. Dakle, u okruženjima sa niskim procentom svih masovno cvetajućih kultura u predelu MFC-a u okruženju na merenom stepskom fragmentu se beleži manji broj vrsta bumbara. S druge strane, slučaju varijable procenat suncokreta u okruženju, porast procenta suncokreta u okruženju prati pad broja vrsta bumbara na stepskom fragmentu.

Tabela 39. Prikaz rezultata konačnog modela za broj vrsta divljih pčela.

Fiksni efekti	Nestandardizovani koeficijent (B)	Stand.greška	Standardizovani koeficijent (β)	df	t	Pr(> t)
Intercept	3,501	,771		15,10	4.543	,000 ***
Runda	-,329	,120	-,202	127,73	-2.738	,007 **
Procentualna zastupljenost suncokreta	-,048	,043	-,181	17,80	-1.132	,273
Procenat masovno cvetajućih kultura	,056	,046	,209	19,84	1.228	,234
Procenat polu-prirodnih staništa	-,021	,033	-,081	15,74	-,64	,531
Cvetna pokrovnost	,038	,067	,048	114,83	,573	,568
Slučajni efekat			Varijansa		Standardna greška	
Lokalitet			,167		,409	
Godina			,619		,787	

Zvezdice koje se nalaze pored p vrednosti, referišu na nivo značajnosti: * .05; ** .01; *** .001

Rezultati prikazani u tabeli 39 pokazuju da su kada je u pitanju broj vrsta divljih pčela dobijen značajni fiksni efekti runde, pri čemu dobijena niska negativna veza ($\beta = -0,202$) sugerise da se tokom nižih runda za vreme cvetanja suncokreta (runde 1 i 2) beleži veći broj vrsta divljih pčela, dok je nakon cvetanja suncokreta registrovano manje vrsta solitarnih pčela.

Tabela 40. Prikaz rezultata konačnog modela za broj vrsta osolikih muva.

Fiksni efekti	Nestandardizovani koeficijent (B)	Stand.greška	Standardizovani koeficijent (β)	df	t	Pr(> t)
Intercept	2,244	,547		20,210	4,107	,000***
Runda	-,031	,077	-,029	12,561	-,407	,685
Procentualna zastupljenost suncokreta	,017	,039	,093	2,569	,429	,672
Procenat masovno cvetajućih kultura	-,019	,041	-,105	2,691	-,466	,645
Procenat polu-prirodnih staništa	,005	,032	,030	1,689	,165	,871
Cvetna pokrovnost	,111	,044	,207	11,743	2,527	,013*
Slučajni efekat			Varijansa		Standardna greška	
Lokalitet			,355		,596	
Godina			,002		,049	

Zvezdice koje se nalaze pored p vrednosti, referišu na nivo značajnosti: * .05; ** .01; *** .001

Rezultati prikazani u tabeli 40 pokazuju da se kada je u pitanju broj vrsta osolikih muva, kao značajan fiksni efekat izdvaja cvetna pokrovnost transeka. Ona ostvaruje nisku pozitivnu vezu sa brojem vrsta osolikih muva ($\beta=0,207$), pri čemu porast cvetne pokrovnosti prati porast broja vrsta osolikih muva. Isto kao i u slučaju jedinki

Tabela 41. Prikaz rezultata konačnog modela za ukupan broj svih vrsta.

Fiksni efekti	Nestandardizovani koeficijent (B)	Stand.greška	Standardizovani koeficijent (β)	df	t	Pr(> t)
Intercept	6,83	1,147		25,76	5,953	0,000** *
Runda	-,288	,181	-,119	128,41	-1.596	,113
Procentualna zastupljenost suncokreta	-,113	,074	-,285	2,46	-1.528	,142
Procenat masovno cvetajućih kultura	,095	,079	,238	22,58	1.208	,240
Procenat polu-prirodnih staništa	-,016	,058	-,043	16,86	-,284	,780
Cvetna pokrovnost	,213	,103	,179	132,53	2.061	,041*
Slučajni efekat			Varijansa		Standardna greška	
Lokalitet			,796		,892	
Godina			,687		,829	

Zvezdice koje se nalaze pored p vrednosti, referišu na nivo značajnosti: * .05; ** .01; *** .001

Kada je u pitanju ukupan broj svih vrsta insekata, pregledom tabele 41 može se uočiti da se jedino kao statistički značajan izdvaja fiksni efekat cvetne pokrovnosti, pri čemu cvetna pokrovnost ostvaruje nisku pozitivnu vezu ($\beta=0,179$) sa ukupnim brojem vrsta. Dakle, veća cvetna pokrovnost je praćena većim ukupnim brojem vrsta insekata.

4.13 Regresiona analiza lineranih mešovityh efekata, sastav i brojnost polinatora na svim lokalitetima sve tri sezone u odnosu na heterogenost predela, veličinu stepskog fragmenta, cvetnu pokrovnost na transektu i celog polu-prirodnog staništa

Kako bi se ispitala veza između različitih karakteristika staništa i predela (heterogenost predela, veličina stepskog fragmenta u ha, cvetna pokrovnost celog stepskog fragmenta, cvetna pokrovnost na transektu), kao i njihove promene u zavisnosti od runde, sastava i brojnosti insekata u polu-prirodnom staništu, primenjeno je nekoliko regresionih analiza linearnih mešovityh efekata, za svaku zavisnu varijablu po jedna.

Tabela 42. Prikaz rezultata konačnog modela za broj jedinki divljih pčela.

Fiksni efekti	Nestandardizovani koeficijent (B)	Stand.greška	Standardizovani koeficijent (β)	df	t	Pr(> t)
Intercept	7,521	4,697		21,66	1,601	,124
Runda	,096	,632	,011	137,64	,152	,880
Heterogenost predela	-,321	,264	-,095	13,25	-1,216	,245
Veličina stepskog fragmenta u ha	1,598	,472	,270	12,98	3,383	,005**
Cvetna pokrovnost celog stepskog fragmenta	3,665	7,337	,055	92,86	,5	,619
Cvetna pokrovnost na transektu	-,008	,134	-,006	116,81	-,061	,952
Slučajni efekat			Varijansa		Standardna greška	
Lokalitet			,842		,917	
Godina			12,27		3,50	

Zvezdice koje se nalaze pored p vrednosti, referišu na nivo značajnosti: * .05; ** .01; *** .001

Rezultati prikazani u tabeli 42. pokazuju da se kada je u pitanju broj jedinki divljih pčela, kao značajni fiksni efekat izdvaja veličina stepskog fragmenta u ha, pri čemu je dobijena niska pozitivna veza sa brojem jedinki bumbara ($\beta=0,270$). Dakle, što je stepski fragmenat veći, zabeležen je veći broj jedinki divljih pčela i obrnuto.

Tabela 43. Prikaz rezultata konačnog modela za broj jedinki bumbara.

Fiksni efekti	Nestandardizovani koeficijent (B)	Stand.greška	Standardizovani koeficijent (β)	df	t	Pr(> t)
Intercept	-1,075	2,739		31,51	-,393	,697
Runda	1,303	,394	,154	128,29	3,31	,001**
Heterogenost predela	-,216	,244	-,069	16,13	-,884	,389
Veličina stepskog fragmenta u ha	1,070	,430	,194	17,57	2,487	,023*
Cvetna pokrovnost celog pps-a	8,813	6,720	,143	108,02	1,312	,192
Cvetna pokrovnost na transektu	,052	,118	,041	129,95	,44	,661
Slučajni efekat				Varijansa	Standardna greška	
Lokalitet				427,41	21,73	
Godina				,000	,000	

Zvezdice koje se nalaze pored p vrednosti, referišu na nivo značajnosti: * .05; ** .01; *** .001

Rezultati prikazani u tabeli 43. pokazuju da se kada je u pitanju broj jedinki bumbara, kao značajni izdvajaju fiksni efekti runde i veličina stepskog fragmenta u ha. Veličina stepskog fragmenta u ha ostvaruje nisku pozitivnu veze sa brojem jedinki bumbara ($\beta=0,194$). Dakle, što je veći stepski fragment, veći je broj jedinki bumbara. Rezultati takođe pokazuju da se, kada je u pitanju broj jedinki bumbara, kao statistički značajan izdvaja i fiksni efekti runde, pri čemu je dobijena niska pozitivna veza ($\beta=0,154$). Ovakav rezultat sugerise da se tokom viših rundi, nakon cvetanja suncokreta (runde 3 i 4), beleži veći broj jedinki bumbara.

Tabela 44. Prikaz rezultata konačnog modela za jedinke osolikih muva.

Fiksni efekti	Nestandardizovani koeficijent (B)	Stand.greška	Standardizovani koeficijent (β)	df	t	Pr(> t)
Intercept	23,81	6,89		34,38	3,455	,001**
Runda	-,565	,951	-,042	143,55	-,594	,554
Heterogenost predela	-,197	,574	-,040	2,56	-,343	,735
Veličina stepskog fragmenta u ha	-,852	1,051	-,098	16,95	-,81	,429
Cvetna pokrovnost celog stepskog fragmenta	32,92	11,55	,340	155,83	2,85	,005**
Cvetna pokrovnost na transektu	-,393	,214	,199	157,46	-1,839	,068*
Slučajni efekat			Varijansa		Standardna greška	
Lokalitet			28,68		5,35	
Godina			,000		,000	

Zvezdice koje se nalaze pored p vrednosti, referišu na nivo značajnosti: * .05; ** .01; *** .001

Rezultati prikazani u tabeli 44. pokazuju da se kada je u pitanju broj jedinki osolikih muva, kao statistički značajan fiksni efekat izdvaja cvetna pokrovnost celog stepskog fragmenta, dok se kao marginalno značajan izdvaja i efekat cvetne pokrovnosti transekta. Cvetna pokrovnost celog stepskog fragmenta ostvaruje umerenu pozitivnu vezu sa brojem vrsta osolikih muva ($\beta=0,340$), a cvetna pokrovnost na transektu ostvaruje nisku pozitivnu vezu ($\beta=0,199$) sa brojem jedinki osolikih muva. Dakle, što je cvetna pokrovnost celog stepskog fragmenta veća i sa većom cvetnom pokrovnošću transekta, beleži se veći broj jedinki osolikih muva.

Tabela 45. Prikaz rezultata konačnog modela za ukupan broj jedinki sve četiri grupe polinatora.

Fiksni efekti						
	Nestandardizovan i koeficijent (B)	Stand.greška	Standardizovan i koeficijent (β)	<i>df</i>	<i>t</i>	Pr(> t)
Intercept	51,46	13,72		26,7	3,75	,001***
Runda	-,93	1,66	-,037	141,9	-,558	,578
Heterogenost predela	-2,41	1,18	,261	2,7	-2,05	,053
Veličina stepskog fragmenta u ha	3,65	2,20	,225	14,9	1,66	,118
Cvetna pokrovnost celog stepskog fragmenta	39,49	2,62	,218	158,0	1,92	,057
Cvetna pokrovnost na transektu	-,069	,381	-,019	157,6	-,180	,857
Slučajni efekat			Varijansa	Standardna greška		
Lokalitet			153,4			12,38
Godina			,000			,000

Zvezdice koje se nalaze pored *p* vrednosti, referišu na nivo značajnosti: *.05; **.01; ***.001

Kada je u pitanju ukupan broj jedinki sve četiri grupe polinatora, pregledom tabele 45 može se uočiti da se kao značajan izdvaja efekat heterogenost predela i cvetna pokrovnost celog stepskog fragmenta, koji dosežu marginalnu značajnost. Heterogenost predela ostvaruje nisku pozitivnu vezu ($\beta=0,261$) sa ukupnim brojem jedinki svih vrsta, kao i cvetna pokrovnost celog stepskog fragmenta, koja ostvaruje nisku pozitivnu vezu ($\beta=0,218$). To ukazuje da na stepskim fragmentima sa većom cvetnom pokrovnošću ima više jedinki sve četiri grupe polinatora zajedno. Veća heterogenost predela je povezana sa većim ukupnim brojem jedinki svih vrsta. Što ukazuje na to da u predelima sa više raznovrsnih tipova staništa i na stepskim fragmentima koji su sa većom cvetnu pokrovnošću, ima više svih jedinki zajedno iz sve četiri grupe insekata polinatora.

Tabela 46. Prikaz rezultata konačnog modela za broj vrsta bumbara.

Fiksni efekti	Nestandardizovan i koeficijent (B)	Stand.greška	Standardizovan i koeficijent (β)	<i>df</i>	<i>t</i>	Pr(> t)
Intercept	,462	,559		23,98	,825	,417
Runda	,033	,060	,035	141,8	,542	,589
Heterogenost predela	-,049	,048	-,141	23,29	-1,009	,323
Veličina stepskog fragmenta u ha	,195	,093	,322	14,69	2,1	,053
Cvetna pokrovnost celog stepskog fragmenta	,622	,758	,092	156,7	,82	,413
Cvetna pokrovnost na transektu	,003	,014	,025	155,59	,249	,803
Slučajni efekat			Varijansa	Standardna greška		
Lokalitet			,304			,552
Godina			,000			,000

Zvezdice koje se nalaze pored *p* vrednosti, referišu na nivo značajnosti: * .05; ** .01; *** .001

Rezultati prikazani u tabeli 46. pokazuju da se kada je u pitanju broj vrsta bumbara, kao marginalno značajni fiksni efekat izdvajaju veličina stepskog fragmenta u ha. Ovaj prediktor ostvaruje umerenu pozitivnu vezu sa brojem vrsta bumbara ($\beta=0,322$). Dakle, veća veličina stepskog fragmenta je povezana sa većim brojem vrsta bumbara.

Tabela 47. Prikaz rezultata konačnog modela za broj vrsta osolikih muva.

Fiksni efekti	Nestandardizovani koeficijent (B)	Stand.greška	Standardizovani koeficijent (β)	df	t	Pr(> t)
Intercept	2,390	,642		23,03	3,725	,001
Runda	-,071	,073	-,065	14,3	-,975	,331
Heterogenost predela	,041	,054	,100	23,65	,751	,460
Veličina stepskog fragmenta u ha	-,057	,102	-,080	16,34	-,557	,585
Cvetna pokrovnost celog stepskog fragmenta	1,590	,914	,200	146,77	1,739	,084
Cvetna pokrovnost na transektu	-,008	,017	-,050	156,99	-,479	,632
Slučajni efekat			Varijansa	Standardna greška		
Lokalitet			,345	,587		
Godina			,001	,098		

Zvezdice koje se nalaze pored p vrednosti, referišu na nivo značajnosti: * .05; ** .01; *** .001

Rezultati prikazani u tabeli 47. pokazuju da se kada je u pitanju broj vrsta osolikih muva, kao marginalno značajan fiksni efekat izdvaja cvetna porovnost celog stepskog fragmenta. Ona ostvaruje nisku pozitivnu vezu sa brojem vrsta osolikih muva ($\beta=0,200$), pri čemu porast cvetne pokrovnosti prati porast broja vrsta osolikih muva.

Tabela 48. Prikaz rezultata konačnog modela za broj vrsta divljih pčela.

Fiksni efekti	Nestandardizovani koeficijent (B)	Stand.greška	Standardizovani koeficijent (β)	df	t	Pr(> t)
Intercept	3,327	,927		19,06	3,59	,002**
Runda	-,327	,115	-,199	14,98	-2,857	,005**
Heterogenost predela	,033	,054	,055	17,53	,624	,541
Veličina stepskog fragmenta u ha	,144	,096	,135	16,44	1,493	,154
Broj vrsta biljaka	-,016	,029	-,064	39,96	-,544	,589
Cvetna pokrovnost celog stepskog fragmenta	,283	1,380	,024	12,35	,205	,838
Cvetna pokrovnost na transektu	-,002	,025	-,008	136,96	-,08	,937
Slučajni efekat			Varijansa	Standardna greška		
Lokalitet			,112	,334		
Godina			,505	,711		

Zvezdice koje se nalaze pored p vrednosti, referišu na nivo značajnosti: * .05; ** .01; *** .001

Rezultati prikazani u tabeli 48. pokazuju da su kada je u pitanju broj vrsta divljih pčela dobijeni značajni fiksni efekti runde, pri čemu dobijena niska negativna veza ($\beta = -0,199$), sugeriše da se tokom nižih runda za vreme cvetanja suncokreta (runde 1 i 2), beleži veći broj vrsta divljih pčela.

Tabela 49. Prikaz rezultata konačnog modela za ukupan broj vrsta sve četiri grupe polinatora.

Fiksni efekti						
	Nestandardizovani koeficijent (B)	Stand.greška	Standardizovani koeficijent (β)	df	t	Pr(> t)
Intercept	8,10	1,36		29,5	5,98	0,000** *
Runda	-0,331	0,173	-0,135	142,7	-1,92	0,057 [·]
Heterogenost predela	-0,016	0,115	-0,017	20,7	-0,14	0,894
Veličina stepskog fragmenta u ha	0,280	0,214	0,175	15,8	1,31	0,209
Cvetna pokrovnost celog stepskog fragmenta	2,369	2,125	0,133	157,8	1,12	0,267
Cvetna pokrovnost na transektu	-0,002	0,039	-0,006	158,0	-0,059	0,953
Slučajni efekat			Varijansa	Standardna greška		
Lokalitet			1,36			1,17
Godina			,000			,000

Zvezdice koje se nalaze pored p vrednosti, referišu na nivo značajnosti: * .05; ** .01; *** .001

Kada je u pitanju ukupan broj svih vrsta insekata, pregledom tabele 49. može se uočiti da se kao marginalno značajan izdvaja i efekat runde. Ovaj prediktor ostvaruje nisku negativnu vezu sa brojem vrsta insekata ($\beta=-0,135$). U nižim rundama, za vreme cvetanja suncokreta beleži se veći broj vrsta, zajedno sve četiri grupe insekata polinatora.

5. DISKUSIJA

5.1 Diverzitet faune Hymenoptera - Apiformes i Diptera (Syrphidae) u agroekosistemima Vojvodine

Kako bi se dobio uvid u distribuciju i dinamiku insekata oprašivača u agroekosistemima Vojvodine, na stepskim fragmentima, sprovedeno je pilot istraživanje, a rezultati objavljeni u radu Mudri-Stojnić i sar. (2012). U radu je prikazan prvi pregled faune Hymenoptera (Apiformae) u Srbiji, na polu-prirodnim staništima u okviru agroekosistema Vojvodine. U okviru navedenog istraživanja je iz reda Hymenoptera registrovano četiri familije: Andrenidae, Halictidae, Apidae i Megachilidae, 20 rodova i 54 vrste. Daljim istraživanjima vršenim za potrebe izrade ove disertacije, na istim lokalitetima je registrovano još dve familije Hymenoptera: Colletidae i Melittidae, ukupno šest familija, 27 rodova i 103 vrste (Tabela 3). Najviše vrsta je registrovano iz familije Halictidae, 39 vrsta, potom Apidae, 23 vrste, Andrenidae 21 vrsta, Megachilidae 12 vrsta, Colletidae pet vrsta, a najmanje vrsta je zabeleženo iz familije Melittidae, tri vrste (Slika 49), dok je iz reda Diptera zabeleženo 11 vrsta (Tabela 4). Navedeni redosled zastupljenosti familija reda Hymenoptera je isti kao i u istraživanju Markov i sar. (2016). U istraživanjima Markov i sar. (2016), koje je sprovedeno na širem području Vojvodine, na šumskim i stepskim područjima, na ukupno deset lokaliteta, registrovano je 135 vrsta Hymenoptera (Apiformes) iz šest familija. U pomenutom radu, najzastupljenija familija je Halictidae 42 vrste, potom Apidae 32 vrste, Andrenidae 29 vrsta, Megachilidae 24 vrste, Colletidae sedam vrsta i samo jedan predstavnik familije Melittidae, a iz reda Diptera su registrovane 83 vrste (Markov i sar. 2016).

U radu Markov i sar. (2016) zabeleženo je sedam vrsta iz familije Colletidae, dve subfamilije: Colletinae i Hylaeinae. Iz subfamilije Colletinae registrovan je rod *Colletes* sa pet vrsta, dok je u ovom radu evidentirana još jedna vrsta roda *Colletes*: *C. similis*. Iz subfamilije Hylaeinae Markov i sar. (2016) beleže dve vrste roda *Hylaeus*. U ovom radu su zabeležene još dve vrste: *H. communis* i *H. cornutus*. U ovom radu je registrovano ukupno pet vrsta iz familije Colletinae, a dve se preklapaju sa zabeleženim vrstama u radu Markov i sar. (2016), *Colletes nasutus* i *Hylaeus brevicornis*.

Na istraživanom području zabeležena je 21 vrsta iz familije Andrenidae, među kojima osam vrsta koje nisu registrovane prilikom istraživanja šireg područja Vojvodine sprovedenog od strane Markov i sar. (2016), a detektovane su prilikom izrade ove

disertacije: *Andrena tibialis*, *A. thoracica*, *A. ungeri*, *A. limata*, *A. taraxaci*, *A. combaella*, *A. alfkenella* i *Camptopoeum frontale*. Ostalih 13 vrsta su zabeležene i u radu Markov i sar. (2016), u kojem je prikazano 29 vrsta familije Andrenidae.

Na stepskim fragmentima i u masovno cvetajućim kulturama u okviru agroekosistema Vojvodine registrovano je 39 vrsta familije Halictidae, dok je u širem području Vojvodine zabeleženo 42 vrste ove familije (Markov i sar. 2016). Međutim, u ovom radu su detektovana tri roda i 15 vrsta koje nisu zabeležene u istraživanjima Mudri-Stojnić i sar. (2012) i Markov i sar. (2016), a to su: iz subfamilije Halictinae, *Halictus semitectus*, *H. quadrifasciatus*, *H. langobardicus*, *Lasioglossum albipes*, *L. glabriusculum*, *L. lativentre*, *L. calceatum*, *L. crassepunctatum*, *L. xanthopus*, *Sphecodes alternatus*, *S. gibbus*; dva predstavnika subfamilije Rophitinae, *Rophites quinquespinosus* i *Rhopitoides canus*; iz subfamilije Nomiinae, *Nomia ruficornis*. Ostale 24 vrste familije Halictidae su registrovane i u radovima Markov i sar. (2016) i Mudri-Stojnić i sar. (2012).

Registrovano je 23 vrste familije Apidae, dok Markov i sar. (2016) beleže 32 predstavnika ove familije. Rod *Tetralonia*, šest vrsta: *T. scabiosa*, *T. lyncea*, *T. dentata*, *T. nana*, *T. alticineta*, *T. pollinosa* i *Amegilla quadrifasciata*, nisu zabeležene prilikom istraživanja šireg područja Vojvodine od strane Markov i sar. (2016), kao ni dve vrste bumbara: *B. humilis* i *B. lapidarius* i tribus Anthophorini, vrsta *A. quadrifasciata*, koja je zabeležena u ovom istraživanju. Slede još četiri vrste koje nisu zabeležene u ranijim radovima u agroekosistemima Vojvodine, a to su: *Eucera hispana*, *E. pollinosa*, *E. longicornis*, *E. spectabilis*.

U radu je registrovano 12 vrsta familije Megachilidae, što je 50% manje u odnosu na istraživanje Markov i sar. (2016), gde je zabeleženo 24 predstavnika. Međutim, u ovom radu je registrovan još tribus Lithurgini, dve vrste *Lithurgus cornutus* i *Heriades crenulatus*, koje nisu zabeležene u istraživanjima Markov i sar. (2016) i Mudri-Stojnić i sar. (2012), kao ni sledeće tri vrste: *Osmia spinulosa*, *Megachile melanopyga* i *Anthidium florentinum*.

U istraživanjima Markov i sar. (2016) zabeležen je samo jedan primerak familije Melittidae iz subfamilije Dasypodinae, dok je u ovom radu registrovano ukupno pet vrsta, pored navedene subfamilije još jedna subfamilija Melittidae, dve vrste *M. haemorrhoidalis* i *M. leporina*.

Sprovedenjem ovog istraživanja su pored navedenih familija još zabeležene subfamilija Melittinae iz familije Melittidae, tribusi Lithurgini iz familije Megachilidae, tribus Anthophorini iz familije Apidae, rodovi *Tetralonia* i *Amegilla* iz familije Apidae, rod *Rhopitoides* iz familije Halictidae i još 46 vrsta koje nisu registrovane u istraživanjima Markov i sar. (2016) i Mudri-Stojnić i sar. (2012).

5.2 Shannon-Wiener-ov indeks diverziteta

Na istraživanim područjima vrednosti Shannon-Wiener-ov indeksa diverziteta su u opsegu od 6,717 do 1,678, što je više jedinki i vrsta prisutno na lokalitetu ili je ravnomernija raspodela, veći je indeks diverziteta (Tabela 12). Najveći Shannon-Wiener-ov indeks diverziteta je zabeležen na lokalitetu Đurđevo (L8), a zatim sledi lokalitet Neradin (L16). Među lokalitetima sa najvišim indeksima diverziteta, dva su iz kategorije sa niskim udelom masovno-cvetajuće kulture (suncokret): Đurđevo (L8) i Bešenovo (L9), a druga dva lokaliteta: Neradin I (L16) i Stejanovci (L5) su iz kategorije sa visokim procentom suncokreta u okruženju. Lokalitet, Đurđevo (L8), koji ima najveći indeks diverziteta, sve tri sezone pripada kategoriji sa veoma niskim udelom suncokreta u okruženju. Lokalitet Bešenovo (L9) je treći po visini indeksa diverziteta, a takođe je kao i lokalitet Đurđevo (L8) u sve tri sezone bio u kategoriji lokaliteta sa niskim procentom suncokreta u okruženju. Lokalitet Stejanovci (L5) čiji je indeks diverziteta $H= 6,237$ je tokom sve tri sezone pripadao kategoriji sa visokim udelom suncokreta u okruženju. Lokalitet Neradin I (L16), čiji je indeks diverziteta $H= 6,702$, je samo tokom jedne sezone (2013.) bio u kategoriji sa visokim procentom suncokreta. Većina lokaliteta sa najnižim vrednostima Shannon-Wiener-ovog indeksa diverziteta, a koji su uzorkovani sve tri godine, su bili u kategoriji sa visokim udelom suncokreta u predelu. Lokalitet Vilovo (L2), čiji je najmanji indeks diverziteta $H= 4,743$ je sve tri sezone bio u kategoriji sa visokim udelom suncokreta u predelu. Na lokalitetu Đurđevo (L8) koji ima najviši indeks diverziteta dolazi do koncentracije polinatora jer je istraživani stepski fragment jedino polu-prirodno stanište u radiusu od jednog km. Danner i sar. (2016) navode da je u predelima sa niskim udelom polu-prirodnih staništa veća gustina polinatora na izolovanom stepskom fragmentu, što ukazuje na to da je izvor polena limitiran u jednostavnim predelima. Uzimajući u obzir samo lokalitete na kojim su uzorci sakupljani sve tri sezone, najmanji Shannon-Wiener-ov indeks diverziteta ima lokalitet Vilovo (L2). Najviše vrsta polinatora je zabeleženo na lokalitetu Stejanovci (L5), zatim na lokalitetu Neradin (L14), a

najmanje, takođe uzimajući u obzir samo lokalitete na kojim su uzorci sakupljani sve tri sezone, je na lokalitetu Vilovo (L2). Najviše jedinki polinatora je zabeleženo na lokalitetu Krušedol (L13), dok je najmanje jedinki zabeleženo na lokalitetu Vilovo (L2). Lokalitet Vilovo (L2) ima najmanji indeks diverziteta i najmanji broj jedinki oprašivača zajedno (Tabela 12).

5.3 Raspored i zastupljenost vrsta i jedinki polinatora na stepskim fragmentima

Dinamika populacija pčela je ključna za razumevanje distribucije vrsta i generalno predstavlja obrasce za diverzitet vrsta. Dinamika populacija uvek ima vremensku i prostornu dimenziju. Prostorna dinamika odvojenih populacija se razlikuje usled lokalne raznolikosti staništa. Na lokalitetima Neradin (L16) i Budisava (L6) je registrovano najviše vrsta bumbara, a najbrojniji su bili na lokalitetima Budisava (L6) i Bešenovo (L9) (Tabela P1). Prilikom uzorkovanja polinatora na pomenutim lokalitetima je dominirala biljka *Carduus acanthoides* L. na kojoj je zabeleženo najviše poseta vrsta i jedinki bumbara. Dominacija pomenute biljke na navedenim lokalitetima se menjala iz sezone u sezonu, a sa tim se menjala i dinamika pojavljivanja bumbara. U drugoj sezoni je na lokalitetu Budisava došlo do degradacije stepskog fragmenta i narušavanja cvetnih resursa pomenute vrste biljke, što je dovelo do smanjenja poseta jedinki i vrsta bumbara. Na lokalitetu Bešenovo, u trećoj sezoni usled antropogenih faktora dolazi do degradacije cvetnih resursa vrste *C. acanthoides*, što je uticalo na učestalost pojava bumbara. U trećoj sezoni, obrnuto od prethodne dve, na lokalitetu Neradin (L16) primećena je znatno veća gustina cvetova biljke *C. acanthoides* i veći diverzitet i intenzivnije posete bumbara. Po jedna vrsta bumbara je registrovana na četiri lokaliteta: Kovilj (L1), Vilovo (L2), Kovilj (L3), Šajkaš (L7) (Tabela P1; Slika P2). Najviše vrsta solitarnih pčela na stepskim fragmentima je registrovano na lokalitetima: Stejanovci (L5) i Neradin (L14). Najbrojnije su bile na lokalitetima Šuljam (L11) i Jazak (L4), a najmanje zastupljene na lokalitetima: Vilovo (L2) i Krušedol (L13) (Tabela P1). Na osnovu dobijenih rezultata može se pretpostaviti da su navedeni lokaliteti pogodna staništa za solitarne pčele. Najviše vrsta osolikih muva je registrovano na lokalitetu Kovilj (L3), na kojem se ujedno i beleži najviša cvetna pokrovnost celog stepskog fragmenta. Osolike muve su najbrojnije na lokalitetima: Čortanovci (L10) i Krušedol (L13) (Tabela P1). Ovaj rezultat je u skladu sa visokim vrednostima cvetne pokrovnosti celog stepskog fragmenta za lokalitet L13 i visoke cvetne pokrovnosti transekta na lokalitetu L10. Čortanovci i Krušedol su na obroncima Fruške gore, očuvanog

kompleksa šumskih i travnih staništa, tako da je očekivano da ih tu ima najviše. Šumska staništa i živice se smatraju najpogodnijim tipom staništa za osolike muve, jer pružaju mesta za prezimljavanje i larvama obezbeđuju mikrostaništa (Speight i sar. 2006). Obradivo zemljište može pozitivno uticati na vrste osolikih muva, čije se larve hrane biljnim vašima sa useva poljoprivrednih kultura. Medonosna pčela, je najbrojnija na lokalitetu Šuljam (L11), dok je najmanje jedinki zabeleženo na lokalitetu Kovilj (L3) (Tabela P1).

Na osnovu veličine, položaja “box plotova” i položaja medijane u njemu se vidi da se razlikuje zastupljenost jedinki osolikih muva, bumbara, solitarnih i medonosnih pčela na stepskim fragmentima (Slika 52). U skladu sa pretpostavkom da postoje inter i intra specijska kompeticija za resursima hrane i mestima za pravljenje gneza, koji su direktno povezani sa veličinom populacija, postoje lokaliteti koji imaju jednu grupu polinatora mnogo brojniju od ostale tri. Na lokalitetima Kovilj (L1; L3), Krušedol (L13) i Čortanovci (L10) dominiraju jedinke osolikih muva u odnosu na jedinke bumbara, medonosne i solitarnih pčela (Slika 53), na lokalitetu Budisava (L6) dominiraju jedinke bumbara (Slika 53). Na lokalitetima: Đurđevo (L8) je zabeležena dominacija solitarnih pčela i osolikih muva, a na lokalitetu Šuljam (L11) su bile dominantnije jedinke solitarnih i medonosnih pčela (Slika 53) u odnosu na bumbare i osolike muve. Zbog različite biologije i ekologije vrsta, svaki lokalitet je specifičan, a njegova osobenost se ogleda kroz prisutnost vrsta i njihove brojnosti, sastava cvetnih zajednica, količine cvetnih resursa, oblika i veličine stepskog fragmenta. Može se zaključiti da su neki lokaliteti pogodniji za određenu grupu polinatora. Različiti zahtevi za staništa rezultiraju izmenjenom proporcijom solitarnih pčela, osolikih muva, bumbara i medonosne pčele na stepskim fragmentima i u suncokretu (Holzschuh i sar. 2011). Na lokalitetima Vilovo (L2), Kovilj (L3), Šajkaš (L7), Čortanovci (L10), Šuljam (L11) i Krušedol (L13) je zabeleženo značajno manje jedinki bumbara (Slika 53), u odnosu na jedinke osolikih muva, solitarnih i medonosnih pčela. Na osnovu dobijenih rezultata može se pretpostaviti da su pomeniti stepski fragmenti manje povoljni za populacije bumbara u odnosu na osolike muve, solitarne i medonosne pčele, koje su više zastupljene na pomenutim lokalitetima.

Na lokalitetima Kovilj (L3) i Đurđevo (L8) (Slika 53; Tabela P1) je registrovana veća zastupljenost jedinki osolikih muva i divljih pčela u odnosu na medonosnu pčelu i bumbare, dok je na lokalitetu Krušedol (L13) registrovano više osolikih muva i medonosne

pčele (Tabela 10) na lokalitetu Stejanovci (L5) je veća zastupljenost jedinki divljih i medonosnih pčela (Slika 53) u odnosu na jedinke osolikih muve i bumbara.

5.4 Vremenska (sezonska) distribucija i dinamika polinatora na stepskim fragmentima

Na stepskim fragmentima u okviru agroekosistema Vojvodine, od četiri istraživane grupe polinatora (osolike muve, bumbari, solitarne i medonosne pčele), u svakoj sezoni zabeležen je najveći broj vrsta divljih pčela, zatim slede vrste osolikih muva, bumbara i jedna vrsta medonosne pčele (Tabela 7; Slika P1). Raspored gustine populacija polinatora se razlikuje po godinama i lokalitetima. Generalno, najzastupljenije su osolike muve, potom medonosne pčele, pa divlje pčele, a najmanje je zabeleženo jedinki bumbara. Najveći diverzitet divljih pčela je registrovan u drugoj sezoni (2012), a najmanji u trećoj (2013). Broj vrsta bumbara je isti u prvoj i trećoj sezoni, a najveći diverzitet osolikih muva je registrovan u prvoj sezoni (Tabela 7). U prvoj sezoni je registrovano najviše jedinki divljih pčela, a u trećoj sezoni beleži se pad broja jedinki ove grupe oprašivača (Slika 54). Najviše jedinki bumbara je zabeleženo u prvoj sezoni, a svake naredne beleži se pad za polovinu od prethodne sezone (Slika 56). Broj jedinki osolikih muva najmanje varira po sezonama (Slika 57). U trećoj sezoni beleži se najveći broj jedinki medonosne pčele (Slika 55). Zastupljenost broja jedinki između sve četiri grupe polinatora se razlikuje po sezonama. Rezultati istraživanja pokazuju da su u prvoj sezoni približno jednako zastupljene jedinke divljih pčela i osolikih muva, a manje je evidentirano jedinki bumbra i medonosne pčele. Rezultati u drugoj sezoni ukazuju na identičan broj divljih pčela i osolikih muva (Tabela 7), ove dve grupe polinatora su bile najzastupljenije u pomenutoj sezoni, zatim slede jedinke medonosne pčele i jedinke bumbara. Kao i u dosadašnjim istraživanjima koja ukazuju na pad brojnosti polinatora (Biesmeijer i sar. 2006; Potts i sar. 2004) u ovom radu primećen je trend opadanja brojnosti bumbara i solitarnih pčela, iako za relativno kraći period. Dok je u prve dve sezone odnos divljih pčela i osolikih muva bio isti ili sličan, rezultati dobijeni u trećoj sezoni pokazuju da dolazi do opadanja brojnosti divljih pčela i bumbara za trećinu u odnosu na prethodne dve sezone. Jedino je za osolike muve, skoro identičan udeo broja jedinki tokom sve tri sezone (Slika P1). Najviše jedinki medonosnih pčela je zabeleženo u trećoj sezoni. Druga sezona je bila praćena nadprosečno visokim temperaturama, a intenzivno košenje biljaka u cvetu na stepskim fragmentima je dovelo do smanjenja cvetnih resursa u predelu. Ispaša ili košenje stepskih fragmenta

dovodi do smanjenja raznovrsnosti i gustine cvetnih resursa (Vulliamy 2003; Mayer i sar. 2006; Petanidou i sar. 2013). Smanjena količina cvetnih resursa u predelu je verovatni uzrok smanjenja brojnosti jedinki bumbara i solitarnih pčela u trećoj sezoni. Navedeno se može dovesti u vezu sa njihovom zavisnošću od kontinuiranog izvora hrane (Westphal i sar. 2009; Williams i sar. 2012; Rundlöf i sar. 2014; Riedinger i sar. 2015) i mesta za gnežđenje, koji je uglavnom obezbeđen od strane višegodišnjih biljaka u polu-prirodnim staništima (Fussell i Corbet 1991; Corbet 1995; Svensson i sar. 2000; Kells i Goulson 2003; Bennett 2014). Bumbari mogu naći hranu u masovno cvetajućim kulturama, ali samo u kratkom vremenskom roku, dok traje cvetanje određene kulture (Riedinger i sar. 2014). Veoma je važno da divlje pčele imaju stalan izvor hrane, kontinuirano tokom njihovog celog životnog ciklusa. Za insekte oprašivače koji grade gnezda, kao što su divlje pčele i bumbari, neophodno je da cvetni resursi budu u njihovom dometu leta iz gnezda. Postepeni pad gustine populacija solitarnih pčela je zabeležen na šest lokaliteta (L1-L4, L7 i L14) što ukazuje na pretpostavku da postoje ugrožavajući faktori koji dovode do smanjivanja broja jedinki solitarnih pčela. Na dva lokaliteta je zabeležen skoro identičan broj jedinki solitarnih pčela (L5 i L16) što ukazuje da je populacija u sve tri sezone stabilna. Na četiri lokaliteta je registrovan porast brojnosti divljih pčela, ali samo u drugoj sezoni, da bi u trećoj sezoni broj jedinki ove grupe oprašivača bio manji nego u prvoj sezoni. Usled negativnog antropogenog uticaja, košenjem cvetnih resursa u drugoj sezoni, smanjena je dostupnost hrane, a samim tim i broj jedinki u narednoj sezoni. Zabeležen je pad broja jedinki bumbara na šest lokaliteta na kojima je vršeno košenje, ali je takođe registrovan i porast broja jedinki bumbara na tri lokaliteta. Na lokalitetu (L1) u trećoj sezoni je registrovan pad za polovinu broja jedinki osolikih muva, kada je bilo intenzivnije košenje stepskog fragmenta. Takođe je zabeležen i porast ove grupe polinatora, na šest lokaliteta, međutim posebnu pažnju privlače dva lokaliteta (L12 i L11) na kojima se beleži porast jedinki osolikih muva za pet puta usled povećanja zastupljenosti vrsta biljaka *Galium verum* (L12) i *Achillea millefolium* (L11) na kojima je tokom uzorkovanja i detektovano najviše jedinki osolikih muva. Na dva lokaliteta (L9 i L13) se u drugoj sezoni registruje istovremeni porast populacija solitarnih pčela i osolikih muva. Porast gustine populacija medonosne pčele je zabeležen na onim lokalitetima na kojima je registrovan pad populacija bumbara (L4, L5, L7, L9-13) (Tabela 10).

Sa promenom udela suncokreta u predelu koji okružuje stepski fragment, menja se i brojnost jedinki bumbara. Od šest lokaliteta na kojima je zabeležen pad jedinki bumbara,

tri lokaliteta su u drugoj ili poslednjoj sezoni bila u kategoriji sa visokim udelom suncokreta u predelu. Veći udeo suncokreta u predelu prati smanjenje gustine populacija bumbara na stepskim fragmentima. Dva lokaliteta (L2 i L5) su sve tri sezone bila u kategoriji sa niskim udelom suncokreta u predelu, na njima je zabeleženo manje jedinki bumbara. Na lokalitetu Neradin (L16), koji je u prvoj sezoni bio u kategoriji sa visokim udelom suncokreta, u toj sezoni se beleži najmanje jedinki bumbara. Na pomenutom lokalitetu se brojnost bumbara povećava u svakoj narednoj sezoni, a praćena je smanjenjem udela suncokreta u predelu. Na lokalitetu Jazak (L4) je u drugoj sezoni bilo najviše jedinki bumbara, kada je lokalitet bio u kategoriji sa niskim udelom suncokreta, a u ostale dve sezone je registrovano manje jedinki bumbara kada je udeo suncokreta u predelu bio visok. Lokalitet Neradin (L14) je izuzetak, jer iako se beleži povećanje broja jedinki bumbara, nije u skladu sa uticajem promene udela suncokreta u predelu. Ove promene ukazuju na značaj masovno cvetajuće kulture (suncokreta) kao atraktivnog resursa hrane koji eksploatišu oprašivači koji nisu naročito ograničeni na polu-prirodno stanište, koji su nisko mobilni i imaju niske zahteve za gnežđenje (Holzschuh i sar. 2011; Riedinger i sar. 2014). Nasuprot solitarnih pčela, bumbari i medonosne pčele ne zavise snažno od polu-prirodnih staništa, jer ove grupe polinatora nisu ograničene, vezane za gnezdo (Westrich 1996).

5.5 Prostorna distribucija polinatora na stepskim fragmentima u okviru agroekosistema

Kao i u radu Mudri-Stojnić i sar. (2012), polovina zabeleženih vrsta Hymenoptera i Diptera je registrovano na po jednom lokalitetu. Pored tri vrste: *L. pauxillum*, *S. scripta* i *A. mellifera*, koje su u radu Mudri-Stojnić i sar. (2012) registrovane na svim lokalitetima, još tri vrste *H. eurygnatus-simplex*, *E. tenax* i *E. arbustorum* su nađene na svih 16 lokaliteta. Pored vrsta *B. terrestris* i *S. pipens*, koje su zabeležene skoro na svim lokalitetima, u radu Mudri-Stojnić i sar. (2012) i vrsta *A. flavipes* je nađena skoro na svim lokalitetima. Vrste (24) koje su nađene samo sa po jednom jedinkom na jednom lokalitetu su: *Andrena tibialis*, *A. thoracica*, *A. fulvago*, *A. ungeri*, *A. nasuta*, *A. alfkenella*, *Panurgus calcaratus*, *Lasioglossum lativentre*, *Sphecodes alternatus*, *Rophites quinquespinosus*, *Nomia ruficornis*, *Halictus semitectus*, *Colletes similis*, *C. nasutus*, *Hylaeus cornutus*, *Osmia spinulosa*, *O. bidentata*, *Anthidium florentinum*, *Megachile melanopyga*, *Eucera seminuda*, *Tetralonia alticineta*, *T. pollinosa*, *Syrretta flaviventris* i *Eristalinus sepulchralis*. Vrste (25),

koje su nađene samo na po jednom lokalitetu, ali sa više jedinki, su: *Andrena labialis*, *A. ovatula*, *A. minutuloides*, *A. aeneiventris*, *A. combaella*, *Lasioglossum puncticolle*, *L. villosulum*, *L. crassepunctatum*, *L. laticeps*, *Sphecodes monilicornis*, *S. gibbus*, *Systropha planidens*, *Nomia unidentata*, *Halictus sexcintus*, *H. fulvipes*, *Melitta haemorrhoidalis*, *Hylaeus communis*, *H. brevicornis*, *Heriades crenulatus*, *Osmia aurulenta*, *Megachile albisepta*, *Eucera longicornis*, *E. spectabilis* i *Bombus agrillaceus*. Najviše jedinki solitarnih pčela imaju dve vrste: *L. pauxillum* i *A. flavipes*. Najbrojniji bumbar je *B. terrestris*, a od osolikih muva: *E. tenax* i *S. scripta*.

Predstavnici familije Andrenidae su distribuirani na svim lokalitetima, a najveći diverzitet je registrovan na lokalitetima Đurđevo (L8) i Krušedol (L13). Najbrojnija vrsta ove familije je *Andrena flavipes*, rasprostranjena na skoro svim lokalitetima (Tabela 13), a najbrojnija je na lokalitetima Šuljam (L11) i Kovilj (L1). U istraživanju Mudri-Stojnić i sar. (2012) vrste *A. hattorfina*, *A. polita*, *A. nitidiuskula*, *Camptopoeum frontale* su bile distribuirane samo na po jednom lokalitetu, dok su u ovom radu registrovane i na drugim lokalitetima. Familija Halictidae je registrovana na svim lokalitetima, a najveći diverzitet familije Halictidae je zabeležen na tri lokaliteta: Jazak (L4) i Stejanovci (L5), i lokalitetu Bešenovo (L9) (Tabela 14). Od svih vrsta solitarnih pčela, najučestalija i nabrojnija vrsta je *L. pauxillum*, zabeležena na svim lokalitetima, a najbrojnija je na lokalitetu Jazak (L4). U radu Mudri-Stojnić i sar. (2012) vrste *H. kessleri*, *H. pollinosus* i *Rhopitoides canus* su bile distribuirane samo na po jednom lokalitetu dok su daljim monitoringom u okviru ovog istraživanja iste vrste su registrovane i na drugim lokalitetima. Predstavnici familije Megachilidae su rasprostranjeni skoro na svim lokalitetima, a najveći diverzitet familije Megachilidae je registrovan na lokalitetima Stejanovci (L5) i Čortanovci (L10) (Tabela 15). U radu Mudri-Stojnić i sar. (2012) vrste *Lithurgus cornutus* i *Anthidium manicatum* registrovane samo na po jednom lokalitetu dok su u ovom radu zabeležene na više lokaliteta. Predstavnici familije Colletidae (Tabela 16) kao i familije Mellitidae (Tabela 17) su najmanje zastupljeni, a distribuirani su na po pet lokaliteta. Svaka vrsta je zabeležena na različitom lokalitetu. Jedino je na lokalitetu Čortanovci (L10) zabeleženo dve vrste iz familije Mellitidae. Predstavnici familije Apidae (Tabela 18) su distribuirani na svim lokalitetima, a najveći diverzitet navedene familije je zabeležen na lokalitetima: Stejanovci (L5), Neradin (L16) i Bešenovo (L9). Dok su okviru istraživanja Mudri-Stojnić i sar. (2012) vrste *T. scabiosa*, *T. nana*, *A. quadrifasciata* i *B. humilis* zabeležene samo na jednom lokalitetu, u okviru ovog istraživanja iste vrste su evidentirane na više lokaliteta.

Osolike muve su zabeležene na svim lokalitetima (Tabela 19), a najveći diverzitet je zabeležen na lokalitetima Kovilj (L3 i L1), Šajkaš (L7) i Jazak (L4). Tri vrste: *E. tenax*, *S. scripta* i *E. arbustorum* su konstatovane na svim lokalitetima. Na lokalitetu Kovilj (L1) je registrovana jedna jedinka mediteranske vrste *S. flaviventris*, koja je veoma retka u Vojvodini (Vujić, pers. komunikacija). Vrsta *E. balteatus* je u okviru istraživanja Mudri-Stojnić i sar. (2012) registrovana samo na jednom lokalitetu, dok je u ovom radu pomenuta vrsta zabeležena na tri lokaliteta.

Na svim lokalitetima su beleženi predstavnici reda Diptera (Syrphidae), dok su od ukupno šest familija reda Hymenoptera registrovanih na stepskim fragmentima u okviru agroekosistema Vojvodine, tri familije: Andrenidae, Apidae i Halictidae distribuirane na svim lokalitetima. Familija Megachilidae je rasprostranjena skoro na svim lokalitetima, dok su familije Colletidae i Melittidae konstatovane samo na po pet lokaliteta.

Najbrojnije vrste reda Hymenoptera su: *A. mellifera*, *B. terrestris*, *L. pauxillum*, *A. flavipes* i *H. simplex*, a iz reda Diptera su: *E. tenax* i *S. scripta*.

Najbrojnija vrsta solitarnih pčela je *Lasioglossum pauxillum*, sa 565 jedinki, distribuirana na svih 16 lokaliteta. Zatim sledi *Andrena flavipes*, sa 241 jedinki, registrovana na 14 lokaliteta i *Halictus simplex*, sa 100 jedinki distribuiranih na svih 16 lokaliteta. Ukupno 47 vrsta solitarnih pčela je registrovano samo na po jednom lokalitetu (ukupno na 14 lokaliteta), 10 vrsta na po dva lokaliteta, a osam vrsta na po tri lokaliteta.

5.6 Fauna insekata oprašivača u suncokretu

U dosadašnjim studijama, na suncokretu su registrovani polinatori iz redova: Hymenoptera, Diptera, Lepidoptera i Coleoptera (Arya i sar. 1994; Kasina i sar. 2007; Nderitu i sar. 2008; Ion i sar. 2009; Jadhav i sar. 2011; Holzschuh i sar. 2011; Pisanty i sar. 2014). U skladu sa dosadašnjim istraživanjima diverziteta i gustine populacija insekata oprašivača (Satyanarayana i Seetharam 1982; Arya i sar. 1994; Kasina i sar. 2007; Nderitu i sar. 2008; Ion i sar. 2009; Jadhav i sar. 2011; Pisanty i sar. 2014), u radu je kao najbrojni polinator u suncokretu zabeležena *A. mellifera*. Kao i u istraživanjima Nderitu i sar. (2008), pored medonosne pčele, u okviru ovog istraživanja registrovane su i druge vrste reda Hymenoptera: iz subfamilije Xylocopinae rod *Ceratina*, zatim subfamilija Megachilinae i insekti reda Diptera (Syrphidae). U radu su registrovane su još vrste iz

familije Halictidae kao i u istraživanjima Ali i sar. (2015), Pisanty i sar. (2014) i Mudri-Stojnić i sar. (2012), takođe su zabeleženi predstavnici familije Andrenidae, dve vrste (Tabela 20).

Ukupno na svim kulturama suncokreta, diverzitet polinatora iz redova Hymenoptera i Diptera je sličan kao i u ranijim istraživanjima. U radu je registrovano 17 vrsta Hymenoptera (Apiformes, četiri familije: Andrenidae, Halictidae, Megachilidae i Apidae) i sedam vrsta familije Syrphidae (Diptera) (dve podfamilije: Eristalinae i Syrphinae) (Tabela 20). U dosadašnjem popisu diverziteta Hymenoptera i Diptera na suncokretu je dobijen različit broj vrsta: sedam vrsta Hymenoptera (Apiformes) i jedna vrsta Diptera (fam. Syrphidae) je zabeleženo u Indiji (Arya i sar. 1994; Jadhav i sar. 2011), 5 vrsta Hymenoptera (Apiformes) i jedna vrsta Diptera (Syrphidae) u Keniji (Nderitu i sar. 2008). U Pakistanu je registrovano osam vrsta Hymenoptera (Apiformes) i jedna vrsta Diptera (fam. Syrphidae) (Ali i sar. 2015), a u Srbiji je na kulturama suncokreta zabeleženo pet vrsta Hymenoptera (Apiformes) i tri vrste Diptera (Syrphidae) (Mudri-Stojnić i sar. 2012). Zanimljivo je da u navedenim istraživanjima u Indiji i Pakistanu nisu registrovane jedinke bumbara u suncokretu.

Kao i u većini studija, i u ovom radu je na suncokretu zabeležen najveći udeo *A. mellifera* – 92%, u odnosu na druge grupe insekata oprašivača (Slika 60). U Keniji je zabeležen udeo od 76% medonosne pčele (Nderitu i sar. 2008), u Pakistanu 91% (Ali i sar. 2015), u Izraelu 92,8% (Pisanty i sar. 2014), u Indiji 88,85% (Jadhav i sar. 2011.). Moreti i sar. (1996) navode da od svih insekata polinatora koji oprašuju suncokret, najveći udeo od 80% čini *A. mellifera*. Udeo Diptera na kulturama suncokreta (3%) je identičan kao i u istraživanju Ali i sar. (2015).

Distribucija i dinamika insekata oprašivača u centru njive suncokreta i na rubu varira (Tabela 22 i Slika 61). Broj jedinki medonosne pčele je na svim lokalitetima u svakoj sezoni veći u centru nego na rubu suncokreta, dok je u slučaju bumbara, solitarnih pčela i osolikih muva obrnuto. Veće razlike u broju jedinki na rubu i u centru su registrovane za bumbare i divlje pčele koje su znatno brojnije na rubu masovno cvetajuće kulture nego u centru. Jedinke bumbara se koncentrišu na rub bez obzira na bogatstvo biljnih vrsta sa obližnjeg stepskog fragmenta (Holzschuh i sar. 2016). Osolike muve su takođe brojnije na rubu, ali nije toliko drastična razlika kao u dve navedene grupe polinatora.

Dosadašnja istraživanja su pokazala da je *A. mellifera* efikasnija u oprašivanju suncokreta kada su u njihovoj blizini divlje pčele (Greenleaf i Kremen 2006; Brittain i sar. 2013). Takođe, postoje studije koje potvrđuju da divlje pčele, iako su manje efikasni oprašivači suncokreta (Radford i sar. 1979), njihov značaj kroz indirektan uticaj je u poboljšanju efikasnosti oprašivanja suncokreta od strane *A. mellifera* (Nderitu i sar. 2008; Pisanty i sar. 2014). Interakcijom ponašanja divljih pčela i medonosne pčela se povećava oprašivačka usluga medonosne pčele (Greenleaf i Kremen 2006; Brittain i sar. 2013). Medonosne pčele na suncokretu imaju više polena na telu u njivama na kojim je zabeleženo više divljih pčela (DeGrandi-Hoffman i Watkins 1999), što sugerise da prisustvo divljih pčela može povećati prinos suncokreta (Greenleaf i Kremen 2006). Blizina prirodnih staništa sa kulturom suncokreta je u korelaciji sa efektom usluge oprašivanja koju direktno i indirektno pružaju divlje pčele. Dosadašnja istraživanja su pokazala da se očuvanjem divljih staništa u predelu može povećati proizvodnja suncokreta (Greenleaf i Kremen 2006). Prethodne studije su pokazale da okruženje i različiti tipovi staništa u predelu utiču na sastav zajednica divljih pčela koje oprašuju poljoprivredne kulture (Kevan i sar. 1997; Kremen i sar. 2002, 2004; Klein i sar. 2003a,b; Ricketts 2004; Morandian i Winston 2005; Greenleaf i Kremen 2006). Gustina populacija kao i diverzitet divljih pčela su povezani sa porastom oprašivanja poljoprivrednih kultura (Kremen i sar. 2002, 2004; Brittain i sar. 2013), i u nekim slučajevima diverzitet divljih pčela više utiče na proizvodnju poljoprivrednih kultura nego brojnost divljih pčela (Kremen i sar. 2004). Raznovrsnost divljih pčela može biti važna zbog manjka gustinske kompenzacije (Larsen i sar. 2005), zbog komplementarnosti pri kojoj razlike u ponašanju uzrokuju da svaka vrsta opraši različit deo cveta (Chagnon i sar. 1993), i zato što najvažniji oprašivači mogu biti najosetljiviji na lokalna izumiranja (Larsen i sar. 2005).

Divlje pčele su direktni oprašivači određenih poljoprivrednih kultura, a njihova usluga oprašivanja je u direktnoj vezi sa faktorima životne sredine (Kevan i sar. 1997; Kremen i sar. 2002, 2004; Klein i sar. 2003a,b; Ricketts 2004; Morandian i Winston 2005; Shuler i sar. 2005; Greenleaf i Kremen 2006). Divlje pčele koje posećuju suncokret su one čija gnezda su u kulturi suncokreta ili blizu njega (Greenleaf i Kremen 2006). Diverzitet i gustina divljih pčela je čvrsto povezana sa dostupnošću cvetnih resursa koji su u hranidbenom opsegu (Gathmann i sar. 1994; Potts i sar. 2004). Zbog toga su veći prostorni kontinuitet suncokreta i prirodnih cvetnih resursa tokom godine, pogotovo u delu sezone kada masovno cvetajuće kulture ne cvetaju (Kremen i sar. 2002), značajna kategorija

stanišnih prohteva (Westrich 1996), a samim tim i sastava zajednice kod pčela (Potts i sar. 2004).

5.7 Korelacije sastava i brojnosti insekata oprašivača u suncokretu i u stepskim fragmentima sa udelom suncokreta i polu-prirodnih staništa u predelu

Uticaj udela suncokreta u predelu na sastav i brojnost insekata oprašivača u kulturi suncokreta je negativan za jedinke bumbara, što se vidi iz rezultata dobijenih linearnom regresijom (Slika 62). Rezultat ukazuje na to da se sa povećavanjem udela suncokreta kao masovno cvetajuće kulture u predelu smanjuje brojnost jedinki bumbara u suncokretu kao i u istraživanju Riedinger i sar. (2014) i Holzschuh i sar. (2016) takođe dobijaju rezultate smanjivanja brojnosti bumbara ali i medonosnih pčela, osolikih muva i solitarnih pčela u masovno cvetajućim kulturama sa porastom istih u predelu. Ranije studije (Westphal i sar. 2003; Jauker i sar. 2012; Holzschuh i sar. 2013; Rundlöf i sar. 2014; Riedinger i sar. 2015), pokazuju da masovno cvetajuće kulture pozitivno utiču na satav i brojnost polinatora u predelu, međutim istraživanje na nivou Evrope od strane Holzschuh i sar. (2016). predstavljaju prvi dokaz koji ukazuje da se sa povećanjem masovno cvetajućih kultura u predelu smanjuje brojnost osolikih muva, bumbara, solitarnih i medonosne pčele. Korelacija uticaja udela polu-prirodnih staništa u predelu na polinatore u suncokretu je pozitivna. Ovaj rezultat ukazuje na činjenicu da povećanje udela polu-prirodnih staništa u predelu utiče na rast broja jedinki bumbara u suncokretu (Slika 62).

Kao i u slučaju jedinki bumbara u suncokretu, dobijen je isti rezultat negativne povezanosti broja jedinki bumbara u stepskim fragmentima i udela suncokreta u predelu. U polu-prirodnim staništima, gustina populacija bumbara je u opadanju sa porastom udela suncokreta u predelu, dok se gustina populacija medonosne pčele povećava sa povećanjem udela suncokreta u predelu. U radu Holzschuh i sar. (2016), gde je obrađen i deo rezultata iz ovog istraživanja, takođe je dobijen rezultat opadanja gustine populacija bumbara sa povećanjem masovno cvetajućih kultura, a procenjen prosečan pad u istraživanih šest regiona Evrope je 21+-2%. Povećanje gustine populacija jedinki medonosne pčele u predelima u kojima se povećava udeo suncokreta, može povećati konkurenciju sa divljim pčelama oko resursa hrane (Hudewenz i Klein 2013). Kao i u i istraživanjima Danner i sar. (2016) i Holzschuh i sar. (2016) gustina populacija medonosne pčele se povećala sa porastom udela suncokreta, dok ostale tri grupe polinatora nisu povećale populaciju sa

porastom cvetnih resursa u predelu. Udeo masovno cvetajućih kultura u predelu nije uticao na osolike muve i divlje pčele u stepskim fragmentima. Meyer i sar. (2009) iznose pretpostavku da masovno cvetajuće kulture ne utiču na divlje pčele i osolike muve, jer navedene grupe polinatora nisu privučene masovno cvetajućom kulturom i veoma je teško otkriti potencijalni efekat tog tipa staništa na ove dve grupe polinatora. Za razliku od pčela, osolike muve ne zavise od dostupnosti mesta za gnežđenje u polu-prirodnim staništima, jer njihove larve zahtevaju druge resurse za hranu. Larve osolikih muva se hrane biljnim ili životinjskim materijalom, a mogu biti i predatori biljnih vaši (Gilbert 1993), zoofagi, fitifagi i saprofagi. Ishrana larvi osolikih muva se veoma razlikuje u zavisnosti od specifičnih mikro i makro staništa koja mogu nedostajati u jednoličnim poljoprivrednim predelima (Meyer i sar. 2009). Samo adulti osolikih muva se hrane na masovno cvetajućim kulturama i vrše uslugu polinacije, pa stoga osolike muve mogu samo pozitivno reagovati na porast masovno cvetajućih kultura, ukoliko dostupnost hrane koju konzumiraju larve nije ograničen.

Dok u istraživanju Holzschuh i sar. (2016) nije dobijena veza nijedne od četiri grupe polinatora sa udelom polu-prirodnih staništa u predelu, u ovom istraživanju je dobijena visoka pozitivna povezanost između broja jedinki *A. mellifera* i udela polu-prirodnih staništa, ali samo u prvoj sezoni (Tabela 28). Za treću sezonu dobija se marginalno statistički značajna visoka pozitivna korelacija između broja vrsta bumbara i procenta polu-prirodnih staništa u predelu, kao i marginalno značajna umerena pozitivna veza broja jedinki bumbara i udela polu-prirodnih staništa, potencijalnih mesta za osnivanje kolonija. Ranija istraživanja su pokazala da struktura predela ima visok uticaj na bogatstvo vrsta solitarnih pčela i na gustinu medonosnih pčela u različitim stepskim fragmentima (Steffan-Dewenter i Kuhn 2003). Postoje studije koje pokazuju da dostupnost visoko kvalitetnih polu-prirodnih staništa koja obezbeđuju mesto za pravljenje gnezda i cvetne resurse tokom sezone, strogo ograničava gustinu divljih pčela (Garibaldi i sar. 2011; Kennedy i sar. 2013). Mobilni organizmi koji se nalaze u poljoprivrednim predelima imaju koristi od obližnjih prirodnih i polu-prirodnih staništa, jer su to mesta na kojima se prave gnezda (Potts i sar 2005; Steffan-Dewenter i Schiele 2008; Jauker i sar. 2009; Holzschuh i sar. 2010; Garibaldi i sar. 2011; Kennedy i sar. 2013). U nekim studijama Holzschuh i sar. (2007); Rundlöf i sar. (2008) postoje dokazi da na sastav i brojnost pčela na stepskim fragmentima utiču kako lokalni faktori staništa tako i udeo polu-prirodnih staništa u okruženju.

5.8 Razlike u sastavu i brojnosti polinatora na stepskim fragmentima sa visokim i sa niskim udelom suncokreta u predelu

Sastav i brojnost polinatora na stepskim fragmentima se razlikuje u odnosu na udeo suncokreta u predelu koji okružuje stepski fragment, (Tabela 24). Man-Vitnjev U-test je pokazao da se na stepskim fragmentima koji u svom okruženju imaju visok udeo suncokreta, beleži veći broj jedinki medonosne pčele (Tabela 24) kao i u radu Holzschuh i sar. (2016); Danner i sar. 2016. Gonzáles-Varo i Vilá (2017) navode da je 3,7 puta veći broj jedinki medonosne pčele na stepskim fragmentima koji u svom okruženju imaju visok udeo masovno cvetajuće kulture u predelu. Ovaj rezultat povećanja *A. mellifera* na polu-prirodnim staništima može biti rezultat preraspodele pčela iz masovno cvetajuće kulture, gde je gušća raspodela cvetova u odnosu na polu-prirodno stanište, gde je veći diverzitet biljaka (Hanley i sar. 2011; Tscharrntke i sar. 2012; Haenke i sar. 2014). Na stepskim fragmentima koji imaju manji udeo suncokreta u predelu zabeležen je veći broj jedinki i vrsta bumbara, a manji broj jedinki divljih pčela i medonosne pčele (Tabela 24). Više vrsta bumbara i divljih pčela je zabeleženo na lokalitetima sa niskim udelom suncokreta u predelu, a vrste osolikih muva su brojnije na stepskim fragmentima koji imaju visok udeo suncokreta (Slika P4). U predelima sa niskim udelom suncokreta manje je vrsta i jedinki bumbara, samo za ovu grupu polinatora se poklapaju i vrste i jedinke. Rezultat manjeg broja jedinki bumbara u stepskim fragmentima sa visokim udelom masovno cvetajućih kultura se podudara sa rezultatima Holzschuh i sar. (2011), gde je navedeno da dolazi efekta "razblaživanja" polinatora u predelima koji su bogatiji cvetnim resursima.

Rezultati dobijeni Man-Vitnjevom U-testom su pokazali da postoje statistički značajne razlike u sastavu i brojnosti insekata oprašivača na stepskim fragmentima, u odnosu na udeo suncokreta u predelu (Tabela 24). Dobijeni rezultati ukazuju na činjenicu da stepski fragmenti sa manjim udelom suncokreta imaju veći broj vrsta i jedinki bumbara. Dok je za lokalitete sa visokim udelom suncokreta u predelu dobijen rezultat većeg broja jedinki medonosne pčele i beleži se veći broj jedinki za sve četiri grupe polinatora. Ovaj rezultat je u skladu sa činjenicom da su jedinke medonosne pčele brojnije na suncokretu i da dolazi do preliivanja ove grupe polinatora na obližnje polu-prirodno stanište za vreme cvetanja suncokreta.

Rezultati dobijeni Pirsonovim koeficijentom korelacije sastava i brojnosti polinatora na stepskom fragmentu i perioda cvetanja suncokreta ukazuju da se distribucija i

dinamika polinatora menja u odnosu na period cvetanja suncokreta (Tabela 23) kroz sezone. U prvoj i trećoj sezoni za vreme cvetanja suncokreta (1 i 2 rundi), beleži se veći broj jedinki medonosne pčele na stepskim fragmentima. Nakon cvetanja suncokreta (3 i 4 runda), na stepskim fragmentima ima više jedinki i vrsta bumbara. U drugoj sezoni dobijen rezultat koji ukazuje na to da je nakon cvetanja suncokreta veći diverzitet divljih pčela i druge tri grupe polinatora.

5.9 Prelivanje polinatora sa masovno cvetajuće kulture na polu-prirodno stanište

Prelivanje polinatora sa prirodnih, polu-prirodnih staništa na poljoprivredne kulture i uopšte u agroekosistem su dokumentovali brojni autori (Aizen i Feinsinger 1994; Liow i sar. 2001; Klein i sar. 2007; Ricketts i sar. 2008; Garibaldi i sar. 2011; Holzschuh i sar. 2011; Blitzer i sar 2012; Riedinger i sar. 2015; Denner i sar 2016; González-Varo i Vilá 2017) pretpostavlja se da zbog narušenosti sastava biljnih zajednica na stepskim fragmentima polinatori odlaze u poljoprivredne kulture, ali obzirom na kratak period cvetanja i pravljenja gnezda, vraćaju se u polu-prirodna staništa.

Vilkoksonovim testom sume rangova testiran je lokalni uticaj blizine suncokreta na sastav i brojnost polinatora u stepskom fragmentu. Navedena analiza je rađena samo za lokalitete koji u svom okruženju imaju visok udeo suncokreta, a koji su neposredno pored stepskog fragmenta. Za vreme cvetanja suncokreta, na stepskom fragmentu zabeleženo više vrsta i jedinki divljih pčela kao i jedinki osolikih muva (Tabela 27). Divlje pčele pre posećuju polu-prirodno stanište slabog kvaliteta nego masovno cvetajuću kulturu koja obezbeđuje više različitih cvetova (Holzschuh i sar. 2011). Takođe, za vreme cvetanja suncokreta se na stepskom fragmentu beleži veći broj jedinki *A. mellifera* (Tabela 26 i 27). Naime, dolazi do prelivanja jedinki medonosne pčele sa suncokreta na stepski fragment, tako da je medonosnih pčela više zastupljeno na stepskim fragmentima u prvoj i drugoj rundi u odnosu na treću i četvrtu rundu kada prestane cvetanje suncokreta. Ovaj rezultat ukazuje na to da suncokret svojim obimnim cvetanjem privlači jedinice medonosnih pčela na sebe, a samim tim i na obližnji stepski fragment. Isti rezultat prelivanja medonosne pčela nakon cvetanja MCK na PPS dobijaju Holzschuh i sar. (2011); Riedinger i sar. (2015); González-Varo i Vilá (2017) i navode da postoje razlike u brojnosti jedinki medonosne pčele tokom i nakon cvetanja masovno cvetajuće kulture. Nakon cvetanja suncokreta beleži se veći broj jedinki i vrsta bumbara (Tabela 25 i 26). Jedinke bumbara su manje zastupljene na stepskim fragmentima za vreme cvetanja obližnjeg suncokreta. Ovaj

rezultat ukazuje na to da dolazi do preliivanja jedinki bumbara nakon cvjetanja suncokreta sa jednog na drugi tip staništa. Jedinke bumbara nakon cvjetanja suncokreta prelaze na obližnji stepski fragment, potpuno obrnuto u odnosu na medonosnu pčelu čije se jedinke preliju na stepski fragment za vreme cvjetanja.

Gustina jedinki bumbara, koji su glavni oprašivači biljaka na polu-prirodnim staništima, ali takođe oprašuju masovno cvetajuće kulture, opada sa porastom udela masovno cvetajućih kultura u predelu. Rastojanje ova dva tipa staništa snažno utiče na gustinu bumbara u masovno cvetajućoj kulturi i marginalno u polu-prirodnim staništima, u istovremenom periodu cvjetanja biljaka u stepskom fragmentu i u masovno cvetajućoj kulturi (Holzschuh i sar. 2011; Blitzer i sar. 2012). Masovno cvetajuće kulture potencijalno ugrožavaju biljke u polu-prirodnim staništima, uprkos činjenici da masovno cvetajuće kulture mogu povećati gustinu polinatora generalista i njihovu uslugu oprašivanja (Holzschuh i sar. 2011; Blitzer i sar. 2012; Riedinger i sar. 2015). Postoji interakcija ova dva tipa staništa na različitim prostornim skalama. Polinatori različito koriste cvetne resurse i redukuju reprodukciju biljaka u polu-prirodnim staništima (Holzschuh i sar. 2011; Blitzer i sar. 2012; Riedinger i sar. 2015; Danner i sar. 2016). Efekti preliivanja pčela sa polu-prirodnih staništa na suncokret, mogu imati snažan uticaj na dinamiku pčela i biljaka koje zavise od njih. Sa blizinom masovno cvetajuće kulture stepskom fragmentu se može povećati produktivnost biljaka i gustina polinatora, na stepskom fragmentu jer MCK privlači druge pčele u predelu, koje se iz suncokreta prelivaju na stepski fragment i oprašuju biljke na njemu (Riedinger i sar. 2015). Kako se iz godine u godinu rotiraju kulture, menja se njihov udeo, a kulture koje se uzgajaju pored stepskog fragmenta mogu pozitivno uticati na kvalitet i produktivnost divljih biljaka u polu-prirodnom staništu (Riedinger i sar. 2015).

5.10 Uticaj predela na sastav i brojnost polinatora

Rezultati dobijeni linearnom regresijom, korelacijom vrednosti diverziteta polinatora na stepskim fragmentima i vrednostima diverziteta predela, ukazuju na to da je veći broj jedinki i vrsta polinatora zastupljen na stepskim fragmentima čiji je predeo heterogeniji i koji ima veću zastupljenost polu-prirodnih staništa (Slika 65). Veća heterogenost predela je praćena većim diverzitetom polinatora na stepskim fragmentima kao i u studijama Garibaldi i sar. (2011) i Kennedy i sar. (2013), koji navode i činjenicu da prisutnost polu-prirodnih staništa u predelu strogo limitira gustinu solitarnih pčela.

Kao i u radu Nielsen i sar. (2012), rezultati dobijeni istraživanjem ukazuju da se učestalost posećenosti entomofilnih biljaka od strane polinatora u stepskom fragmentu razlikuje u odnosu na veličinu, položaj i grupu polinatora. Pirsonovim koeficijentom linearne korelacije su dobijeni rezultati koji ukazuju na to da što je manji stepski fragment beleži se veći broj jedinki osolikih muva, a obrnuto za jedinke solitarnih pčela kojih je više na većem stepskom fragmentu. Količina cvetnih resursa je u direktnoj vezi sa veličinom staništa, a u širem kontekstu i sa kvalitetom okolnih predela.

Kada se posmatra udaljenost sledećeg stepskog fragmenta za tri grupe polinatora, medonosnu pčelu, bumbare i solitarne pčele, dobijen je isti rezultat, visoka negativna korelacija sa varijablom udaljenost sledećeg polu-prirodnog staništa. Što je veća udaljenost, izolovanost između stepskih fragmenata, ima manje jedinki medonosne i solitarnih pčela na stepskom fragmentu, što ukazuje na to da ovim grupama polinatora odgovara da ima više polu-prirodnih staništa u predelu ili da stepski fragmenti nemaju dobar kvalitet cvetnih resursa pa jedinke prelaze i na druga polu-prirodna staništa. Jedinke osolikih muva ima više što je manja udaljenost između polu-prirodnih staništa i manja površina stepskog fragmenta. Vrste osolikih muva koje su registrovane na istraživanim područjima uglavnom u prelaze manje razdaljine (oko 500m), u potrazi za cvetnim resursima, za razliku od solitarnih pčela i bumbara koji mogu prelaziti veće razdaljine (do 1km) u potrazi za hranom (Gathmann i Tschardtke 2002).

Modeli regresionih analiza linearnih mešovutih efekata (Tabela 42 - 49) različitih karakteristika predela na sastav i brojnost polinatora su pokazali da veličina stepskog fragmenta utiče na jedinke solitarnih pčela i na vrste i jedinke bumbara. Populacija bumbara i solitarnih pčela je gušća na većim stepskim fragmentima. Veći stepski fragmenti imaju veći diverzitet bumbara. Uticaj heterogenosti predela ostvaruje nisku pozitivnu vezu sa ukupnim brojem jedinki sve četiri grupe polinatora. Rezultati za uticaj cvetne pokrovnost pokazuju da postoji pozitivna veza sa vrstama osolikih muva i umerena pozitivna sa jedinkama osolikih muva, a takođe je ostvarena niska pozitivna veza sa ukupnim brojem jedinki sve četiri grupe polinatora.

5.11 Uticaj cvetne pokrovnosti transektu i celog stepskog fragmenta

Analizom uticaja diverziteta biljaka u cvetu i cvetne pokrovnosti transektu na sastav i brojnost polinatora u njemu, dobijena je visoka pozitivna povezanost sa vrstama i jedinkama osolikih muva, vrstama bumbara i ukupnim brojem jedinki sve četiri analizirane grupe polinatora (Tabela 32). Što je veća vrednost cvetne pokrovnosti na transektu, beleži se više vrsta osolikih muva i bumbara, kao i ukupno svih jedinki na transektu (Tabela 31). Generalno je i u drugim istraživanjima od strane Pywell i sar. 2006; Holzschuh i sar. 2007; Scheper i sar. 2015, dobijana pozitivna korelacija cvetne pokrovnosti i broja jedinki i vrsta oprašivača. Veći diverzitet biljaka u cvetu je praćen povećanjem vrsta osolikih muva na stepskom fragmentu (Tabela 33). Što je veća ukupna cvetna pokrovnost stepskog fragmenta, zabeleženo je više jedinki osolikih muva (Tabela 32). Istraživanja pokazuju da lokalni stanišni i predeoni faktori utiču na zajednicu osolikih muva u agroekosistemu (Meyer i sar. 2009). Na bogatstvo vrsta osolikih muva utiču faktori koji se odnose na heterogenost resursa, što se odnosi na bogatstvo biljnih vrsta, površinu staništa, stepskog fragmenta i diverziteta predela u smislu dostupnosti mikro i makro staništa za odrasle i za larve. Gustina jedinki zavisi od kvaliteta cvetnih resursa (Haenke i sar. 2014), tj. količine polena i nektara za adulte, a za larve količina mikro staništa u okolnom predelu. Zbog prethodno navedenog, kada se analiziraju osolike muve u agroekosistemu, moraju se uzeti u obzir zahtevi i adulta i larvi. Vrste različito odgovaraju na promene u predelu, kao što su promene u korišćenju zemljišta, smene poljoprivrednih kultura, na različitim predeonim skalama, što ukazuje na mobilnost vrsta i efekata preliivanja iz jednog u drugi predeo. Diverzitet biljaka i gustina cvetnih resursa na lokalnom nivou, u ovom slučaju na datom stepskom fragmentu, su važni faktori brojnosti i diverziteta divljih pčela (Albrecht i sar. 2007; Holzschuh i sar. 2007; Westphal i sar. 2009; Williams i sar. 2012; Rundlöf i sar. 2014; Riedinger i sar. 2015; Goulson i sar. 2015; Danner i sar. 2016), dok je u ovom istraživanju utvrđena njihova važnost za vrste i jedinke osolikih muva (Tabele 34 i 40).

Usled negativnog antropogenog delovanja (košenje, paljenje), diverzitet biljaka, cvetna pokrovnost na transektu i celom stepskom fragmentu se menjaju svake naredne sezone, što direktno utiče na sastav i brojnost insekata oprašivača. Gustina i bogatstvo cvetnih resursa određuju broj gnezda, odnosno gustinu populacija polinatora za narednu sezonu. Poznato je da su diverzitet biljnih vrsta i dostupnost nektara osnova za formiranje zajednice polinatora (Potts i sar. 2003). Pored navedenog, na sastav zajednica polinatora

unutar polu-prirodnog staništa, utiče oblik, boja i starost cveta, raspored cvetova u fragmentu, udaljenost između cvetova kao i količina nektara (Comba i sar. 1999; Stang i sar. 2006; Hadley i Betts 2011).

5.12 Modeli regresionih analiza linearnih mešovutih efekata

Modeli regresionih analiza linearnih mešovutih efekata su pokazali, da zajednički udeo svih masovno cvetajućih kultura u predelu i udeo suncokreta različito deluju na jedinke divljih pčela i osolikih muva. Dok udeo svih masovno cvetajućih kultura u predelu ostvaruje umerenu pozitivnu vezu sa jedinkama divljih pčela, udeo suncokreta ostvaruje umerenu negativnu vezu sa jedinkama divljih pčela. Dakle, što je veći udeo masovno cvetajućih kultura u predelu, beleži se veći broj jedinki divljih pčela i obrnuto. S druge strane, u slučaju varijable udela suncokreta u okruženju, porast procenta suncokreta u okruženju prati pad broja jedinki divljih pčela na stepskom fragmentu (Tabela 34). Sa druge strane, potpuno obrnuto je u slučaju jedinki osolikih muva, gde udeo svih masovno cvetajućih kultura u predelu ostvaruje umerenu negativnu vezu, a udeo suncokreta ima nisku pozitivnu vezu (Tabela 35). Na stepskim fragmentima koji u svom okruženju imaju visok udeo svih masovno-cvetajućih kultura, beleži se manji broj jedinki osolikih muva. Međutim, na stepskim fragmentima koji imaju veći udeo suncokreta u predelu se beleži porast broja jedinki osolikih muva. Dobijena je visoka pozitivna veza sa vrstama bumbara i procentom svih masovno cvetajućih kultura u predelu. Što je veći udeo masovno cvetajućih kultura u predelu, zabeležen je veći broj vrsta bumbara. Sa druge strane, potpuno suprotno, dobijena je visoko negativna veza udela suncokreta u okruženju, odnosno veći procenat suncokreta prati manji broj vrsta i (Tabele 36 i 38) jedinki bumbara, isto kao i u slučaju jedinki divljih pčela.

Za procentualnu zastupljenost polu-prirodnih staništa u predelu dobijena je visoka pozitivna korelacija sa jedinkama osolikih muva (Tabela 35). Što je veći udeo polu-prirodnih staništa u predelu, registrovan je veći broj jedinki osolikih muva. Za varijablu cvetna pokrovnost su dobijene visoke pozitivne korelacije sa vrstama i jedinkama osolikih muva (Tabela 35). Što je veća cvetna pokrovnost transekta, ima više jedinki i vrsta osolikih muva. Dobijena je i niska pozitivna veza cvetne pokrovnosti sa ukupnim brojem vrsta sve četiri grupe polinatora (Tabela 37) na stepskim fragmentima.

Uticaj perioda cvetanja suncokreta na sastav i brojnost insekata oprašivača na stepskom fragmentu je testiran preko varijabli runde, gde prva i druga označavaju period cvetanja, a treća i četvrta runda se odnose na period nakon cvetanja suncokreta. Dobijena je niska negativna veza prve i druge runde sa vrstama divljih pčela, što ukazuje da za vreme perioda cvetanja suncokreta ima više vrsta solitarnih pčela (Tabela 39). Dobijena je niska pozitivna veza treće i četvrte runde sa jedinkama bumbara (Tabela 36). Ovakav rezultat sugerira da se nakon cvetanja suncokreta beleži veći broj jedinki bumbara.

Za tri grupe polinatora su dobijeni isti rezultati uticaja zastupljenosti suncokreta u predelu, da veći udeo suncokreta u predelu negativno utiče na jedinke divljih pčela, medonosne pčele i na jedinke i vrste bumbara. Dakle, što je veća procentualna zastupljenost suncokreta u predelu, beleži se manji broj jedinki solitarnih pčela, *Apis mellifera* i jedinki i vrsta bumbara. Međutim, procentualna zastupljenost svih masovno cvetajućih kultura u predelu pozitivno utiče na solitarne pčele i bumbare. Veći udeo svih masovno cvetajućih kultura u predelu prati veći broj jedinki divljih pčela i vrsta bumbara. Za osolike muve su dobijeni potpuno obrnuti rezultati. Veći udeo suncokreta u predelu prati veći broj jedinki osolikih muva, a veći udeo svih masovno cvetajućih kultura u predelu je praćen manjim brojem jedinki osolikih muva.

Podaci dobijeni ovim istraživanjem predstavljaju osnovu za nastavak praćenja diverziteta, distribucije i dinamike insekata oprašivača iz reda Hymenoptera-Apiformes i reda Diptera (Syrphidae) u agroekosistemima Vojvodine. Postoje mnogi uzroci koji dovode do opadanja populacija insekata oprašivača, gubitak i fragmentacija staništa, upotreba pesticida, gubitak cvetnih resursa, štetočine i bolesti, invazivne vrste i klimatske promene. Međutim, značaj i efekti interakcija gore navedenih ugrožavajućih faktora su slabo istraživani do nedavno. Gubitak insekata oprašivača se može ublažiti nizom ekoloških mera prilikom upravljanja u poljoprivrednim predelima, zaštitom polu-prirodnih stepskih i drugih travnih fragmenata unutar agroekosistema. Jasno je da intenzivna poljoprivreda negativno utiče na polinatore u agroekosistemu, uništavanjem i fragmentacijom polu-prirodnih staništa, narušavanjem sastava i gustine cvetnih resursa na stepskim fragmentima. Na nivou predela, smanjena dostupnost i bogatstvo biljnih vrsta u polu-prirodnom staništu, kratak period cvetanja masovno cvetajućih kultura i nedostatak divljih biljaka, smanjuju sastav i brojnost polinatora, jer se ograničavanjem izvora nektara i polena dovodi u pitanje opstanak polinatora u narednoj sezoni. Novije studije pokazuju da implementacijom cvetnih traka u agroekosisteme dolazi do povećanja diverziteta

polinatora, a samim tim i do povećanja prinosa poljoprivrednih kultura. Vrste biljaka iz porodica Boraginaceae, Brassicaceae i Apiaceae se u poslednjih deset godina introdukuju u agroekosisteme i koriste za konzervaciju polinatora, dajući pozitivne efekte. Konzervacija i restauracija polu-prirodnih staništa, razvijanje agro-ekoloških mreža, kao i povećavanje heterogenosti predela, može biti od velike koristi u predelima intenzivne poljoprivrede. Razumevanje faktora koji utiču na diverzitet polinatora je osnova efikasnog upravljanja agroekosistemima.

6. ZAKLJUČAK

- Na istraživanim lokalitetima su ukupno evidentirane 103 vrste insekata oprašivača, iz reda Hymenoptera (Apiformes: Anthophila: Andrenidae, Apidae, Colletidae, Halictidae, Megachilidae i Melittidae) i Diptera (Syrphidae: Eristalinae i Syrphinae). Beleži se znatno veći broj vrsta (95), reda Hymenoptera-Apiformes, u odnosu na insekte reda Diptera, Syrphidae (11).
- Na polu-prirodnim staništima, iz reda Hymenoptera po broju vrsta najzastupljenija je familija Halictidae, sa 39 vrsta, a zatim slede predstavnici familije Apidae sa 23 vrste, Andrenidae, 21 vrsta, Megachilidae, 12 vrsta, dok je najmanje predstavnika zabeleženo iz familija: Colletidae, pet vrsta i Melittidae, tri vrste.
- Rezultati Kruskal-Volisonovog H-testa ukazuju da je tokom sve tri sezone, na stepskim fragmentima u okviru agroekosistema, najviše zastupljeno vrsta solitarnih pčela, zatim vrsta osolikih muva, a najmanje vrsta bumbara.
- Istim testom je utvrđeno da se tokom sve tri sezone na stepskim fragmentima, najviše beleži jedinki osolikih muva, zatim medonosnih i solitarnih pčela, a najmanje jedinki bumbara. Veličina, položaj “box plotova” i medijane svakog stepskog fragmenta, ukazuju na specifičnost rasporeda jedinki osolikih muva, bumbara, solitarnih i medonosnih pčela unutar lokaliteta i između lokaliteta usled lokalne raznolikosti staništa.
- Posmatrano po sezonama, najveći diverzitet solitarnih pčela je zabeležen u drugoj sezoni (2012), 51 vrsta. Najviše vrsta osolikih muva (9) je registrovano u prvoj sezoni, a bumbara u prvoj i trećoj, po šest vrsta. Najviše jedinki solitarnih pčela, osolikih muva i bumbara je zabeleženo u prvoj sezoni, dok su jedinke *Apis mellifera* bile najbrojnije u trećoj sezoni.
- Fridmanovim testom je utvrđeno da postoje razlike u brojnosti (dinamici) polinatora kroz sezone, uočen je porast broja jedinki medonosnih pčela i opdanje broja jedinki solitarnih pčela.
- Shannon-Wiener-ov indeks diverziteta insekata oprašivača na stepskim fragmentima je najveći na lokalitetima: Đurđevo (L8), ($H= 6,717$) i Neradin (L16), ($H= 6,702$). Najviše vrsta insekata polinatora, sve četiri grupe, evidentirano je na lokalitetu Stejanovci (L5) 30 vrsta, a najviše jedinki na lokalitetu Krušedol (L13) 620 jedinki.
- Pojedinačno po grupi polinatora, najviše 28 vrsta solitarnih pčela je evidentirano na lokalitetu Stejanovci (L5), šest vrsta bumbara je zabeležen na lokalitetima Neradin

I (L16) i Budisava (L6). Najviše, devet vrsta osolikih muva je registrovano na lokalitetu Kovilj (L3).

- Jedinke osolikih muva su najbrojnije na lokalitetima: Krušedol (L13), 370 jedinki, a potom na lokalitetu Čortanovci (L10), 279 jedinki. Gustina populacije medonosne pčele i jedinki solitarnih pčela je bila najveća na istim lokalitetima: Šuljam (L11) i Jazak (L4). Jedinke bumbara su bile najbrojnije na lokalitetima: Budisava (L6), 227 jedinki, i Bešenovo (L9), 107 jedinki.
- Predstavnici familije Andrenidae, Halictidae i Apidae su zabeleženi na svim lokalitetima, dok su predstavnici familije Megachilidae zabeleženi na 15 od 16 lokaliteta. Najmanje su zastupljene vrste familija Colletidae i Melittidae, samo na po pet lokaliteta, svaka vrsta na drugom lokalitetu.
- Raznovrsnost u okviru familija pčela: najveći diverzitet familije Andrenidae po sedam vrsta je registrovan na lokalitetima: Đurđevo (L8) i Krušedol (L13); najveći diverzitet familije Halictidae je zabeležen na dva lokaliteta po 13 vrsta: na lokalitetu Jazak (L4) i Stejanovci (L5), a 10 vrsta na lokalitetu Bešenovo (L9); najveći diverzitet familije Apidae je zabeležen na lokalitetima: Stejanovci (L5), 13 vrsta, Neradinu (L16) 12 vrsta i na lokalitetu Bešenovo (L9), 11 vrsta.
- Insekti reda Diptera, familije Syrphidae su zabeleženi na svim lokalitetima, najviše vrsta je registrovano na lokalitetima: Kovilj (L3), devet vrsta; Šajkaš (L7), osam vrsta i na lokalitetu Kovilj (L1), sedam vrsta. Registrovana je jedna jedinka mediteranske vrste *Syrirta flaviventris*, koja je veoma retka u Vojvodini.
- Ukupno na poljima suncokreta, registrovano je četiri familije Hymenoptera (Andrenidae, Halictidae, Megachilidae i Apidae) i insekti reda Diptera (Syrphidae).
- U masovno cvetajućoj kulturi (suncokret), najveći udeo od 92% zauzimju jedinke medonosne pčele (*Apis mellifera*), a značajno je manji udeo jedinki bumbara 4%, zatim 3% osolikih muva i 1% jedinki solitarnih pčela. Broj jedinki medonosne pčele je približan i na rubu i u centru MCK, dok je broj jedinki bumbara duplo veći u centru nego na rubu MCK. Broj jedinki i vrsta osolikih muva je veći na rubu. Jedinke solitarnih pčela su detektovane isključivo na rubu suncokreta. Izuzetak je *Ceratina nigrolabiata*, jedna jedinka na jednom lokalitetu Jazak (L4).
- Obzirom na veći diverzitet polinatora u stepskim fragmentima u odnosu na diverzitet u poljoprivrednim kulturama, može se zaključiti da su stepski fragmenti u

agroekosistemu od ključnog značaja za očuvanje, jer predstavljaju rezervoare (oaze) diverziteta insekata oprašivača.

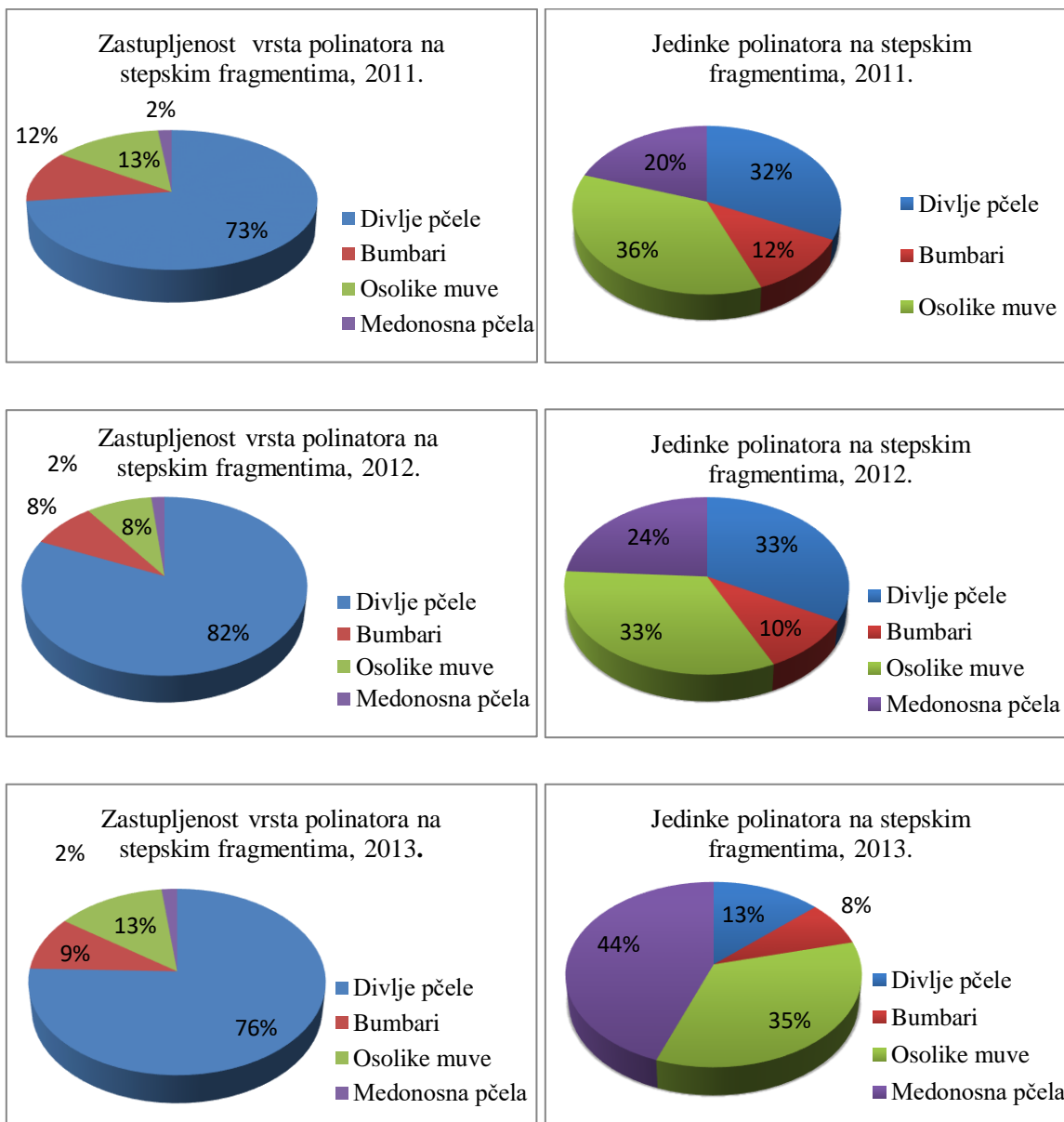
- Solitarne pčele i bumbari, početkom sezone preve gnezda na stepskim fragmentima u okviru agroekosistema, a entomofilne vrste biljaka im obezbeđuju kontinuirani izvor hrane tokom cele sezone. Obzirom da su insekti oprašivači neophodni za oprašivanje poljoprivrednih kultura i entomofilnih vrsta biljaka, od izuzetnog je značaja sačuvati stepske fragmente u agroekosistemima. Očuvanjem pomenutih stepskih fragmenata, obezbeđuje se diverzitet polinatora i ekosistemska usluga oprašivanja u agroekosistemu.
- Gustina populacija bumbara u suncokretu i na polu-prirodnim staništima opada sa porastom udela suncokreta u predelu.
- Broj jedinki bumbara u suncokretu se povećava u predelima sa većim udelom polu-prirodnih staništa.
- Broj jedinki medonosne pčele *Apis mellifera* u suncokretu se smanjuje sa većim udelom suncokreta u predelu.
- Man-Vitnijevim U-testom je pokazano da se broj jedinki medonosne pčele u stepskim fragmentima povećava sa većim udelom suncokreta u predelu. Više medonosnih pčela ima na stepskim fragmentima koji imaju veći udeo suncokreta u predelu koji ga okružuje.
- Regresionom analizom linearnih mešovutih efekata i Man-Vitnijevim U-testom je utvrđeno da je na stepskim fragmentima koji imaju manji udeo suncokreta u predelu zabeležen veći broj jedinki i vrsta bumbara.
- Na stepskim fragmentima koji imaju manji udeo suncokreta u predelu zabeležen je manji broj jedinki solitarnih pčela. Više vrsta solitarnih pčela je zabeleženo na lokalitetima sa niskim udelom suncokreta u predelu, a vrste osolikih muva su brojnije na stepskim fragmentima koji imaju visok udeo suncokreta.
- Vilkoksonovim testom sume rangova je pokazano da je za vreme cvetanja suncokreta na stepskim fragmentima zabeležen veći broj jedinki medonosne pčele, više vrsta i jedinki solitarnih pčela kao i jedinki osolikih muva.
- Istim testom je utvrđeno da se nakon cvetanja suncokreta na stepskim fragmentima beleži više jedinki i vrsta bumbara.
- Za vreme cvetanja suncokreta dolazi do "prelivanja" (prelaska) jedinki medonosne pčele sa poljoprivredne kulture na polu-prirodno stanište. Na stepskim fragmentima

koji su pored MCK se beleži više jedinki medonsne pčele za vereme cvetanja suncokreta, dok jedinke bumbara prelaze na stepski fragment tek nakon završetka cvetanja suncokreta.

- Masovno cvetajuće kulture mogu pozitivno uticati na razmnožavanje biljaka u stepskom fragmentu jer svojim obimnim cvetanjem privlače određene grupe polinatora kako na sebe tako i na obližnji stepski fragment.
- Stepški fragmenti koji su okruženi heterogenijim predelima imaju veći diverzitet polinatora. Na većim stepskim fragmentima zabeležen je veći broj jedinki solitarnih pčela i veći diverzitet bumbara. Što je veći udeo polu-prirodnih staništa u predelu, registrovan je veći broj jedinki osolikih muva.
- Na osnovu rezultata dobijenih Pirsonovim koeficijentom linearne korelacije se može zaključiti da što je veća vrednost cvetne pokrovnosti na transektu, beleži se više vrsta i jedinki osolikih muva i vrsta bumbara, kao i ukupan broj jedinki sve četiri grupe polinatora na transektu. Na stepskim fragmentima sa većom cvetnom pokrovnosti ima više jedinki osolikih muva. Veći diverzitet biljaka na stepskom fragmentu je praćen povećanjem vrsta osolikih muva.
- Porast udela suncokreta u predelima koji okružuju stepske fragmente je praćen padom broja jedinki solitarnih pčela i jedinki i vrsta bumbara na stepskom fragmentu.
- Visok udeo suncokreta u predelu "razblažuje" gustinu populacija polinatora i dovodi do potencijalnog deficita oprašivanja. Sa druge strane, posmatrano od proleća do jeseni, smena različitog perioda cvetanja svih masovno cvetajućih kultura (voće: mart – suncokret: jul-avgust) u predelu obezbeđuje puno polena i nektara, tako da se u narednoj sezoni povećava brojnost solitarnih pčela i bumbara.
- Potpuno obrnuto je u slučaju jedinki osolikih muva, na stepskim fragmentima koji u svom okruženju imaju visok udeo svih masovno-cvetajućih kultura, beleži se manji broj jedinki osolikih muva. Veći udeo polu prirodnih staništa u predelu i veća cvetna pokrovnost praćeni su porastom broja jedinki osolikih muva.

7. PRILOG

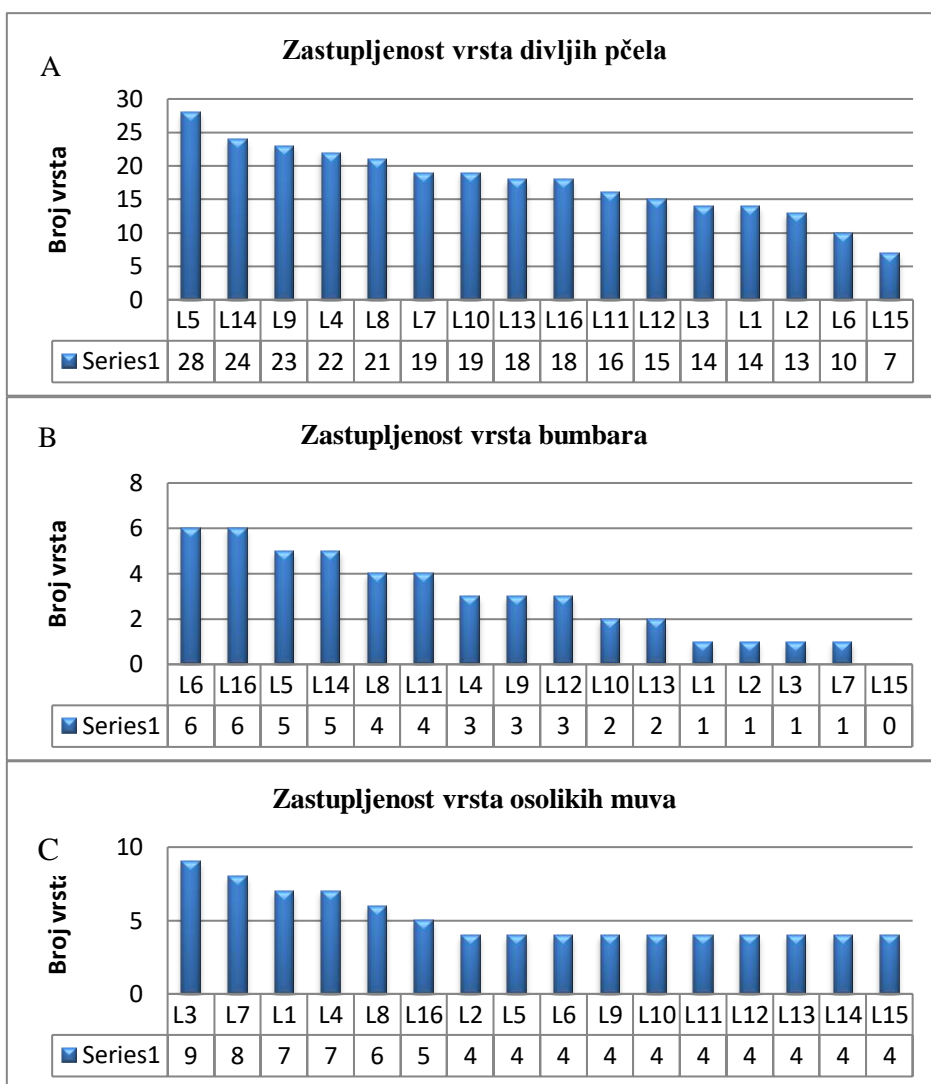
7.1 Prilog 1. Raspored vrsta i jedinki polinatora po stepskim fragmentima



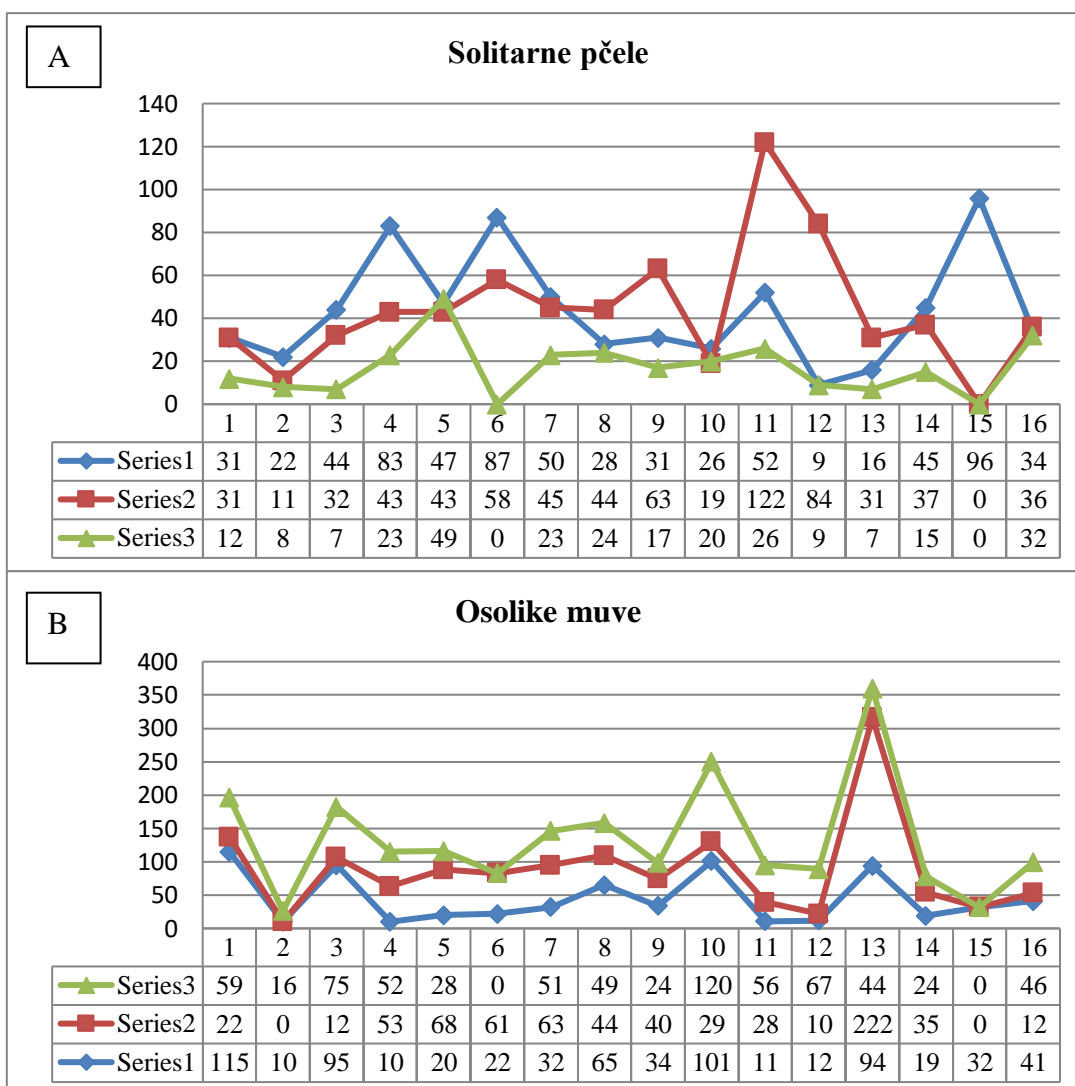
Slika P 5. Zastupljenost vrsta i jedinki polinatora na stepskim fragmentima, pojedinačno po sezonama

Tabela P 1. Prikaz vrsta i jedinki polinatora po lokalitetima u periodu od 2011-2013. godine.

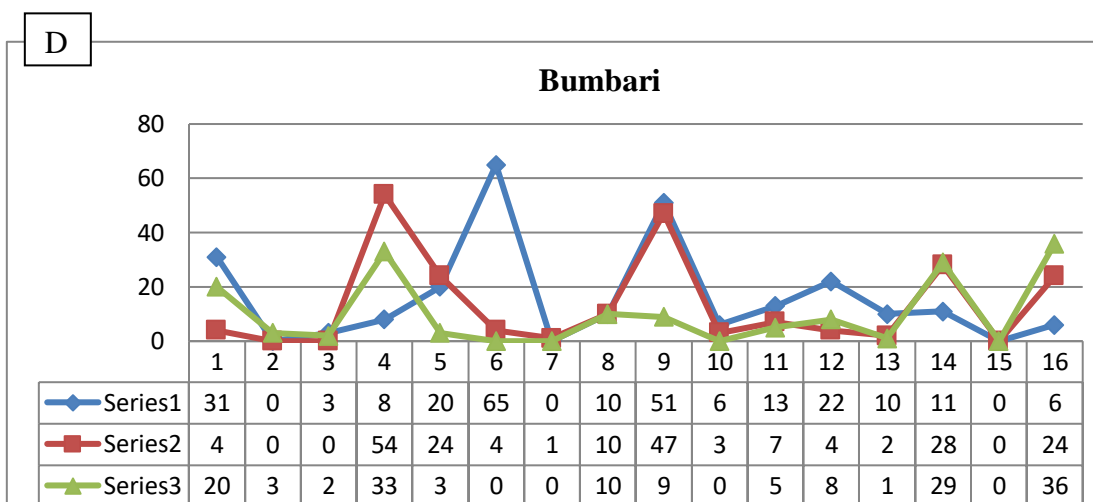
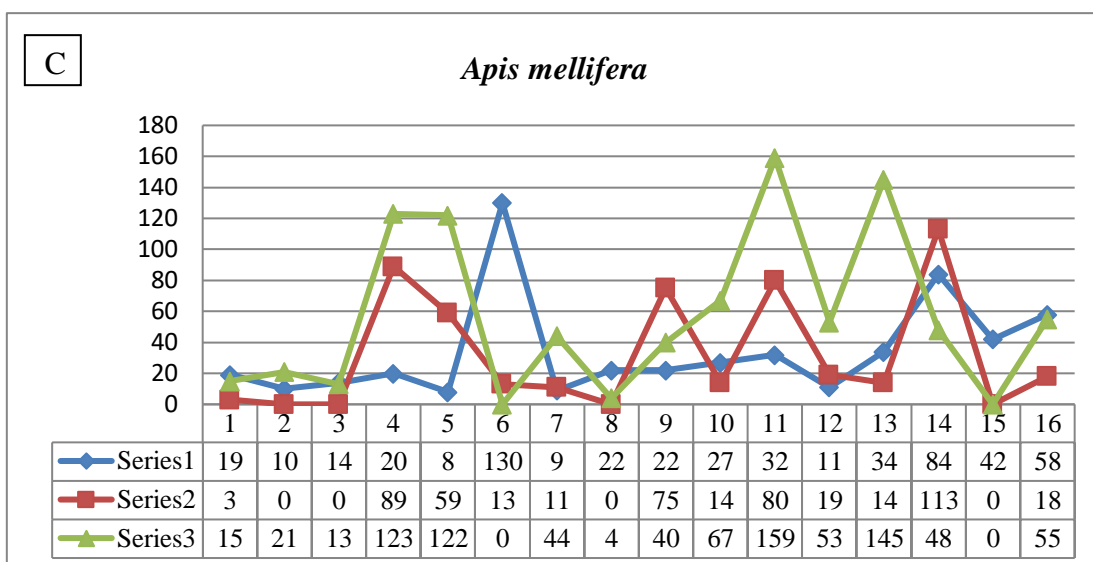
Lokalitet	VRSTE			JEDINKE			
	Bumbari	Solitarne pčele	Osolike muve	Bumbari	Solitarne pčele	Osolike muve	<i>Apis mellifera</i>
L1	1	13	7	55	74	196	37
L2	1	13	4	3	41	26	31
L3	1	14	9	5	83	182	27
L4	3	22	7	95	149	115	232
L5	5	28	4	47	139	116	189
L6	6	10	4	227	145	83	143
L7	1	19	8	1	118	146	64
L8	4	21	6	30	96	158	26
L9	3	23	4	107	111	98	137
L10	2	19	4	9	65	250	108
L11	4	16	4	25	200	95	271
L12	3	15	4	34	102	89	83
L13	2	18	4	13	54	360	193
L14	5	24	4	68	97	78	245
L15	0	7	4	0	96	33	42
L16	7	18	5	66	102	99	131
Ukupan broj jedinki po grupi polinatora, sve tri sezone				785	1672	2124	1959



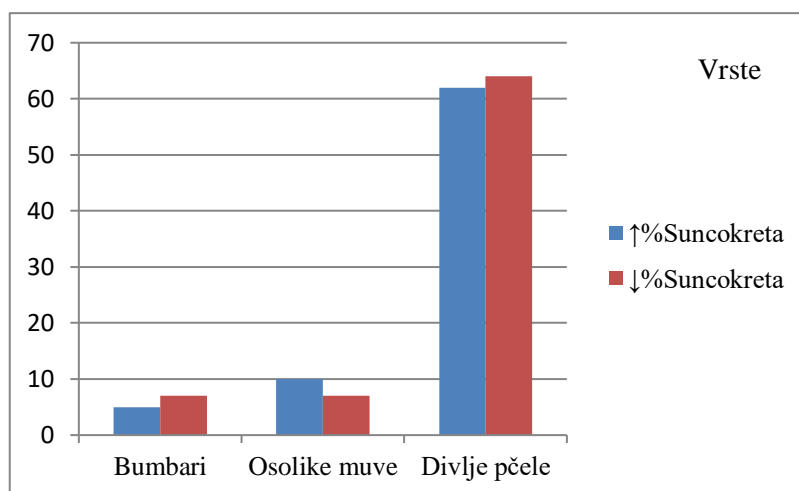
Slika P 6. Prikaz zastupljenosti vrsta divljih pčela, bumbara i osolikih muva po lokalitetima



Slika P 7. Distribucija i dinamika polinatora po lokalitetima (1-16) i po sezonama; a, jedinke solitarnih pčela; b, jedinke osolikih muva c, jedinke medonosne pčele; d, jedinke bumbara: Series1 (plavo) prva sezona, 2011.; Series2 (crveno) druga sezona, 2012.; Series3 (zeleno) treća sezona, 2013.



Slika P 8. Distribucija i dinamika polinatora po lokalitetima (1-16) i po sezonama; a, jedinke solitarnih pčela; b, jedinke osolikih muva c, jedinke medonosne pčele; d, jedinke bumbara: Series1 (plavo) prva sezona, 2011.; Series2 (crveno) druga sezona, 2012.; Series3 (zeleno) treća sezona, 2013.



Slika P 9. Razlike u broju vrsta na lokalitetima sa visokim udelom suncokreta i na lokalitetima sa niskim idelom suncokreta u predelu, za svaku grupu polinatora

7.2 Prilog 2. Heterogenost predela

Godina	lokalitet	Naziv lokaliteta	Broj tipova staništa	Heterogenost predela/ <i>Shannon-WienneR indexa diverziteta</i>
2011	1	Kovilj	14	8.973
2012	1	Kovilj	20	5.205
2013	1	Kovilj	20	9.578
2011	2	Vilovo	20	4.161
2012	2	Vilovo	14	3.081
2013	2	Vilovo	21	2.906
2011	3	Kovilj	23	0.011
2012	3	Kovilj	21	0.364
2013	3	Kovilj	16	1.682
2011	4	Jazak	20	0.823
2012	4	Jazak	20	0.24
2013	4	Jazak	13	0.578
2011	5	Stejanovci	22	2.878
2012	5	Stejanovci	16	1.439
2013	5	Stejanovci	22	1.275
2011	6	Budisava	19	1.186
2012	6	Budisava	21	2.125
2011	7	Šajkaš	15	10.069
2012	7	Šajkaš	20	9.757
2013	7	Šajkaš	22	8.715
2011	8	Đurđevo	24	9.263
2012	8	Đurđevo	22	9.481
2013	8	Đurđevo	21	9.048
2011	9	Bešenovo	15	4.953
2012	9	Bešenovo	15	5.019
2013	9	Bešenovo	20	5.272
2011	10	Čortanovci	21	3.814
2012	10	Čortanovci	21	4.897
2013	10	Čortanovci	15	3.293
2011	11	Šuljam	14	0.094
2012	11	Šuljam	13	1.284
2013	11	Šuljam	14	2.153
2011	12	Rivica	15	1.051
2012	12	Rivica	15	0.622
2013	12	Rivica	14	0.655
2011	13	Krušedol	15	0.96
2012	13	Krušedol	13	1.757

Godina	lokalitet	Naziv lokaliteta	Broj tipova staništa	Heterogenost predela/ <i>Shannon-Wiener</i> <i>indexa diverziteta</i>
2013	13	Krušedol	10	2.207
2011	14	Neradin česma	12	2.364
2012	14	Neradin česma	13	3.029
2013	14	Neradin česma	13	2.068
2011	15	Čenej	13	1.718
2011	16	Neradin I	10	3.271
2012	16	Neradin I	9	3.158
2013	16	Neradin I	12	2.486

7.3 Prilog 3. Spisak vrsta biljaka, registrovanih na stepskim fragmentima

Rod	Vrsta	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15	L16
<i>Achillea</i>	<i>millefolium</i>		+	+			+		+	+	+	+		+	+	+	
<i>Achillea</i>	<i>pannonica</i>		+														
<i>Achillea</i>	<i>roseo-alba</i>							+									
<i>Agrimonia</i>	<i>eupatoria</i>			+	+		+		+		+	+	+	+			+
<i>Anchusa</i>	<i>officinalis</i>	+															
<i>Anthemis</i>	<i>tinctoria</i>																+
<i>Arctium</i>	<i>lappa</i>						+										
<i>Artemisia</i>	<i>absinthium</i>									+							
<i>Asperula</i>	<i>cynanchica</i>		+		+	+					+		+	+			+
<i>Astragalus</i>	<i>onobrychis</i>									+	+		+	+	+		
<i>Ballota</i>	<i>nigra</i>	+	+	+			+			+	+		+			+	
<i>Berteroa</i>	<i>incana</i>	+		+		+											
<i>Carduus</i>	<i>acanthoides</i>	+	+		+	+	+	+		+	+	+	+		+	+	+
<i>Centaurea</i>	<i>biebersteinii</i>	+									+	+	+				
<i>Centaurea</i>	<i>jacea</i>		+	+			+		+					+	+		+
<i>Centaurea</i>	<i>solstitialis</i>					+				+							
<i>Centaurea</i>	<i>calcitrapa</i>				+	+											
<i>Centaurea</i>	<i>rocheliana</i>				+		+										
<i>Centaureum</i>	<i>pulchellum</i>			+													
<i>Cephalaria</i>	<i>transsylvanica</i>				+		+			+			+				+
<i>Chamaecytisus</i>	<i>austriacus</i>																+
<i>Cichorium</i>	<i>intybus</i>	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+		+	+	+	+
<i>Cirsium</i>	<i>arvense</i>			+					+	+		+				+	
<i>Clinopodium</i>	<i>vulgare</i>			+						+	+		+	+	+		+
<i>Convolvulus</i>	<i>arvensis</i>	+		+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	
<i>Coronilla</i>	<i>varia</i>		+		+	+			+	+	+		+		+		
<i>Crepis</i>	<i>foetida</i>	+			+					+	+	+		+	+	+	

Rod	Vrsta	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15	L16
<i>Consolida</i>	<i>regalis</i>	+				+											+
<i>Crepis</i>	<i>biennis</i>						+				+						
<i>Crepis</i>	<i>setosa</i>					+											
<i>Daucus</i>	<i>carota</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+
<i>Dianthus</i>	<i>armeria</i>			+													
<i>Echium</i>	<i>altissimum</i>														+		
<i>Erigeron</i>	<i>annuus</i>		+	+	+		+	+	+	+	+		+		+	+	+
<i>Eryngium</i>	<i>campestre</i>		+	+	+	+	+			+		+		+	+		+
<i>Euphorbia</i>	<i>seguierana</i>					+						+					
<i>Falcaria</i>	<i>vulgaris</i>		+			+				+		+					+
<i>Galium</i>	<i>verum</i>		+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+		+
<i>Geranium</i>	<i>columbinum</i>		+		+	+					+						
<i>Hypericum</i>	<i>perforatum</i>	+									+		+				+
<i>Knautia</i>	<i>arvensis</i>		+								+			+	+		+
<i>Lathyrus</i>	<i>tuberosus</i>	+															
<i>Lactuca</i>	<i>seriola</i>																+
<i>Leontodon</i>	<i>hispidus</i>								+					+			
<i>Linaria</i>	<i>genistifolia</i>		+	+													
<i>Linaria</i>	<i>vulgaris</i>			+				+					+				
<i>Lotus</i>	<i>corniculatus</i>	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+		+
<i>Lotus</i>	<i>tenuis</i>		+	+			+	+									
<i>Lythrum</i>	<i>virgatum</i>				+												
<i>Malva</i>	<i>sylvestris</i>				+						+			+	+	+	
<i>Marrubium</i>	<i>peregrinum</i>		+			+				+			+				
<i>Matricaria</i>	<i>perforata</i>	+		+			+								+		+
<i>Medicago</i>	<i>sativa</i>	+	+		+					+	+	+	+	+	+		+
<i>Melilotus</i>	<i>alba</i>	+															+
<i>Melilotus</i>	<i>officinalis</i>	+	+						+							+	
<i>Mentha</i>	<i>pulegium</i>			+				+									
<i>Mentha</i>	<i>longifolia</i>			+	+	+								+	+		
<i>Mentha</i>	<i>dumetorum</i>			+													

Rod	Vrsta	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15	L16
<i>Nigella</i>	<i>arvensis</i>					+											
<i>Ononis</i>	<i>spinosa</i>		+	+		+		+	+	+	+	+	+	+	+		+
<i>Onopordum</i>	<i>acanthium</i>						+										
<i>Orlaya</i>	<i>grandiflora</i>				+	+				+		+		+			
<i>Papaver</i>	<i>rhoeas</i>	+															
<i>Pastinaca</i>	<i>sativa</i>								+								+
<i>Petrorhagia</i>	<i>prolifera</i>	+								+		+					
<i>Picris</i>	<i>hieracioides</i>	+	+	+				+			+		+	+	+	+	+
<i>Picris</i>	<i>echioides</i>							+									
<i>Potentilla</i>	<i>argentea</i>			+	+										+		
<i>Prunella</i>	<i>vulgaris</i>			+													
<i>Prunella</i>	<i>laciniata</i>								+						+		
<i>Ranunculus</i>	<i>polyanthemus</i>		+		+			+									
<i>Rubus</i>	<i>caesius</i>						+		+								+
<i>Salvia</i>	<i>nemorosa</i>				+	+			+					+		+	
<i>Salvia</i>	<i>pratensis</i>						+		+								
<i>Sambucus</i>	<i>ebulus</i>		+		+	+				+			+		+	+	+
<i>Scabiosa</i>	<i>ochroleuca</i>		+	+			+		+	+	+	+	+	+	+		+
<i>Senecio</i>	<i>jacobea</i>												+				
<i>Silene</i>	<i>latifolia</i>	+		+						+						+	
<i>Sinapis</i>	<i>arvensis</i>							+									
<i>Sisymbrium</i>	<i>orientale</i>						+								+		
<i>Stachys</i>	<i>germanica</i>			+									+				
<i>Solanum</i>	<i>dulcamara</i>				+												
<i>Teucrium</i>	<i>chamaedris</i>				+			+		+		+	+				+
<i>Thymus</i>	<i>pannonicus</i>											+					
<i>Torilis</i>	<i>arvensis</i>		+		+	+	+	+		+	+	+	+		+		+
<i>Trifolium</i>	<i>pratense</i>			+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Trifolium</i>	<i>arvense</i>			+								+					
<i>Trifolium</i>	<i>campestre</i>							+									

Rod	Vrsta	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15	L16
<i>Trifolium</i>	<i>fragiferum</i>							+							+		
<i>Trifolium</i>	<i>repens</i>	+						+			+				+	+	
<i>Urtica</i>	<i>dioica</i>		+														
<i>Verbascum</i>	<i>phlomoides</i>	+								+							+
<i>Verbena</i>	<i>officinalis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Veronica</i>	<i>orchidea</i>								+								
<i>Xeranthemum</i>	<i>inapertum</i>				+	+				+		+	+		+		
<i>Xeranthemum</i>	<i>annuum</i>		+							+		+	+	+	+		

8. LITERATURA

- Abrol, D. P. 2012. *Pollination biology: Biodiversity conservation and agricultural production*. Springer Science+Business Media B. V., 792 pp.
- Aizen, M. A., Feinsinger, P. 1994. Forest fragmentation, pollination, and plant reproduction in a chaco dry forest, Argentina. *Ecology*, 75: 330-351.
- Albrecht, M., Duelli, P., Muller, C., Kleijn, D., Schmid, B. 2007. The Swiss agri-environment scheme enhances pollinator diversity and plant reproductive success in nearby intensively managed farmland. *Journal of Applied Ecology*, 44: 813-822.
- Alexander, B. A., Michener, C. D. 1995. Phylogenetic studies of the families of short-tongued bees. *University of Kansas Science Bulletin*, 55: 377-424.
- Alford, D. V. 1975. *Bumblebees*. Davis-Poynter, London, xxi-352 pp.
- Ali, H., Owayss, A. A., Khan, K. A., Alqarni, A. S. 2015. Insect visitors and abundance of four species of *Apis* on sunflower *Helianthus annuus* L. in Pakistan. *Acta Zoologica Bulgarica*, 67(2): 235-240.
- Almeida, E. A. B. 2008. Colletidae nesting biology (Hymenoptera: Apoidea). *Apidologie*, 39(1): 16-29. doi: 10.1051/apido:2007049.
- Amiet, F. 1996. Hymenoptera, Apidae, 1. Teil. Allgemeiner Teil, Gattungsschlüssel, die Gattungen *Apis*, *Bombus* und *Psithyrus*. Insecta Helvetica 12. *Schweizerische Entomologische Gesellschaft*, Neuchatel, 98 pp.
- Anđelković, V. 1949. Ekološka ispitivanja na vrsti *Halictus quadricinctus* F. *Zbornik stud. naučnih radova*, br.1.
- Arya, D. R., Sihag, R. C., Yadav, P. R. 1994. Diversity, abundance and foraging activity of insect pollinators of sunflower (*Helianthus annuus* L.) at Hissar (India). *Indian Bee Journal*, 56(3/4): 172-178.
- Ascher, J. C., Pickering, J. 2014. Discover life bee species guide and world checklist (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila). Dostupno na: www.discoverlife.org-bee (pristupljeno 18.01.2018.).

- Banaszak, J., Romasenko, L. 1998. *Megachilid bees of Europe*. Pedagogical University, Bydgoszcz, Poland, 237 pp.
- Batáry, P., Báldi, A., Kleijn, D., Tschardtke, T. 2011. Landscape-moderated biodiversity effects of agri-environmental management: a meta-analysis. *Proceedings of the royal society B*, 278: 1894-1902.
- Bates, D., Mächler, M., Bolker, B., Walker, S. 2014. Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67(1): 1-48.
doi:10.18637/jss.v067.i01.
- Batra, S. W. T. 1984. Solitary bees. *Scientific American*, 250(2): 120-127.
- Bennett, A. B., Isaacs, R. 2014. Landscape composition influences pollinators and pollination services in perennial biofuel plantings, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 193: 1-8.
- Biesmeijer, J. C., Roberts, S. P. M., Reemer, M., Ohlemüller, R., Edwards, M., Peeters, T., Schaffers, A. P., Potts, S. G., Kleukers, R., Thomas, C. D., Settele, J., Kunin, W. E. 2006. Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. *Science*, 313: 351-354.
- Blitzer, E. J., Dormann, C. F., Holzschuh, A., Klein, A.-M., Rand, T. A., Tschardtke, T. 2012. Spillover of functionally important organisms between managed and natural habitats. *Agriculture Ecosystems Environment*, 146(1): 34-43.
- Bosch, J., Kemp, W. P. 2001. *How to Manage the Blue Orchard Bee As an Orchard Pollinator*. Sustainable Agriculture Network, National Agricultural Library, Beltsville, MD, 88 pp.
- Breeze, T. D., Vaissière, B. E., Bommarco, R., Petanidou, T., Seraphides, N., Kozák, L., Schaper, J., Biesmeijer, J. C., Kleijn, D., Gyldenkærne, S., Moretti, M., Holschuh, A., Steffan-Dewenter, I., Stout, J. C., Pärtel, M., Zobel, M., Potts, S. G. 2014. Agricultural Policies Exacerbate Honeybee Pollination Service Supply-Demand Mismatches Across Europe. *PLoS ONE*, 9(1): e82996.

- Brittain, C., Williams, N., Kremen, C., Klein, A. M. 2013. Synergistic effects of non-*Apis* bees and honey bees for pollination services. *Proceedings of the Royal Society B*. DOI: 10.1098/rspb.2012.2767
- Brothers, D. J. 1975. Phylogeny and classification of the aculeate Hymenoptera, with special reference to the Mutillidae. *University of Kansas Science Bulletin*, 50: 483-648.
- Carreck, N. L., Ball, B. V., Martin, S. J. 2010. The epidemiology of cloudy wing virus infections in honey bee colonies in the UK. *Journal of Apicultural Research*, 49(1): 66-71.
- Chagnon M., Gingras, J., Domingos de O. 1993. Complementary Aspects of Strawberry Pollination by Honey and Indigenous Bees (Hymenoptera). *Journal of Economic Entomology (Ecology and Behavior)*, 86(2): 416-420.
- Čanak, M., Parabućki, S., Kojić, M. 1978. Ilustrovanakorovska flora Jugoslavije. MaticaSrpska. Odeljenjezaprirdnenauke. Novi Sad.
- Čolović, S. M., Grozdanić, S. 1955. (*Corydalis cava*) i njeni posetioci. *Zbornik Matice Srpske - serija prirodnih nauka, Novi Sad*. Sveska 8.
- Comba, L., Corbet, S. A., Hunt, L., Warren, B. 1999. Flowers, nectar and insect visits: evaluating British plant species for pollinator- friendly gardens. *Annals of Botany*, 83(4): 369-383.
- Comstock, J. H. 1924. *An Introduction to Entomology*. Comstock Publishing Company, Ithaca, N.Y., xix+1044 pp.
- Corbet, S. A. 1995. Insects, plants and succession: advantages of long-term set-aside. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 53: 201-217.
- Danforth, B. N., Cardinal, S. C., Praz, C., Almeida, E., Michez, D. 2013. Impact of molecular data on our understanding of bee phylogeny and evolution. *Annual review of entomology*, 58: 5-78.

- Danner, N., Molitor, A. M., Schiele, S., Härtel, S., Steffan-Dewenter, I. 2016. Season and landscape composition affect pollen foraging distances and habitat use of honey bees. *Ecological Applications*, 26(6): 1920-1929.
- Dathe, H. H. 1980. Die Arten der Gattung *Hylaeus* F. in Europa (Hymenoptera: Apoidea, Colletidae). *Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum in Berlin*, 56(2): 207-294.
- De Buck, N. 1990. Bloembezoek en bestuivingsecologie van Zweefvliegen (Diptera, Syrphidae) in het bijzonder voor België. *Studiendocumenten Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Brussels*, 60: 1-167.
- De Buck, N. 1993. Bloembezoek en bestuivingsecologie van Zweefvliegen (Diptera, Syrphidae) in het bijzonder voor België. Appendix to working document '60' of the *Royal Belgian Institute of Natural Sciences*, unpublished, 56: pp 80.
- Debevec, A. H., Cardinal, S., Danforth, B. N. 2012. Identifying the sister group to the bees: a molecular phylogeny of Aculeata with an emphasis on the superfamily Apoidea. *Zoologica Scripta*, 41(5): 527-535.
- DeGrandi-Hoffman, G., Watkins, J. C. 1999. The foraging activity of honey bees *Apis mellifera* and non—*Apis* bees on hybrid sunflowers (*Helianthus annuus*) and its influence on cross—pollination and seed set. *Journal of Apicultural Research*, 39: 37-45.
- Dubitzky, A. 2005. Studies in phylogeny and biosystematics of bees: The bees genus *Andrena* (Andrenidae) and the tribe Anthophorini (Apidae) (Insecta: Hymenoptera: Apoidea). Doktorska disertacija. Univerzitet Minhen.
- Eilers, E. J., Kremen, C., Greenleaf, S., Garber, A. K., Klein, A. M. 2011. Contribution of Pollinator-Mediated Crops to Nutrients in the Human Food Supply. *PLoS ONE*, 6(6): e21363.
- Ember, A. W. 1970. Die Bienen des Genus *Halictus* LATR. s.l. im Großraum von Linz (Hymenoptera, Apidae), Teil II. *Natkd. Jb. Stadt Linz*, 1970: 19-82.
- Ember, A. W. 1971. Die Bienen des Genus *Halictus* LATR. s.l. im Großraum von Linz (Hymenoptera, Apidae), Teil III. *Natkd. Jb. Stadt Linz*, 1971: 63-156.

- Ember, A. W. 1972a. Neue westpaläarktische Halictidae (Halictidae, Apoidea). *Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum in Berlin*, 48: 225-263.
- Ember, A. W. 1972b. Revision der von Brullé, Lucas und Pérez beschriebenen westpaläarktischen *Halictus*-Arten (Halictidae, Halictinae, Apoidea), sowie Festlegung des Lectotypus von *Lasioglossum (Evylaeus) angustifrons* (VACHAL). *Polskie Pismo Entomologiczne*, Wroclaw, 42(3): 589-636.
- Ember, A. W. 1974. Beiträge zur Kenntnis der Fauna Afghanistans: *Halictus* LATR. et *Lasioglossum* CURT. Halictidae, Apoidea, Hymenoptera. *Časopis Moravského Musea v Brně*, 59: 183-210.
- Ember, A. W. 1976. Liste der mitteleuropäischen *Halictus*- und *Lasioglossum*-Arten. *Linzer Biologische Beiträge*, 8(2): 393-405.
- Ember, A. W. 1978. *Halictus*, *Lasioglossum*, *Rophites* und *Systropha* aus dem Iran (Halictidae, Apoidea) sowie neue Arten aus der Paläarktis. *Linzer Biologische Beiträge*, 10(1): 1-109.
- Ember, A. W., Schwammberger, K. H. 1986. Die Bienengattung *Rophites* SPINOLA 1808 (Insecta: Hymenoptera: Apoidea: Halictidae: Dufoureae). Illustrierte Bestimmungstabellen. *Senckenbergiana biologica*, 66(4-6): 276-304.
- Ember, A. W., Skagami, S. F. 1985. Taxonomic notes on the Palearctic Species of the *Lasioglossum nitidiusculum*-Group, with Description of *L. allodalum* sp.nov. (Hymenoptera, Halictidae). *Kontyû*, 53: 297-310.
- ESRI 2009. ArcGis Desktop: Release 9.3.1. Redlans, CA: Environmental Systems Research Institute.
- Free, J. B. 1993. *Insect Pollination of Crops*, Second Edition. Academic Press, London, 684 pp.
- Fussell, M., Corbet, S. A. 1991. Flower usage by bumblebees: A basis for forage plant management. *Journal of Applied Ecology*, 29: 451-465.
- Fussell, M., Corbet, S. A. 1992. Forage for bumble bees and honey bees in farmland: a case study. *Journal of Apicultural Research*, 30: 87-97.

- Gallai, N., Salles, J. M., Sttele, J., Vaissière, B. E. 2009. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economics*, 68: 810-821.
- Garibaldi, L. A., Steffan-Dewenter, I., Kremen, C., Morales, J. M., Bommarco, R., Cunningham, S. A., Carvalheiro, L. G., Chacoff, N. P., Dudenhöffer, J. H., Greenleaf, S. S., Holzschuh, A., Isaacs, R., Krewenka, K., Mandelik, Y., Mayfield, M. M., Morandin, L. A., Potts, S. G., Ricketts, T. H., Szentgyörgyi, H., Viana, B. F., Westphal, C., Winfree, R., Klein, A. M. 2011. Stability of pollination services decreases with isolation from natural areas despite honey bee visits. *Ecology Letters*, 14: 1062-1072.
- Garibaldi, L. A., Steffan-Dewenter, I., Winfree, R., Aizen, M. A., Bommarco, R., Cunningham, S. A. 2013. Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. *Science*, 339: 1608-1611.
- Gathmann, A., Greiler, H.-J., Tscharrntke, T. 1994. Trap-nesting bees and wasps colonizing set-aside fields: succession and body size, management by cutting and sowing. *Oecologia*, 98: 8-14.
- Gathmann, A., Tscharrntke, T. 2002. Foraging ranges of solitary bees. *Journal of Animal Ecology*, 71: 757-764.
- Gauld, I., Bolton, B. 1988. *The Hymenoptera*. British Museum (Natural History), Oxford University Press, Oxford, 310 pp.
- Gilbert, F. S. 1993. *Hoverflies. Naturalists' Handbook 5*. 2nd Revised edition, Richmond Publishing Co Ltd, Slough, Berkshire, 76 pp.
- Gill, R. J., Ramos-Rodriguez, O., Raine, N. E. 2012. Combined pesticide exposure severely affects individual- and colony-level traits in bees. *Nature*, 491: 105-108.
- González-Varo, J. P., Biesmeijer, J. C., Bommarco, R., Potts, S. G., Schweiger, O., Smith, H. G., Steffan-Dewenter, I., Szentgyörgyi, H., Woyciechowski, M., Vilà, M. 2013. Combined effects of global change pressures on animal-mediated pollination. *Trends in Ecology & Evolution*, 28(9): 524-530.

- González-Varo, J. P., Vilà, M. 2017. Spillover of managed honeybees from mass-flowering into natural habitats. *Biological Conservation*, 212: 376-382.
- Google 2010. Google Earth (version 6) "Novi Sad" 45.2671° N, 19.8335° E. Google Earth, april 2013.
- Goulet, H., Huber, J. T. 1993. *Hymenoptera of the World: An Identification Guide to families*. Research Branch Agriculture Canada, Centre for Land and Biological Resources Research Ottawa, Ontario, 668 pp.
- Goulson, D. 2010. *Bumblebees Behaviour, Ecology, and Conservation*. Second Edition, Oxford University press, pp 1-311.
- Goulson, D., Nicholls, E., Botías, C., Rotheray, E. L. 2015. Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. *Science*, 347(6229): 1255957.
- Greenleaf, S. S., Kremen, C. 2006. Wild bee species increase tomato production and respond differently to surrounding land use in Northern California. *Biological Conservation*, 33: 81-87.
- Grozdanić, S. 1928. Zimski sympeadium od *Osmia bicolor*. *Glasnik Hrvatskog prirodoslovnog društva*.
- Grozdanić, S. 1931. Über das Fächeln der Arbeiterinnen der Honigbiene (*Apis mellifera* L.) Bienenvater, br. 11.
- Grozdanić, S. 1933. Varijabilitet ponašanja radilica domaće pčele. *Zbornik radova posvećen Živ. Đorđeviću*, Beograd.
- Grozdanić, S. 1935. Zatvoreni krug ponašanja. *Pčelar, Matica Srpska*, Novi Sad.
- Grozdanić, S. 1937. Ekološka ispitivanja društvenog života domaće pčele (*Apis mellifera* L.). *Arhiv Min. Poljoprivrede*, Beograd.
- Grozdanić, S. 1938. Jedno siroto pčelinje društvo. *Pčelar broj 7*, Novi Sad.
- Grozdanić, S. 1949. Iz biologije jednog bezmatka medonosne pčele (*Apis mellifera* L.). *Arhiv Bioloških Nauka*, Beograd.

- Grozdanić, S. 1950a. Posmatranje na jednom naselju vrste *Halictus sexcinctus* F. iz Zbornika radova Instituta za Ekologiju i Biogeografiju br 1. *Srpska Akademija Nauka*, Beograd.
- Grozdanić, S. 1950b. Pčele drvenarice (*Xylocopa violacea* i *Xylocopa valga*) iz Zbornika radova Instituta za Ekologiju i Biogeografiju br 1. *Srpska Akademija Nauka*, Beograd.
- Grozdanić, S. 1950c. Normalni i operatorski odnosi bumbara i pčela prema mrtvoj koprivi pegavoj (*Lamium maculatum*). *Nauka i priroda* 6.
- Grozdanić, S. 1956. *Halictus marginatus* Brullé kao prelazna forma između solitarnih i socijalnih pčela. *Zbornik Matice Srpske - serija prirodnih nauka, Novi Sad*. Sveska 9: 73-81.
- Grozdanić, S. 1959. Dalja ispitivanja na njivskom bumbaru (*Bombus agrorum*) u oblasti Gruške gore. *Zbornik Matice Srpske - serija prirodnih nauka, Novi Sad*. Sveska 16: 55.
- Grozdanić, S. 1960. Instinktivna delatnost solitarnih i socijalnih pčela (Apidae). *Zbornik Matice Srpske - serija prirodnih nauka, Novi Sad*. Sveska 19: 5-14.
- Grozdanić, S. 1961. Funkcija mirisnog organa medonosne pčele u raznim situacijama. *Zbornik Matice Srpske - serija prirodnih nauka, Novi Sad*. Sveska, 20: 24-33.
- Grozdanić, S. 1965. Zbrinjavanje potomstva kod dvobojne Osmije (*Osmia bicolor*, Hymenoptera). *Zbornik Matice Srpske - serija prirodnih nauka, Novi Sad*. Sveska 29: 100-106.
- Grozdanić, S., Baranov, O. 1963. "Disteleologija" bumbara i pčela u svetlosti reflektorne teorije I. P. Pavlova. *Zbornik Matice Srpske - serija prirodnih nauka, Novi Sad*. Sveska 24: 21-36.
- Grozdanić, S., Čolović, S. 1955. Nekoliko momenata iz života njivskog bumbara (*Bombus agrorum* F.) u oblasti Fruške gore. *Zbornik Matice Srpske - serija prirodnih nauka, Novi Sad*. Sveska 9: 107-111.

- Grozđanić, S., Dimitrijević, T. 1948. Lepezanje pčela uz otvaranje mirisnog organa. *Pčelarstvo*, br. 6.
- Grozđanić, S., Mučalica, Z. 1966. Posmatranje na solitarnim pčelama *Systropha planidens* Gir. i *Systropha curvicornis* Scop. (*Apoidea*, *Hymenoptera*). *Glasnik Prirodnjačkog muzeja u Beogradu, serija B, biološke nauke*, 21: 133-136.
- Grozđanić, S., Vasić, Ž. 1966. Prilog biologiji solitarne pčele *Tetralonia lyncea* Mocs. (*Apoidea*, *Hymenoptera*). *Glasnik Prirodnjačkog muzeja u Beogradu, serija B, biološke nauke*, 21: 119-132.
- Hadley A. S., Betts, M. G. 2011. The effects of landscape fragmentation on pollination dynamics: absence of evidence not evidence of absence. *Biological Reviews*, (*Cambridge Philosophical Society*), 87(3): 526-544.
- Haenke, S., Kovacs-Hostyanszki, A., Fründ, J., Batary, P., Jauker, B., Tschardt, T., Holzschuh, A. 2014. Landscape configuration of crops and hedgerows drives local syrphid fly abundance. *Journal of Applied Ecology*, 51: 505-513.
- Hanley, M. E., Franco, M., Dean, C. E., Franklin, E. L., Harris, H. R., Haynes, A. G., Rapson, S. R., Rowse, G., Thomas, K. C., Waterhouse, B. R., Knight, M. E. 2011. Increased bumblebee abundance along the margins of a mass flowering crop: evidence for pollinator spill-over. *Oikos*, 120: 1618-1624.
- Harder, L. D. 1983. Functional differences of the proboscides of short- and long-tongued bees. *Canadian Journal of Zoology*, 61: 1580-1586.
- Hedtke, S. M., Patiny, S., Danforth, B. N. 2013. The bee tree of life: a supermatrix approach to apoid phylogeny and biogeography. *BMC Evolutionary Biology*, 13: 138.
- Heinrich, B. 1979. Majoring and minoring by foraging bumblebees *Bombus vagans*. *Ecology*, 60: 245-255.
- Holzschuh, A., Dainese, M., González-Varo, P. J., Mudri-Stojnić, S., Riedinger, V., Rundlöf, M., Scheper, J., Wickens, B. J., Wickens, B. V., Bommarco, R., Kleijn, D., Potts, G. S., Roberts, P. M. S., Smith, G. H., Vilà, M., Vujić, A., Steffan-Dewenter, I.

2016. Mass-flowering crops dilute pollinator abundance in agricultural landscape across Europe. *Ecology Letters*, 19(10): 1228-1236.
- Holzschuh, A., Dormann, C. F., Tschardtke, T., Steffan-Dewenter, I. 2011. Expansion of mass-flowering crops leads to transient pollinator dilution and reduced wild plant pollination. *Proceedings of the Royal Society*, 278: 3444-3451.
- Holzschuh, A., Dormann, C.F., Tschardtke, T., Steffan-Dewenter, I. 2013. Mass-flowering crops enhance wild bee abundance. *Oecologia*, 172: 477-484.
- Holzschuh, A., Steffan-Dewenter, I. 2011. Empirical assessment of multiple pressures on pollinators and pollination services across Europe. Radni paket 5. Status and trends of European pollinators. Dostupno na: <http://www.step-project.net/> (pristupljeno 10.05.2011.).
- Holzschuh, A., Steffan-Dewenter, I., Kleijn, D., Tschardtke, T. 2007. Diversity of flower-visiting bees in cereal fields: effects of farming system, landscape composition and regional context. *Journal of Applied Ecology*, 44: 41-49.
- Holzschuh, A., Steffan-Dewenter, I., Tschardtke, T. 2010. How do landscape composition and configuration, organic farming and fallow strips affect the diversity of bees, wasps and their parasitoids? *Journal of Animal Ecology*, 79: 491-500.
- Hudewenz, A., Klein, A. M. 2013. Competition between honey bees and wild bees and the role of nesting resources in a nature reserve. *Journal of Insect Conservation*, 17: 1275-1283.
- Ion, V., Stefan, V., Ion, N. 2009. Necessity of pollination by *Melliferous* bees at Sunflower hybrids actually cultivated in Romania. *USAMV Bucharest, Series A*, 2: 338-343.
- Jadhav, A., Sreedevi, K., Rajendra Prasad, P. 2011. Insect pollinator diversity and abundance in sunflower ecosystem. *Current Biotica*, 5(3): 344-350.
- James, R. R., Pitts-Singer, T. L. 2008. *Bee Pollination in Agricultural Ecosystems*. Oxford University Press.

- Jauker, F., Diekötter, T., Schwarzbach, F., Wolters, V. 2009. Pollinator dispersal in an agricultural matrix: opposing responses of wild bees and hoverflies to landscape structure and distance from main habitat. *Landscape Ecology*, 24: 547-555.
- Jauker, F., Peter, F., Wolters, V., Diekötter, T. 2012. Early reproductive benefits of mass-flowering crops to the solitary bee *Osmia rufa* outbalance post-flowering disadvantages. *Basic Applied Ecology*, 13: 268-276.
- Jávorka, S., Csapody, V. 1975. Közép-európadélkeletirészénekflórájaképekben. AkadémiaiKaidó, Budapest.
- Josifović, M. (ur.) 1970-1977. Flora SR Srbije, I-IX. SrpskaAkademijanaukaiumetnosti. Odeljenjeprirodno-matematičkihnauka. Beograd.
- Kasina, M., Nderitu, J., Nyamasyo, G., Oronje, M. L. 2007. Sunflower pollinators in Kenya: Does diversity influence seed yield? *African Crop Science Conference Proceedings*, 8: 1149-1153.
- Kells, A. R., Goulson, D. 2003. Preferred nesting sites of bumblebee queens (Hymenoptera: Apidae) in agroecosystems in the UK. *Biological Conservation*, 109: 165-174.
- Kennedy, C. M., Lonsdorf, E., Neel, M. C., Williams, N. M., Ricketts, T. H., Winfree, R., Bommarco, R., Brittain, C., Burley, A. L., Cariveau, D., Carvalheiro, L. G., Chacoff, N. P., Cunningham, S. A., Danforth, B. N., Dudenhöffer, J. H., Elle, E., Gaines, H. R., Garibaldi, L. A., Gratton, C., Holzschuh, A., Isaacs, R., Javorek, S. K., Jha, S., Klein, A. M., Krewenka, K., Mandelik, Y., Mayfield, M. M., Morandi, L., Neame, L. A., Otieno, M., Park, M., Potts, S. G., Rundlöf, M., Saez, A., Steffan-Dewenter, I., Taki, H., Viana, B. F., Westphal, C., Wilson, J. K., Greenleaf, S. S., Kremen, C. 2013. A global quantitative synthesis of local and landscape effects on wild bee pollinators in agroecosystems. *Ecology Letters*, 16: 584-599.
- Kevan, P. G., Greco, C. F., Belaoussoff, S. 1997. Log-normality of biodiversity and abundance in diagnosis and measuring of ecosystemic health: pesticide stress on pollinators on blueberry heaths. *Journal of Applied Ecology*, 34: 1122-1136.

- Klein, A.-M., Steffan-Dewenter, I., Tschardtke, T. 2003a. Pollination of *Coffea canephora* in relation to local and regional agroforestry management. *Journal of Applied Ecology*, 40: 837-845.
- Klein, A.-M., Steffan-Dewenter, I., Tschardtke, T. 2003b. Fruit set of highland coffee increases with the diversity of pollinating bees. *Proceedings of the Royal Society B*, 270: 955-961.
- Klein, A.-M., Vaissiere, B. E., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C., Tschardtke, T. 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B*, 274: 303-313.
- Kölreuter, J. G. 1761. Vorläufige Nachricht von einigen des Geschlecht der Pflanyen betreffenden Versuchen und Beobachtungen. Leipyig.
- Kosior, A., Celary, W., Olejniczak, P., Fijał, J., Krol, W., Solarz, W., Płonka, P. 2007. The decline of the bumble bees and cuckoo bees (Hymenoptera, Apidae, Bombini) of Western and Central Europe. *Oryx*, 41: 79-88.
- Kremen, C., Williams, N. M., Aizen, M. A., Gemmill-Herren, B., LeBuhn, G. 2007. Pollination and other ecosystem services produced by mobile organisms: a conceptual framework for the effects of land-use change. *Ecology Letters*, 10: 299-314.
- Kremen, C., Williams, N. M., Bugg, R. L., Fay, J. P., Thorp, R. W. 2004. The area requirements of an ecosystem service: crop pollination by native bee communities in California. *Ecology Letters*, 7: 1109-1119.
- Kremen, C., Williams, N. M., Thorp, R. W. 2002. Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 99(26): 16812-16816.
- Krunić, M. 1959. Prelazne forme između solitarnih i socijalnih pčela, *Halictus malachurus*, *H. marginatus*, *H. scabiosae*. *Zbornik Matice Srpske - serija prirodnih nauka, Novi Sad*, Sveska 17: 102-110.

- Krunić, M. D., Brajković, M. M., Mihajlović, Lj. S. 1991. Management and Utilization of *Osmia cornuta* Latr. for Orchard Pollination in Yugoslavia. *Acta Horticulturae*, 288: 190-193.
- Krunić, M. D., Radović, I. T., Brajković, M. M. 1988. A contribution to the knowledge of the fauna of the Megachilidae family (Hymenoptera) in Yugoslavia (I). *Glas CCCLIII de l'Academie Serbe des Sciences et des Arts, Classe des Sciences naturelles et mathematiques, Belgrade*, 52: 25-30.
- Krunić, M. D., Stanisavljević, Lj., Brajković, M. M., Tomanović, Ž. 1998. The effect of cold-hardiness and the way of ending diapause in *Osmia cornuta* and *O. rufa* (Megachilidae, Hymenoptera) on their distribution in Europe. *Archives of biological sciences*, 50(4): 33-34.
- Krunić, M., Brajković, M. M., Mihajlović, Lj., Tomanović, Ž. 1992. *Megachile rotundata* Fab. (Hymenoptera: Megachilidae) populations and their accompanying fauna in Yugoslavia. *Proceedings of the Fourth European Congress of Entomology and the XIII. Internationale Symposium fur die Entomofaunistik Mitteleuropas*, 2: 527-531.
- Krunić, M., Janković, D., Stanišić, T. 1989. *Osmia cornuta* Latr. (Megachilidae, Hymenoptera) - Potential orchard pollinator. *Archives of biological sciences*, 41(1-2): 33-37.
- Krunić, M., Nikodinović, R., Brajković, M., Terzić, Lj. 1994. Honeybee (*Apis mellifera* L.) as Indicator of Environmental contamination in parts of Serbia. *Second International Symposium and Exhibition on Environmental Contamination in Central and Eastern Europe, Budapest (Hungary), Budapest, Symposium proceedings*, pp 37-38.
- Krunić, M., Pinzauti, A., Felicioli, A. Stanisavljević, Lj. 1995b. Further observations on *Osmia cornuta* Latr. and *O. rufa* L. as alternative fruit pollinators, domestication and utilization. *Archives of biological sciences*, 47(1-2): 59-66.
- Krunić, M., Stanisavljević, L. 2006. Population Management in the Mason bee species *Osmia cornuta* and *O. rufa* for Orchard Pollination in Serbia (Hymenoptera: Megachilidae). *Entomologia Generalis*, 29(1): 27-38.

- Krunic, M., Stanisavljevic, L., Brajkovic, M., Tomanovic, Z., Radovic, I. 2001. Ecological Studies of *Osmia cornuta* (Latr.) (Hymenoptera, Megachilidae) Populations in Yugoslavia with Special Attention to their Diapause. *Acta Horticulture*, 561: 297-302.
- Krunic, M., Stanisavljevic, L., Pinzauti, M., Felicoli, A. 2005. The accompanying fauna of *Osmia cornuta* and *Osmia rufa* and effective measures of protection. *Bulletin of Insectology*, 58(2): 141-152.
- Krunić, M., Stanisavljević, Lj., Brajković, M., Tomanović, Ž. 1999. Further investigations on the accompanying fauna of orchard bees *Osmia cornuta* Latr. and *O. rufa* (L.). *Contributions to the Zoogeography and Ecology of the Eastern Mediterranean Region*, 1: 287-291.
- Krunić, M., Tasei, J. N., Pinzauti, M. 1995a. Biology and management of *Megachile rotundata* Fabricius under European conditions. *Apicoltura*, Roma, Italy, 10: 71-79.
- Kuhlmann, M., Ascher, J. S., Dathe, H. H., Ebmer, A. W., Hartmann, P., Michez, D., Müller, A., Patiny, S., Pauly, A., Praz, C. J., Rasmont, P., Risch, S., Scheuchl, E., Schwarz, M., Terzo, M., Williams, P. H., Amiet, F., Baldock, D., Berg, Ø., Bogusch, P., Calabuig, I., Cederberg, B., Gogala, A., Gusenleitner, F., Józán, Z., Madsen, H. B., Nilsson, A., Ødegaard, F., Ortiz-Sánchez, F. J., Paukkunen, J., Pawlikowski, T., Quaranta, M., Roberts, S. P. M., Sáropataki, M., Schwenninger, H. R., Smit, J., Söderman, G., Tomozei, B. 2016. Checklist of the western Palaearctic bees (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila). Dostupno na: <http://westpalbees.myspecies> (pristupljeno 16.01.2018.).
- Kuhlmann, M., Else, G. R., Dawson, A., Quicke, D. L. J. 2007. Molecular, biogeographical and phenological evidence for the existence of three western European sibling species in the *Colletes succinctus* group (Hymenoptera: Apidae). *Organisms Diversity & Evolution*, 7: 155-165.
- Kwon, Y. J., Saeed, S. 2003. Effect of temperature on the foraging activity of *Bombus terrestris* L. (Hymenoptera: Apidae) on greenhouse hot pepper (*Capsicum annum*L.). *Applied Entomology and Zoology*, 38: 275-280.

- Laroca, S., Michener, C. D., Hofmeister, R. M. 1989. Long mouthparts among “Short-tongued” bees and the fine structure of the labium in *Niltonia* (Hymenoptera, Colletidae). *Journal of the Kansas Entomological Society*, 62(3): 400-410.
- Larsen, T. H., Williams, N. M., Kremen, C. 2005. Extinction order and altered community structure rapidly disrupt ecosystem functioning. *Ecology Letters*, 8: 538-547.
- Larson, B. M. H., Kevan, P. G., Inouye, D. W. 2001. Flies and flowers: taxonomic diversity of anthophiles and pollinators. *The Canadian Entomologist*, 133: 439-465.
- Linsley, E. G. 1958. The ecology of solitary bees. *Hilgardia*, 27: 543-599.
- Liow, L. H., Sodhi, N. S., Elmqvist, T. 2001. Bee diversity along a disturbance gradient in tropical lowland forests of south-east Asia. *Journal of Applied Ecology*, 38: 180-192.
- Lloyd, D. R., LaBerge, W. E. 1975. The nestbiology of the bee *Andrena* (*Ptilandrena*) *erigeniae* Robertson (Hymenoptera: Andrenidae). *Illinois Natural History Survey Biological Notes*, 95: 1-15.
- Lomholdt, O. 1982. On the origin of the bees. *Entomologica scandinavica*, 13: 185-190.
- Markov, Z., Nedeljković, Z., Ricarte, A., Vujić, A., Jovičić, S., Józán, Z., Mudri-Stojnić, S., Radenković, S., Četković, A. 2016. Bee (Hymenoptera: Apoidea) and hoverfly (Diptera: Syrphidae) pollinators in Pannonian habitats of Serbia, with a description of a new *Eumerus* Meigen species (Syrphidae). *Zootaxa*, 4154(1): 27-50.
- Mauss, V. 1994. Bestimmungsschlüssel für Hummeln. 6. Auflage DJN (Hrsg.) Hamburg, 1-50.
- Mayer, C., Soka, G., Picker, M. 2006. The importance of monkey beetle (Scarabaeidae: Hopliini) pollination for Aizoaceae and Asteraceae in grazed and ungrazed areas at Paulshoek, Succulent Karoo, South Africa. *Journal of Insect Conservation*, 10: 323-333.
- Melo G. A. R., Gonçalves, R. B. 2005. Higher level bee classifications. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22: 153-159.

- Meyer, B., Jauker, F., Steffan-Dewenter, I. 2009. Contrasting resource-dependent responses of hoverfly richness and density to landscape structure. *Basic and Applied Ecology*, 10: 178-186.
- Michener, C. D. 1944. Comparative external morphology, phylogeny, and a classification of the bees. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 89: 257-318.
- Michener, C. D. 1979. Biogeography of the bees. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 66: 277-347.
- Michener, C. D. 1981. Comparative morphology of the middle coxae of Apoidea. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 54: 319-326.
- Michener, C. D. 1983. The classification of the Lithurginae. *Pan-Pacific Entomologist*, 59: 176-187.
- Michener, C. D. 1985. A comparative study of the mentum and lorum of bees. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 57: 705-714.
- Michener, C. D. 2007. *The Bees of the World*. Second edition [drugo izdanje]. Johns Hopkins University Press, Baltimore, vii-953 pp.
- Michener, C. D., Greenberg, L. 1980. Ctenoplectridae and the origin of long-tongued bees. *Zoological Journal of the Linnean Society [London]*, 69: 183-203.
- Michener, C. D., Greenberg, L. 1985. The fate of the lacinia in the Halictidae and Oxaeidae. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 58: 137-141.
- Michez, D., Vanderplanck, M. Engel, M. S. 2012. Fossil bees and their plant associates. U: Patiny, S. (editor) *Evolution of plant-pollinator relationships*. Cambridge university press, Cambridge, pp 103-164.
- Milivojević, B. 1933. Eksperimentalna ispitivanja na izolovanim domaćim pčelama. *Zbornik radova posvećen Živ. Đurđeviću*, Beograd.
- Mitchell, T. B. 1960. *Bees of the eastern United States*. Volume I. North Carolina Agricultural Experiment Station Technical Bulletin No 141, Raleigh, NC, 538 pp.

- Morandian L. A., Winston M. L. 2005. Wild bees are more abundant in organic than conventionally farmed oilseed rape fields at La Crete, Alberta, Canada. *Ecological Applications*, 15: 871-881.
- Moreti, A. C. C. C., Silva, R. M. B., Silva, E. C. A., Alves, M. L. T. M. F., Otsuk, I. P. 1996. Increase of sunflower (*Helianthus annuus* L.) seed production by pollinating insect action. *Scientia Agricola*, 53: 2-3.
- Mudri-Stojnić, S., Andrić, A., Józán, Z., Vujić, A. 2012. Pollinator diversity (Hymenoptera and Diptera) in semi-natural habitats in Serbia during summer. *Archives of biological sciences*, 64(2): 777-786.
- Nagamitsu, T, Inoue, T. 1997. Aggressive foraging of social bees as a mechanism of floral resource partitioning in an Asian tropical rainforest. *Oecologia*, 110: 432-439.
- Nakamura, H., Toquenaga, Y. 2002. Estimating colony locations of bumble bees with moving average model. *Ecological Research*, 17: 39-48.
- Nderitu, J., Nyamasyo, G., Kasina, M., Oronje, M. L. 2008. Diversity of sunflower pollinators and their effect on seed yield in Makueni District, Eastern Kenya. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 6(2): 271-278.
- Nedeljković, Z. 2011. Taksonomska analiza vrsta iz podfamilije Syrphinae (Diptera Syrphidae) u Srbiji. Doktorska disertacija. Univerzitet Novi Sad.
- Neumann, P., Carreck, N. L. 2010. Honey bee colony losses. *Journal of Apicultural Research*, 49: 1-6.
- Nielsen, A., Dauber, J., Kunin, E. W., Lamborn, E., Jauker, B., Moora, M., Potts, G. S., Reitan, T., Roberts, S., Söber, V., Josef, S., Steffan-Dewenter, I., Stout, C. J., Tscheulin, T., Vaitis, M., Vivarelli, D., Biesmeijer, C. J., Petanidou, T. 2012. Pollinator community responses to the spatial population structure of wild plants: A pan-European approach. Gfö Ecological Society of Germany, Austria and Switzerland. *Basic and Applied Ecology*, 13: 489-499.
- Nieto, A., Roberts, S. P. M., Kemp, J., Rasmont, P., Kuhlmann, M., Criado, M. G., Biesmeijer, J. C., Bogusch, P., Dathe, H. H., De la Rúa, P., De Meulemeester, T.,

- Dehon, M., Dewulf, A., Ortiz-Sánchez, F. J., Lhomme, P., Pauly, A., Potts, S. G., Praz, C., Quaranta, M., Radchenko, V. G., Scheuchl, E., Smit, J., Straka, J., Terzo, M., Tomozei, B., Window, J., Michez, D. 2014. *European Red List of bees*. Publication Office of the European Union, Luxembourg.
- O'Toole, C. 1997. Those other bees. *Bee World*, 78(3): 105-107.
- Obute, G. C. 2010. Pollination: a threatened vital biodiversity service to humans and the environment. *International Journal of Biodiversity and Conservation*, 2: 1-13.
- Orford, K. A., Vaughan, I. P., Memmott, J. 2015. The forgotten flies: the importance of non-Syrphid Diptera as pollinators. *Proceedings of the Royal Society B*, 282: 20142934.
- Petanidou, T., Ståhls, G., Vujić, A., Olesen, J. M., Rojo, S., Thrasyvoulou, A., Sgardelis, S., Kallimanis, A. S., Kokkini, S., Tscheulin, T. 2013. Investigating plant–pollinator relationships in the Aegean: the approaches of the project POL-AEGIS (The pollinators of the Aegean archipelago: diversity and threats). *Journal of Apicultural Research*, 52(2): 106-117.
- Petrik, A. 1958. Entomofauna Deliblatske peščare. *Rad vojvodjanskih muzeja*, 7: 87-113.
- Pisanty, G., Klein, A. M., Mandelik, Y. 2014. Do wild bees complement honeybee pollination of confection sunflowers in Israel?. *Apidologie*, 45(2): 235-247
- Podbolockaja, M. V. 1988. Analiz rasprostranjenija paleartičeskijh šmelei (Hymenoptera, Apidae, Bombus Latr.). Svezi entomofaun Severnoi Evropi i Sibiri. *L. Zool.*, 142-147.
- Potts, S. G., Biesmejer, J. C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O., Kunin, W. 2010. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology & Evolution* 25(6): 345-353.
- Potts, S. G., Vulliamy, B., Dafni, A., Ne'eman, G., Willmer, P. 2003. Linking bees and flowers: how do floral communities structure pollinator communities? *Ecology*, 84(10): 2628-2642.

- Potts, S. G., Vulliamy, B., Roberts, S., O' Toole, C., Dafni, A., Ne'eman, G., Willmer, P. G. 2004. Nectar resource diversity organises flowervisitor community structure. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 113: 103-107.
- Potts, S. G., Vulliamy, B., Roberts, S., O'Toole, C., Dafni, A., Ne'eman, G., Willmer, P. 2005. Role of nesting resources in organising diverse bee communities in a Mediterranean landscape. *Ecological Entomology*, 30: 78-85.
- Potts, S. G., Woodcock, B. A., Roberts, S. P. M., Tscheulin, T., Pilgrim, E. S., Brown, V. K., Tallwin, J. R. 2009. Enhancing pollinator biodiversity in intensive grasslands. *Journal of applied ecology*, 46: 369-379.
- Potts, S., Biesmeijer, K., Bommarco, R., Breeze, T., Carvalheiro, L., Franzen, M., Gonzalez-Varo, J. P., Holzschuh, A., Kleijn, D., Klein, A.-M., Kunin, B., Lecocq, T., Lundin, O., Michez, D., Neumann, P., Nieto, A., Penev, L., Rasmont, P., Ratamaki, O., Riedinger, V., Roberts, S. P. M., Rundlof, M., Scheper, J., Sorensen, P., Steffan-Dewenter, I., Stoev, P., Vila, M., Schweiger, O. 2015. *Status and trends of European pollinators. Key findings of the STEP project*. Pensoft Publishers, Sofia, 72 pp.
- Pywell, R. F., Warman, E. A., Hulmes, L., Hulmes, S., Nuttall, P., Sparks, T. H., Critchley, C. N. R., Sherwood, A. 2006. Effectiveness of new agri-environment schemes in providing foraging resources for bumblebees in intensively farmed landscapes. *Biological Conservation*, 129: 192-206.
- R Core Team 2014. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Dostupno na: <http://www.R-project.org/>
- Radchenko, V. G., Pesenko, Yu. A. 1994. *Biology of Bees (Hymenoptera, Apoidea)*. Russian Academy of Science, Zoological Institute, St. Petersburg, 351 pp.
- Radenković, S. 2008. Fauna podfamilije Eristalinae (Diptera Syrphidae) u Srbiji. Doktorska disertacija. Univerzitet Novi Sad.
- Radford, B. J., Nielsen, R. G. H., Rhodes, J. W. 1979. Agents of pollination in sunflower crops in the central Darlingdowns, Queensland. *Australian journal of experimental agriculture and animal husbandry*, 19: 565-569.

- Richards, M. H. 2001. Nesting biology and social organization of *Halictus sexcinctus* (Fabricius) in southern Greece. *Canadian Journal of Zoology*, 79: 2210-2220.
- Richards, O. W. 1977. *Hymenoptera, Introduction and key to families. Handbooks for the Identification of british Insects*. Royal Entomological society of London, 6(1), London, 103 pp.
- Richards, O. W., Davies, R. G. 1977. Imms' General Textbook of Entomology, 10th ed., London, 1354 pp.
- Ricketts, T. H. 2004. Tropical Forest Fragments Enhance Pollinator Activity in Nearby Coffee Crop. *Conservation Biology*, 18: 1262-1271.
- Ricketts, T. H., Regetz, J., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C., Bogdanski, A., Gemmill-Herren, B., Greenleaf, S. S., Klein, A. M., Mayfield, M. M., Morandin, L. A., Ochieng, A., Viana, B. F. 2008. Landscape effects on crop pollination services: are there general patterns? *Ecology Letters*, 11: 499-515.
- Riedinger, V., Mitesser, O., Hovestadt, T., Steffan-Dewenter, I., Holzschuh, A. 2015. Annual dynamics of wild bee densities: attractiveness and productivity effects of oilseed rape. *Ecology, Ecological society of America*, 96(5): 1351-1360.
- Riedinger, V., Renner, M., Rundlöf, M., Steffan-Dewenter, I., Holzschuh, A. 2014. Early mass-flowering crops mitigate pollinator dilution in late-flowering crops. *Landscape Ecology*, 29: 425-435.
- Roig-Alsina, A., Michener, C. D. 1993. Studies of the phylogeny and classification of long-tongued bees. *University of Kansas Science Bulletin*, 55: 124-162.
- Roubik, D. W. 1995. Pollination of cultivated plants in the tropics, FAO. *Bulletin of Agricultural Services*, 118: 1-194.
- Roulston, T. H., Goodell, K. 2011. The role of resources and risks in regulating wild bee populations. *Annual Review of Entomology*, 56: 293-312.
- Rundlöf, M., Andersson, G. K. S., Bommarco, R., Fries, I., Hederström, V., Herbertsson, L., Jonsson, O., Klatt, B. K., Pedersen, T. R., Yourstone, J., Smith, H. G. 2015. Seed

- coating with a neonicotinoid insecticide negatively affects wild bees. *Nature*, 521: 77-80.
- Rundlöf, M., Nilsson, H., Smith, H. G. 2008. Interacting effects of farming practice and landscape context on bumblebees. *Biological Conservation*, 141: 417-426.
- Rundlöf, M., Persson, A. S., Smith, H. G., Bommarco, R. 2014. Late-season mass-flowering red clover increases bumble bee queen and male densities. *Biological Conservation*, 172: 138-145.
- Satyanarayana, A. R., Seetharam, A. 1982. Studies on the method of hybrid seed production in oil seed sunflower (*Helianthus annuus* L.) 3. Role and activity of insect visitors in pollination and seed set. *Seed Science and Technology*, 10: 13-17.
- Sarić, M. (ur.) 1986. Flora SR Srbije, X. Srpska Akademija nauka i umetnosti. Odeljenje prirodno-matematičkih nauka. Beograd.
- Scheper, J., Bommarco, R., Holzschuh, A., Potts, S. G., Riedinger, V., Roberts, S. P. M., Rundlöf, M., Smith, H. G., Steffan-Dewenter, I., Wickens, V. J., Kleijn, D. 2015. Local and landscape-level floral resources explain effects of wildflower strips on wild bees across four European countries. *Journal of Applied Ecology*, 52: 1165-1175.
- Scheper, J., Reemer, M., Van Kats, R., Ozinga, W. A., Van der Linden, G. T. J., Schaminee, J. H. J., Sipel, H., Kleijn, D. 2014. Museum specimens reveal loss of pollen host plants as key factor driving wild bee decline in the Netherlands. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111: 17552-17557.
- Scheuchl, E. 2006. *Illustrierte Bestimmungstabellen der Wildbienen Deutschlands und Österreichs. Band 2: Megachilidae & Melittidae*. [drugo, prošireno i revidirano izdanje]. Velden (Selbstverlag), 192 pp.
- Schuberth, J., Schönitzer, K. 1993. Vergleichende Morphologie der Fovea facialis und Stirnseitendrüse bei Apoidea und Sphecide. *Linzer Biologische Beiträge*, 25: 205-277.

- Seferović, S. 2009. *Geografski informacioni sistem, praktikum*. Departman za geografiju, turizam i hotelijerstvo, Prirodno matematički fakultet, Univerzitet u Novom Sadu.
- Shuler, R. E., Roulston, T. H., Farris, G. E. 2005. Farming Practices Influence Wild Pollinator Populations on Squash and Pumpkin. *Journal of Economic Entomology*, 98(3): 790-795.
- Speight, M. C. D., Monteil, C., Castella, E., Sarthou, J.-P. 2006. Syrph the Net on CD, Issue 5. The database of European Syrphidae. *Dublin: syrph the Net Publications*.
- Ssymank, A. 1991. Rüssel- und Körperlängen von Schwebfliegen (Diptera, Syrphidae) unter Berücksichtigung der Verwendung von Alkoholmaterial. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft*, 64: 67-80.
- Ssymank, A. 2001. Vegetation und blütenbesuchende Insekten in der Kulturlandschaft Vegetation and flower-visiting insects in cultivated landscapes- Schriftenreihe Landschaftspflege und Naturschutz, Bonn-Bad Godesberg, 64: 513 pp.
- Stang, M., Klinkhamer, P. G. L., Van Der Meijden, E. 2006. Size constraints and flower abundance determine the number of interactions in a plant-flower visitor web. *Oikos*, 112(1): 111-121.
- Stanisavljević, Lj. 2000. Idioekološka studija vrsta *Osmia cornuta* (Latr.) i *O. rufa* (L.) (Megachilidae, Hymenoptera) sa posebnim osvrtom na njihov status i značaj kao oprašivača biljaka. Doktorska disertacija. Univerzitet u Beogradu, Biološki fakultet, Beograd.
- Stanisavljević, Lj. 2012. Insekti oprašivači i njihov značaj za čoveka. U: *Primenjena entomologija*. Univerzitet u Beogradu, Biološki fakultet, Beograd.
- Stanisavljević, Lj. 2013. Megachilidae (Apoidea: Hymenoptera) of Mt. Fruška Gora. U: Šimić, S. (editor): *Invertebrates (Invertebrata) of the Fruška Gora Mountain*. III. Matica Srpska, Novi Sad, pp. 165-179.
- Stanisavljević, Lj., Nedić, N. 2008. Uloga pčela (Hymenoptera: Apoidea) u oprašivanju voćaka . XXIII Savetovanje-Unapređenje proizvodnje voća i grožđa, 25. juli 2008.,

- Grocka. *Zbornik naučnih radova, Institut PKB Agroekonomik*, Beograd, 14(5): 89-96.
- Stanisavljević, Lj., Vujić, A., Jakšić, P., Markov, Z., Četković, A. 2016. Funkcionalno-ekološki status, ugroženost i ekonomsko vrednovanje insekata oprašivača u Srbiji. *Naučni skup, Ekološki i ekonomski značaj fauna Srbije, Akademijaski odbor za proučavanje fune Srbije SANU, Beograd 17.11.2016., Knjiga sažetaka*, pp 28-30.
- Stevanović, V. (ur.) 2012. Flora Srbije 2. Drugo dopunjeno i prerađeno izdanje. Srpska Akademij anauka i umetnosti. Odeljenje hemijskih i bioloških nauka. Odbor za floru i vegetaciju Srbije. Beograd.
- Steffan-Dewenter, I., Kuhn, A. 2003. Honeybee foraging in differentially structured landscapes. *Proceedings of the Royal Society Biological Sciences*, 270: 569-575.
- Steffan-Dewenter, I., Schiele, S. 2008. Do resources or natural enemies drive bee population dynamics in fragmented habitats? *Ecology*, 89: 1375-1387.
- Steffan-Dewenter, I., Westphal, C. 2008. The interplay of pollinator diversity, pollination services and landscape change. *Journal of Applied Ecology*, 45: 737-741.
- Svensson, B., Langerlöf, J., Svensson, B. G. 2000. Habitat preferences of nest-seeking bumble bees (Hymenoptera: Apidae) in an agricultural landscape. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 77: 247-255.
- Tscharntke, T., Klein, A. M., Kruess, A., Steffan-Dewenter, I., Thies, C. 2005. Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity – ecosystem service management. *Ecology Letters*, 8: 857-874.
- Tscharntke, T., Tylianakis, J. M., Rand, T. A., Didham, R. K., Fahrig, L., Batary, P. 2012. Landscape moderation of biodiversity patterns and processes - eight hypotheses. *Biological Reviews*, 87: 661-685.
- Tutin, T. G. 1993. *Flora Europaea*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Vujić, A., Glumac, S. 1994. *Fauna osolikih muva (Diptera: Syrphidae) Fruške gore*. Monografije Fruške gore, Matica srpska, Novi Sad.

- Vujić, A., Šimić, S., Radišić, P. 1998. Fauna of hoverflies (Diptera: Syrphidae) of the Yugoslavian part of Banat. *III International Symposium Interdisciplinary Regional Research (Hungary, Romania, Yugoslavia)*, pp 491-495.
- Vulliamy, B. 2003. The effects of grazing on the recovery of plant pollinator systems following fire in the Mediterranean. PhD thesis, University of St. Andrews, St. Andrews, Scotland, UK.
- Walther-Hellwig, K., Frankl, R. 2000. Foraging distances of *Bombus muscorum*, *Bombus lapidarius*, and *Bombus terrestris* (Hymenoptera, Apidae). *Journal of Insect Behavior*, 13(2): 239-246.
- Warncke, K. 1976. Zur Systematik und Verbreitung der Bienengattung *Nomia* Latr. in der Westpaläarktis und dem turkestanischen Becken (Hymenoptera, Apoidea). *Reichenbachia des Staatlichen Museums für Tierkunde Dresden*, 16: 93-120.
- Westphal, C., Steffan-Dewenter, I., Tscharrntke, T. 2003. Mass flowering crops enhance pollinator densities at a landscape scale. *Ecology Letters*, 6: 961-965.
- Westphal, C., Steffan-Dewenter, I., Tscharrntke, T. 2009. Mass flowering oilseed rape improves early colony growth but not sexual reproduction of bumblebees. *Journal of Applied Ecology*, 46: 187-193.
- Westrich, P. 1996. Habitat requirements of central European bees and the problems of partial habitats. U: Matheson, A., Buchmann, S. L., O'Toole, C., Westrich, P. Williams, I. H. (editori) *The conservation of bees*. Linnean Society of London and the International Bee Research Association by Academic Press, London, UK, pp 1-16.
- Williams, N. M., Kremen, C. 2007. Resource distributions among habitats determine solitary bee offspring production in a mosaic landscape. *Ecological Applications*, 17: 910-921.
- Williams, N. M., Regetz, J., Kremen, C. 2012. Landscape-scale resources promote colony growth but not reproductive performance of bumble bees. *Ecology*, 93: 1049-1058.

Williams, P. H. 1998. An annotated checklist of bumble bees with an analysis of patterns of description (Hymenoptera: Apidae, Bombini). *Bulletin of the Natural History Museum (Entomology series)*, 67: 79-152.

Williams, P. H., Cameron, S. A., Hines, H. M., Cederberg, B., Rasmont, P. 2008. A simplified subgeneric classification of the bumblebees (genus *Bombus*). *Apidologie*, 39: 1-29.

Wilson, J., Messinger Carril, O. 2016. *The bees in your backyard: a guide to North America's bees*. Princeton University press, pp 111-113.

www.Picssr.com (pristupljeno 20.07.2017.)

www.Flickriver.com (pristupljeno 20.07.2017.)

www.MacrolD.Ru.com (pristupljeno 20.07.2017.)

<http://www.step-project.net/> (pristupljeno 20.05.2011.)

<http://www.photomacrography.net/forum/viewtopic.php> (pristupljeno 11.04.2018.)

https://www.apidologie.org/articles/apido/full_html (pristupljeno 11.04.2018.)

BIOGRAFIJA

Sonja Mudri-Stojnić je rođena 13. 11. 1982. godine u Novom Sadu. Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, smer diplomirani ekolog za zaštitu životne sredine je upisala 2001. godine. Nakon završenih osnovnih studija upisuje master studije na Departmanu za biologiju i ekologiju u naučnoj oblasti zaštita životne sredine. Master studije završava 2010. godine, sa prosečnom ocenom 8.73, a naslov završnog rada je "Istraživanje

polinatora u agroekosistemima u okolini Platičeva". Iste godine upisuje doktorske studije na Prirodno-matematičkom fakultetu, Univerzitet u Novom Sadu, smer doktor ekoloških nauka. Prosečna ocena položenih ispita predviđenih u okviru studijskog programa je 9.56.

Na prvoj godini doktorskih studija je angažovana na Evropskom međunarodnom FP7 projektu "STEP" "Status and Trends in European Pollinators". Angažovanjem na pomenutom projektu počinje istraživanje insekata oprašivača Hymenoptera- Apiformes i Diptera (Syrphidae) u agroekosistemima Vojvodine. Naredne godine, objavljuje preliminarne rezultate istraživanja u međunarodnom M23 časopisu "Archives of Biological Sciences" pod naslovom "Pollinator diversity (Hymenoptera and Diptera) in semi-natural habitats in Serbia during summer".

Od 2014. godine je zaposlena na projektima Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije "Konzervaciona strategija za očuvanje zaštićenih i strogo zaštićenih vrsta u Srbiji - osolike muve (Diptera: Syrphidae) kao model organizama" i "Biosensing tehnologije i globalni sistem za kontinuirana istraživanja i integrisano upravljanje ekosistemima". Na predlog veća Departmana za biologiju i ekologiju 2015. godine birana je u zvanje Istraživač - Saradnik za užu naučnu oblast Zaštita životne sredine u trajanju od tri godine. Prijava teme za izradu doktorske disertacije pod naslovom "Distribucija i dinamika populacija najznačajnijih grupa polinatora u agroekosistemima Vojvodine" je prihvaćena 2014. godine.

Bila je angažovana na dva projekta Pokrajinskog zavoda za zaštitu prirode: 2013. na projektu "Uticaj eksploatacije laporca na površinskom kopu "Filijala" na stanište strogo zaštićenih divljih vrsta Časorske livade (BEO19), a 2015. na projektu "Ekonomsko vrednovanje ekosistemskih usluga Specijalnog rezervata prirode "Koviljsko-petrovaradinski rit"" Program Ujedinjenih nacija za razvoj (UNDP) GEF project.

Autor i koautor je osam radova u međunarodnim časopisima sa SCI liste, kategorija M21a, M21, M22 i M23.

Član je dve organizacije: Akademsko društvo za zaštitu i proučavanje prirode i Entomološko društvo Srbije. Učesnik je mnogih naučno-istraživačkih ekspedicija u zemlji i inostranstvu pod mentorstvom profesora Ante Vujića.



UNIVERZITET U NOVOM SADU • PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET 21000 Novi
Sad, Trg Dositeja Obradovića 3

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

Redni broj, RBR:	
Identifikacioni broj, IBR:	
Tip dokumentacije, TD:	Monografska dokumentacija
Tip zapisa, TZ:	Tekstualni štampani materijal
Vrsta rada, VR:	Doktorska disertacija
Autor, AU:	MSc Sonja Mudri-Stojnić
Mentor, MN:	Prof. dr Ante Vujić
Naslov rada, NR:	Distribucija i dinamika populacija najznačajnijih grupa polinatora u agroekosistemima Vojvodine
Jezik publikacije, JP:	Srpski/latinica
Jezik izvoda, Jl:	Srpski
Zemlja publikovanja, ZP:	Srbija
Uže geografsko područje, UGP:	AP Vojvodina
Godina, GO:	2018.
Izdavač, IZ:	Autorski reprint
Mesto i adresa, MA:	Prirodno-matematički fakultet, Departman za biologiju i ekologiju, Trg Dositeja Obradovića 2 Novi Sad
Fizički opis rada, FO:	Poglavlja (8), strana (196) literaturnih citata (242), tabela (49), slika (67), priloga (3)
Naučna oblast, NO:	Ekologija, zoologija, entomologija
Naučna disciplina, ND:	Zaštita životne sredine
Predmetna odrednica/ ključne reči, PO:	Polinatori u agroekosistemima Vojvodine, distribucija i dinamika Hymenoptera-Apiformes i Diptera na polu-prirodnim staništima, diverzitet polinatora u suncokretu, predeona ekologija (uticaj udela polu-prirodnih staništa i udela masovno cvetajućih kultura na sastav i brojnost polinatora u agroekosistemima)
Univerzalna decimalna klasifikacija, UDK:	
Čuva se, ČU:	Biblioteka Departmana za biologiju i ekologiju, PMF Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 2, 21000 Novi Sad
Važna napomena, VN:	Disertacija je deo međunarodnog evropskog FP7 projekta STEP "Status and Trends of European Pollinators"

Izvod, IZ:

U radu je prikazana distribucija, dinamika i diverzitet insekata oprašivača iz reda Hymenoptera - Apiformes (Anthophila) i Diptera (Syrphidae) na stepskim fragmentima i na suncokretu u agroekosistima Vojvodine. U cilju uvida u strukturu predela i njenog uticaja na sastav i brojnost polinatora, kartirani su tipovi staništa oko svakog stepskog fragmenta. Na osnovu podataka dobijenih kartiranjem, odabrano je sedam stepskih fragmenata koji u svom okruženju imaju visok udeo suncokreta kao masovno cvetajuće kulture i sedam stepskih fragmenata koji su bez ili sa niskim udelom suncokreta. Iz reda Hymenoptera – Apoidea zabeleženo je šest familija: Andrenidae, Apidae, Colletidae, Halictidae, Melittidae i Megachilidae, 114 vrsta, a iz reda Diptera (Syrphidae), registrovano je ukupno 11 vrsta. Predstavnici familija Andrenidae, Apidae i Halictidae su distribuirani na svim lokalitetima, predstavnici familije Megachilidae su distribuirani na 15 od 16 lokaliteta, a najmanje su zastupljene jedinke familija Colletidae i Melittidae, distribuirane na pet lokaliteta. Polinatori reda Diptera familije Syrphidae su distribuirani na svim lokalitetima. Rezultati Kruskal-Volisovog H testa ukazuju da je tokom sve tri sezone (2011., 2012., 2013.) na stepskim fragmentima najviše bilo zastupljeno vrsta solitarnih pčela, zatim vrsta osolikih muva, a najmanje vrsta bumbara. Istim testom je dobijano da je tokom sve tri sezone na stepskim fragmentima, registrovano najviše jedinki osolikih muva, zatim medonosne pčele, solitarne pčele, a najmanje jedinki bumbara. Fridmanovim testom su utvrđene razlike u brojnosti (dinamici) polinatora kroz sezone, uočen je porast broja jedinki medonosne pčele i opadanje broja jedinki solitarnih pčela.

Rezultati dobijeni Man-Vitnijevim U-testom pokazuju da je na stepskim fragmentima koji imaju niži udeo suncokreta u predelu zastupljeno više jedinki i vrsta bumbara. Istim testom je dobijen rezultat da je na stepskim fragmentima sa visokim udelom suncokreta ima više jedinki medonosne pčele. Vilkoksonovim testom sume rangova je pokazano da su jedinke i vrste bumbara zastupljenije na stepskim fragmentima nakon cvetanja suncokreta, za vreme cvetanja suncokreta na stepskim fragmentima je registrovano više jedinki *Apis mellifera*, osolikih muva i solitarnih pčela. Modeli regresionih analiza linearnih mešovutih modela su pokazali da se sa porastom udela suncokreta u predelu smanjuje broj jedinki divljih pčela i jedinki i vrsta bumbara. Sa porastom udela polu-prirodnih staništa u predelu i većom cvetnom pokrovnosti, povećava se udeo jedinki i vrsta osolikih muva.

Datum prihvatanja teme od NN veća, DP:	27.05.2014.
Datum odbrane, DO	
Članovi komisije, KO:	
Predsednik:	dr Snežana Radenković, vanredni profesor, Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Novom Sadu
Mentor:	dr Ante Vujić, redovni profesor, Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Novom Sadu
član:	dr Ljubiša Stanisavljević, vanredni profesor, Biološki fakultet, Univerzitet u Beogradu
član:	dr Zorica Nedeljković, naučni saradnik, Institut BioSens, Novi Sad



UNIVERSITY OF NOVI SAD • FACULTY OF SCIENCES
21000 Novi Sad, Trg Dositeja Obradovica 3

KEY WORDS DOCUMENTATION

Accession number, **ANO**:

Identification number, **INO**:

Document type, **DT**: Monograph publication

Type of record, **TR**: Printed text

Content code, **CC**: PhD thesis

Author, **AU**: Sonja Mudri-Stojnić MSc

Mentor/comentor, **MN**: Prof. dr Ante Vujić

Title, **TI**: Distribution and dynamics of populations of the most important groups of pollinators in the agro-ecosystems of Vojvodina

Language of text, **LT**: Serbian/latin

Language of abstract, **LA**: English

Country of publication, **CP**: Republic of Serbia

Locality of publication, **LP**: AP of Vojvodina

Publication year, **PY**: 2018.

Publisher, **PU**: Author's reprint

Publication place, **PP**: Faculty of Sciences, Department of Biology and Ecology, Trg Dositeja Obradovića 2 Novi Sad

Physical description, **PD**: Chapters (8), pages (196), references (242), tables (49), figures (67), additional lists (3)

Scientific field, **SF**: Ecology, zoology, entomology

Scientific discipline, **SD**: Environmental protection

Subject/ Key words, **SKW**: Pollinators in the agroecosystems, distribution Hymenoptera-Apiformes and Diptera in semi-natural habitats, diversity of pollinators in sunflower, landscape ecology (effects of % semi-natural habitats and % of mass flowering crops on pollinator communities in agroecosystem)

Universal decimal classification, **UDC**:

Holding data, **HD**: The Library of Department of Biology and Ecology, Faculty of Sciences, University of Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 2, 21000 Novi Sad, Serbia

Note, **N**: PhD thesis is part of the international European FP7 project STEP "Status and trends of European pollinators"

Abstract, **AB:**

This paper shows distribution, dynamic and pollinator diversity Hymenoptera - Apiformes (Anthophila) and Diptera (Syrphidae) in semi-natural habitats and in sunflower crops in Vojvodina agro-ecosystems. Around each of 16 selected steppe fragments, habitat types were mapped to test how do landscape structure affects pollinator diversity and abundance in semi natural habitats and in sunflower crops. Based on the results obtained by mapping, seven study sites with high % of sunflower like mass flowering crops, and eight study sites with no or low % of mass flowering crops are selected. In total, there were 114 species from 6 families from order Hymenoptera-Apiformes: Andrenidae, Apidae, Colletidae, Halictidae, Melittidae and Megachilidae, and 11 species from order Diptera (Syrphidae). Insects from families: Andrenidae, Apidae, Colletidae and Halictidae were distributed on all study sites, while insects from family Megachilidae were distributed almost on all study sites (15 sites). At least only on five study sites were distributed insects from family: Colletidae and Melittidae. Hoverflies were distributed on all study sites. Kruskal-Wallis H test shows that in all three seasons (2011., 2012., 2013.) in semi natural habitats wild bees species were most abundant, followed by hoverfly species, and bumblebee species at the end. Same test shows that in all three seasons in semi natural habitats individuals of hoverflies were more abundant than individuals of honey bees, wild bees and individuals of bumblebees, which were least abundant. Friedman test shows differences in densities of pollinator through the seasons, and these results shows increasing in *Apis mellifera* densities and decline of wild bees densities through seasons.

Man-Whitney U-test shows that there were more species and individuals of bumble bees in semi-natural habitats which landscapes are without or low % of sunflower. Same test shows that there were more individuals of honey bees in semi-natural habitats which landscapes have high % of sunflower. Wilcoxon signed-rank test shows that in semi-natural habitats species and individuals of bumblebees were more abundant after blooming sunflower, while species and individuals of wild bees as well as individuals of hoverflies and *Apis mellifera* were more abundant during blooming sunflower. Linear mixed-effect model shows that with increase of % of sunflower in landscape number of individuals of wild bees and species and individuals of bumblebees decreasing, and individuals of hoverflies increasing. With an increase of % of semi natural habitats and increase of flower cover, abundance and species of hoverflies increases.

Accepted by the Scientific Board, **ASB:** 27.05.2014.

Defended on, **DE:**

Thesis defend board, **DB:**

President: dr Snežana Radenković, Associate Professor, Faculty of Sciences, University of Novi Sad

Mentor: dr Ante Vujić, Full professor, Faculty of Sciences, University of Novi Sad

Member: dr Ljubiša Stanisavljević, Associate Professor, Faculty of Biology, University of Belgrade

Member: dr Zorica Nedeljković, Research Associate, BioSense Institute, University of Novi Sad
