Utjecaj okoliša na disperziju komaraca

Sudarić Bogojević, Mirta

Doctoral thesis / Disertacija

2009

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:210:262133

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

RUNIOS - Repository of Josip Juraj Strossmayer University of Osijek





Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
i
Institut Ruđer Bošković Zagreb

Poslijediplomski sveučilišni interdisciplinarni studij
Zaštita prirode i okoliša

Mirta Sudarić Bogojević

Utjecaj okoliša na disperziju komaraca

Doktorski rad

Osijek, 2009.

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku i **Doktorski rad**
Institut Ruđer Bošković, Zagreb
Poslijediplomski sveučilišni interdisciplinarni studij
ZAŠTITA PRIRODE I OKOLIŠA

Znanstveno područje: Prirodne znanosti
Znanstveno polje: Biologija

Utjecaj okoliša na disperziju komaraca

mr. sc. Mirta Sudarić Bogojević

Doktorski rad izrađen je na Odjelu za biologiju Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku i u laboratoriju Coachella Valley Mosquito and Vector Control Districta u Indiju u Kaliforniji.

Mentor: doc. dr. sc. Enrih Merdić, pročelnik i docent Odjela za biologiju Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Sažetak doktorskog rada

Glavni cilj ovoga istraživanja bio je utvrditi smjer disperzije komaraca vrste *Culex tarsalis* i istražiti utjecaj okoliša na tu disperziju.

Culex tarsalis Coquillett najbrojnija je vrsta komaraca na području jugoistočne Kalifornije i glavni ruralni vektor tih prostora. Prenositelj je mnogih virusa, od kojih su najpoznatiji „Western equine encephalomyelitis“ (WEE), „St. Louis encephalitis“ (SLE) i „West Nile“ virus (WNV).

Disperzija komaraca vrste *Cx. tarsalis* istražena je na širem području naselja Mecca u dolini Coachella Valley u Kaliforniji, u razdoblju od 22. listopada do 6. studenoga 2007. godine „capture-mark-release-recapture“ metodom. Komarci su skupljeni južno od naselja Mecca (23 890), markirani dvjema fluorescentnim bojama (orange i aqua) i pušteni s dvije lokacije: sjeveroistočno i jugozapadno od naselja Mecca. Uzorkovanje markiranih jedinki provedeno je devet puta u dvanaest dana na 40 postaja pravilno raspoređenih na površini od oko 30,6 km^2, međusobno udaljenih od 0,2 km do 0,8 km. Korištene su CDC-klopke uz CO_2 kao atraktant, ali bez izvora svjetlosti, a postavljene su unutar šest različitih tipova staništa (pustinjsko stanište, plantaže datulja, voćnjaci citrusa, vinogradi, poljoprivredno područje i urbano područje).

Ponovno je uhvaćeno 266 markiranih jedinki vrste *Cx. tarsalis* (1,11%), od čega 90,22% u prva tri dana uzorkovanja. Više od 50% markiranih jedinki uhvaćeno je u pustinjskom staništu, a tek 3,4% u urbanom staništu. Utvrđeno je kako broj markiranih jedinki značajno raste s porastom udjela pustinje, a značajno opada s porastom udjela urbanog područja u okolici točke hvatanja komaraca, dok o udjelu poljoprivrednih površina, voćnjaka citrusa, vinograda i plantaža datulja ne ovisi statistički značajno.

Na temelju provedene statističke analize dokazano je da nije bilo razlike u disperziji između orange i aqua-komaraca (ovisnoj o udaljenosti od točke puštanja i kutnom otklonu od sjevera).

Zabilježena je značajna tendencija disperzije komaraca u smjeru juga, s obje točke puštanja, vjerojatno stoga jer je ondje većina pogodnih mjesta za hranjenje i polaganje jaja, a relativna vlažnost zraka je u porastu zbog blizine ribnjaka i umjetnih jezera. Moguće je također da je kretanje komaraca usmjeravao vjetar koji je u razdoblju istraživanja bio dominantno sjeverni. Srednja dnevna prijeđena udaljenost razlikovala se za aqua (0,79 km) i orange (1,06 km) komarce.

Faunističkom obradom ukupnoga broja jedinki (34 708) utvrđeno je osam vrsta komaraca, od kojih je *Cx. tarsalis* najzastupljenija i čini udio od 86,09%. Ona je jedina eudominantna, eukonstantna i ekskluzivna vrsta u svim zastupljenim staništima. Ustanovljeno je da ukupan sastav populacija komaraca i njihova brojnost koleba u odnosu na tip staništa.

Uspoređujući disperzije ruralnih i poplavnih vrsta komaraca, utvrđeno je da se razlikuju u brzini, ali i da su slične po tome što nisu dominantno usmjerene prema urbanim staništima. Spoznaje o kretanju komaraca, dobivene istraživanjima u Kaliforniji i istočnoj Hrvatskoj, mogu unaprijediti programe kontrole komaraca-vektora, uzimajući u obzir okolišne faktore koji utječu na smjer leta ženki komaraca.

Broj stranica: 217
Broj slika: 82
Broj tablica: 47
Broj literaturnih navoda: 239
Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: disperzija, *Cx. tarsalis*, CMRR-metoda, staništa, poplavne vrste komaraca.

Datum obrane: 1. listopada 2009.

Stručno povjerenstvo za obranu:

1. **Prof. dr. sc. Marija Ivezić**, redovita profesorica Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, predsjednica;
2. **Doc. dr. sc. Oleg Antonić**, docent u naslovnom zvanju i viši znanstveni suradnik Instituta Ruđer Bošković u Zagrebu, komentor i član;
3. **Doc. dr. sc. Enrih Merdić**, pročelnik i docent Odjela za biologiju Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, mentor i član.

Rad je pohranjen u:

Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu (Ul. Hrvatske bratske zajednice 4); Gradskoj i sveučilišnoj knjižnici Osijek (Europske avenije 24); Sveučilištu Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku (Trg Sv. Trojstva 3) i Odjelu za biologiju u Osijeku (Trg Lj. Gaja 6).

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek and **PhD Thesis**
Ruđer Bošković Institute Zagreb
University Postgraduate Interdisciplinary Study
"ENVIRONMENTAL PROTECTION AND NATURE CONSERVATION"

Scientific Area: Natural sciences
Scientific Field: Biology

Effect of environment on mosquito dispersion

Mirta Sudarić Bogojević, MSc

Thesis performed at Department of biology, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek and Laboratory of Coachella Valley Mosquito and Vector Control District in Indio, California.

Supervisor: Enrih Merdić, **PhD**, **Assistant Professor**, Department of biology Josip Juraj Strossmayer University of Osijek.

Abstract.

The purpose of the study was to determine direction of mosquito dispersal for species *Culex tarsalis* and to examine the environmental effect on dispersion.

Culex tarsalis Coquillett is the most abundant mosquito species in southeast California and the primary rural vector of the area. It transmits a wide variety of viruses; the most outstanding are Western equine encephalomyelitis (WEE), St. Louis encephalitis (SLE) and West Nile virus (WNV).

The investigation of dispersal of *Cx. tarsalis* was performed in the area of Mecca town in Coachella Valley, California, in the period October 22 – November 6, 2007, using capture-mark-release-recapture methods. First, the mosquitoes (23,890) were collected at traps placed south from Mecca, then marked with fluorescent dust (orange and aqua) and, finally, released at two locations: northeast and southwest of small town Mecca.

Recapture was performed nine times in twelve days at 40 CO_2 baited CDC-traps without lights and placed across the area (30.6 km^2) in six different habitats (desert, date gardens, citrus orchards, vineyards, agricultural area and urban area). The sampling points were between 0.2 km to 0.8 km away from each other.

During the first three days of investigation 90.22% of the total 266 *Cx. tarsalis* females (1.11%) were recaptured. More than 50% of the marked mosquitoes were collected in the desert while only 3.4% in urban habitat. The analysis indicated that in the surroundings of the trap site the number of marked mosquitoes significantly increases along with the raise in the portion of the habitat characterised by the desert and significantly decreases with the raise in the portion of the habitat that is urban. However, the portion of agricultural area, citrus orchards, vineyards and date gardens has no statistically significant bearing.

Statistical analyses confirmed that there were no differences in dispersion between orange and aqua mosquitoes (dependent on the distance from the release point and on the angle of deflection from the North).

A significant tendency of mosquito dispersal to the south was recorded for both release points, probably due to the most favourable feeding places and oviposition sites and potentially increase humidity caused by the vicinity of large ponds. Furthermore, there is a possibility that the wind, predominantly northern during the investigation period, had an influence on mosquito dispersal direction. The mean distance travelled was different for aqua (0.79 km) and orange (1.06 km) mosquitoes.

Eight species emerged through faunistic analysis of the adult mosquitoes captured (34,708), the most common being *Cx. tarsalis* (86.09%). This is the only eudominant, euconstant and exclusive species in all habitats. It was determined that mosquito population structure and mosquito abundance oscillate in accordance with the habitat type.

The comparison of dispersion of rural and floodwater mosquito species identified differences in dispersal rates. However, similarities were detected with regard to the direction (the prevailing direction was away from urban habitats). Knowledge of mosquito movement obtained by the investigations in California and Eastern Croatia can improve mosquito and vector control programs by taking into account environmental factors that influence female mosquito flight direction.

Number of pages: 217
Number of figures: 82
Number of tables: 47
Number of references: 239
Original in: Croatian

Key words: dispersion, *Cx. tarsalis*, CMRR-method, habitats, floodwater mosquitoes.

Date of thesis defense: October 1st 2009

Reviewers:

1. **Marija Ivezić, PhD, Full Professor**, Faculty of Agriculture in Osijek.
2. **Oleg Antonić, PhD, Assistant Professor**, Ruđer Bošković Institute, Zagreb.
3. **Enrih Merdić, PhD, Assistant Professor**, Department of biology, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek.

Thesis is deposited in:
National and University Library in Zagreb (Hrvatske bratske zajednice 4); City and University Library in Osijek (Europske avenije 24); Josip Juraj Strossmayer University of Osijek (Trg Sv. Trojstva 3), and Library of Department of Biology in Osijek, (Trg Lj. Gaja 6).

SADRŽAJ:

1. UVOD 1

2. LITERATURNI PREGLED 5

2.1. Staništa ličinki komaraca 6

2.2. Utjecaj geofizikalnih faktora na ponašanje komaraca 8

2.2.1. Svjetlost 8

2.2.2. Temperatura 10

2.2.3. Relativna vlažnost zraka 10

2.2.4. Kiša 11

2.2.5. Rosište 12

2.2.6. Vjetar 12

2.3. Let komaraca 13

2.4. Udaljenosti, visine i brzine leta komaraca 15

2.5. Tipovi staništa u kojima komarci obavljaju let 17

2.6. Skloništa komaraca 20

3. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA 21

3.1. Coachella Valley 21

3.1.1. Geografske karakteristike 21

3.1.2. Staništa i vegetacija 22

3.1.3. Poljoprivreda 25

3.1.4. Klima 27

3.1.5. Mecca – istraživano područje 28

3.2. Osijek – istraživano područje 37

3.2.1. Kopački rit 37

3.2.2. Osijek 40

4. MATERIJAL I METODE ... 45
4.1. Mecca – CMRR metoda ... 45
4.1.1. Skupljanje komaraca za markiranje ... 45
4.1.2. Markiranje i puštanje komaraca ... 47
4.1.3. Ponovno skupljanje markiranih komaraca ... 49
4.2. Plan istraživanja disperzije komaraca ... 52
4.3. Laboratorijska analiza podataka ... 53
4.3.1. Determinacija i prepariranje komaraca ... 53
4.4. Analiza meteoroloških faktora na istraživanom području ... 54
4.5. Numerička obrada podataka ... 55
4.5.1. Određivanje brojnosti komaraca ... 55
4.5.2. Srednja prijeđena udaljenost ... 57
4.5.3. Struktura zajednice komaraca ... 57
4.5.4. Faunistička raznolikost vrsta komaraca ... 60
4.5.5. Faunistička sličnost zajednica ... 63
4.5.6. Regresijski modeli disperzije komaraca u funkciji okoliša ... 64
4.5.7. Jednosmjerna analiza varijance (engl. „One-way ANOVA“) ... 65
4.5.8. Test višestruke usporedbe (LSD test) ... 65
4.5.9. T-test ... 66
4.5.10. Jednostavna Pearsonova korelacija ... 66
4.6. Osijek – CMRR metoda ... 67
4.6.1. Skupljanje odraslih jedinki komaraca ... 67
4.6.2. Markiranje i puštanje komaraca ... 67
4.6.3. Ponovno skupljanje markiranih komaraca ... 68
4.7. Plan uzorkovanja ... 68
4.8. Determinacija i prepariranje komaraca ... 69

4.9. Hidrološki i meteorološki parametri 70
4.10. Statistička analiza podataka 70
5. REZULTATI 72
5.1. Sastav vrsta i brojnost komaraca na istraživanom području 72
5.1.1. Sastav vrsta i brojnost komaraca u različitim tipovima staništa 78
5.1.2. Gustoća populacija komaraca u različitim staništima 84
5.1.3. Dinamika brojnosti komaraca u različitim staništima 86
5.2. Struktura vrsta komaraca u različitim staništima 88
5.2.1. Dominantnost vrsta komaraca 89
5.2.2. Konstantnost vrsta komaraca 93
5.2.3. Indeks afiniteta vrste prema staništu 94
5.3. Faunistička sličnost zajednica komaraca u različitim staništima 96
5.4. Raznolikost vrsta komaraca u različitim tipovima staništa 96
5.4.1. Shannon-Wienerov indeks raznolikosti 98
5.4.2. Pielou indeks ujednačenosti vrsta 100
5.4.3. Simpsonov indeks raznolikosti 102
5.4.4. Indeks ujednačenosti vrsta prema Simpsonu 104
5.5. Statistička analiza – ukupni uzorak 106
5.6. Analiza utjecaja meteoroloških faktora na komarce u različitim staništima .. 109
5.6.1. Temperatura, relativna vlažnost zraka i rosište 109
5.6.2. Odnos između temperature zraka i broja komaraca na svih šest tipova staništa 112
5.6.3. Odnos između relativne vlažnosti zraka i broja komaraca na svih šest tipova staništa 115
5.6.4. Odnos između rosišta i broja komaraca na svih šest tipova staništa 119
5.6.5. Brzina i smjer vjetra 122
5.6.6. Odnos između brzine vjetra i broja komaraca na svih šest tipova staništa 123

5.7. Sastav vrsta i broj komaraca markiranih na početku istraživanja 127
5.8. Sastav vrsta i broj ponovno uhvaćenih – markiranih komaraca..... 127
5.9. Procjena veličine populacije komaraca 141
5.10. Regresijski modeli gustoće populacije markiranih komaraca..... 141
5.11. Raspodjela komaraca u različitim tipovima staništa 150
5.12. Statistička analiza – nemarkirani uzorak..... 152
5.13. Sastav vrsta i broj ponovno uhvaćenih – markiranih komaraca..... 154
5.14. Disperzija komaraca..... 161
6. RASPRAVA..... 163
7. ZAKLJUČAK 190
8. LITERATURA..... 192
9. ŽIVOTOPIS 213

1. UVOD

Okoliš je prirodno okruženje organizama i njihovih zajednica uključivo i čovjeka, koje omogućuje njihovo postojanje i njihov daljnji razvoj: zrak, vode, tlo, Zemljina kamena kora, energija te materijalna dobra i kulturna baština kao dio okruženja koje je stvorio čovjek; svi u svojoj raznolikosti i ukupnosti uzajamnog djelovanja (Zakon o zaštiti okoliša, NN 110/07). A **komarci** su neizostavni dio toga okoliša posebice kada su geografske, hidrološke i klimatske karakteristike određenoga područja razlogom stvaranja idealnih uvjeta za razvoj velikih populacija komaraca.

Mnoga istraživanja disperzije pojedinih vrsta komaraca u svijetu uključuju različite metode uzorkovanja koje se baziraju na biologiji i ponašanju komaraca, karakteristikama okoliša i namjeni samog istraživanja (Horsfall, 1954; Bidlingmayer, 1974; Brust, 1980; Bidlingmayer i sur., 1981; Morris i sur., 1991; O'Donnell i sur., 1992; Service, 1993; Boxmeyer i sur., 1999; Clements, 1999; Reisen i Lothrop, 1999; Reisen i sur., 2000; Sudarić Bogojević i sur., 2007).

Razumijevanje modela disperzije komaraca kao potencijalnih prenositelja bolesti neophodno je u procjenjivanju rizika od prenošenja arbovirusa na ljude, provođenju nadzora i razvijanju mjera za suzbijanje bolesti.

Detaljne studije o ekologiji komaraca i arbovirusa u Kaliforniji bile su koncentrirane u poljoprivredna područja dolina: Central Valley, San Joaquin Valley, Coachella Valley, Imperial Valley i dolina duž rijeke Colorado (Reisen i sur., 1992b,c; Reisen i Lothrop, 1994; Reisen i sur., 1990a,b; 1991).

Programom kontrole brojnosti komaraca i praćenja učestalosti virusne infekcije kod komaraca vrste *Culex tarsalis* na području Kalifornije (Encephalitis Virus Surveillance program-EVS), nastoji se već godinama riješiti problem postojanja rizika od infekcije ljudi virusima kao što su „Western equine encephalomyelitis“ (WEE), „St. Louis encephalitis (SLE)“ i „West Nile Virus“ (WNV), (Reisen i sur., 1992a; Reisen i sur., 1995a,b; Reisen i sur., 2002; Barker i sur., 2003; Reisen i sur., 2003b; Reisen i sur., 2004; Reisen i sur., 2005; Reisen i sur., 2006; Reisen i sur., 2008). EVS programom skupljeno je mnogo važnih informacija o široko rasprostranjenim virusnim aktivnostima, ali ti podaci dugo nisu bili analizirani u odnosu na staništa i bili su zbunjujući ako ih se promatralo s obzirom na udaljenosti između postaja. Reisen i suradnici (1995a,b,c,d; 1997; 2004; 2008) fokusiraju se upravo na prostorno-vremenske modele disperzije komaraca i aktivnost arbovirusa na području Coachella Valley.

Za područje Coachella Valley, kao poljoprivredno-rekreacijske pustinjske doline, poznato je da raznolikost vrsta komaraca i njihova brojnost ovise o tipovima staništa i načinima eksploatacije zemljišta i da postupno rastu od sjeverozapada prema jugoistoku doline (Reisen i sur., 1995b). Kako raste ljudska populacija, raste i prenamjena ruralnih površina u poljoprivredne i građevinske, proširuju se i programi kontrole komaraca, kao i upravljanje površinama pod sustavom za navodnjavanje. Sve to izrazito mijenja krajolik Kalifornije, kao i brojnost komaraca i njihovu raznolikost (Reeves i Milby, 1989). Unapređivanjem sustava za navodnjavanje i programa kontrole komaraca može se djelovati na smanjenje veličine populacije komaraca u mnogim dijelovima Kalifornije (Reisen i sur., 1999).

Dugogodišnja istraživanja biologije komaraca na području doline Coachella Valley ukazala su da je *Cx. tarsalis* ondje najbrojnija vrsta. Potencijalna legla te vrste nalaze se na jugu i jugoistoku doline, na području poznatom pod nazivom engl. „duck clubs“ (obitavalište migratornih ptica u obliku poplavljenih inundacijskih prostora) i poplavnom području duž jezera Salton Sea (Lothrop i Reisen, 1999).

Iz literature je poznato da vrsta *Cx. tarsalis* prelazi umjereno velike udaljenosti od legla. Zabilježeno je da je maksimalna prijeđena udaljenost te vrste 15,4 km, 27 km, odnosno 32 km (Bailey i sur., 1965; Dow i sur., 1965). S obzirom na to da su ženke navedene vrste komaraca prilično dobri letači, a glavni zadatak nije bilo istraživanje maksimalnog dometa vrste, klopke su na istraživanom području postavljene na kraće udaljenosti negoli je očekivana disperzija *Cx. tarsalis*. Sve to u svrhu dobivanja „gušćeg“ uzorka i podataka koji će opisivati inicijalni let jedinki navedene vrste.

Kontrola komaraca u mnogim područjima zahtijeva, između ostalog, i poznavanje kretanja odraslih komaraca iz godine u godinu, njihove sezonske aktivnosti i razlika koje se tijekom dana javljaju u ponašanju ovih kukaca. U razumijevanju epidemiologije bilo koje bolesti koju komarci prenose, od presudnoga je značenja i poznavanje populacijske dinamike komaraca (Reisen i sur., 1983).

Okolišni faktori kao što su vremenski uvjeti i topografija imaju veliku ulogu u bioraznolikosti nekoga staništa. Varijacije u dinamici kretanja komaraca mogu se razumjeti proučavanjem mikro-okolišnih parametara čija je važnost u utjecaju na promjenu populacije komaraca nekoga područja koje je u procesu određenih djelovanja čovjeka na okoliš.

Ovo istraživanje dat će rezultate koji će zasigurno biti baza daljnjim istraživanjima koja trebaju ići u smjeru pribavljanja novih informacija o disperziji komaraca, a u svrhu planiranja efektivne kontrole na komarcima ugroženim područjima.

Glavni cilj ovog istraživanja bio je utvrditi smjer disperzije komaraca vrste *Cx. tarsalis* puštenih s dvije lokacije na širem području naselja Mecca i istražiti utjecaj okoliša na tu disperziju (odrediti jačinu i smjer disperzije vrste *Cx. tarsalis* na osnovi broja i prijeđene udaljenosti markiranih jedinki).

Ostali ciljevi planiranog istraživanja u okviru ovog doktorskog rada su:

- utvrditi kvalitativni i kvantitativni sastav vrsta komaraca istraživanog područja;
- pomoću „capture-mark-release-recapture“ metode (u doslovnom prijevodu „uhvati-obilježi-pusti-ponovno uhvati“, u daljnjem tekstu CMRR-metoda):
  - izračunati postotak ponovno uhvaćenih obilježenih komaraca (engl. „recapture rate“);
  - izračunati procjenu veličine populacije komaraca šireg područja naselja Mecca;
- utvrditi da li se ukupan broj komaraca (markiranih i nemarkiranih) između pojedinih staništa statistički značajno razlikuje;
- izračunati korelaciju brojnosti markiranih i nemarkiranih komaraca na istoj klopci i u istom staništu;
- analizirati utjecaj klimatskih faktora (smjer i brzina vjetra, temperatura i relativna vlažnost zraka) na disperziju komaraca;
- izgraditi predikcijske modele disperzije komaraca u zavisnosti od udaljenosti od točke puštanja i sastavnica okoliša;
- usporediti disperziju ruralne vrste komaraca – *Cx. tarsalis* s disperzijom poplavnih vrsta komaraca (*Aedes vexans*, *Ochlerotatus sticticus* i *Ochlerotatus caspius*).

Na osnovi definiranih ciljeva istraživanja postavljene su sljedeće radne hipoteze:

1. Tip staništa utječe na disperziju komaraca vrste *Cx. tarsalis*.
2. Utjecaj tipa staništa na disperziju vrste *Cx. tarsalis* ne razlikuje se za dvije točke puštanja komaraca (ORANGE i AQUA).
3. Disperzije komaraca vrste *Cx. tarsalis* s dvije različite točke puštanja komaraca nisu jednake u svim smjerovima, već postoji tendencija disperzije prema potencijalnim leglima komaraca – mjestima za ovipoziciju.
4. Klimatski uvjeti, posebno vjetar, mogu utjecati na disperziju komaraca vrste *Cx. tarsalis*.
5. Antropogeni utjecaj na staništima (poljoprivreda uz navodnjavanje) uzrokuje promjene u bioraznolikosti populacija komaraca.

Rezultati dobiveni ovim istraživanjem pružit će spoznaje o disperziji i dinamici brojnosti jedinki ruralnih i poplavnih vrsta komaraca i bit će prilog poznavanju biologije, ekologije i etologije ruralnih vrsta komaraca područja Mecca i poplavnih vrsta komaraca područja Kopačkoga rita, odnosno istočne Hrvatske, što je zapravo temelj suvremene biološke borbe protiv tih napasnika i potencijalnih prenositelja bolesti.

2. LITERATURNI PREGLED

Uzajamni odnos između vrsta i okoliša jest temelj ekologije. Važnost klime u raspodjeli životinjskih i biljnih vrsta davno je prepoznata (Humboldt i Bonpland, 1807; de Candolle, 1855). Međutim, meteorološki faktori u kombinaciji s okolišnim uvjetima preciznije mogu odrediti distribuciju živih bića na Zemlji.

Zbog široke distribucije i vrlo uspješne adaptacije na različita staništa, komarci nisu jedina grupa organizama pogodna za osnovna ekološka istraživanja, međutim zbog nelagode koju stvara njihova prisutnost i vektorske uloge koju imaju, komarci su u središtu interesa šire javnosti. I mnogima se tada čini da su „svi komarci isti“, ali mnoge morfološke, fiziološke i genetičke razlike među komarcima pokazuju da njih danas u svijetu ima više od 3400 vrsta (Service, 2008).

Razlike u ponašanju različitim vrstama komaraca omogućavaju naseljavanje brojnih ekoloških niša, a da pritom preklapanja ima relativno malo. Saznanja o staništima koja predstavljaju legla komaraca od primarnog su značenja u programima kontrole brojnosti odraslih komaraca. Budući da je za čovjeka kontakt sa ženkom komarca izuzetno neugodan, a ponekad može biti i koban, danas se velik dio sredstava organizacija koje se bave dezinsekcijom komaraca usmjerava na suzbijanje ličinki komaraca u leglima, kako do razvoja odraslih komaraca ne bi došlo, odnosno kako bi njihov broj bio sveden na tolerantne vrijednosti. Dakle, komarci ne predstavljaju problem čovjeku i drugim domaćinima (ptice, vodozemci, gmazovi, sisavci) dok su u stadiju ličinki, već samo kao odrasle jedinke.

Vjerojatno iz želje za poznavanjem „izvora“ komaraca kao napasnika, mnogo je više spoznaja o ličinkama komaraca u asocijaciji s različitim leglima nego li je onih koji objašnjavaju vezu odraslih komaraca i okolice (Horsfal, 1963; Cassani i Bland, 1978; Wekesa i sur., 1996 u Schäfer, 2004; Romanović, 2008). Razlog može biti i u većoj „statičnosti“ ličinki komaraca u odnosu na veličinu medija u kojem se razvijaju, što je svakako lakše istražiti nego velika zračna prostranstva u koja se komarci kao odrasle jedinke, a nakon izlijetanja, integriraju.

Komarci u stadiju ličinke i odrasli komarci žive u dva potpuno različita staništa (voda i zrak), a svaki je razvojni stadij komarca pod utjecajem neposrednog okoliša. Odrasli komarci izloženi su grubljem okolišu negoli su to ličinke. Kao kompenzacija tomu, mobilnost odraslih jedinki pomaže im da izbjegnu nepovoljne životne uvjete i putuju na velike udaljenosti radi zadovoljenja svojih potreba (Bidlingmayer, 1985).

Okolišni faktori koji upravljaju distribucijom, brojnošću i gustoćom komaraca jesu klima, fizikalni i kemijski uvjeti staništa, prisutnost domaćina, predatori i u nekim slučajevima kompeticija (WHO, 1975).

2.1. Staništa ličinki komaraca

Komarci su široko rasprostranjeni na Zemlji i teško je zamisliti ijedno vodeno stanište koje nije potencijalno leglo komaraca. Nisu se adaptirali jedino na život u vodama tekućicama, morima ili oceanima, ali su zabilježeni u manjim vodenim tijelima koja predstavljaju mirniji, više stajaći kopneni „produžetak“ istih.

Akvatična staništa mogu se znatno razlikovati u kvaliteti vode (kisela, bazična, slana, slatka ili bočatna), gustoći i tipu prisutne vegetacije, te u količini sunčeve svjetlosti, odnosno sjene. Različite vrste biljaka indikatori su određenoga tipa staništa ličinki, a biljke reflektiraju ne samo fizikalne karakteristike legla nego i kemijsku komponentu vode. Prisutnost biljaka ili izostanak nekog vegetacijskog tipa može nagovijestiti mogućnost postojanja ili nepostojanja ličinki određene vrste komaraca u određenom tipu legla.

Općenito, razlikujemo prirodna i umjetna staništa – nastala pod utjecajem čovjeka. Selekcija legala, odnosno staništa ličinki komaraca, rezultat je specifičnoga ponašanja ženki pojedine vrste komaraca prilikom polaganja jaja. Davanje prednosti jednog tipa staništa ili više njih nad drugim od strane ženke, više ili manje je genetski uvjetovano (WHO, 1975). Isto potencijalno leglo jednu vrstu komaraca može privlačiti dok drugu od sebe odvratiti. Primjer različitosti među leglima može biti u zagađenosti vode, temperaturi, izloženosti svjetlu ili drugim okolišnim faktorima.

Klasifikacija staništa ličinki komaraca raznovrsna je (Bates, 1941; van den Assem, 1961; WHO, 1975; Dabrowska-Prot, 1979; Laird, 1988; Service u Lane i Crosskey, 1993b), međutim, prema mnogim autorima, postoji značajna razlika između površinskih voda i kontejnerskih tipova staništa. Kopnene vode (bare, jezerca, močvare i sl.) mogu biti stalna ili privremena staništa, privremena mogu biti prirodna ili umjetna, stalna mogu postati privremena, dok su kontejnerska staništa (šupljine drveća, udubine u stijenama, posude za skladištenje vode u domaćinstvima, odbačene automobilske gume i sl.) uglavnom male prirodne ili umjetne vodene površine.

Prostorni, kemijski ili vremenski faktori mogu prouzročiti brze, ali privremene promjene unutar ovih legala i mogu pridonijeti nastajanju mnogostrukih tipova staništa.

Savršena klasifikacija legala, dakle, ne postoji. I dok se neke vrste ličinki komaraca ograničene na samo jednu vrstu staništa (pr. *Anopheles plumbeus* i *Aedes geniculatus* – u dupljama drveća), mnoge druge vrste koriste čitav spektar sličnih mjesta za razvoj (*Aedes aegypty* – u prirodnim i umjetnim kontejnerskim staništima).

Generalno, komarci mogu biti podijeljeni u dvije grupe ovisno o tome koji tip vodenog staništa preferiraju. Postoje dvije glavne kategorije legala komaraca. To su stajaća voda (stalna i povremena) i poplavno područje (inundacije uz vodene tokove; depresije ispunjene vodom nakon poplave, obilnije kiše ili topljenja snijega; navodnjavane površine, otvori u drveću i umjetna legla). Analogno tim kategorijama staništa i načinima polaganja jaja, razlikujemo grupu komaraca stajaćih voda – koji polažu jaja na površinu vode i grupu poplavnih vrsta komaraca – koji polažu jaja na vlažno tlo koje će naknadno biti poplavljeno (Becker i sur., 2003). Vrste iz prve grupe (rodovi *Culex*, *Uranotaenia*, *Cocquillettidia*, *Orthopodomia* i *Culiseta*) obično produciraju nekoliko generacija komaraca godišnje, što ovisi o raspoloživosti legala u sezoni i biotičkim i abiotičkim faktorima okoliša, a šansu za prezimljavanjem imaju samo oplođene ženke. Godišnji broj generacija komaraca iz druge grupe (rodovi *Aedes*, *Ochlerotatus* i *Psorophora*) ovisi prvenstveno o periodičnosti plavljenja legala, a vrste prezimljuju u stadiju jaja.

Brzina razvoja ličinki na nekom staništu ne ovisi samo o biotičkim odlikama legla, već i o kvaliteti vode, temperaturi vode i količini svjetlosti. Dostupnost hrane i prisutnost predatora utječu na preživljavanje ličinki, a time i na brzinu razvoja populacije komaraca.

Spoznaja da su neke vrste komaraca zabilježene u nekoliko tipova legala, a druge u vrlo karakterističnim staništima ilustrira kompleksnost problema s kojim se susreću organizacije za dezinsekciju komaraca. Dok su veze pojedinih vrsta komaraca i staništa prilično specifične, druge se vrste razvijaju u posve različitim okolnostima. Zbog toga se otkrivanje odraslih komaraca jedne vrste ne može uvijek dovesti u vezu s položajem legala istih jedinki.

2.2. Utjecaj geofizikalnih faktora na ponašanje komaraca

Istraživanja faune komaraca u pravilnim intervalima, u različitim staništima i različitim geografskim područjima nadopunjuju naša znanja o sezonskoj pojavnosti vrsta komaraca temeljenoj na biotičkim i abiotičkim faktorima.

Klima je glavni faktor u okolišu i ona stvara uvjete sredine gdje temperatura, relativna vlažnost zraka, količina oborina, svjetlost i vjetar jesu važne komponente. Dnevni izražaj klime zove se „vrijeme“, koje ima apsolutan utjecaj na biologiju, rasprostranjenje i gustoću komaraca u bilo kojem vremenskom razdoblju.

Klima može biti podijeljena na makroklimu – prosječni meteorološki uvjeti na nekom području, i mikroklimu – meteorološki uvjeti na ograničenom području unutar makroklimatske zone. Makroklima varira u skladu s geografskom širinom i dužinom, kao i prevladavajućim meteorološkim faktorima, dok mikroklima varira između staništa na bilo kojoj geografskoj širini.

Meteorološki faktori kao što su svjetlost, temperatura, padaline, relativna vlažnost zraka i vjetar snažno mogu utjecati na brojnost, ekologiju i ponašanje komaraca (Service, 1980; Day i Curtis, 1989). Mnogi se istraživači ne slažu oko definiranja optimalnih uvjeta za let komaraca (Rowley i Graham, 1968). Neki faktori utječu više, drugi manje na ponašanje i aktivnost komaraca, međutim optimalni uvjeti različiti su za različite vrste.

2.2.1. Svjetlost

Sunčeva svjetlost

Značajne reakcije kukci pokazuju prema smjeni dana i noći, te intenzitetu i trajanju osvjetljenja. Intenzitet svjetla ili jakost njegovog sjaja jest količina svjetlosne energije po jedinici površine (SI jedinica = lux). Zbog rotacije Zemlje oko svoje osi, intenzitet svjetla mijenja se tijekom dana: minimalan je prije zore, raste do podneva, kada doseže maksimum, opada prema večeri, da bi ponovno dosegao minimum nakon zalaska sunca. Intenzitet svjetla također se mijenja ovisno o godišnjem dobu (ljeto – zima).

Fotoperiod je broj sati svjetla tijekom 24 sata. Ima značajnu ulogu u biologiji živih bića. On se mijenja sezonski i ovisi o geografskoj širini (najveće razlike fotoperioda su oko polova, a

najmanje oko ekvatora), što znači da su i reakcije organizama na fotoperiod različite na različitim geografskim širinama. O fotoperiodu ovisi biologija, rast, oblik, metabolizam, ponašanje i geografska rasprostranjenost organizama (Petrić, 1989 prema Beck, 1971).

Svi komarci pokazuju više ili manje blisku vezu između aktivnosti (hranjenje, odmaranje, rojenje) u određenom dijelu dana i dnevnog ciklusa intenziteta svjetla, temperature i relativne vlažnosti zraka (Clements, 1999).

Dvadesetčetverosatni ciklični model ponašanja očituje se kod većine kukaca. Fiziološke potrebe kukaca za kretanjem, ishranom, razmnožavanjem i sl. kod pojedine vrste mogu se javiti u specifičnom dijelu dana. Prema vremenu u kojem se aktivnost obavlja razlikujemo tri grupe kukaca.Vrste kukaca, pa time i komaraca koje su aktivne tijekom osvijetljenog dijela dana, dakle u razdoblju između svitanja i sumraka, zovu se dnevne ili diurnalne vrste. One koje su aktivne noću, po mraku jesu noćne ili nokturnalne vrste, a one kod kojih je aktivnost maksimalna tijekom svitanja i u sumrak jesu krepuskularne vrste (Petrić, 1989 prema Beck, 1971). Najveći broj vrsta komaraca jesu krepuskularne, jer vrijeme prije svitanja i nakon zalaska sunca jest ono koje po sljedećim karakteristikama najviše odgovara komarcima za njihove aktivnosti: vjetar je uglavnom slab, temperatura zraka umjerena, a relativna vlažnost zraka visoka.

Svjetlost je u korelaciji s premještanjem komaraca s jednog mjesta na drugo, a sve u svrhu hranjenja ili odmaranja. Svaka vrsta komaraca ima afinitet prema određenom intenzitetu svjetla na mjestima za odmor. Općenito, aktivnost komaraca može biti inhibirana ili prevelikim ili premalim intenzitetom svjetla. Pojava širokog intenziteta svjetlosti prije izlaska i nakon zalaska sunca, a koji se periodično ponavlja, jest karakteristika koja naizmjenično stimulira i destimulira let komaraca i utječe na promjene sastava populacije koja se nalazi u zraku. Kako svaka jedinka ima individualni donji i gornji prag za količinu svjetlosti koja potiče let, maksimalna aktivnost krepuskularnih vrsta ovisit će o individualnim pragovima osjetljivosti (Bidlingmayer, 1985). Zabilježeno je da mnoge krepuskularne vrste krvni obrok uzimaju i u svitanje i u sumrak (Clements, 1999).

Mjesečeva svjetlost

Mnoge vrste komaraca jesu noćne, nokturnalne vrste, a aktivnost je obično uvjetovana mjesečinom. Clements (1999) daje detaljan opis utjecaja Mjesečevih faza na neke vrste komaraca, ali generalno je mišljenje kako je aktivnost komaraca najveća u fazi punog Mjeseca, a najmanja u fazi mladog Mjeseca. Ribands (1945) i Provost (1958), u Petrić (1989),

i Clements (1999) navode kako mjesečeva svjetlost produžava aktivnost nekih krepuskularnih vrsta na cijelu noć. U tehnikama uzorkovanja komaraca poznato je da mjesečina reducira učinkovitost svjetlosnih klopki.

2.2.2. Temperatura

Komarci su hladnokrvni organizmi i zbog toga svi metabolički procesi ovise o temperaturi okoliša. Prosječna optimalna temperatura za razvoj velike većine vrsta komaraca je oko 25 °C – 27 °C. Razvoj može biti potpuno zaustavljen na 10°C ili se može pojaviti velika smrtnost jedinki iznad 40 °C (WHO, 1975). Tolerancija na razlike u temperaturi ovisi o vrsti komaraca, ali generalno, određena vrsta ne može podnijeti temperaturu okoliša veću za 5-6°C od temperature na koju je vrsta inače prilagođena. Na ponašanje komaraca temperatura može djelovati motivirajuće ili inhibirajuće. Bradley i McNeel (1935) i Bidlingmayer (1974) utvrdili su da temperatura ispod 21°C, odnosno 19°C reducira broj komaraca u klopkama. Međutim, nakon što temperatura naraste malo iznad donjeg praga leta, koji je karakterističan za svaku vrstu, daljnji porast temperature neće jače aktivirati let (Taylor, 1963).

Temperatura zraka u svitanje obično je niža nego u sumrak, iz čega proizlazi da je snižena i letna aktivnost komaraca u svitanje. Gonotrofički ciklus, uključujući hranjenje krvlju, letne aktivnosti, rojenje komaraca i dužina života također ovise o temperaturi. Zabilježeno je da temperatura može utjecati na prag intenziteta svjetlosti, koji potom određuje početak određene aktivnosti komarca (Clements, 1999).

2.2.3. Relativna vlažnost zraka

Vlažnost zraka limitirajući je faktor distribucije komaraca i dužine njihova života. Šumske vrste osjetljivije su na promjene u vlažnosti zraka od vrsta koje žive u područjima sa sušnom klimom. Vlažnost zraka zavisi od temperature okoliša. Okolna relativna vlažnost zraka raste tijekom noći kao posljedica pada temperature zraka, obično je vrlo visoka oko svitanja, kada može doseći i 100% (Bidlingmayer, 1985). Svako područje ima karakteristični dnevni ritam temperature i vlažnosti zraka. Aktivnost komaraca u uzajamnoj je vezi s tim ciklusima. Spomenuti ritam najočitiji je u područjima gdje su dani vrući i prilično suhi. Mnogo je radova koji izvještavaju o korelaciji između aktivnosti pojedinih vrsta komaraca i vlažnosti zraka

(više u Clements, 1999). Primjer je pozitivna korelacija zabilježena kod vrste *Cx*. *nigripalpus*, dok značajne ovisnosti nije bilo kod vrste *Ae*. *taeniorhynchus*. S druge strane, relativna vlažnost zraka dovedena je u usku vezu s uzimanjem krvnog obroka, odnosno hranjenjem nektarom koje je potpuno obustavljeno pri relativnoj vlažnosti zraka od 97% (Grimstad i DeFoliart, 1974b u Clements, 1999).

Suho i vjetrovito vrijeme može potpuno inhibirati let komaraca, što je primjerice zabilježeno u Floridi i to posebice tijekom zimskih mjeseci (Day i Curtis, 1989). Prihvaćeno je mišljenje da je vlažnost zraka između 70% i 90% optimalna vlažnost za let komaraca (Bidlingmayer, 1985), iako nema jednoznačnog stava. Tako primjerice Rowley i Graham (1968) nalaze još širi raspon relativne vlažnosti zraka, od 30% do 90%, koja nema utjecaja na snagu leta komaraca. Provost (1974) iznosi kako u predjelima gdje temperatura zraka noću ne padne dovoljno nisko da bi imala utjecaj na let komaraca, vlažnost zraka može postati dominantni regulacijski faktor u njihovom ponašanju.

2.2.4. Kiša

Utjecaj kiše mijenja se ovisno o količini padalina i karakteristikama okoliša. Učestale kiše umjerenog intenziteta mogu dovesti do plavljenja terena stvarajući legla komaraca aktivnim. Kiša može pogodovati i porastu broja komaraca u nekom staništu, gdje komarci ostaju „zarobljeni“ sve dok se klimatske prilike ne poprave.

Kiša uvjetuje porast relativne vlažnosti zraka, naročito nakon sušnih razdoblja i taj utjecaj relativne vlažnosti očituje se na letnu aktivnost komaraca i njihovo ponašanje u istraživačkom letu (Day i Curtis, 1989 u Clements 1999). Inače, kiša ima mali ili nikakav izravni utjecaj na aktivnost komaraca, bilo da se radi o približavanju komaraca klopki s atraktantom (Bertram i McGregor, 1956; Chadee i Tikasingh, 1989 u Clements, 1999), bilo da su u pitanju aktivnosti vezane uz uzimanje krvnoga obroka na domaćinu (Mattingly, 1949; Sharp, 1983 u Clements, 1999).

2.2.5. Rosište

Često se u sušnim područjima u kojima nema padalina i zrak je suh mjeri točka rosišta. Točka rosišta je temperatura zraka na kojoj, uz određenu koncentraciju vodene pare, zrak postaje zasićen. Obično je rosište niže od stvarne temperature zraka, osim u oblacima i magli.

2.2.6. Vjetar

Faktor koji nesumnjivo najviše utječe na smjer kretanja komaraca, kukaca općenito, jest vjetar. Studija koju je dao Kennedy (1940) temelj je poznavanja orijentacije kukaca u odnosu na smjer vjetra. Vezu između smjera vjetra i smjera leta različitih vrsta komaraca utvrđivali su mnogi znanstvenici (više u Clements, 1999).

Unutar nekoliko metara od Zemljine površine brzina vjetra relativno je mala. Tu zonu entomolozi nazivaju graničnim slojem leta (engl. „flight boundary layer“), gdje su zračna strujanja dovoljno slaba, tako da je brzina leta kukaca u tom sloju veća od brzine vjetra. Unutar graničnoga sloja kukci mogu letjeti u svim smjerovima, dok iznad toga sloja ne mogu izbjeći pasivno nošenje vjetrom. Debljina sloja različita je za pojedine vrste kukaca, a ovisi o njihovim letačkim sposobnostima (Taylor, 1974; Pedgley, 1982 u Clements, 1999).

Komarci lete uz vjetar kada je brzina vjetra manja od brzine njihova leta, što najčešće iznosi jedan metar u sekundi (ms^{-1}), a kada brzina vjetra postane veća od 1 ms^{-1}, tada komarci lete niz vjetar ili je njihov aktivni let obustavljen (Snow, 1976; Gillies i sur., 1978; Service, 1980). Slično navodi i Clements (1999), prema kojem brzina vjetra manja od 1 ms^{-1} ne utječe na orijentaciju leta komaraca pa oni lete u svim smjerovima, međutim kada vjetar dosegne brzinu veću od 2 ms^{-1}, glavno usmjerenje komaraca je niz vjetar. Komarci se pomoću vjetra aktivno ili pasivno rasprostiru i na velike udaljenosti. Komarci vrste *Ae*. *vigilax* zabilježeni su na udaljenosti od 100 km od mjesta legla (Hamlyn-Harris, 1933 u Service 1980), a vrsta *Ae*. *vexans* nošena masivnom hladnom zračnom frontom registrirana je na udaljenosti od 145 do 370 km unutar vremena od 24 do 48 sati (Horsfall, 1954).

2.3. Let komaraca

Let komaraca (kukaca općenito) s jednog mjesta na drugo često je u literaturi engleskoga govornog područja nazvan: disperzija (engl. „dispersal“, „sputtering“) ili migracija (engl. „migration“). Postoje različita tumačenja obiju riječi. Neki ih autori poistovjećuju, dok ih drugi isključuju (detaljno opisano u Sudarić Bogojević, 2005).

Service (1997) je dao opsežan pregled različitih tipova disperzije zapaženih kod komaraca, uključujući nenamjerne disperzije uzrokovane transportnim sredstvima, vjetrom uvjetovane disperzije na velike udaljenosti i kratke, dnevne letove komaraca pri traženju domaćina, jedinke suprotnog spola za parenje, traženju nektara, mjesta za polaganje jaja i odmor. Southwood i Henderson (2000) spominju dva tipa disperzija: disperzije u susjednom okolišu, koje opisuju kretanja jedinki komaraca u obližnja područja, i skokovite disperzije, koje opisuju kretanja na velike udaljenosti, gdje jedinke aktivno odlaze s namjerom ili bivaju transportirane nekim vanjskim posrednikom. Silver (2008) koristi definiciju disperzije komaraca koju je dao Service (1993), a prema kojoj disperzije jesu sva kretanja odraslih jedinki komaraca, bila ona pasivna ili aktivna, a koja obuhvaćaju udaljenosti od nekoliko metara do nekoliko desetaka kilometara.

Na sposobnost leta komaraca djeluje fiziologija komaraca i okolišni uvjeti. Fiziologija je vezana uz već spomenute primarne potrebe komaraca za hranom – bjelančevinama i ugljikohidratima, dnevnim i noćnim odmorom i pronalaskom mjesta za ovipoziciju. Svemu navedenom treba dodati i starost ženke, jer su istraživanja pokazala da maksimalnu sposobnost leta ženke različitih vrsta imaju u različitom starosnom razdoblju (Rowley i Graham, 1968; Nayar i Sauerman, 1972; Clarke i sur., 1983). Energiju potrebnu za obavljanje aktivnosti tijekom života svi mužjaci komaraca i većina ženki dobivaju iz ugljikohidrata, hraneći se cvjetnim nektarom, mednom rosom s listova koju izlučuju lisne uši i biljnim sokom koji se stvara na mjestu oštećenja biljke. Međutim, samo se ženke komaraca hrane krvlju domaćina, koja osim što je izvor energije, bogata je bjelančevinama potrebnim za razvoj jaja (Clements, 1999; Woodbridge i Walker, 2002).

Sintezom mnogih istraživanja o ponašanju komaraca pri letu, Bidlingmayer (1985) utvrđuje tri različita tipa leta komaraca: migracijski, apetitivni i konzumacijski let.

Migracijski let karakterističan je samo za mlade jedinke komaraca, starosti 6-10 sati, koje obično napuštaju mjesto legla u sumrak ukoliko su im energetske rezerve dostatne i ako im

meteorološke prilike pogoduju (Bidlingmayer, 1985). Komarci pritom u rojevima bivaju nošeni vjetrom pa otuda naziv pasivna migracija (Provost, 1953). Budući da je smjer migracijskoga leta određen smjerom vjetra u trenutku polijetanja komaraca i orijentirima na tlu, a trajanje ograničeno energetskim zalihama komaraca i vremenskim prilikama okoliša, krajnje odredište komaraca posve je slučajno i nepredvidljivo.

Samo ukoliko let komaraca ima sljedeće tri karakteristike, radi se o migracijama: a) ustrajni let; b) pravocrtno kretanje koje se najčešće odvija niz vjetar i c) izostanak stanki tijekom leta radi zadovoljenja osnovnih potreba za hranom, odmorom i sl. Sinonim za migracije jest neapetitivni let (Provost, 1952; Southwood, 1962; Johnson, 1969 i Nayar, 1985 u Service, 1993a).

Apetitivni ili istraživački let značajan je za ženke komaraca koje su starije od 24 sata. Uvjetovan je okolišnim i vremenskim prilikama, reakcija je na fiziološki podražaj, a po Horsfallu (1955) vezan je za različite potrebe komaraca: a) pronalazak mjesta za dnevni odmor, b) pronalazak mjesta za polaganje jaja – ovipoziciju, c) hranjenje, d) prezimljenje i e) rojenje. Opisan je kao aktivan let kraćega trajanja koji kontrolira sama jedinka komarca (Service, 1993a). U kategoriju istraživačkoga leta komaraca ulaze gotovo sve letne aktivnosti ženki tijekom njihova života (Gillies i Wilkes, 1972, 1974 u Bidlingmayer, 1985). Sinonimi za apetitivni let su: cilju-orijentiran, usmjereni let, trivijalan let – neznatni let na male udaljenosti (Southwood, 1962; Johnson, 1969; O'Donnell i sur., 1992) ili aktivno raspršivanje, disperzija (Provost, 1953; Nayar, 1985 u Service, 1993a).

Konzumacijski let direktan je i kratak, a nastavlja se na apetitivni let, iako apetitivni let ne mora uvijek nužno prethoditi konzumacijskom. Komarci ovdje odgovaraju na neposredan podražaj iz bliže okolice – na primjer, ako je u pitanju uzimanje krvnog obroka, onda je to podražaj koji dolazi od domaćina (Bidlingmayer, 1985).

Putovi kojima kukci lete mogu biti uz vjetar, niz vjetar i poprijeko strujanju zraka. Tijekom istraživačkoga leta u kojem komarci traže domaćina za krvni obrok, mjesto za odmor ili ovipoziciju, dva su faktora koja određuju stazu leta komaraca: smjer vjetra, odnosno utjecaj meteoroloških faktora i orijentacija komaraca prema vizualnim podražajima.

Ta dodatna vizualna stimulacija potvrđena je u istraživanjima u tunelu za proučavanje leta koji služi za mjerenje sposobnosti leta komaraca u laboratoriju (Kennedy, 1940; Daykin i sur., 1965; Rowley i sur., 1968; Mayer i James, 1969 u Clements 1999). Pri promjeni prostornoga rasporeda komarci se osim vizualnim koriste i olfaktornim i termičkim podražajima. Njima se

prvenstveno služe ženke prilikom pronalaska domaćina, osjećajući najprije promjene intenziteta ugljikovog (IV)-oksida, a kasnije i toplinu tijela domaćina. Komarac osjeća miris domaćina na udaljenosti većoj od 20 m. Promjenu koncentracije CO_2 od čak 0,01%, u kombinaciji s drugim komponentama kao što su mliječna kiselina, octenol, aceton, butanon i fenolne komponente, komarac registrira pomoću receptora smještenih na donjočeljusnim pipalima i ticalima. U bliskom okružju domaćina (konzumacijski let), njegov miris važan je koliko i toplina tijela (Woodbridge i Walker, 2002). Komarac lako može razlikovati odstupanja u temperaturi tijela domaćina od samo 0,2°C (Lehane, 1991). Osim navedenih vizualnih, olfaktornih i termičkih organa, kod komaraca postoje još auditivna osjetila, te osjetila za vlagu.

Tijekom svoga života ženke komaraca imaju potrebu za ugljikohidratima, odmorom, krvnim obrokom i za polaganjem jaja, a svaka zadovoljena potreba pobuđuje drugu potrebu te se ciklus apetitivnog i konzumacijskog leta neprestano ponavlja.

Generalno, populacije komaraca kreću se u smjeru: a) mjesta za odmor nakon polaganja jaja ili izlijetanja, b) mjesta za hranjenje, c) mjesta za dnevni odmor i d) mjesta za polaganje jaja.

U ponašanju komaraca proces traženja domaćina dio je istraživačkoga leta. Taj proces razlikuje se između vrsta, a ovisi o sezoni i raspoloživosti izvjesnog domaćina. Obično se može podijeliti u tri faze (Sutcliffe, 1987 u Becker i sur., 2003):

1. neorijentirano kretanje komaraca pri kojem se povećava mogućnost da ženka dođe u kontakt s podražajem koji dolazi od potencijalnoga domaćina;
2. kretanje orijentirano prema domaćinu koje je rezultat odgovora komarca na podražaj domaćina, a podražaj postaje sve veći što su jedinke bliže jedna drugoj;
3. privlačenje ženke od strane domaćina, a nastupa u trenutku kada ženka identificira domaćina u svojoj blizini.

2.4. Udaljenosti, visine i brzine leta komaraca

U tunelu za proučavanje leta mjeri se sposobnost leta komaraca u uvjetima bez strujanja zraka, odnosno strujanjima zraka različitoga intenziteta, uz odabir vrijednosti temperature i vlažnosti zraka. Kompjutorskom analizom dobiju se detalji o trajanju leta i prijeđenoj udaljenosti, dužini trajanja odmora, srednjoj brzini početnog leta, srednjoj brzini ukupnoga

leta i ukupno prijeđenoj udaljenosti (Rowley i sur., 1968; Clarke i sur., 1984). Prijeđena udaljenost izmjerena u tunelu specifična je za pojedinu vrstu, a ovisi o spolu, starosti jedinke i njezinoj kondiciji. Dok mužjaci imaju slabije izražene letne mogućnosti, ženke mnogih vrsta testirane u tunelu preletjele su udaljenosti u rasponu od 2,5 do 10 km. Gravidne ženke vrste *Cx. tarsalis* letjele su čak 25 do 30 km (Bailey i sur., 1965; Dow i sur., 1965 u Clements, 1999; Reisen i Lothrop, 1995). Općenito, komarci u tunelu prijeđu mnogo veće udaljenosti od onih koji lete u prirodnom okruženju. Primjerice, vrsta *Ae. aegypty* slobodno leti 100-200 m na dan, dok ženke iste vrste u tunelu prevale 5-9 km (Clements, 1999). Često se dogodi da let komaraca u tunelu bude okončan iscrpljenošću jedinke, što se u prirodi ipak vrlo rijetko događa.

U prirodi, brzine leta komaraca razlikuju se za pojedinu vrstu, odnosno jedinke unutar iste populacije, a kreću se u rasponu od 0,5 ms^{-1} do 1,5 ms^{-1} (Bydlingmayer, 1985). Prosječna brzina leta komaraca iznosi 1 ms^{-1} (Bydlingmayer, 1975) međutim, letne aktivnosti znatno su reducirane ukoliko brzina vjetra dosegne brzinu kojom komarci lete (Grimstad i DeFoliart, 1975). Temeljna metoda koja u prirodnom okruženju mjeri udaljenost što ju komarci mogu prijeći u zadanom vremenu i određuje oblik, tj. obrazac njihove disperzije jest CMRR metoda (Service, 1993; Silver, 2008).

Različiti istraživači mjerili su prijeđene udaljenosti komaraca i za iste vrste komaraca dobili različite rezultate. Interval udaljenosti kretao se od nekoliko stotina metara do nekoliko kilometara. Zbog toga udaljenost koju komarci prelete treba sagledati u okvirima okoliša gdje je let izveden, na primjer urbano ili ruralno područje, gusta ili rijetka vegetacija i sl., kao i dostupnosti izvora hrane i mjesta za ovipoziciju, koji predstavljaju usputne stanice i na taj način obustavljaju i odgađaju let na određeno vrijeme (Clements, 1999).

Temperatura, vlažnost zraka, prisutnost domaćina i potencijalnih legala faktori su koji upravljaju kretanjima populacija komaraca prema različitim dijelovima staništa. Utjecaj pojedinog faktora ovisi o fiziološkom stanju komarca. Primjerice, privlačnost prema domaćinu koji je u blizini manje će osjećati nahranjene ženke komaraca. S druge strane, let ženki komaraca prema leglima stimuliran je potpunim razvojem ovarija pa će stoga gravidne ženke biti privučene konkretnim specifičnim karakteristikama legala. Nepovoljna temperatura i vlaga u zraku i nepostojanje domaćina komarce će pak navesti na promjenu mjesta za odmor.

Komarci se razlikuju u ponašanju pri hranjenju i odmaranju. Vrste koje se hrane, a potom i odmaraju u zatvorenim prostorima zovu se endofagne, odnosno endofilne vrste, a one koje se

uglavnom hrane i odmaraju izvan zatvorenih prostora su egzofagne, odnosno egzofilne vrste. Ženke komaraca koje se hrane krvlju ptica pripadaju ornitofagnim i ornitofilnim vrstama, zoofagne i zoofilne su one koje se hrane na drugim skupinama kralježnjaka i prema njima pokazuju sklonost, a antropofagne i antropofilne vrste komaraca imaju tendenciju hranjenja na ljudima. Način ishrane komaraca, odnosno raspoloživost domaćina određuje horizontalnu i vertikalnu distribuciju komaraca.

Visina na kojoj komarci lete varira tijekom leta i ovisi o kondiciji komarca i staništu u kojem se let provodi (Mian i sur., 1990; Bellini i sur., 1997; Lee i sur., 2006). Mikroklimatski uvjeti ovise o tipu vegetacije na određenom staništu koja može utjecati na povećanje vlažnosti zraka i smanjenje brzine vjetra, što uvelike dovodi do reakcije u ponašanju komaraca u letu. Komarci zbog toga obično lete ili blizu površine tla ili neznatno iznad drveća. Istraživanja su pokazala da su ženke *Ae*. *vexans*, *Ae*. *rossicus*, *Ae*. *cinereus* i *Oc*. *sticticus* hvatane u klopkama koje su bile postavljene na visini do 4 m od tla, dok su ženke podvrste Cx. pipiens pipiens bile najbrojnije u klopkama na visini od 10 m. Ženke ornitofagnih vrsta, na primjer *Cx*. *p*. *pipiens* i *Cx*. *morsitans*, hranu pronalaze u krošnjama drveća, dok zoofagne vrste rodova *Aedes* i *Ochlerotatus*, preferiraju sisavce kao domaćine, zbog čega su i najzastupljenije u prizemnom sloju (Mrkonjić, 1998; Becker i sur., 2003). Saznanja o smjeru kretanja komaraca uvjetovanih vjetrom i visinama na kojima lete izvedena su najviše iz podataka stečenih u eksperimentima s klopkama bez atraktanata (Clements, 1999).

2.5. Tipovi staništa u kojima komarci obavljaju let

U općenitom smislu, staništa odraslih komaraca mogu biti definirana kao područja unutar kojih se nalaze pogodna mjesta za odmor, hranjenje i polaganje jaja. Faktori koji utječu na izbor mjesta za odmor jesu temperatura, vlažnost zraka, zaštita od sunca, vjetra i potencijalnih predatora.

Svi kukci koji se hrane krvlju moraju doći u kontakt s potencijalnim domaćinom. Stoga je razumljivo da vrste koje žive u staništu s nedostatnim brojem domaćina imaju snažnu potrebu za kretanjem – disperzijom, za razliku od onih koje žive u okruženju domaćina. S tim u vezi, Becker i suradnici (2003) dijele vrste komaraca u tri kategorije:

A. Vrste čija su legla i mjesta odmora obično blizu mjesta gdje obitavaju njihovi domaćini. Zbog toga i ne lete na velike udaljenosti (većina kontejnerskih vrsta komaraca npr. *Cx*. *p*. *pipiens*);

B. Vrste koje prelaze umjerene udaljenosti od svojih legala i mjesta odmora do staništa domaćina (vrste koje izlijeću iz lokvi nastalih topljenjem snijega npr. *Oc*. *rusticus*);

C. Vrste koje prelijeću velike udaljenosti i zaposjedaju nova staništa na kojima će se hraniti i/ili odlagati jaja – ako ima raspoloživih pogodnih mjesta (neke poplavne vrste komaraca npr. *Ae*. *vexans*).

Tijekom obavljanja raznih aktivnosti, svaka pojedina vrsta komaraca orijentira se na onaj dio staništa gdje joj povoljni uvjeti sredine omogućavaju zadovoljenje osnovnih potreba pri različitim fiziološkim stanjima. U takvim se područjima komarci koncentriraju.

Ženke određenih vrsta komaraca koriste isto stanište za sve aktivnosti, dok druge različite aktivnosti obavljaju u različitim staništima. Upravo prema staništima u kojima izvode let i staništima u kojima se odmaraju, moguće je izvesti kategorizaciju vrsta komaraca. Također, vrste mogu biti podijeljene i na bazi interakcija s domaćinom. Obje klasifikacije (Bidlingmayer, 1971, 1975 i Gillies, 1972), Clements (1999) kombinira u jednu:

D. Vrste otvorenih prostora, koje i let i dnevni odmor obavljaju u savanama i poljima s niskom vegetacijom (*Psorophora ciliata*, *Ps*. *columbiae*, *Culiseta titillans*, *Ae*. *sollicitans*). Legla ličinki i mjesta gdje odrasli komarci uzimaju hranu mogu biti na velikim udaljenostima;

E. Vrste šuma i otvorenih područja, koje se tijekom dana odmaraju u šumskim predjelima, dok noću lete preko otvorenih područja (*Ae*. *vexans*, *An*. *crucians*, *An*. *implexus*, *Cx*. *pilosus*) ili uz rub šume (*An*. *cqadrimaculatus*, *Uranotenia lowii*). Znatne su udaljenosti koje prelijeću;

F. Vrste šumskih staništa, koje se u njima i odmaraju i lete, izbjegavajući otvorena staništa. Otvorena područja mogu predstavljati barijeru njihovom rasprostiranju (*Cx*. *nigripalpus*, *Cs*. *melanura*, *Cs*. *annulata*);

G. Vrste urbanih sredina, čija su legla i staništa za odmor i hranjenje odraslih jedinki vrlo blizu ili unutar naseljenih područja (*An*. *funestus*, *An*. *gambiae*, *Ae*. *aegypti*, *Cx*. *quinquefasciatus*). Te vrste prelaze male udaljenosti;

H. Vrste dubokih špilja, koje su u uskoj vezi sa svojim domaćinom (*An. hamoni*) i podrumskih prostora – autogene vrste koje žive u podrumima kuća (*Cx. pipiens* var. *molestus*). Let im je minimalan.

Nekoliko vrsta komaraca ograničeno je na život unutar jedne od navedenih kategorija, dok mnoge vrste po svom načinu života ne pripadaju ni jednoj kategoriji u potpunosti, već tijekom dnevnih aktivnosti hranjenja i odmaranja izmjenjuju, primjerice, dva staništa, najčešće šumu i otvorene prostore – polja (*An. implexus*, *Ae. vexans*, *Cx. pilosus*). Smatra se da komarci koji se danju odmaraju u šumama, a noću hrane na otvorenim prostorima, nisko lete prema osvijetljenom horizontu u sumrak i visoko prema tamnom horizontu u svitanje. Isto se tako misli da neke šumske vrste, koje ne zalaze daleko u otvorene prostore, održavaju vizualni kontakt s velikim sjenama kakve prave rubovi šuma. Mužjaci komaraca, na primjer, imaju sposobnost vratiti se u isti roj nakon što ga napuste. S druge strane, postoje ženke komaraca, kao npr. *An. melas* i *Ae. niphadopsis*, koje od mjesta legla odlaze po hranu na udaljenost od 1 km ili više, ali se vraćaju položiti jaja na isto mjesto odakle su i same izletjele. Međutim, nedovoljni su dokazi koji bi razjasnili radi li se o povratku na mjesto polaska putem vizualnih zapisa u memoriji komarca (Ribbands, 1949; Giglioli, 1965c; Renshaw i sur., 1994 u Clements, 1999) ili mali postotak populacije ondje dolazi posve slučajno. Postoji samo jedna studija koja ima eksperimentalne dokaze o tome da komarci pamte putove i oznake, objekte na tlu (Charlwood i sur., 1988).

Međutim, u navedenim primjerima jasno je da komarci koriste različita staništa koja se nalaze unutar areala lokalne populacije. Ova kretanja komaraca unutar areala populacije neki autori (Horsfall, 1955; Southwood, 1962; Johnson, 1969; Service, 1997; Clements, 1999) nazivaju trivijalnim (neznatna kretanja na male udaljenosti). Međutim, zbog teškoće u određivanju granica areala jedne populacije komaraca, vrlo je teško razlikovati trivijalni let od disperzivnoga leta, tako da se u mnogim studijama trivijalni let poistovjećuje s disperzijom.

Staze leta komaraca teško je slijediti, ali je jasno da kukci močvarnih i šumskih staništa imaju različit „pogled“ od onih koji žive u savanama i drugim otvorenim staništima. Visoka i gusta vegetacija može utjecati na ponašanje komaraca na tri načina: predstavljajući fizičku barijeru, reducirajući svjetlost ispod šumskoga svoda ili stvarajući slike i sjene koje mogu izazvati određenu reakciju (Clements, 1999). Ženke nekih vrsta nastoje proći kroz barijeru, dok ju druge vrste žele izbjeći (Bidlingmayer i Evans, 1987).

2.6. Skloništa komaraca

Unutar područja za odmor, komarci mogu preletjeti s jednog mjesta na drugo kako bi se sklonili od nepovoljnog klimatskog utjecaja, na primjer direktne sunčeve svjetlosti ili utjecaja drugog organizma. Ta mjesta za odmor često se nazivaju skloništa. Vrlo je teško naći „odmarajuće" komarce mnogih vrsta. Gillies (1988 u Clements, 1999) je skloništa komaraca podijelio u tri grupe:

a) skloništa s čvrstom podlogom – sjenovite obale rijeke, pukotine stijena, vitice drveća ili termitnjaci. Deblo drveta, bilo da stoji ili leži u dubokoj sjeni šume, također ulazi u tip opisanog staništa-skloništa. Rupe u muljevitim obalama kanala, pukotine u tlu, udubine u tlu od rakova, jame u stijenama, površina kore debla, duplje drveća, prostor ispod srušenog debla – primjeri su skloništa gdje odmaraju pojedine vrste komaraca;

b) skloništa u vegetaciji – površina lista, stabljike makrofita, skloništa su najčešće u vegetaciji niskoj i isprepletenoj blizu površine tla. U svim takvim skloništima, zbog nepotpunog zelenog svoda osvjetljenje je prilično jako, tako da su staništa tog tipa ograničena na manje prostore. Primjer su: jako zasjenjena vegetacija, trava na područjima izloženim sunčevom svjetlu, vlati visoke trave i vanjski listovi grmlja;

c) nastambe ljudi ili životinja kao skloništa – (više u Clements, 1999).

Promjene u populaciji komaraca i njihov let povezani su s mnogo faktora, koji se opet očituju u ponašanju i ekologiji komaraca uopće. Zato treba imati na umu da su komarci uhvaćeni u klopke istovremeno odraz veličine populacije, karakteristika mjesta hvatanja i meteoroloških uvjeta sredine (Petrić, 1989). Različite su metode skupljanja komaraca koje detaljno opisuje Silver (2008), a izbor tehnike hvatanja komaraca ovisi o tome želimo li skupljati oba spola komaraca ili ženke specifičnog fiziološkog stanja (nenahranjene, nahranjene ili gravidne), a također ovisi i o vrsti, odnosno svrsi istraživanja.

3. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

3.1. Coachella Valley

3.1.1. Geografske karakteristike

Coachella Valley je poljoprivredna i rekreacijska pustinjska dolina smještena u jugoistočnoj Kaliforniji, 16 km istočno od Los Angelesa (Slika 1). Proteže se od planina San Bernardino Mountains na sjeverozapadu, do najvećeg jezera u Kaliforniji – jezera Salton Sea na jugu.



Slika 1. Coachella Valley
(preuzeto s internet-stranice: http://en.wikipedia.org/wiki/Coachella_Valley)

Površine 1750 km^2, dugačka je 72, a široka približno 25 kilometara. Dno doline u odnosu na nadmorsku visinu varira od -65 m na jugoistočnom dijelu do 150 m na sjeverozapadnom kraju doline.

Na zapadu granicu doline čine San Jacinto Mountains i Santa Rosa Mountains, dok je na sjeveru i istoku omeđena planinama Little San Bernardino Mountains i Mecca Hills. Planinski vrhovi dosežu visinu od 3400 m, dok su planine prosječno visoke između 900 do 1500 m. Planine u južnom dijelu doline više su od onih na sjevernoj strani doline. Upravo ta razlika u

visini, praćena razlikama u temperaturi zraka i oborinama, kao i druge okolišne varijable, značajni su faktori koji pridonose velikoj biološkoj raznolikosti navedenoga područja.

Područje planina San Jacinto Mountains i Santa Rosa Mountains 2000. godine proglašeno je Nacionalnim spomenikom, a ondje se nalazi i značajan broj indijanskih rezervata.

Mnogi kanjoni u planinama imaju i značajan biljni svijet uz vodene tokove koji su netipični za pustinjski okoliš. Potoci također omogućavaju stvaranje oaze palmi, posebice u Santa Rosa Mountains. Asocijacije palmi i kanjona, uz dominantni pustinjski izgled doline, čine još jedan specifični oblik staništa.

Rasjed San Andreas Fault presijeca dolinu od Chocolate Mountains u jugoistočnom kutu duž centralne linije planine Little San Bernardino. Rasjed je lako vidljiv duž njegove sjeverne strane kao uska traka zelenila – oaza palmi koja se proteže južnom stranom Indio Hillsa, gdje voda dopire do ili blizu površine nasuprot potpuno drukčije – ogoljene planine. Planine Chocolate Mountains su vojni poligon United States Navy i nisu dostupne javnosti.

Slano jezero – Salton Sea također utječe na raznolikost biljnog i životinjskog svijeta kreirajući močvare, muljevite obale i druga poplavna staništa. Ono je i važno migracijsko područje za ptice, kojih ima više od 400 vrsta. Šire područje Salton Sea jezera dom je i za 24 vrste gmazova i 20-ak vrsta sisavaca. Dno korita jezera nalazi se ispod razine mora, što uvjetuje stvaranje sušnih, vrućih staništa koja u kombinaciji sa salinitetom tla omogućavaju rast neuobičajenih pustinjskih zajednica grmlja i šipražja. Površina jezera je oko 974 km² (ovisno o količini kiše i dotoku vode s poljoprivrednih površina), maksimalna dubina 15,5 m, a salinitet je veći od saliniteta oceana i iznosi 44 000 mg/l.

Osim mreže kanala koji prikupljaju vodu s poljoprivrednih površina i donose u jezero, tu je i Whitewater kanal koji prikuplja vodu nastalu topljenjem snijega na samom sjeveru doline, prihvaćajući i vodu iz urbanih i poljoprivrednih površina i ulijeva se u Salton Sea.

3.1.2. Staništa i vegetacija

Kalifornija je poznata kao područje posebno bogato urođenim klimazonalnim biljnim vrstama, kojih ima više od 5000. Jedno od dva najveća centra endemskih i reliktnih vrsta u Kaliforniji je sjeverni i zapadni rub pustinje Kolorado. Ovdje donosim popis najvažnijih kategorija staništa u dolini Coachella Valley (http://www.cvmshcp.org/Plan_Documents.htm),

uz napomenu da je engleska riječ „scrub“ više hortikulturalni nego botanički izraz, a znači grmlje, šikara, guštara, kržljavo drvo; te da uz riječi: „bush“ i „brush“ – grmlje, šikara, odn. divljina, šikara, predstavlja ruralnu vegetaciju.

a) Pješčane dine i pješčana polja – engl. „sand dunes and sand fields“;

b) Zajednice pustinjskoga grmlja – engl. „desert scrub communities“;

c) Zajednice grmova alkalnih tala – engl. „alkali scrub communities“

   a. Pustinjska slana šikara – engl. „desert saltbush scrub“

Ova šikara uključuje mnogo različitih vrsta grmlja visine oko 1 m, ravnomjerno raspoređenih na staništu čija su tla alkalna i slana (0,2 – 0,7%) i fine teksture ilovače i pijeska. Rod Atriplex je dominantan u ovoj zajednici, a uključuje vrste: *Atriplex polycarpa* (engl. „allscale“) i *Atriplex canescens* var. *linearis* (engl. „four-winged saltbush“) koje ipak svoju dominaciju imaju u sušnim tlima. Vrsta pratilica je *Prosopis glandulosa* var. *torreyana* (engl. „screwbean mesquite“) koja preferira područja niže nadmorske visine s malo podvodne vode.

Vrste u asocijaciji sa staništem: ptice pjevice: *Toxostoma lecontei* i *Toxostoma crissale*, te rogati gušter – *Phrynosoma mcallii*. Mnoge ptice priobalnih područja za vrijeme migracija koriste ovo stanište za odmor.

   b. Grmlje pustinjskih kanala – engl. „desert sink scrub“

Ova zajednica ima sličnosti s prethodnom, međutim biljke su ovdje rjeđe raspoređene i mnogo vrsta pripada sukulentnim vrstama „chenopods“.

Atriplex spp. ovdje čini manju komponentu, dok su *Salicornia virginica* (engl. „pickleweed“), *Allenrolfea occidentalis* (engl. „iodine bush“) i *Suaeda moquinii* (engl. „bush seepweed“) karakteristične za navedeno stanište koje se nalazi na nižoj nadmorskoj visini, slabo isušenog do vlažnog tipa tla visokoga alkaliniteta i/ili saliniteta. Ta vegetacija zamjenjuje pustinjsku šikaru na mjestima gdje ima podvodne vode, a tlo je dovoljno slano na površini.

Vrste u asocijaciji sa staništem: rogati gušter - *Phrynosoma mcallii*. Mnoge ptice priobalnih područja za vrijeme migracija koriste ovo stanište za odmor.

Pustinjska šikara i grmlje pustinjskih kanala tipični su za područje Coachella Valley.

Hidrološki režim važan je u održanju potrebnog saliniteta/alkaliniteta dva gore navedena staništa, međutim staništu prijete i mnoge invazivne egzotične biljke, posebice tamarika *Tamarix chinensis* (Lourteig), (engl. „salt cedar“).

d) Zajednice makije i šikare – engl. „chaparral communities“;

e) Močvarne zajednice – engl. „marsh communities“;

f) Zajednice prirodnih (nativnih) palmi u pustinji i uz prirodne vodene tokove – engl. „riparian and desert fan palm communities“;

    a. „Arrowweed“ grmlje – engl. „arrowweed scrub“



Slika 2. *Pluchea sericea*

Ovo je zajednica grmlja gdje dominantnu biljku čini *Pluchea sericea* (Slika 2), dok se *Typha* spp. (engl. „cattail“), *Scirpus* spp. (engl. „tule“), *Juncus* spp. (engl. „rushes“) i trava *Distichlis spicata* (engl. „saltgrass“) pojavljuju u manjem broju posebice na marginama staništa. Posljednja vrsta je prizemna trava i tolerantna je na alkalna tla, pjeskovita i glinena, na sezonske poplave i „promet“ ljudi i divljači. U područjima gdje su tla više slana i alkalnija, zajednica „arrowweed“ grmlja zamjenjuje šume vrbe i kanadske topole.

Ova zajednica ovisi o vlažnosti tla. Ne pojavljuje se na poplavnim područjima već na rubovima vlažnih tala. Na opstanak navedene zajednice velik učinak ima i tamarika, koja je invazivna vrsta.

Vrste u asocijaciji sa staništem: ptice pjevice: *Icteria virens* i *Toxostoma crissale*. Ovo stanište koriste ptice priobalnoga područja za vrijeme migracije.

g) Zajednice zimzelene šume „mesquita“ i niskog pustinjskog drveća – engl. „mesquite bosque and desert dry wash woodland communities“ i

h) Šume bora i kleka (borovica) – engl. „pinyon and juniper woodland“.

3.1.3. Poljoprivreda

Coachella Valley je glavna dolina plantaža datulja (*Phoenix dactylifera*) u SAD-u (95%). Smatra se da ova vrsta potječe iz sjeverne Afrike te je poznata u stotinjak formi i kultivara. Do danas se raširila u svim suptropskim predjelima, prvenstveno iz komercijalnih razloga. Počeci sadnje ove datuljine palme u Americi sežu u 1890. godinu, kada su palme uvezene iz Iraka i Egipta i zasađene duž jugozapadnih država. Coachella Valley je obećavala dobar urod. Godine 1903. uvezene su nove palme iz Alžira, a danas gotovo sve datulje rastu u području južno od Indija, blizu Coachella i istočno od La Quinta, a koje se zove East Valley. Svako drvo datuljne palme proizvede, u jednom grozdu, na stotine datulja. Datulje dozrijevaju između rujna i studenog, kada se i beru.

Druge poljoprivredne kulture kultivirane u dolini Coachella Valley uključuju voće i povrće, posebno stolno grožđe, citruse i papriku, avokado, artičoke, mahune, mrkvu, kukuruz, pamuk, žitarice (ječam, zob, pšenica i riža – u vlažnim područjima jezera Salton Sea), zelenu salatu, breskve, dragun, šljive, špinat, jagode, rajčice i druge povrtne proizvode. Vinogradi u dolini Coachella Valley daju godišnje oko 60 000 tona stolnoga grožđa.

Voćnjaci grejpfruta (*Citrus paradise*) rašireni su na području Coachella Valley, koja zahvaljujući intenzivnom navodnjavanju ima cjelogodišnju proizvodnju voća i povrća. Navodnjavanje se vrši preko Coachella kanala, koji je ogranak „Sve-Američkog“ kanala (engl. „All-American canal“), a koji dovodi vodu iz rijeke Kolorado.

Današnji porast ribnjaka u okolici naselja Mecca, blizu Salton Sea, podiže ekonomiju, što je obećavajuće, posebice u naporu da se narušena ekološka ravnoteža u slanom jezeru ponovno uspostavi.

Coachella Valley pruža zanimljive ekološke kontraste mnogim drugim dijelovima Kalifornije jer je prosječna temperatura tijekom najvećeg broja mjeseci ondje viša, a relativna vlažnost zraka je niža nego drugdje.

Područje predstavlja svu različitost staništa vegetacijskog tipa, poljoprivredne proizvodnje i geografskih karakteristika. Dominantni tipovi staništa obuhvaćaju od urbanog gradskog prostora na sjeverozapadu, kakvo je Palm Springs, do intenzivno navodnjavanog poljoprivrednog zemljišta, ribnjaka, manjih plitkih sezonskih bara kao staništa migratornih ptica, a time i legala komaraca (engl. „duck clubs“), (Slika 3) i poplavnog područja duž jezera Salton Sea (Lothrop i Reisen, 1999).



Slika 3. „Duck-club“ – leglo komaraca

Zbog nadmorske visine koja opada prema jezeru Salton Sea, kvalitetnijeg tipa tla i procesa navodnjavanja, omogućen je rast poljoprivrednih kultura (paprika, artičoka, rajčica) i plantaža datulja na sjeveru te datulja, voćnjaka citrusa i vinograda prema istoku i zapadu doline.

Za područje Coachella Valley poznato je da raznolikost vrsta komaraca i njihova brojnost ovisi o tipovima staništa i načinima eksploatacije zemljišta i postupno raste od sjeverozapada prema jugoistoku doline (Reisen i sur., 1995b)

Ribnjaci i jezerca za migratorne ptice koncentrirani su u slabo navodnjavanim alkalnim tlima, a nalaze se u blizini Salton Sea i na nadmorskoj visini ispod razine mora. Premda su ribnjaci, zbog ribe koja se hrani ličinkama komaraca, vrlo rijetko legla komaraca, velik broj komaraca *Cx. tarsalis* izlijeće iz jezeraca nedugo nakon što u kasno ljeto područje oko njih bude poplavljeno (Reisen i sur., 1995 prema Fanara i Mulla, 1974).

Područje sjeverno od Palm Springsa ima karakteristike pješčane pustinje koja rijetko producira komarce.

3.1.4. Klima

Vrijeme je karakterizirano blagim zimama te vrućim i sušnim ljetima. Coachella Valley leži u sjeni planina San Jacinto Mountains i zbog toga prima rijetke i oskudne zimske kiše, premda padaline u tim sušnim planinama mogu izazvati poplavu u dnu doline.

Povremene ljetne kiše posljedica su jugoistočnih monsuna iz Meksičkog (Golfskog) zaljeva.

Toplinske konvekcije, nastale isijavanjem planina koje sa sjevera i zapada omeđuju dolinu, u poslijepodnevnim satima stvaraju neprekidno strujanje zraka iz smjera jugoistoka prema sjeverozapadu doline. Međutim, nakon zalaska sunca, a zbog promjene u temperaturi zraka zbog hlađenja jezera Salton Sea, prvobitni smjer vjetra postaje obrnut pa je prevladavajući vjetar u predvečerje onaj iz smjera sjeverozapada prema jugoistoku, baš kakvo je i usmjerenje same doline (Lothrop i sur., 2007a,b). Dnevne ljetne temperature rijetko su niže od 40°C, dok se tijekom zime temperatura kreće u rasponu od 10°C do 27°C, čineći to područje vrlo popularnom turističko-sportskom destinacijom zimi.

3.1.5. Mecca – istraživano područje

Urbano naselje Mecca (33°34'24"N i 116°4'25"W) je mala ruralno-urbana sredina smještena istočno od svih devet gradova Coachella Valley (Cathedral City, Coachella, Desert Hot Springs, Indian Wells, Indio, La Quinta, Palm Desert, Rancho Mirage i Palm Springs), u blizini jezera Salton Sea. Površine 3,4 km^2, nalazi se uz autocestu br. 111, na granici pustinjskog i poljoprivrednog zemljišta.

Broj stanovnika 2000. godine iznosio je 5402, što je značilo 1588 osoba po km^2. Međutim, pretpostavlja se da danas ondje živi između 10 000 i 15 000 stanovnika, odnosno 25 000 do 40 000 u vrijeme potražnje sezonskih poslova.

To je poljoprivredno središte najistočnijeg dijela doline.



Slika 4. Šire područje naselja Mecca s 40 postaja i dvije točke puštanja komaraca (karta u pozadini preuzeta s GoogleEarth)

Uzorkovanje komaraca za potrebe istraživanja disperzije komaraca vrste *Cx. tarsalis* obavljeno je na širem području naselja Mecca na ukupno 40 postaja (Slika 4). Svaka od 40 klopki smještena je u jedno od dolje navedenih staništa na način da je određeni broj lokacija preuzet iz ranijih istraživanja koja su provodili Lothrop i Reisen, a sve radi bolje usporedbe rezultata. Radi istoga, klopke nemaju slijed brojeva od 1 do 40, već od 1 do 530, kako je navedeno u Tablici 1.

Istraživano područje uključivalo je šest kategorija staništa prikazanih na karti (Slika 5):

a) pustinjsko područje

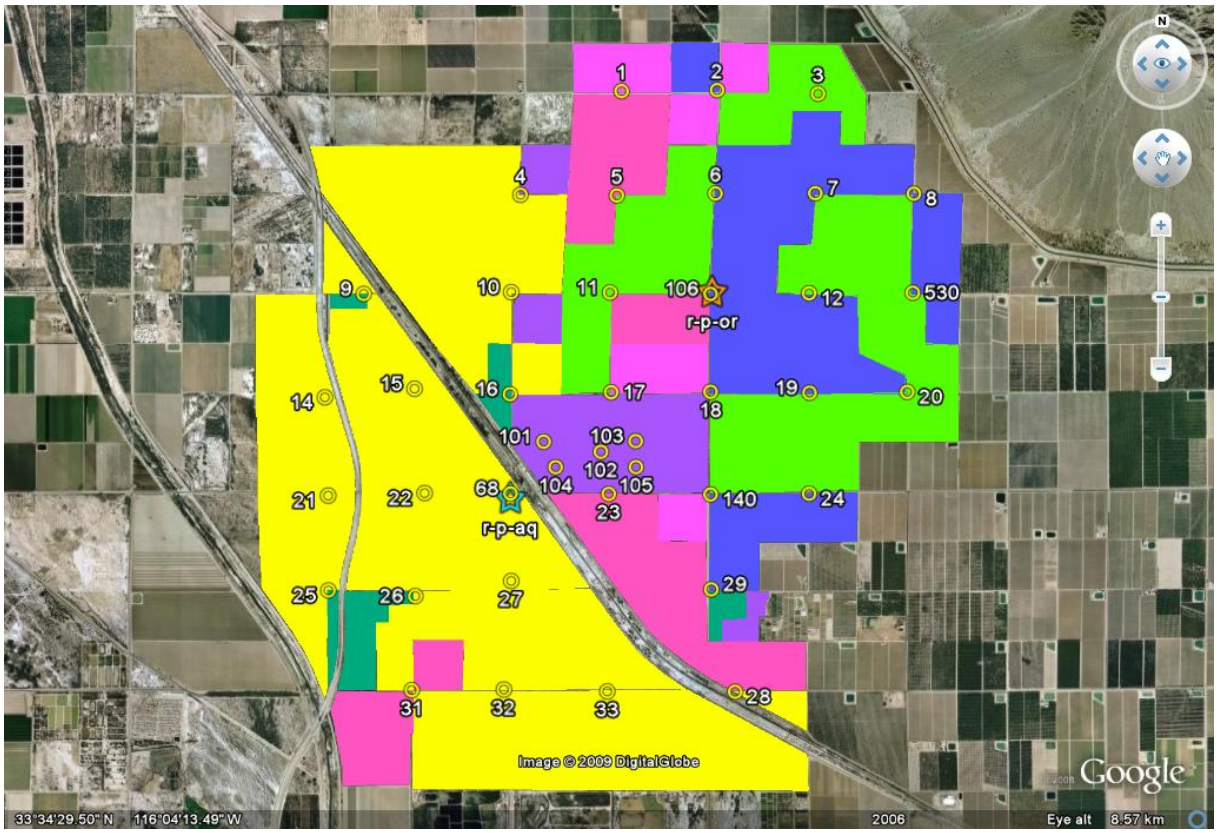
b) plantaže datulja

c) voćnjaci citrusa

d) vinogradi

e) poljoprivredno područje

f) (sub)urbano područje



Slika 5. Područje istraživanja – šire područje naselja Mecca s postajama i staništima (karta u pozadini preuzeta s Google Earth)
(legenda – staništa: žuta boja – pustinjsko područje, tamnozelena – plantaže datulja, plava – voćnjaci citrusa, svijetlozelena – vinogradi, roza – poljoprivredno područje i ljubičasta – (sub)urbano područje)

a) pustinjsko područje

Pjeskovito tlo tipično je za veći dio područja Coachella Valley, a u ovom radu podrazumijeva najveći dio istraživanoga područja. Gotovo potpuno pokriva zapadni i južni dio područja istraživanja, odnosno površinu zapadno i južno od autoceste br. 111, s iznimkom jednog dijela istog staništa koje se nalazi i sjeverno od iste prometnice, odnosno sjeverozapadno od naselja Mecca.

To je tzv. niska pustinja (engl. „low desert“), odnosno ime za južnokalifornijski dio pustinje Kolorado, koja ima nižu nadmorsku visinu, u kojoj nema izraženih dina, a vegetacija je predstavljena pustinjskim grmljem visine oko 1 m koji čini zajednica: *Artiplex – Salicornia – Pluchea*. Vrlo rijetko se radi o „čistoj kulturi“ jedne biljne vrste navedenih rodova, koja je u

tom slučaju rasprostranjena u grupama u obliku „otoka“ u pustinji. Najčešće je u pitanju mješavina pustinjskih biljaka koje obično zajedno predstavljaju dominantnu pustinjsku vegetaciju (Slika 6).



Slika 6. Tipičan pustinjski krajolik s „duck clubs“ u pozadini

Pustinjsko područje istraživano u ovom radu jest objedinjena kategorija tri gore navedene kategorije staništa niske biološke raznolikosti:

a. pustinjska šikara – gdje su dominantne vrste *Atriplex polycarpa* i *Atriplex canescens* var. *linearis*, a pratilica je *Prosopis glandulosa* var. *torreyana*;

b. grmlje pustinjskih kanala – koji čine mnoge sukulentne vrste: *Salicornia virginica*, *Allenrolfea occidentalis* i *Suaeda moquinii* i

c. „arrowweed“ grmlje – biljna zajednica gdje je dominantna vrsta *Pluchea sericea*, dok su pratilice: rogoz – *Typha* spp., *Scirpus* spp., *Juncus* spp. i trava – *Distichlis spicata* koja raste nisko pri tlu.

Biljna zajednica ovih triju staništa ugrožena je unosom novih invazivnih vrsta kao što je tamarika – metlika, ali je ujedno i odmorište pticama na putu migracije, što asocira na prisutnost vrsta komaraca (*Cx. tarsalis*) koji se hrane krvlju ptica. Tamarika je brzorastuća vrsta koja jako dobro uspijeva u pustinji, a zbog plitkog korijenskog sustava, kojim „stabilizira" pijesak nošen vjetrom, idealna je kao barijera. Zbog toga je široko rasprostranjena i u ruralnim i u urbanim područjima.

Godišnja količina oborina na pustinjskom staništu varira od 4 cm do 30,5 cm. Temperature zimi najniže su u siječnju, kada ne prelaze 6°C, dok su najviše u srpnju, kada dosežu vrijednosti u rasponu od 30 do 47°C.

Na pustinjskom-pješčanom tipu staništa postavljeno je 13 klopki, što je proporcionalno površini koju, u ovom istraživanju, navedeno stanište pokriva. To su klopke: T-4, T-10, T-14, T-15, T-21, T-22, T-26, T-27, T-28, T-31, T-32, T-33 i T-68.

Iako je većina klopki bila postavljena na jednu od dominantnih vrsta u mješovitoj biljnoj zajednici (*Artiplex – Salicornia – Pluchea*) ovog tipa staništa, neke klopke postavljene su ili na drvo *Prosopis* sp. (T-33) ili na *Tamarix* sp. (T-14, T-15 i T-22) (Slika 7).

b) <u>plantaže datulja</u>

Plantaže datulja karakteristične su za područje Coachella Valley, s glavnim izvoznim proizvodom – datuljama. Međutim, na istraživanom području, plantaže datulja nisu činile velik udio u ukupnoj površini svih staništa. Nalaze se u istočnom i južnom dijelu istraživanoga područja, na manjim ili većim površinama koje su vrlo često zasađene u neposrednoj blizini pustinjskog staništa.

Na ovom staništu, koje je površinom najmanje, postavljene su tri klopke: T-9, T-16 i T-25. Sve su postavljene neposredno uz polje palmi, ali na različite biljke: klopka T-9 postavljena je na žičanu ogradu uz palmu, T-16 na oleandar, a klopka T-25 postavljena je na tamariku (Slika 7).

c) <u>voćnjaci citrusa</u>

Na području cijele doline, voćnjaci citrusa (naranči i grejpfruta) rasprostranjeni su na područjima gdje je navodnjavanje tla intenzivno. To se odnosi na istočni dio Coachella Valley – istočno i zapadno od jezera Salton Sea.

Na području istraživanja, citrusi su se nalazili u sjevernom i istočnom dijelu i vrlo su često u blizini vinograda.

Generalno, za uzgoj citrusa idealna je klima s malo padalina i puno sunčeve svjetlosti. Optimalni raspon temperaturnih vrijednosti srednje godišnje temperature jest između 20 i 28°C. Lagani vjetar pogoduje cvatnji, polinaciji i dozrijevanju ploda, dok snažan vjetar negativno djeluje i na drvo i na plod. Također, za uzgoj citrusa vrlo je važna tekstura tla i mogućnost navodnjavanja.

Nadmorska visina i nagib terena mogu utjecati na temperaturu, količinu oborina, stupanj sunčevog zračenja, te jačinu i smjer prevladavajućeg vjetra.

Na metalne nosače uz stabla citrusa postavljeno je ukupno 12 klopki: T-2, T-6, T-7, T-8, T-18, T-19, T-20, T-24, T-29, T-106, T-140 i T-530 (Slika 7).

d) <u>vinogradi</u>

Vinogradi predstavljaju četvrtu kategoriju staništa, koja po udjelu u ukupnoj površini istraživanog područja zauzima drugo mjesto. Dominantan je uzgoj stolnoga grožđa. Za područje Coachela Valley značajne su sve tri sorte grožđa: bijelo, crveno i crno, koje ovisno o vrsti dozrijeva od svibnja do srpnja.

Vinogradi se nalaze sjeverno i istočno od naselja Mecca, u mozaiku koji čine zajedno s voćnjacima citrusa.

Na plantažama vinove loze postavljeni su metalni nosači za četiri klopke: T-3, T-5, T-11 i T-12 (Slika 7).

e) <u>poljoprivredno područje</u>

Sjeverno i južno od naselja Mecca nalaze se poljoprivredne površine s različitim poljoprivrednim kulturama. Iako se pod poljoprivrednim kulturama podrazumijevaju i datulje i grožđe i citrusi – svi navedeni, u ovom radu to su izdvojene kategorije zbog svojih karakterističnosti (oblik biljke, visina, širina krošnje; prisutnost gnijezda ptica i sl.). Zbog toga će se ovdje pod pojmom poljoprivredno područje podrazumijevati najčešće povrtne kulture: rajčica, artičoke, zelena salata, špinat, mahune, mrkva i dr., krmne kulture: lucerna (sedmakinja, njemačka djetelina), te žitarice: ječam, zob, pšenica i dr.

Poljoprivredno područje imalo je jednak broj klopki kao i stanište palmi, tri: T-1, T-17 i T-23. Klopka T-1 postavljena je na metalni nosač uz poljoprivrednu kulturu, T-17 postavljena je na nosač uz grm *Pluchea sericea* (Slika 7), dok je klopka T-23 postavljena na nosač uz oleandar.

f) sub-urbano područje

Urbano područje predstavlja naselje Mecca, smješteno u središtu istraživanoga područja, dok tri suburbane cjeline jesu izdvojene i usamljene naseljene površine – poput manjih pustara.

Iako je urbana sredina bila rascjepkana na nekoliko „kvadrata“, svih pet klopki (T-101, T-102, T-103, T-104 i T-105) bilo je koncentrirano u samom središtu istraživanoga područja – u naselju Mecca. Tri klopke (T-102, T-103 i T-105) postavljene su na tamariku, klopka T-101 na ogradu s vinovom lozom i cvijećem, dok je klopka T-104 bila postavljena na nosač uz rogoz.

Sve poljoprivredne površine, uključujući plantaže voća, povrća i usjeva, kao i urbane sredine tvore manje-više pravilnu formaciju kvadrata: milja x milja (1,6 km x 1,6 km).

U skladu s ciljevima istraživanja, lokacije dviju točaka puštanja komaraca smještene su sjeveroistočno i jugozapadno od naselja Mecca. Točka T-ORANGE, nalazila se 30-ak metara sjeverno od točke T-106, u voćnjaku citrusa. Točka T-AQUA, nalazila se 30-ak metara južno od točke T-68, okružena mješovitom vegetacijom pustinjskog staništa.

Prema Lothrop i Reisen (1999), staništa komaraca mogu biti podijeljena na obradiva-kultivirana i neobrađena i u području Coachella Valley ukupno obuhvaćaju 28 350 ha, s određenim vremenskim slijedom u raspoloživosti istih prostora kao legala komaraca.

Kultivirana područja uključuju voćnjake citrusa, plantaže datulja, vinograde i poljoprivredne kulture, kao i ribnjake i sezonske bare-staništa migratornih ptica.

Neobrađena staništa čine slana i slatka močvarna područja duž obale jezera Salton Sea, kao i privremena područja nerazvijene tzv. niske pustinje koja poplavljuju uslijed rijetkih oborina. Južnije od istraživanoga područja u staništu koje je više pustinjsko nego poljoprivredno, ali koje je potencijalno poplavna nizina Whitewater Channel, nalazi se veći broj plitkih sezonskih bara kao područja lova na ptice (engl. „duck hunting clubs“) koja su legla komaraca vrste *Cx. tarsalis*. Upravo te vodene površine, ribnjaci i inundacijski prostor uz Whitewater Channel mjesta su idealna za razvoj ove vrste komaraca tijekom proljeća i jeseni.















Slika 7. Staništa (pustinja, plantaže datulja, voćnjaci citrusa, vinogradi, poljoprivredno i urbano područje) i klopke na postajama

3.2. Osijek – istraživano područje

Geografske, hidrološke i klimatske karakteristike Kopačkoga rita razlogom su stvaranja idealnih uvjeta za razvoj velikih populacija komaraca navedenoga područja. Migracije komaraca iz područja Kopačkoga rita istraživane su 2004. godine (Sudarić Bogojević, 2005) pomoću CMRR metode (Service, 1993). Tada je kao mjesto puštanja obojenih (markiranih) komaraca izabrana točka u južnom dijelu Kopačkoga rita, a kretanje komaraca praćeno je južno od točke puštanja, odnosno na 40 lokacija unutar granica Grada Osijeka (Grad Osijek predstavlja šire područje grada Osijeka kojeg čini jedanaest gradskih naselja).

3.2.1. Kopački rit

Kopački rit je poplavno područje smješteno sjeveroistočno od Osijeka – u Baranji duž lijeve i desne obale Dunava, u kutu što ga čini Drava na svom ušću u Dunav. Površine 23 000 ha, to je jedna od najvećih riječno-močvarnih nizina u Europi sa zemljopisnim položajem između 45°15' – 45°53' zemljopisne širine i 16°06' – 16°41' zemljopisne dužine (Bognar, 1990).

Reljef Kopačkoga rita specifičnoga je izgleda. Nigdje u Europi ne postoji fenomen „unutrašnje delte“ kakvu, uz pomoć rijeke Drave, stvara Dunav u svom srednjem toku. Takva mozaička struktura reljefa posljedica je količine pristigle dunavske vode, koja taloženjem nanosa utječe na formiranje uzvišenja – greda, dok s druge strane produbljuje teren stvarajući bare – depresije. Visinska razlika između bara i greda iznosi samo nekoliko metara.

Na području Kopačkoga rita nalaze se i udubine koje su trajno ispunjene vodom – jezera. Prostorno najveće je Kopačko jezero, dok je najdublje Sakadaško jezero. Udubljenja kojima struji voda (kanali) između Dunava, Drave i rita zovu se fokovi, a na njih se u najnižim dijelovima rita nadovezuje splet plićih kanala, tzv. žile (Mihaljević i sur., 1999).

Jednako kao što je specifičan reljef, specifičan je i vodni režim Kopačkoga rita. Dinamika poplavnih voda utječe na izgled cijeloga prostora, odnosno pojedinih staništa. Za održavanje cijelog ovog ekosustava vrlo je važna redovita pojava i trajanje poplava, kao i održavanje određene razine vode. Dunavska voda, pri porastu, slobodno ulazi u prostranstva rita do granica okolnih nasipa, prelijeva i poplavljuje teren, te diže svoju razinu sve do kulminacije

svoga dotoka. Utjecaj Drave na poplave u ritu nije odlučujući, pogotovo ako je vodostaj Dunava nizak.

Poplavno područje Dunava u Posebnom zoološkom rezervatu (7220 ha) prosječno je poplavljeno 99 dana u godini, dok je za ostalih sušnih dana pod vodom približno 280 ha (jezera, kanali).

Kod vodostaja Dunava kraj Apatina[1] od + 300 cm (kota 81,5 m nadmorske visine u ritu) voda poplavi najniža mjesta Posebnog zoološkog rezervata. Kod vodostaja Apatin + 400 cm (kota 82,5 m nadmorske visine), rezervat je poplavljen vodom prosječne dubine 1 m u središnjem dijelu, što znači da je pod vodom gotovo polovina rita. Ako vodostaj dosegne + 500 cm, pod vodom je oko 95% rezervata (Mikuska, 1979).

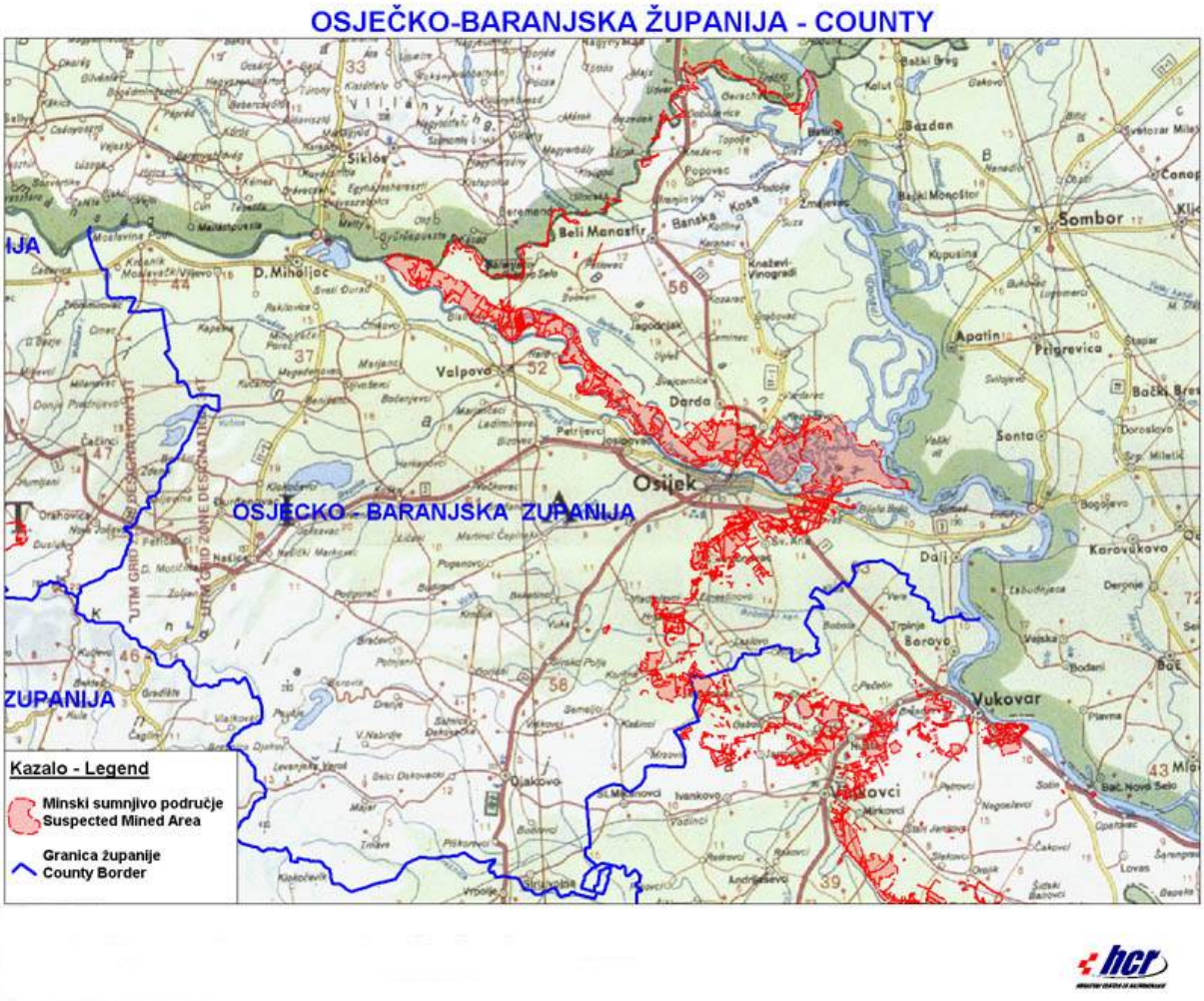
Najučestalije poplave javljaju se u razdoblju od ožujka do kolovoza, a najčešće je najveća ona proljetna vezana na tzv. glacijalnu komponentu Drave i Dunava (topljenje snijega i leda u Alpama).

Klima je Kopačkoga rita na granici srednjoeuropsko-kontinentalne i kontinentalne klime Panonske nizine. Na području Kopačkoga rita oborine su raspoređene tijekom godine tako da postoje dva maksimuma (lipanj, studeni). Prosječna količina oborina iznosi 592 mm/god, dok je srednja vrijednost temperature zraka 10,7°C. Vlažnost zraka u ritu ne mijenja se mnogo tijekom godine od one prosječne, koja iznosi oko 86%. Vjetar je najčešće sjeverozapadni, prosječne brzine 1 – 2,5 ms^{-1} (Mihaljević i sur., 1999).

Velika raznovrsnost staništa razlog je bogatstva životinjskih vrsta. U više od 500 do sada objavljenih znanstvenih i stručnih radova o Kopačkom ritu, dobro su proučena područja ornitologije, ihtiologije, ekologije voda i drugih znanstvenih disciplina, a unatrag nekoliko godina u porastu su i entomološka istraživanja. U Kopačkom ritu zabilježeno je više od 600 vrsta beskralježnjaka: oblića, mekušaca, maločetinaša, pijavica i kukaca (Merdić, neobjavljen podatak).

[1]Apatin je vodomjerna stanica na Dunavu mjerodavna za područje rita, s tzv. nultom kotom vodomjera od 78,84 m nadmorske visine. Stanica je udaljena 12,5 km od centra rita, pa se odgovarajuće kote u ritu dobiju preračunom (Majstorović i sur., 1998).

Međutim, zbog prisutnosti zaostalih mina iz Domovinskoga rata, velik dio Kopačkoga rita još će dugo biti nedostupan istraživačima. Unutar minski sumnjivoga prostora Osječko-baranjske županije zastupljene su sljedeće kategorije površina: kuće i okućnice, infrastrukturni objekti, poljoprivredne površine, livade i pašnjaci, šume, priobalja rijeka, potoka i drugih vodotoka, Park prirode Kopački rit i državni granični pojas (Slika 8). U Gradu Osijeku minski sumnjivim prostorom (MSP) obuhvaćeno je 18,7 km^2 (http://www.hcr.hr).



Slika 8. Minska situacija u Osječko-baranjskoj županiji
(preuzeto s internet-stranice http://www.hcr.hr/hr/minskaSituacijaKarta.asp,
pristup 3. rujna 2008.)

3.2.2. Osijek

Grad Osijek bio je područje istraživanja migracija komaraca iz Kopačkoga rita.

a) Prirodna obilježja

a. Reljef

Grad Osijek dio je šireg prostora, koji reljefno pripada sjeveroistočnom, pretežito nizinskom, ravničarskom dijelu geografske cjeline istočne Hrvatske, odnosno Republike Hrvatske. Smješten je u podunavskoj ravnici na obalama rijeke Drave, čiji tok je imao značajnu ulogu u modeliranju i izgledu današnjega reljefa. Osijek je longitudinalnoga, duguljastog oblika površine 170 km², a od ušća Drave u Dunav udaljen je 22 km (Slika 9).

Područje Grada Osijeka pripada nizinskom reljefu – tipičnoj akumulacijskoj nizini, gdje se mogu izdvojiti međusobno različiti geomorfološki oblici:

naplavne (aluvijalne) ravni – nastale uz tok rijeke Drave, a formirale su se u mlađem holocenu (aluviju). Ta su područja u prošlosti bila redovito plavljena, a i danas se odlikuju velikom vlažnošću. Tipična aluvijalna ravan jest blaga depresija uz riječno korito ispunjena holocenskim nanosima (muljevite gline sa sastojinama pijeska i pretaloženog prapora). Postoje viši dijelovi naplavne ravni (konkavni dijelovi meandra, grede i područja plavljenja za najviših vodostaja) i niži dijelovi naplavne ravni (mrtvaje i rukavci nastali linearno-erozijskim djelovanjem). To je nebranjeno, dakle poplavno područje.

riječne terase – reljefno viša područja, terasne nizine Drave iznad naplavnih ravni. Nastale su neotektonskim pokretima u pleistocenu, a u čijem sastavu prevladavaju lesne i lesu slične naslage. Riječne terase su područja manje vlažna nego što su naplavne ravni, te su pogodnije za naseljavanje i poljodjelstvo. Visine terena uz desnu obalu Drave kreću se od 90 do 94 m.n.v., dok na lijevoj obali iznose od 83 do 86 m.n.v.

b. Klima

Osijek ima umjereno toplu, kišnu klimu koju određuje njegov zemljopisni položaj u širokoj Panonskoj nizini. Osnovne karakteristike ovog tipa klime jesu nepostojanje izrazito suhih mjeseci, količina oborina je veća u toplom dijelu godine, a prosječne godišnje količine oborina kreću se od 700 do 800 mm.

Prosječna godišnja temperatura zraka iznosi 10,7 °C (proljeće 11 °C, ljeto 21 ºC, jesen 11,8 ºC, zima 0,2 ºC). Srednje mjesečne temperature u porastu su do srpnja, kada dosežu

maksimum (19,5 °C – 21,9 °C). Najhladniji mjesec je siječanj sa srednjom temperaturom od – 1,4 °C.

Na području Grada Osijeka godišnje se može očekivati prosječno 1800 – 1900 sunčanih sati, što u vegetacijskom razdoblju iznosi 1290 – 1350 sati. U istom vegetacijskom razdoblju od velikoga je značenja raspored oborina (390,4 mm – postaja Osijek), koje svoj maksimum imaju na prijelazu iz proljeća u ljeto, dok su kasno ljeto i veći dio jeseni suha godišnja razdoblja.

Prema klasifikaciji klime, koja se zasniva na odnosu između količine oborina i isparavanja, a koja govori o vlazi tla važnoj za biljni svijet, klima Osijeka je subhumidna.

Smjerovi vjetrova tijekom godine vrlo su promjenjivi i neujednačeni. Prema godišnjoj ruži vjetrova (postaja Osijek) najučestaliji je vjetar iz sjeverozapadnog smjera koji prevladava tijekom cijele godine, a rezultat je utjecaja atlantskih vlažnih masa. Ljeti je još čest vjetar zapadnog smjera, dok je zimi najčešći vjetar jugoistočnog smjera, odnosno suhi i vrlo hladni vjetrovi sjevernog smjera. Pojave tišina vezuju se uz ljeto i jesen.

Zrak je prilično vlažan, a jeseni i zime su dosta maglovite. Broj dana s maglom u prosjeku iznosi 30 – 50 dana godišnje. Magle u nizinama najčešće su radijacijskog porijekla, odnosno to su prizemne magle koje nastaju isijavanjem tla u vedrim noćima.

Najveći broj dana s mrazom imaju zimski mjeseci, osobito prosinac (8 dana), dok tijekom godine ima i do 83 dana s mrazom.

c. Hidrološka i hidrogeološka obilježja

Na području Grada Osijeka rijeka Drava je jedini vodotok. Desna obala Drave Gradu pripada u dužini od 22,3 km, dok lijeva obala pripada u dužini od 8,1 km.

Na lijevoj su se obali smjestila prigradska naselja Podravlje i Tvrđavica sa zoološkim vrtom i gradskim kupalištem, dok su svi ostali dijelovi Grada i pripadajući sadržaji smješteni na desnoj obali Drave.

Dionica rijeke Drave kroz Osječko-baranjsku županiju ima karakteristike nizinske rijeke. Do Osijeka meandrira, a nizvodno od grada mirnijeg je toka s prevladavajućim akumulacijskim procesima. Rijeku Dravu karakteriziraju izrazite morfološke promjene u koritu, gdje se dubina vode kreće od 4 do 7 m. Drava ima pluvijalno-glacijalni (kišno-ledenjački) vodni režim, što znači da se najmanji protoci Drave javljaju zimi (siječanj, veljača), dok se velike vode javljaju u proljeće i ljeto (svibanj, lipanj i srpanj) uslijed otapanja snijega i leda i pojave godišnjih

maksimuma oborina. Drava ima tri maksimuma u godišnjem vodostaju. Prva dva, kao i kod Dunava, događaju se u proljeće i rano ljeto, dok se treći, sporedni maksimum, javlja u jesen kao odraz mediteranskoga kišnog režima u dijelu izvorišnog područja rijeke Drave. Često se vremenski poklope visoki vodostaji Drave i Dunava, pa dolazi do uspora voda na Dravi na njezinu toku kroz Grad Osijek. Srednje brzine toka na dionici Drave kroz Osječko-baranjsku županiju kreću se oko 0,7 m/s, dok maksimalna brzina toka može dosegnuti i do 1,5 m/s pri ekstremno velikim protocima. Drava ima veći pad od Dunava (13,1 cm/km), pa je i brža.

b) <u>Osnovne kategorije korištenja prostora</u>

a. Poljoprivredne površine

U strukturi površina Grada Osijeka najzastupljenije su poljoprivredne površine koje zauzimaju 12 121 ha, što je 71% ukupne površine Grada Osijeka. U ukupnoj količini poljoprivrednog zemljišta Osječko-baranjske županije Grad Osijek zauzima 4,6%.

b. Šumske površine

Na području Grada Osijeka šume zauzimaju 965 ha, što znači 5,6% prostora Grada Osijeka. Pošumljenost Osječko-baranjske županije je 27%, a u ukupnoj količini šumskog zemljišta Osječko-baranjske županije Grad Osijek zauzima 0,9%.

c. Vodene površine

U strukturi površina Grada Osijeka potrebno je istaknuti vodene površine bajera, močvara i rijeke Drave.

d. Građevinske površine

Građevinska područja Grada Osijeka (izgrađene i neizgrađene površine), zauzimaju 5347,38 ha ili 31% od ukupne površine Grada Osijeka.

Osijek je najveći grad istočnoga dijela Republike Hrvatske i sjedište je Osječko-baranjske županije. U njemu su brojna upravna, sudbena, financijska i druga sjedišta. Prema popisu stanovništva iz 2001. godine, u Gradu Osijeku živi 114 616 stanovnika (http://www.dzs.hr). Grad ima 370 ulica, 15 trgova, te 17 parkova na ukupnoj površini od 39,4 ha.

Uže područje Grada Osijeka obuhvaća stari grad – Tvrđu, Gornji grad, Donji grad, Novi grad, Industrijsku četvrt i Retfalu, dok šire područje grada čini jedanaest gradskih naselja: Brijest, Briješće, Josipovac, Klisa, Livana, Nemetin, Podravlje, Sarvaš, Tenja, Tvrđavica i Višnjevac.

c) Osobitosti krajobraza

Prema krajobraznoj regionalizaciji Hrvatske, a s obzirom na prirodna obilježja, područje Grada Osijeka nizinski je prostor područja sjeverne Hrvatske. Analizama osobitosti krajobraza Grada Osijeka, izdvojile su se četiri različite prostorne cjeline:

a. nizinski poljodjelski prostor plošne strukture na černozemu istočno od Osijeka

Ovaj prostor vizualno obilježava široka otvorenost na horizont, plošnost struktura krupnih geometriziranih poljodjelskih površina s mrežom putova i kanala, kao i rijetke grupe i/ili dijelovi niskog ili visokog raslinja, te voćnjaci uz južnu gradsku obilaznicu i cestu Osijek – Vukovar. Uz prigradska naselja Klisa i Sarvaš krupne geometrizirane površine oranica izmjenjuju se sa sklopom manjih.

b. nizinski poljodjelski prostor plošne strukture južno od Osijeka

Ovaj prostor vizualno je sličan prethodnom, ali ima drugu prirodu tala. Obilježava ga biološka jednoličnost i veća isprekidanost poljodjelskih površina. Nekadašnji klasični izgled poljoprivrednih imanja (Ankin dvor, Šeper) sada je narušen ili tehniziran. Jedna od rijetkih šuma na ovom području je Rosinjska bara.

c. rijeka Drava sa sklopom obalnih šuma i ritskim oblicima

Glavna karakteristika ove prostorne cjeline jest zavojita linija rijeke Drave i prirodna šumska vegetacija na naplavnim ravnima. Zajednice šuma izmjenjuju se s ritskim oblicima, trščacima, ostacima riječnih rukavaca i bara. Ovaj plavljeni prostor stanište je raznolikim biljnim i životinjskim vrstama.

d. kultivirani krajobraz baranjskog dijela Osijeka

Ovaj prostor obilježavaju manje parcele uz prigradska naselja na lijevoj obali Drave: Tvrđavica i Podravlje. Obilježje mu daje izdužen volumen vodozaštitnog nasipa, geometriziranost i plošnost njivskih parcela, te cesta i pruga koje se ovdje međusobno križaju i dijele ovaj prostor.

Generalno, prirodni okvir grada čine zajednice šuma i ritskih oblika sjeverno od rijeke Drave, Kopački rit na istoku te poljodjelski krajobraz ukrupnjenih oranica na jugu. (http://www.osijek.hr/dokumenti/urbanisticki_plan/knjiga1/2_uvod_polazi_1_79.pdf).



Slika 9. Satelitska karta Osijeka i okolice
(preuzeto s GoogleEarth, pristup 3. rujna 2008.)

Uzorkovanje komaraca odvijalo se unutar granica Grada Osijeka na nekoliko tipova staništa: poplavnom (gdje se nalazilo 5 postaja), urbanom (9 postaja), poljoprivrednom (17 postaja) i kombinacijama navedenih staništa: urbano uz vodu (4 postaje) i urbano uz poljoprivredno (5 postaja).

4. MATERIJAL I METODE

Istraživanje na području naselja Mecca

Dizajn terenskog uzorkovanja komaraca na području Coachella Valley jest dizajn ravnomjerno postavljenih klopki (Slika 4), a valoriziran je dugogodišnjim istraživanjima i monitoringom vrste *Cx. tarsalis* na istom području. Klopke su postavljene na uniformirane metalne nosače u blizini pogodne vegetacije na visinu od 1,5 m od tla.

4.1. Mecca – CMRR metoda

Za istraživanje modela disperzije i populacijske ekologije komaraca vrste *Cx. tarsalis* na pustinjsko-poljoprivredno-urbanom području jugoistočne Kalifornije korištena je CMRR metoda (poglavlje 4.1.1, 4.1.2, 4.1.3). Istraživanje je provedeno u listopadu i studenome 2007. godine na širem području naselja Mecca.

4.1.1. Skupljanje komaraca za markiranje

Skupljanje komaraca za potrebe MRR eksperimenta provedeno je na području južno od naselja Mecca prema jezeru Salton Sea, gdje je mnogo prirodnih legala navedene vrste komaraca („duck clubs“ i poplavno područje). Uzorkovanje odraslih jedinki komaraca vrste *Cx. tarsalis* za potrebe markiranja trajalo je tri dana (22., 23. i 24. 10.'07. godine). Komarci su skupljeni pomoću CDC-klopki uz suhi led kao atraktant, bez izvora svjetlosti (Sudia i Chamberlain, 1962). Klopka se sastoji od plastičnoga cilindra promjera 8 cm u kojem je učvršćen ventilator koji služi za uvlačenje komaraca i cilindrične kartonske kutije koja na jednom kraju ima nastavak od pamučne tkanine u obliku „cijevi“, koja se postavi na cilindar. U tu kutiju nakon što budu privučeni s CO_2 i usisani ventilatorom, ulaze komarci (Slika 12). Izvor energije za ventilator je istosmjerna struja dobivena iz baterije jakosti 6V 4 Ah. Napajanje 40 baterija izvršeno je svakoga dana u električarskoj radionici Coachella Valley Mosquito and Vector Control Districta (CVMVCD). Količina suhoga leda po klopci, predviđena za dnevni (noćni) rad od 16 do 17 sati, što je uključivalo sumrak i svitanje, odnosno vrijeme najveće aktivnosti komaraca, iznosila je 1 kg. Suhi led – u čvrstom stanju

kvadratnog oblika, stavljen je u kutiju od stiropora koja je dodatno učvršćena elastičnim trakama. Budući da klopka nije uključivala izvor svjetlosti koja privlači mužjake komaraca, uzorak je sadržavao isključivo ženke. Uhvaćene ženke bile su u fazi traženja domaćina, u čemu su prekinute ulaskom u klopku. Ta činjenica potkrijepljena je saznanjem da ženke koje traže krvni obrok reagiraju na CO_2 koji imitira miris domaćina (Service, 1980).

Tijekom trodnevnoga uzorkovanja, svaki je dan u poslijepodnevnim satima (16:00 – 18:00 h) postavljeno 14 klopki, koje su sutradan ujutro (08:00 – 10:00 h) pokupljene. Dnevno prikupljeni komarci su iz CDC-klopki pomoću aspiratora (Slika 12) premješteni u dvije kante zapremine 18,9 l. Svaka kanta, koja je bijele boje, na gornjem otvoru ima providnu mrežicu od tila pričvršćenu elastičnom vrpcom uz gornji rub kante. Bočno također postoji otvor promjera ~8 cm, koji je oblijepljen pamučnom tkaninom-cijevi (Slika 12). Kroz nju je prilikom prebacivanja komaraca iz CDC-klopki umetnuta plastična cijev aspiratora, a nakon isključenja rada aspiratora komarci su istreseni u kantu. Taj „stres“ oko prebacivanja samo zanemarivi broj komaraca nije preživio.

Kante s komarcima prekrivene su vlažnim ručnicima, a ispod ručnika, na gornju zaštitnu mrežicu-poklopac, stavljen je komad gaze natopljen 10%-tnom otopinom saharoze (hrana), poklopljen plastičnom Petrijevom zdjelicom. Kante su do dana puštanja komaraca bile čuvane u prostoriji za uzgoj, gdje su uvjeti za uzgoj (temperatura, vlaga zraka i svjetlost) strogo kontrolirani (Slika 12). Na dan puštanja, komarci su iz svake od ukupno šest kanti prebrojeni četiri puta, te je izračunat prosjek broja komaraca. Brojenje je uključivalo samo one komarce koji su u trenutku brojenja sletjeli na uski prostor između dvije vertikalne trake označene flomasterom na unutrašnjoj strani kante i površinu dva trokuta na gornjoj mrežici-poklopcu (Slika 10). Te dvije trake i dva trokuta predstavljaju 10% površine kante, te je ukupan broj komaraca u kanti činio broj dobiven množenjem broja komaraca na trakama i u trokutima s brojem 10. Površine traka i trokuta izračunate su i označene flomasterom prije stavljanja komaraca u kantu (strip metoda prema Dow i sur., 1965). Bijela boja kante omogućila je dobru vidljivost komaraca, a za brojenje je korišten ručni klik-brojač. Brojenje su obavile dvije osobe, koje su pri tome morale biti izuzetno mirne kako CO_2 iz njihovog izdaha ne bi pobunio komarce, koji bi potom počeli letjeti po kanti i onemogućili precizno brojenje (Slika 12).



Slika 10. Kanta za primjenu trakaste metode brojenja komaraca
(strip metoda po Dowu i sur., 1965.)

Ukupan broj komaraca iz svih šest kanti iznosio je 23 890 jedinki, od čega je na slučajnom uzorku od 114 komaraca određen sastav vrsta komaraca, a ukupan broj komaraca određene vrste dobiven je multiplikacijom broja komaraca u uzorku, pri čemu je dobivena fauna komaraca korištenih u istraživanju.

4.1.2. Markiranje i puštanje komaraca

U predvečerje 25. listopada kante s komarcima premještene su na dvije lokacije određene za markiranje i puštanje komaraca. Na svakoj su lokaciji bili markirani komarci iz jedne kante od prvog, drugog i trećeg dana skupljanja. To je podrazumijevalo približan broj komaraca na svakoj lokaciji i jednaku starost komaraca u uzorku, s obzirom na vrijeme skupljanja. U skladu s ciljevima istraživanja korištene su dvije fluorescentne boje (Radiant Color, Richmond, CA): narančasta (engl. „orange“), za komarce puštene s lokacije T-ORANGE

(33°35'2.78"N; 116° 3'40.63"W), smještene 30-ak metara sjeverno od točke T-106 u voćnjaku citrusa i svijetloplava boja (engl. „aqua“), za komarce puštene s lokacije T-AQUA (33°34'8.21"N; 116° 4'44.70"W), smještene 30-ak metara južno od točke T-68 u mješovitoj vegetaciji pustinjskoga staništa (Slika 5). Na lokaciji T-ORANGE pušteno je 11 520 komaraca, a na lokaciji T-AQUA pušteno je 12 370 komaraca, što je ukupno iznosilo 23 890 markiranih jedinki.

Markiranje se izvelo tako da je pomoću pumpice za raspršivanje, atomizera, raspršen odgovarajući fluorescentni prah u određene kante koje su bile pokrivene ručnicima. Kante su nagnute u nekoliko smjerova kako bi prah ravnomjerno prekrio tijela komaraca, a da im pri tom ne naškodi. Nakon toga maknuti su ručnici, kante su polegnute na tlo, skinuta je mrežica od tila i komarci su pušteni u prirodu 1 h prije zalaska sunca. Markiranje i puštanje komaraca na obje se lokacije odvijalo istovremeno, jer su u opisanom postupku sudjelovale dvije ekipe (Slika 11).

U ovom istraživanju obavljeno je samo jedno markiranje, odnosno puštanje komaraca, ali s dvije lokacije, dok je skupljanje markiranih komaraca bilo uključeno u devet od idućih dvanaest dana (25. listopada do 6. studenoga 2007. godine) uključujući i večer puštanja komaraca.



Slika 11. Markiranje komaraca na postaji T-AQUA

4.1.3. Ponovno skupljanje markiranih komaraca

Skupljanje markiranih komaraca organizirano je unutar 12 dana od dana puštanja komaraca, s pauzama četvrtoga, šestoga i desetoga dana, a završeno je kada je broj uhvaćenih markiranih komaraca pao na jedan, odnosno nula.

U skupljanju markiranih komaraca upotrijebljeno je 40 CDC-klopki, identičnih onima korištenim u skupljanju komaraca za potrebe istraživanja. Atraktant za ovo skupljanje bio je također CO_2 u količini od 1 kg po klopki. Klopke su raspoređene unutar pravilne mreže površine ~30,6 km^2 (5,10 km x 6,00 km; koordinate – gornji desni kut: 33°36'06"N; 116°02'45"W; donji lijevi kut: 33°32'52"N; 116°06'44"W) s razmakom od oko 200 m za urbano područje, odnosno od oko 800 m za ostala staništa. Treba naglasiti da udaljenost koju *Cx. tarsalis* može preletjeti premašuje udaljenost na koju su klopke postavljene, ali i to da cilj ovoga istraživanja nije bio odrediti maksimalni domet vrste *Cx. tarsalis*. Raspored klopki

osim što je bio u asocijaciji s različitim staništima, ovisio je i o prohodnosti putova (nanosi pijeska, zaključane ograde) na istraživanom području.

Na pustinjsko-pješčanom tipu staništa postavljeno je 13 klopki, 12 u voćnjake citrusa, pet klopki u urbanom području (naselju Mecca), četiri klopke postavljene su u vinogradima, a po tri na plantažama datulja i poljoprivrednim poljima. Staništa u koja su klopke postavljene opisana su u poglavlju Područje istraživanja. Kategorizacija postaja na osnovi određenoga tipa staništa izvedena je iz promatranja vegetacije na terenu, te foto i videozapisa u okolici svake pojedine klopke. Svaka postaja opisana je kao spoj dijelova različitih tipova staništa u okruženju pojedine klopke čiji je udio naznačen postotkom (Tablica 1). Slično su u svom istraživanju radili Gleiser i suradnici (2002), s tim da su oni iz satelitske snimke „Landsat“ preračunavali udio piksela u pojedinom staništu.

Tablica 1. Tip staništa u koji su klopke postavljene i udio različitih tipova staništa u okruženju pojedine klopke

Klopka	Geogr. širina	Geogr. dužina	Udaljenost od T-ORANGE/km	Udaljenost od T-AQUA/km	Tip staništa	%PUSTINJA	%PALME	%CITRUSI	%VINOGRADI	%POLJOPRIVREDNO	%URBANO
T-1	33°35'55.68"N	116° 4'9.45"W	1,79	3,43	poljoprivredno	0	0	0	0	100	0
T-2	33°35'55.97"N	116° 3'39.09"W	1,64	3,72	voćnjaci citrusa	0	0	25	25	50	0
T-3	33°35'55.00"N	116° 3'7.00"W	1,83	4,14	vinogradi	0	0	25	75	0	0
T-4	33°35'28.25"N	116° 4'41.60"W	1,76	2,46	pustinjsko	75	0	0	0	0	25
T-5	33°35'28.06"N	116° 4'10.95"W	1,1	2,61	vinogradi	0	0	0	25	75	0
T-6	33°35'28.60"N	116° 3'39.59"W	0,8	2,99	citrusi	0	0	50	50	0	0
T-7	33°35'28.66"N	116° 3'7.87"W	1,16	3,51	citrusi	0	0	75	25	0	0
T-8	33°35'28.53"N	116° 2'36.54"W	1,83	4,12	citrusi	0	0	50	50	0	0
T-9	33°35'2.00"N	116° 5'31.40"W	2,85	2,05	plantaže datulja	90	10	0	0	0	0
T-10	33°35'2.46"N	116° 4'44.51"W	1,65	1,67	pustinjsko	75	0	0	0	0	25
T-11	33°35'2.37"N	116° 4'13.10"W	0,84	1,86	vinogradi	0	0	0	75	25	0
T-12	33°35'2.17"N	116° 3'9.85"W	0,79	2,95	vinogradi	0	0	50	50	0	0
T-14	33°34'34.61"N	116° 5'43.74"W	3,29	1,72	pustinjsko	100	0	0	0	0	0
T-15	33°34'36.90"N	116° 5'15.24"W	2,56	1,18	pustinjsko	100	0	0	0	0	0
T-16	33°34'35.45"N	116° 4'44.91"W	1,86	0,84	plantaže datulja	25	50	0	0	0	25
T-17	33°34'35.97"N	116° 4'12.76"W	1,17	1,19	poljoprivredno	0	0	0	25	25	50
T-18	33°34'36.09"N	116° 3'41.17"W	0,82	1,85	citrusi	0	0	25	25	25	25
T-19	33°34'35.83"N	116° 3'9.73"W	1,15	2,59	citrusi	0	0	50	50	0	0
T-20	33°34'36.06"N	116° 2'38.69"W	1,79	3,36	citrusi	0	0	20	80	0	0
T-21	33°34'8.59"N	116° 5'42.69"W	3,56	1,49	pustinjsko	100	0	0	0	0	0
T-22	33°34'9.27"N	116° 5'12.02"W	2,87	0,7	pustinjsko	100	0	0	0	0	0
T-23	33°34'9.08"N	116° 4'13.52"W	1,86	0,8	poljoprivredno	0	0	0	0	50	50
T-24	33°34'9.10"N	116° 3'9.87"W	1,83	2,44	citrusi	0	0	50	50	0	0
T-25	33°33'43.49"N	116° 5'42.60"W	3,98	1,67	plantaže datulja	75	25	0	0	0	0
T-26	33°33'42.00"N	116° 5'15.00"W	3,48	1,12	pustinjsko	75	25	0	0	0	0
T-27	33°33'46.01"N	116° 4'44.52"W	2,88	0,68	pustinjsko	100	0	0	0	0	0
T-28	33°33'16.70"N	116° 3'33.37"W	3,27	2,43	pustinjsko	50	0	0	0	50	0
T-29	33°33'43.79"N	116° 3'40.94"W	2,43	1,81	citrusi	0	10	25	0	50	15
T-31	33°33'17.11"N	116° 5'16.12"W	4,08	1,77	pustinjsko	50	0	0	0	50	0
T-32	33°33'17.27"N	116° 4'46.84"W	3,67	1,57	pustinjsko	100	0	0	0	0	0
T-33	33°33'16.78"N	116° 4'14.00"W	3,37	1,77	pustinjsko	100	0	0	0	0	0
T-68	33°34'9.18"N	116° 4'44.73"W	2,33	0,03	pustinjsko	65	0	0	0	10	25
T-106	33°35'2.00"N	116° 3'41.16"W	0,03	2,33	citrusi	0	0	50	25	25	0
T-140	33°34'8.92"N	116° 3'41.18"W	1,66	1,64	citrusi	0	0	25	25	25	25
T-530	33°35'2.31"N	116° 2'36.89"W	1,64	3,69	citrusi	0	0	35	65	0	0
T-101	33°34'22.89"N	116° 4'34.22"W	1,85	0,53	urbano	0	0	0	0	0	100
T-102	33°34'20.21"N	116° 4'16.02"W	1,6	0,83	urbano	0	0	0	0	0	100
T-103	33°34'23.04"N	116° 4'4.98"W	1,37	1,12	urbano	0	0	0	0	0	100
T-104	33°34'16.14"N	116° 4'30.42"W	1,92	0,44	urbano	0	0	0	0	0	100
T-105	33°34'16.16"N	116° 4'4.89"W	1,56	1,05	urbano	0	0	0	0	0	100

4.2. Plan istraživanja disperzije komaraca

Unutar 12-dnevnog razdoblja trajanja terenskog dijela istraživanja, klopke su radile devet dana/noći. Raspored skupljanja komaraca bio je sljedeći:

- 1. dan: 25. – 26. listopada 2007.
- 2. dan: 26. – 27. listopada
- 3. dan: 27. – 28. listopada
- 4. dan: pauza – dan kada klopke nisu postavljene
- 5. dan: 29. – 30. listopada
- 6. dan: pauza
- 7. dan: 31. – 1. studenoga
- 8. dan: 1. – 2. studenoga
- 9. dan: 2. – 3. studenoga
- 10. dan: pauza
- 11. dan: 4. – 5. studenoga
- 12. dan: 5. – 6. studenoga

Klopke su na dane prema rasporedu postavljene u ranim poslijepodnevnim satima, a skidane su sutradan ujutro.

4.3. Laboratorijska analiza podataka

4.3.1. Determinacija i prepariranje komaraca

Komarci su anestezirani tri-etil-aminom u posudama u kojima su uhvaćeni (Slika 12), a potom stavljeni u plastične Petrijeve zdjelice, pa u hladnjak do daljnje analize.

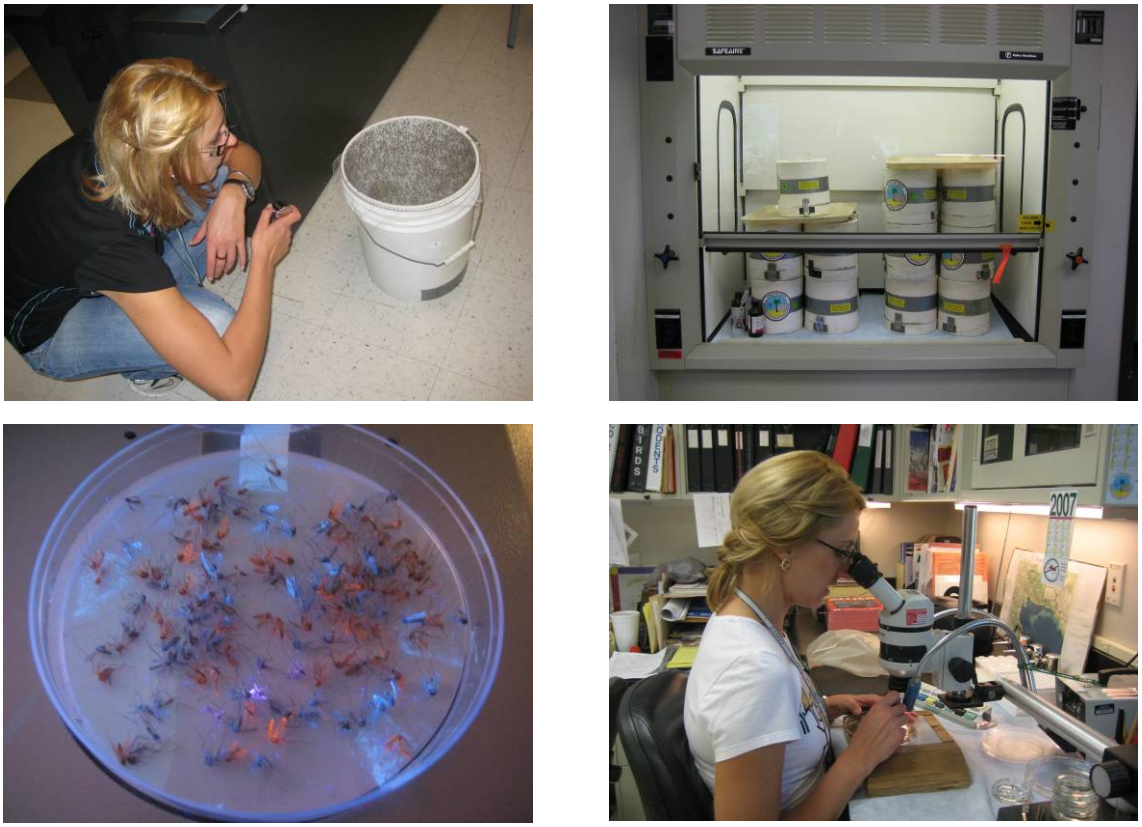
U svrhu pronalaženja markiranih jedinki, svi prikupljeni uzorci komaraca pregledani su pod povećalom (povećanje 10x) uz osvijetljene UV-lampe, čija svjetlost uzrokuje fluorescenciju praha kojim su komarci posipani (Slika 12). Takve jedinke izdvojene su iz uzorka, determinirane do vrste (prema ključu: Carpenter i LaCasse, 1955) i prebrojene (Slika 12). Određen je kvalitativni i kvantitativni sastav i svih uhvaćenih nemarkiranih komaraca, pri čemu je potvrđena već poznata fauna komaraca istraživanoga područja Coachella Valley.











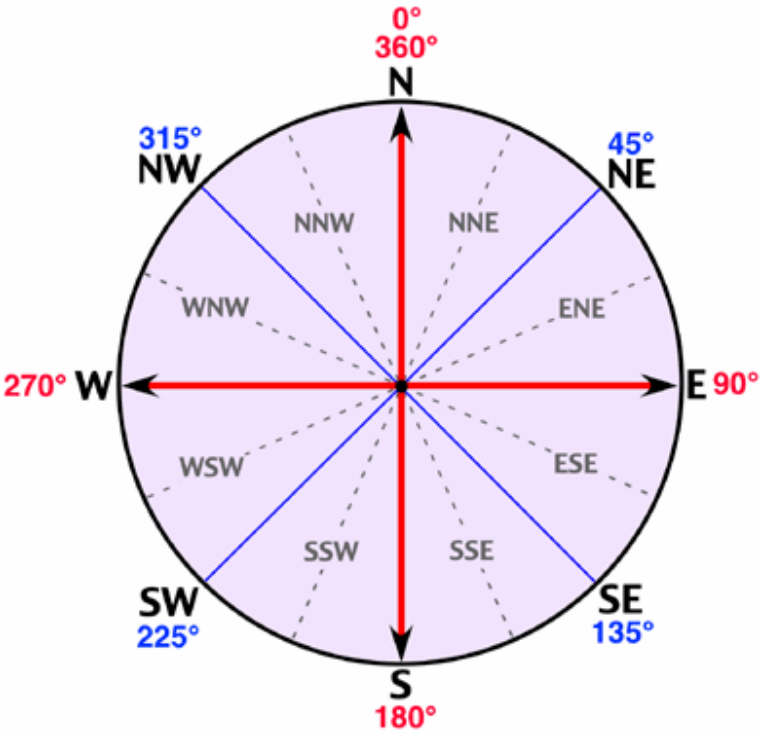
Slika 12. Postavljanje CDC-klopke, prebacivanje komaraca u kantu pomoću aspiratora, čuvanje komaraca u kantama u sobi za uzgoj, brojenje komaraca prije markiranja, anesteziranje komaraca u digestoru, markirani komarci i determinacija komaraca

4.4. Analiza meteoroloških faktora na istraživanom području

Podaci o brzini i smjeru vjetra, temperaturi zraka, vlažnosti zraka i točki rosišta za naselje Mecca (nadmorska visina: -55m; geografska širina: 33°32'17"N/33.54; geografska dužina: 115°59'30"W/-115.99), kao središte istraživanoga područja, preuzeti su s internet-stranice: http://www.cimis.water.ca.gov.

Tijekom istraživanoga razdoblja na području Coachella Valley nije bilo kiše.

Za potrebe istraživanja navedeni su podaci iz satnih zapisa uprosječeni na dnevnu razinu. Kada je u pitanju smjer vjetra koji je bio zapisan u 60-minutnim rasponima tijekom 24 sata, na dnevnoj razini je iskazan dominantan smjer vjetra, određen azimutom strane svijeta s koje vjetar puše, u stupnjevima od 0° do 360° (tzv. ruža vjetrova; Slika 13).



Slika 13. Ruža vjetrova pokazuje šesnaest glavnih smjerova vjetra
(preuzeto s internet-stranice: http://www.physicalgeography.net/fundamentals/7n.html)

4.5. Numerička obrada podataka

Brojčani podaci uneseni su u računalni program Microsoft Excel XP (Microsoft Corporation, 2003). Za statističku obradu podataka i grafičke prikaze upotrebljavani su programi Microsoft Excel XP (Microsoft Corporation, 2003), STATISTICA 7.1 (StatSoft Inc., Tulsa, OK, SAD, 2007) i Google Earth 4.3 (Google, 2008). Za ocjenu značajnosti dobivenih rezultata odabran je prag značajnosti $\alpha = 0.05$.

4.5.1. Određivanje brojnosti komaraca

U analizi podataka ovog terenskog istraživanja, osim apsolutnih metoda (prebrojavanje komaraca, izračunavanje površine istraživanoga područja, izračunavanje udaljenosti između klopki i točaka puštanja markiranih komaraca) korištene su i relativne metode (pr. udio vrste u staništu, procjena brojnosti jedinki komaraca u jednoj klopci na jednom staništu – pr. prosječan broj komaraca po klopci u pustinjskom staništu).

4.5.1.1. Prosječan broj komaraca po klopci

Prosječan broj komaraca po klopci (Y) u danu uzorkovanja korišten je u predstavljanju gustoće zajednice komaraca na pojedinom staništu:

$$Y = ((\Sigma x_i) / T) / n, \; i = 1, 2, ..., n$$

gdje je x_i – broj komaraca i-tog dana uzorkovanja

T – ukupan broj klopki na staništu

n – broj dana uzorkovanja.

4.5.1.2. Procjena veličine populacije

Također je procijenjena i veličina populacije komaraca navedenoga područja, a taj se broj prema broju ukupno uhvaćenih komaraca odnosi kao i broj puštenih markiranih komaraca prema broju ponovno uhvaćenih markiranih jedinki. Drugim riječima, prema Petersenu, tj. Lincolnovom indeksu (Krebs, 1999) veličina populacije komaraca (N) u trenutku markiranja procijenjena je kao funkcija tri varijable: M – ukupan broj markiranih jedinki, C – ukupan broj jedinki u uzorku, R – broj markiranih jedinki u ukupnom uzorku i iznosi:

$$N = \frac{M \cdot C}{R}$$

4.5.1.3. Postotak ponovno uhvaćenih komaraca

Postotak ponovno uhvaćenih komaraca (engl. „recapture rate“) izračunat je za svaku točku puštanja komaraca (T-ORANGE i T-AQUA), a zatim i sumarno, na način da je broj uhvaćenih markiranih komaraca podijeljen s ukupnim brojem obilježenih komaraca na dan puštanja (na pojedinoj točki puštanja, ili ukupno). Također je izračunat postotak ponovno uhvaćenih markiranih komaraca za svako stanište, orange i aqua zajedno, a zatim i pojedinačno.

4.5.1.4. Intenzitet uzorkovanja markiranih komaraca

Intenzitet uzorkovanja markiranih komaraca na svakoj pojedinačnoj postaji-klopki izražen je kao postotni udio broja markiranih komaraca u ukupnom broju uhvaćenih komaraca (markiranih i nemarkiranih) na istoj postaji.

4.5.2. Srednja prijeđena udaljenost

Srednja prijeđena udaljenost (engl. „mean distance traveled“) koju je jedinka komarca vrste *Cx. tarsalis* prešla na dan (odnosno noć, budući da su klopke radile od poslijepodneva do sutradan ujutro), izračunata je kao srednja vrijednost dnevnih aritmetičkih sredina svih udaljenosti na kojima su zabilježeni markirani komarci. Srednja prijeđena udaljenost izračunata je za svaki dan nakon puštanja komaraca.

4.5.3. Struktura zajednice komaraca

Struktura zajednice komaraca određena je neparametrijskim modelima – indeksima.

4.5.3.1. Dominantnost vrste

Dominantnost vrste prikaz je zastupljenosti određene vrste u pojedinom staništu (postotni udio vrste u uzorku – ovdje staništu).

Berger-Parkerov indeks jednostavan je indeks koji pomnožen sa 100 predstavlja relativnu brojnost neke vrste u ukupnom uzorku (Magurran, 1988). Računa se prema izrazu:

$$d = N_i / N$$

gdje je: d – indeks dominantne vrste

N*i* – broj jedinki vrste *i*

N – broj jedinki svih vrsta u uzorku.

Ovaj indeks mjeri proporcionalnu brojnost vrsta u nekoj zajednici. Izračun indeksa dominantne vrste proveden je za sve uzorke komaraca i sva staništa zastupljena u istraživanju.

Na osnovi dominantnosti, vrste su svrstane u pet kategorija (Odum, 1971):

1) eudominantne vrste – >10%;
2) dominantne – 5-10%;
3) subdominantne – 2-5%;
4) recendentne – 1-2%;
5) subrecendentne – <1%.

Iz dominantnosti vrsta izračunat je i indeks dominantnosti za svako stanište, a koji se izračunava iz brojnosti dviju dominantnih vrsta prema izrazu (Krebs, 1994):

$$I_D = 100 \times (y_1 + y_2) / y$$

gdje je: I_D – indeks dominantnosti vrsta

y_1 – broj jedinki najdominantnije vrste

y_2 – broj jedinki vrste koja je druga po dominantnosti

y – ukupna brojnost jedinki na staništu

4.5.3.2. Konstantnost vrste

Konstantnost vrste (frekventnost) je mjera koja pokazuje koliko se često pojedina vrsta pojavljuje u određenom staništu. Indeks konstantnosti predstavlja relativnu prisutnost neke vrste na staništu. Izražava se u postotku, a formula glasi (Hazel, 1977):

$$C_i = (a_i / a) \times 100$$

gdje je: C_i – index konstantnosti za vrstu *i*

a_i – broj uzoraka (klopki) s vrstom *i*

a – ukupan broj uzoraka u istraživanju.

Prema konstantnosti (Tischler, 1949), vrste su svrstane u četiri kategorije:

1) eukonstantne – 75-100%;
2) konstantne – 50-75%;

3) akcesorne – 25-50%;

4) akcidentalne, rijetke vrste – 0,1-25%.

Vrste koje su 100% konstantne prisutne su u svakom uzorku određenoga staništa (područja).

4.5.3.3. Afinitet vrste

Intenzitet kojim je neka vrsta povezana s biocenozama analizirana je prema klasifikaciji Dajoz (1978). Mjera za naklonost, afinitet (engl. „fidelity index“) određene vrste prema nekom staništu, izražena je u postotku kao omjer konstantnosti neke vrste u jednom određenom staništu i konstantnosti iste vrste u svim staništima. Formula glasi:

$$F_i = (C_i / \Sigma C_i) \times 100$$

gdje je: F_i – indeks naklonosti, afiniteta vrste *i* prema staništu

C_i – indeks konstantnosti za vrstu *i* na određenom staništu

Prema afinitetu (Dajoz, 1978), vrste su podijeljene na pet skupina:

1) ekskluzivne vrste – dolaze isključivo u jednom staništu (F_i = 90,1-100%);

2) selektivne vrste – 67-90% – najčešće su prisutne u određenim staništima, a rjeđe dolaze i u drugima

3) preferentne vrste – 50,1-66,9% – dolaze u nekoliko staništa, ali pokazuju naklonost prema jednom određenom staništu;

4) indiferentne vrste – vrste koje ne pokazuju afinitet ni prema jednom tipu staništa, međutim, ne znači da su to nužno rijetke vrste;

5) slučajne ili strane vrste – <10% – rijetke vrste prisutne u staništu.

Moguće je da neka vrsta ima visok indeks konstantnosti za jedno stanište, ali nizak indeks afiniteta prema tom staništu ukoliko je prisutna i u drugim staništima. Obratno, vrsta može biti vrlo rijetka i imati nisku konstantnost u nekom staništu, ali visok indeks afiniteta prema staništu ukoliko se pojavljuje samo u tom staništu. Vrste koje su 100% “vjerne” nekom staništu, jedinstvene su za isto stanište.

4.5.4. Faunistička raznolikost vrsta komaraca

Najznačajnija karakteristika svakog staništa i osnovni pokazatelj biološke raznolikosti je bogatstvo vrsta (engl. „species richnees“), a to je ukupan broj vrsta na nekom staništu (S). Veće bogatstvo vrsta upućuje na veću produktivnost okoliša, veću stabilnost ekosustava i manju sklonost invaziji stranih vrsta.

Odnos brojnosti jedinki pojedine vrste i broja vrsta na nekom staništu ovisi o veličini područja istraživanja i frekvenciji uzorkovanja. Primjerice, na osnovi uzorkovanja malog broja jedinki, broj vrsta i raznolikost dobivena iz tih podataka neće reflektirati stvarno stanje u prirodi, iz razloga što varijacije između postaja ili staništa mogu biti posljedica razlike u veličini uzorka. S druge strane, dodatno uzorkovanje na mjestima gdje je zabilježena mala raznolikost vrsta može rezultirati većim brojem vrsta, a time i većom raznolikošću. Struktura zajednice vrsta opisuje se neparametrijskim modelima (indeksima). Veća raznolikost vrsta generalno znači kompleksniju i zdraviju zajednicu, veću stabilnost sustava i dobre okolišne uvjete.

Dakle, raznolikost vrsta komaraca na pojedinom staništu može se izraziti brojem različitih vrsta i relativnom brojnošću jedinki svake pojedine vrste. Dodatno, pomoću spomenuta dva parametra definiraju se i indeksi biološke raznolikosti koji se često koriste za usporedbu prirodnih zajednica, jer osiguravaju više informacija o strukturi zajednice u odnosu na broj prisutnih vrsta. Uzimajući u obzir relativnu brojnost različitih vrsta, indeksi raznolikosti ne rastu samo porastom broja vrsta, već i porastom ujednačenosti u raspodjeli jedinki između različitih vrsta. Zajednica u kojoj od više prisutnih vrsta u ukupnoj brojnosti dominira jedna ili dvije smatra se manje raznolikom od one u kojoj je više vrsta podjednake brojnosti.

U ovom su radu korištena četiri indeksa biološke raznolikosti: Shannon-Wienerov indeks, indeks ujednačenosti vrsta, Simpsonov indeks i indeks ujednačenosti.

4.5.4.1. Shannon-Wienerov indeks

Shannon-Wienerov indeks opisuje stupanj raznolikosti vrsta, a osjetljiviji je na promjene rijetkih vrsta u uzorku, odnosno u sastavu zajednica (Price, 1984). On je mjera za količinu informacija potrebnih za opis svakog člana zajednice, a izračunat je prema formuli:

$$H' = -\Sigma p_i \ln p_i$$

gdje je: H' – Shannon-Wienerov indeks raznolikosti

p*i* – udio jedinki vrste *i* u ukupnom uzorku.

4.5.4.2. Indeks ujednačenosti vrsta

Raznolikost vrsta, na pojedinim staništima može se izraziti i indeksom jednoličnosti – ujednačenosti (koliko jednolično je svaka vrsta zastupljena u zajednici, tj. je li zajednica sastavljena od vrste s velikim brojem jedinki i tek pokojom vrstom s manjim brojem jedinki ili se radi o nekoliko vrsta među kojima su jedinke ravnomjernije raspoređene).

Indeks ujednačenosti vrsta (engl. „evenness"), koji se još naziva Pielouova ujednačenost, definiran je odnosom Shannon-Wiener indeksa konkretnog uzorka (zajednice) i hipotetskog maksimalnog iznosa Shannon-Wiener indeksa za isti broj vrsta iz konkretnog uzorka (koji bi se postigao kada bi sve vrste bile potpuno jednako zastupljene). Izračunava se prema sljedećoj formuli (Shannon i Weaver, 1963):

$$E_H = H' / H_{max} = H' / \ln S$$

gdje je: E_H – indeks ujednačenosti vrsta u uzorku

H' – Shannon-Wienerov indeks raznolikosti

H_{max} – hipotetski maksimalni iznos Shannon-Wiener indeksa za broj vrsta (S)

Vrijednosti indeksa ujednačenosti kreću se u rasponu od 0 do 1, gdje 1 znači potpunu ujednačenost brojnosti svih prisutnih vrsta.

Od dvije zajednice s istim brojem vrsta raznolikija je ona u kojoj je zastupljenost jedinki svake vrste podjednako obilna, a manje je raznolika ona zajednica u kojoj neke vrste dominiraju, dok su druge prisutne s manjom gustoćom populacije (Pielou, 1974).

4.5.4.3. Simpsonov indeks

Simpsonov indeks predstavlja vjerojatnost da dvije slučajno odabrane jedinke u istom staništu pripadaju istoj vrsti (Simpson, 1949). U odnosu na ostale indekse, Simpsonov je indeks osjetljiviji na promjene brojnosti dominantnih vrsta u uzorku unutar zajednice (Krebs, 1989). Poznat je i pod sinonimom – agregacijski indeks (Yan i Zhong, 2005). Formula za izračunavanje Simpsonovog indeksa glasi:

$$\lambda = \Sigma (p_i)^2$$

gdje je: λ – Simpsonov indeks

p_i – udio jedinki vrste *i* u ukupnom broju jedinki.

Vrijednosti Simpsonovog indeksa kreću se u rasponu od 0 do 1, gdje hipotetska vrijednost 0 označava beskonačnu raznolikost (beskonačan broj vrsta), dok vrijednost 1 označava da nema raznolikosti (prisutna je samo jedna vrsta). Dakle, što je veći λ, manja je raznolikost. Budući da to otežava komparaciju s drugim indeksima, često se, pa tako i u ovom radu, koristi komplement Simpsonovog indeksa – **Simpsonov indeks raznolikosti** kojim se izražava vjerojatnost da dvije slučajno izabrane jedinke iz uzorka pripadaju različitim vrstama:

$$1 - \lambda = 1 - (\Sigma p_i^2)$$

gdje je: $1-\lambda$ – Simpsonov indeks raznolikosti

p_i – udio jedinki vrste *i* u ukupnom uzorku.

Vrijednosti Simpsonovog indeksa raznolikosti kreću se također u rasponu od 0 do 1, ali sada veća vrijednost indeksa znači veću raznolikost u uzorku.

4.5.4.4. Indeks ujednačenosti

Iz recipročnog Simpsonovog indeksa ($1/\lambda$) može se izvesti indeks ujednačenosti (engl. „index of equitability“) raspodjele jedinki unutar zajednice (E_λ), a izračunava se prema formuli:

$$E_\lambda = (1 / \lambda) / \lambda_{max} = \lambda / S$$

gdje je: E_λ – indeks ujednačenosti

$1/\lambda$ – recipročni Simpsonov indeks raznolikosti

λ_{max} – maksimalni-ukupni broj vrsta (S)

Vrijednosti ovog indeksa ujednačenosti kreću se u rasponu od 0 do 1, gdje 1 znači potpunu ujednačenost. To je mjera relativne brojnosti različitih vrsta koje čine bogatstvo vrsta nekog područja.

4.5.5. Faunistička sličnost zajednica

Faunistička sličnost zajednica unutar staništa određena je pomoću kvalitativnog (Sørensen indeks) i kvantitativnog (postotnog) indeksa sličnosti.

Kvalitativni indeksi određeni su na temelju binarnih koeficijenata (ima/nema), dakle prisutnosti ili odsutnosti pojedinih vrsta, dok je za određivanje kvantitativnih indeksa za pojedinu vrstu uzeta u obzir i njezina brojnost, odnosno procjena brojnosti.

4.5.5.1. Sørensenov indeks

Sørensenov indeks sličnosti temelji se na kvocijentu sličnosti među istraživanim populacijama, a računa se prema formuli (Krebs, 1989; Sørensen,1948):

$$QS = (2j / a + b) \times 100$$

gdje je: QS – Sørensenov indeks sličnosti (engl. „quotient of similarity“)

j – broj vrsta koje su prisutne u obje zajednice (staništa)

a – ukupan broj vrsta u zajednici (staništu) a

b – ukupan broj vrsta u zajednici (staništu) b

Sørensen koeficijent (poznat još kao Czekanowsky indeks) osjetljiv je na staništa s većim brojem vrsta koje su slabije zastupljene u uzorku. Veći iznos QS znači veću sličnost među staništima, a vrijednost 100% indicira potpuno preklapanje staništa u sastavu vrsta.

4.5.5.2. Renkonenov indeks

Renkonenov indeks sličnosti, nazvan postotni indeks sličnosti (PS indeks – engl. „percentage similarity index“), računa se na način da se prvo izrazi udio jedinki vrste i u ukupnom uzorku dva staništa koja se uspoređuju (p*i*, q*i*), a zatim se zbrajaju samo najmanji udjeli svake vrste komaraca između ta dva staništa (Renkonen, 1938):

$$PSI = \Sigma \min (p_i, q_i)$$

gdje je: PSI – Renkonen postotni indeks sličnosti

p*i* – udio jedinki vrste *i* u ukupnom uzorku jednog staništa

q*i* – udio jedinki vrste *i* u ukupnom uzorku drugog staništa

Maksimalna vrijednost Renkonen indeksa je 1 (100%), što indicira apsolutno poklapanje dvaju staništa po sastavu i brojnosti vrsta, pri čemu se dva staništa smatraju sličnima ako su vrijednosti PS indeksa veće od 70%.

4.5.6. Regresijski modeli disperzije komaraca u funkciji okoliša

Za testiranje zavisnosti broja komaraca od udaljenosti točke hvatanja od točke puštanja korišten je univarijatni Taylorov model (1978, 1980):

$$y = \exp(a + bh)$$

gdje je *y* broj komaraca, *h* udaljenost, a *a* i *b* empirijski parametri.

Isti je model korišten (Taylor 1978, 1980) i za testiranje zavisnosti broja komaraca od kutnog otklona smjera točke puštanja od sjevera za pojedinu točku hvatanja:

$$y = \exp(a + bz)$$

gdje je *y* broj komaraca, *z* kutni otklon, a *a* i *b* empirijski parametri.

Kutni otklon smjera točke puštanja od sjevera za pojedinu točku hvatanja uvršten je u analizu zbog pretpostavke da je na disperziju komaraca značajno utjecao: 1) vjetar koji je tijekom istraživanja dominantno puhao iz smjera sjevera, te 2) geografski položaj klopki u odnosu na glavna legla komaraca.

S obzirom na navedeno, moglo se pretpostaviti da je kut otklona od sjevera tijekom provedenog istraživanja imao također utjecaj svojevrsne „udaljenosti“, samo druge vrste i porijekla, odnosno da se mogu definirati dvije komponente „stvarne“ udaljenosti: 1) „horizontalna udaljenost“ – *h* (udaljenosti svake pojedine klopke od točke puštanja komaraca) i 2) „kut otklona od sjevera“ – *z* (kut otklona pojedine klopke od sjevera, a u odnosu na pojedinu točku puštanja komaraca).

Kada izjednačimo podatke jednim od gore navedenih univarijatnih regresijskih modela, tada zanemarujemo utjecaj druge (ili prve) komponente. Stoga je izgrađen i integralni, bivarijatni regresijski model, u kojemu je brojnost komaraca opisana u funkciji obje nezavisne varijable:

$$y = \exp(a + bh + cz)$$

gdje je *y* broj komaraca, *h* horizontalna udaljenost, *z* kutni otklon, a *a*, *b* i c empirijski parametri.

Za svaku je klopku izračunato odstupanje (rezidual) od bivarijatnog modela i to kao razlika između stvarnog (uhvaćenog) broja markiranih jedinki komaraca i broja jedinki predviđenog bivarijatnim modelom (u funkciji udaljenosti i kutnog otklona od sjevera). Ta su odstupanja bila pozitivna (kada je stvarni broj bio veći od modeliranog) ili negativna (kada je stvarni broj bio manji od modeliranog), a korištena su u daljnjoj analizi kao pokazatelj (slobodan od utjecaja horizontalne udaljenosti i kutnog otklona) brojnosti komaraca u različitim staništima. Jedinica mjere ostao je broj jedinki, no ne više apsolutni broj, nego relativni u odnosu na onaj dobiven modelom.

4.5.7. Jednosmjerna analiza varijance (engl. „One-way ANOVA“)

Analiza varijance se najčešće upotrebljava kada želimo testirati postoji li razlika između aritmetičkih sredina tri ili više osnovnih skupova (populacija) podataka. Cilj je ispitati odnos varijabilnosti između uzoraka s varijabilnošću unutar uzoraka. Ako je taj odnos statistički značajan, zaključujemo kako promatrani uzorci ne pripadaju istoj populaciji, odnosno aritmetičke sredine se značajno razlikuju.

U obradi podataka, razlike u distribucijama kvantitativnih varijabli testirane su jednosmjernom analizom varijance. Razmatrani pokazatelji bili su: ukupan broj jedinki komaraca u staništima (6), odstupanja oko nelinearnog modela i indeksi raznolikosti (Shannon-Wiener i Simpson), te indeksi ujednačenosti vrsta u staništu (E_H i E_λ).

4.5.8. Test višestruke usporedbe (LSD test)

Postoji velik izbor tzv. post hoc testova koji se izvode nakon ANOVA-e, kada ona pokaže statistički značajan rezultat. Svrha im je da se testiraju razlike između svih konkretnih parova osnovnih skupova (populacija) podataka, te tako stekne uvid u porijeklo statističke značajnosti ukupnih razlika unutar svih skupova testiranih ANOVA-om.

Radi utvrđivanja značajnosti razlika u strukturi zajednica komaraca između uzoraka po postajama, a prema različitim tipovima staništa, korišten je LSD test i to za iste pokazatelje za koje je provedena ANOVA.

4.5.9. T-test

Imamo li dva uzorka ili dvije skupine podataka koje su nezavisne, često želimo znati da li se uzorci razlikuju, odnosno da li je razlika među njima statistički značajna, za što se često koristi t-test. U ovom istraživanju t-testom se ispitivala značajnost razlike u odstupanjima od bivarijatnog regresijskog modela između skupova podataka vezanih uz dvije točke puštanja markiranih komaraca (ORANGE i AQUA).

4.5.10. Jednostavna Pearsonova korelacija

Sukladnost u variranju vrijednosti dvaju ili više kvantitativnih varijabli naziva se korelacija. Potpuna korelacija ili funkcionalna veza postoji kada svakoj vrijednosti varijable *x* odgovara samo jedna vrijednost u drugoj varijabli *y*. Djelomična korelacija znači da određenoj vrijednosti varijable *x* odgovara više različitih vrijednosti varijable *y* (i obrnuto). Što je korelacija manja, to je veća varijabilnost vrijednosti varijable *y* koje se pojavljuju uz neku određenu vrijednost varijable *x*. Računski postupak za izračunavanje stupnja povezanosti dviju ili više pojava izražava se jednim brojem – Pearsonovim koeficijentom linearne korelacije (r) u rasponu vrijednosti od -1 do +1. Predznak r ukazuje na smjer korelacije: pozitivna korelacija (pozitivan r) znači da kako vrijednost jedne varijable raste, tako raste i vrijednost druge varijable, a negativna korelacija (negativan r) znači da kako vrijednost jedne varijable raste, tako pada vrijednost druge varijable. Što je koeficijent linearne korelacije bliži jedinici (bez obzira na predznak), povezanost između varijabli *x* i *y* je jača, odnosno što je bliži nuli, povezanost je slabija.

Pearsonova korelacija korištena je za testiranju pravilnosti promjene broja vrsta i (markiranih i nemarkiranih) jedinki komaraca, te meteoroloških parametara tijekom devet dana uzorkovanja, i to posebno za pojedina staništa. Istom metodom korelacije procijenjena je zavisnost odstupanja od bivarijatnog modela od postotnog udjela pojedinog tipa staništa na svakoj postaji.

Istraživanje na području Grada Osijeka

U razdoblju od 27. travnja do 9. svibnja 2004. godine obavljeno je istraživanje o rasprostiranju komaraca iz područja Kopačkoga rita na područje Grada Osijeka.

Terenskom prikupljanju podataka prethodila je priprema karata (digitaliziranje, izrada mreže uzorkovanja) i materijala, koji su se kasnije koristili u istraživanju.

4.6. Osijek – CMRR metoda

CMRR metoda upotrijebljena je za mjerenje disperzije (raspršivanja) komaraca odnosno udaljenosti koju je neka jedinka preletjela.

4.6.1. Skupljanje odraslih jedinki komaraca

Za potrebe istraživanja, komarci su uhvaćeni pomoću 23 CDC-klopke (Centers for Disease Control, 1978) sa suhim ledom kao atraktantom na poplavnom području južnog dijela Kopačkoga rita. Korištena CDC-klopka ne uključuje izvor svjetlosti koja privlači mužjake komaraca, te su zbog toga skupljene isključivo ženke komaraca.

CDC-klopka vlastite je izrade, a izvedena iz New Jersey svjetlosne klopke (Service, 1976) s namjerom da se dobije mala klopka nezavisna o jakom izvoru energije, te laka za manipulaciju i transport.

4.6.2. Markiranje i puštanje komaraca

Markiranje komaraca fluorescentnim prahom („flame-orange B-735“, Shannon Luminous Materials Inc. Santa Ana, CA) obavljeno je sutradan ujutro (28. travnja 2004. g.), nakon čega je u prirodu pušteno oko 50 000 markiranih komaraca.

Jedina lokacija puštanja markiranih komaraca nalazila se u južnom dijelu Parka prirode Kopački rit (45°33'31"N; 18°46'27"E). Točka puštanja komaraca odabrana je kao reprezentativna postaja cjelokupnoga poplavnog područja Kopačkoga rita, a ujedno i kao jedno od rijetkih mjesta u ritu i okolici koje nije zagađeno minama.

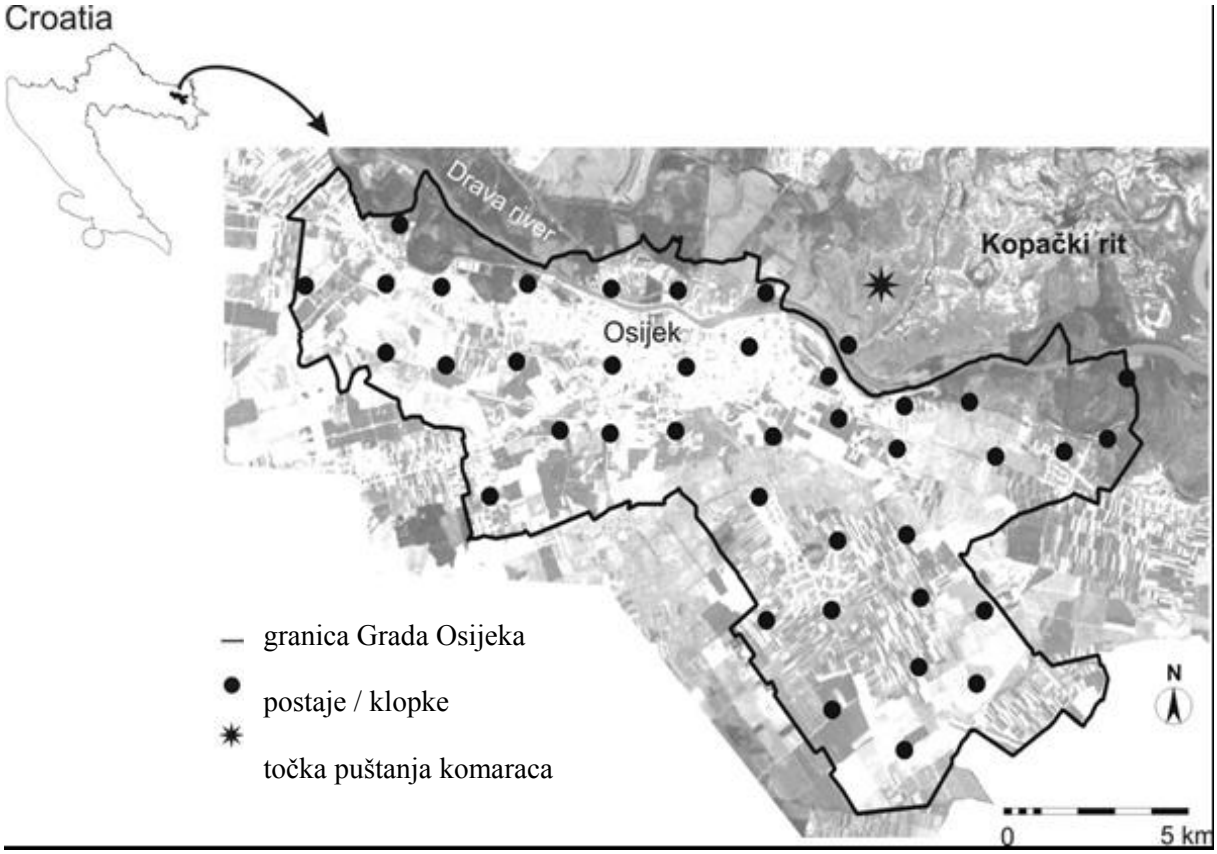
4.6.3. Ponovno skupljanje markiranih komaraca

Dan nakon markiranja komaraca u Kopačkom ritu, 29. travnja 2004. godine na području Grada Osijeka, a prema finalnom planu uzorkovanja, postavljeno je 40 CDC-klopki (u pravilnim razmacima na udaljenosti od 1 km do 16,7 km od mjesta puštanja komaraca) koje su predstavljale jedinu metodu prikupljanja odraslih jedinki komaraca (Slika 14). Postupci izrade mreže uzorkovanja po kojoj su klopke bile postavljene i finalnog plana uzorkovanja detaljno su opisani u magistarskom radu Sudarić Bogojević, 2005.

4.7. Plan uzorkovanja

Uzorkovanje je u kontinuitetu trajalo 11 dana: od 29. travnja do 9. svibnja 2004. godine, uz izmjenu mrežica, suhoga leda i akumulatora svaka 24 sata. Dana 3. svibnja 2004. godine, iz tehničkih razloga, klopke su postavljene bez atraktanta, zbog čega su rezultati tog dana izostavljeni iz statističke analize. Međutim, za izračun srednje udaljenosti, odnosno prosječne brzine koju komarci prelete u danu, taj datum se uzeo u obzir kao peti dan uzorkovanja.

Na poplavnom staništu postavljeno je pet klopki, na urbanom i kombinacijama staništa devet, i sedamnaest klopki na poljoprivrednom staništu. Klopke su postavljane uvijek na ista mjesta na području Grada, u vegetaciju, na oko 1 m visine od tla.



Slika 14. Finalni plan uzorkovanja s „Landsat TM 7"- pankromatskom snimkom iz kolovoza 1999. godine u pozadini

4.8. Determinacija i prepariranje komaraca

Svi prikupljeni komarci pregledani su pod UV-svjetlom jakosti 30W. Izdvojeni su svi obojeni komarci i determinirani do vrste (prema Gutshevich i sur., 1976; Schaffner i sur., 2001) i prebrojeni.

Budući da je fauna komaraca istraživanoga područja dobro poznata, nije bilo od primarne važnosti odrediti sastav vrsta detaljno, već je iz svakoga od 400 skupljenih uzoraka uzet slučajan uzorak komaraca od 200 jedinki, koje su potom determinirane do vrste. Taj uzorak predstavljao je sveukupnu faunu istraživanoga područja Grada Osijeka.

4.9. Hidrološki i meteorološki parametri

Podaci o vodostajima rijeka Dunava i Drave dobiveni su na osnovi dnevnih izvješća Vodnogospodarskog odjela za vodno područje slivova Drave i Dunava Osijek, Hrvatskih voda Zagreb, a podaci o brzini i smjeru vjetra, temperaturi zraka, vlažnosti zraka, tlaku zraka i količini oborina dobiveni su iz Državnog hidrometeorološkog zavoda (DHMZ), Osijek – Zračna luka Klisa, smještena 15 km istočno od točke puštanja komaraca.

Svi navedeni podaci su za potrebe analize istraživanja uprosječeni.

4.10. Statistička analiza podataka

Postotak ponovno uhvaćenih komaraca izračunat je prema Petersenu, tj. Lincolnovom indeksu (Krebs, 1999) veličina populacije komaraca (N) u trenutku markiranja procijenjena je prema trima varijablama: M – ukupan broj markiranih jedinki, C – ukupan broj jedinki u uzorku, R – broj markiranih jedinki u ukupnom uzorku i iznosi:

$$N = \frac{M \cdot C}{R}$$

Objektivna procjena veličine populacije izvedena je iz formule (Seber, 1982):

$$N = \left[\frac{(M+1)\cdot(C+1)}{R+1} \right] - 1$$

Broj komaraca na određenoj udaljenosti (**h**) od točke puštanja komaraca može se izvesti iz Taylorovog modela (1978, 1980):

$$N_{\%} = \exp\left(a + b \cdot \mathbf{h}^{c}\right)$$

gdje je N broj jedinki komaraca na udaljenosti **h**, a *a*, *b* i *c* su parametri. U ovom istraživanju korištene su vrijednosti za *a* = 0,1; *b* = -0,0313 i *c* = 0,55, a to su brojevi predloženi za vrstu *Cx*. *annulirostris* (O'Donnell i sur., 1992), a proksimalni su za vrstu *Ae*. *vexans*.

Također, izračunata je korelacija između prosječne brzine vjetra i ukupnoga broja komaraca, a uprosječen je i broj komaraca kroz desetodnevno razdoblje istraživanja.

Udaljenost između pojedinih postaja, kao i udaljenost određene postaje u odnosu na ishodišnu postaju markiranja i puštanja komaraca izmjerena je u GIS-paketu ILWIS (Unit Geo Software Development, 2001) pomoću naredbe koja izračunava udaljenost između dvije točke.

U numeričkoj i grafičkoj obradi podataka korišten je program Microsoft Excel XP (Microsoft Corporation, 2003), u kojem su napravljene sve tablice i grafikoni.

5. REZULTATI

Istraživanje na širem području naselja Mecca

Istraživanje disperzije komaraca na širem području naselja Mecca u Kaliforniji provedeno je u razdoblju od 25. listopada do 6. studenoga 2007. godine. Rezultati obuhvaćaju analizu sastava vrsta i broja komaraca na ukupnom i markiranom uzorku, prostornu analizu disperzije komaraca na području naselja Mecca, kao i analizu klimatskih parametara za navedeno razdoblje.

5.1. Sastav vrsta i brojnost komaraca na istraživanom području

Tijekom dvanaest dana istraživanja obavljeno je devet uzorkovanja, pri čemu je u 40 klopki ukupno uhvaćeno 34 708 komaraca. Zbog jednostavnosti opisivanja rezultata u daljnjem tekstu i grafičkoj obradi podataka umjesto navođenja datuma postavljanja i skupljanja klopki (od 25.-26.10. do 5.-6.11.2007.) koristit će se redni broj dana istraživanja (od 1. do 12.), odnosno uzorkovanja komaraca (Tablica 2).

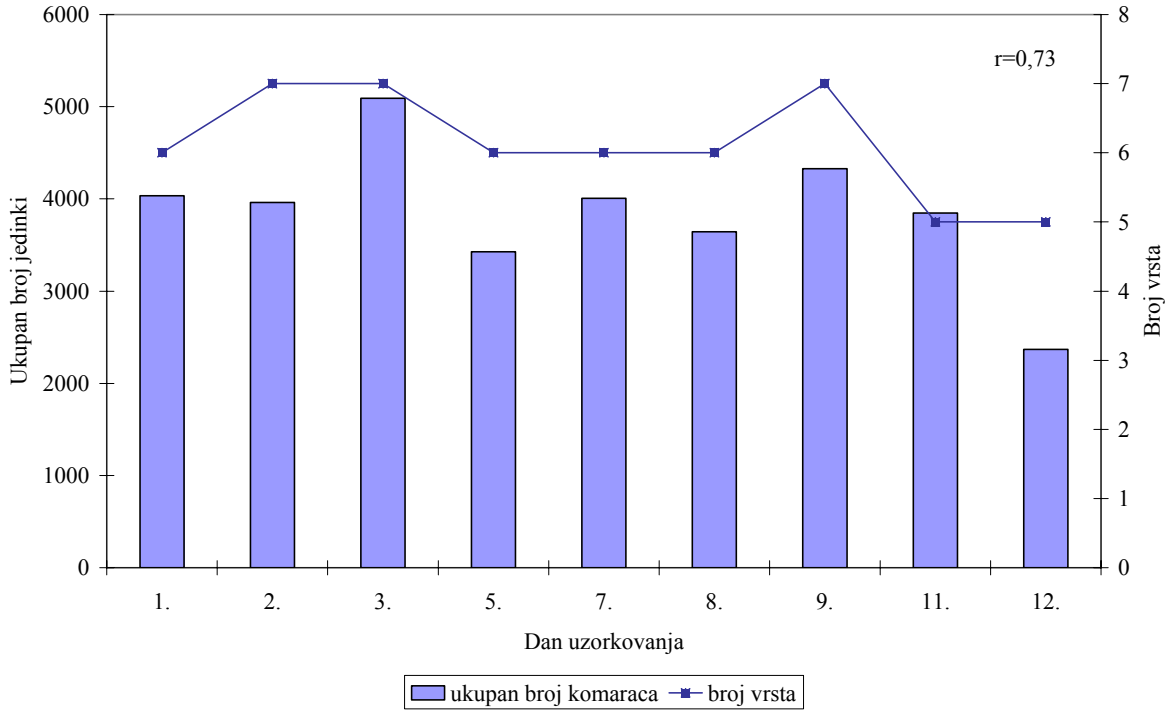
Ukupan broj komaraca po danu kretao se u rasponu od 2368 jedinki, koliko je zabilježeno posljednjega dana istraživanja (12.), do 5091 jedinke, koliko je uhvaćeno trećega dana istraživanja. Prosječan broj komaraca po danu uzorkovanja iznosio je 3856,4 jedinke, dok se prosječan broj komaraca po klopci po danu kretao od 59,2 jedinke (dvanaestoga dana) do 127,3 jedinke (trećega dana istraživanja).

Tablica 2. Ukupan broj komaraca i prosječan broj komaraca po klopci, uhvaćen u devet dana uzorkovanja (dvanaest dana istraživanja) tijekom 2007. godine.

Datum	25.-26. 10.	26.-27. 10.	27.-28. 10.	29.-30. 10.	31.-01. 11.	01.-02. 11.	02.-03. 11.	04.-05. 11.	05.-06. 11.	**Ukupno**
Dan	1.	2.	3.	5.	7.	8.	9.	11.	12.	12
Broj komaraca	**4035**	**3961**	**5091**	**3428**	**4007**	**3643**	**4328**	**3847**	**2368**	**34708**
Prosjek po klopki	100,9	99,0	127,3	85,7	100,2	91,1	108,2	96,2	59,2	**867,7**

Iako su vršne vrijednosti broja komaraca u određenim klopkama bile zabilježene u svim danima istraživanja osim petog, kumulativno najveća brojnost komaraca dogodila se trećega dana, a najmanja brojnost dvanaestoga dana. Broj vrsta komaraca varirao je između šest i

sedam, da bi pred kraj istraživanja pao na pet vrsta. Dinamika broja vrsta i ukupnoga broja komaraca tijekom istraživanja prikazana je na Slici 15. Utvrđena je statistički značajna umjerena pozitivna povezanost između ukupnoga broja komaraca i broja vrsta ($r=0,73$; $df=7$; $p<0,05$).



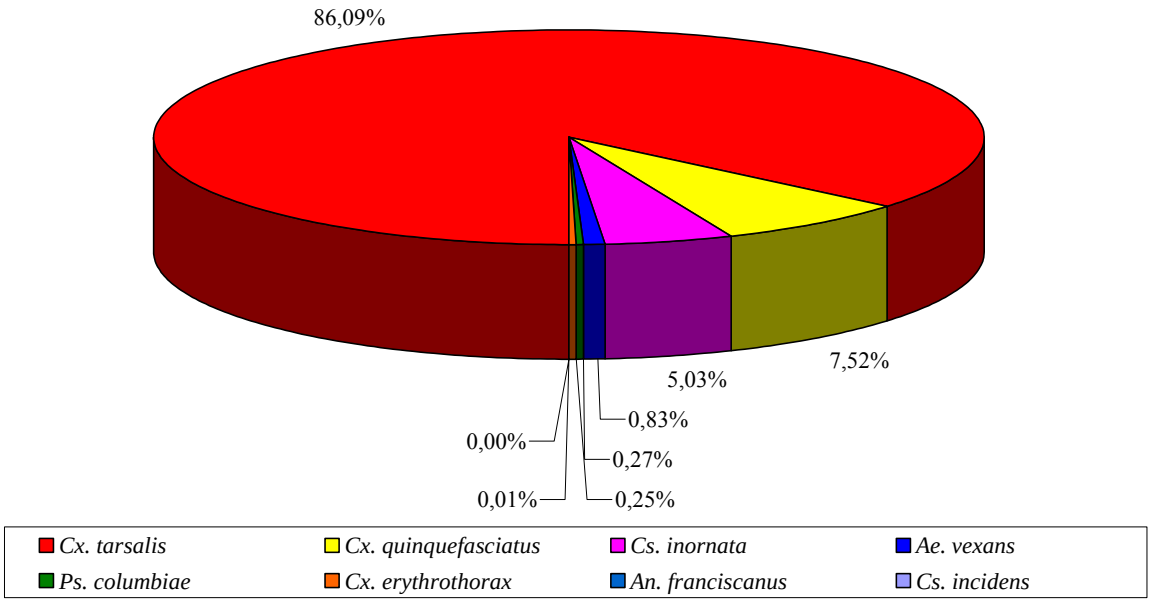
Slika 15. Dinamika broja vrsta i ukupnoga broja jedinki komaraca tijekom dvanaestodnevnoga razdoblja istraživanja (r – koeficijent korelacije)

Faunističkom obradom 34 708 jedinki komaraca utvrđeno je osam vrsta raspoređenih u pet rodova. Najbrojniji rod je rod *Culex* zastupljen s tri vrste komaraca, slijedi rod *Culiseta* s dvije vrste, te rodovi *Anopheles*, *Aedes* i *Psorophora* s po jednom vrstom.

Sastav vrsta determiniranoga uzorka komaraca je sljedeći (determinacija i redoslijed navođenja prema Carpenter i LaCasse, 1955):

1. *Aedes* (*Aedimorphus*) *vexans*, Meigen, 1830.
2. *Anopheles* (*Anopheles*) *franciscanus*, McCracken, 1904.
3. *Culex* (*Culex*) *quinquefasciatus*, Say, 1823.
4. *Culex* (*Culex*) *tarsalis*, Coquillett, 1896.

5. *Culex* (*Culex*) *erythrothorax*, Dyar, 1907.
6. *Culiseta* (*Culiseta*) *incidens*, Thomson, 1869.
7. *Culiseta* (*Culiseta*) *inornata*, Williston, 1893.
8. *Psorophora* (*Grabhamia*) *columbiae*, Dyar i Knab, 1906.



Slika 16. Postotna zastupljenost vrsta u ukupnom uzorku uhvaćenih komaraca

Ukupno 29 879 jedinki komaraca pripada vrsti *Cx. tarsalis*, što je 86,09% faune ukupnoga broja uhvaćenih komaraca. Drugo i treće mjesto po zastupljenosti zauzimaju vrste: *Cx. quiquefasciatus* s udjelom od 7,52%, (2611 jedinki) i *Cs. inornata* s udjelom od 5,03% (1745 jedinki). Ostale vrste zastupljene su s pojedinačnim udjelom manjim od 1%, odnosno s manjim ili minimalnim brojem komaraca: *Ae. vexans* (287), *Ps. columbiae* (95), *Cx. erythrothorax* (87), *An. franciscanus* (3) i *Cs. incidens* (1), (Slika 16).

U Tablici 3. prikazani su rezultati uzorkovanja komaraca tijekom dvanaestodnevnoga razdoblja istraživanja.

Gledano po danima, vrsta *Cx. tarsalis* najbrojnija je u ukupnom uzorku uhvaćenom trećega dana (4478 jedinki), jednako kao i vrste *Ae. vexans* (104) i *Ps. columbiae* (59). Maksimum komaraca u svih 40 klopki sedmoga dana uzorkovanja zabilježen je kod vrste *Cx.*

quinquefasciatus (449) i *Cx. erythrothorax* (16), dok vrsta *Cs. inornata* svoj maksimum u klopkama bilježi jedanaestoga dana uzorkovanja (352). Vrste *An. franciscanus* i *Cs. incidens* u uzorcima drugog, trećeg, sedmog i devetoga dana imaju samo po jednu uhvaćenu jedinku.

U klopci T-32 najveći broj komaraca tijekom svih dana istraživanja pripadao je vrsti *Cx. tarsalis* (3703) i vrsti *Ps. columbiae* (40). Klopka T-16 bila je najproduktivnija za vrstu *Cx. quinquefasciatus* (597). Najveći broj jedinki vrste *Cs. inornata* uhvaćen je u klopci T-7 (172), dok je najviše jedinki vrste *Ae. vexans* uhvatila klopka T-25 (57), a jedinki vrste *Cx. erythrothorax* klopka T-31 (34). Dvije jedinke vrste *An. franciscanus* zabilježene su u klopci T-26, a jedinka vrste *Cs. incidens* u klopci T-33.

Tablica 3. Broj jedinki svih vrsta komaraca uhvaćenih u devet uzorkovanja tijekom dvanaestodnevnoga razdoblja istraživanja (crveni brojevi označavaju maksimalan broj jedinki pojedine vrste uhvaćen u određenom danu i određenoj klopci)

Vrsta	*Cx. tarsalis*										*Cx. quinquefasciatus*										*Cx. erythrothorax*										*Ae. vexans*									
Br. klopke/dan	**1**	**2**	**3**	**5**	**7**	**8**	**9**	**11**	**12**	**Σ**	**1**	**2**	**3**	**5**	**7**	**8**	**9**	**11**	**12**	**Σ**	**1**	**2**	**3**	**5**	**7**	**8**	**9**	**11**	**12**	**Σ**	**1**	**2**	**3**	**5**	**7**	**8**	**9**	**11**	**12**	**Σ**
T-1	2	5	5	2	0	2	0	1	1	**18**	1	0	1	0	0	0	0	0	0	**2**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
T-2	13	24	6	13	5	12	9	9	5	**96**	0	0	1	0	0	0	2	2	1	**6**	0	0	0	0	1	0	0	0	0	**1**	0	0	2	0	1	0	0	0	0	**3**
T-3	2	4	10	0	2	0	2	1	4	**25**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	0	0	0	0	1	0	0	0	0	**1**
T-4	66	67	66	26	47	46	37	24	31	**410**	7	1	6	3	19	5	12	5	15	**73**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
T-5	11	3	4	2	3	2	0	1	1	**27**	0	0	0	0	0	0	0	2	0	**2**	0	0	0	0	1	0	0	0	0	**1**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
T-6	31	17	22	7	12	13	14	10	13	**139**	2	6	0	11	7	16	17	23	10	**92**	0	0	0	0	0	0	0	1	0	**1**	0	0	1	0	0	0	0	0	0	**1**
T-7	10	8	34	6	4	14	4	3	4	**87**	0	0	1	1	2	0	1	0	0	**5**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	2	1	3	0	0	0	0	0	0	**6**
T-8	10	3	7	2	1	8	3	4	1	**39**	0	1	0	0	0	1	0	0	0	**2**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
T-9	96	310	70	44	53	37	26	50	49	**735**	8	16	28	27	24	25	23	35	12	**198**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	1	2	0	0	0	0	0	0	0	**3**
T-10	10	10	10	7	12	15	4	8	9	**85**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	0	2	0	0	0	0	0	0	0	**2**
T-11	11	6	12	4	5	4	1	11	10	**64**	1	0	0	0	0	0	0	1	0	**2**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	0	0	0	1	0	0	0	0	0	**1**
T-12	7	6	14	8	6	7	4	5	1	**58**	2	0	1	0	3	0	2	1	4	**13**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
T-14	260	268	242	242	344	260	261	184	123	**2184**	14	17	10	22	7	22	28	10	15	**145**	0	1	0	0	0	0	0	0	0	**1**	0	0	1	1	0	0	0	0	0	**2**
T-15	37	35	37	15	72	28	27	27	26	**304**	3	6	26	35	74	22	46	21	14	**247**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
T-16	44	97	66	67	197	91	64	90	46	**762**	15	22	51	55	136	83	56	112	67	**597**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
T-17	12	4	8	4	9	15	4	6	4	**66**	0	0	3	11	6	1	4	12	10	**47**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
T-18	43	28	47	23	33	61	14	26	29	**304**	3	2	2	0	4	2	2	2	0	**17**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	0	0	0	0	1	0	0	0	0	**1**
T-19	22	23	21	24	13	9	18	6	9	**145**	1	0	0	4	1	2	5	1	0	**14**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	0	2	1	0	0	0	0	0	0	**3**
T-20	30	17	28	19	18	6	10	14	7	**149**	1	2	2	2	1	1	2	2	3	**16**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	0	0	0	0	0	0	1	0	0	**1**
T-21	179	175	240	160	176	147	152	165	112	**1506**	6	3	4	11	7	1	6	4	6	**48**	0	0	2	1	4	4	0	0	0	**11**	2	2	7	3	2	1	0	1	4	**22**
T-22	215	133	269	104	186	138	95	101	136	**1377**	1	2	0	12	4	10	1	3	5	**38**	0	0	0	0	0	1	0	0	0	**1**	0	2	3	3	2	0	0	1	0	**11**
T-23	58	67	47	30	45	111	47	85	72	**562**	4	0	1	0	3	0	1	0	3	**12**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	0	0	0	0	0	0	0	1	0	**1**
T-24	34	48	26	7	11	12	14	13	19	**184**	0	0	0	0	0	0	2	0	2	**4**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	0	0	1	0	0	0	0	0	0	**1**
T-25	354	291	452	208	172	78	213	112	71	**1951**	1	0	1	5	18	2	9	7	7	**50**	0	0	0	4	2	1	0	0	0	**7**	1	3	24	20	2	0	4	0	3	**57**
T-26	191	117	241	156	247	172	111	138	126	**1499**	0	2	2	26	12	8	4	20	10	**84**	0	1	0	0	2	6	1	0	2	**12**	0	0	4	0	8	1	0	2	4	**19**
T-27	9	219	274	235	255	357	665	216	78	**2308**	0	0	0	0	0	0	0	16	1	**17**	0	0	0	0	0	0	0	2	0	**2**	1	3	6	2	0	0	0	0	1	**13**
T-28	155	157	153	156	61	167	98	105	57	**1109**	2	0	0	1	4	12	0	3	1	**23**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	2	2	1	0	0	0	0	0	0	**5**
T-29	123	104	120	78	46	54	96	53	40	**714**	7	2	13	15	0	3	5	5	6	**56**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	2	2	2	3	0	0	0	0	0	**9**
T-31	285	324	409	331	320	194	342	276	140	**2621**	0	2	2	8	2	3	8	9	4	**38**	9	5	5	0	2	1	0	4	8	**34**	4	0	3	4	0	0	0	0	0	**11**
T-32	623	322	649	384	312	337	512	468	96	**3703**	2	0	8	8	4	2	24	8	0	**56**	0	0	0	5	4	0	0	4	0	**13**	6	9	8	6	0	0	0	0	0	**29**
T-33	394	328	435	296	276	423	489	434	170	**3245**	8	2	6	24	20	6	8	24	10	**108**	0	0	0	0	0	0	0	0	2	**2**	8	8	26	0	2	0	0	0	2	**46**
T-68	0	153	126	129	234	201	176	137	102	**1258**	0	0	2	11	4	7	20	8	8	**60**	0	1	0	0	0	0	0	0	0	**1**	0	2	4	5	4	0	0	0	2	**17**
T-106	0	33	20	11	8	35	8	18	28	**161**	0	10	9	14	17	0	19	24	11	**104**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	0	0	1	0	0	0	0	0	0	**1**
T-140	65	66	105	34	31	29	79	74	22	**505**	0	1	3	3	1	0	3	8	10	**29**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	0	1	1	0	0	0	0	0	0	**2**
T-530	71	61	107	19	49	20	30	66	45	**468**	39	13	54	50	63	27	52	42	16	**356**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	3	0	2	1	0	0	1	0	0	**7**
T-101	11	0	10	7	6	3	9	7	1	**54**	1	0	2	0	2	0	1	0	3	**9**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	0	0	1	1	0	0	0	0	1	**3**
T-102	14	26	19	29	29	68	35	41	20	**281**	0	0	0	0	1	2	4	7	1	**15**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	0	0	1	0	0	0	0	0	0	**1**
T-103	22	21	13	9	18	17	17	22	11	**150**	2	1	0	0	0	0	0	0	0	**3**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	0	1	1	2	0	0	0	0	0	**4**
T-104	41	23	24	16	45	28	12	18	13	**220**	0	3	1	6	3	1	2	2	3	**21**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	0	0	0	0	1	0	0	0	0	**1**
T-105	34	29	30	32	42	47	28	31	33	**306**	0	0	0	1	0	0	0	0	1	**2**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	1	2	0	0	0	0	0	0	0	**3**
Σ	3595	3632	4478	2946	3405	3268	3730	3060	1765	**29879**	131	114	240	366	449	264	369	419	259	**2611**	9	8	7	10	16	13	1	11	12	**87**	33	44	104	52	24	2	6	5	17	**287**

Tablica 3. (nastavak). Broj jedinki svih vrsta komaraca uhvaćenih u devet uzorkovanja tijekom dvanaestodnevnoga razdoblja istraživanja (crveni brojevi označavaju maksimalan broj jedinki pojedine vrste uhvaćen u određenom danu i određenoj klopci)

Vrsta	*Ps. columbiae*										*Cs. inornata*										*Cs. incidens*										*An. franciscanus*										ukupno
Br. klopke/dan	1	2	3	5	7	8	9	11	12	Σ	1	2	3	5	7	8	9	11	12	Σ	1	2	3	5	7	8	9	11	12	Σ	1	2	3	5	7	8	9	11	12	Σ	Σ
T-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	1	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
T-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	6	4	0	4	7	36	23	12	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	226
T-3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	20	7	1	0	0	1	2	16	12	59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	86
T-4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	1	1	0	0	0	1	2	2	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	495
T-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	1	0	1	7	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43
T-6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	17	5	6	0	4	3	3	17	27	82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	316
T-7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	11	13	0	10	6	13	52	38	172	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	270
T-8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	0	1	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50
T-9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2	3	0	0	0	2	1	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	948
T-10	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	3	3	2	7	5	1	6	2	1	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	118
T-11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	1	0	4	3	1	5	14	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	102
T-12	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	6	5	1	0	1	2	1	13	0	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	101
T-14	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2337
T-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	555
T-16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	2	0	0	1	0	2	1	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1368
T-17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	1	1	3	3	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	125
T-18	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	6	8	10	1	1	1	2	13	24	66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	389
T-19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	4	3	1	7	1	3	1	2	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	191
T-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	2	2	0	1	1	7	22	19	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	231
T-21	0	0	2	0	0	1	0	0	0	3	8	0	14	3	5	1	14	2	1	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1638
T-22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	6	0	0	0	1	0	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1437
T-23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	11	11	2	3	9	9	0	8	54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	629
T-24	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2	7	1	8	1	0	2	1	2	4	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	217
T-25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	3	0	0	7	1	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2079
T-26	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	3	3	3	5	4	1	3	4	4	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2	1648
T-27	0	1	3	0	0	0	0	0	0	4	0	7	12	5	8	5	8	12	4	61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2405
T-28	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3	8	0	2	0	0	3	3	5	1	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1162
T-29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	11	12	0	2	3	6	7	5	67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	846
T-31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	5	2	4	0	10	4	1	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2735
T-32	1	7	32	0	0	0	0	0	0	40	12	14	40	8	20	3	16	48	6	167	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	4009
T-33	5	7	12	1	0	1	1	0	0	27	7	5	3	4	2	6	24	16	6	73	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3502
T-68	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	3	8	6	12	11	12	18	9	79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1416
T-106	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	0	2	3	4	5	7	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	292
T-140	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	11	3	9	0	3	1	9	9	4	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	586
T-530	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	8	1	1	1	6	34	79	138	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	969
T-101	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	1	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70
T-102	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	0	0	1	1	0	1	2	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	308
T-103	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	1	1	0	3	4	2	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	173
T-104	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	246
T-105	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	9	14	3	0	4	8	2	4	9	53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	365
Σ	12	18	59	2	0	3	1	0	0	95	255	144	202	52	112	93	220	352	315	1745	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	3	34708

U Tablici 4 prikazane su vrijednosti broja komaraca (markiranih i nemarkiranih pojedinačno) uhvaćenih u pojedinoj klopci pojedinoga dana, te njihov ukupan broj na svih 40 postaja, kroz cijelo razdoblje istraživanja.

Tablica 4. Broj jedinki komaraca uhvaćenih u devet uzorkovanja tijekom razdoblja istraživanja na svim postajama (crveni brojevi – broj ponovno uhvaćenih komaraca markiranih ORANGE-bojom; plavi brojevi – broj ponovno uhvaćenih komaraca markiranih AQUA-bojom)

Datum	25-26 Lis			26-27 Lis			27-28 Lis			29-30 Lis			31-01 Stu			01-02 Stu			02-03 Stu			04-05 Stu			05-06 Stu			
Dan	PRVI			DRUGI			TREĆI			PETI			SEDMI			OSMI			DEVETI			JEDANAESTI			DVANAESTI			
Broj postaje	*Cx. tarsalis*	*Cx. tarsalis*	nemarkirani	*Cx. tarsalis*	*Cx. tarsalis*	nemarkirani	*Cx. tarsalis*	*Cx. tarsalis*	nemarkirani	*Cx. tarsalis*	*Cx. tarsalis*	nemarkirani	*Cx. tarsalis*	*Cx. tarsalis*	nemarkirani	*Cx. tarsalis*	*Cx. tarsalis*	nemarkirani	*Cx. tarsalis*	*Cx. tarsalis*	nemarkirani	*Cx. tarsalis*	*Cx. tarsalis*	nemarkirani	*Cx. tarsalis*	*Cx. tarsalis*	nemarkirani	Σ
T-1			4	2		3			6			2			0			5			1			1			1	25
T-2	3		38	3		27			13			13			11			19			47			34			18	226
T-3			22			11			12			0			3			1			4			17			16	86
T-4	4		74	6		63	1		72			29			66			51		1	49			31			48	495
T-5	6		7	2		1	1		5			2			4			3			0			4			8	43
T-6	7		44	3		25			29			18			23			32			34			51			50	316
T-7	1		40	2		18	1		50			7			16			20			18			55			42	270
T-8			10			5			8			3			3			12			3			5			1	50
T-9	1		107	1		329			101			71			77			62			51			86			62	948
T-10			13			16			12			14			17			16			10			10			10	118
T-11			14			11	3		10			5			9			7			2			17			24	102
T-12	1		14			12	2		14			8			10			9			7			19			5	101
T-14		6	270		4	282	1	1	253	1		264			351			282	1		288			194		1	138	2337
T-15		1	41			41			63			50			146			50			73			49			41	555
T-16	3	3	56	2	1	116			119			122		1	332			175			120			204			114	1368
T-17	7		9	1		3			11			15			16			17			11			21			14	125
T-18	11		41	2		36	4		56	2		22			39			64	1		17			41			53	389
T-19	2		28			29			25			29			21			12			26			8			11	191
T-20			42	2		19			32	1		20			20			8			20			38			29	231
T-21		4	191		3	177			269			178			194		1	154			172			172			123	1638
T-22		20	198		2	135	1	1	276			119		1	191			149			97			105			142	1437
T-23		2	61		1	77			59			32			51			120			57			86			83	629
T-24	3		38		1	48			36			8			11			15			17			15			25	217
T-25		2	355		3	292		1	477		1	239			194			81	1		232			120			81	2079
T-26		8	186		3	121			252			187			274		1	187			119			164			146	1648
T-27		6	4		10	220		1	294			242		1	262	1		361		1	672			246			84	2405
T-28			167		1	158			159			157			65			182			101			113			59	1162
T-29		1	152		1	118		1	146	1		95			48			60			107			65			51	846
T-31		3	298		2	331		1	423			345			328	1	1	196			360			293			153	2735
T-32		2	642		2	350		1	737			411			340	1	1	340			552			528			102	4009
T-33	10	4	408		4	346		7	475			325			300			436		1	522	1		473			190	3502
T-68			0	1	3	155			140		1	151			254			219			208			163			121	1416
T-106			0	4		43	2		29			25			27			38			31			47			46	292
T-140	2		75		1	70	1		117			37			35			30			91			91			36	586
T-530	1		120	3		71			171			71			113			48	1		88			142			140	969
T-101			14			0			14			9			8			3			10			7			5	70
T-102	2		14			30			20			29			31			71			39			49			23	308
T-103	2		23		1	23			17			12			19			17			20			26			13	173
T-104		4	39			26			25			22			49			29			15			21			16	246
T-105			44			46			33			33			46			55			30			35			43	365
Σ	**66**	**66**	**3903**	**34**	**43**	**3884**	**17**	**14**	**5060**	**5**	**2**	**3421**	**0**	**3**	**4004**	**3**	**4**	**3636**	**4**	**3**	**4321**	**1**	**0**	**3846**	**0**	**1**	**2367**	**34708**
Ukupno	4035			3961			5091			3428			4007			3643			4328			3847			2368			34708

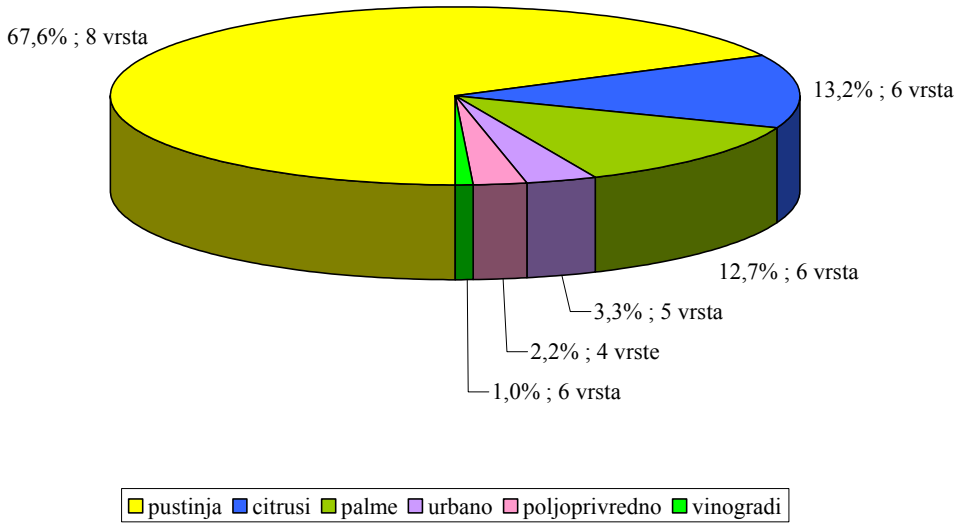
5.1.1. Sastav vrsta i brojnost komaraca u različitim tipovima staništa

Kategorije staništa (šest), geografske koordinate postaja u različitim staništima i ukupan broj komaraca uhvaćen u klopkama tijekom cijeloga istraživanja prikazan je u Tablici 5. Po broju klopki (13) dominira pustinjsko-pješčano stanište, što iznosi 32,5% od ukupnoga broja klopki (40). Slijedi stanište voćnjaka citrusa s 12 klopki (30% udjela), zatim urbano područje naselja Mecca gdje je postavljeno 5 klopki (12,5%), 10% klopki nalazi se u vinogradima (4 klopke), a po tri klopke (7,5%) u plantažama datulja, odnosno na poljima poljoprivrednih kultura.

Tablica 5. Brojnost komaraca na postajama kategoriziranim prema tipu staništa

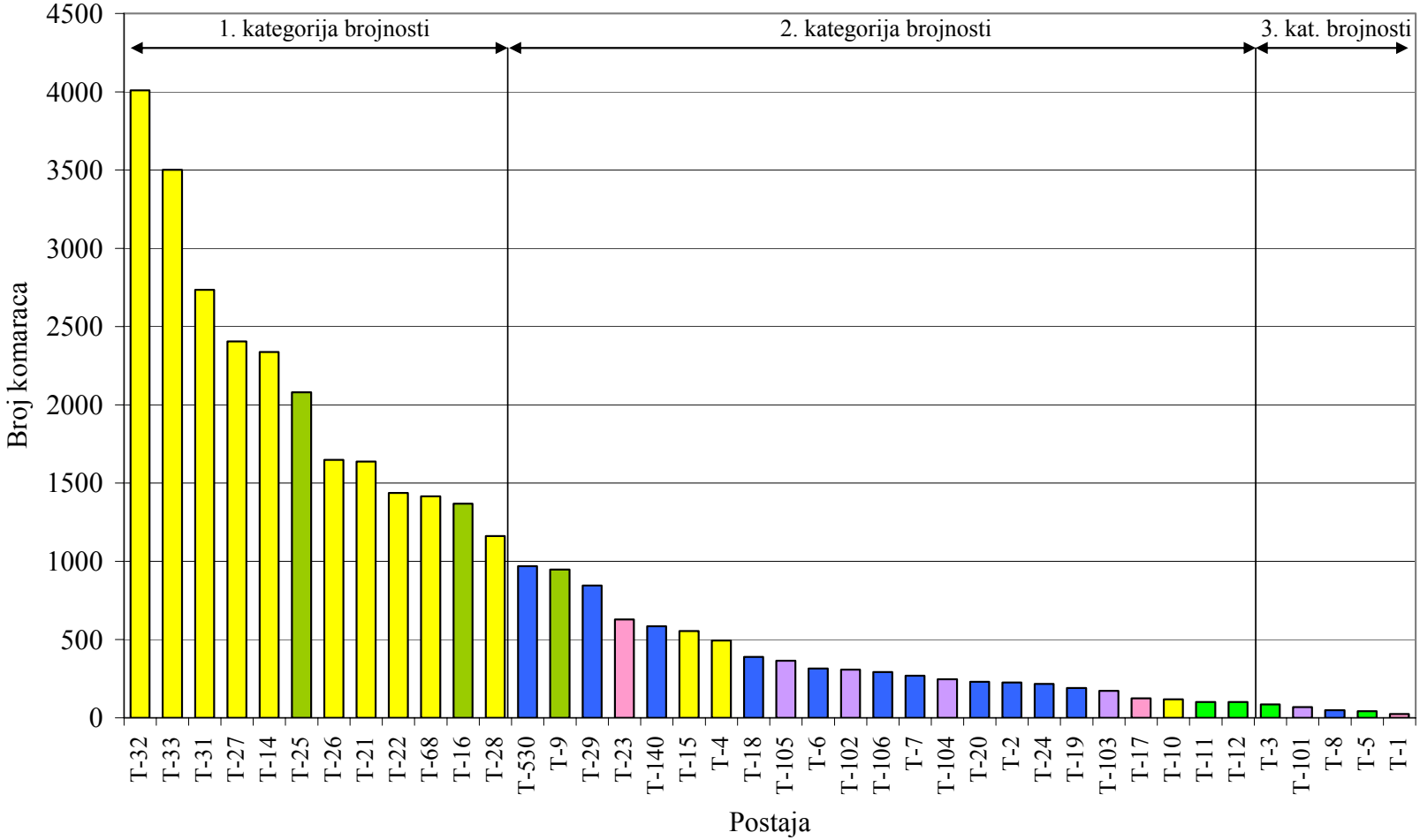
Br. klopke	Geogr. širina	Geogr. dužina	Stanište	Br. komaraca
T-32	33°33'17.27"N	116° 4'46.84"W	pustinjsko	4009
T-33	33°33'16.78"N	116° 4'14.00"W	pustinjsko	3502
T-31	33°33'17.11"N	116° 5'16.12"W	pustinjsko	2735
T-27	33°33'46.01"N	116° 4'44.52"W	pustinjsko	2405
T-14	33°34'34.61"N	116° 5'43.74"W	pustinjsko	2337
T-26	33°33'42.00"N	116° 5'15.00"W	pustinjsko	1648
T-21	33°34'8.59"N	116° 5'42.69"W	pustinjsko	1638
T-22	33°34'9.27"N	116° 5'12.02"W	pustinjsko	1437
T-68	33°34'9.18"N	116° 4'44.73"W	pustinjsko	1416
T-28	33°33'16.70"N	116° 3'33.37"W	pustinjsko	1162
T-15	33°34'36.90"N	116° 5'15.24"W	pustinjsko	555
T-4	33°35'28.25"N	116° 4'41.60"W	pustinjsko	495
T-10	33°35'2.46"N	116° 4'44.51"W	pustinjsko	118
Σ			13 postaja; 32,5% udjela	**23457**
T-530	33°35'2.31"N	116° 2'36.89"W	voćnjaci citrusa	969
T-29	33°33'43.79"N	116° 3'40.94"W	voćnjaci citrusa	846
T-140	33°34'8.92"N	116° 3'41.18"W	voćnjaci citrusa	586
T-18	33°34'36.09"N	116° 3'41.17"W	voćnjaci citrusa	389
T-6	33°35'28.60"N	116° 3'39.59"W	voćnjaci citrusa	316
T-106	33°35'2.00"N	116° 3'41.16"W	voćnjaci citrusa	292
T-7	33°35'28.66"N	116° 3'7.87"W	voćnjaci citrusa	270
T-20	33°34'36.06"N	116° 2'38.69"W	voćnjaci citrusa	231
T-2	33°35'55.97"N	116° 3'39.09"W	voćnjaci citrusa	226
T-24	33°34'9.10"N	116° 3'9.87"W	voćnjaci citrusa	217
T-19	33°34'35.83"N	116° 3'9.73"W	voćnjaci citrusa	191
T-8	33°35'28.53"N	116° 2'36.54"W	voćnjaci citrusa	50
Σ			12 postaja; 30% udjela	**4583**
T-25	33°33'43.49"N	116° 5'42.60"W	plantaže datulja	2079
T-16	33°34'35.45"N	116° 4'44.91"W	plantaže datulja	1368
T-9	33°35'2.00"N	116° 5'31.40"W	plantaže datulja	948
Σ			3 postaje; 7,5% udjela	**4395**
T-105	33°34'16.16"N	116° 4'4.89"W	urbano	365
T-102	33°34'20.21"N	116° 4'16.02"W	urbano	308
T-104	33°34'16.14"N	116° 4'30.42"W	urbano	246
T-103	33°34'23.04"N	116° 4'4.98"W	urbano	173
T-101	33°34'22.89"N	116° 4'34.22"W	urbano	70
Σ			5 postaja; 12,5% udjela	**1162**
T-23	33°34'9.08"N	116° 4'13.52"W	poljoprivredno	629
T-17	33°34'35.97"N	116° 4'12.76"W	poljoprivredno	125
T-1	33°35'55.68"N	116° 4'9.45"W	poljoprivredno	25
Σ			3 postaje; 7,5% udjela	**779**
T-11	33°35'2.37"N	116° 4'13.10"W	vinogradi	102
T-12	33°35'2.17"N	116° 3'9.85"W	vinogradi	101
T-3	33°35'55.00"N	116° 3'7.00"W	vinogradi	86
T-5	33°35'28.06"N	116° 4'10.95"W	vinogradi	43
Σ			4 postaje; 10% udjela	**332**

Broj komaraca uhvaćen u svih 13 klopki postavljenih u pustinjskom staništu (~13,7 km^2), iznosio je 23 457 jedinki, što je 67,6% od ukupnoga broja jedinki uhvaćenih tijekom cijeloga istraživanja (34 708). Pustinjsko stanište ujedno je i jedino na kojem je uhvaćen maksimalan broj vrsta komaraca (8). Šest vrsta komaraca zabilježeno je kako u dvanaest klopki staništa citrusa (~3,5 km^2), tako i u tri klopke plantaža datulja (0,6 km^2), a i postotna zastupljenost komaraca u ta dva staništa približno je jednaka. Pet vrsta zabilježeno je na urbanom području (~1,6 km^2), gdje je uhvaćeno samo 1162 jedinke ili 3,3% ukupnoga broja komaraca. Slijedi poljoprivredno područje (~5,2 km^2) sa 779 komaraca raspoređenih između četiri vrste, a na začelju po brojnosti komaraca (332 jedinke), ali ne i po vrstama, jesu vinogradi (~5,5 km^2) (Slika 17).



Slika 17. Postotna zastupljenost jedinki komaraca u ukupnom uzorku i broj uhvaćenih vrsta komaraca na određenom tipu staništa

Raspodjelu ukupnoga broja komaraca po klopkama na pojedinim staništima prema padajućoj vrijednosti prikazuje Slika 18. Dvanaest od ukupno 40 klopki predstavlja kategoriju brojnosti komaraca u kojoj je svaka klopka tijekom devet dana uzorkovanja skupila više od 1.000 jedinki komaraca (od 1162 do 4009 jedinki). Dvadeset i tri klopke bile su u drugoj kategoriji brojnosti komaraca brojeći od 101 do 969 komaraca, a pet je klopki činilo treću kategoriju brojnosti, gdje je ukupni broj uhvaćenih komaraca po klopci bio manji od 100 jedinki (25 do 86 jedinki komaraca).

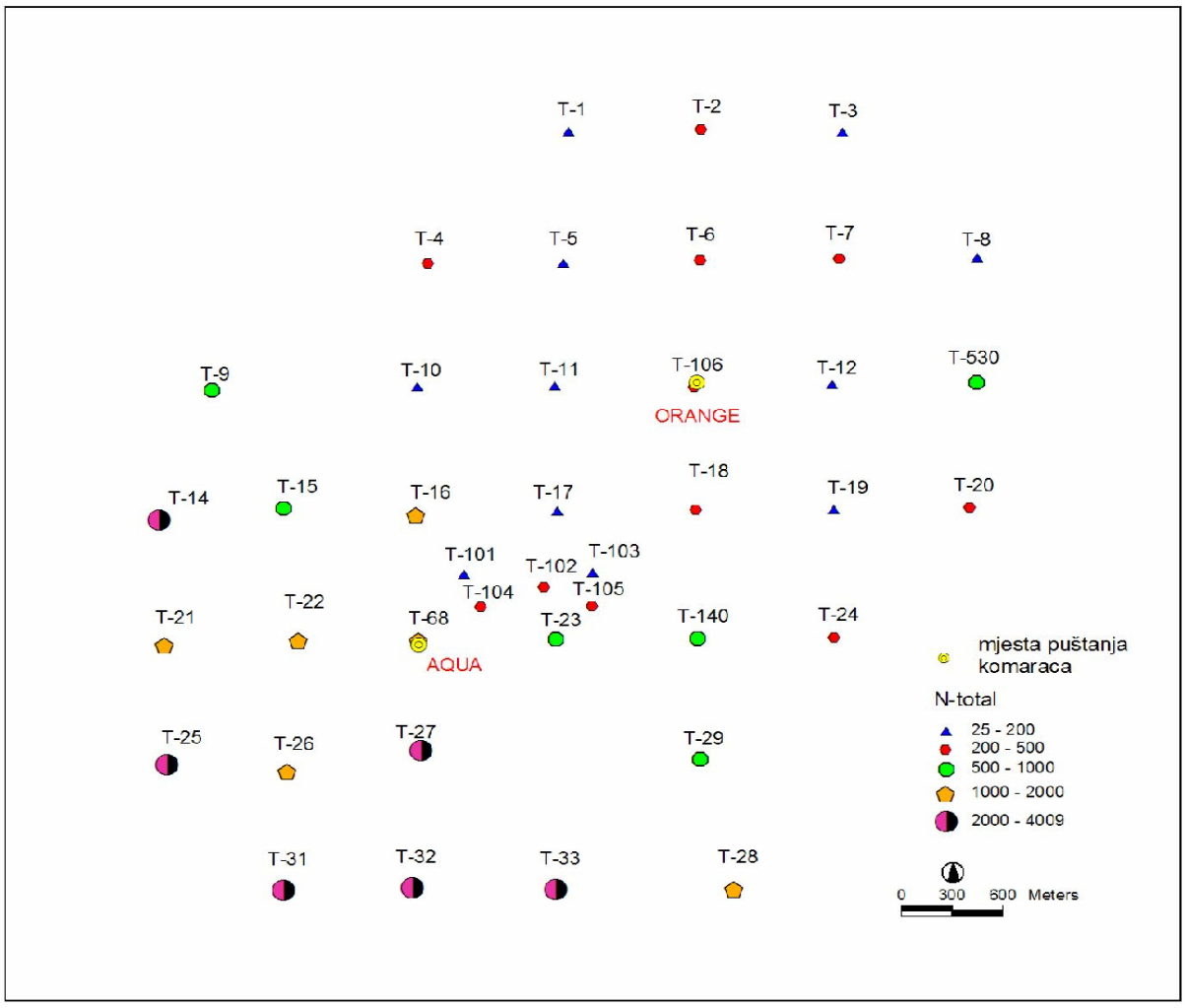


Slika 18. Brojnost komaraca na istraživanim postajama – klopkama poredanim prema kategorijama brojnosti komaraca (boje istovjetne onima u Tablici 5 i Slici 17)

Postaja T-32 jest ona s najviše uhvaćenih komaraca u razdoblju istraživanja (Tablica 5, Slika 18). Udio komaraca na toj postaji iznosi 11,6% ukupnoga broja komaraca skupljenih na svih četrdeset postaja. Klopka na postaji T-32 postavljena je na tipičnu pustinjsku vegetaciju – grmlje, koji čini zajednica *Artiplex – Salicornia – Pluchea*. Sljedeće četiri postaje: T-33, T-31, T-27 i T-14 također pripadaju kategoriji pustinjskoga staništa i bilježe značajan broj uhvaćenih komaraca. Na šestom mjestu po brojnosti nalazi se klopka T-25 smještena u stanište palmi, kao i klopka T-16 koja nastavlja niz nakon još četiri klopke iz pustinjskoga staništa. Dakle, u prvih 12 klopki poredanih po veličini ukupnoga uzorka komaraca, čak deset klopki pripada pustinji, a ukupno broje 22 161 komarca, što je >64% ukupno uhvaćenih komaraca (Slika 18). Upravo s njima završava 1. kategorija brojnosti komaraca istraživanoga područja (>1000 komaraca).

S manje od 1000 komaraca dolaze postaje smještene najviše u voćnjacima citrusa, urbanoj sredini i poljoprivrednim područjima, da bi sve manje komaraca bilježile klopke postavljene u vinogradima. Najmanji broj jedinki komaraca (25) uhvaćen je na postaji T-1 smještenoj najsjevernije na istraživanom području, u poljoprivrednom staništu.

Prostorna raspodjela komaraca prikazana je na Slici 19.



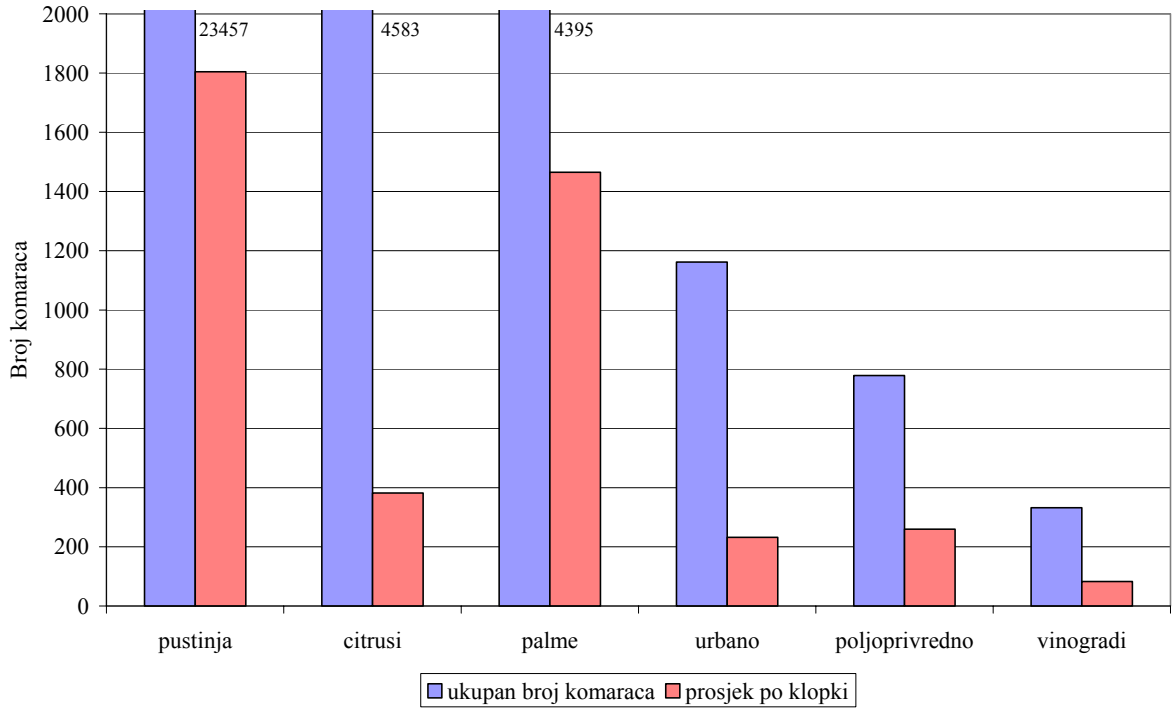
Slika 19. Prostorna raspodjela ukupnoga broja komaraca u klopkama istraživanoga područja naselja Mecca

Ukupna brojnost komaraca veća je na postajama zapadno i južno od naselja Mecca negoli u postajama smještenim sjeverno i istočno od urbanog središta. Najveća zabilježena brojnost vezuje se uz najjužnije postavljene klopke pustinjskoga staništa. Budući da je na samom sjeveru i sjeveroistoku područja istraživanja planina Mecca hills, pretpostavka je da je to jedan od razloga manje brojnosti komaraca u klopkama navedenoga područja.

5.1.2. Gustoća populacija komaraca u različitim staništima

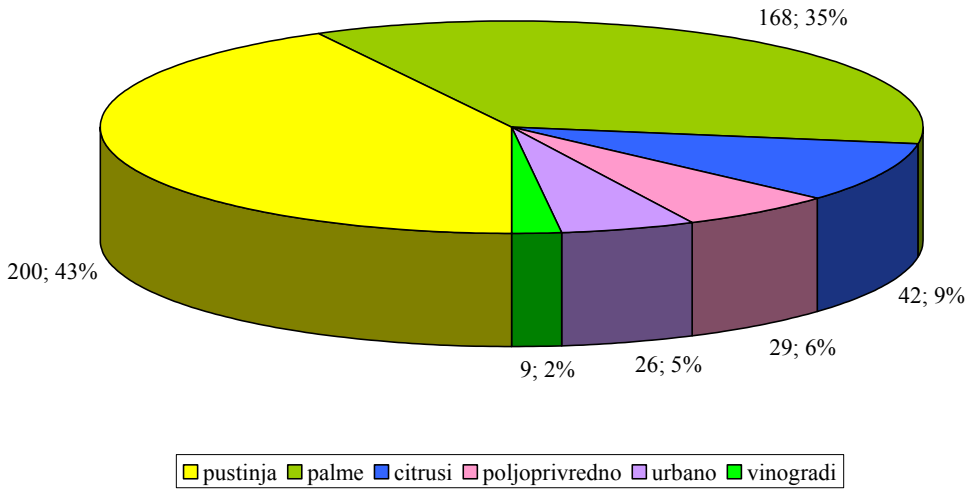
Ukupan broj komaraca uhvaćen u pojedinom staništu različit je, jer je i broj klopki na svakom staništu bio različit (Tablica 5). Stoga je gustoća populacija komaraca u pojedinom staništu procijenjena prosječnim brojem jedinki komaraca po klopki, postavljenima u tom staništu.

Odnos ukupnoga broja komaraca na staništima i gustoće populacija uzorkovanih komaraca prikazuje Slika 20.



Slika 20. Usporedba ukupnoga broja komaraca u pojedinom staništu s prosječnim brojem komaraca u klopkama

Iz Slike 20 vidljivo je da je na pustinjskom staništu uhvaćeno pet puta više komaraca nego u staništu citrusa, odnosno palmi, međutim klopke na plantažama datulja su, uz one „pustinjske“, bile među najučinkovitijima (Slika 21). Na ta dva staništa podjednaka je bila i frekvencija komaraca svakoga dana unutar svake klopke (200 jedinki u pustinjskom staništu i 168 jedinki u plantažama datulja). Iako je na staništu citrusa bila postavljena samo jedna klopka manje nego na pustinjskom staništu (12/13), gustoća komaraca po klopki u staništu citrusa bila je relativno niska (382 jedinke, odnosno 9% ukupnoga broja komaraca). Poljoprivredno i urbano područje imali su približno jednaku gustoću komaraca (6% i 5%), a vinogradi sa svoje četiri klopke zabilježili su najmanji „promet“ komaraca – samo 37 komaraca dnevno, što je 9 komaraca po klopci u danu istraživanja (2%).



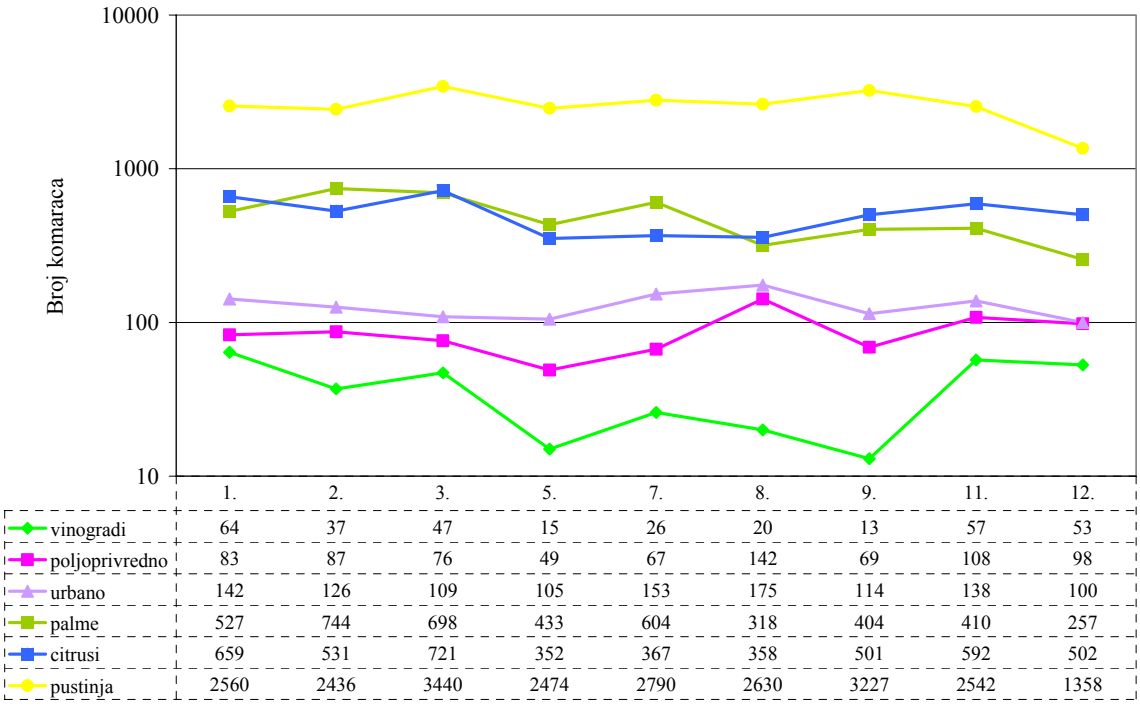
Slika 21. Broj i udio komaraca u pojedinačnoj klopci na različitim staništima tijekom jednoga dana istraživanja

Visoka ukupna brojnost komaraca u citrusima posljedica je velikoga broja klopki a ne velike prisutnosti komaraca na tom području, što je potvrđeno malom gustoćom komaraca u klopkama staništa citrusa. S druge strane, u staništu palmi je, za približno istu ukupnu brojnost komaraca, zabilježena visoka gustoća jedinki komaraca u klopkama.

5.1.3. Dinamika brojnosti komaraca u različitim staništima

Dnevna aktivnost komaraca razlikuje se ovisno o tipu staništa na kojem su komarci uzorkovani. Najveća aktivnost komaraca očituje se u vršnim vrijednostima njihove brojnosti u klopkama.

Zbog toga što je uzorak komaraca skupljen na staništu pustinje mnogo veći u odnosu na ostala staništa, dinamika brojnosti komaraca na Slici 22 prikazana je logaritamski.



	1.	2.	3.	5.	7.	8.	9.	11.	12.
vinogradi	64	37	47	15	26	20	13	57	53
poljoprivredno	83	87	76	49	67	142	69	108	98
urbano	142	126	109	105	153	175	114	138	100
palme	527	744	698	433	604	318	404	410	257
citrusi	659	531	721	352	367	358	501	592	502
pustinja	2560	2436	3440	2474	2790	2630	3227	2542	1358

Slika 22. Dinamika brojnosti jedinki komaraca u različitim staništima tijekom dvanaest dana istraživanja izražena logaritamski

Može se uočiti slična tendencija porasta, odnosno smanjenja broja jedinki u pojedinom staništu po danima uzorkovanja.

Broj zabilježenih jedinki svih vrsta komaraca na gotovo svim staništima ima dvije ili tri vršne vrijednosti. Na pustinjskom staništu prva značajnija vršna vrijednost zabilježena je trećeg, a druga devetoga dana uzorkovanja, baš kakva je i dinamika ukupnoga broja komaraca (Slika 15), (što je razumljivo jer je broj komaraca uhvaćen na pustinjskom području dominantan). Manje povećanje brojnosti zabilježeno je i sedmoga dana.

Stanište voćnjaka citrusa bilježi tri vršne vrijednosti (prvoga, trećega i jedanaestoga dana) u kolebanju brojnosti od 592 do 721 jedinke komarca. Na staništu plantaža datulja može se primijetiti blaga tendencija pada brojnosti komaraca kako se istraživanje bližilo kraju, s tim da postoje tri maksimuma brojnosti (drugog, sedmog i jedanaestoga dana).

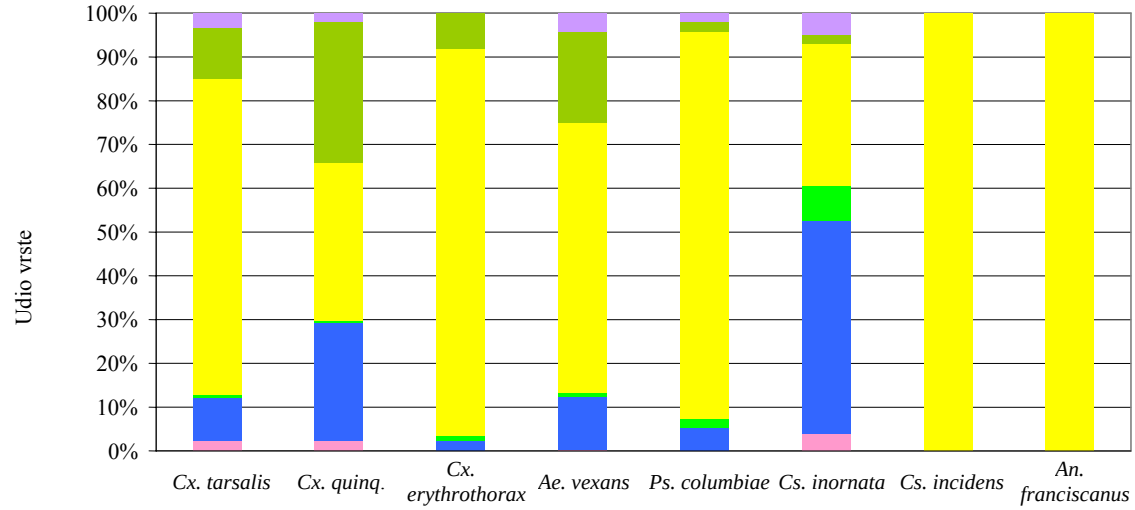
Urbano stanište prvih pet dana bilježi lagani pad vrijednosti broja komaraca u klopkama, te prvu vršnu vrijednost osmoga dana (175) i drugu, manju, jedanaestoga dana (138).

Dinamika brojnosti komaraca na poljoprivrednom staništu vrlo je slična onoj na urbanom, s razlikom u broju uhvaćenih jedinki. Najmanja brojnost jedinki u klopkama zabilježena je u

staništu vinograda. Međutim, to je „najdinamičnije“ stanište, jer ima četiri vršne vrijednosti: prvog, trećeg, sedmog i jedanaestoga dana.

5.2. Struktura vrsta komaraca u različitim staništima

Ovim istraživanjem utvrđeno je osam vrsta komaraca čije je pojavljivanje variralo po danima i staništima. Relativni udio vrste komaraca unutar određenog tipa staništa prikazuje Slika 23.



	Cx. tarsalis	*Cx. quinq.*	*Cx. erythrothorax*	*Ae. vexans*	*Ps. columbiae*	*Cs. inornata*	*Cs. incidens*	*An. franciscanus*
Urbano	1011	50	0	12	2	87	0	0
Palme	3448	845	7	60	2	33	0	0
Pustinja	21609	937	77	177	84	569	1	3
Vinogradi	174	17	1	2	2	136	0	0
Citrusi	2991	701	2	35	5	849	0	0
Poljoprivredno	646	61	0	1	0	71	0	0

Slika 23. Broj jedinki komaraca i udio zastupljenosti pojedine vrste u određenom tipu staništa

Svim istraživanim postajama raspoređenim unutar šest različitih tipova staništa zajedničke su četiri vrste komaraca (*Ae. vexans*, *Cx. quinquefasciatus*, *Cx. tarsalis* i *Cs. inornata*), dok su se vrste *An. franciscanus* i *Cs. incidens* u ovom istraživanju pokazale kao diferencijalne vrste za pustinjsko stanište.

5.2.1. Dominantnost vrsta komaraca

Odnos brojnosti određenih vrsta u različitim staništima može se promatrati uspoređujući dominantnost vrste, odnosno udio pojedine vrste u ukupnom uzorku u staništu.

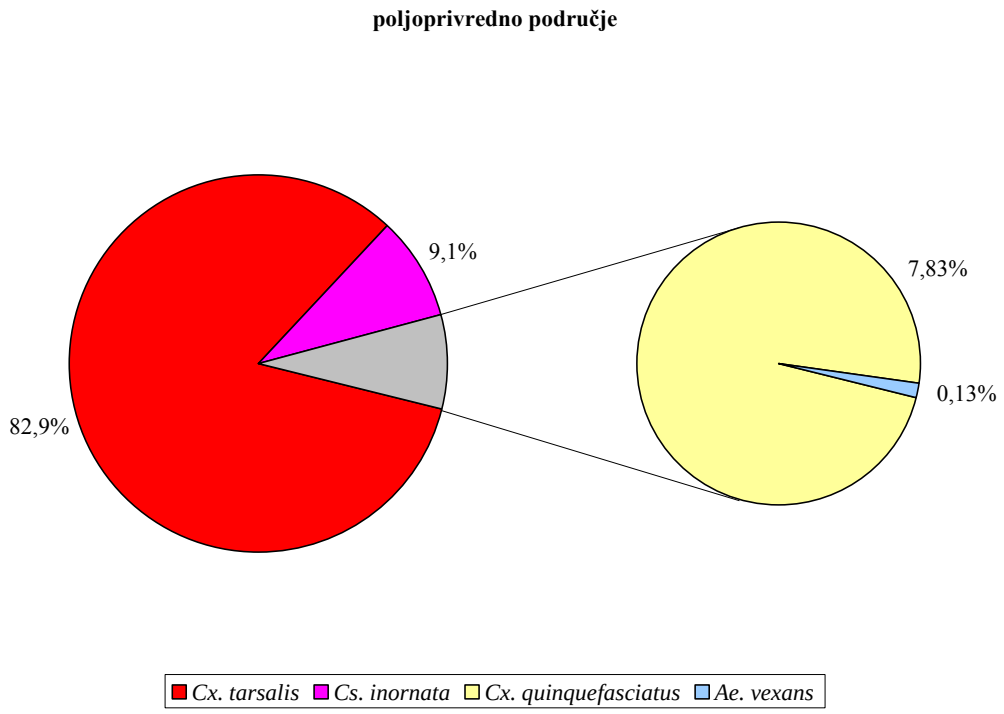
Dominantne vrste i postotak zastupljenosti tih vrsta na pojedinim staništima izračunate su prema Berger-Parkerovom indeksu.

Sukladno raspodjeli prema Odumu (1949), vrste komaraca svih istraživanih staništa podijeljene su u pet kategorija: eudominantne, dominantne, subdominantne, recendentne i subrecendentne. Rezultati su prikazani u Tablici 6, gdje je vidljivo da je u svakom od šest tipova staništa eudominantna vrsta *Cx. tarsalis* – s najmanjim udjelom u vinogradima (52,4%) i najvećim u pustinjskom staništu (92,1%). Osim nje, druga po dominantnosti je vrsta *Cs. inornata* – eudominantna u vinogradima (41%) i voćnjacima citrusa (18,5%), dok je vrsta *Cx. quinquefasciatus* eudominantna u staništu plantaža datulja (19,2%) i voćnjacima citrusa (15,3%). Dominantna vrsta u poljoprivrednom području i vinogradima bila je vrsta *Cx. quinquefasciatus*, a na urbanom i poljoprivrednom području to je bila vrsta *Cs. inornata*. Ostale vrste bile su većinom subrecendentne. Od svih staništa jedino je urbano područje imalo vrstu predstavnika u svakoj kategoriji dominantnosti.

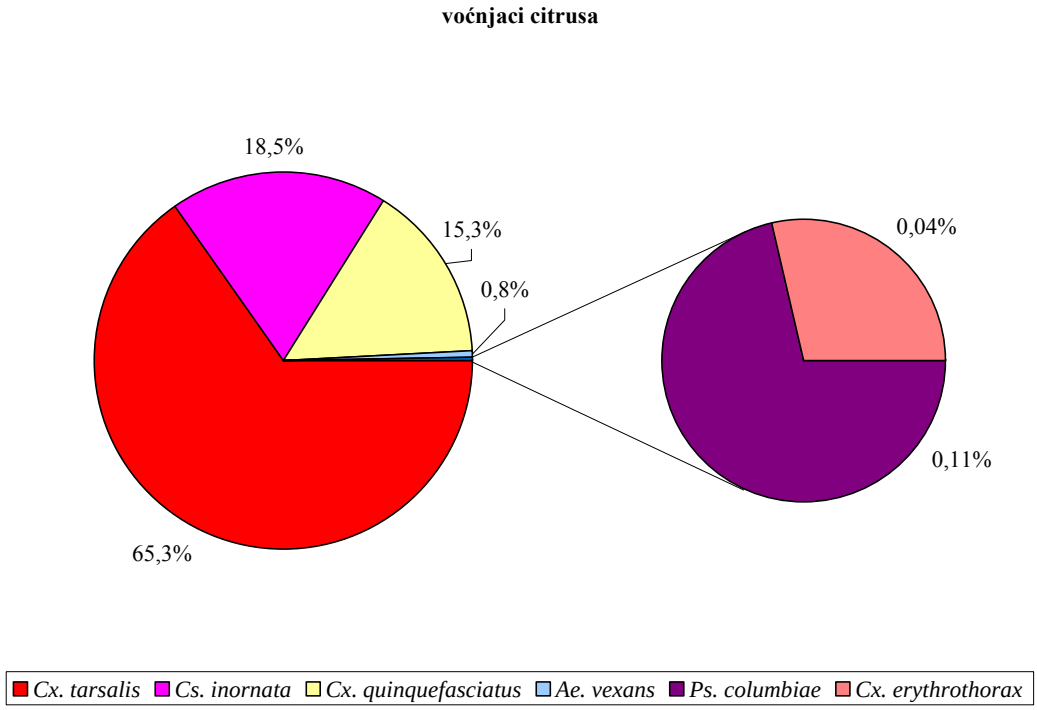
Tablica 6. Dominantnost vrsta komaraca u istraživanim staništima

VRSTE / stanište	EUDOMINANTNE	DOMINANTNE	SUBDOMINANTNE	RECENDENTNE	SUBRECENDENTNE
Poljoprivredno područje	*Cx. tarsalis*	*Cs. inornata* *Cx. quinquefasciatus*			*Ae. vexans*
Voćnjaci citrusa	*Cx. tarsalis* *Cs. inornata* *Cx. quinquefasciatus*				*Ae. vexans* *Ps. columbiae* *Cx. erythrothorax*
Vinogradi	*Cx. tarsalis* *Cs. inornata*	*Cx. quinquefasciatus*			*Ae. vexans* *Ps. columbiae* *Cx. erythrothorax*
Pustinjsko područje	*Cx. tarsalis*		*Cx. quinquefasciatus* *Cs. inornata*		*Ae. vexans* *Ps. columbiae* *Cx. erythrothorax* *An. franciscanus* *Cs. incidens**
Plantaže datulja	*Cx. tarsalis* *Cx. quinquefasciatus*			*Ae. vexans*	*Cs. inornata* *Cx. erythrothorax* *Ps. columbiae*
Urbano područje	*Cx. tarsalis*	*Cs. inornata*	*Cx. quinquefasciatus*	*Ae. vexans*	*Ps. columbiae*

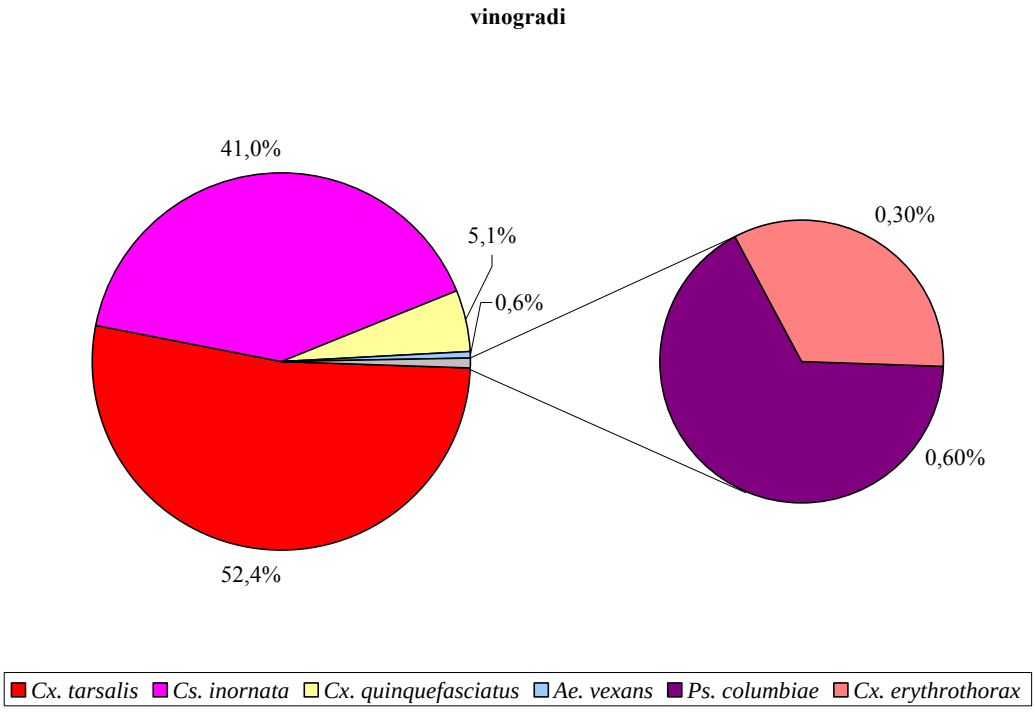
Postotna zastupljenost vrsta komaraca pojedinoga staništa prikazana je na Slikama 24-29.



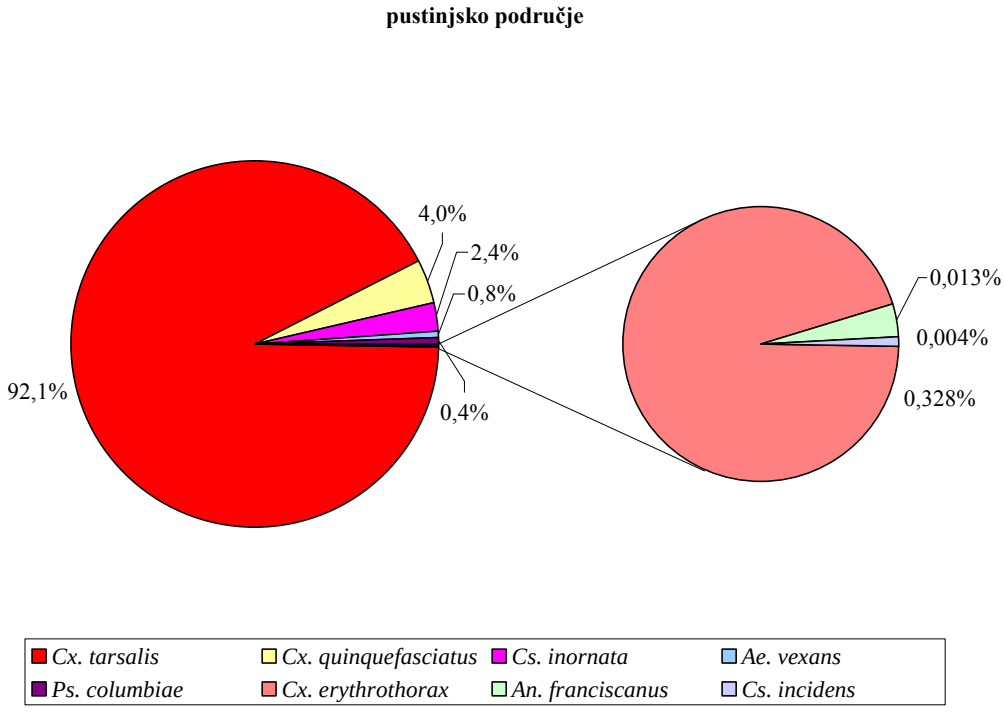
Slika 24. Postotna zastupljenost vrsta komaraca u poljoprivrednom staništu



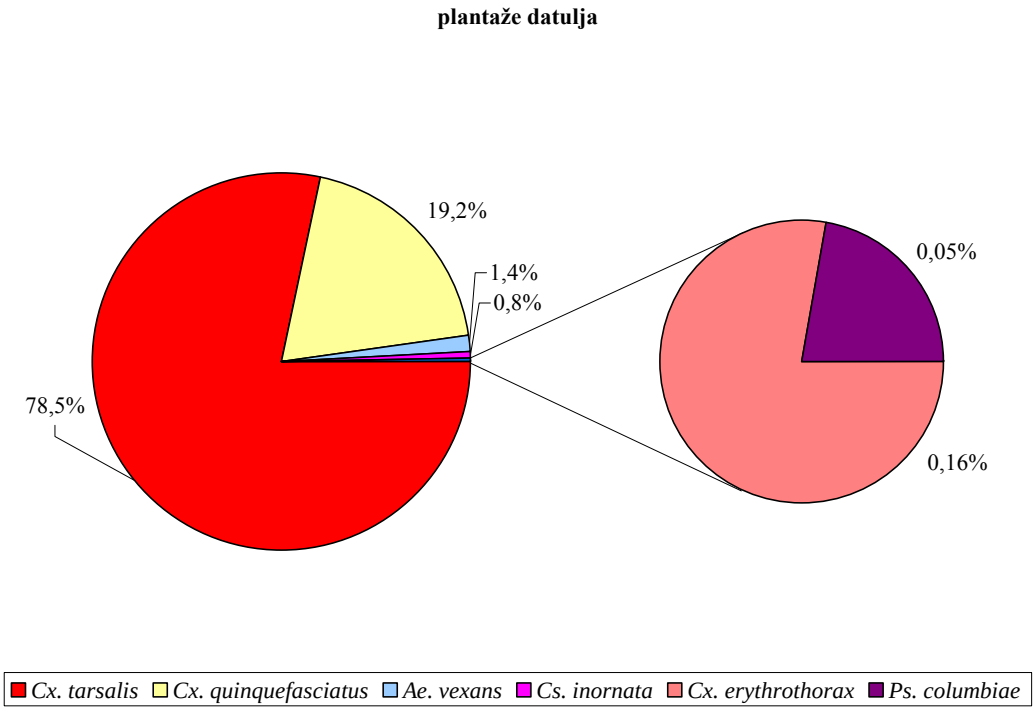
Slika 25. Postotna zastupljenost vrsta komaraca u staništu voćnjaka citrusa



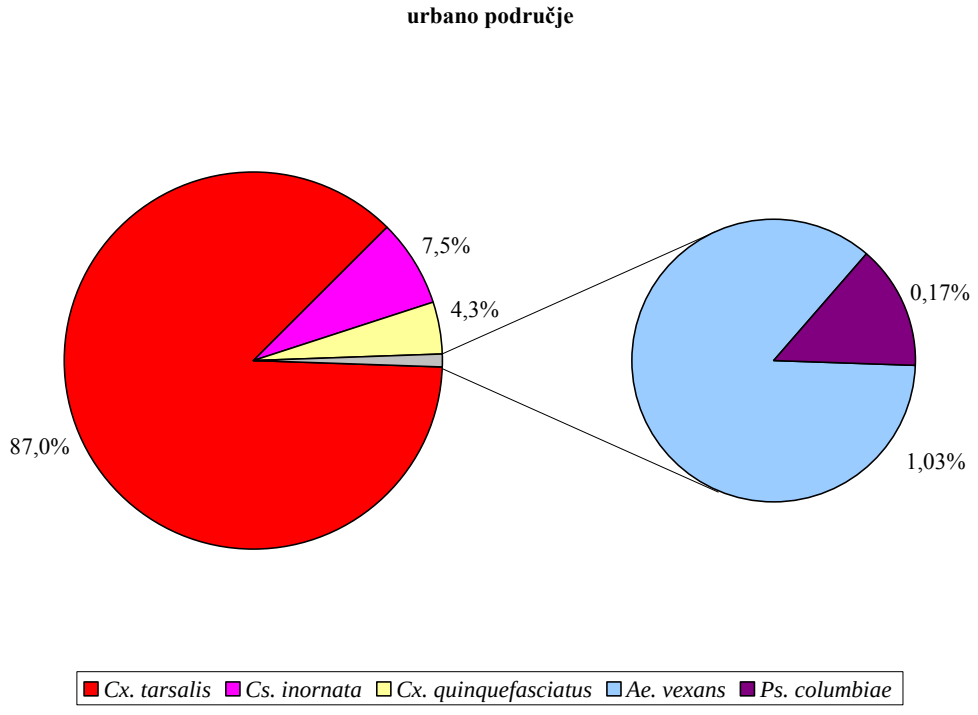
Slika 26. Postotna zastupljenost vrsta komaraca u staništu vinograda



Slika 27. Postotna zastupljenost vrsta komaraca u pustinjskom staništu



Slika 28. Postotna zastupljenost vrsta komaraca u staništu plantaža datulja



Slika 29. Postotna zastupljenost vrsta komaraca u urbanom staništu

Udio svih eudominantnih i dominantnih vrsta komaraca (dominantnost >5%) u istraživanim staništima je velik i kreće se od 92,13% na pustinjskom staništu do 99,87% na poljoprivrednom području.

Indeks dominantnosti vrste (prema Krebsu, 1994) na staništima izračunat je iz brojčane zastupljenosti dviju dominantnih vrsta u klopkama istoga staništa i prikazan je u Tablici 7. Najveći indeks dominantnosti (97,68) ima stanište palmi (plantaža datulja), potom pustinjsko područje, a najmanji indeks (83,79) imaju voćnjaci citrusa.

Tablica 7. Indeks dominantnosti istraživanih staništa dobiven na osnovi brojnosti dviju dominantnih vrsta komaraca na staništu

Poljoprivredno područje	Voćnjaci citrusa	Vinogradi	Pustinjsko područje	Plantaže datulja	Urbano područje
92,04	83,79	93,37	96,12	97,68	94,49

5.2.2. Konstantnost vrsta komaraca

Konstantnost vrste na staništu određena je iz broja klopki u kojima je zabilježena određena vrsta komaraca.

Prema Tischlerovoj (1949) raspodjeli vrste su na svim staništima podijeljene u četiri skupine: eukonstantne, konstantne, akcesorne i akcidentalne (Tablica 8).

Eukonstantna vrsta na svim staništima je *Cx. tarsalis*, s tim da maksimalni indeks konstantnosti (100%) pokazuje prema plantažama datulja. Vrsta *Cs. inornata* na tri je staništa eukonstantna (citrusi – najveći indeks konstantnosti: 88%, vinogradi, pustinja), a na tri konstantna (poljoprivredno područje, plantaže datulja i urbano područje). Osim navedenim kategorijama, *Cx. quinquefasciatus* pripada i akcesornim vrstama i to u vinogradima (25%) i urbanom području (48,9%). Vrsta *Ae. vexans* najkonstantnija je na pustinjskom području (39,3%).

U skupini konstantnih vrsta nalaze se isključivo eudominantne i dominantne vrste. Najveći broj akcidentalnih vrsta prisutan je na pustinjskom staništu s najviše subrecendentnih vrsta.

Tablica 8. Konstantnost vrsta komaraca u istraživanim staništima

VRSTE / stanište	EUKONSTANTNE	KONSTANTNE	AKCESORNE	AKCIDENTALNE
Poljoprivredno područje	*Cx. tarsalis*	*Cs. inornata* *Cx. quinquefasciatus*		*Ae. vexans*
Voćnjaci citrusa	*Cx. tarsalis* *Cs. inornata*	*Cx. quinquefasciatus*		*Ae. vexans* *Cx. erythrothorax* *Ps. columbiae*
Vinogradi	*Cx. tarsalis* *Cs. inornata*		*Cx. quinquefasciatus*	*Ps. columbiae* *Ae. vexans* *Cx. erythrothorax*
Pustinjsko područje	*Cx. tarsalis* *Cs. inornata* *Cx. quinquefasciatus*		*Ae. vexans*	*Cx. erythrothorax* *Ps. columbiae* *An. franciscanus* *Cs. incidens*
Plantaže datulja	*Cx. tarsalis* *Cx. quinquefasciatus*	*Cs. inornata*	*Ae. vexans*	*Cx. erythrothorax* *Ps. columbiae*
Urbano područje	*Cx. tarsalis*	*Cs. inornata*	*Cx. quinquefasciatus*	*Ae. vexans* *Ps. columbiae*

5.2.3. Indeks afiniteta vrste prema staništu

Prema indeksu afiniteta vrste prema staništu, najviše je indiferentnih vrsta (Tablica 9). Vrste *Cs. incidens* i *An. franciscanus* su ekskluzivne vrste (100%) pustinjskoga staništa – iako je taj rezultat nepouzdan, budući da je izveden na osnovi samo 4 jedinke. Najveći afinitet vrsta *Cx. tarsalis* ima prema staništima plantaža datulja (17,2%), pustinji (17,1%) i voćnjacima citrusa (17,1%), a najmanji prema poljoprivrednom staništu (16,0%). Vrsta *Cx. quinquefasciatus* najveći afinitet ima prema staništu plantaža datulja (26,2%), a najmanji u vinogradima (6,8%). Vrsta *Cs. inornata* najviše je naklonjena staništu citrusa (20,7%), a najmanje poljoprivrednom području (14,0%). Vrsta *Cx. erythrothorax* najveći indeks afiniteta (56,5%) pokazuje za stanište pustinje, a najmanji indeks za voćnjake citrusa (5,2%) zbog čega se ubraja u kategoriju slučajnih vrsta. Pustinjsko područje najviše privlači i vrstu *Ps. columbiae* (48,3%), a najmanje, gdje je zabilježena, ju privlači stanište plantaža datulja (10,5%). Još jedna vrsta, *Ae. vexans*, ima najveći afinitet (31,6%) prema pustinji, dok je slučajna vrsta u poljoprivrednom staništu (3,0%).

Tablica 9. Afinitet vrsta komaraca prema istraživanim staništima

VRSTE / stanište	EKSKLUZIVNE	SELEKTIVNE	PREFERENTNE	INDIFERENTNE	SLUČAJNE
Poljoprivredno područje				*Cx. tarsalis* *Cx. quinquefasciatus* *Cs. inornata*	*Ae. vexans*
Voćnjaci citrusa				*Cs. inornata* *Cx. quinquefasciatus* *Cx. tarsalis* *Ae. vexans* *Ps. columbiae*	*Cx. erythrothorax*
Vinogradi				*Cs. inornata* *Cx. tarsalis* *Ps. columbiae*	*Cx. erythrothorax* *Cx. quinquefasciatus* *Ae. vexans*
Pustinjsko područje	*An. franciscanus* *Cs. incidens*		*Cx. erythrothorax*	*Ps. columbiae* *Ae. vexans* *Cx. quinquefasciatus* *Cs. inornata* *Cx. tarsalis*	
Plantaže datulja				*Cx. erythrothorax* *Ae. vexans* *Cx. quinquefasciatus* *Cx. tarsalis* *Cs. inornata* *Ps. columbiae*	
Urbano područje				*Ae. vexans* *Cx. tarsalis* *Cs. inornata* *Cx. quinquefasciatus* *Ps. columbiae*	

Brojčane vrijednosti navedenih indeksa dominantnosti, konstantnosti i indeksa afiniteta vrste prema staništu prikazane su u Tablici 10.

Tablica 10. Vrijednosti indeksa dominantnosti, konstantnosti i indeksa afiniteta vrsta komaraca u istraživanim staništima

Stanište	Poljoprivredno područje			Voćnjaci citrusa			Vinogradi			Pustinjsko područje			Plantaže datulja			Urbano područje		
Vrsta / indeks %	dom.	kon.	afin.	dom.	kon.	afin.	dom.	kon.	afin.	dom.	kon.	afin.	dom.	kon.	afin.	dom.	kon.	afin.
Cx. tarsalis	82,9	92,6	16,0	65,3	99,1	17,1	52,4	91,7	15,8	92,1	99,1	17,1	78,5	100,0	17,2	87,0	97,8	16,9
Cx. quinquefasciatus	7,8	51,9	14,1	15,3	67,6	18,4	5,1	25,0	6,8	4,0	77,8	21,2	19,2	96,3	26,2	4,3	48,9	13,3
Cx. erythrothorax	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	5,2	0,3	2,8	7,7	0,3	20,5	56,5	0,2	11,1	30,6	0,0	0,0	0,0
Ae. vexans	0,1	3,7	3,0	0,8	20,4	16,4	0,6	5,6	4,5	0,8	39,3	31,6	1,4	33,3	26,7	1,0	22,2	17,8
Ps. columbiae	0,0	0,0	0,0	0,1	4,6	13,0	0,6	5,6	15,8	0,4	17,1	48,3	0,0	3,7	10,5	0,2	4,4	12,4
Cs. inornata	9,1	59,3	14,0	18,5	88,0	20,7	41,0	75,0	17,7	2,4	76,9	18,1	0,8	63,0	14,8	7,5	62,2	14,7
Cs. incidens	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
An. franciscanus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

5.3. Faunistička sličnost zajednica komaraca u različitim staništima

Faunistička sličnost zajednica komaraca na osnovi kvalitativnih i kvantitativnih podataka na istraživanim postajama određena je indeksima sličnosti: Sørensen indeks (QS) i Renkonen indeks (PSI). Kvalitativnom analizom, apsolutna sličnost (100%) utvrđena je između staništa vinograda, voćnjaka citrusa i plantaža datulja, dok je najmanji Sørensenov indeks zabilježen između poljoprivrednoga i pustinjskog staništa (66,7%). Rezultati su kumulativno prikazani u Tablici 11. Faunistička sličnost na osnovi kvantitativnih podataka najveća je između poljoprivrednog i urbanog područja (94,85%), a najmanja između vinograda i plantaža datulja (59,09%).

Tablica 11. Indeksi sličnosti (Sørensen indeks – QS i Renkonen indeks – PSI) zajednica komaraca u različitim staništima

Tip staništa	Poljoprivredno područje		Voćnjaci citrusa		Vinogradi		Pustinjsko područje		Plantaže datulja		Urbano područje	
Indeks sličnosti / %	QS	PSI	QS	PSI	QS	PSI	QS	PSI	QS	PSI	QS	PSI
Poljoprivredno područje	100,00	100,00										
Voćnjaci citrusa	80,00	82,34	100,00	100,00								
Vinogradi	80,00	66,77	**100,00**	76,81	100,00	100,00						
Pustinjsko područje	**66,70**	89,48	85,70	72,59	85,70	60,09	100,00	100,00				
Plantaže datulja	80,00	87,16	**100,00**	82,16	**100,00**	**59,09**	85,70	84,16	100,00	100,00		
Urbano područje	88,90	**94,85**	90,90	77,93	90,90	64,97	76,90	94,35	90,90	84,58	100,00	100,00

5.4. Raznolikost vrsta komaraca u različitim tipovima staništa

Broj vrsta, broj jedinki, Shannon-Wienerov indeks raznolikosti, Simpsonov indeks raznolikosti i indeksi ujednačenosti vrsta na svim postajama prikazani su u Tablici 12.

Tablica 12. Indeksi raznolikosti i ujednačenosti po postajama grupiranim prema staništu

Postaja	Stanište	S	N	H'	E_H	λ	1-λ	$E_λ$
T-1	POLJ	3	25	0,7605	0,6922	0,5648	0,4352	0,5902
T-17	POLJ	3	125	0,9300	0,8465	0,4294	0,5706	0,7763
T-23	POLJ	4	629	0,3972	0,2865	0,8060	0,1940	0,3102
T-2	CIT	5	226	0,8775	0,5452	0,4633	0,5367	0,4317
T-6	CIT	6	316	1,1252	0,6280	0,3456	0,6544	0,4822
T-7	CIT	4	270	0,8106	0,5848	0,5105	0,4895	0,4897
T-8	CIT	3	50	0,6312	0,5746	0,6424	0,3576	0,5189
T-18	CIT	5	389	0,6611	0,4108	0,6414	0,3586	0,3118
T-19	CIT	4	191	0,7522	0,5426	0,6050	0,3950	0,4132
T-20	CIT	4	231	0,8481	0,6118	0,5000	0,5000	0,5000
T-24	CIT	5	217	0,5357	0,3329	0,7338	0,2662	0,2726
T-29	CIT	4	846	0,5721	0,4127	0,7231	0,2769	0,3458
T-106	CIT	4	292	0,9307	0,6714	0,4388	0,5612	0,5697
T-140	CIT	5	586	0,5147	0,3198	0,7521	0,2479	0,2659
T-530	CIT	4	969	1,0326	0,7448	0,3886	0,6114	0,6434
T-3	VIN	4	86	0,7212	0,5203	0,5554	0,4446	0,4501
T-5	VIN	4	43	0,8840	0,6377	0,4884	0,5116	0,5119
T-11	VIN	4	102	0,7819	0,5640	0,5119	0,4881	0,4884
T-12	VIN	4	101	0,9864	0,7115	0,4289	0,5711	0,5829
T-4	PUS	4	495	0,5355	0,3863	0,7083	0,2917	0,3530
T-10	PUS	4	118	0,6940	0,5006	0,5839	0,4161	0,4282
T-14	PUS	6	2337	0,2597	0,1449	0,8772	0,1228	0,1900
T-15	PUS	3	555	0,7256	0,6604	0,4981	0,5019	0,6691
T-21	PUS	6	1638	0,3872	0,2161	0,8473	0,1527	0,1967
T-22	PUS	5	1437	0,2139	0,1329	0,9190	0,0810	0,2176
T-26	PUS	7	1648	0,4144	0,2130	0,8305	0,1695	0,1720
T-27	PUS	7	2405	0,2125	0,1092	0,9217	0,0783	0,1550
T-28	PUS	5	1162	0,2361	0,1467	0,9116	0,0884	0,2194
T-31	PUS	5	2735	0,2277	0,1415	0,9189	0,0811	0,2177
T-32	PUS	7	4009	0,3677	0,1889	0,8553	0,1447	0,1670
T-33	PUS	7	3502	0,3596	0,1848	0,8602	0,1398	0,1661
T-68	PUS	6	1416	0,4634	0,2586	0,7943	0,2057	0,2098
T-9	PAL	5	948	0,6036	0,3751	0,6449	0,3551	0,3101
T-16	PAL	3	1368	0,7209	0,6562	0,5008	0,4992	0,6657
T-25	PAL	5	2079	0,3007	0,1869	0,8820	0,1180	0,2267
T-101	URB	4	70	0,7625	0,5500	0,6167	0,3833	0,4054
T-102	URB	4	308	0,3685	0,2658	0,8360	0,1640	0,2990
T-103	URB	5	173	0,5229	0,3249	0,7602	0,2398	0,2631
T-104	URB	4	246	0,3993	0,2881	0,8074	0,1926	0,3097
T-105	URB	5	365	0,5122	0,3182	0,7240	0,2760	0,2762

5.4.1. Shannon-Wienerov indeks raznolikosti

Raznolikost komaraca na svim postajama, a prema Shannon-Wienerovom indeksu, prikazana je srednjom vrijednošću, standardnom devijacijom, standardnom greškom, te minimalnom i maksimalnom vrijednošću (Tablica 13).

Tablica 13. Deskriptivna statistička analiza za Shannon-Wienerov indeks raznolikosti prema staništima

Tip staništa	Broj klopki	Aritm. sredina	Std.dev.	Std.greška	Minimum	Maksimum
POLJ	3	0,696	0,272	0,157	0,397	0,930
CIT	12	0,774	0,198	0,057	0,515	1,125
VIN	4	0,843	0,117	0,058	0,721	0,986
PUS	13	0,392	0,174	0,048	0,212	0,726
PAL	3	0,542	0,217	0,125	0,301	0,721
URB	5	0,513	0,155	0,069	0,368	0,762
Σ	40	0,601	0,249	0,039	0,212	1,125

Analiza varijance (ANOVA) pokazala je značajne razlike Shannon-Wienerovog indeksa raznolikosti među staništima (Tablica 14).

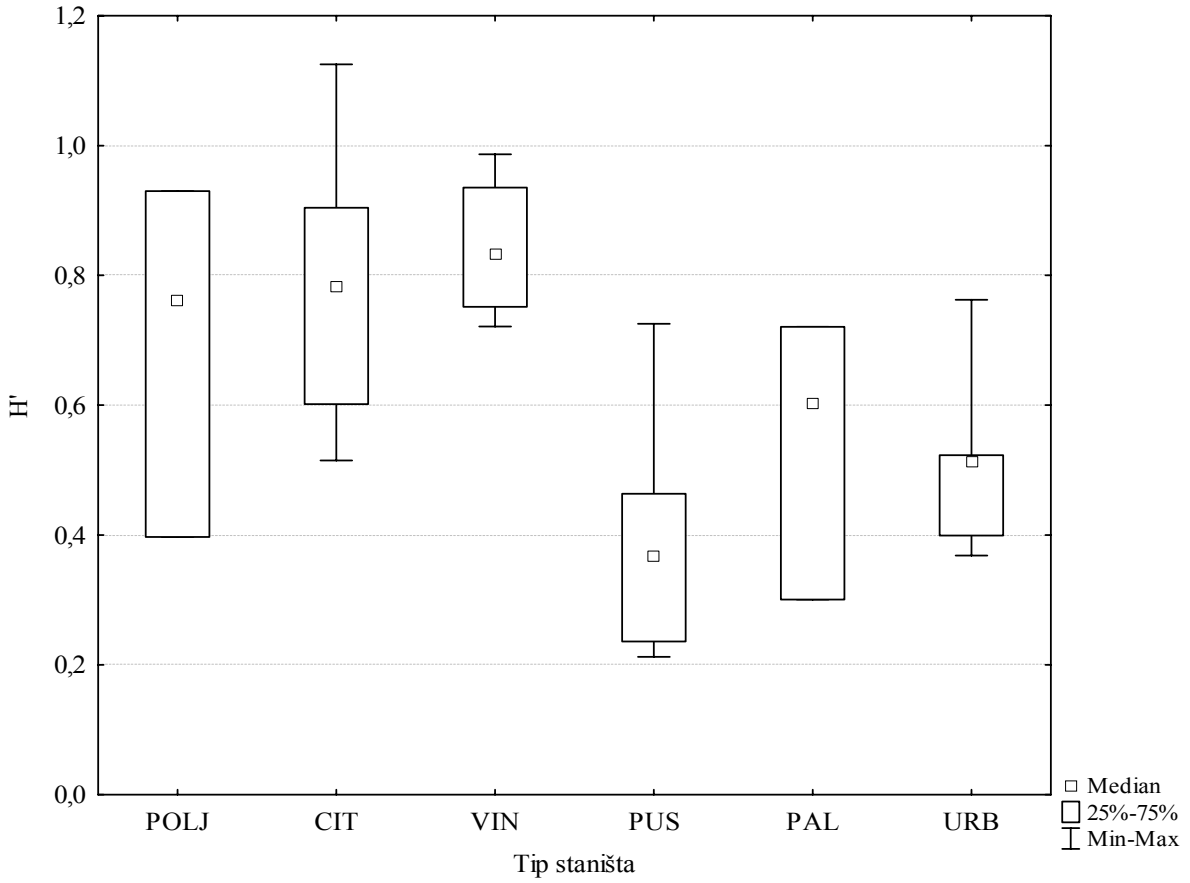
Tablica 14. Rezultati analize varijance za Shannon-Wienerov indeks raznolikosti; ($p<0,05$); crveni brojevi označavaju statistički značajne razlike

	SS	df	MS	SS	df	MS	F	p
	Effect	Effect	Effect	Error	Error	Error		
H'	1,239016	5	0,247803	1,172924	34	0,034498	7,183168	0,000111

Rezultatima LSD-testa utvrđena je statistički značajna razlika u Shannon-Wienerovom indeksu raznolikosti između staništa vinograda (gdje je zabilježena najveća raznolikost vrsta) i staništa plantaža datulja, urbanog staništa i pustinjskog staništa (gdje je zabilježena najmanja raznolikost vrsta). Pustinjsko stanište značajno se razlikuje još i od poljoprivrednog staništa i staništa citrusa, dok se ono značajno razlikuje od urbanog staništa (Tablica 15, Slika 30).

Tablica 15. Rezultati LSD-testa značajnosti razlika za Shannon-Wienerov indeks raznolikosti; (p < 0,05) – crveni brojevi označavaju statistički značajne razlike

Tip staništa	Aritm. sredina	POLJ	CIT	VIN	PUS	PAL	URB
POLJ	0,6959						
CIT	0,7743	0,5173					
VIN	0,8434	0,3057	0,5238				
PUS	0,3921	0,0153	0,0000	0,0002			
PAL	0,5417	0,3166	0,0607	0,0408	0,2170		
URB	0,5131	0,1867	0,0124	0,0121	0,2243	0,8339	



Slika 30. Raznolikost vrsta po staništima prema Shannon-Wienerovom indeksu

5.4.2. Pielou indeks ujednačenosti vrsta

Raznolikost komaraca na svim postajama, a prema Pielou indeksu ujednačenosti vrsta, prikazana je srednjom vrijednošću, standardnom devijacijom, standardnom greškom, te minimalnom i maksimalnom vrijednošću (Tablica 16).

Tablica 16. Deskriptivna statistička analiza za Pielou indeks ujednačenosti vrsta po staništima

Tip staništa	Broj klopki	Aritm. sredina	Std.dev.	Std.greška	Minimum	Maksimum
POLJ	3	0,608	0,289	0,167	0,287	0,846
CIT	12	0,532	0,134	0,039	0,320	0,745
VIN	4	0,608	0,084	0,042	0,520	0,712
PUS	13	0,253	0,165	0,046	0,109	0,660
PAL	3	0,406	0,236	0,136	0,187	0,656
URB	5	0,349	0,115	0,051	0,266	0,550
Σ	40	0,422	0,207	0,033	0,109	0,846

Analiza varijance (ANOVA) pokazala je značajne razlike indeksa ujednačenosti vrsta među staništima (Tablica 17).

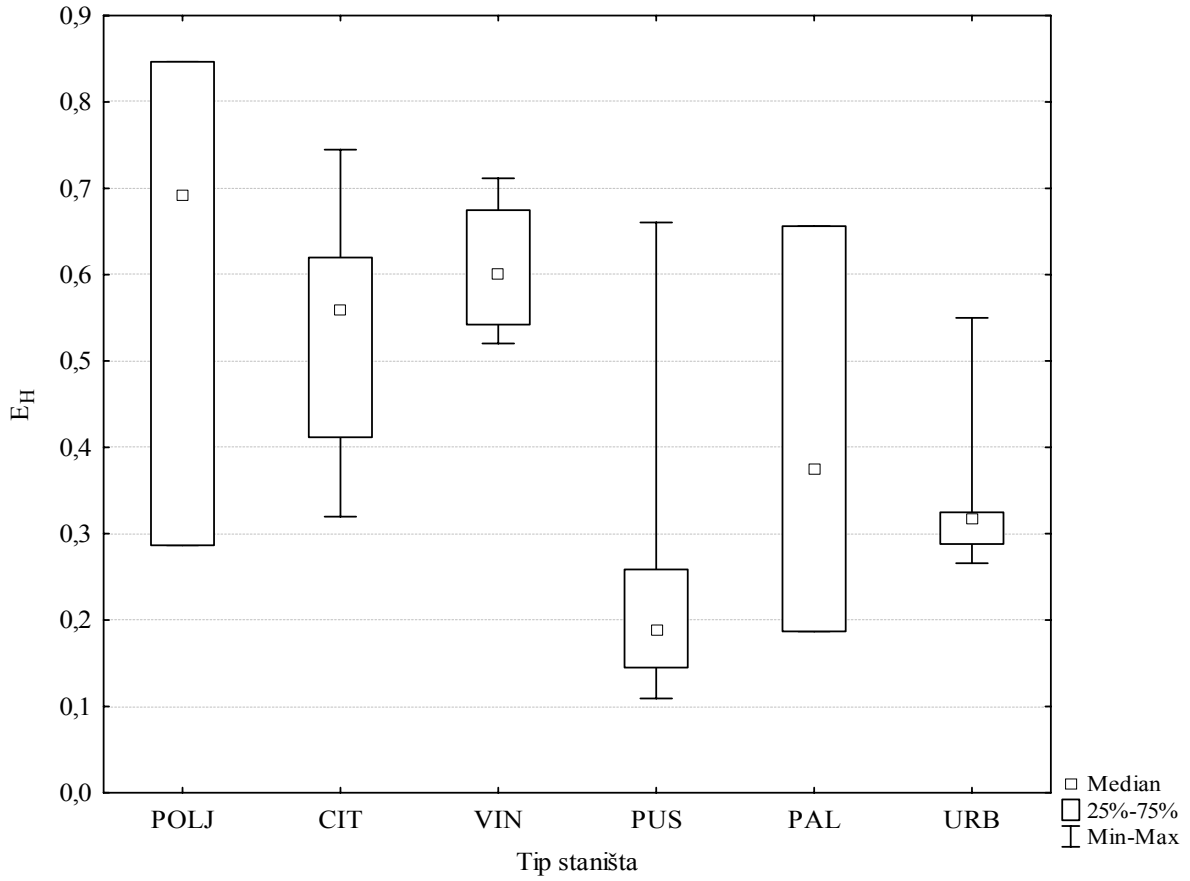
Tablica 17. Rezultati analize varijance za Pielou indeks ujednačenosti vrsta; ($p<0,05$); crveni brojevi označavaju statistički značajne razlike

	SS	df	MS	SS	df	MS	F	p
	Effect	Effect	Effect	Error	Error	Error		
$\mathbf{E_H}$	0,787454	5	0,157491	0,878837	34	0,025848	6,092922	0,000395

LSD-test pokazao je značajne razlike u indeksima ujednačenosti vrsta između staništa, gdje postoji skupina koju čine poljoprivredno stanište, stanište citrusa i vinograda (koja se između sebe značajno ne razlikuju) i skupina pustinjskoga i urbanoga staništa (također nije potvrđena statistički značajna razlika između ta dva staništa). Plantaže datulja su jedino stanište koje se po ujednačenosti vrsta ne razlikuje značajno ni od jednog drugog staništa (Tablica 18, Slika 31).

Tablica 18. Rezultati LSD-testa značajnosti razlika za Pielou indeks ujednačenosti vrsta; ($p < 0,05$) – crveni brojevi označavaju statistički značajne razlike

Tip staništa	Aritm. sredina	POLJ	CIT	VIN	PUS	PAL	URB
POLJ	0,6084						
CIT	0,5316	0,4643					
VIN	0,6084	0,9999	0,4139				
PUS	0,2526	0,0015	0,0001	0,0005			
PAL	0,4060	0,1324	0,2346	0,1086	0,1455		
URB	0,3494	0,0342	0,0406	0,0220	0,2606	0,6327	



Slika 31. Pielou indeks ujednačenosti vrsta komaraca po staništima

5.4.3. Simpsonov indeks raznolikosti

Raznolikost komaraca na svim postajama, a prema Simpsonovom indeksu raznolikosti, prikazana je srednjom vrijednošću, standardnom devijacijom, standardnom greškom, te minimalnom i maksimalnom vrijednošću (Tablica 19).

Tablica 19. Deskriptivna statistička analiza za Simpsonov indeks raznolikosti

Tip staništa	Broj klopki	Aritm. sredina	Std.dev.	Std.greška	Minimum	Maksimum
POLJ	3	0,400	0,191	0,110	0,194	0,571
CIT	12	0,438	0,140	0,040	0,248	0,654
VIN	4	0,504	0,053	0,026	0,445	0,571
PUS	13	0,190	0,134	0,037	0,078	0,502
PAL	3	0,324	0,193	0,111	0,118	0,499
URB	5	0,251	0,085	0,038	0,164	0,383
Σ	40	0,329	0,174	0,027	0,078	0,654

Analiza varijance (ANOVA) pokazala je značajne razlike Simpsonovog indeksa raznolikosti među staništima (Tablica 20).

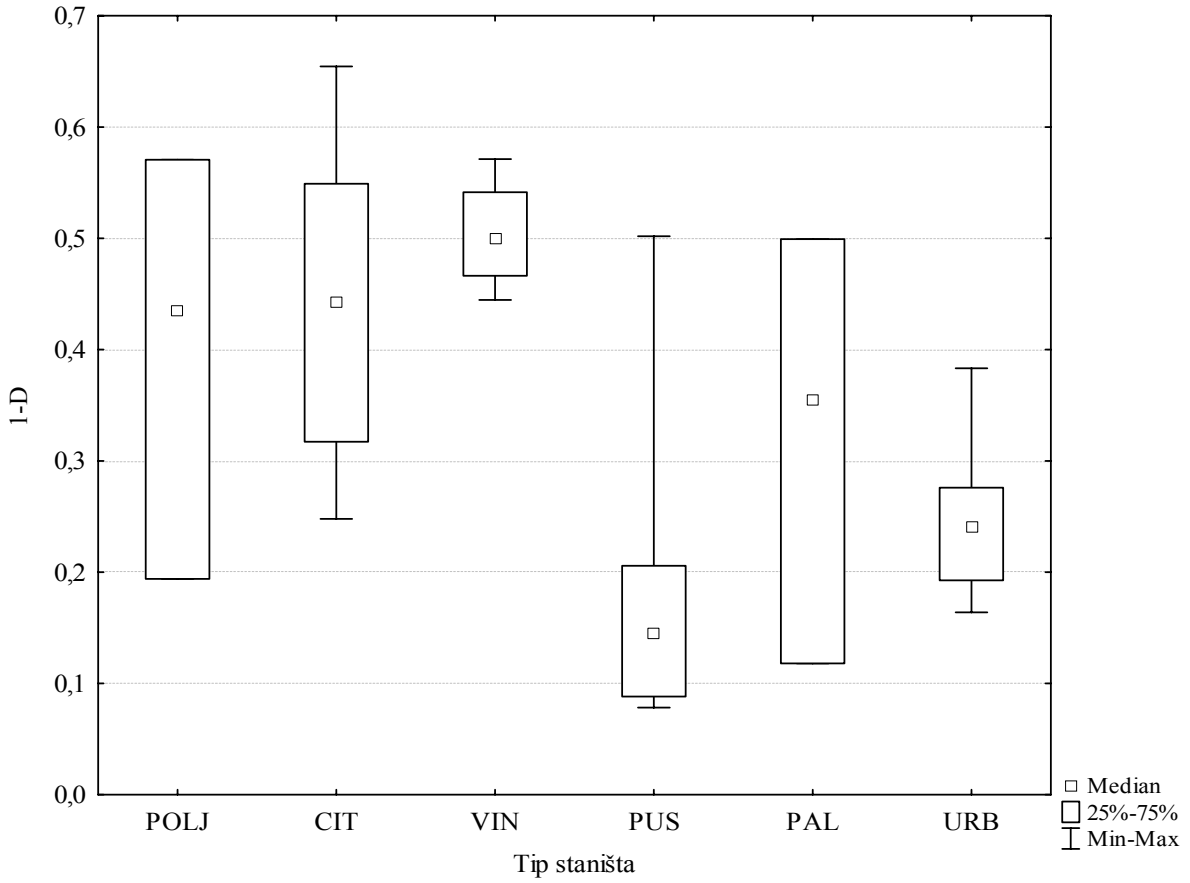
Tablica 20. Rezultati analize varijance za Simpsonov indeks raznolikosti; ($p<0,05$); crveni brojevi označavaju statistički značajne razlike

	SS	df	MS	SS	df	MS	F	p
	Effect	Effect	Effect	Error	Error	Error		
1-λ	0,560360	5	0,112072	0,615448	34	0,018101	6,191339	0,000351

Rezultati analize LSD-testa slični su rezultatima za indeks ujednačenosti vrsta između staništa, jer i su ovdje plantaže datulja jedino stanište koje se prema Simpsonovom indeksu raznolikosti ne razlikuje značajno ni od jednog drugog staništa. Poljoprivredno stanište, stanište citrusa i vinograda (koja se između sebe značajno ne razlikuju) značajno se razlikuju od pustinjskoga staništa, dok se urbano stanište značajno razlikuje od voćnjaka citrusa i vinograda (Tablica 21, Slika 32).

Tablica 21. Rezultati LSD-testa značajnosti razlika za Simpsonov indeks raznolikosti; (p<0,05) – crveni brojevi označavaju statistički značajne razlike

Tip staništa	Aritm. sredina	POLJ	CIT	VIN	PUS	PAL	URB
POLJ	0,6001						
CIT	0,5621	0,6643					
VIN	0,4962	0,3190	0,4022				
PUS	0,8097	0,0204	0,0001	0,0003			
PAL	0,6759	0,4948	0,1987	0,0893	0,1297		
URB	0,7489	0,1392	0,0134	0,0084	0,3961	0,4628	



Slika 32. Simpsonov indeks raznolikosti po staništima (1-D=1-λ)

5.4.4. Indeks ujednačenosti vrsta prema Simpsonu

Raznolikost komaraca na svim postajama, a prema indeksu ujednačenosti prema Simpsonu, prikazana je srednjom vrijednošću, standardnom devijacijom, standardnom greškom, te minimalnom i maksimalnom vrijednošću (Tablica 22).

Tablica 22. Deskriptivna statistička analiza za indeks ujednačenosti vrsta prema Simpsonu

Tip staništa	Broj klopki	Aritm. sredina	Std.dev.	Std.greška	Minimum	Maksimum
POLJ	3	0,559	0,235	0,135	0,310	0,776
CIT	12	0,437	0,119	0,034	0,266	0,643
VIN	4	0,508	0,056	0,028	0,450	0,583
PUS	13	0,259	0,146	0,041	0,155	0,669
PAL	3	0,401	0,233	0,135	0,227	0,666
URB	5	0,311	0,056	0,025	0,263	0,405
Σ	40	0,377	0,166	0,026	0,155	0,776

Analiza varijance (ANOVA) pokazala je značajne razlike indeksa ujednačenosti vrsta prema Simpsonu između staništa (Tablica 23).

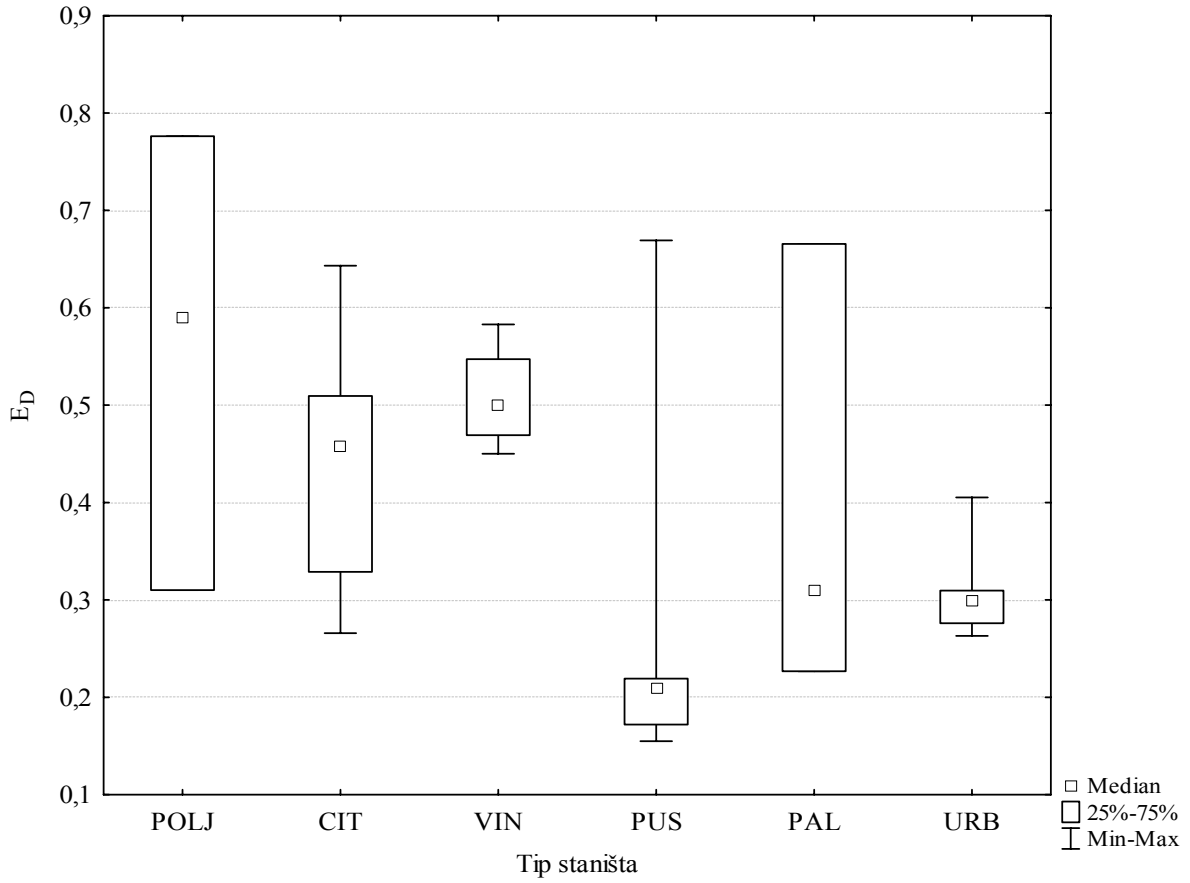
Tablica 23. Rezultati analize varijance za indeks ujednačenosti vrsta prema Simpsonu; ($p < 0,05$); crveni brojevi označavaju statistički značajne razlike

	SS	df	MS	SS	df	MS	F	p
	Effect	Effect	Effect	Error	Error	Error		
$\mathbf{E}_{\lambda}$	0,417524	5	0,083505	0,654506	34	0,019250	4,337868	0,003683

LSD-test pokazao je i ovdje da se plantaže datulja ne razlikuju značajno od drugih staništa, kao i to da se poljoprivredno stanište, stanište citrusa i vinograda ne razlikuju značajno između sebe. Od sva tri staništa značajno se razlikuje pustinjsko stanište, dok se urbano značajno razlikuje od poljoprivrednog staništa i vinograda (Tablica 24, Slika 33).

Tablica 24. Rezultati LSD-testa značajnosti razlika za indeks ujednačenosti vrsta prema Simpsonu; ($p < 0,05$) – crveni brojevi označavaju statistički značajne razlike

Tip staništa	Aritm. sredina	POLJ	CIT	VIN	PUS	PAL	URB
POLJ	0,5589						
CIT	0,4371	0,1827					
VIN	0,5083	0,6363	0,3800				
PUS	0,2586	0,0018	0,0029	0,0034			
PAL	0,4009	0,1721	0,6884	0,3177	0,1187		
URB	0,3107	0,0196	0,0961	0,0411	0,4804	0,3798	



Slika 33. Indeks ujednačenosti vrsta po Simpsonu po staništima ($E_D=E_\lambda$)

Prema srednjoj vrijednosti sva četiri indeksa najmanju raznolikost ima stanište pustinje, a najveću stanište vinograda, odnosno poljoprivredno područje.

5.5. Statistička analiza – ukupni uzorak

Deskriptivna statistička analiza na ukupnom uzorku komaraca tijekom cijeloga razdoblja istraživanja za svako stanište prikazana je u Tablici 25.

Tablica 25. Deskriptivna statistička analiza prema staništima i ukupno

Tip staništa	Broj klopki	Aritm. sredina	Std.dev.	Std.greška	Minimum	Maksimum
POLJ	3	259,667	323,737	186,909	25	629
CIT	12	381,917	277,587	80,132	50	969
VIN	4	83,000	27,653	13,826	43	102
PUS	13	1804,385	1159,118	321,481	118	4009
PAL	3	1465,000	571,705	330,074	948	2079
URB	5	232,400	115,526	51,665	70	365
Σ	40	867,700	997,271	157,682	25	4009

Analiza varijance (ANOVA) pokazala je značajne razlike među staništima (Tablica 26).

Tablica 26. Rezultati analize varijance za ukupni broj jedinki komaraca skupljenih na svim postajama šireg područja naselja Mecca; ($p<0,05$); crveni brojevi označavaju statistički značajne razlike

	SS	df	MS	SS	df	MS	F	p
	Effect	Effect	Effect	Error	Error	Error		
N-total	20898202,540	5,000	4179640,508	17889225,860	34,000	526153,702	7,944	0,000048

LSD-testom dokazano je da jednu skupinu čine staništa poljoprivrednoga područja, voćnjaka citrusa, vinograda i urbanoga područja (koja se između sebe ne razlikuju statistički značajno), dok drugu skupinu čini stanište pustinje i plantaže datulja, između kojih također nije utvrđena statistički značajna razlika ($p=0,470$) (Tablica 27, Slika 34).

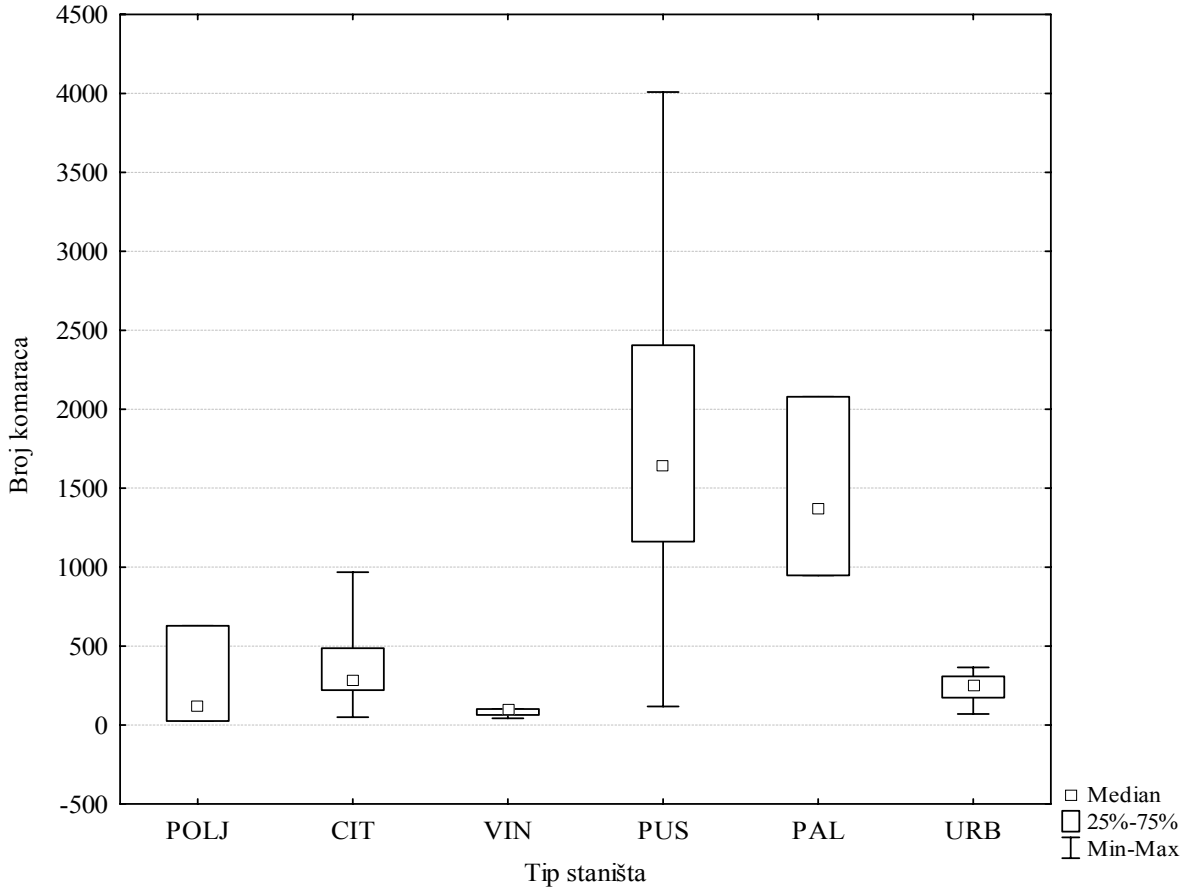
Tablica 27. Rezultati LSD-testa značajnosti razlika u ukupnom broju komaraca između staništa šireg područja naselja Mecca ($p<0,05$) – crveni brojevi označavaju statistički značajne razlike

Tip staništa	Aritm. sredina	POLJ	CIT	VIN	PUS	PAL	URB
POLJ	259,670						
CIT	381,920	0,796					
VIN	83,000	0,752	0,480				
PUS	1804,400	0,002	0,000	0,000			
PAL	1465,000	0,050	0,027	0,018	0,470		
URB	232,400	0,959	0,701	0,761	0,000	0,026	

Korelacija između ukupnoga broja jedinki na 40 klopki i postotnih udjela pojedinih staništa na svakoj postaji prikazana je u Tablici 28. Statistički značajnu pozitivnu korelaciju s ukupnim brojem komaraca pokazalo je stanište pustinje ($r=0,737$; $p=0,000$), dok su statistički značajnu, ali negativnu korelaciju s brojem komaraca pokazale klopke u okruženju citrusa ($r=–0,376$; $p=0,017$), odnosno vinograda ($r=–0,437$; $p=0,005$). Drugim riječima, broj jedinki komaraca značajno raste s porastom udjela pustinje, a značajno opada s porastom udjela citrusa i vinograda, dok o udjelu palmi, poljoprivrednog i urbanog područja ne ovisi značajno.

Tablica 28. Koeficijent korelacije ukupne brojnosti komaraca i postotnog udjela pojedinog staništa ($p<0,05$) – crveni brojevi označavaju statistički značajne razlike

	%POLJ	%CIT	%VIN	%PUS	%PAL	%URB
N - total	-0,156	-0,376	-0,437	0,737	0,202	-0,296
p	0,337	0,017	0,005	0,000	0,211	0,064



Slika 34. Ukupan broj komaraca skupljenih u klopkama pojedinih staništa šireg područja naselja Mecca u listopadu i studenome 2007. godine

Iz Slike 34 i Tablice 25 vidljivo je da se staništa razlikuju po brojnosti jedinki komaraca i opaženom rasponu vrijednosti. Broj komaraca u klopkama na poljoprivrednom staništu varirao je tijekom istraživanoga razdoblja od 25 jedinki na postaji T-1, do 625 jedinki na postaji T-23. U staništu voćnjaka citrusa, 50% komaraca uhvaćeno je u uzorcima gdje je broj komaraca bio u rasponu od nekih 200 do 500 jedinki, dok se stanište vinograda pokazalo vrlo homogenim u brojnosti komaraca (najmanji broj komaraca uhvaćen u klopci T-5 iznosio je 43 komarca, a najveći broj imala je klopka T-11 sa 102 jedinke). Pustinjsko stanište imalo je najveće oscilacije u ukupnom broju komaraca po klopci, a kretale su se u rasponu od 118 jedinki u klopci T-10, do 4009 jedinki u klopci T-32. Ipak, 50% svih komaraca pripadalo je intervalu koji je brojao od oko 1200 do 2400 jedinki. U staništu palmi gdje su bile postavljene tri klopke, utvrđeno je znatno kolebanje brojnosti i to od 948 do maksimalno 2079 komaraca. Postaje na urbanom području pokazuju male razlike u rasponu vrijednosti broja komaraca (od 70 komaraca u klopci T-101 do 365 u klopci T-105).

5.6. Analiza utjecaja meteoroloških faktora na komarce u različitim staništima

Podaci o temperaturi zraka i vlažnosti zraka, točki rosišta, te brzini i smjeru vjetra za naselje Mecca kao središtu istraživanoga područja preuzeti su s internet-stranice: http://wwwcimis.water.ca.gov.

Meteorološki podaci za istraživano razdoblje izračunati su kao dnevni prosjek (na bazi mjerenja svakoga sata), a njihove vrijednosti za svaki dan uzorkovanja uzimane su za razdoblje od 00:00 do 24:00 sata pojedinoga dana. Dnevne vrijednosti meteoroloških faktora nalaze se u Tablici 29.

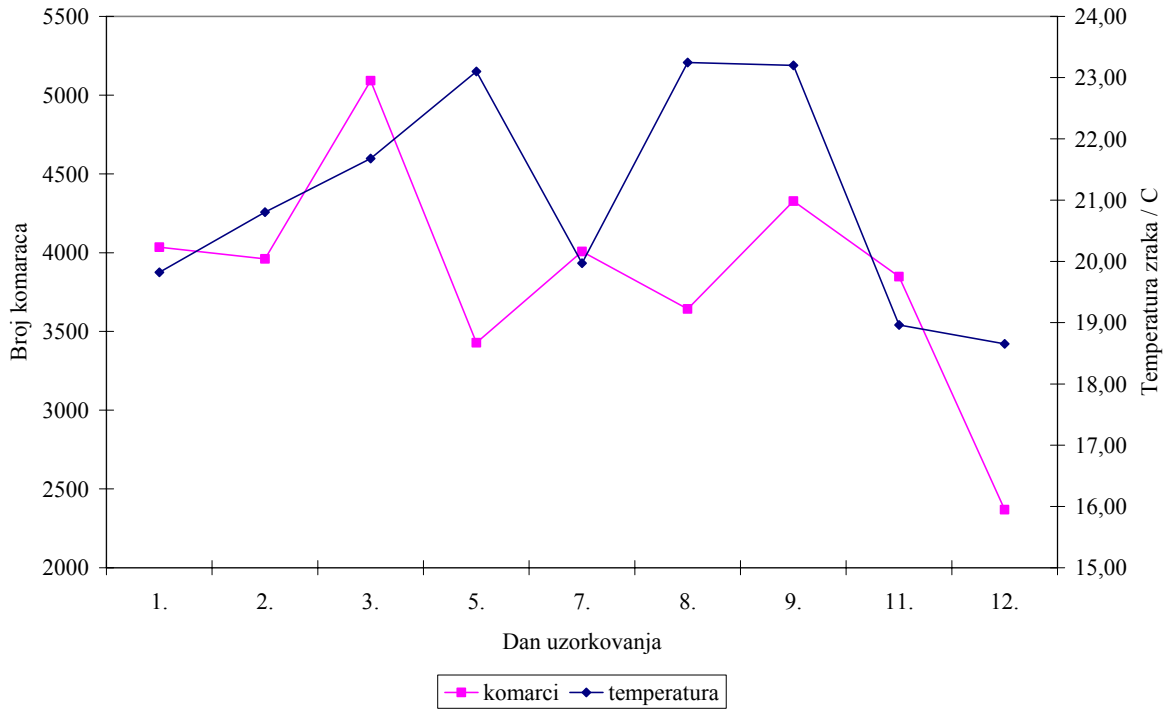
Tablica 29. Prosječne dnevne vrijednosti meteoroloških faktora tijekom razdoblja istraživanja za naselje Mecca

Datum	Dan	Temp. zraka (°C)	Rel. vlažnost zraka (%)	Točka rosišta (°C)	Brzina vjetra (m/s)	Dominantan smjer vjetra
25.10.2007.	0.	20,83	51,38	10,00	1,19	N
26.10.2007.	1.	19,82	60,54	11,60	1,23	N
27.10.2007.	2.	20,80	61,25	12,91	1,23	N
28.10.2007.	3.	21,68	52,29	11,15	1,32	NNE
29.10.2007.	4.	21,42	56,38	12,08	1,46	NNW
30.10.2007.	5.	23,10	51,46	12,12	2,34	NW
31.10.2007.	6.	20,49	58,96	11,70	1,40	N
1.11.2007.	7.	19,97	59,46	11,47	1,30	N
2.11.2007.	8.	23,25	40,17	7,65	1,75	NNW
3.11.2007.	9.	23,20	36,79	6,88	1,64	NNW
4.11.2007.	10.	22,13	45,33	8,77	1,23	N
5.11.2007.	11.	18,96	70,33	13,25	1,08	N
6.11.2007.	12.	18,65	67,50	11,95	1,19	N

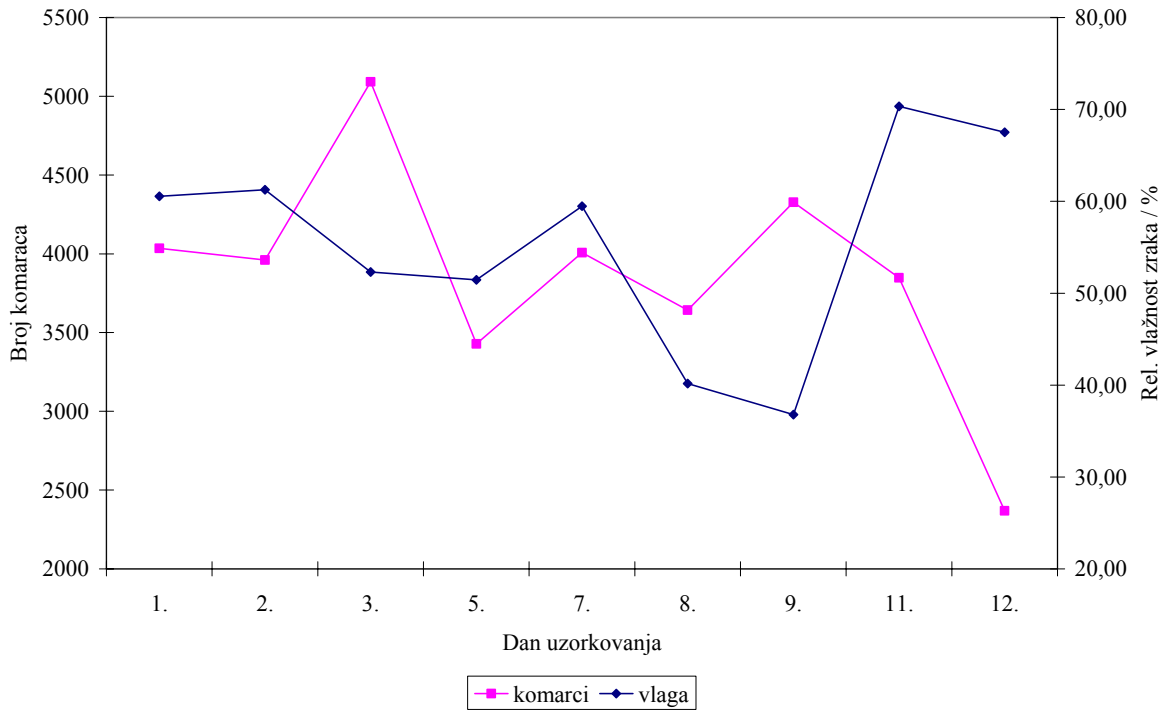
5.6.1. Temperatura, relativna vlažnost zraka i rosište

U vrijeme trajanja istraživanja prosječna dnevna temperatura zraka varirala je od minimalnih 18,65°C do maksimalnih 23,25°C. Relativna vlažnost zraka povećavala se i smanjivala u rasponu od 36,79% do 70,33%. Temperatura točke rosišta kretala se od 6,88°C do 13,25°C. Prosječna temperatura zraka za cjelokupno razdoblje istraživanja iznosila je 21,10°C, prosječna relativna vlažnost zraka 54,76%, a prosječna temperatura točke rosišta 10,89°C. U razdoblju istraživanja na području naselja Mecca nije bilo kiše.

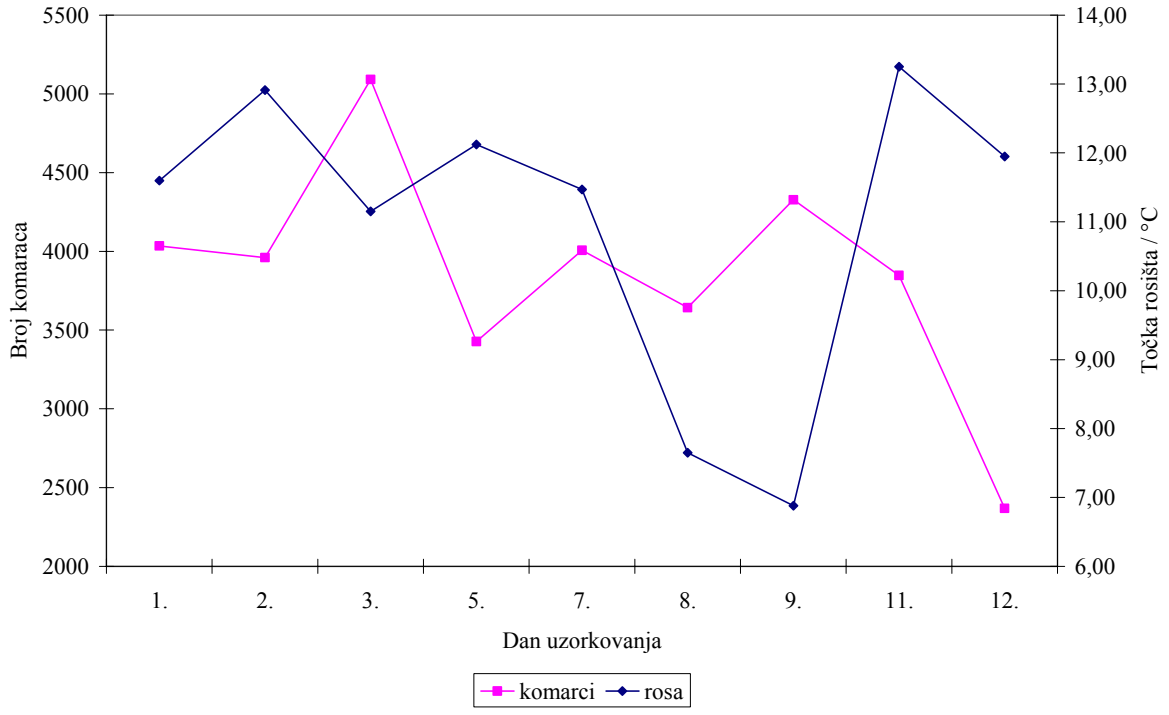
Korelacijska analiza podataka pokazala je da ne postoji statistički značajan odnos između ukupnoga broja komaraca na svim staništima i srednje dnevne temperature zraka (r=0,34; df=7), broja komaraca i srednje dnevne vlažnosti zraka (r=-0,35; df=7) kao i odnos broja komaraca i točke rosišta (r= -0,20; df=7), (Slike 35-37).



Slika 35. Hod srednjih dnevnih vrijednosti temperature zraka i ukupnoga broja komaraca tijekom razdoblja istraživanja



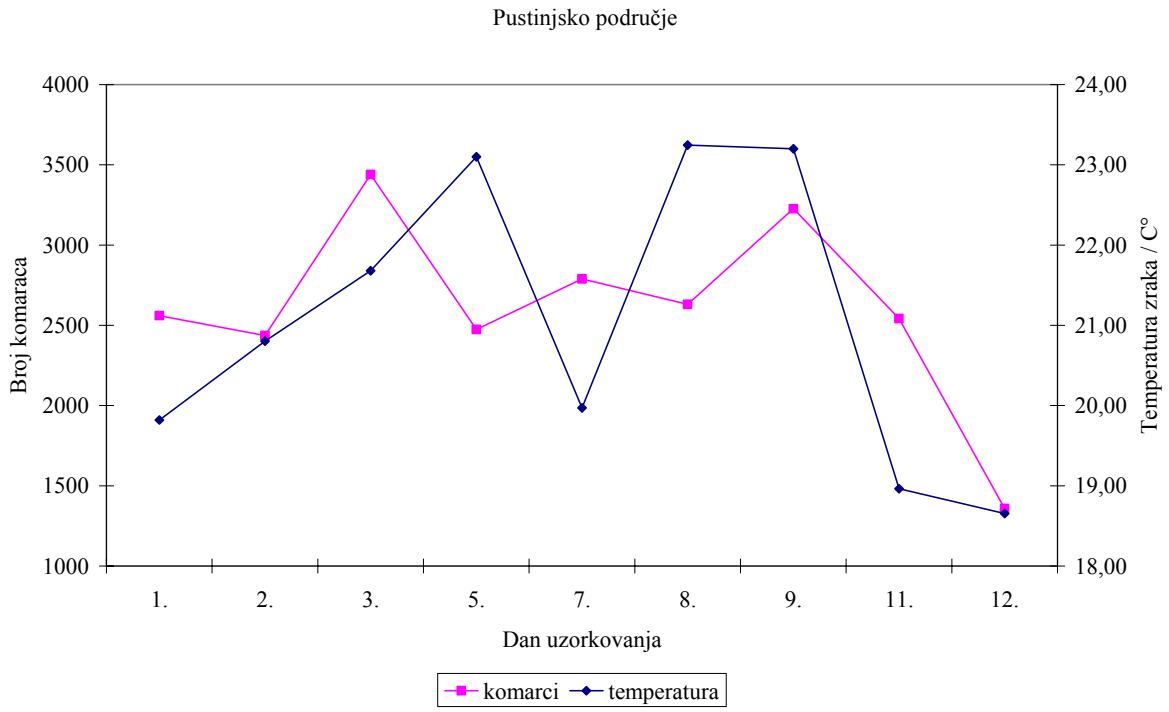
Slika 36. Hod srednjih dnevnih vrijednosti relativne vlažnosti zraka i ukupnoga broja komaraca tijekom razdoblja istraživanja



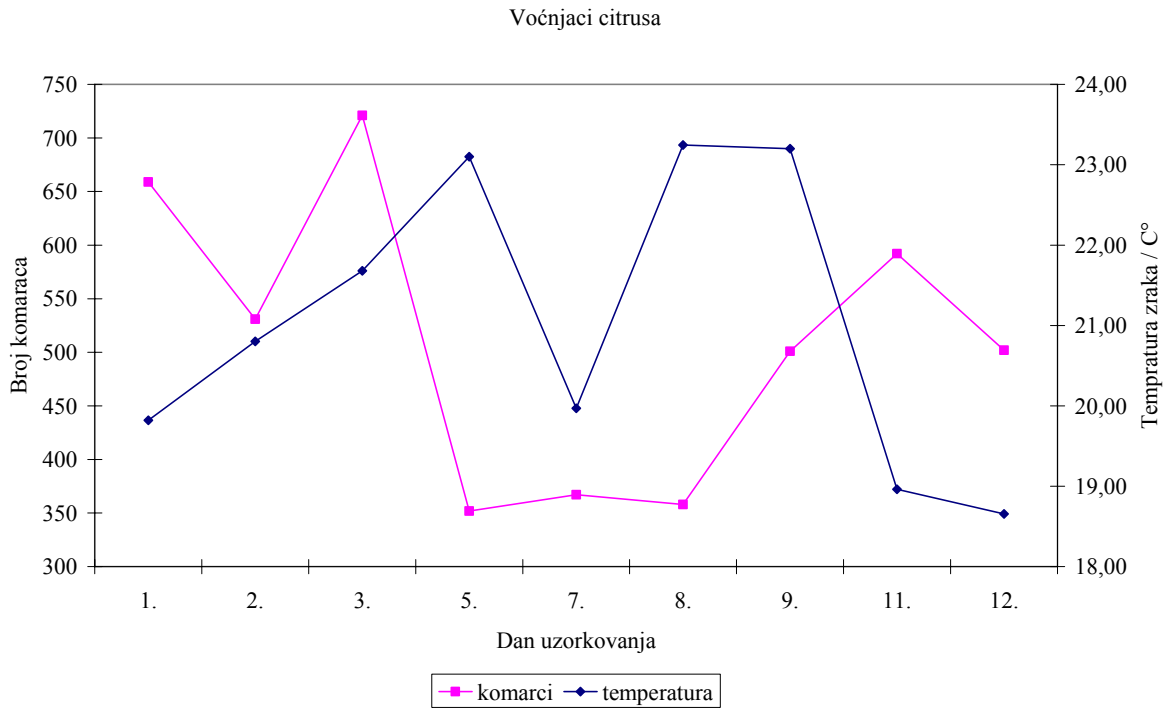
Slika 37. Hod srednjih dnevnih vrijednosti rosišta i ukupnoga broja komaraca tijekom razdoblja istraživanja

5.6.2. Odnos između temperature zraka i broja komaraca na svih šest tipova staništa

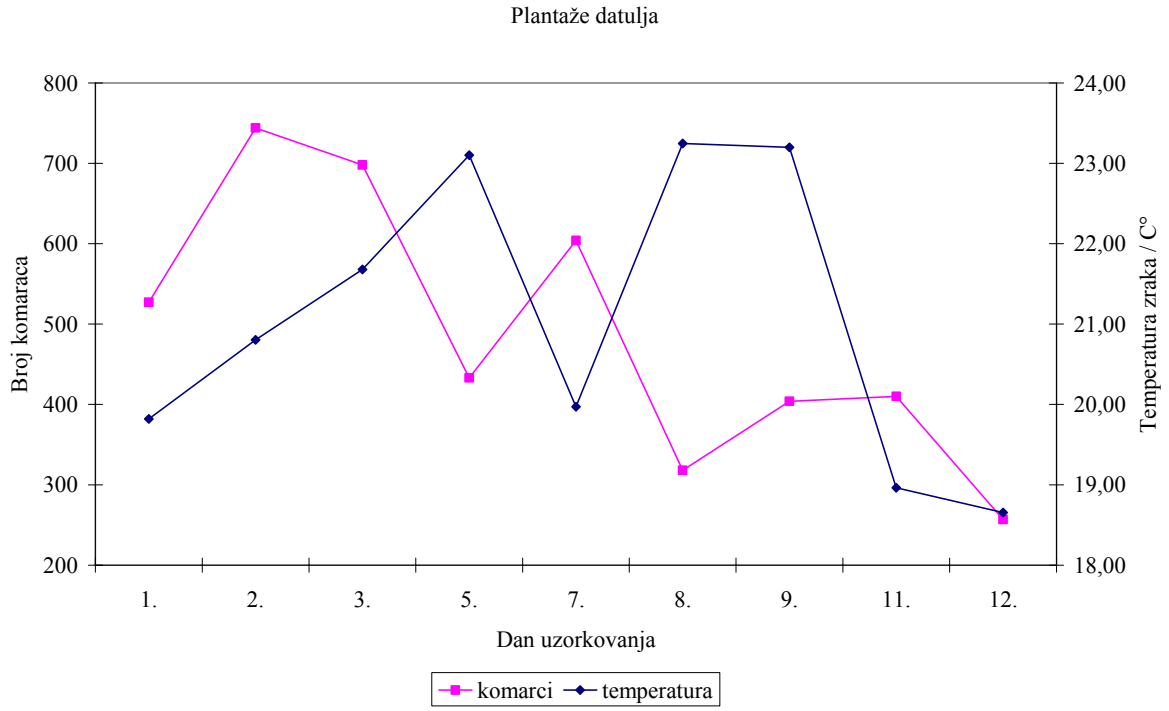
Na sljedećih šest Slika (38-43) prikazana je povezanost broja komaraca na pojedinim staništima s temperaturom zraka. Jedino je u staništu vinograda utvrđena statistički značajna negativna korelacija ($r=-0,81$; $df=7$; $p<0,01$) između brojnosti komaraca i temperature zraka.



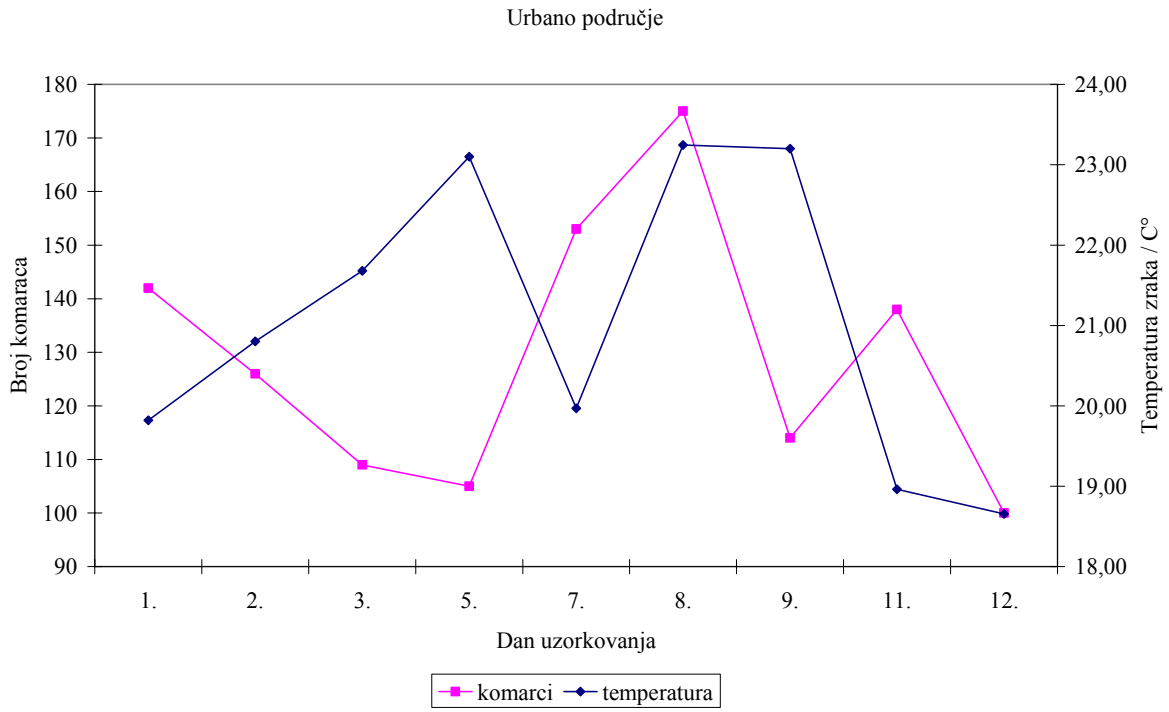
Slika 38. Hod srednjih dnevnih vrijednosti temperature zraka i broja komaraca u pustinjskom staništu tijekom razdoblja istraživanja



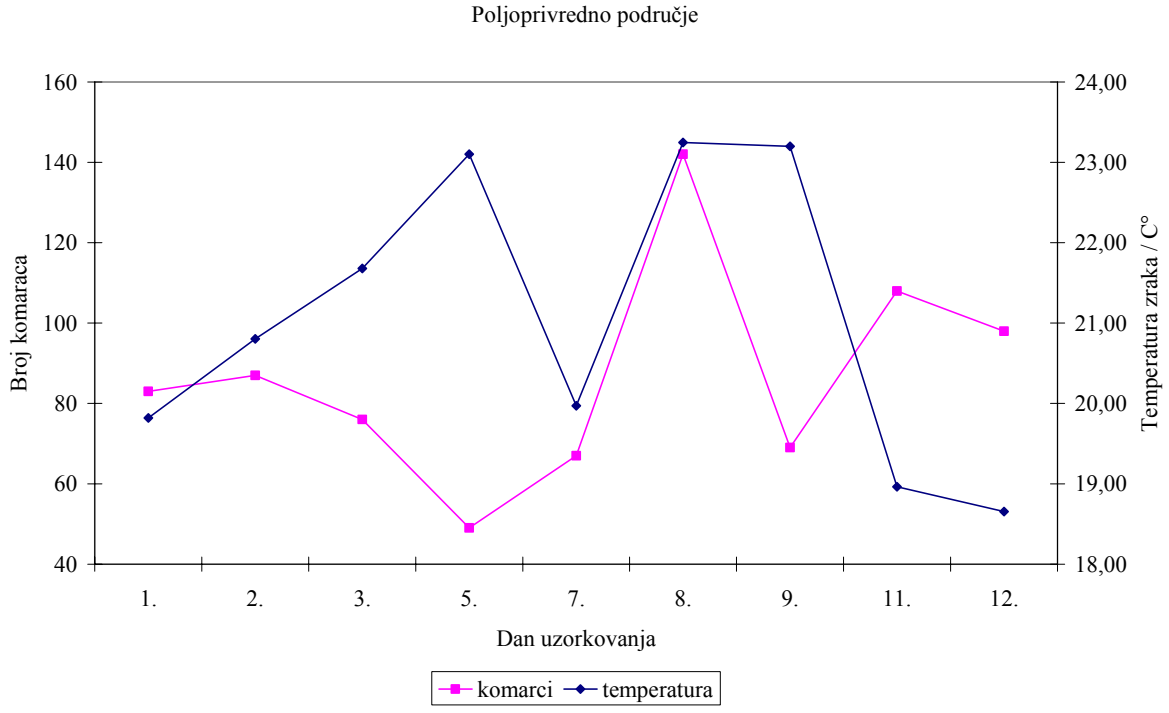
Slika 39. Hod srednjih dnevnih vrijednosti temperature zraka i broja komaraca u staništu voćnjaka citrusa tijekom razdoblja istraživanja



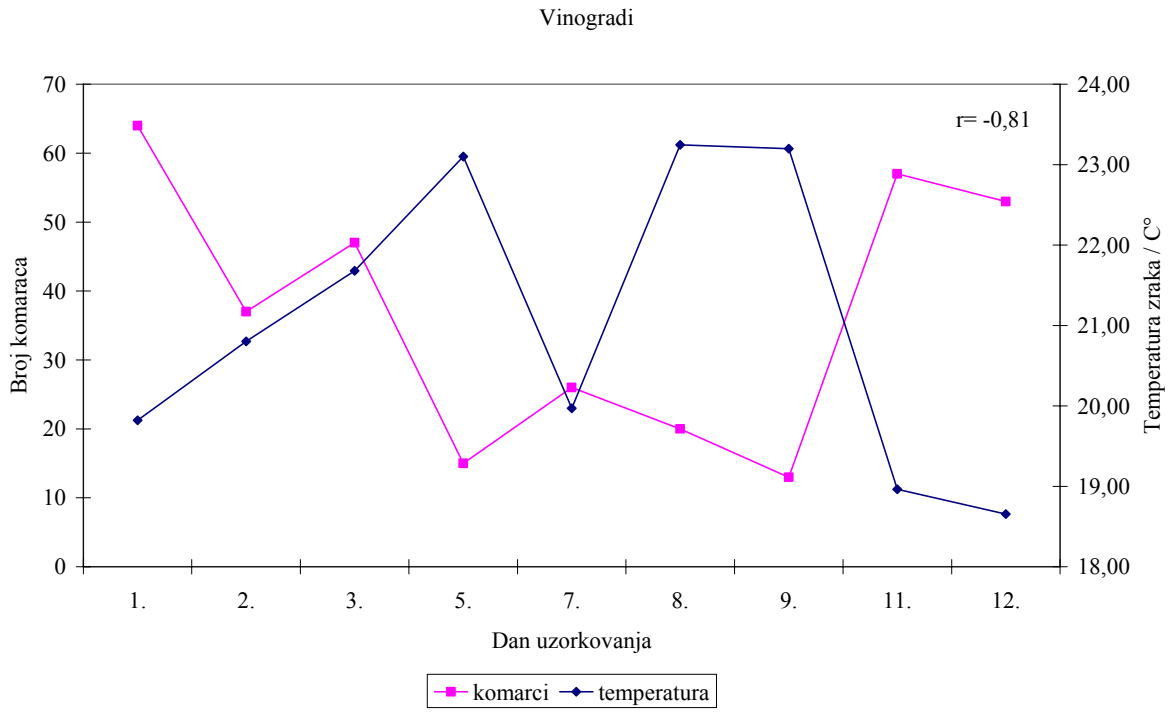
Slika 40. Hod srednjih dnevnih vrijednosti temperature zraka i broja komaraca u staništu plantaža datulja tijekom razdoblja istraživanja



Slika 41. Hod srednjih dnevnih vrijednosti temperature zraka i broja komaraca u urbanom staništu tijekom razdoblja istraživanja



Slika 42. Hod srednjih dnevnih vrijednosti temperature zraka i broja komaraca u poljoprivrednom staništu tijekom razdoblja istraživanja

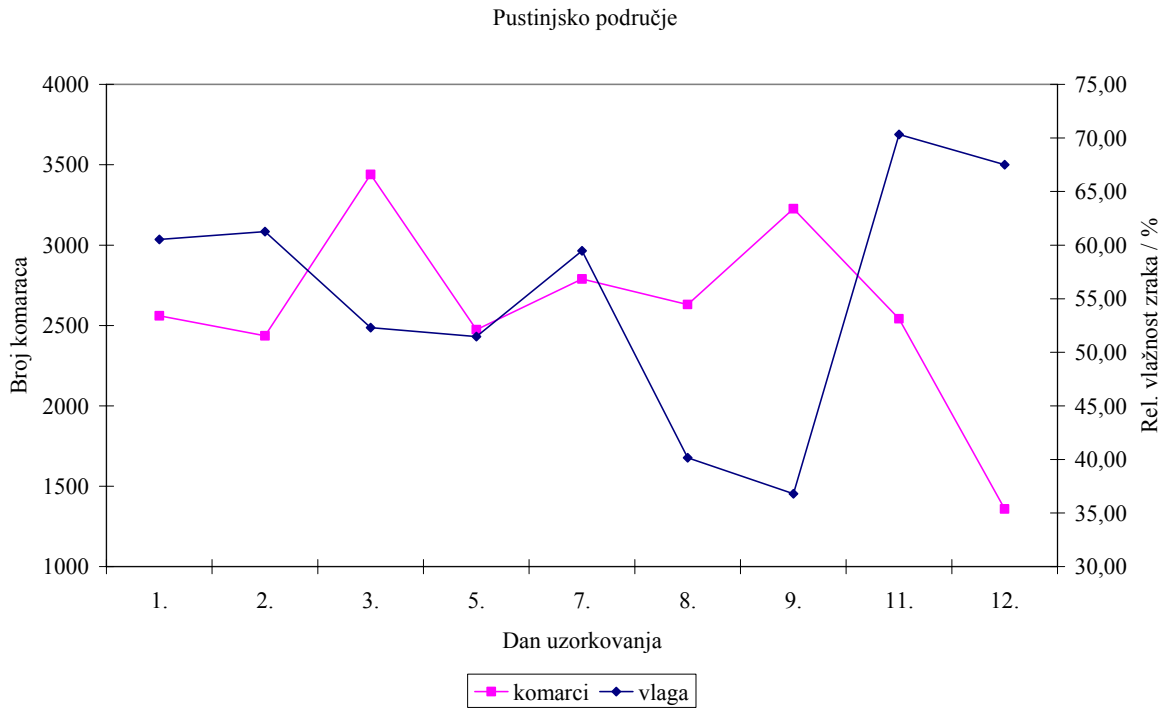


Slika 43. Hod srednjih dnevnih vrijednosti temperature zraka i broja komaraca u staništu vinograda tijekom razdoblja istraživanja (r – korelacijski koeficijent)

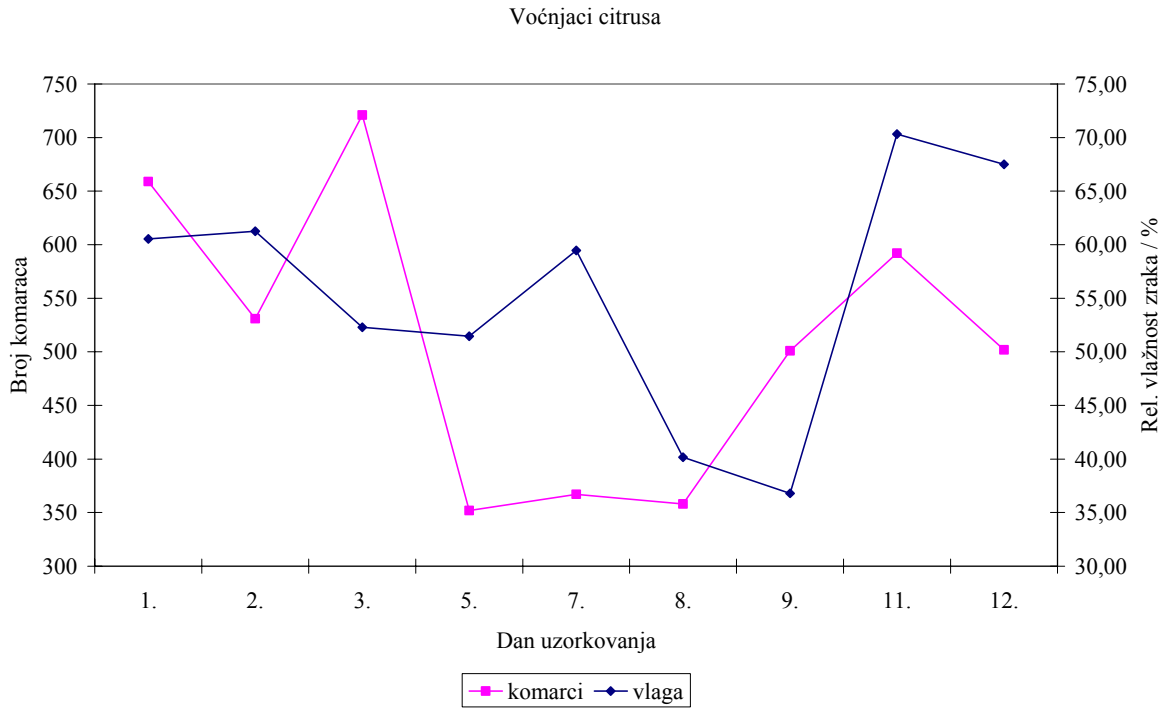
5.6.3. Odnos između relativne vlažnosti zraka i broja komaraca na svih šest tipova staništa

Na Slikama od 44 do 49 prikazan je odnos između relativne vlažnosti zraka i broja komaraca na svih šest tipova staništa.

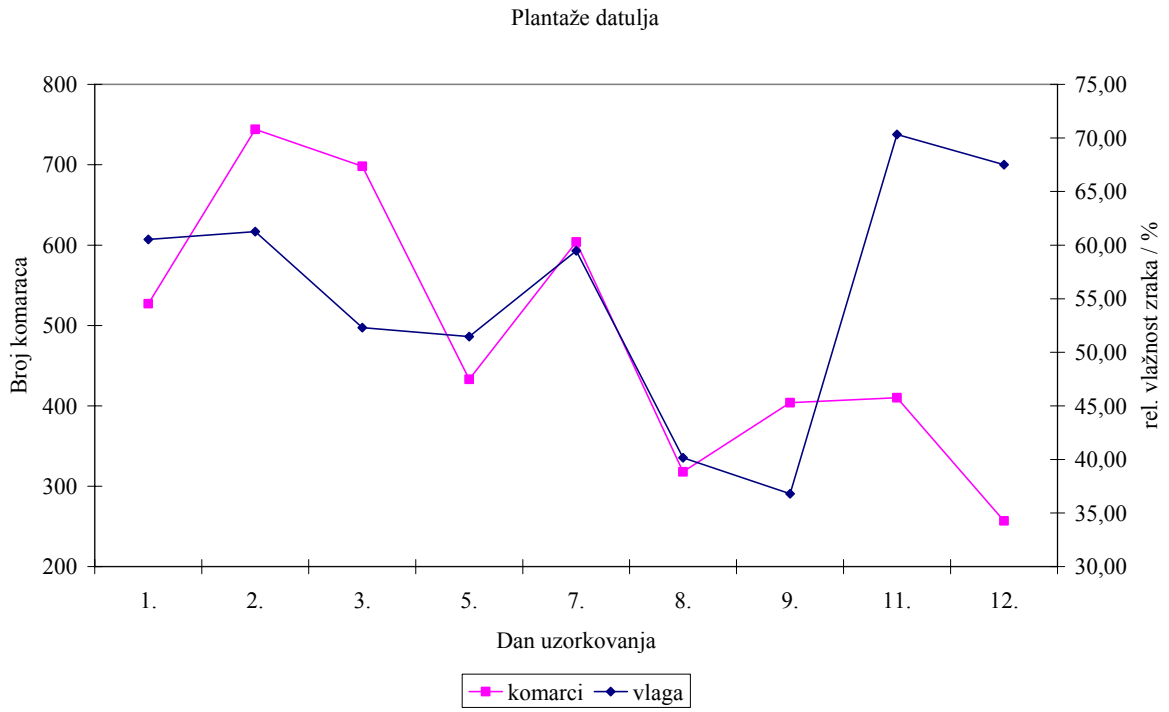
I ovdje je, od ukupno šest staništa, samo za stanište vinograda utvrđena statistički značajna, ali pozitivna korelacija između relativne vlažnosti zraka i broja komaraca u klopkama postavljenim u stanište vinograda ($r=0,77$; $df=7$; $p<0,05$).



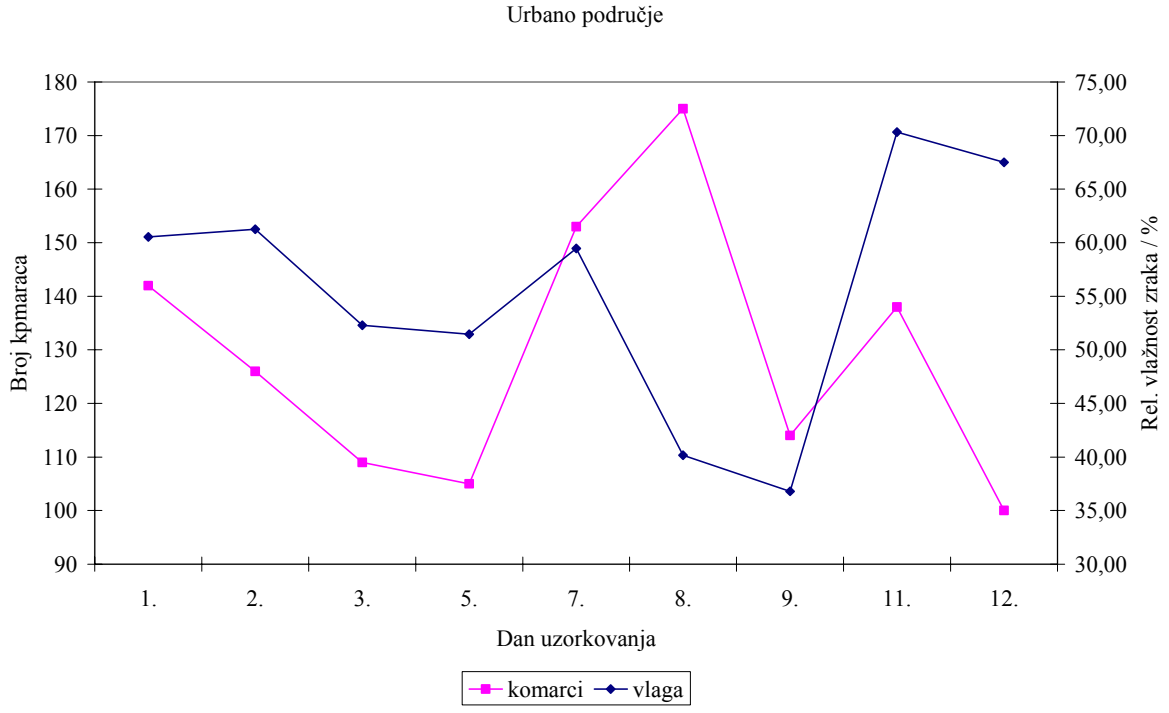
Slika 44. Hod srednjih dnevnih vrijednosti relativne vlažnosti zraka i broja komaraca u pustinjskom staništu tijekom razdoblja istraživanja



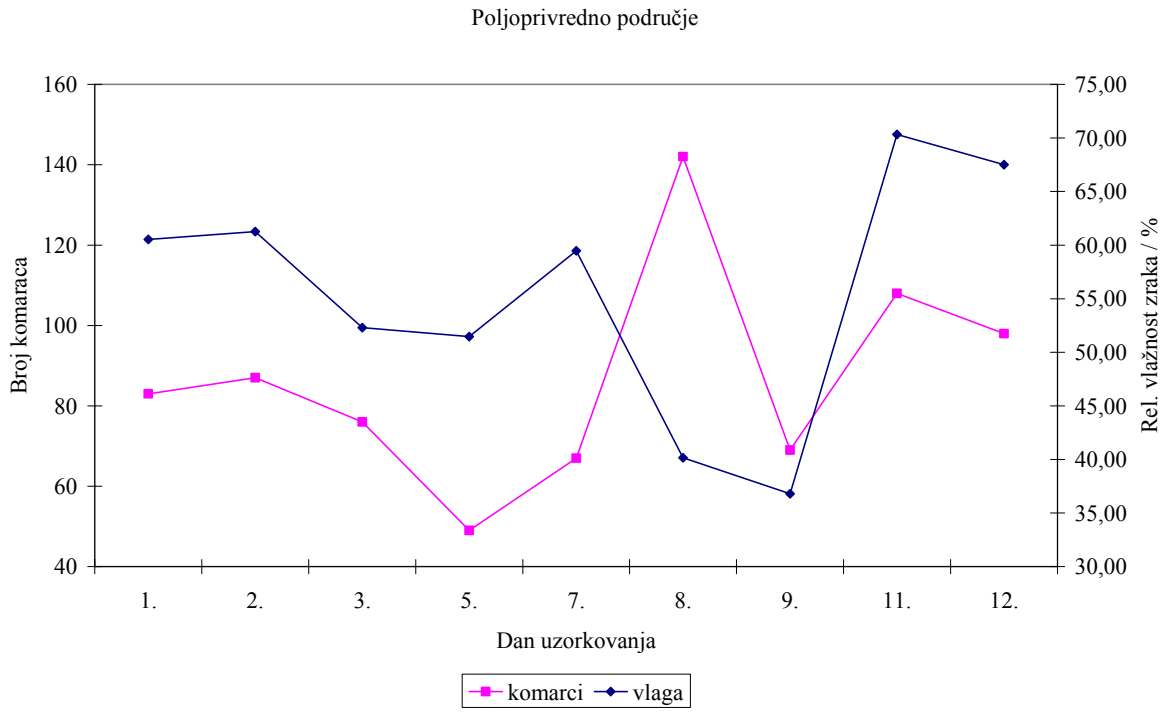
Slika 45. Hod srednjih dnevnih vrijednosti relativne vlažnosti zraka i broja komaraca u staništu voćnjaka citrusa tijekom razdoblja istraživanja



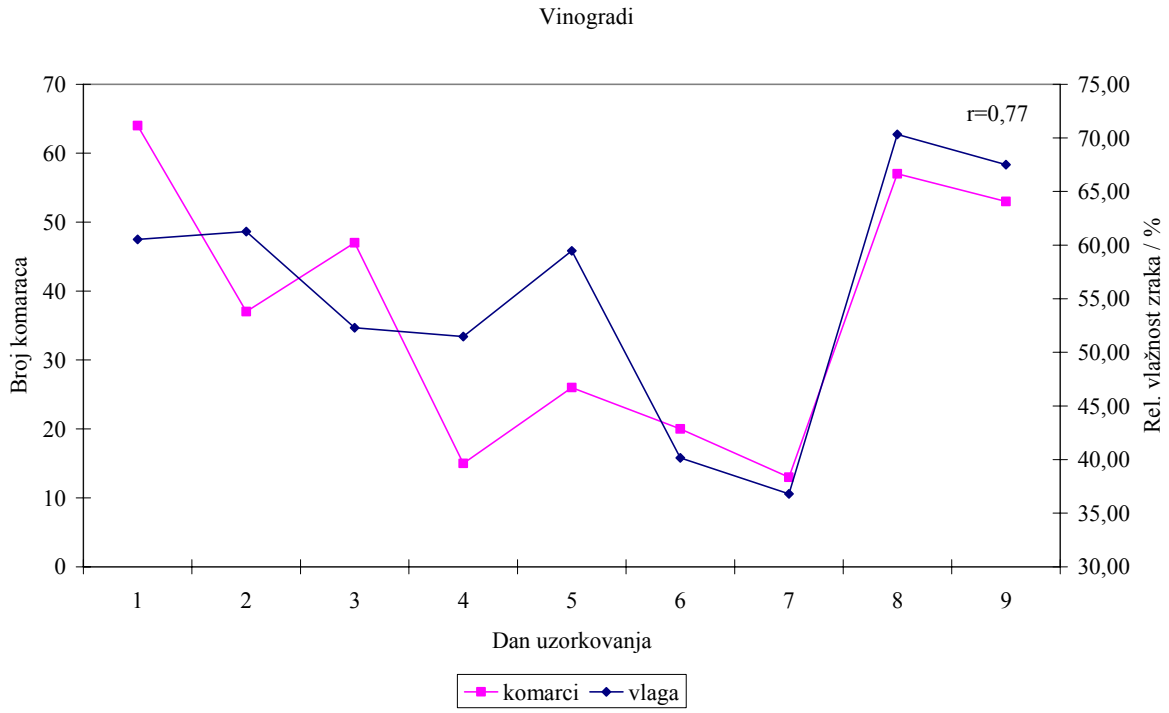
Slika 46. Hod srednjih dnevnih vrijednosti relativne vlažnosti zraka i broja komaraca u staništu plantaža datulja tijekom razdoblja istraživanja



Slika 47. Hod srednjih dnevnih vrijednosti relativne vlažnosti zraka i broja komaraca u urbanom staništu tijekom razdoblja istraživanja



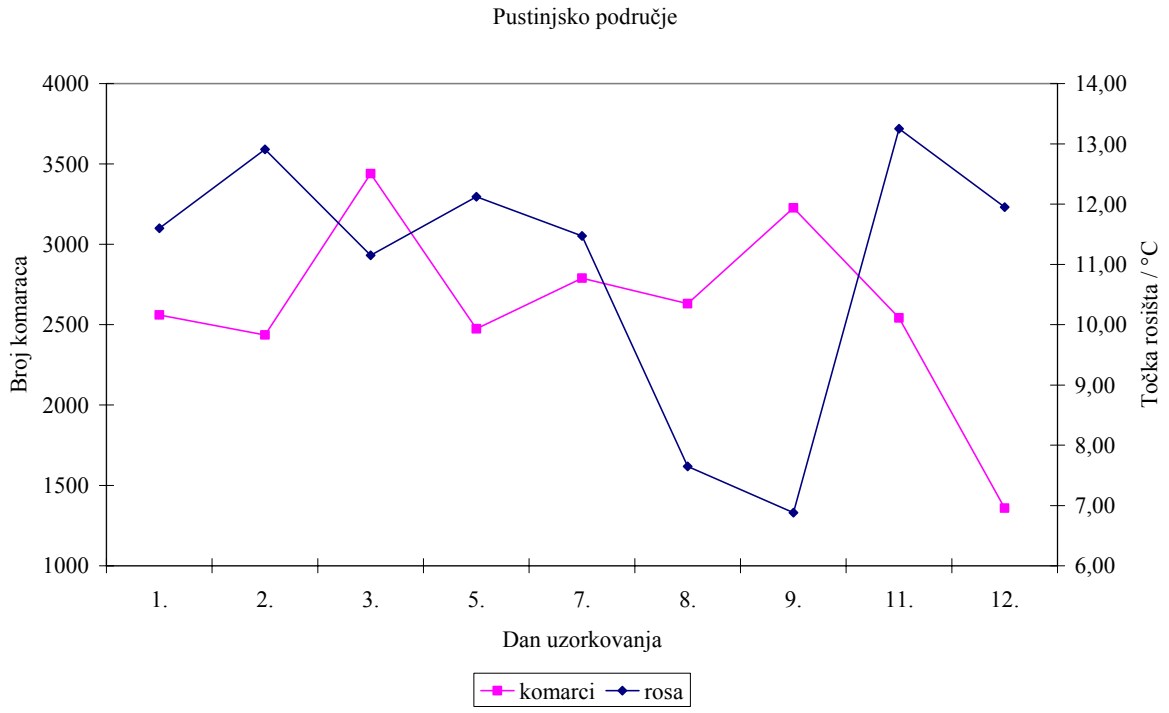
Slika 48. Hod srednjih dnevnih vrijednosti relativne vlažnosti zraka i broja komaraca u poljoprivrednom staništu tijekom razdoblja istraživanja



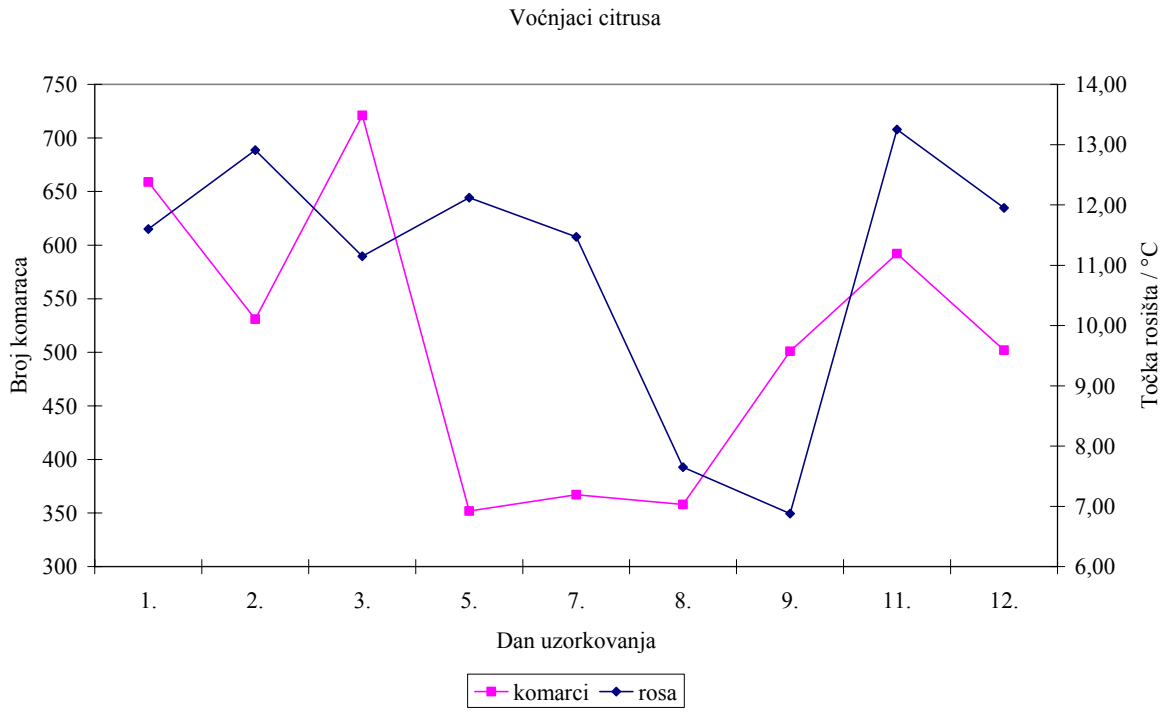
Slika 49. Hod srednjih dnevnih vrijednosti relativne vlažnosti zraka i broja komaraca u staništu vinograda tijekom razdoblja istraživanja (r – korelacijski koeficijent)

5.6.4. Odnos između rosišta i broja komaraca na svih šest tipova staništa

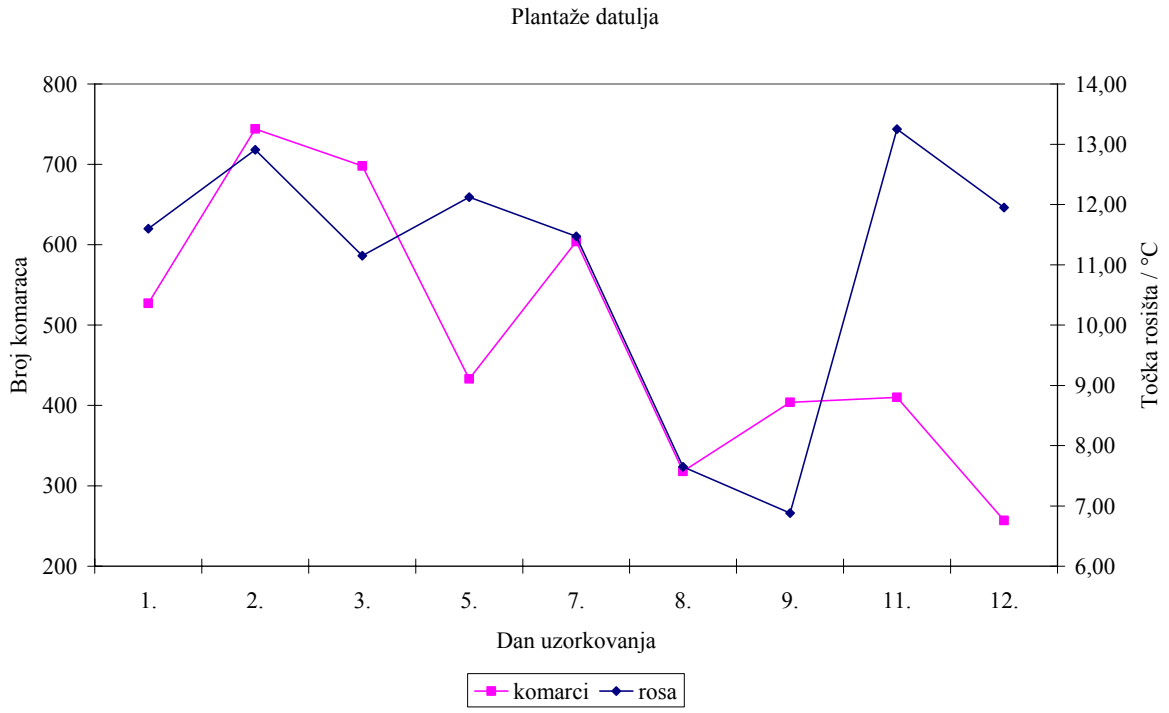
Na slikama od 51 do 56 prikazana je korelacija između rosišta i broja komaraca na svih šest tipova staništa. Ni za jedno stanište nije utvrđena statistički značajna korelacija, iako je najveća pozitivna povezanost temperature rosišta i vrijednosti broja komaraca u klopkama zabilježena u staništu vinograda (r=0,60).



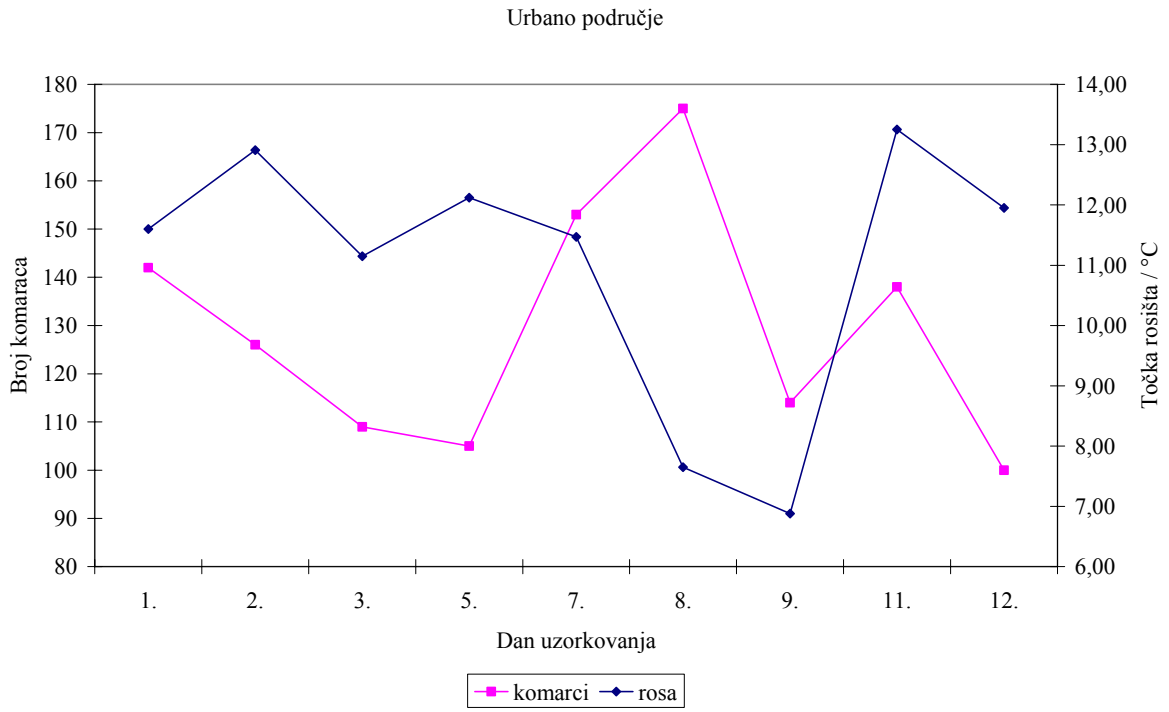
Slika 50. Hod srednjih dnevnih vrijednosti rosišta i broja komaraca u pustinjskom staništu tijekom razdoblja istraživanja



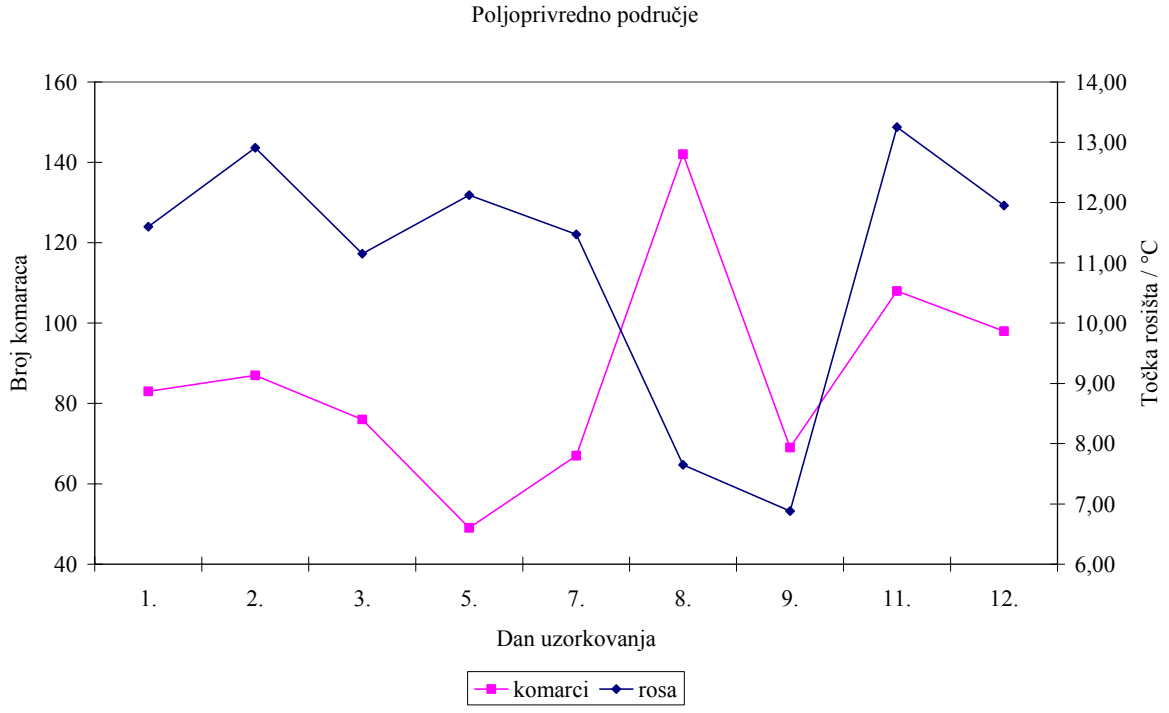
Slika 51. Hod srednjih dnevnih vrijednosti rosišta i broja komaraca u staništu voćnjaka citrusa tijekom razdoblja istraživanja



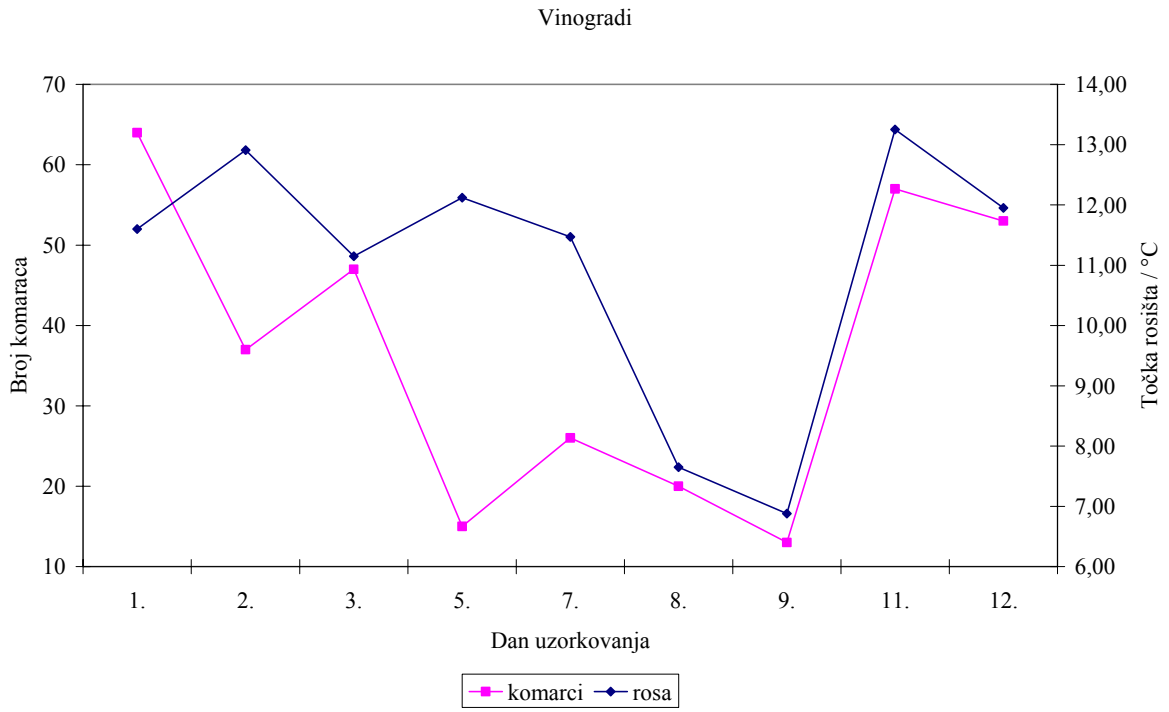
Slika 52. Hod srednjih dnevnih vrijednosti rosišta i broja komaraca u staništu plantaža datulja tijekom razdoblja istraživanja



Slika 53. Hod srednjih dnevnih vrijednosti rosišta i broja komaraca u urbanom staništu tijekom razdoblja istraživanja



Slika 54. Hod srednjih dnevnih vrijednosti rosišta i broja komaraca u poljoprivrednom području tijekom razdoblja istraživanja

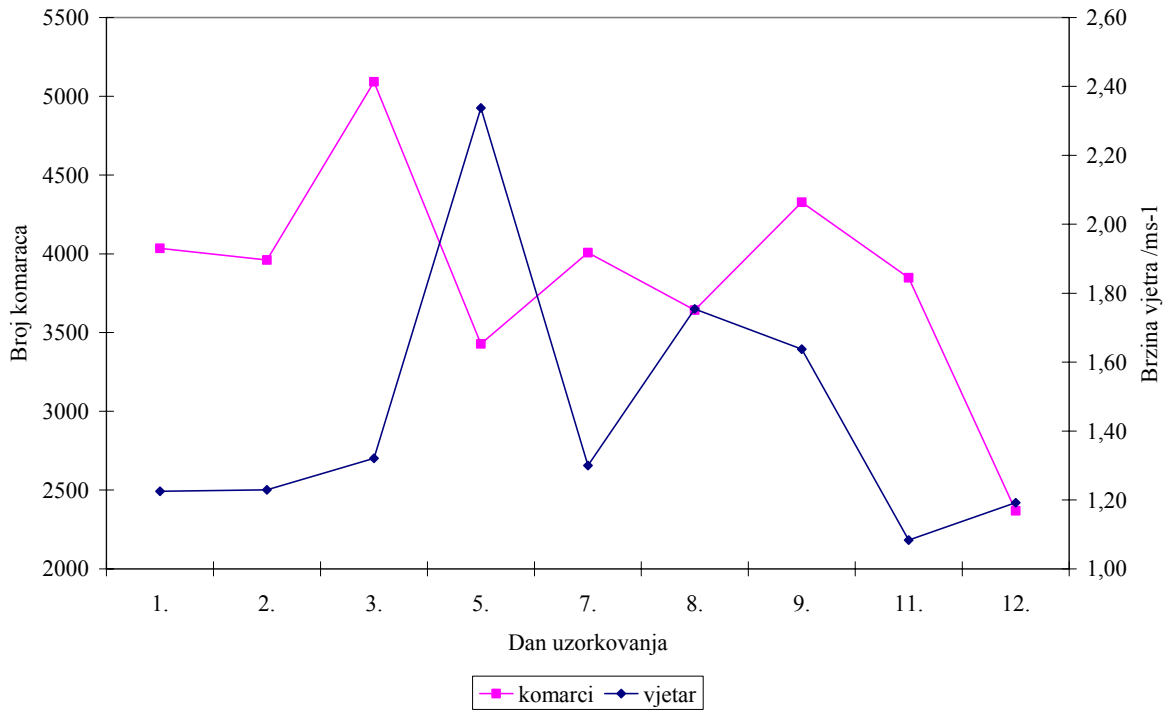


Slika 55. Hod srednjih dnevnih vrijednosti rosišta i broja komaraca u staništu vinograda tijekom razdoblja istraživanja

5.6.5. Brzina i smjer vjetra

Prosječna dnevna brzina vjetra i smjer vjetra izračunati su za razdoblje uzorkovanja komaraca. Smjer vjetra značajno varira unutar intervala od po jednoga sata, a rezultati dominantnoga smjera vjetra u navedenom razdoblju istraživanja prikazani su u Tablici 29. Dominantan kroz cijelo vremensko razdoblje istraživanja jest sjeverni vjetar.

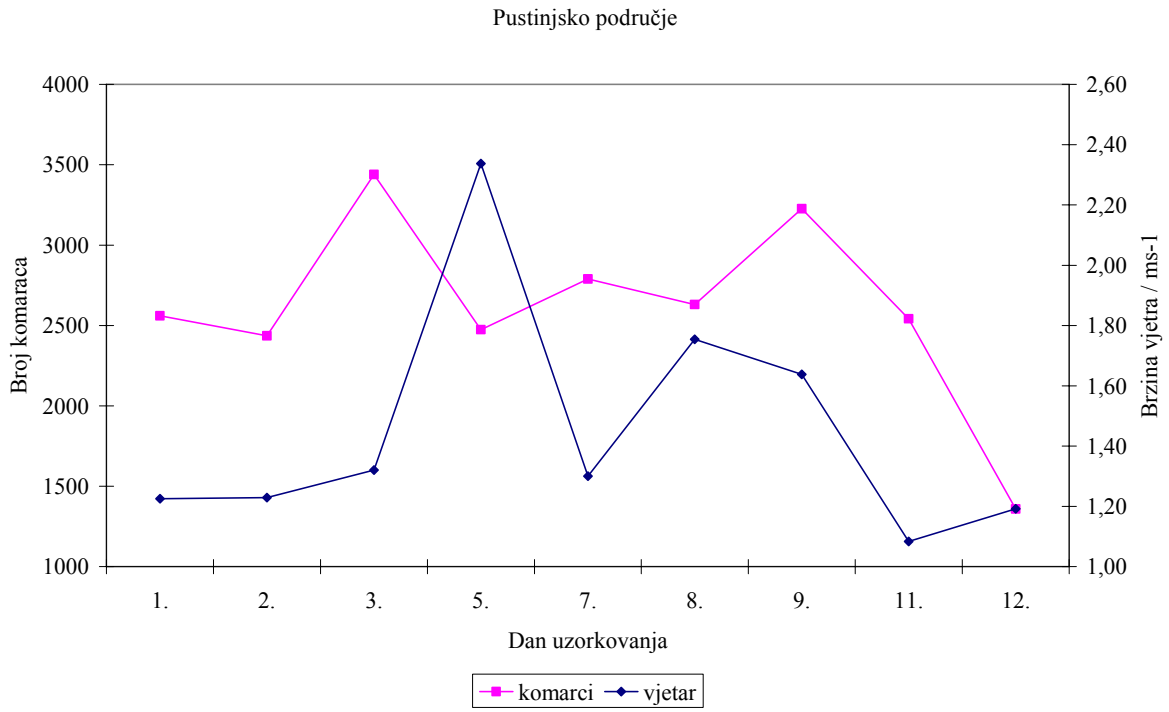
Iz Tablice 29 može se iščitati kako se prosječna dnevna brzina vjetra mijenjala od 1,08 ms^{-1} do 2,34 ms^{-1}. Za razdoblje istraživanja izračunata je i prosječna brzina vjetra, a iznosila je 1,41 ms^{-1}. Jednostavan odnos između broja komaraca i brzine vjetra prikazan je na Slici 56 i on nije statistički značajan.



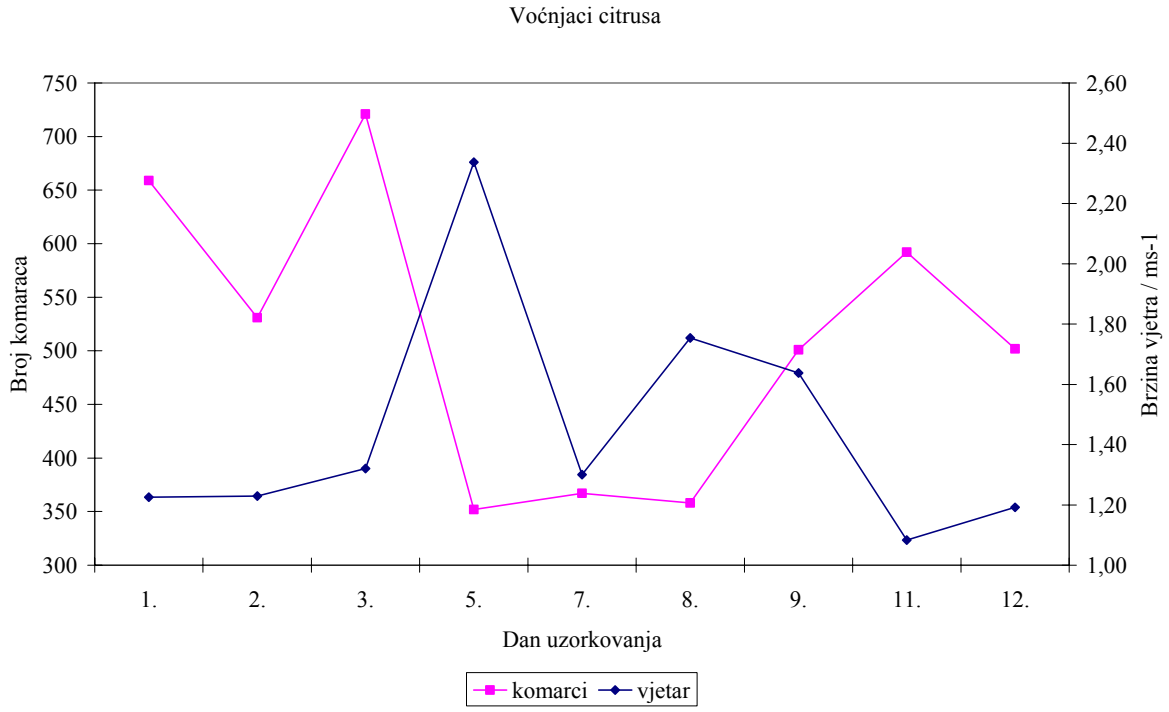
Slika 56. Hod srednjih dnevnih vrijednosti brzine vjetra i ukupnoga broja komaraca tijekom razdoblja istraživanja

5.6.6. Odnos između brzine vjetra i broja komaraca na svih šest tipova staništa

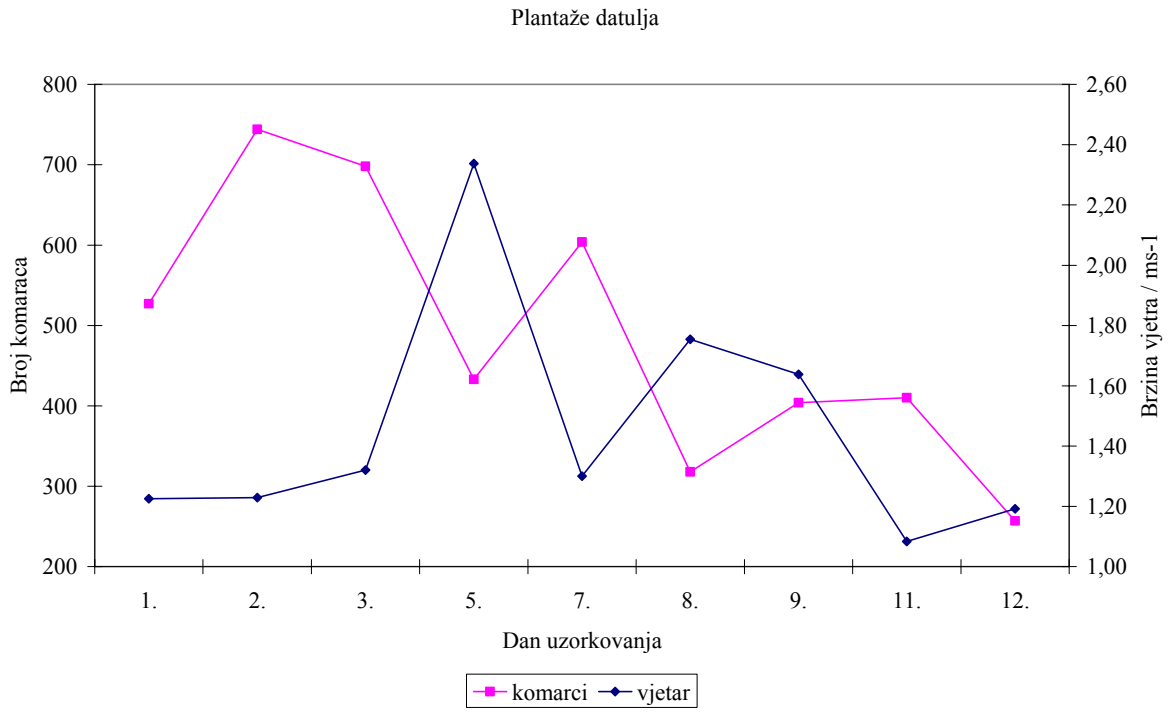
Na Slikama od 57 do 62 prikazan je odnos između brzine vjetra i broja komaraca na svih šest tipova staništa. Statistički značajna vrlo dobra negativna povezanost utvrđena je između brzine vjetra i brojnosti komaraca za stanište vinograda ($r=-0,76$; $df=7$; $p<0,05$), dok je za stanište citrusa značajnost bila granična ($r=-0,61$; $df=7$; $p<0,05$).



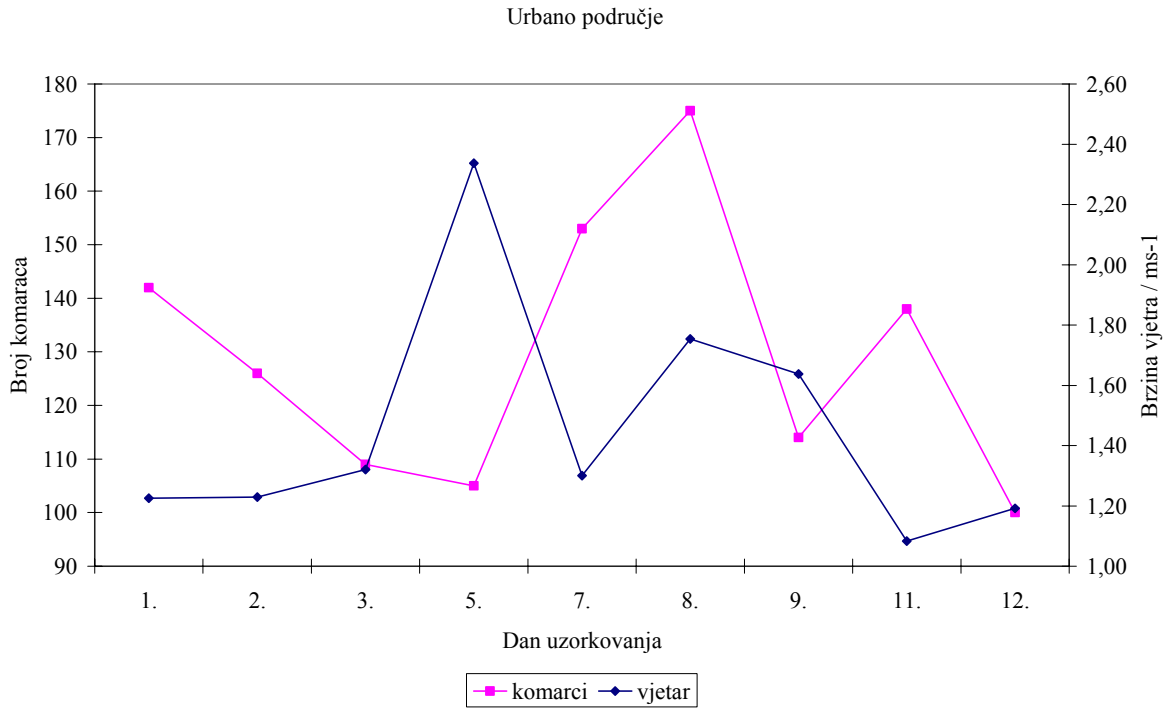
Slika 57. Hod srednjih dnevnih vrijednosti brzine vjetra i broja komaraca u pustinjskom staništu tijekom razdoblja istraživanja



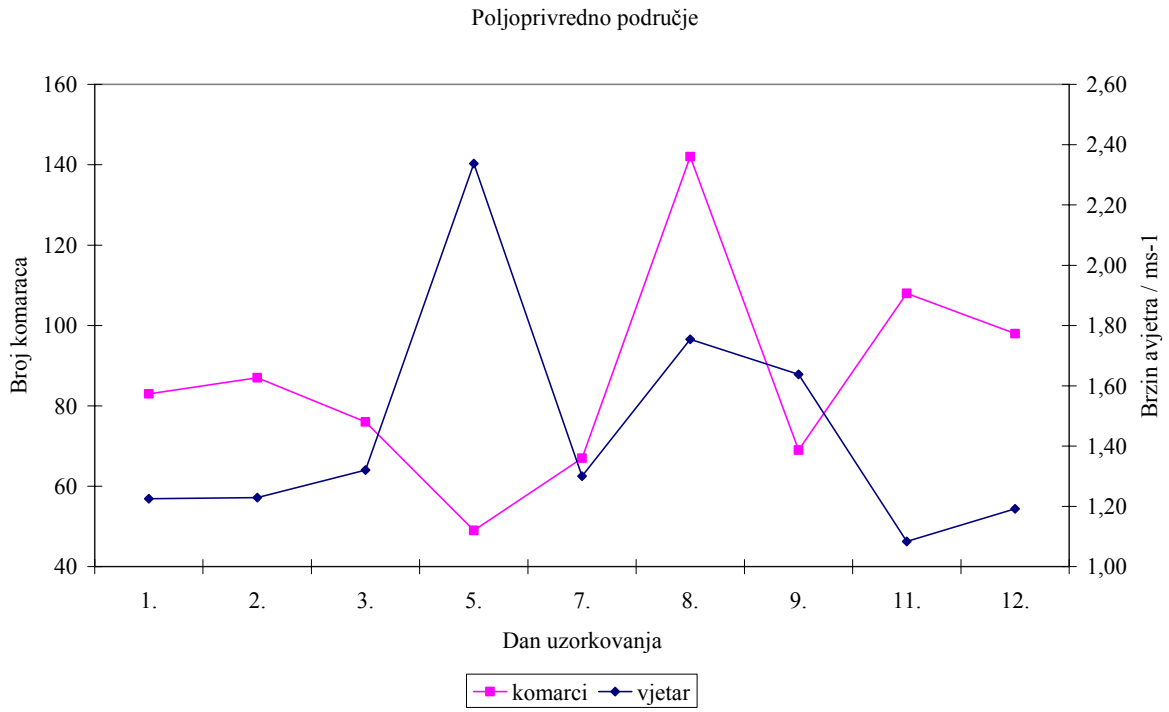
Slika 58. Hod srednjih dnevnih vrijednosti brzine vjetra i broja komaraca u staništu voćnjaka citrusa tijekom razdoblja istraživanja



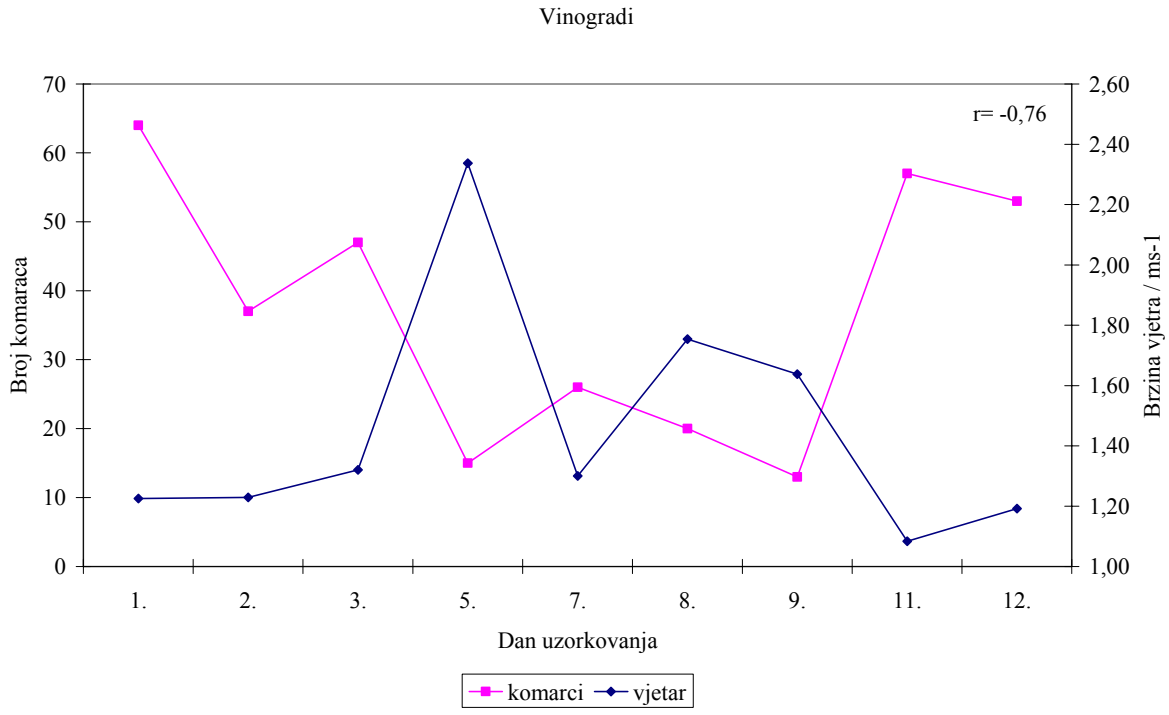
Slika 59. Hod srednjih dnevnih vrijednosti brzine vjetra i broja komaraca u staništu plantaža datulja tijekom razdoblja istraživanja



Slika 60. Hod srednjih dnevnih vrijednosti brzine vjetra i broja komaraca u urbanom staništu tijekom razdoblja istraživanja



Slika 61. Hod srednjih dnevnih vrijednosti brzine vjetra i broja komaraca u poljoprivrednom staništu tijekom razdoblja istraživanja



Slika 62. Hod srednjih dnevnih vrijednosti brzine vjetra i broja komaraca u staništu vinograda tijekom razdoblja istraživanja (r – korelacijski koeficijent)

5.7. Sastav vrsta i broj komaraca markiranih na početku istraživanja

U razdoblju od 22. do 24. listopada 2007. godine, za potrebe istraživanja disperzije komaraca, u području južno od naselja Mecca, a u blizini jezera Salton Sea, skupljeno je 23 890 jedinki komaraca. Komarci su markirani fluorescentnim prahom (orange i aqua) i pušteni u prirodu s dvije različite lokacije (T-ORANGE i T-AQUA).

Dominantna vrsta komaraca u uzorku predviđenom za markiranje bila je vrsta *Cx. tarsalis* s 97%, dok su po 1% udjela u sastavu vrsta markiranih komaraca imale vrste *Cx. quinquefasciatus*, *Cx. erythrothorax* i *Ae. vexans* (Tablica 30).

Tablica 30. Sastav vrsta i broj komaraca markiranih na početku istraživanja

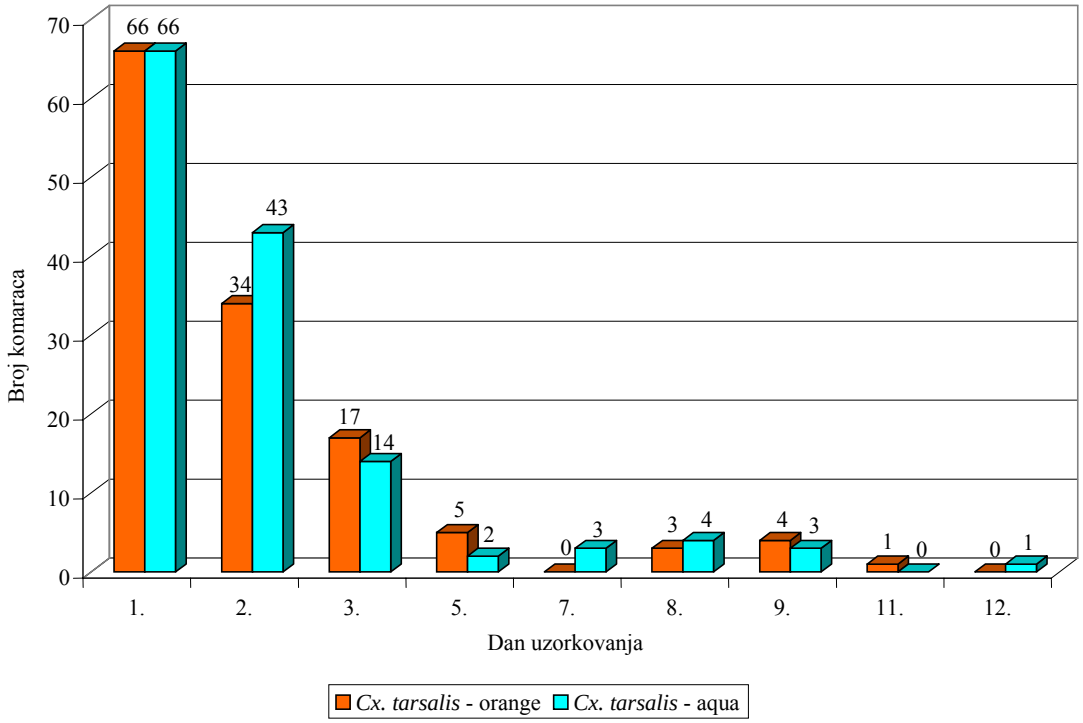
Vrsta	Broj jedinki u uzorku	Ukupan broj komaraca	%
Culex tarsalis	111	23260	**97**
Culex quinquefasciatus	1	210	**1**
Culex erythrothorax	1	210	**1**
Aedes vexans	1	210	**1**
Σ	114	**23890**	100

5.8. Sastav vrsta i broj ponovno uhvaćenih – markiranih komaraca

Od ukupno 23 890 komaraca markiranih na početku istraživanja, ponovno je uhvaćeno 270 jedinki komarca, što iznosi 1,13%. Od tih 270 jedinki njih 266 pripada vrsti *Cx. tarsalis*, a samo tri, odnosno jedna jedinka pripadaju vrstama *Cx. quinquefasciatus*, odnosno *Ae. vexans*. Budući da broj ponovno uhvaćenih komaraca zadnje dvije vrste nije značajan za ovo istraživanje, isključen je iz statističke analize.

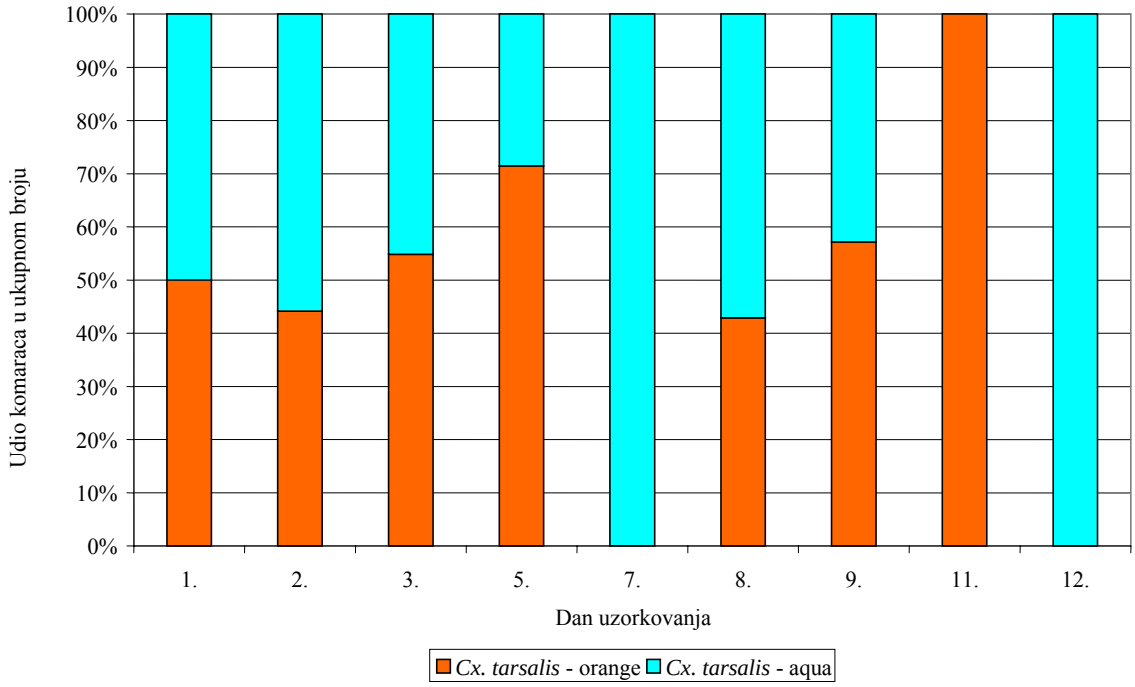
Postotak ponovno uhvaćenih komaraca, dakle markiranih, moguće je izračunati za svaku točku puštanja komaraca posebno. Na lokaciji T-ORANGE pušteno je 11 520 komaraca, a broj „narančastih" komaraca uhvaćenih u klopkama iznosio je 130, što iznosi 1,13%. Na lokaciji T-AQUA pušteno je 12 370 komaraca, a u klopkama je ponovno uhvaćeno 136

„svijetloplavih" jedinki, što je 1,10%. Stoga sumarno, postotak ponovno uhvaćenih komaraca vrste *Cx. tarsalis* iznosi 1,11%.



Slika 63. Broj uhvaćenih markiranih komaraca (orange i aqua) vrste *Cx. tarsalis* po danima uzorkovanja

Iz Slike 63 vidljivo je da broj markiranih komaraca vrste *Cx. tarsalis* (orange i aqua) u uhvaćenom uzorku opada s danima uzorkovanja. Najveći broj (po 66 jedinki za svaki markirani uzorak) zabilježen je prvoga dana uzorkovanja, što iznosi 49,62% ukupnoga broja uhvaćenih markiranih komaraca. Za svaki od sljedeća dva dana broj komaraca se gotovo prepolovio u odnosu na prethodni dan, tako da trećega dana istraživanja ukupan broj orange-komaraca iznosi 17 jedinki, a aqua-komaraca 14. Nakon dana pauze, ponovno je dan skupljanja uzoraka na svih 40 klopki područja istraživanja, kada je zabilježen pad broja markiranih komaraca na trećinu, odnosno petinu broja (5; 2) vrijednosti prethodnoga uzorkovanja. Nakon još jednog dana pauze, slijedila su tri dana uzorkovanja u kontinuitetu, gdje je osmoga i devetoga dana uzorkovanja zabilježen čak mali porast broja markiranih orange i aqua-komaraca, da bi kako se istraživanje primicalo kraju broj markiranih uzoraka pao na nulu ili tek jednu jedinku. Nakon što se to dogodilo dva dana zaredom, istraživanje je završeno. U prva tri dana uzorkovanja uhvaćeno je 90,22% markiranih komaraca.

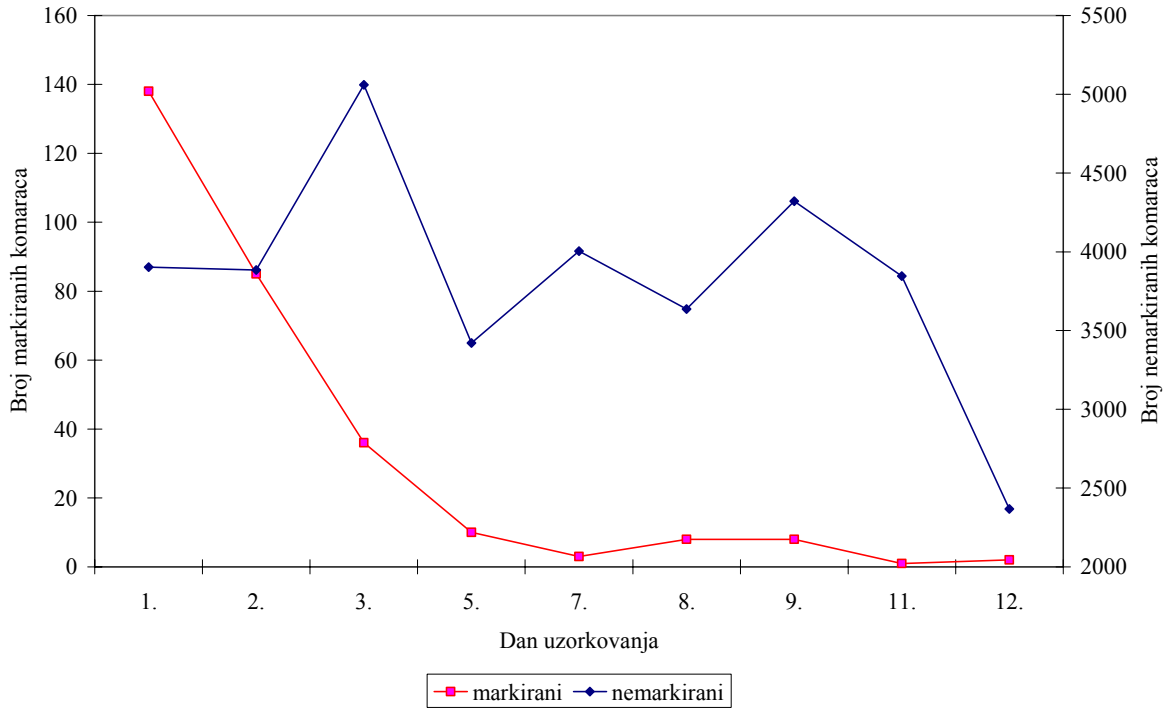


Slika 64. Udio komaraca vrste *Cx. tarsalis* (orange i aqua) u ukupnom uzorku skupljenih markiranih jedinki

Kada kroz dane istraživanja gledamo udio orange i aqua-komaraca u ukupnom uzorku skupljenih markiranih jedinki, može se primijetiti kako su u šest od devet uzorkovanih dana uhvaćeni i orange i aqua-komarci u približno jednakim ili čak jednakim omjerima. Sedmoga i dvanaestoga dana istraživanja uhvaćeni su isključivo aqua-komarci, dok je jedanaestoga dana uhvaćena samo jedna jedinka orange-komarca (Slika 64).

Dinamiku brojnosti markiranih i nemarkiranih komaraca uhvaćenih tijekom istraživanoga razdoblja i njihovu slabu povezanost pokazuje Slika 65.

Kako je vidljivo iz ranijih grafičkih prikaza i Slike 65, broj markiranih komaraca opada tijekom istraživanja. To, međutim, nije slučaj s uzorkom nemarkiranih komaraca, gdje se zamjećuje približno jednak broj komaraca u prva dva dana uzorkovanja, nakon čega su uslijedili naizmjenični veći ili manji porasti i padovi brojnosti, da bi tek prema kraju istraživanja broj nemarkiranih komaraca značajno opao.



Slika 65. Ukupan broj uhvaćenih markiranih i nemarkiranih jedinki komaraca tijekom istraživanoga razdoblja

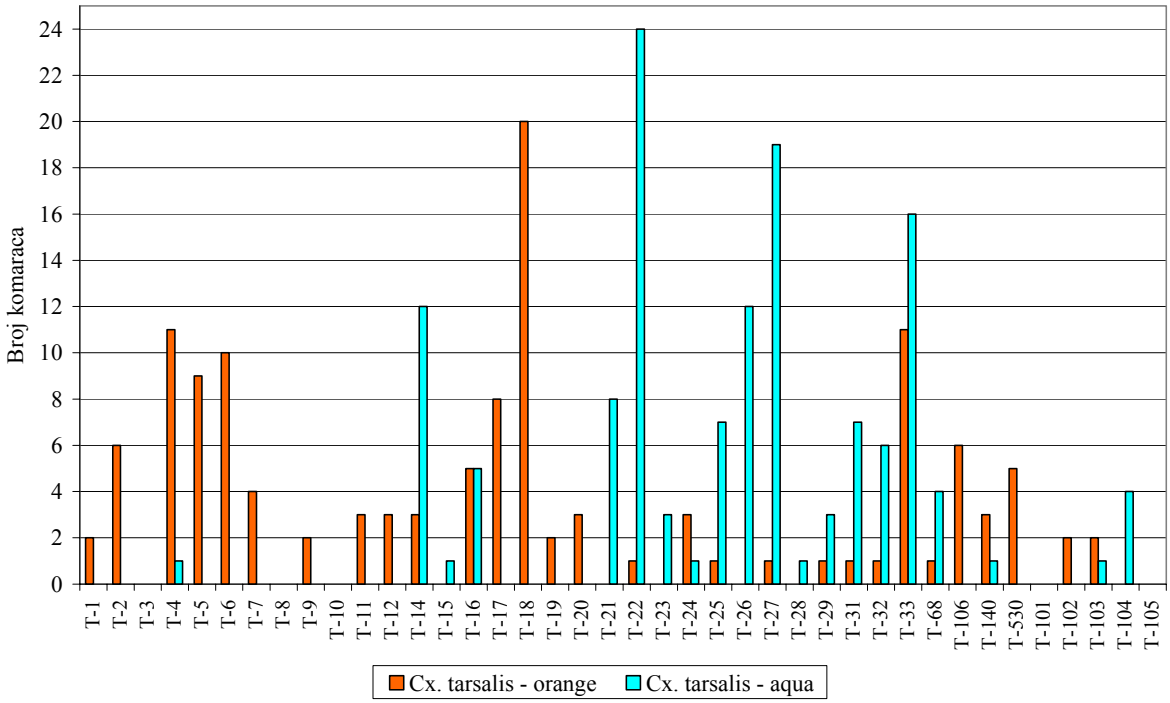
Dinamika brojnosti orange i aqua-komaraca i njihova distribucija po danima i postajama prikazana je u Tablici 31 i Slikama 66 i 67.

Disperzija orange-komaraca u prvoj noći bila je u svim smjerovima, što potvrđuju uzorci u klopkama na postajama u neposrednoj blizini točke puštanja (oko 1 km): T-18 (11), T-7 i T-17 (7), T-5 (6) i T-33 (10) smještenoj sasvim na jugu pustinjskog staništa (Tablice 1 i 31; Slika 5). U sljedećim danima akumuliraju se na onim postajama u staništima koja im više pogoduju (stanište citrusa, odnosno pustinjsko područje).

Disperzija aqua-komaraca tijekom prve noći također je išla u svim smjerovima s najvećim brojem markiranih jedinki na postaji T-22 (20) smještenoj 0,70 km zapadno od točke puštanja. Postaja T-26 skupila je osam aqua-jedinki, a postaje T-14 i T-27 po šest. Prva i treća udaljene su oko 1 km južno, a postaja T-14 1,7 km sjeverozapadno od točke puštanja. I kod aqua-komaraca zabilježeno je grupiranje u klopkama pustinjskoga staništa, gdje su najčešće i uzorkovane.

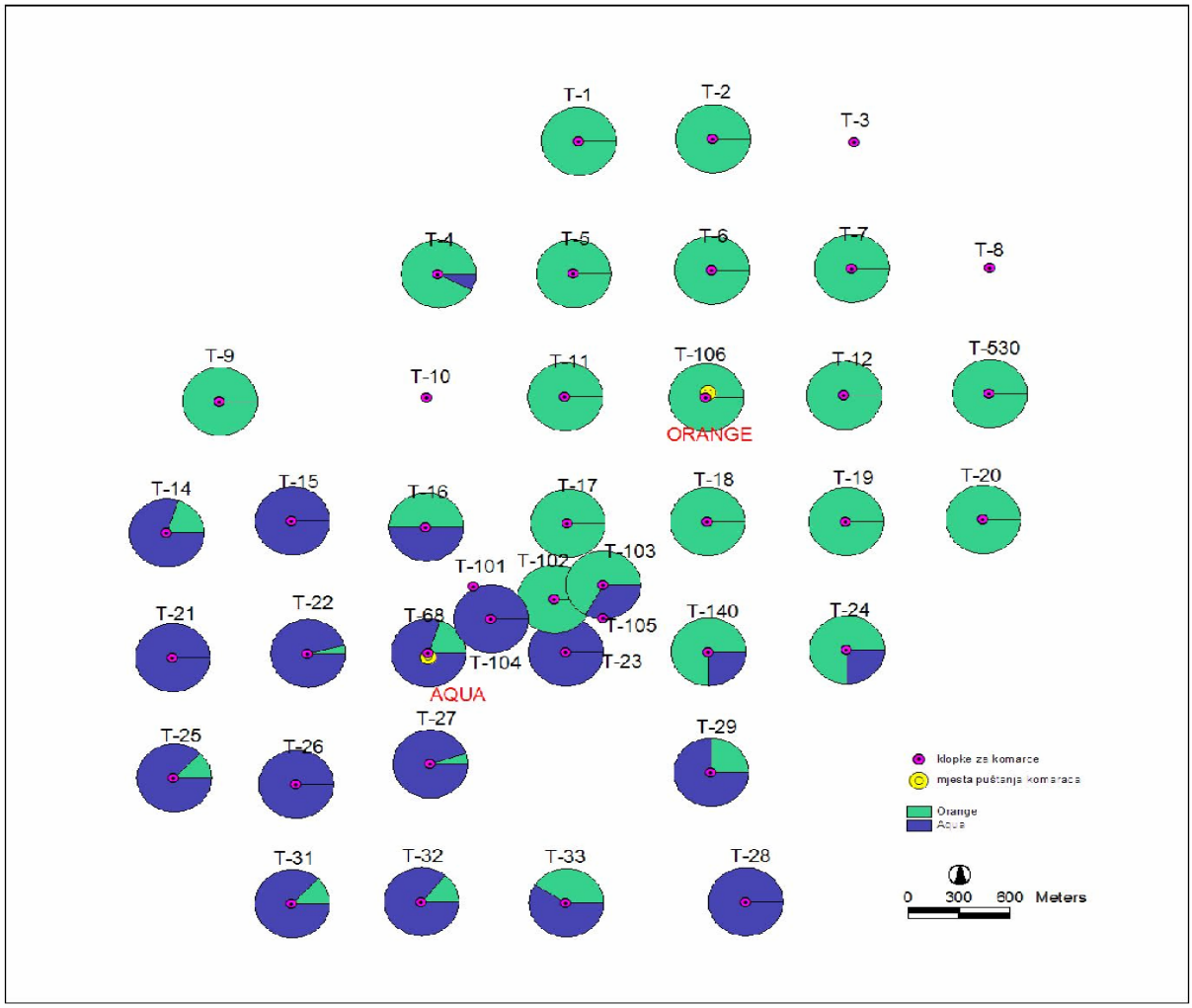
Tablica 31. Raspodjela markiranih komaraca vrste *Cx. tarsalis* po postajama i njihov relativni udio u ukupnom uzorku markiranih jedinki (plavi brojevi označavaju maksimalan broj jedinki uhvaćen u određenom danu i određenoj klopci, a crveni brojevi označavaju najveći ukupni broj markiranih jedinki komaraca na pojedinoj postaji i ukupno)

Datum	25-26 Lis	26-27 Lis	27-28 Lis	29-30 Lis	31-01 Stu	01-02 Stu	02-03 Stu	04-05 Stu	05-06 Stu		25-26 Lis	26-27 Lis	27-28 Lis	29-30 Lis	31-01 Stu	01-02 Stu	02-03 Stu	04-05 Stu	05-06 Stu				
Dan	1.	2.	3.	5.	7.	8.	9.	11.	12.		1.	2.	3.	5.	7.	8.	9.	11.	12.				
Br. klopke	*Cx. tarsalis*	*Cx. tarsalis*	*Cx. tarsalis*	*Cx. tarsalis*	*Cx. tarsalis*	*Cx. tarsalis*	*Cx. tarsalis*	*Cx. tarsalis*	*Cx. tarsalis*	**Σ**	*Cx. tarsalis*	*Cx. tarsalis*	*Cx. tarsalis*	*Cx. tarsalis*	*Cx. tarsalis*	*Cx. tarsalis*	*Cx. tarsalis*	*Cx. tarsalis*	*Cx. tarsalis*	**Σ**	**Σ**	**%**	**%**
T-1		2								**2**										**0**	**2**	**100**	**0**
T-2	3	3								**6**										**0**	**6**	**100**	**0**
T-3										**0**										**0**	**0**	**–**	**–**
T-4	4	6	1							**11**							1			**1**	**12**	**92**	**8**
T-5	6	2	1							**9**										**0**	**9**	**100**	**0**
T-6	7	3								**10**										**0**	**10**	**100**	**0**
T-7	1	2	1							**4**										**0**	**4**	**100**	**0**
T-8										**0**										**0**	**0**	**–**	**–**
T-9	1	1								**2**										**0**	**2**	**100**	**0**
T-10										**0**										**0**	**0**	**–**	**–**
T-11			3							**3**										**0**	**3**	**100**	**0**
T-12	1		2							**3**										**0**	**3**	**100**	**0**
T-14			1	1			1			**3**	6	4	1						1	**12**	**15**	**20**	**80**
T-15										**0**	1									**1**	**1**	**0**	**100**
T-16	3	2								**5**	3	1			1					**5**	**10**	**50**	**50**
T-17	7	1								**8**										**0**	**8**	**100**	**0**
T-18	11	2	4	2			1			**20**										**0**	**20**	**100**	**0**
T-19	2									**2**										**0**	**2**	**100**	**0**
T-20		2		1						**3**										**0**	**3**	**100**	**0**
T-21										**0**	4	3				1				**8**	**8**	**0**	**100**
T-22			1							**1**	20	2	1		1					**24**	**25**	**4**	**96**
T-23										**0**	2	1								**3**	**3**	**0**	**100**
T-24	3									**3**		1								**1**	**4**	**75**	**25**
T-25							1			**1**	2	3	1	1						**7**	**8**	**13**	**88**
T-26										**0**	8	3				1				**12**	**12**	**0**	**100**
T-27						1				**1**	6	10	1		1		1			**19**	**20**	**5**	**95**
T-28										**0**		1								**1**	**1**	**0**	**100**
T-29				1						**1**	1	1	1							**3**	**4**	**25**	**75**
T-31						1				**1**	3	2	1			1				**7**	**8**	**13**	**88**
T-32						1				**1**	2	2	1			1				**6**	**7**	**14**	**86**
T-33	10							1		**11**	4	4	7				1			**16**	**27**	**41**	**59**
T-68		1								**1**		3		1						**4**	**5**	**20**	**80**
T-106		4	2							**6**										**0**	**6**	**100**	**0**
T-140	2		1							**3**		1								**1**	**4**	**75**	**25**
T-530	1	3					1			**5**										**0**	**5**	**100**	**0**
T-101										**0**										**0**	**0**	**–**	**–**
T-102	2									**2**										**0**	**2**	**100**	**0**
T-103	2									**2**		1								**1**	**3**	**67**	**33**
T-104										**0**	4									**4**	**4**	**0**	**100**
T-105										**0**										**0**	**0**	**–**	**–**
Σ	**66**	**34**	**17**	**5**	**0**	**3**	**4**	**1**	**0**	**130**	**66**	**43**	**14**	**2**	**3**	**4**	**3**	**0**	**1**	**136**	**266**	**49**	**51**



Slika 66. Broj orange i aqua markiranih komaraca uhvaćenih na pojedinim klopkama istraživanoga područja

Markirani orange-komarci zabilježeni su na 29 od 40 postaja. Na 14 postaja zabilježeni su zajedno s aqua-komarcima, a na preostalih 15 kao jedini markirani. S druge strane, aqua-komarci uhvaćeni su na ukupno 20 postaja, od čega je samo šest onih koje su isključivale orange-komarce. Postaje bez ijednog markiranog komarca su: T-3, T-8, T-10, T-101 i T-105.



Slika 67. Prostorna raspodjela markiranih jedinki komaraca (orange i aqua) na pojedinoj postaji istraživanoga područja – prema relativnim udjelima

Slika 67 pokazuje prostornu raspodjelu markiranih jedinki komaraca, gdje se može zamijetiti veći „prodor“ orange-jedinki u smjeru juga i zapada, nego aqua-jedinki u smjeru sjevera i istoka. Od 130 orange-komaraca, njih 22 dospjelo je u klopke „preko ceste“ (Slike 4 i 67), što je 0,19% svih ponovno uhvaćenih orange-komaraca. S druge strane, još je manje aqua-komaraca (20/136) preletjelo prometnicu u smjeru sjevera. Zanimljivo je reći kako je za orange-komarce to značilo prijelaz iz sjevera na jug na devet postaja uglavnom pustinjskoga staništa, gdje su u svima, osim na postaji T-33, zabilježeni mali brojevi jedinki (od 1 do 3). Aqua-komarci koji su prešli iz juga na sjever uhvaćeni su isto na devet postaja, od kojih na postaji T-16 pet jedinki, odnosno T-104 četiri jedinke. Od toga su na prvoj postaji tri jedinke

uhvaćene već prvoga dana uzorkovanja, kao i sve četiri na drugoj postaji (Tablica 31). Obje postaje najbliže su mjestu puštanja aqua-komaraca, pa time i cesti 111.

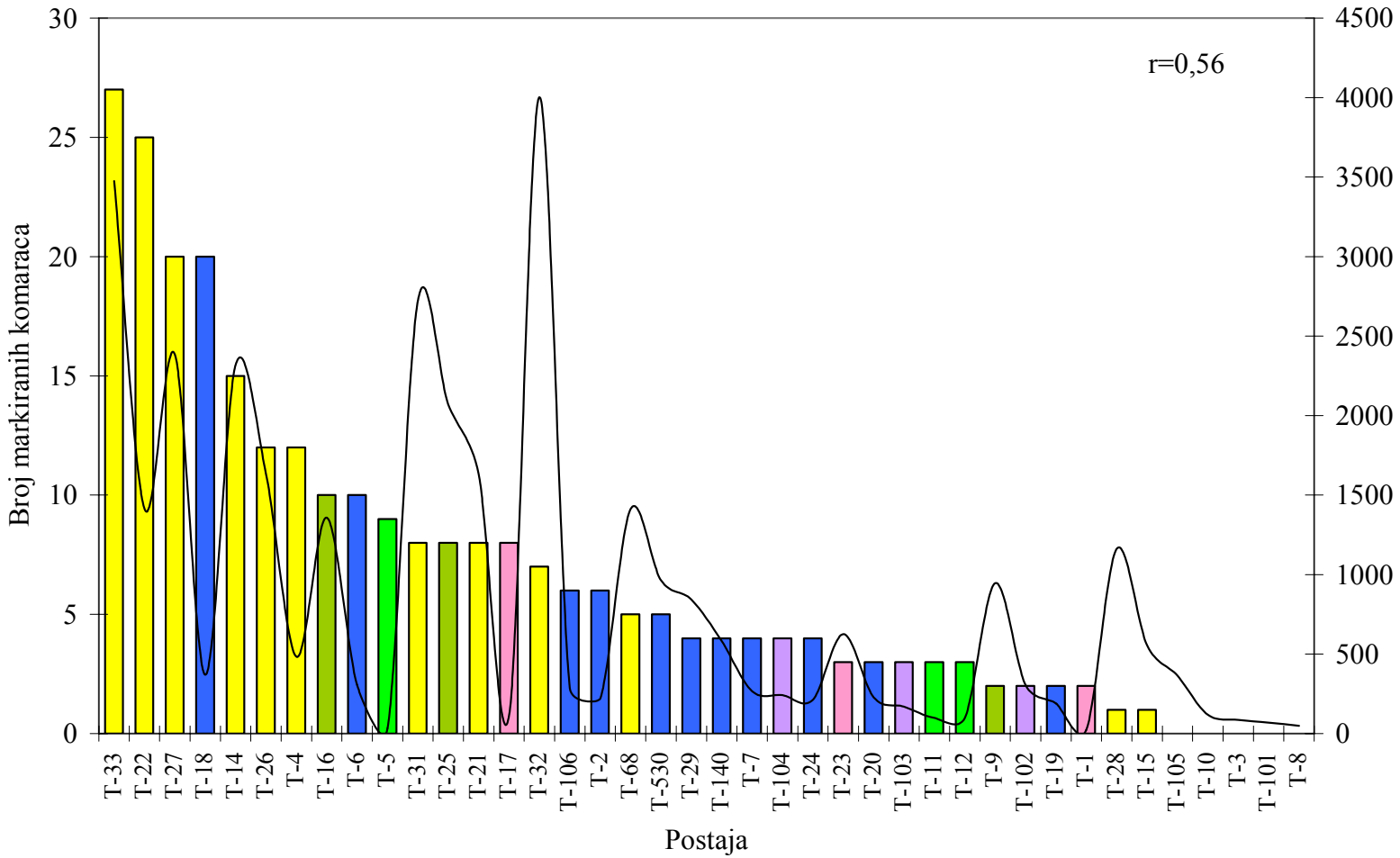
Brzina disperzije orange i aqua-komaraca je različita. Za orange-komarce zbroj ukupnih dnevnih udaljenosti, koje je preletjelo 130 jedinki, iznosio je 138,24 km. Prosječna dnevna udaljenost koju je jedna jedinka preletjela kretala se od 1,57 km (za 1. dan uzorkovanja) do 0,27 km (9. dan uzorkovanja). Prosječna brzina leta orange-komaraca za razdoblje istraživanja iznosila je 1,06 km/dan. Za aqua-komarce zbroj ukupnih dnevnih udaljenosti, koje je preletjelo 136 jedinki, iznosio je 107,01 km. Iz toga proizlazi da su aqua-komarci bili nešto „sporiji“ jer su njihove prosječne brzine iznosile od minimalnih 0,11 km/dan (7. dan) do maksimalnih 1,08 km/dan, pa je prosječna dnevna udaljenost koju je jedna jedinka aqua-komaraca prešla u razdoblju istraživanja iznosila 0,79 km (Tablica 32).

Tablica 32. Ukupan broj prijeđenih kilometara po danu, broj markiranih jedinki i prosječne dnevne prijeđene udaljenosti orange i aqua-komaraca

	Dan uzorkovanja	1.	2.	3.	5.	7.	8.	9.	11.	12.	Σ
orange komarci	Σ km	104,14	23,16	6,40	1,83	0	1,33	1,08	0,31	0	138,24
	broj markiranih jedinki	66	34	17	5	0	3	4	1	0	130
	dnevna prijeđena udaljenost (km/dan)	1,58	0,68	0,38	0,37	0,00	0,44	0,27	0,31	0,00	**1,06**
aqua komarci	Σ km	71,06	26,43	7,43	0,34	0,32	0,74	0,54	0	0,14	107,01
	broj markiranih jedinki	66	43	14	2	3	4	3	0	1	136
	dnevna prijeđena udaljenost (km/dan)	1,08	0,61	0,53	0,17	0,11	0,19	0,18	0	0,14	**0,79**

Treba uzeti u obzir da komarci određene udaljenosti mogu prijeći i indirektnom rutom, pa u tom slučaju gore navedeni rezultati daju prenisku procjenu udaljenosti koju je neka jedinka preletjela u zadanom vremenu.

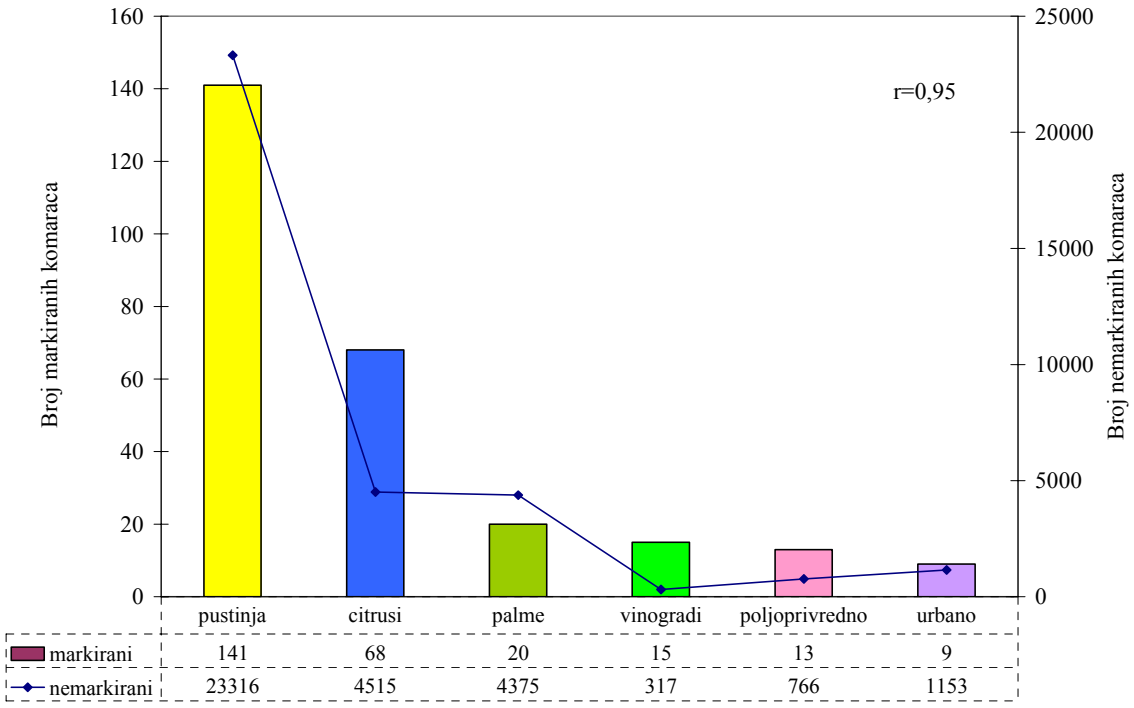
Odnos između ukupnoga broja markiranih komaraca i nemarkiranih komaraca po postajama prikazan je na Slici 68. Utvrđena je statistički vrlo dobra povezanost između markiranih i nemarkiranih komaraca po postajama ($r=0,56$; $df=38$; $p<0,001$).



Slika 68. Odnos između ukupnoga broja markiranih (stupići) i nemarkiranih komaraca (linija) na svim istraživanim postajama – klopkama (boje predstavljaju različita staništa i istovjetne su u svim grafičkim prikazima) (r – koeficijent korelacije)

Ukupno gledajući, među prvih petnaest postaja po brojnosti markiranih komaraca (orange i aqua), devet je onih koje pripadaju pustinjskom staništu. U 12 postaja pustinjskoga staništa uhvaćeno je >50% ukupnoga broja markiranih jedinki. Po dvije postaje vezane su uz stanište citrusa i palme, a po jedna za poljoprivredno stanište i vinograde.

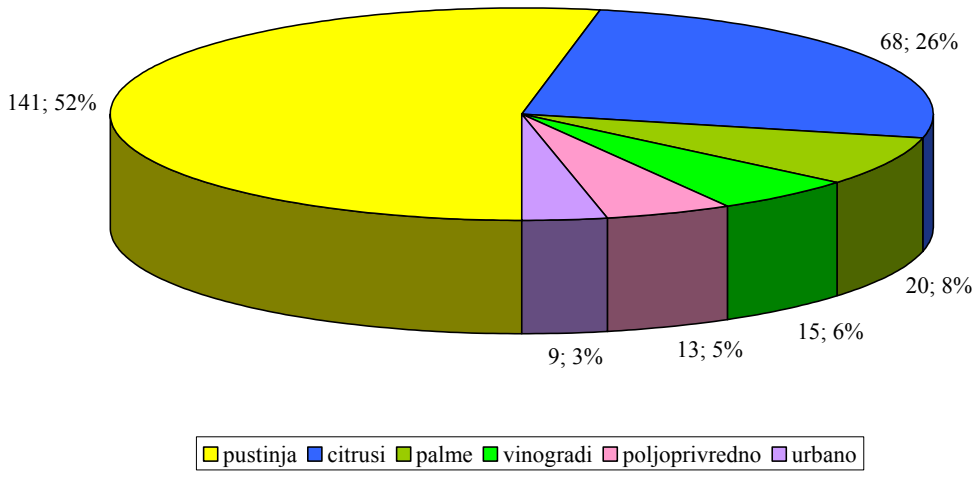
Najviše uhvaćenih markiranih komaraca, ukupno 27, zabilježeno je na postaji T-33, slijedi klopka T-22 s 25 uhvaćenih markiranih jedinki, i postaja T-27 s 20 markiranih jedinki komaraca, jednako kao i na postaji T-18 smještenoj u citrusima. Tom nizu pridodaju se visoki učinci klopki pustinjskoga područja (T-14, T-26 i T-4) u kojima je uhvaćeno 15, odnosno 12 markiranih komaraca u svim danima uzorkovanja zajedno. Pet je klopki u kojima nije uhvaćen ni jedan markirani komarac, ali je i broj nemarkiranih komaraca u njima vrlo mali. Odnos ukupnoga broja markiranih i nemarkiranih komaraca na svim istraživanim postajama prikazan je na Slici 69 i vidljivo je da postoji velik nerazmjer u tom odnosu na postaji T-18, gdje je uhvaćeno mnogo markiranih jedinki, a relativno malo nemarkiranih (369), postaji T-4 (markiranih 12, nemarkiranih 483); postaji T-5 (markiranih 9, nemarkiranih 34) ili postaji T-17 (markiranih 8, nemarkiranih 117). Obrnuto, postaja T-32 s najviše uhvaćenih nemarkiranih komaraca (4002) zabilježila je tek 7 markiranih jedinki u svim danima istraživanja.



Slika 69. Odnos između ukupnoga broja markiranih i nemarkiranih jedinki komaraca na pojedinim staništima (r – koeficijent korelacije)

Kada na Slici 69 promatramo odnos između ukupnoga broja markiranih i nemarkiranih komaraca po staništima, uočavamo da je korelacija izrazito visoka i statistički značajna ($r=0,95$, $df=4$; $p<0,01$).

Odnos broja markiranih jedinki između staništa pokazuje i Slika 70, gdje je vidljiv postotni udio markiranih jedinki u svakom pojedinom staništu.



Slika 70. Broj i postotna zastupljenost markiranih jedinki komaraca u određenom tipu staništa

Pustinja je stanište gdje je u 12 od ukupno 13 klopki uhvaćeno 52% markiranih jedinki komaraca. Klopka T-10 (u blizini urbanog staništa) nije zabilježila ni jednu markiranu jedinku. U 11 od 12 klopki voćnjaka citrusa uhvaćeno je 26% markiranih komaraca. Postaja T-8 navedenoga staništa koja se nalazila u blizini planine bila je bez uhvaćenih markiranih komaraca. Palme, odnosno plantaže datulja su stanište s 8% uhvaćenih markiranih komaraca i to u svakoj od tri postavljene klopke. Slijedi stanište vinograda s 15 jedinki uhvaćenih u klopkama na tri od četiri postaje, gdje klopka T-3, blizu planine na sjeveru istraživanoga područja, nije uhvatila ni jednu markiranu jedinku. Posljednja dva staništa su poljoprivredno, sa 100%-tnim učinkom klopki (3/3) u kojima je skupljeno 13 markiranih komaraca, te urbano

stanište s 9 jedinki uhvaćenih u trima klopkama od ukupno pet raspoređenih unutar naselja Mecca (klopke T-101 i T-105 nisu uhvatile markirane komarce).

Postotak ponovno uhvaćenih markiranih komaraca (orange i aqua) za pustinjsko stanište iznosio je 0,59, za stanište voćnjaka citrusa 0,28, za plantaže datulja 0,08, za vinograde 0,06, za poljoprivredno područje 0,05 i za urbano područje 0,04.

Gledano pojedinačno, postotak ponovno uhvaćenih aqua-komaraca u pojedinom staništu kretao se od 0,00 u staništu vinograda do 0,90 u pustinjskom staništu, dok je postotak ponovno uhvaćenih orange-komaraca u pojedinom staništu iznosio minimalnih 0,03 u urbanom staništu, odnosno maksimalnih 0,55 u staništu voćnjaka citrusa. Rezultat je to rasporeda staništa i klopki na njima, kao i afiniteta komaraca vrste *Cx. tarsalis* prema pojedinom tipu staništa (vegetaciji, poljoprivrednim kulturama, ruralnoj sredini i sl.).

Ukoliko broj markiranih komaraca na pojedinoj postaji prezentiramo kao udio u ukupnom broju uhvaćenih komaraca (markiranih i nemarkiranih) na istoj klopci, dobit ćemo postotak intenziteta uzorkovanja markiranih komaraca svake postaje, što je vidljivo u Tablici 33.

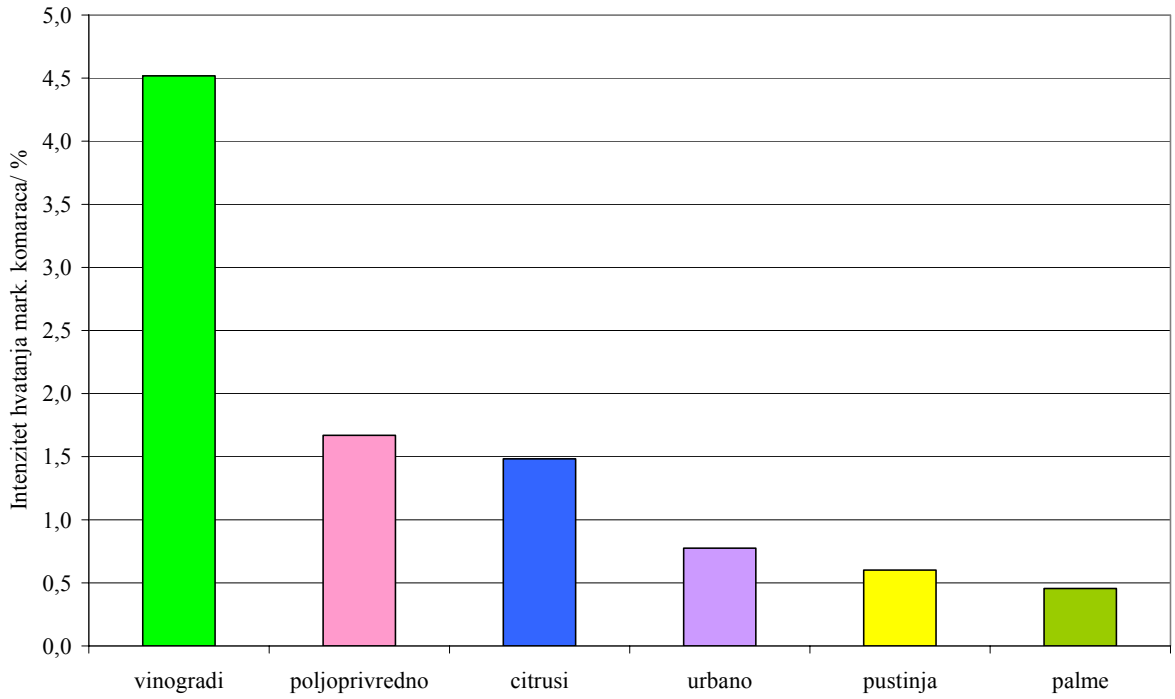
Prvih deset klopki prikazanih u Tablici 33 ima vrijednost intenziteta uzorkovanja markiranih komaraca u rasponu od 2,05% do 20,93%. Potom slijedi sedam klopki u kojima se postotak markiranih komaraca u odnosu na ukupan broj uhvaćenih jedinki kretao u rasponu od 1,05% do 1,84%, te osamnaest klopki s postotkom intenziteta manjim od 1.

Najveći postotak markiranih komaraca u odnosu na ukupan broj uzorkovanih jedinki zabilježen je na postaji T-5, smještenoj u staništu vinograda i udaljenoj 1,1 km od ORANGE-točke puštanja komaraca, gdje je od 43 uhvaćenih jedinki devet bilo orange. Slijede dvije postaje poljoprivrednoga staništa (T-1, T-17) s intenzitetom manjim više od dva, odnosno tri puta (8%, odnosno 6,4%). I ovdje su u pitanju samo orange-komarci i male udaljenosti klopki od ORANGE-točke puštanja (1,79 km i 1,17 km). Dvije postaje staništa citrusa zauzimaju četvrto i peto mjesto po intenzitetu uzorkovanja markiranih komaraca (T-18; 0,82 km i T-6; 0,80 km od ORANGE-točke puštanja). U donjem dijelu tablice, osim klopki u kojima nisu zabilježeni markirani komarci, smještene su klopke s minimalnim postotkom intenziteta markiranih komaraca (i orange i aqua), a veći dio njih odnosi se na klopke pustinjskoga staništa (T-28, T-32, T-15, T-31, T-68). U njima je zabilježena dominacija aqua-jedinki komaraca iako se sve one ne nalaze na maloj udaljenosti od AQUA-točke puštanja komaraca.

Tablica 33. Intenzitet uzorkovanja markiranih komaraca na svakoj pojedinačnoj postaji-klopci

Br. klopke	Tip staništa	Intenzitet / %
T-5	vinova loza	20,93
T-1	polj. kulture	8,00
T-17	polj. kulture	6,40
T-18	citrus	5,14
T-6	citrus	3,16
T-12	vinova loza	2,97
T-11	vinova loza	2,94
T-2	citrus	2,65
T-4	pustinja	2,42
T-106	citrus	2,05
T-24	citrus	1,84
T-22	pustinja	1,74
T-103	urbano	1,73
T-104	urbano	1,63
T-7	citrus	1,48
T-20	citrus	1,30
T-19	citrus	1,05
T-27	pustinja	0,83
T-33	pustinja	0,77
T-16	palma	0,73
T-26	pustinja	0,73
T-140	citrus	0,68
T-102	urbano	0,65
T-14	pustinja	0,64
T-530	citrus	0,52
T-21	pustinja	0,49
T-23	polj. kulture	0,48
T-29	citrus	0,47
T-25	palma	0,38
T-68	pustinja	0,35
T-31	pustinja	0,29
T-9	palma	0,21
T-15	pustinja	0,18
T-32	pustinja	0,17
T-28	pustinja	0,09
T-3	vinova loza	0,00
T-8	citrus	0,00
T-10	pustinja	0,00
T-101	urbano	0,00
T-105	urbano	0,00

Usporedbom udjela markiranih komaraca u ukupnom uzorku uhvaćenih komaraca na pojedinim staništima može se zaključiti kako je intenzitet uzorkovanja markiranih komaraca bio različit za pojedina staništa (Slika 71).



Slika 71. Intenzitet uzorkovanja markiranih komaraca na pojedinom staništu u odnosu na ukupni broj komaraca uhvaćenih u klopkama istoga staništa

Najveći intenzitet hvatanja markiranih komaraca u odnosu na ukupni broj komaraca imaju vinogradi (4,5%), gdje je u samo četiri klopke uhvaćeno 332 komarca, od čega čak 15 markiranih. Slijedi poljoprivredno područje s intenzitetom od 1,7%, te citrusi s 1,5%. Na urbanom staništu samo 0,8% jedinki komaraca pripadalo je onima markiranima. Zanimljivo je da pustinjsko stanište, inače ono s najvećim ukupnim brojem i markiranih (141) i nemarkiranih (23 316) jedinki komaraca, ima vrlo nizak intenzitet hvatanja markiranih komaraca (0,6%). Na posljednjem mjestu po intenzitetu jesu staništa palmi, gdje je od ukupno 4395 jedinki zabilježeno samo 20 markiranih (0,5%).

5.9. Procjena veličine populacije komaraca

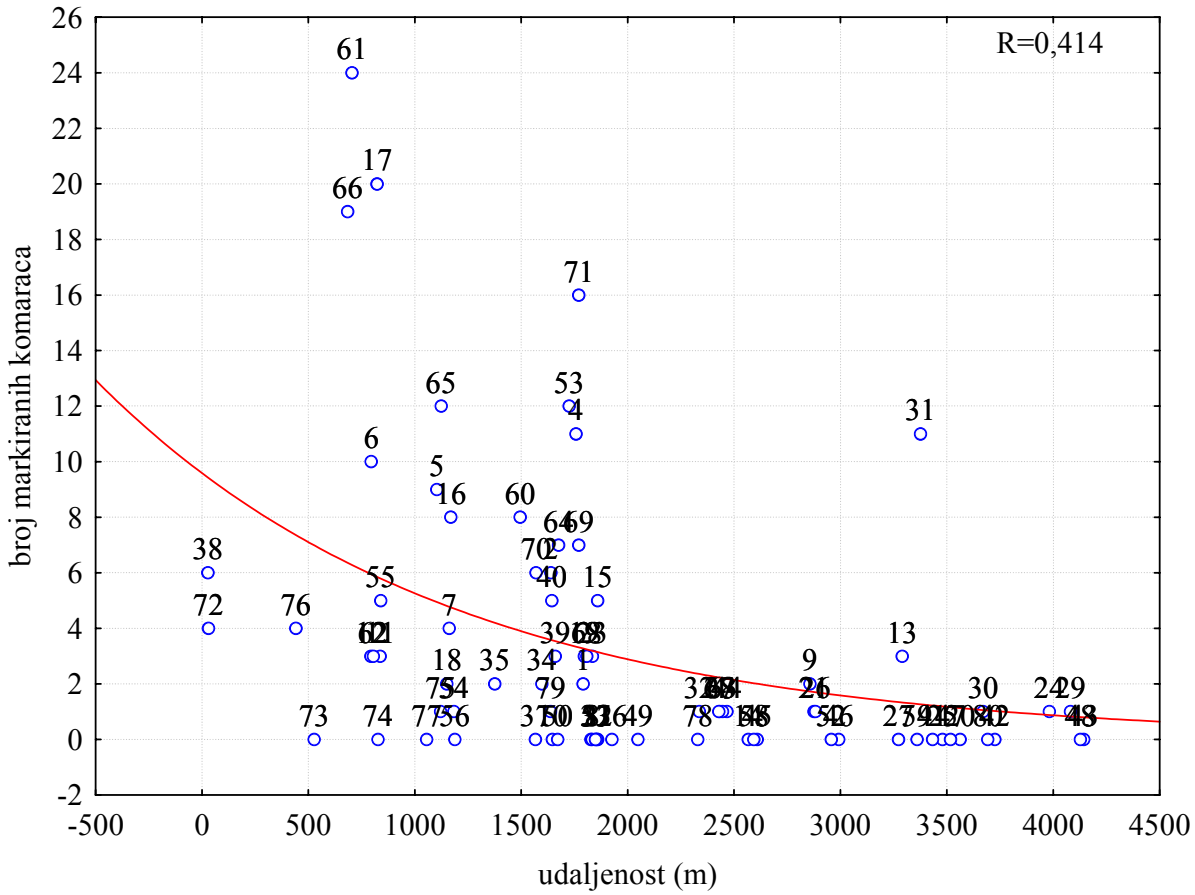
Prema Lincolnovom indeksu procijenjena je veličina populacije komaraca na dan puštanja i iznosila je 3 071 015 jedinki komaraca (Seber, 1982).

5.10. Regresijski modeli gustoće populacije markiranih komaraca

Rezultati nelinearnog regresijskog izjednačenja za univarijatni model $y = \exp(a + bh)$, gdje je y broj markiranih jedinki komaraca na udaljenosti h od točke puštanja komaraca, a a i b su parametri, prikazani su u Tablici 34 i na Slici 72, gdje je vidljivo opadanje broja uhvaćenih markiranih komaraca s udaljenošću od mjesta puštanja markiranih komaraca (uz regresijski koeficijent R=0,414). U ovom istraživanju dobivene su vrijednosti za a =2,261; b =–0,001.

Tablica 34. Vrijednosti empirijskih parametara regresijskog izjednačenja broja markiranih jedinki modelom $y = \exp(a + bh)$, gdje je y broj markiranih jedinki komaraca, h udaljenost točke hvatanja od točke puštanja, a a i b empirijski parametri.

parametar	Procjena	Standardna greška	t-vrijednost; df=78	p-level
a	2,261	0,236	9,560	0,000
b	-0,001	0,000	-3,326	0,001

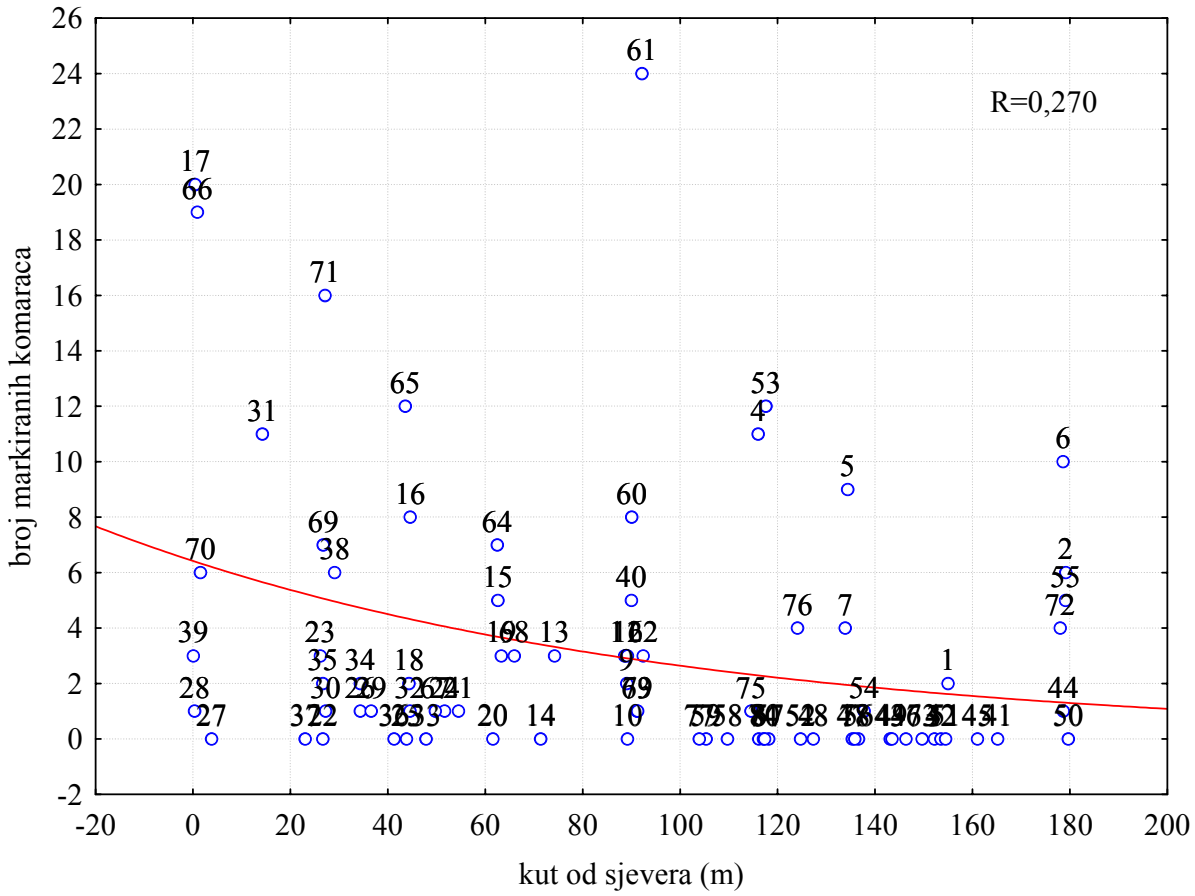


Slika 72. Regresijsko izjednačenje broja markiranih jedinki u funkciji udaljenosti točke hvatanja od točke puštanja (R – regresijski koeficijent)

Rezultati nelinearnog regresijskog izjednačenja za univarijatni model $y = \exp(a + bz)$, gdje je y broj markiranih jedinki komaraca na pojedinoj točki hvatanja kutnog otklona od sjevera z, a a i b su empirijski parametri, prikazani su u Tablici 35 i na Slici 73, gdje je vidljivo da broj markiranih jedinki opada što je kut otklona od sjevera veći (uz regresijski koeficijent R=0,270). Za ovaj model dobivene su vrijednosti za a =1,860 i b =–0,009.

Tablica 35. Vrijednosti parametara regresijskog izjednačenja broja markiranih jedinki modelom $y = \exp(a + bz)$, gdje je y broj markiranih jedinki komaraca na pojedinoj točki hvatanja, z kutni otklon smjera točke puštanja od sjevera za pojedinu točku hvatanja, a a i b empirijski parametri

parametar	Procjena	Standardna greška	t-vrijednost; df=78	p-level
a	1,860	0,224	8,293	0,000
b	-0,009	0,004	-2,465	0,016



Slika 73. Regresijsko izjednačenje broja markiranih jedinki u funkciji kuta otklona smjera točke puštanja od sjevera za pojedinu točku hvatanja (R - regresijski koeficijent)

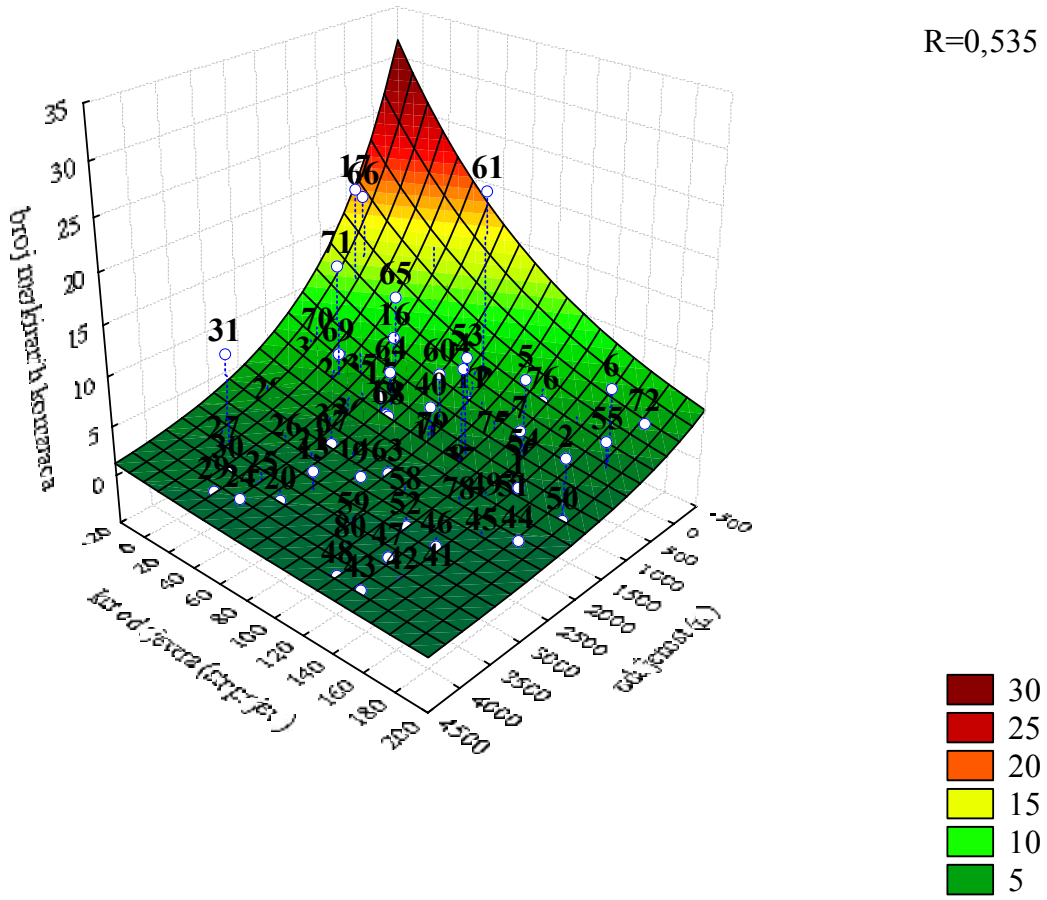
S druge strane, bivarijatni modeli očito objašnjavaju više od ukupne varijabilnosti podataka (što je vidljivo iz vrijednosti korelacijskog indeksa na Slici 74).

Rezultati nelinearnog regresijskog izjednačenja za bivarijatni model $y = \exp(a + bh + cz)$, gdje je y broj markiranih jedinki komaraca na pojedinoj točki hvatanja, h udaljenost te točke od točke puštanja, z kutni otklon smjera točke puštanja od sjevera za pojedinu točku hvatanja, a a, b i c empirijski parametri, prikazani su u Tablici 36 i na Slici 74. Za ovaj model dobivene su vrijednosti: za a =2,965, b =–0,001 i c =–0,008.

Ovaj bivarijatni model objedinjuje dva nezavisna utjecaja na pad broja markiranih jedinki (udaljenost točke hvatanja od točke puštanja i kutni otklon smjera točke puštanja od sjevera za pojedinu točku hvatanja), i sukladno tome objašnjava (R=0,535) znatno više ukupne varijabilnosti od oba gore prikazana univarijatna modela.

Tablica 36. Vrijednosti parametara regresijskog izjednačenja broja markiranih jedinki modelom $y = \exp(a + bh + cz)$, gdje je y broj markiranih jedinki komaraca na pojedinoj točki hvatanja, h udaljenost te točke hvatanja od točke puštanja, z kutni otklon smjera točke puštanja od sjevera za pojedinu točku hvatanja, a a, b i c empirijski parametri

parametar	Procjena	Standardna greška	t-vrijednost; df=78	p-level
a	2,965	0,231	12,856	0,000
b	-0,001	0,000	-4,136	0,000
c	-0,008	0,002	-3,404	0,001



Slika 74. Regresijsko izjednačenje broja markiranih jedinki u funkciji udaljenosti točke hvatanja od točke puštanja komaraca i kutnog otklona smjera točke puštanja od sjevera za pojedinu točku hvatanja (R – regresijski koeficijent)

Odstupanja od modela (reziduali) za dvije točke puštanja ne razlikuju se statistički značajno (prema rezultatima t-testa, vidi Tablicu 37), što znači da nije bilo razlike u disperziji (ovisnoj o udaljenosti i kutnom otklonu) između orange i aqua-komaraca.

Tablica 37. T-test aritmetičkih sredina reziduala oko bivarijatnog nelinearnog modela, standardna devijacija i značajnost razlika među 40 točaka ($p<0,05$) za dvije točke puštanja (ORANGE i AQUA)

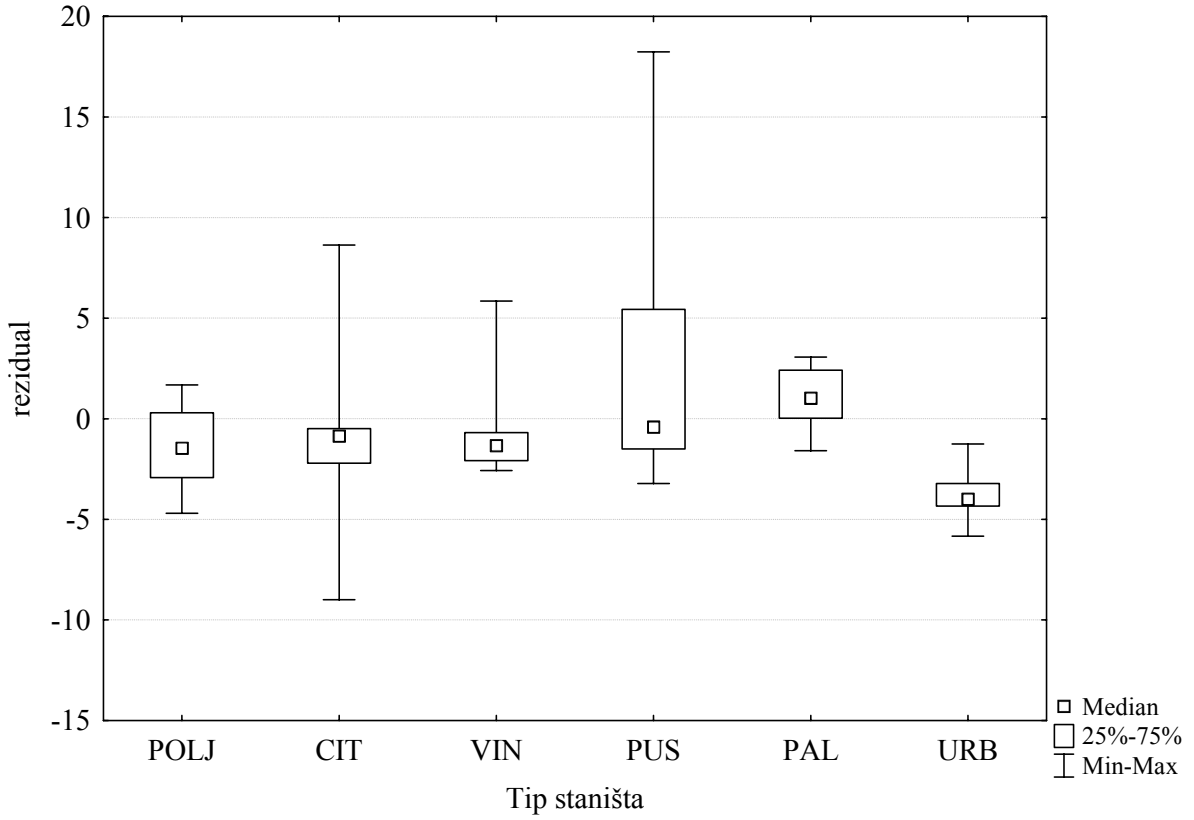
	N - ORANGE	N - AQUA	Aritm. sred. - ORANGE	Aritm. sred. - AQUA	Std.dev. - OR	Std.dev. - AQ	t-value	df	p
rezidual	40	40	-0,498	0,397	4,036	4,426	-0,945	78,000	0,348

Deskriptivna statistička analiza odstupanja od bivarijatnog modela tijekom cijeloga razdoblja istraživanja razvrstanih prema tipovima staništa prikazana je u Tablici 38.

Tablica 38. Deskriptivna statistička analiza odstupanja od bivarijatnog modela razvrstanih prema tipovima staništa (sve vrijednosti (osim veličine uzorka N koja označava broj klopki u pojedinom tipu staništa) iskazane su brojem jedinki, ali relativno u odnosu na broj jedinki izračunat bivarijatnim modelom)

	REZIDUAL	REZIDUAL	REZIDUAL	REZIDUAL	REZIDUAL	REZIDUAL
Tip staništa	N	Aritm. sredina	Std.dev.	Std.greška	Minimum	Maksimum
POLJ	6	-1,430	2,336	0,954	-4,693	1,684
CIT	24	-0,597	3,570	0,729	-8,992	8,636
VIN	8	-0,615	2,715	0,960	-2,578	5,852
PUS	26	2,141	5,379	1,055	-3,216	18,238
PAL	6	0,993	1,697	0,693	-1,587	3,069
URB	10	-3,787	1,211	0,383	-5,838	-1,252
Σ	80	-0,051	4,232	0,473	-8,992	18,238

Iz Slike 75, vidi se da se staništa razlikuju po brojnosti jedinki i opaženom rasponu vrijednosti reziduala.



Slika 75. Odstupanja od bivarijatnog modela u broju markiranih komaraca razvrstana prema staništima šireg područja naselja Mecca

Analiza varijance (ANOVA) pokazala je značajne razlike u brojnosti komaraca (reprezentiranoj odstupanjima od bivarijatnog modela) među različitim tipovima staništa (Tablica 39).

Tablica 39. Rezultati analize varijance za odstupanja (reziduale) od bivarijatnog modela ($p<0,05$) prema različitim tipovima staništa (crveni brojevi označavaju statistički značajne razlike)

	SS	df	MS	SS	df	MS	F	p
	Effect	Effect	Effect	Error	Error	Error		
rezidual	292,125	5,000	58,425	1122,978	74,000	15,175	3,850	0,004

LSD-testom utvrđene su statistički značajne razlike u brojnosti komaraca (reprezentiranoj odstupanjima od bivarijatnog modela) između pojedinih staništa, i to:

1) na pustinjskom staništu, na kojemu je zabilježena ukupno najveća brojnost komaraca (reprezentirana odstupanjima od bivarijatnog modela), ona je značajno veća nego na poljoprivrednom staništu, u citrusima, te u urbanom staništu;
2) u urbanom staništu, na kojemu je zabilježena ukupno najmanja brojnost komaraca (reprezentirana odstupanjima od bivarijatnog modela), ona osim što je značajno manja od one u pustinjskom staništu, još je i značajno manja od brojnosti u staništu citrusa i plantaža datulja.

Vinogradi su jedino stanište koje se po broju jedinki ne razlikuje značajno ni od kojeg drugog staništa, dok se sva druga staništa značajno razlikuju po broju jedinki od jednog, dva ili čak tri staništa (Tablica 40).

Tablica 40. Rezultati LSD-testa značajnosti razlika u odstupanjima od bivarijatnog modela između različitih tipova staništa. Crveni brojevi označavaju statistički značajne razlike ($p<0,05$)

Tip staništa	Aritm. sredina	POLJ	CIT	VIN	PUS	PAL	URB
POLJ	-1,430						
CIT	-0,597	0,641					
VIN	-0,615	0,700	0,991				
PUS	2,141	0,047	0,015	0,084			
PAL	0,993	0,285	0,374	0,447	0,517		
URB	-3,787	0,245	0,033	0,090	0,000	0,020	

Korelacija između odstupanja od bivarijatnog modela i postotnog udjela pojedinog tipa staništa na svakoj postaji prikazana je u Tablici 41. Vidljivo je kako odstupanje od modela u broju markiranih jedinki (rezidual) značajno raste ($p=0,000$) s porastom udjela pustinje ($r=0,422$), a značajno opada ($p=0,001$) s porastom udjela urbanog područja ($r=–0,359$) u okolici točke hvatanja komaraca, dok o udjelu poljoprivrednih površina, voćnjaka citrusa, vinograda i plantaža datulja ne ovisi statistički značajno.

Tablica 41. Korelacije (r – koeficijent korelacije, p – vjerojatnost od r) odstupanja od bivarijatnog modela i postotnog udjela pojedinog staništa u okolici točke hvatanja. Crveni brojevi označavaju statistički značajne razlike (p<0,05)

	%POLJ	%CIT	%VIN	%PUS	%PAL	%URB
rezidual	-0,053	-0,125	-0,107	0,422	0,107	-0,359
p	0,640	0,270	0,346	0,000	0,346	0,001

Istraživanje na području Grada Osijeka

Istraživanje migracija poplavnih vrsta komaraca iz područja Kopačkoga rita na područje Grada Osijeka obavljeno je u razdoblju od 27. travnja do 9. svibnja 2004. godine CMRR metodom.

U deset dana uzorkovanja ukupno je uhvaćena i analizirana 582 471 jedinka komarca. Maksimalan broj komaraca u klopkama zabilježen je na postajama istočnoga dijela Grada Osijeka. Markirani komarci pronađeni su na 12 postaja koje su bile raspoređene na udaljenosti od 0,95 km do 11,68 km od mjesta puštanja komaraca. Postotak ponovno uhvaćenih komaraca iznosio je 0,044% (54% *Oc*. *sticticus*, 32% *Ae*. *vexans* i 14% *Oc*. *caspius*). Vrijednosti uzoraka interpolirane su korištenjem „obične kriging" metode u GIS-paketu ILWIS. Rezultati interpolacije vizualizirani su i analizirani za prosječan broj komaraca i glavne smjerove migracija. Brzina vjetra imala je velik utjecaj na disperziju komaraca i njihovu brojnost u klopkama, što potvrđuje visoki stupanj korelacije, $r=0,82$ ($df=8$; $p<0,005$).

5.11. Raspodjela komaraca u različitim tipovima staništa

Kategorije staništa, geografske koordinate postaja u različitim staništima i ukupan broj komaraca uhvaćen u klopkama tijekom cijeloga istraživanja prikazani su u Tablici 42. Pet je kategorija staništa koje su označene različitim bojama. Najveći broj klopki bio je postavljen u poljoprivrednom staništu (17), devet klopki pripadalo je urbanom staništu (22,5% udjela), a pet na poplavnom staništu (12,5% udjela). Slijede dva tipa kombiniranoga staništa: urbano u okružju poljoprivrednih površina (5 postaja), te urbano područje uz rijeku Dravu, gdje su postavljene četiri klopke (10%).

Tablica 42. Ukupan broj komaraca na postajama kategoriziranim prema tipu staništa

Br. klopke	Koordinate	Stanište	Br. komaraca
T-17	6567490; 5044880	poplavno	92233
T-26	6566941; 5043288	poplavno	89580
T-8	6557390; 5047120	poplavno	70805
T-16	6563092; 5044259	poplavno	55633
T-38	6560090; 5045740	poplavno	44829
Σ		5 postaja; 12,5% udjela	**353080**
T-35	6559246; 5036171	poljoprivredno	32563
T-24	6563820; 5042830	poljoprivredno	18482
T-33	6561710; 5039120	poljoprivredno	15910
T-29	6561330; 5040770	poljoprivredno	15377
T-21	6557590; 5043350	poljoprivredno	10085
T-1	6547143; 5048914	poljoprivredno	6550
T-39	6561271; 5035115	poljoprivredno	6530
T-22	6559434; 5043823	poljoprivredno	4420
T-23	6561057; 5043034	poljoprivredno	4257
T-31	6557409; 5038527	poljoprivredno	4073
T-20	6554860; 5043502	poljoprivredno	3699
T-10	6548431; 5045224	poljoprivredno	2072
T-34	6563510; 5038770	poljoprivredno	1580
T-37	6563284; 5036864	poljoprivredno	1506
T-36	6561663; 5037297	poljoprivredno	1198
T-9	6546760; 5045549	poljoprivredno	809
T-2	6544503; 5047311	poljoprivredno	479
Σ		17 postaja; 42,5% udjela	**129590**
T-25	6565732; 5042945	urbano	44195
T-14	6556915; 5045701	urbano	7524
T-28	6559400; 5040610	urbano	6310
T-27	6557208; 5041774	urbano	1844
T-5	6550731; 5047350	urbano	1047
T-13	6555163; 5045174	urbano	989
T-12	6553093; 5045222	urbano	983
T-30	6548529; 5041788	urbano	811
T-4	6548307; 5047280	urbano	133
Σ		9 postaja; 22,5% udjela	**63836**
T-40	6561270; 5044152	urbano uz vodu	8470
T-15	6559145; 5044921	urbano uz vodu	6129
T-7	6554929; 5047190	urbano uz vodu	4845
T-6	6553059; 5047228	urbano uz vodu	424
Σ		4 postaje; 10% udjela	**19868**
T-32	6559230; 5038790	urbano uz poljoprivredno	8823
T-19	6553034; 5043433	urbano uz poljoprivredno	3399
T-18	6549600; 5043010	urbano uz poljoprivredno	3371
T-11	6550408; 5045310	urbano uz poljoprivredno	334
T-3	6546750; 5047360	urbano uz poljoprivredno	170
Σ		5 postaja; 12,5% udjela	**16097**

5.12. Statistička analiza – nemarkirani uzorak

Deskriptivna statistička analiza na ukupnom uzorku komaraca tijekom cijeloga razdoblja istraživanja prikazana je u Tablici 43.

Tablica 43. Deskriptivna statistika

Tip staništa	Broj klopki	Aritm. sredina	Std.dev.	Std.greška	Minimum	Maksimum
POPL	5	70616,000	20714,870	9263,972	44829	92233
POLJ	17	7622,941	8552,099	2074,189	479	32563
URB	9	7092,889	14159,623	4719,874	133	44195
URB_VOD	4	4967,000	3380,088	1690,044	424	8470
POLJ_URB	5	3219,400	3502,854	1566,524	170	8823
Σ	40	14561,775	24081,264	3807,582	133	92233

Za utvrđivanje značajne razlike u ukupnom broju jedinki komaraca među staništima (5) korištena je analiza varijance (ANOVA). Utvrđena je statistički značajna razlika među staništima (Tablica 44).

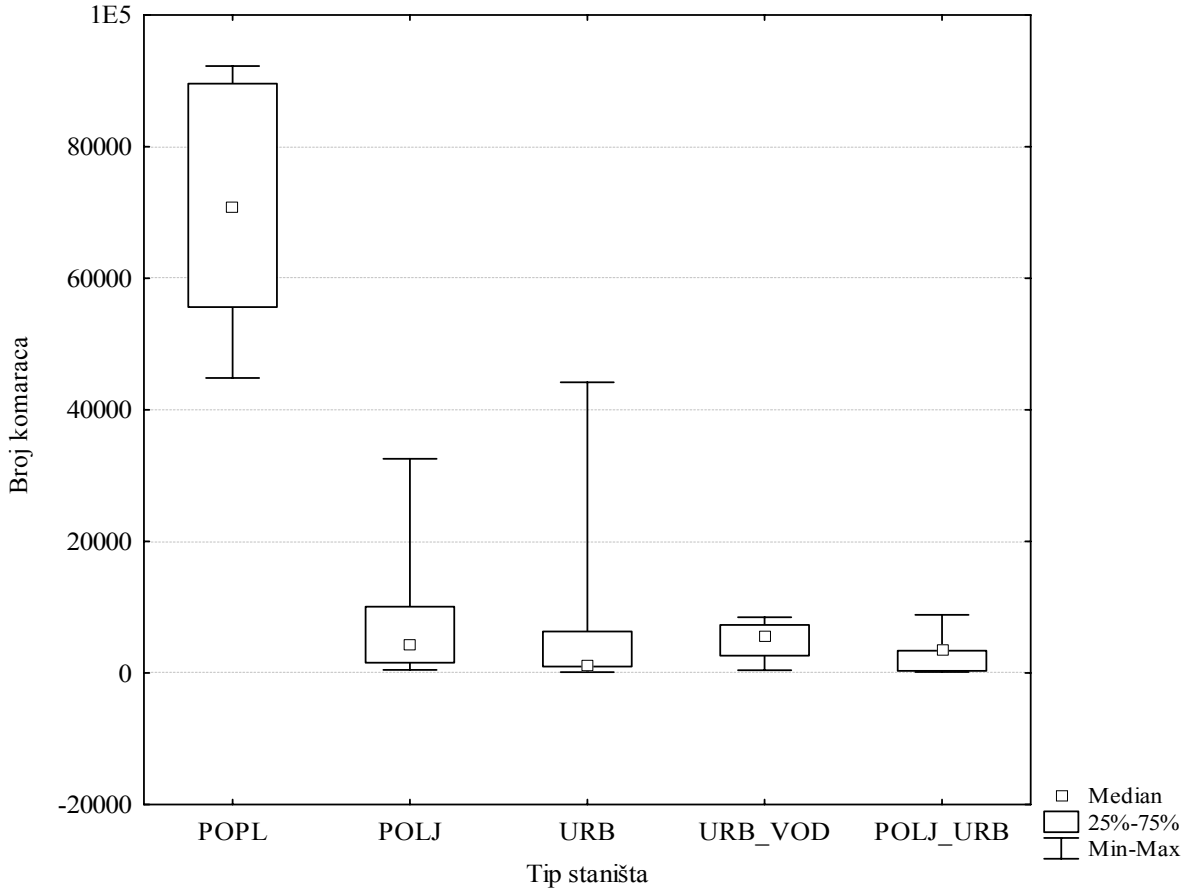
Tablica 44. Rezultati analize varijance ukupnoga broja jedinki komaraca na svim postajama na području Grada Osijeka ($p<0,05$) – crveni brojevi označavaju statistički značajne razlike

	SS	df	MS	SS	df	MS	F	p
	Effect	Effect	Effect	Error	Error	Error		
N-total	18042431273,945	4,000	4510607818,486	4573952031,030	35,000	130684343,744	34,515	0,000

LSD-testom testirana je značajnost razlika među pojedinim staništima, pri čemu je dokazano da se u ukupnom broju uhvaćenih komaraca, poplavno područje značajno razlikuje od svih ostalih staništa (poljoprivredno, urbano, urbano uz vodu i urbano uz poljoprivredno), a koja se opet između sebe ne razlikuju statistički značajno (Tablica 45, Slika 76).

Tablica 45. Rezultati LSD-testa značajnosti razlika u ukupnom broju komaraca između staništa na području Grada Osijeka ($p < 0,05$) – crveni brojevi označavaju statistički značajne razlike

Tip staništa	Aritm. sredina	POPL	POLJ	URB	URB_VOD	POLJ_URB
POPL	70616					
POLJ	7622,9	0,000000				
URB	7092,9	0,000000	0,911087			
URB_VOD	4967	0,000000	0,678448	0,758804		
POLJ_URB	3219,4	0,000000	0,454021	0,547453	0,821058	



Slika 76. Ukupan broj komaraca skupljenih u klopkama pojedinih staništa Grada Osijeka u travnju i svibnju 2004. godine

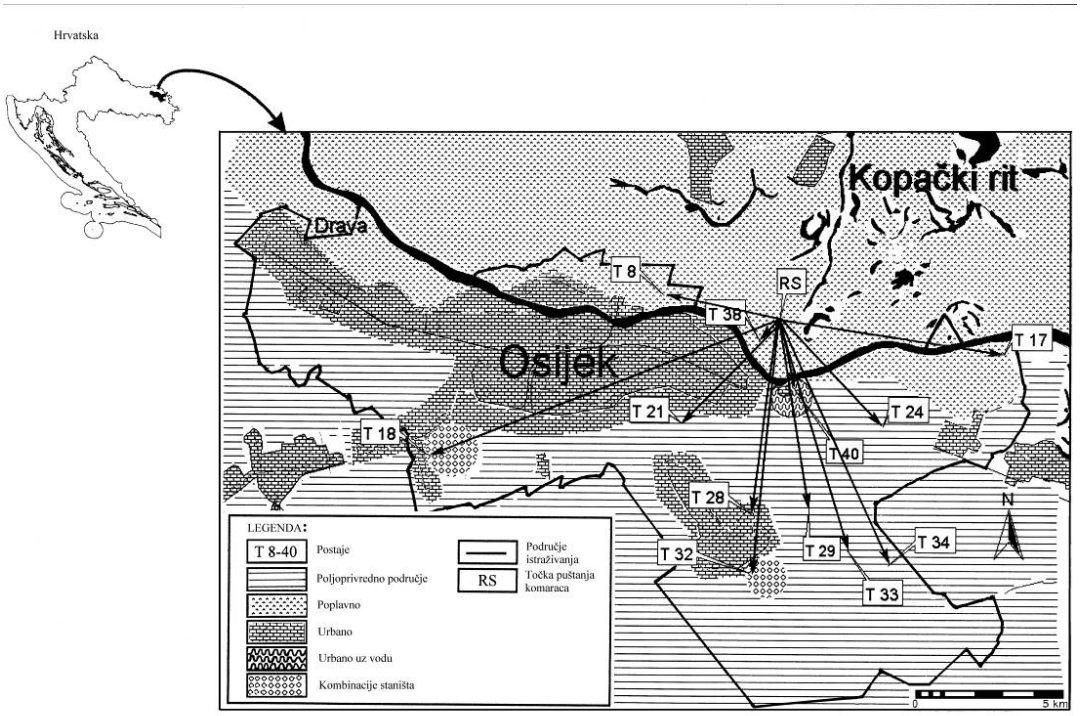
Iz Slike 76 i Tablice 43 vidljivo je da se staništa razlikuju po brojnosti jedinki komaraca i opaženom rasponu vrijednosti. Broj komaraca u klopkama na poplavnom području varirao je

tijekom istraživanoga razdoblja od 44 829 do 92 233 jedinki. U poljoprivrednom području ukupan broj uhvaćenih komaraca kretao se u rasponu od 479 do 32 563 jedinke, a u urbanom staništu najmanji broj komaraca iznosio je 133, a najveći broj 44 195 jedinki. Kombinirana staništa imala su najmanje raspone vrijednosti: urbano uz vodu od 424 do 8470 jedinki, a urbano uz poljoprivredno od 170 do 8823 jedinke komaraca.

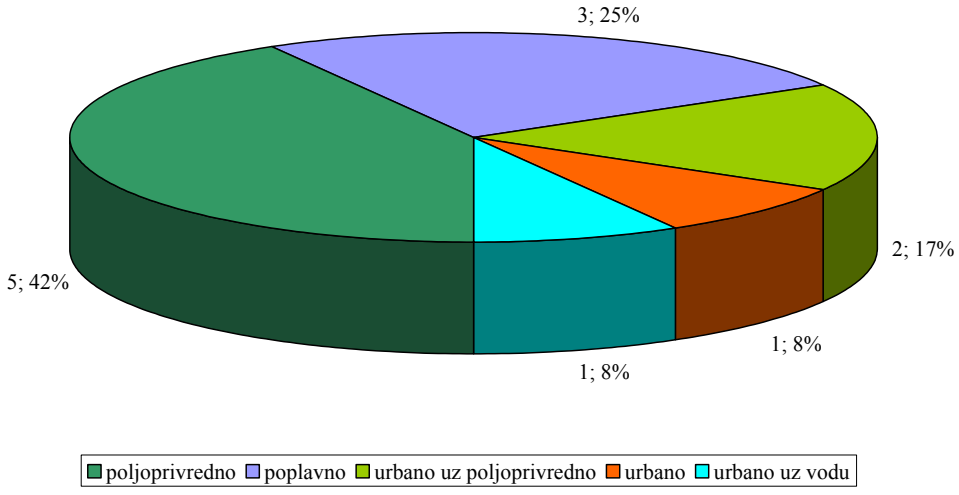
5.13. Sastav vrsta i broj ponovno uhvaćenih – markiranih komaraca

Od ukupno 50 000 markiranih komarca na početku istraživanja, ponovno su uhvaćena 22 komarca. Riječ je o vrstama: *Oc*. *sticticus*, *Ae*. *vexans* i *Oc*. *caspius* čine redom 54%, 32%, odnosno 14%-tnu zastupljenost među uhvaćenim markiranim komarcima.

Markirani komarci pronađeni su na dvanaest postaja, od čega je pet bilo na poljoprivrednom području (T-21, T-24, T-29, T-33, T-34), što iznosi 42% u udjelu svih dvanaest postaja. Na poplavnom su području markirani komarci uhvaćeni na trima postajama (T-8, T-17, T-38), potom na dvjema postajama manjeg urbanog područja u okružju poljoprivrednih površina (T-18, T-32) i na po jednoj postaji urbanoga (T-28) i urbanoga područja u neposrednoj blizini rijeke Drave (T-40), (Slike 77 i 78).

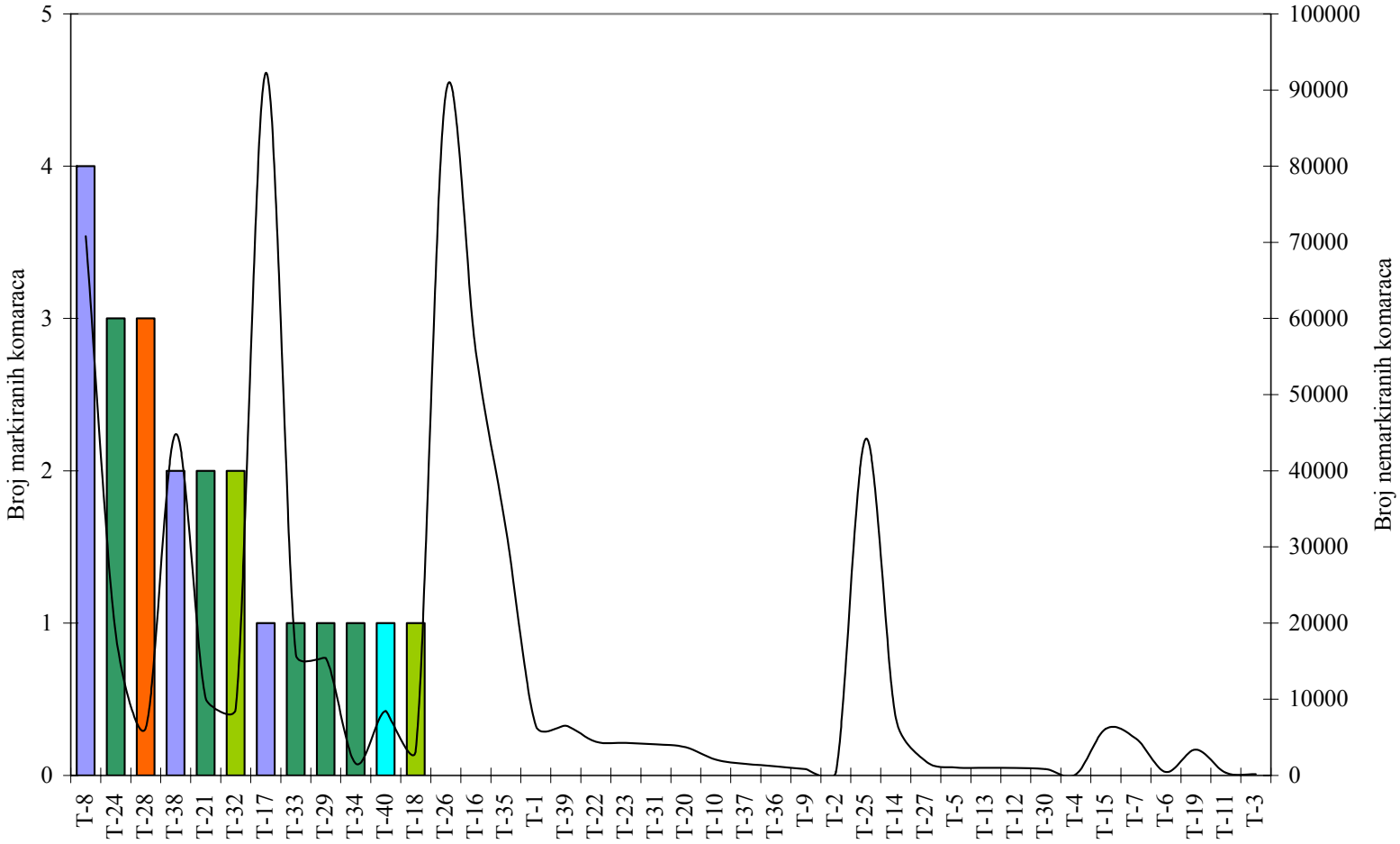


Slika 77. Staništa područja istraživanja i postaje na kojima su uhvaćeni markirani komarci



Slika 78. Broj postaja na kojima su uhvaćeni markirani komarci i udio tih postaja u ukupnom broju postaja s markiranim komarcima

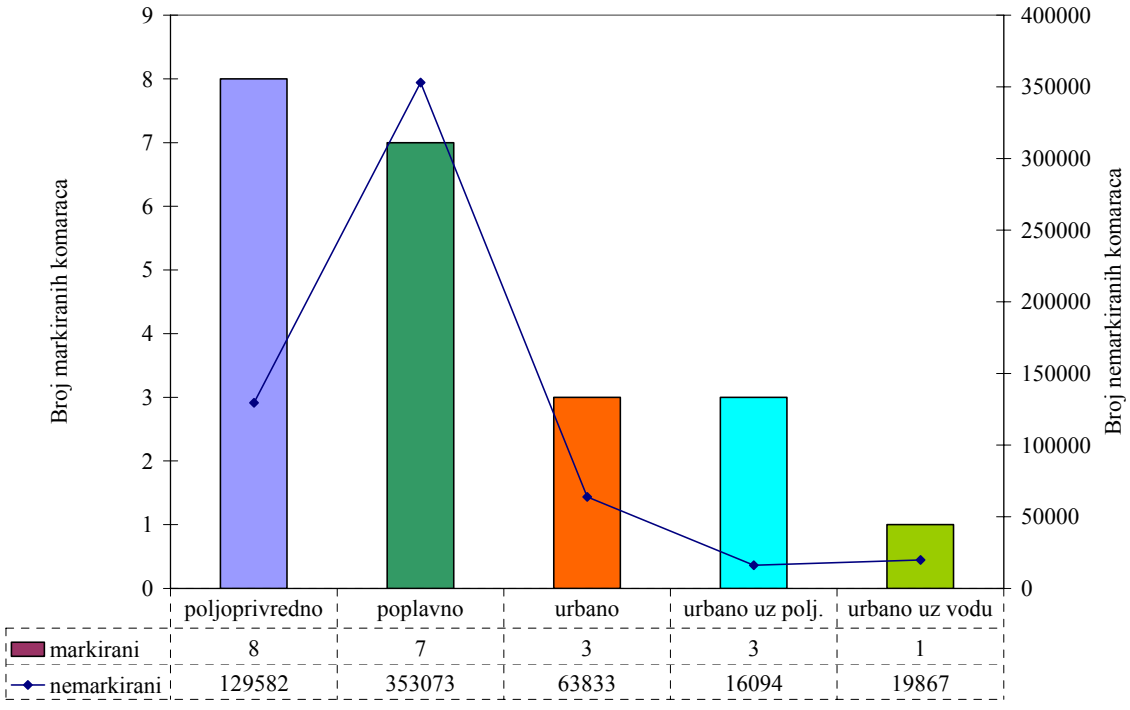
Odnos između ukupnoga broja markiranih i nemarkiranih komaraca po postajama prikazuje Slika 79, gdje je vidljivo da većina postaja koje su zabilježile velike vrijednosti ukupnoga broja komaraca nisu uhvatile markirane komarce.



Slika 79. Odnos između ukupnoga broja markiranih (stupići) i nemarkiranih komaraca (linija) na svim istraživanim postajama - klopkama na području Grada Osijeka

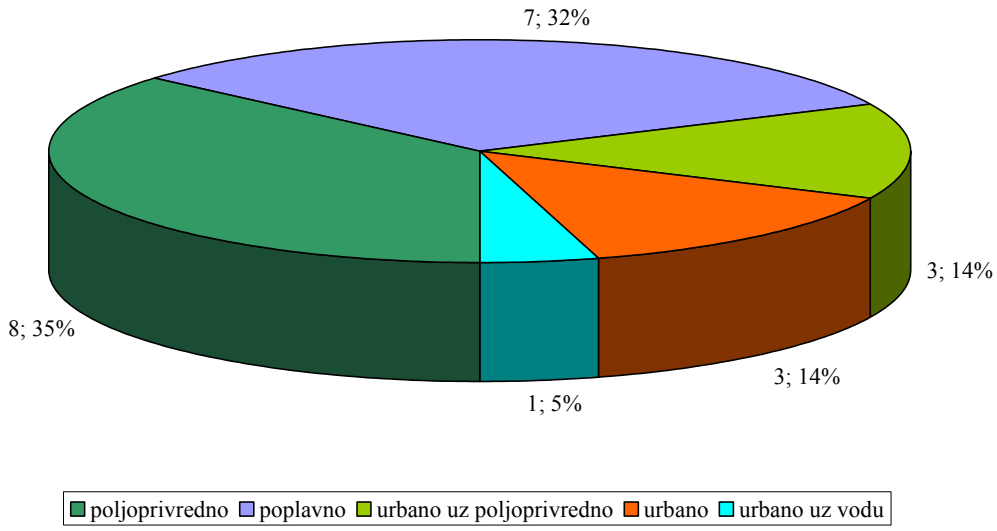
(boje predstavljaju različita staništa i istovjetne su u svim grafičkim prikazima za istraživanje u Osijeku)

Postaja koja dominira po broju uhvaćenih markiranih komaraca (T-8) jest ona u kategoriji poplavnoga područja i bila je udaljena samo 0,95 km od mjesta puštanja komaraca. Ondje su uhvaćene četiri markirane i 70 801 nemarkirana jedinka komarca. Na tri postaje poplavnoga područja ukupno je uhvaćeno sedam markiranih komaraca, od čega dva komarca na postaji T-38 i jedan na postaji T-17. Upravo je na postaji T-17 zabilježen najveći broj nemarkiranih komaraca (92 232). Najproduktivnija klopka unutar kategorije poljoprivrednoga zemljišta bila je ona na postaji T-24, gdje su ukupno uhvaćene tri markirane jedinke. Ta kategorija staništa najbrojnija je po količini uhvaćenih markiranih komaraca (35%). Od ukupno devet postaja urbanoga područja samo su na postaji T-28 uhvaćena tri markirana komarca. Na postaji T-40 uhvaćena je jedna markirana jedinka i 8469 nemarkiranih komaraca. Jedan markirani komarac vrste *Oc. sticticus* uhvaćen je na kombiniranom staništu (urbano + poljoprivredno) na najudaljenijoj postaji T-18 (Slike 77 i 79). Promatramo li Sliku 80, možemo uočiti da je povezanost između ukupnoga broja markiranih i nemarkiranih komaraca na pojedinim staništima dobra (r=0,73), ali ne i statistički značajna.



Slika 80. Odnos između ukupnoga broja markiranih i nemarkiranih jedinki komaraca na pojedinim staništima

Odnos broja markiranih jedinki između staništa pokazuje i Slika 81, gdje je jasno vidljiv postotni udio markiranih jedinki u svakom pojedinom staništu.



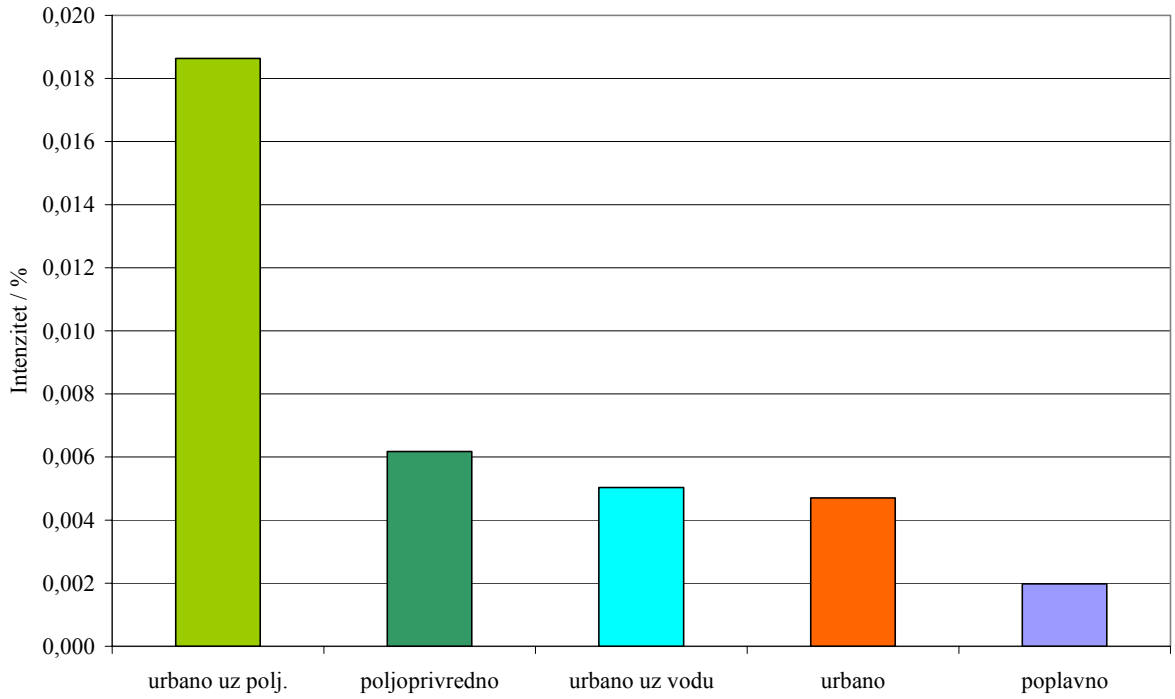
Slika 81. Broj i postotna zastupljenost markiranih komaraca prema kategorijama staništa

Ukoliko broj markiranih komaraca na pojedinoj postaji prezentiramo kao udio u ukupnom broju uhvaćenih komaraca (markiranih i nemarkiranih) na istoj klopci, dobit ćemo postotak intenziteta uzorkovanja markiranih komaraca svake postaje, što je vidljivo u Tablici 46.

Svih dvanaest klopki imaju vrlo male vrijednosti intenziteta uzorkovanja markiranih komaraca daleko ispod 1%. Najveći postotak (0,063%) markiranih komaraca u odnosu na ukupan broj uzorkovanih jedinki zabilježen je na postaji T-34 poljoprivrednoga staništa. Slijedi postaja urbanoga staništa (T-28) s intenzitetom 0,048%. Čak sedam od dvanaest postaja bilo je vezano uz poljoprivredno područje ili kombinaciju tog staništa i urbane sredine. Klopke s minimalnim postotkom intenziteta uzorkovanja markiranih komaraca bile su one poplavnoga staništa, što iznenađuje s obzirom da je na tom staništu ukupno uhvaćeno najviše komaraca.

Tablica 46. Intenzitet uzorkovanja markiranih komaraca na svakoj pojedinačnoj postaji-klopci

Br. klopke	Tip staništa	Intenzitet / %
T-34	poljoprivredno	0,063
T-28	urbano	0,048
T-18	urbano uz polj.	0,030
T-32	urbano uz polj.	0,023
T-21	poljoprivredno	0,020
T-24	poljoprivredno	0,016
T-40	urbano uz vodu	0,012
T-29	poljoprivredno	0,007
T-33	poljoprivredno	0,006
T-8	poplavno	0,006
T-38	poplavno	0,004
T-17	poplavno	0,001
T-26	poplavno	0
T-16	poplavno	0
T-35	poljoprivredno	0
T-1	poljoprivredno	0
T-39	poljoprivredno	0
T-22	poljoprivredno	0
T-23	poljoprivredno	0
T-31	poljoprivredno	0
T-20	poljoprivredno	0
T-10	poljoprivredno	0
T-37	poljoprivredno	0
T-36	poljoprivredno	0
T-9	poljoprivredno	0
T-2	poljoprivredno	0
T-25	urbano	0
T-14	urbano	0
T-27	urbano	0
T-5	urbano	0
T-13	urbano	0
T-12	urbano	0
T-30	urbano	0
T-4	urbano	0
T-15	urbano uz vodu	0
T-7	urbano uz vodu	0
T-6	urbano uz vodu	0
T-19	urbano uz polj.	0
T-11	urbano uz polj.	0
T-3	urbano uz polj.	0



Slika 82. Intenzitet uzorkovanja markiranih komaraca na pojedinom staništu u odnosu na ukupni broj komaraca uhvaćenih u klopkama istoga staništa

Usporedbom udjela markiranih komaraca u ukupnom uzorku uhvaćenih komaraca na pojedinim staništima može se zaključiti kako je intenzitet uzorkovanja markiranih komaraca bio različit za pojedina staništa (Slika 82).

Najveći intenzitet hvatanja markiranih komaraca u odnosu na ukupni broj komaraca ima urbano područje u okolici poljoprivrednih površina (0,019%). Slijedi poljoprivredno područje s tri puta manjim intenzitetom (0,006%), te urbano područje u neposrednoj blizini rijeke Drave, gdje je od 19 868 jedinki samo jedna bila markirana. Na urbanom je staništu sličan omjer markiranih jedinki prema ukupnom uzorku komaraca (0,005%). Slično kao i u istraživanju provedenom u Americi, i ovdje je na začelju stanište s najvećim ukupnim brojem komaraca (poplavno područje).

5.14. Disperzija komaraca

Brzina disperzije komaraca različita je za pojedinu vrstu. Dvanaest jedinki vrste *Oc. sticticus* uhvaćeno je na osam postaja u rasponu od prvog do šestog dana istraživanja. Ukupna udaljenost koju je pojedina jedinka navedene vrste prešla unutar istraživanja kretala se od 2,21 km južno do 11,68 km jugozapadno od točke puštanja. Zbroj ukupnih dnevnih udaljenosti koje je preletjelo 12 jedinki vrste *Oc. sticticus* iznosio je 31,24 km. Prosječna dnevna udaljenost koju je jedna jedinka preletjela kretala se od 0,59 km (6. dan uzorkovanja) do 4,78 km (za 1. dan uzorkovanja). Prosječna brzina leta tih komaraca za razdoblje istraživanja iznosila je 2,6 km/dan (Tablica 47).

Druga vrsta po zastupljenosti uhvaćenih markiranih jedinki je vrsta *Ae. vexans*. Sedam jedinki uhvaćeno je na šest postaja u razdoblju od trećeg do desetog dana istraživanja. Minimalna udaljenost koju je preletjela jedinka navedene vrste iznosi 0,95 km, a maksimalna 7,7 km južno od točke puštanja. Za komarce vrste *Ae. vexans* zbroj ukupnih dnevnih udaljenosti, koje je preletjelo 7 jedinki, iznosio je 6,74 km. Iz toga proizlazi da su ti komarci bili „sporiji“ jer su njihove prosječne brzine iznosile od minimalnih 0,31 km/dan (7. dan) do maksimalnih 2,27 km/dan (3. dan), pa je prosječna dnevna udaljenost koju je jedna jedinka vrste *Ae. vexans* prešla u razdoblju istraživanja iznosila 0,96 km (Tablica 47).

Tri markirane jedinke vrste *Oc. caspius* zabilježene su na dvije postaje istraživanoga područja grada, a u prva četiri dana prešle su 10,8 km. Dvije jedinke su već prvoga dana uhvaćene na udaljenosti od 4,4 km, dok je jedna jedinka četvrtoga dana uhvaćena na udaljenosti od 8,01 km od točke puštanja. U rasponu prosječnih udaljenosti, vrijednost 3,6 km/dan izračunata je kao prosječna brzina koju je u navedenom istraživanju postigla vrsta *Oc. caspius*. Iako najmanje brojna, vrsta je najbrže preletjela određenu udaljenost (Tablica 47).

Tablica 47. Ukupan broj prijeđenih kilometara po danu, broj markiranih jedinki i prosječne dnevne prijeđene udaljenosti komaraca vrste *Ae. vexans*, *Oc. sticticus* i *Oc. caspius*

	Dan uzorkovanja	1.	2.	3.	4.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	Σ
Oc. sticticus	Σ km	14,33	2,30	12,55	1,47	0,59	0	0	0	0	0	31,24
	broj markiranih jedinki	3	1	6	1	1	0	0	0	0	0	12
	dnevna prijeđena udaljenost (km/dan)	4,78	2,30	2,09	1,47	0,59	0	0	0	0	0	**2,60**
Ae. vexans	Σ km	0	0	4,53	0	0,59	0,94	0	0	0,68	0	6,74
	broj markiranih jedinki	0	0	2	0	1	3	0	0	1	0	7
	dnevna prijeđena udaljenost (km/dan)	0	0	2,27	0	0,59	0,31	0	0	0,68	0	**0,96**
Oc. caspius	Σ km	8,80	0	0	2,00	0	0	0	0	0	0	10,80
	broj markiranih jedinki	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3
	dnevna prijeđena udaljenost (km/dan)	4,40	0	0	2,00	0	0	0	0	0	0	**3,60**

I ovdje, kao i u istraživanju u Kaliforniji, treba uzeti u obzir da komarci određene udaljenosti mogu prijeći i indirektnom rutom, pa u tom slučaju gore navedeni rezultati daju prenisku procjenu udaljenosti koju je neka jedinka preletjela u zadanom vremenu.

6. RASPRAVA

Komarci su organizmi koji su osim na Južnom polu, rasprostranjeni diljem svijeta (Lehane, 1991). Porodica Culicidae, reda Diptera, sadržava oko 3400 vrsta komaraca raspoređenih unutar 42 roda (Service, 2008). Osnovni opis biologije komaraca sadržan je u sljedećim referencama: Mohrig, 1969; Gutsevich i sur., 1974; Wood i sur., 1979; Lehane, 1991; Schaffner i sur., 2001; Becker i sur., 2003.

Odnos između vrsta komaraca i područja istraživanja

Analize odnosa između vrsta i okoliša oduvijek su bile glavni predmet ekologije, dok kvantifikacija toga odnosa predstavlja temelj geografskog modeliranja u ekologiji, kojemu je glavni cilj odgovoriti na pitanje kako okolišni faktori utječu na distribuciju vrsta i zajednice životinja (Guisan i Zimmermann, 2000).

Poznato je da su komarci neizostavni dio svakoga okoliša, pa je cilj ovoga istraživanja bio pridonijeti što boljem razumijevanju strukture zajednice komaraca i njihove disperzije s ekološkog stajališta. Moguće je dokazati kako raznolikost i brojnost komaraca ovisi o okolišnim faktorima kao što su: tip staništa, meteorološki faktori i krajolik u okolici mjesta uzorkovanja.

U mnogim se radovima veza između okolišnih faktora i komaraca zasnivala na proučavanju ličinki, a ne odraslih jedinki (Horsfal, 1963; Sharkey i sur., 1988; Wekesa i sur., 1996). Studije o prostornoj distribuciji odraslih komaraca često podrazumijevaju istraživanje disperzije pojedinačnih vrsta koje su prenositelji bolesti (Wekesa i sur., 1997; Gleiser i sur., 2002). Prostorni i vremenski raspored medicinski značajnih vrsta komaraca važan je u određivanju smjera širenja bolesti koje oni prenose. *Culex tarsalis* jedna je od takvih vrsta na području Amerike, a istraživana je u ovom radu (u usporedbi s poplavnim vrstama na području Europe, Osijeka, od kojih su *Oc. sticticus*, *Oc. caspius* i *Ae. vexans* također potencijalni prenositelji WN virusa (Zeller i Schuffenecker, 2004; Medlock i sur., 2005)).

Culex tarsalis je autogena (što podrazumijeva razvitak prvih jaja bez prethodnog uzimanja krvnoga obroka), odnosno fakultativno autogena vrsta koja se oko 71% života u odraslom stadiju hrani krvlju ptica, odnosno sisavaca (27%) (Wekesa i sur., 1997). Autogenost je kontrolirana genetički i endokrinološki i utjecana je raznim faktorima kao što su ishrana ličinki i odraslih jedinki, temperatura potrebna za razvoj odraslih komaraca i fotoperiod.

Vrsta *Cx. tarsalis* značajna je s epidemiološkog aspekta, budući da je prenositelj mnogih arbovirusa na ljude i životinje, te je zbog toga glavna meta programa kontrole komaraca u zapadnom dijelu SAD-a i šire (Su i Mulla, 1997). U Kaliforniji, WEE virus i SLE virus zastupljeni su u prirodi u enzootičkom ciklusu koji uključuje nekoliko vrsta ptica i navedenu vrstu *Cx. tarsalis* (Reeves, 1990a u Wegbrait i Reisen, 2000). Na području doline Coachella Walley, WEE i SLE virusi pojavljuju se duž obale jezera Salton Sea, odakle se šire na sjeverozapad preko poplavne doline uz Whitewater kanal (Reisen i sur., 1995a,b). Coachella Valley pruža jedinstveni okoliš za proučavanje postojanosti i širenja WEE i SLE virusa. Slane i slatke močvare i susjedne poljoprivredne površine duž sjeverne obale jezera Salton Sea osiguravaju različito grupirana staništa koja podržavaju raznolikost ptičjih vrsta, velike populacije glavnog vektora komarca vrste *Cx. tarsalis* i stalnu aktivnost WEE i/ili SLE virusa (Reisen i sur., 2002).

Mnoga istraživanja biologije vrste *Cx. tarsalis* obavljena su na području navedene doline (Reisen i sur., 1992a,b; Reisen i Lothrop, 1995; Reisen i sur., 1995a,b,c; Reisen i sur., 1996, Reisen i sur., 1997; Reisen i Lothrop, 1999; Reisen i sur., 1999; Lothrop i Reisen, 2001; Reisen i Lothrop, 2001; Lothrop i sur., 2002; Reisen i sur., 2002; Reisen i sur., 2003a; Lothrop i sur., 2007a,b), ali ovo je prvo istraživanje disperzije navedene vrste na širem području naselja Mecca i prostorne distribucije vrsta komaraca istoga područja.

Broj vrsta komaraca visoko je pozitivno korelirao s ukupnim brojem jedinki tijekom istraživanja ($r=0,73$; $df=7$; $p<0,05$), a on opet s veličinom pojedinih staništa ($r=0,84$; $df=4$; $p<0,05$). Slično je dobiveno u istraživanju Schäfer i suradnika (2004), gdje se još pretpostavlja da je kvaliteta staništa za razvoj i brojnost ličinki komaraca važnija od veličine staništa. Pozitivni odnos između broja vrsta i područja istraživanja rezultat je porasta broja različitih tipova staništa s povećanjem područja. Ukoliko nema te proporcionalnosti, tada se ne može očekivati ikakav odnos između komaraca i određenoga prostora (Gaston i Blackburn, 2000).

Na području Coachella Valley poznato je četrnaest vrsta komaraca. U ovom radu utvrđeno je osam vrsta, od kojih je najbrojnija ruralna vrsta *Cx. tarsalis* (86,09%). Prema postotnoj zastupljenosti jedinki u ukupnom uzorku komaraca, značajne za istraživano područje su i vrste *Cx. quinquefasciatus* (7,52%) i *Cs. inornata* (5,03%). Vrsta *Cx. quinquefasciatus* je najbrojniji domaći, „kućni“ komarac u urbanim i suburbanim područjima južne Kalifornije (Reisen i sur., 1990a) koji je rijetko inficiran SLE virusom, međutim, potencijalni je prenositelj WN virusa. Najčešće se razvija u malim leglima u domaćinstvima i većim

površinskim vodenim staništima (Reisen i sur., 1991). Vrsta *Cs. inornata* je pretežno ruralna vrsta koja se u većem broju pojavljuje u navodnjavanim područjima, međutim kao leglo koristi svaki tip stalnih ili povremenih vodenih tijela. Ličinke se često nalaze zajedno s ličinkama *Cx. tarsalis*. Vektor je WEE virusa. Vrste *Ae. vexans*, *Ps. columbiae*, *Cx. erythrothorax*, *An. franciscanus* i *Cs. incidens* kao rijetka vrsta, zajedno čine 1,36% uzorkovanih jedinki i nisu bile značajne za ovo istraživanje. Međutim, zbog postojanja poteškoća u uzorkovanju komaraca pojedinih vrsta, nikada jedna metoda uzorkovanja nije mjerodavna. Tako je, primjerice, prilično teško uhvatiti jedinke vrste *C*x. *quinquefasciatus* pomoću New Jersey svjetlosne klopke, budući da vrsta nije fototaksična (Reisen i Pfuntner, 1987), a čak mogu biti i odbijene jakim svjetlom. S druge strane, CDC-klopke čini se da su učinkovite u ruralnim sredinama, ali ne i u urbanim sredinama, što je u suprotnosti s djelovanjem gravidnih klopki (Reisen i Meyer, 1990). Stoga je moguće da je dominacija vrste *Cx. tarsalis* u mom istraživanju, između ostalog, djelomično i posljedica odabrane metode uzorkovanja (CDC-klopka bez izvora svjetlosti), jer je poznato da je učinkovitost te vrste klopke za vrstu *Cx. tarsalis* najveća (Reisen i sur., 1999).

Analize raznolikosti komaraca ogledaju se u odnosu između sastava vrsta i brojnosti komaraca na istraživanom području, strukturi vrsta komaraca u različitim staništima i indeksima sličnosti i raznolikosti. Taj odnos promatran je unutar šest tipova staništa na širem području naselja Mecca (30,6 km^2), od kojih je jedno prirodno pustinjsko stanište, jedno urbano, a ostala četiri su kultivirane površine.

Iako je za očekivati kako je broj vrsta proporcionalan broju klopki, odnosno broju uhvaćenih jedinki na pojedinom staništu, to ovdje nije slučaj za sva staništa. Pustinjsko stanište ima 13 klopki i maksimalnih osam zabilježenih vrsta unutar udjela od 67,6% uhvaćenih jedinki. S jednom klopkom manje, stanište voćnjaka citrusa uhvatilo je 13,2% ukupnoga broja jedinki, među kojima šest vrsta komaraca. Identičan broj vrsta zabilježen je i za stanište plantaža datulja i vinograda, iako su ondje bile postavljene samo tri, odnosno četiri klopke, međutim broj uhvaćenih jedinki ide u korist staništu plantaža datulja (4395 prema 332). Ovo objašnjava činjenicu da su jedinke grupirane u okolišu prema određenim karakteristikama staništa i afinitetu prema istome. Disperzija populacije komaraca najčešće je združena, što znači da su jedinke raspoređene u skupinama u specifičnim – optimalnim dijelovima nekoga područja. U daljnjem tekstu bit će više riječi o takvim prostorima.

Različite strategije implementacije klopki mogu se i ne moraju bazirati na prijašnjem poznavanju distribucije komaraca u okolišu (Reisen i Lothrop, 1999). Pravilan i nepravilan

dizajn mreže uzorkovanja ne zahtijeva znanje o prostornoj distribuciji komaraca, omogućava široku prostornu pokrivenost, procjenjuje stupanj grupiranosti komaraca u okolišu i precizno mjeri prosječnu brojnost na širem području. S druge strane, uzorkovanje transektom često je bilo alternativa pravilnom, mrežnom modelu uzorkovanja i koristilo je obilježja terena kao što su staze ili putovi. Ipak, proizvoljni transekti lakše rezultiraju s izmjerom brojnosti komaraca smanjene točnosti, jer je veća vjerojatnost da uzorak ne obuhvati lokacije koje su žarišta komaraca.

Kao kontrast gore navedenom, najboljim metodama procjene brojnosti smatraju se one bazirane na prethodnim spoznajama o distribuciji ciljanih vrsta komaraca, usmjeravajući se na odrednice krajolika koje su iskorištene kao žarišna mjesta gdje se za vrijeme odmaranja nakuplja velik broj komaraca. Jedna od takvih metoda je ona u kojoj je znanje o distribuciji komaraca postignuto prethodnim uzorkovanjima i GIS-podacima. Karte staništa mogu poslužiti za postavljanje klopki tako da one osiguraju veliku pokrivenost područja i pritom što precizniju procjenu brojnosti komaraca na području istraživanja.

Dizajn uzorkovanja komaraca na području Coachella Valley valoriziran je od autora Reisen i Lothrop (1999). Prema tom dizajnu ravnomjerno postavljenih klopki na međusobnoj udaljenosti od oko 1,6 km do 3,2 km u mreži uzorkovanja, odvija se program nadzora komaraca na području Coachella Valley. Pojedine klopke (T-68, T-106, T-140 i T-530) koje sam i ja postavljala u ovom istraživanju dio su postojećega dizajna. Odluka o tome gdje je u mikrostaništu trebalo postaviti klopke donesena je na osnovi opsežnih istraživanja u Coachella Valley (Reisen i sur., 2000). Utvrđeno je da su ženke vrste *Cx. tarsalis*, koje su u potrazi za hranom, najbrojnije u klopkama smještenim duž granice između visoke i niske vegetacije (pr. granica između drveća i šikare), (Reisen i Lothrop, 2001). U radu Lothrop i Reisen (2001) dokazano je da ukoliko želimo uhvatiti velik broj jedinki vrste *Cx. tarsalis*, potrebno je staviti klopke u ekotone (granica ili prijelazna zona između dvije susjedne zajednice koja sadrži karakteristične vrste obje zajednice, kao što je rub šume pokraj polja) blizu povišene vegetacije (tamarika, voćnjaci, „mesquite“, rogoz). Isto je potvrđeno i godinu poslije u istraživanju distribucije vrste *Cx. tarsalis* u odnosu na vegetaciju i karakteristike okoliša (Lothrop i sur., 2002). Čini se da takvi „vegetacijski prijelazi“ formiraju koridore u kojima se ženke nakupljaju nakon izlijetanja ili onuda lete u potrazi za hranom. Slično su potvrdili Bailey i suradnici (1965), Nelson i suradnici (1978) u Reisen i suradnici (1991). Klopke iznad, ispod ili unutar vegetacijskog svoda neće biti tako učinkovite. Pretpostavlja se

da je glavni razlog korištenja ekotona od strane populacija komaraca smanjeni utjecaj vjetra na disperziju, što olakšava njihov let (Bidlingmayer i sur., 1995).

Kada je moguće, klopke treba postaviti na zapadnu stranu povišene vegetacije kako bi sjena od jutarnjeg sunca smanjila mortalitet uhvaćenih jedinki u klopkama i u zavjetrinu kako bi pružila zaštitu od vjetra. Vezu između velikoga broja uhvaćenih markiranih komaraca vrste *Cx. tarsalis* i klopki koje su bile u zavjetrini voćnjaka potvrdili su Reisen i suradnici (2003a), kao i Bidlingmayer i suradnici (1985, 1995) za slično ponašanje komaraca na Floridi.

Veza između komaraca i određenih biljnih zajednica opisana je za nekoliko vrsta komaraca (Horsfal, 1963; Gabinaud, 1975; Dale i sur., 1986; Hii i sur., 1997; Rejmankova i sur., 1998; Guimarães i sur., 2000; Moncayo i sur., 2000), premda treba imati na umu kako sva vegetacija nije jednako privlačna komarcima. Veza između tipa staništa-vegetacije koja se razvija na područjima koja su povremeno poplavljena i brojnosti komaraca utvrđena je za vrstu *Oc. albifasciatus* (Gleiser i sur., 2002).

Klopke postavljene u staništa na kojima su gore navedene biljke, a time i potencijalni domaćini, uhvatit će značajno više komaraca nego klopke stavljene u drugačija staništa, a njihov položaj treba uzeti u obzir pri izradi programa za uzorkovanje navedene vrste (Reisen i Lothrop, 1999). U mom istraživanju, pri skupljanju komaraca za potrebe MRR metode, vodilo se gore opisanim pravilom o zoni ekotona.

Budući da se vrsta *Cx. tarsalis* najčešće hrani krvlju ptica, posebice vrapčarki (Passeriformes) (Reisen i Reeves, 1990), razvila je strategiju kako da locira njihova gnijezda. Popis reprezentativnih vrsta ptica određenoga tipa staništa, a koje su potencijalni domaćini vrsti *Cx. tarsalis*, dan je u radu Lothrop i Reisen (2001). Detaljne studije u Kern Countyju, Kalifornija (Reeves i sur., 1963) pokazale su da se, kada je relativna brojnost komaraca tijekom proljeća niska, većina jedinki vrste *Cx. tarsalis* hrani krvlju ptica, međutim kada sredinom ljeta populacija počne rasti, izbor domaćina se proširuje i na sisavce. Ova hipoteza potvrđena je i na području Coachella Valley, gdje je veća preferencija prema pticama tijekom ljeta, kada je brojnost ove vrste komaraca najmanja. U istom je istraživanju preliminarni test sa 645 jedinki vrste *Cx. tarsalis* pokazao da je udio ptica pjevica (vrapčarki) u prehrani te vrste 64%, zečeva 25%, pasa ili kojota 3%, kokoši 1%, te golubova i mačaka po 0,2% (Lothrop i Reisen, 2001). Zbog visoke vektorske učinkovitosti, široke rasprostranjenosti i sklonosti k domaćinima i pticama i sisavcima, *Cx. tarsalis* se smatra glavnim vektorom West Nile virusa, što je zabilježeno i u istraživanju u Koloradu (Eisen i sur., 2008).

Zbog svega navedenog, klopke trebaju biti postavljene na odgovarajuće mjesto gdje takvi domaćini obitavaju, iako je istraživanje koje su proveli Lothrop i Reisen (2001) ukazalo kako se ženke u potrazi za hranom nakupljaju u specifičnim područjima koja nisu nužno bogata potencijalnim domaćinima. Patrican i suradnici (2007) istraživali su apetitivni let *Culex* vrsta u odnosu na mjesta obitavanja vrana i zamijetili da vrste koje inače lete na relativno male udaljenosti, neće odletjeti daleko u potrazi za krvnim obrokom, što objašnjava mali broj jedinki vrsta *Cx. pipiens* i *Cx. restuans* u klopkama postavljenim u blizini vrana.

Finalni plan uzorkovanja na nekom području treba uključivati modele selekcije domaćina od strane komaraca i ponašanje određene vrste komarca pri apetitivnom (u ovom slučaju lovnom) letu. Bidlingmayer i Evans (1987) dokazali su da će u staništima s grmljem, niskim drvećem i sličnim fizičkim preprekama ženke *Culex* vrsta koje lete oko barijera, a ne preko njih, imati veće šanse da naiđu na domaćine na tlu.

U ovom istraživanju klopke su postavljene na metalne nosače (visina klopke od tla je približno ista ~ 1,5 m), a nosači su postavljeni na rubove staništa, u odgovarajuću vegetaciju: citrusi, vinova loza, tamarika, oleandar, *Pluchea sericea*, *Prosopis* sp. i rogoz. U tim se sastojinama biljnih vrsta ptice najčešće skupljaju i gnijezde, a rubni dijelovi staništa najfrekventnija su mjesta kretanja komaraca, što je potvrđeno u prethodnim istraživanjima (Lothrop i Reisen, 2001; Reisen i Lothrop, 2001; Lothrop i sur., 2002; Meyer i Reisen, 2003). Zbog toga su neke klopke bile postavljene na biljku koja je drugačija od dominantne vegetacije u okolici postaje uzorkovanja, jer su te biljke atraktivnije komarcima i veća je vjerojatnost da ondje budu i uhvaćeni. Primjer je najizraženiji na poljoprivrednom staništu gdje su klopke bile postavljene ili uz grm *Pluchea sericea* ili uz oleandar.

Odnos između rasprostranjenosti komaraca i njihove brojnosti

Pored odnosa između vrsta i okoliša, odnos između distribucije i brojnosti plijeni pozornost u ekološkim studijama (Hanski i Gyllenberg, 1997; Gaston i sur., 2000). Ta se veza zasniva na činjenici da lokalno brojne vrste imaju veći rang distribucije nego rijetke vrste. To je slučaj i u ovom radu, gdje su na svim istraživanim postajama (40), raspoređenim unutar šest različitih tipova staništa, zajedničke četiri vrste komaraca (*Cx. tarsalis*, *Cx. quinquefasciatus*, *Cs. inornata* i *Ae. vexans*). One i po postotnoj zastupljenosti u ukupnom uzorku uhvaćenih jedinki zauzimaju prva četiri mjesta. Ta pozitivna veza između distribucije vrste i brojnosti zabilježena je u drugim radovima o dvokrilcima (Hughes i sur., 2000).

Budući da je broj klopki na pojedinom staništu različit, može se očekivati i različita brojnost uhvaćenih jedinki komaraca u pojedinim staništima na području istraživanja. U svakom od šest opisanih staništa zabilježene su vrste s vrlo niskom fluktuacijom brojnosti, kao i one s visokom fluktuacijom.

U ovom radu primjer brojne vrste je *Cx. tarsalis*, što se i očekivalo. Ta je vrsta eudominantna i eukonstantna u svih šest staništa, ujedno i indiferentna prema njima, s najvećim udjelom uhvaćenih jedinki u pustinjskom staništu, dok najmanji udio ima u vinogradima, gdje je još eudominantna i vrsta *Cs. inornata*. Vrsta *Cs. inornata* najbrojnija je na postajama T-7 i T-530 u staništu citrusa, ali u blizini vinograda. Poznato je da jedinke jako privlači svjetlost, pa je moguće da vinogradi, koji ne daju dovoljnu sjenu drugim vrstama, ovoj pogoduju. Legla karakteristična za tu vrstu su stajaće vode, posebice kanali za odvodnju površinske vode ili umjetno napravljeni bazeni na poljoprivrednom području koji služe za navodnjavanje, kakvih u vinogradima ima priličan broj. Najčešće nastoje ostati u blizini legala, a putuju po hranu na udaljenosti ne veće od 3 km.

Isti je slučaj kod vrste *Ae. vexans* koja kao tipična poplavna vrsta koristi i površinske vode u plantažama datulja, također nastale kao posljedica navodnjavanja. Dokaz za to u ovom istraživanju je najveći indeks dominantnosti vrste *Ae. vexans* upravo u tom staništu (1,37%), po kojem je ona recendentna vrsta. Od svih staništa, najveći afinitet pokazuje za pustinjsko područje i plantaže datulja, gdje je uhvaćena u najvećem broju baš na postaji T-25, koja je u okruženju pustinje.

Zanimljiva je činjenica da je vrsta *Cx. quinquefasciatus* bila eukonstantna i eudominantna u staništu plantaža datulja, prema kojem pokazuje i najveći afinitet i tek subdominantna u urbanom području gdje je po konstantnosti akcesorna, iako se zna da preferira urbana staništa i da se pod urbanim komarcem južnoga dijela Kalifornije smatra upravo vrsta *Cx. quinquefasciatus*. Ipak, najveći broj te vrste uhvaćen je na postaji T-16, koja se nalazila u staništu plantaža datulja, ali neposredno uz rub naselja Mecca. Pretpostavlja se da su vodene površine koje nastaju navodnjavanjem palmi idealno leglo te vrste komaraca. Ujedno tome pridonose i gnijezda ptica, kojih ondje ima priličan broj, a ptice su domaćini ženkama vrste *Cx. quinquefasciatus*.

I dok najveći relativni udio sedam vrsta komaraca imaju u pustinjskom staništu, jedino vrsta *Cs. inornata* pokazuje najveću relativnu brojnost u staništu citrusa. To je zato što u voćnjacima citrusa ima površinske vode koja je zaostala nakon navodnjavanja postupkom zalijevanja stabala pri tlu, a koja služi kao leglo navedenoj vrsti.

Iz literature je poznato da je sezonska dinamika vrste *Cx. tarsalis* u dolini Coachella bimodalna, s vršnim vrijednostima u kasno proljeće i ranu jesen, reflektirajući tako smanjene vodene površine i povišene temperature tijekom ljeta, te hladne temperature tijekom zime (Reisen i sur., 1992, Reisen i Lothrop, 1995; Reisen i sur., 1995b,d).

Brojnost *Cx. tarsalis* bila je najveća u pustinjskom području gdje dominira visoko grmlje *Pluchea sericea*, kao i na rubovima voćnjaka citrusa. U vrijeme kada sam radila istraživanje (jesen), pustinja je producirala komarce s područja „duck clubs" koji su bili samo nekoliko kilometara južnije od mreže uzorkovanja. Reisen i suradnici (1992c) zabilježili su vršnu vrijednost brojnosti komaraca upravo u jesen, a koja je u asocijaciji s poplavama na područjima „duck clubs". Relativno mali broj jedinki te vrste (1011) uhvaćen je u klopkama urbanoga područja, iako je ondje značajna prisutnost ljudi, domaćih životinja i ptica. Slično su zabilježili Tempelis i suradnici (1965). Manjak komaraca u naselju Mecca ne mora biti rezultat fizičkih prepreka koje predstavljaju stambeni objekti, jer su Milby i suradnici (1983) dokazali da *Cx. tarsalis* često leti preko velikih kanjona odvojenih 60-metarskim brdima.

Identična raspodjela urbano – ruralno zabilježena je i u radu Lothrop i Reisen (2001). Podaci iz tog istraživanja ukazuju da je poveći rizik kod ljudi od uboda vrste *Cx. tarsalis* u ruralnoj sredini, primjerice pri noćnom radu u blizini voćnjaka, dok je na otvorenim prostorima, uključujući poljoprivredne površine, mjesta za pecanje i čamce na vodi, taj rizik mnogo manji. Reisen i suradnici (1991) napominju razloge „izbjegavanja" urbane sredine, koja komarce vjerojatno podsjeća na gustu vegetaciju koju u pravilu ženke u potrazi za hranom zaobilaze. Isključivanje urbane sredine na putu disperzije vrste *Cx. tarsalis* pokazalo je i istraživanje Reisen i suradnika (1990a,b), kao i moj MRR eksperiment.

Kada govorimo o ukupnom broju uhvaćenih komaraca u pojedinom staništu, rezultati istraživanja pokazali su značajne razlike među staništima. LSD-test izdvojio je staništa pustinje i plantaža datulja kao područja značajno veće brojnosti od preostala četiri staništa, pri čemu između ta dva staništa nije utvrđena značajna razlika. To potvrđuje ranije spoznaje da su zapadni i južni dio šireg područja naselja Mecca najbrojniji komarcima. Korelacijom između ukupnoga broja jedinki na 40 klopki i postotnih udjela pojedinih staništa na svakoj postaji utvrđeno je da broj jedinki komaraca značajno raste s porastom udjela pustinje, a značajno opada s porastom udjela citrusa i vinograda, što potvrđuje i mala gustoća (prosječan broj jedinki komaraca po klopki tijekom istraživanja) komaraca u staništu citrusa (382), odnosno vinograda (83), dok o udjelu palmi, poljoprivrednog i urbanog područja ne ovisi značajno. Prostorni položaj staništa plantaža palmi na istraživanom području je takav da su uglavnom

bile okružene pustinjom, slično kao i polovina poljoprivrednih površina korištenih u istraživanju.

Očito je da komarci imaju veći afinitet prema visokoj vegetaciji, a manji prema niskim nasadima poljoprivrednih kultura, što je u mom istraživanju bio slučaj. U poljoprivrednom području prosječan broj jedinki u pojedinoj klopki tijekom jednoga dana iznosio je 29, dok je primjerice u pustinjskom području s prevladavajućom visokom vegetacijom u obliku grmlja (200) i plantažama datulja (168) taj broj bio i nekoliko puta veći.

Najmanja gustoća jedinki komaraca zabilježena je u staništu vinograda (83), što je posljedica nepostojanja adekvatnih skloništa za komarce u tom staništu, kao i manjak ptica domaćina. Pticama ovo stanište nije atraktivno kao što su to pustinja s grmljem i voćnjaci citrusa. Osim toga, voćnjaci se navodnjavaju plavljenjem, a vinogradi prskanjem, zbog čega voćnjaci pružaju mnogo više prostora za potencijalna legla. Ujedno su izvor hrane i/ili skloništa odraslim jedinkama komaraca. Relativna vlažnost zraka u voćnjacima je veća, a temperatura zraka niža od one u vinogradima, što je još jedna činjenica u prilog malom broju komaraca u vinogradima. Ipak, stanište vinograda pokazalo se vrlo homogenim u brojnosti komaraca, za razliku od staništa voćnjaka citrusa ili pustinje gdje su oscilacije u brojnosti komaraca na pojedinim klopkama unutar staništa bile jako izražene.

Manju brojnost vrste *Cx. tarsalis* u vinogradima zabilježili su Lothrop i suradnici (2002). Ondje još govore i o tome kako smanjena brojnost unutar visoke vegetacije (posebice citrusa s bazalnim sustavom za navodnjavanje) upućuje na to kako relativna vlažnost zraka možda ipak nije dominantni faktor koji uvjetuje noćnu distribuciju jedinki.

Iako je u mom istraživanju pustinjsko stanište ono s najviše uhvaćenih jedinki komaraca svih vrsta, u radu Lothrop i suradnika (2002) najveća brojnost zabilježena je u visokoj vegetaciji, a značajno manja na pustinjskom staništu, kao i na visini iznad ili ispod tamarike, citrusa ili vinograda.

Klopka s najviše uhvaćenih komaraca u mom istraživanju je ona na postaji T-32 (4009), smještenoj najjužnije u pustinjskom staništu u blizini legala komaraca (velika brojnost komaraca u klopkama u blizina legala potvrđena je i u radu Reisen i Lothrop (1995)), a ona s najmanje komaraca (25) bila je klopka T-1 smještena najsjevernije u poljoprivrednom području u neposrednoj blizini planine Mecca hills. Položaj ovih klopki i brojnost komaraca u njima oslikavaju i prostornu raspodjelu broja komaraca na cijelom istraživanom području. Najveća brojnost je u klopkama južno i zapadno od naselja Mecca, dok je najmanja

zabilježena u klopkama sjeverno i istočno od urbanoga središta. Upravo tamo, prvobitna pustinja zamijenjena je navodnjavanim površinama zasađenim različitim kulturama: od povrtnih, do vinove loze i grejpa.

Prostorna raspodjela odraslih komaraca u asocijaciji je s različitim okolišnim faktorima, među kojima su: raspoloživost mjesta za polaganje jaja, prirodna mjesta za odmor, te mjesta za odmor koja je svojim zahvatima u okoliš stvorio čovjek (Yan i Zhong, 2005). Struktura vegetacije (Service, 1971) i prostorna razdioba izvora hrane-domaćina (Kuntz i sur., 1982) također mogu utjecati na raspodjelu komaraca. Okolišni faktori mogu proizvesti značajne razlike u distribuciji populacija odraslih komaraca. Takva distribucija može dati važne epidemiološke podatke o bolestima koje prenose komarci, kao i o strategiji kontrole komaraca.

Najveći indeks dominantnosti istraživanih staništa, dobiven na osnovi brojnosti dviju dominantnih vrsta u staništu, pokazuju staništa plantaža datulja i pustinje, koja najviše odgovaraju vrstama *Cx. tarsalis* i *Cx. quinquefasciatus* sa zajedničkim udjelom od 97,68%, odnosno 96,12% ukupnoga broja uhvaćenih jedinki. Najmanji indeks dominantnosti pokazalo je stanište citrusa (s 83,79%-tnim udjelom vrste *Cx. tarsalis* i *Cs. inornata*), što dovodi do zaključka da je distribucija gustoće populacije navedenih vrsta na tom staništu podjednaka.

U kojem je staništu raznolikost komaraca najveća?

Riječ „bioraznolikost“ često je korištena kao sinonim za „raznovrsnost života“ i primjenjuje se ne samo u znanstvenom kontekstu nego i u javnim medijima i političkim raspravama (Gaston, 1996). Bioraznolikost se odnosi kako na vrste, rodove, tako i na ekosustave. Na temelju dosadašnjih istraživanja procjenjuje se da na svijetu živi 5 do 15 milijuna vrsta eukariota (May, 2000), a da je glavni razlog izumiranja vrsta gubljenje staništa kao rezultat aktivnosti čovjeka.

Mnoge analize bioraznolikosti (uključujući i ove u radu) obavljene su na razini vrste (Dirzo i Raven, 2003), pri čemu su utvrđeni mnogi obrasci. Jedan od znanstveno dobro utemeljenih obrazaca je onaj o povećanju bioraznolikosti sa smanjenjem geografske zemljopisne širine, rezultirajući maksimalnom raznolikosti u tropskim područjima (Gaston i Wiliams, 1996). Drugi obrazac jest veza između određene vrste i područja, a kazuje da broj vrsta raste s veličinom područja, bazirajući se na teoriji otočne biogeografije prema MacArthur i Wilson (1967).

Mnogobrojne studije bavile su se uzajamnim odnosom biološke raznolikosti vrsta i okolišnim faktorima, te procjenama koliko je bioraznolikost važna. Postoje i prijedlozi da se značaj i „usluge“ vrsta i ekosustava izraze cijenom kako bi sve dobilo jače argumente u pregovorima na političkim osnovama (Kunin i Lawton, 1996). Tako su, primjerice, Constanza i suradnici (1997) procijenili da je cijena „djelatnosti i usluga“ globalnog ekosustava približno 33 trilijuna $ na godinu. Pod „djelatnosti i usluge“ ubrajaju se klimatske promjene, kruženje tvari u prirodi, izvori vode, proizvodnja hrane, cvjetanje i rekreacija.

Ovo istraživanje imalo je svrhu ispitati da li se zajednica komaraca razlikuje između staništa šireg područja naselja Mecca, odnosno da li se brojnost jedinki komaraca uhvaćenih u klopke značajno razlikuje između staništa istoga područja istraživanja.

Simpsonov (agregacijski) indeks primjenjuje se u analizi distribucije populacije komaraca unutar staništa. Najveću biološku raznolikost prema četiri indeksa (Shannon-Wienerov i Simpsonov indeks raznolikosti, Pielou indeks i indeks ujednačenosti vrsta prema Simpsonu) pokazalo je stanište vinograda, a najmanju pustinjsko područje. To je iznenađujući podatak, jer vinogradi su stanište koje, prema dosadašnjim podacima, ima najmanje osnove da komarcima pruži dobre uvjete za život (visoka temperatura, niska relativna vlažnost zraka), za razliku od pustinjskog staništa koje sa svojim različitostima u mikrostaništima (nišama) to može, ali je ipak pokazalo malu strukturnu raznolikost komaraca. Moguće je da u vinogradima najveća bioraznolikost nastaje na način da slučajnim kretanjem komaraca mali broj jedinki svake vrste ondje „zaluta“ i ostaje uhvaćen u klopkama.

Dokazivanje sličnosti zajednica komaraca određenih staništa može pomoći u smanjenju klopki „duplikata“ u programima nadzora, pri čemu se stvara znatna ušteda. Mnogo je racionalnije različite zajednice komaraca istraživati različitim metodama (Yan i Zhong, 2005).

Najveći Sørensenov indeks sličnosti imaju staništa voćnjaka citrusa, vinograda i plantaža datulja, dok je najmanja kvalitativna sličnost dokazana između staništa pustinjskoga i poljoprivrednoga staništa (66,70%). Najveća faunistička kvantitativna sličnost zabilježena je između poljoprivrednoga i urbanoga područja (94,85%), dok je najmanja između vinograda i plantaža datulja (59,09%).

U cilju racionalnije upotrebe insekticida u okolišu, ovakve analize uzajamnih veza između odraslih komaraca i staništa omogućuju da se suzbijanja komaraca-vektora bolesti i/ili komaraca-napasnika, usmjere u staništa koja su najpogodnija za komarce.

U kojem je staništu brojnost komaraca najveća?

Cilj ovoga istraživanja bio je pokazati da li i koja staništa pogoduju komarcima za život.

Rezultati ovoga rada pokazali su da se brojnost komaraca značajno razlikuje među staništima. Dokazano je da je i gustoća također varirala između staništa. Gustoća populacija komaraca u pojedinom staništu procijenjena je prosječnim brojem jedinki komaraca po klopci, postavljenima u tom staništu. Postoje dvije grupe staništa: grupa s velikom gustoćom komaraca u klopkama (pustinjsko stanište i stanište plantaža datulja) i grupa male gustoće komaraca u klopkama koju čine: stanište citrusa, poljoprivrednih površina, urbano stanište i vinogradi. To daje slutiti kako su pustinja i palme pogodnije komarcima nego kultivirana polja i urbana sredina. Velika brojnost komaraca u tim staništima može biti rezultat postojanja velikoga broja legala, pa time i ličinki i odraslih jedinki, upravo na pustinjskom području južno od naselja Mecca, gdje je mnogo legala komaraca u obliku „duck clubs". Budući da su poljoprivredne površine (povrtne kulture, vinogradi i citrusi) udaljenije od glavnih legala komaraca, realno je očekivati da će manji broj komaraca biti zabilježen u njima. Moguće je da je i cesta koja prolazi dijagonalno ispod naselja Mecca svojevrsna prepreka koju komarci ne mogu prijeći u velikom broju. Na samo 12 postaja smještenih južno od autoceste uhvaćeno je 71% ukupnoga broja komaraca. To pretpostavlja kako vrsta *Cx. tarsalis* radije leti preko tiših, otvorenijih prostora, kakvo je pustinjsko područje Coachella Valley, nego preko prometnih putova i/ili bučnih urbanih sredina. Da su velike prometnice barijera nesmetanom kretanju komaraca dokazali su i Reisen i suradnici (1991) i Russell i suradnici (2005).

Iako su komarci nakon izlijetanja skloni migraciji u širi geografski prostor, odnosno disperziji u obliku apetitivnih i konzumacijskih letova, oni neće letjeti na veće udaljenosti ako stanište iz kojeg potječu pruža dovoljno hrane (potencijalni domaćini), (Gleiser i sur., 2002). Takva disperzija je razlog zašto je *Cx. tarsalis*, koji preferira ruralno-pustinjska područja, ipak pronađen u urbanom i poljoprivrednom staništu, ali u manjem broju.

Istraživanja disperzije komaraca vrste *Oc. albifasciatus* upućuju na heterogenu distribuciju komaraca koja je utjecana meteorološkim faktorima i karakteristikama staništa, s takvim negativnim odnosom između brojnosti odraslih jedinki i udaljenosti od legala na kojoj su zabilježeni (Gleiser i sur., 2000; Gleiser i Gorla, 2001).

Grupiranje „gladnih" ženki u određenim dijelovima okoliša ili vegetaciji pokazat će prostorni rizik od virusne infekcije za kralježnjake koji se nalaze u takvim staništima noću, kada je i aktivnost potencijalno inficiranih ženki najveća.

Različita rasprostranjenost komaraca unutar različitih staništa pokazuje gdje trebaju biti postavljene klopke kako bi se poboljšao program monitoringa komaraca (Lothrop i Reisen, 2001).

Saznanja o promjenama staništa uzrokovanih prirodnim ili umjetnim putem od velikoga su značenja u predviđanju promjene u populaciji komaraca, a također i prelaska određenih vrsta komaraca iz sekundarnog u primarnog napasnika (štetnika) pri izmjeni staništa.

Analiza strukture okoliša može objasniti gustoću i rasprostranjenost komaraca. Dva su osnovna oblika strukture okoliša (krajobraza): sastav (udio različitih staništa u okolišu) i oblik (prostorni razmještaj tih staništa) (Turner, 1989; Dunning i sur., 1992 u Overgaard i sur., 2003). Nema mnogo studija koje su istraživale utjecaj okoliša na disperziju komaraca (Beck i sur., 1994; Suwonkerd i sur., 2002, Gleiser i sur., 2002). Overgaard i suradnici (2003) u svom su istraživanju pokazali kako raznolikost vrsta komaraca roda *Anopheles* nije u relaciji s raznolikošću krajobraza. Uspoređivali su poljoprivredna i šumska područja i utvrdili da poljoprivredne površine imaju značajno veću raznolikost staništa, više „dijelova“ koji su manje površine i kompleksnijih oblika nego šumska staništa. To je međutim suprotno nalazima moga istraživanja, gdje prema indeksima raznolikosti i ujednačenosti vrsta (H', 1-λ, E_H, E_λ) najveću raznolikost vrsta imaju najviše fragmentirana staništa, a to su vinogradi, poljoprivredne površine i voćnjaci citrusa. Utvrđeno je da je brojnost i gustoća komaraca osjetljivija na gospodarenje staništem nego je to sastav vrsta komaraca. Za svaki od četiri navedena indeksa analiza varijance pokazala je značajne razlike za ukupni broj jedinki komaraca među staništima. Rezultati LSD-testa pokazali su da su plantaže datulja jedino stanište koje se prema svim indeksima, osim prema Shannon-Wiener indeksu, ne razlikuje značajno ni od jednog drugog staništa. Nadalje, za sva četiri indeksa pustinjsko stanište pokazalo se kao najrazličitije od poljoprivrednog staništa, voćnjaka citrusa i vinograda, dok se vinogradi značajno razlikuju samo od pustinjskoga i urbanoga područja.

S druge strane, nije prikladno izravno uspoređivati šumu i pustinju, kao ni distribuciju vrsta roda *Anopheles* i *Culex*. Međutim, iako je raznolikost komaraca veća u „rascjepkanijim“ staništima, brojnost i gustoća jedinki ondje su mnogo manje nego u staništu pustinje, plantažama datulja i urbanom području, kao staništima relativno male biološke raznolikosti. Drugi primjer u istraživanju Overgaard i suradnika (2003) kontradiktoran je prvom, a kazuje kako raznolikost vrsta komaraca roda *Anopheles* u sjevernom Tajlandu može biti u pozitivnom odnosu s fraktalnim dimenzijama dijelova šumskog staništa, rižinih polja, sela i oranica. Fraktalne dimenzije rastu kako oblik dijelova staništa postaje sve nepravilniji, što je

rezultat fragmentacije staništa i njihove iskoristivosti. Objašnjenje za te oprečne rezultate glasi: kako se mijenja sastav staništa nekog okoliša, raznolikost Anophelinae opada, a kako dijelovi staništa postaju sve složeniji u konfiguraciji, broj vrsta raste. Još je jedan zanimljiv podatak u tom radu koji objašnjava manju brojnost jedinki i manju raznolikost vrsta u staništu citrusa tijekom sušne sezone, a veću tijekom vlažnog dijela godine. Kao razlog navode se pesticidi koji se u većim količinama apliciraju u voćnjake upravo u sušnom razdoblju godine. Isto je potvrdio Wehner (2000).

Odnos između broja komaraca i meteoroloških faktora

Klimatske promjene utječu na dinamiku populacije komaraca, poput vrste *Cx. tarsalis*, jer temperatura tijela odražava uvjete okoliša, a razvoj ličinki u vodenim staništima direktno ili indirektno ovisi o oborinama (Reisen i Reeves, 1990). Utjecaj meteoroloških faktora na komarce različit je od drugih okolišnih faktora kao što su stanište, fiziološke potrebe i terenska obilježja, u pogledu nemogućnosti kretanja komaraca u svim smjerovima i pronalaska boljih uvjeta za život (Bidlingmayer, 1985).

Temperatura upravlja mnogim biološkim procesima, uključujući hranjenje krvlju, reprodukciju i razvoj ličinki (Reisen, 1995), dok oborine određuju kvantitetu i kvalitetu legala, a time i veličinu populacije odraslih komaraca.

Epidemiološki gledano, veličina populacije komaraca i brzina reprodukcije važne su komponente kapaciteta komaraca za vektorsku ulogu koja uključuje učestalost kontakata s domaćinom, brzinu transmisije patogena i nadalje rizik od infekcije kod ljudi (Smith, 1987). Klimatske promjene utječu na svaki od navedenih procesa na nekoliko razina. Sezonski ciklusi formiraju razdoblja u godini koja su povoljna za razvoj populacije komaraca, dok razlike između godina određuju i promjene u veličini populacije.

Odnos između klimatskih faktora i brojnosti komaraca može osigurati važne informacije u određivanju razine aktivnosti virusa, a prema tome i rizik od bolesti (Wegbreit i Reisen, 2000; Ponçon i sur., 2007 prema Patz, 1996; Reisen i sur., 2007). Dokle god se tijekom nekog istraživanja medicinski značajne vrste pojavljuju u svim tipovima staništa, procjena rizika za to područje neće moći biti određena (Bolling i sur., 2005). Kvantitativni odnos između meteoroloških faktora i brojnosti komaraca ukazuje na važnost potencijalnog otkrivanja aktivnosti virusa, pa tako i rizika od zaraze ljudi i životinja.

Istraživanja disperzije komaraca vrste *Oc. albifasciatus* upućuju na heterogenu distribuciju komaraca koja je utjecana meteorološkim faktorima i karakteristikama staništa, s negativnom

odnosom između brojnosti odraslih jedinki i udaljenosti od legala na kojoj su zabilježeni (Gleiser i sur., 2000; Gleiser i Gorla, 2001). Studija Bolling i suradnika (2005) navodi kako su u određivanju brojnosti komaraca-vektora klimatske varijable važnije od prostornih parametara, te kako je prosječna temperatura zraka najvažniji faktor koji utječe na brojnost dominantne vrste komarca u području istraživanja.

Rezultati korelacije u mom istraživanju upućuju na to da je ni jedan meteorološki faktor (numerički) nema značajan utjecaj na ukupnu brojnost komaraca tijekom razdoblja istraživanja na širem području naselja Mecca. Temperatura zraka u istraživanju kretala se između 18,65°C do maksimalnih 23,25°C, tako da nije bilo negativnog utjecaja na let komaraca budući da je poznato kako *Cx. tarsalis* let započinje kad temperatura zraka dosegne 13°C, a hranjenje krvlju pri temperaturi od 15°C, dok temperatura zraka ispod 19°C smanjuje letnu aktivnost vrste *Cx. tarsalis* (Bailey i sur., 1965).

Gledano po staništima, samo je stanište vinograda pokazivalo značajnu povezanost s meteorološkim faktorima, pri čemu je broj komaraca negativno korelirao s temperaturom zraka i brzinom vjetra ($r=-0,81$; $df=7$; $p<0,01$; $r=-0,76$; $df=7$; $p=0,05$), dok je pozitivno korelirao samo s postotkom vlage u zraku ($r=0,77$; $df=7$; $p<0,05$). U vinogradima je i inače visoka temperatura zraka, a niska relativna vlažnost, a budući da su trsovi loze niski i rijetko raspoređeni, vjetar ondje pokazuje svoj najveći utjecaj. To je razlog zašto su vinogradi uhvatili najmanje komaraca tijekom istraživanja (1%).

Od svih meteoroloških faktora, vjetar najviše varira između staništa i postaja. Budući da je meteorološka postaja – Mecca smještena 8 km istočno od naselja Mecca, vrijednosti brzine vjetra nisu realne na svakoj od postaja na kojima su skupljani komarci. Kretanje komaraca pod direktnim je utjecajem trenutačne brzine vjetra na određenom prostoru, a smjer i brzina vjetra mijenjaju se svake sekunde. Zbog toga, kao i zbog utjecaja vegetacije na brzinu vjetra, bilo bi poželjno uređaj za mjerenje smjera i brzine vjetra (anemometar) postaviti na prilagođenoj visini i što bliže mjestima uzorkovanja (Clements, 1999).

Reisen i suradnici (2003a) utvrdili su da je prosječna brzina vjetra između 4,5 ms^{-1} i 6,7 ms^{-1} spriječila izlazak jedinki iz voćnjaka citrusa sve dok brzina nije pala ispod 4,5 ms^{-1}, što je rezultiralo povišenim brojem uhvaćenih markiranih komaraca u staništu citrusa. Također smatraju da koncentracija uhvaćenih markiranih komaraca u zavjetrini voćnjaka ukazuje na izbjegavanje jakog vjetra s otvorene strane voćnjaka. U mom istraživanju prosječna dnevna brzina vjetra iznosila je 2,34 ms^{-1} i manje, tako da su se komarci unutar i izvan voćnjaka i

drugih staništa mogli neometano kretati. Bez utjecaja vjetra na kretanje komaraca bilo je i istraživanje disperzije vrste *Ae*. *aegypti* u Australiji (Russell i sur., 2005).

Markirani uzorak – disperzija vrste *Cx. tarsalis*

Ovaj rad proučava faktore koji utječu na prostornu distribuciju odraslih komaraca vrste *Cx. tarsalis* i daje procjenu disperzije ruralnih i poplavnih vrsta komaraca na području naselja Mecca, odnosno Grada Osijeka. Budući da je disperzija vrsta *Ae. vexans*, *Oc. sticticus* i *Oc. caspius* bila predmet moga magistarskoga rada (Sudarić Bogojević, 2005), ovdje ću se prvenstveno bazirati na disperziji ruralne vrste *Cx. tarsalis*, s kasnijim osvrtom na sličnosti i razlike u disperzijama navedenih vrsta.

Cilj istraživanja u Kaliforniji nije bio odrediti maksimalnu duljinu leta, niti procijeniti duljinu života komaraca, već objasniti disperziju komaraca iz dva različita okoliša u susjedna staništa. Slično su napravili Reisen i suradnici (2003) proučavajući kretanje komaraca iz mjesta potencijalnih legala u kompleksni okoliš. Pri tome su dokazali hipotezu da ženke vrste *Cx*. *tarsalis* koje su u potrazi za krvnim obrokom, a puštene s istog područja na kojem su za potrebe markiranja i uhvaćene, imaju veći „recapture rate" nego ženke koje su se razvile iz skupljenih ličinki ili odrasle jedinke uhvaćene u jednom staništu, a puštene u drugom.

Postotak ponovno uhvaćenih markiranih komaraca (1,11%) sličan je onom dobivenom u različitim MRR istraživanjima s navedenom vrstom (Reisen i sur., 1991; Reisen i Lothrop 1995; Reisen i sur., 2003a) i drugim vrstama roda *Culex* u ruralnim područjima (Reisen i sur., 1991; LaPointe, 2008). Slično nemarkiranom uzorku komaraca, dominantna vrsta markiranog uzorka je *Cx*. *tarsalis* (99%).

Broj markiranih jedinki (orange i aqua) opadao je kako se istraživanje bližilo kraju. Dominacija orange ili aqua-komaraca u ukupnom uzorku pokazala se upravo u danima pred kraj istraživanja kada je broj markiranih jedinki već pao na minimum. To znači da je udio orange i aqua-komaraca u ukupnom markiranom uzorku po danima uzorkovanja uglavnom bio približno jednak.

Prethodna MRR istraživanja pokazala su kako se najveći broj markiranih komaraca (>80%) ponovno uhvati unutar tri do četiri dana nakon puštanja (Reisen i sur., 1992b; Reisen i Lothrop, 1995), što je pokazalo i moje istraživanje (prva tri dana – 90,22%). U skladu s tim, istraživanje na području naselja Mecca bilo je ograničeno na 12 dana (9 uzorkovanja), sve dok u uzorku nije zabilježena ni jedna markirana jedinka.

Početna hipoteza bila je da se ukupni utjecaj udaljenosti od mjesta puštanja može razdvojiti u dvije komponente: horizontalnu udaljenost i kut otklona od sjevera (zbog pretpostavljenog utjecaja vjetra). Sljedeća hipoteza glasila je: odstupanje stvarnih podataka (broja uhvaćenih markiranih komaraca) od vrijednosti dobivenih bivarijatnim modelom za istu kombinaciju (udaljenost i kut otklona), jednim dijelom ovisi i o staništima na kojima su markirani komarci uzorkovani.

Generalno, veličina populacije komaraca opada s rastućom udaljenosti od mjesta legla ili točke puštanja obojenih komaraca (Taylor, 1978; Brust, 1980; Service, 1993). Pad brojnosti markiranih jedinki u vezi je s duljinom trajanja istraživanja i udaljenosti od točke puštanja (Russell i sur., 2005). Iako je regresijskim izjednačenjem (univarijatnim i bivarijatnim) u mom radu dokazano opadanje broja uhvaćenih markiranih komaraca s udaljenošću od mjesta puštanja i s povećanjem kuta otklona od sjevera, čini se da udaljenost klopke od točke puštanja komaraca nije bila od presudnoga značenja za smanjenje broja uhvaćenih markiranih jedinki. Smanjenje broja markiranih jedinki porastom dana uzorkovanja posljedica je njihove disperzije u okoliš – emigracije, udjela različitih tipova staništa u okolici klopke, dužine trajanja života komaraca i vremenskih uvjeta.

Razlog zašto je već u noći puštanja komaraca uhvaćeno 49,62% svih markiranih jedinki je u tome što su ženke mahom bile „gladne krvi“. Naime, na malom uzorku ženki uhvaćenih za potrebe MRR eksperimenta, obavljen je pregled abdomena radi određivanja je li njihovo probavilo bilo ispunjeno krvlju ili su jedinke bile gravidne. Ispostavilo se da su gotovo sve bile nenahranjene. Zbog toga su nakon puštanja, kretanje usmjerile prema potencijalnom izvoru hrane i vodile se za povišenom koncentracijom CO_2 u zraku, kakvu su emitirale i upotrijebljene CDC-klopke. Također se ne može isključiti ni brzina vjetra koja je sat nakon puštanja komaraca iznosila 1,6 ms^{-1}.

Prema preliminarnim rezultatima uzorkovanja, disperzija orange i aqua-komaraca u prvoj noći išla je u svim smjerovima, odnosno komarci su zabilježeni u svim klopkama koje su okruživale mjesto puštanja komaraca. Time je pretpostavljeno da komarci prvo disperziraju u sva okolna staništa, a kasnije se akumuliraju u staništima koja im više pogoduju (stanište citrusa, odnosno pustinjsko područje), pa tada možemo govoriti o grupiranoj distribuciji. Poznato je naime da se vrsta *Cx. tarsalis* kreće u svim smjerovima tražeći ptičjeg domaćina i novostvorena legla. S takvom reproduktivnom strategijom, slučajna disperzija može biti učinkovitija od „memoriranih“ staza za let (Reisen i Lothrop, 1995).

Četrnaest je postaja na kojima su zabilježene i orange i aqua-jedinke. Na svakoj od njih, osim T-16, uhvaćeno je mnogo više jedinki jedne boje – ovisno o položaju postaje u odnosu na točku puštanja komaraca. Ako povučemo paralelu s cestom 111 u smjeru sjevera, tada su krajnje sjeverne postaje T-4 i T-24, a preostalih 12 nalazi se ispod te zamišljene linije i to raspoređene u svim staništima, osim staništu vinograda i poljoprivrednim površinama.

Zbog čega je više orange-komaraca u južnijim klopkama nego aqua-komaraca u sjevernijim? Razlike u distribuciji orange i aqua-komaraca, koje se vide na Slici 67, nisu rezultat „različite disperzije" orange i aqua-komaraca, nego kombinacije činjenica: a) da je kut otklona klopki skupljanja komaraca u odnosu na točke puštanja komaraca značajan prediktor i b) da su dvije točke puštanja osjetno smaknute u smjeru sjever-jug. Tome naravno treba pridodati i tipove staništa, mikroklimatske uvjete na staništu i biologiju vrste *Cx. tarsalis*, jer je poznato da položaj klopke, smjer vjetra, raspored potencijalnih domaćina i legala u prostoru također imaju utjecaj na disperziju komaraca. Južno od naselja Mecca nalaze se idealna legla za razvoj velikih populacija komaraca („duck clubs", ribnjaci i poplavna područja), koja su ujedno i mjesta odmorišta ptica, glavnom izvoru hrane ženkama vrste *Cx. tarsalis*.

Smjer vjetra koji je puhao tijekom istraživanja bio je dominantno sjeverni do sjeverozapadni. Dow i suradnici (1965) zaključili su kako je disperzija *Cx. tarsalis* preko pustinjskih staništa u San Joaquin Valley bila neovisna o smjeru vjetra. Reisen i suradnici (1992b) također su našli da smjer vjetra nema utjecaj na disperziju i da ženke pri apetitivnom letu često lete poprijeko strujanju zraka iz stambenih u ruralna područja s poljima pamuka i lucerne (*Medicago sativa*). Moguće je ipak da je u mom istraživanju vjetar (prvenstveno zbog uglavnom kontinuiranog smjera puhanja tijekom cijelog istraživanja) utjecao na disperziju, potičući komarce na let u njegovom dominantnom smjeru – u smjeru juga. Vegetacija sjeverno od ceste 111 različita je za pojedino stanište, za razliku od relativno „homogene" pustinje, gdje okoliš razbijaju samo mali „otoci" plantaža datulja, farmi ili poljoprivrednoga područja. Kao što je prometnica potencijalna barijera komarcima koji s područja legala („duck clubs"- poplavljene inundacije južno od naselja Mecca) žele doći sjevernije, leteći pritom uz vjetar, ista je situacija i s markiranim jedinkama bilo da cestu prelijeću iz smjera sjevera ili juga. Tako je od 130 orange-komaraca, samo njih 22 dospjelo u klopke „preko ceste", što je 0,19% svih ponovno uhvaćenih orange-komaraca. S druge strane, još je manje aqua-komaraca (20/136) preletjelo prometnicu u smjeru sjevera, jer osim ceste kao prepreke, postojao je vjetar koji je puhao u smjeru suprotnom od njihova leta i postoji saznanje da se komarci ako nemaju potrebu ne udaljavaju daleko od mjesta legala, odnosno mjesta puštanja. Zanimljivo je reći kako je za

orange-komarce to značilo prijelaz iz sjevera na jug na devet udaljenijih postaja (od 2,44 km do 4,08 km) uglavnom pustinjskoga staništa, gdje su u svima, osim na postaji T-33, zabilježeni mali brojevi markiranih jedinki (od 1 do 3). Na navedenoj postaji iznenađujuće je velik broj orange-jedinki (11), od čega je deset skupljeno već prvoga dana istraživanja. Ta je klopka udaljena 3,37 km od ORANGE-točke puštanja, a između točke puštanja i postaje T-33 nalazile su se tri klopke u staništu citrusa koje su mogle „zaustaviti" te komarce. Neobjašnjiv je nagon tih komaraca da prijeđu toliki put u jednoj noći, jer očigledno je da vjetar nije imao velik utjecaj na njihovu disperziju. Međutim, ako se zna da kada je brzina vjetra manja od brzine leta komaraca, što najčešće iznosi jedan metar u sekundi (ms^{-1}), komarci lete uz vjetar, a ako je brzina vjetra veća od 1 ms^{-1}, tada lete niz vjetar ili je aktivni let obustavljen (Bidlingmayer i Evans, 1987). U predvečerje kada su komarci i pušteni, on jest puhao u smjeru juga, a njegova brzina je bila relativno niska (od 1,1 ms^{-1} do 1,6 ms^{-1}), no očigledno dovoljna da ih ponese i usmjeri prema jugu. Schreiber i suradnici (1988) također pretpostavljaju da nalet vjetra u vrijeme puštanja komaraca i otvoreno područje mogu pridonijeti kretanju komaraca niz vjetar. Postaja T-33 nalazi se najjužnije 400-tinjak metara od ceste, a nasuprot velikom polju obradivih površina, pa je moguće da su preko tog otvorenoga područja orange-komarci lakše doletjeli. Suprotno, aqua-komarci također su uhvaćeni na devet „sjevernih" postaja od kojih su one s najvećim brojem aqua-komaraca bile smještene na udaljenosti do 1 km.

Svemu navedenome treba dodati i položaj točki puštanja u odnosu na blizinu ceste 111. Tako je T-ORANGE udaljena oko 2 km, dok je točka T-AQUA udaljena samo 100 m od prometnice, pa je moguće da je i ono malo aqua-komaraca preletjelo cestu u vrijeme kada promet na njoj nije bio intenzivan (noć). Ostali aqua-komarci vjerojatno su se odmah uputili prema jugu (vjerojatno potaknuti i bukom s ceste), za razliku od orange-komaraca koji su bili udaljeniji od ceste, a time i manje pod njezinim utjecajem.

AQUA-točka puštanja smještena je bliže izvornim leglima komaraca (odnosno mjestima gdje su za markiranje skupljani komarci) negoli ORANGE-točka. Ako polazimo od gore navedene hipoteze i pretpostavke da je južni dio područja istraživanja „sličniji" izvorištima komaraca, tada se očekuje da će komarci pušteni u takvom prostoru („lokalni") imati veću uspješnost uzorkovanja. Međutim, „recapture rate" aqua-komaraca (1,13%) samo je za 0,03% veći od onog zabilježenog za orange-komarce. Ipak, taj okoliš točaka puštanja u svojim se značajkama ne razlikuje dovoljno da bi se pojavila velika razlika u „recapture rate" u sumarnim rezultatima istraživanja. To također objašnjava da u disperziji aqua i orange-

komaraca nema razlike, jer se i jedni i drugi komarci, bez obzira na okoliš u kojem su pušteni, kreću prostorom radi zadovoljenja svojih potreba, pri čemu bivaju prekinuti ulaskom u klopke.

Isto je potvrđeno i t-testom, koji je pokazao kako se reziduali za dvije točke puštanja ne razlikuju značajno, čime je dokazano da nije bilo razlike u disperziji (ovisnoj o udaljenosti i kutnom otklonu) između orange i aqua-komaraca.

Nekolicina autora (Charlwood i sur., 1988; Renshaw i sur., 1994; McCall i sur., 2001) pretpostavlja kako neki komarci (*An. farauti*, *Ae. cantans* i *An. arabiensis*) imaju sposobnost „memoriranja" svojeg životnog prostora, utvrđujući staze leta i reducirajući gubitke (mortalitet, emigracija, ukidanje uzorkovanja) u usporedbi s jedinkama „strancima" koje su prinuđene učiti nove staze leta nakon puštanja u nekom, za njih, novom prostoru. U svim tim istraživanjima „stranci" su imali manji „recapture rate" od ženki uhvaćenih i puštenih u istom, poznatom okolišu. Istraživanja na području Coachella Valley, Reisen i Lothrop (1995) pokazuju da je postotak ponovno uhvaćenih „komaraca stranaca" jednak ili malo veći od postotka uhvaćenih lokalnih jedinki, što daje naslutiti kako takvo „naučeno" ponašanje manje koristi vrstama koje zaposjedaju nepostojana sušna područja u kojima se novonastala vodena staništa čine ključnima za polaganje jaja i često bivaju iskorištena od strane fakultativno autogenih vrsta, kakve su neke populacije vrste *Cx. tarsalis* tijekom prvoga gonotrofičkog ciklusa (Reisen i Reeves, 1990). „Recapture rate", koji je bio veći za komarce „strance" nego za lokalnu populaciju, zabilježili su Reisen i Lothrop (2001). Očigledno je da su u mom istraživanju „stranci" bili i orange i aqua-komarci tako da je „recapture rate" bio podjednak, kakva je bila i disperzija.

Iako se zna da vrsta *Cx. tarsalis* može preletjeti umjerene udaljenosti od legla (od 362 m do maksimalno 32,2 km; Nelson i Milby, 1978; Bailey i sur., 1965), malo je poznato o preferenciji iste vrste prema različitim staništima.

Analiza varijance pokazala je značajne razlike u brojnosti komaraca (reprezentiranoj odstupanjima od bivarijatnog modela) među različitim tipovima staništa, a LSD-testom su utvrđene te razlike između pojedinih staništa.

Stanište pustinje dominantno je i za markirani i nemarkirani uzorak. Na tom staništu zabilježena je ukupno najveća brojnost markiranih jedinki (reprezentirana odstupanjima od bivarijatnog modela). Ta brojnost značajno je veća nego na poljoprivrednom staništu, u citrusima, te u urbanom staništu. Vinogradi su pritom jedino stanište koje se po broju

markiranih jedinki nije razlikovalo značajno ni od kojeg drugog staništa, dok se sva druga staništa značajno razlikuju po broju jedinki od jednog, dva ili čak tri staništa.

I učinkovitost klopki bila je različita u različitim staništima. Najveći intenzitet hvatanja markiranih komaraca zabilježen je upravo u vinogradima. Vinogradi su relativno daleko udaljeni od legala komaraca i njihove najezde, uz to nisu zanimljivi komarcima kao stanište za odmor i hranjenje (zbog čega je broj nemarkiranih komaraca ondje bio najniži), a broj markiranih jedinki u klopkama je bio visok vjerojatno kao posljedica slobodne disperzije u okolici točke puštanja. Budući da su se postaje, u kojima su uhvaćeni ti komarci, nalazile u neposrednoj blizini točke puštanja komaraca, rezultat nije iznenađujući. Isto je i za klopke na poljoprivrednom staništu, koje je na drugom mjestu po intenzitetu hvatanja markiranih jedinki. Iz korelacije između odstupanja od bivarijatnog modela i postotnog udjela pojedinog tipa staništa na svakoj postaji vidljivo je kako odstupanje od modela u broju markiranih jedinki (rezidual) značajno raste s porastom udjela pustinje, a značajno opada s porastom udjela urbanog područja u okolici točke hvatanja komaraca, dok o udjelu poljoprivrednih površina, voćnjaka, vinograda i palmi ne ovisi statistički značajno.

U ovom istraživanju čini se da su jedinke vrste *Cx. tarsalis* pri disperziji u smjeru juga izbjegavale urbano naselje. U urbanom staništu, na kojemu je zabilježena ukupno najmanja brojnost komaraca (reprezentirana odstupanjima od bivarijatnog modela), brojnost komaraca između pojedinih staništa značajno je manja od brojnosti u pustinji, citrusima i plantažama datulja. Promotrimo li postotak ponovno uhvaćenih markiranih komaraca po staništima, zamjećujemo da je on bio najveći u pustinjskom staništu za aqua-komarce (0,90%), a u citrusima za orange-komarce (0,55%). Upravo su to i staništa točaka puštanja markiranih komaraca. Vinogradi su za aqua-komarce bili najmanje atraktivni, jer ondje nije zabilježena ni jedna aqua-jedinka, dok je za orange-komarce to bilo urbano stanište (0,03%). I ovaj podatak ide u prilog tomu da su orange-komarci pri disperziji obilazili urbano područje.

Isto su potvrdili Reisen i suradnici (1991) kada su dokazali da *Cx. tarsalis* uglavnom ostaje unutar ruralnog staništa i ne emigrira u naseljena područja. Tada je dokazano da su ženke puštene s gospodarske farme u većem broju uhvaćene u okolici farme, a nisu zabilježene u urbanoj sredini. Kao kontrast tomu, ženke puštene u urbanoj sredini disperzirale su i slabo su u njoj uhvaćene. Reisen i suradnici (1983) pustili su ženke u brdovitom okolišu u kojem je bilo dovoljno stoke – domaćina pa zbog toga nisu letjele daleko od mjesta puštanja, dok su one puštene u staništima doline u Kern County morale letjeti na veće udaljenosti kako bi pronašle domaćina (ptice ili sisavce), budući da nije bilo stoke u blizini.

Disperzija većine vrsta roda *Culex* povezana je s apetitivnim letom – traženjem domaćina (Reisen i sur., 1978; Milby i sur., 1983) ili traženjem mjesta za polaganje jaja (Service, 1997). Oba razloga relativno su limitirajuća u određenim dijelovima područja istraživanja. Udaljenost koju komarci prelaze u potrazi za mjestom za ovipoziciju ovisit će o trajanju gonotrofičkog ciklusa, te raspoloživosti i blizine potencijalnih legala u okolici izvora hrane. Ednan i suradnici (1998) našli su da je disperzija vrste *Ae*. *aegypti* smanjena kada je veći broj legala dostupan u području, a velika brzina disperzije zabilježena je kada je zabilježen deficit legala (Reiter i sur., 1995; Liew i Curtis, 2004). Upravo to može objasniti razlike u brzini disperzije orange i aqua-komaraca u mom istraživanju.

Brzina disperzije orange i aqua-komaraca bila je različita. Za orange-komarce prosječna brzina leta za razdoblje istraživanja iznosila je 1,06 km/dan. Za aqua-komarce prosječna dnevna udaljenost koju je jedna jedinka aqua-komaraca prešla u razdoblju istraživanja iznosila je 0,79 km. *Culex tarsalis* je vrsta koja kolonizira nova područja i rado polaže jaja u novostvorene vodene površine, jer čini se da stajaća voda starija od dva tjedna nije dovoljno atraktivna komarcima kao supstrat za ovipoziciju (Beehler i Mulla, 1993). Međutim, okoliš u koji su pušteni orange-komarci nije sadržavao pogodna legla, tako da su jedinke morale brže letjeti prema inundacijama na jugu područja istraživanja, dok aqua-komarci nisu morali prelaziti veće udaljenosti zbog ovipozicije. Ako je i bilo potencijalnih legala u području gdje su se jedinke zatekle, očito je da još nisu uzele krvni obrok, bez kojega razvoj jaja, pa time i polaganje ne može započeti.

Najčešće brzina disperzije komaraca vrsta roda *Culex* nije povezana s temperaturom ili vlagom zraka (Reisen i Lothrop, 1995), što pokazuje i ovo istraživanje, gdje nije utvrđena značajna povezanost brzine disperzije i meteoroloških faktora, jedino je brzina komaraca vrlo slabo negativno korelirala s brzinom vjetra.

Markirani i nemarkirani uzorak – disperzija vrste *Ae. vexans*, *Oc. sticticus* i *Oc. caspius*

Migracijama poplavnih vrsta komaraca bavila se nekolicina autora (Smith i sur., 1956; Brust, 1980; Horsfall i sur., 1973; Bidlingmayer i sur., 1974). Pretpostavka je da je glavni razlog tomu široki radijus kretanja tih vrsta. Vrlo jake letne sposobnosti poplavnim su komarcima, kao velikim napasnicima i molestantima, dobra predispozicija za pronalaženje domaćina, odnosno krvnoga obroka na većim udaljenostima od legla (Brust, 1980).

Istraživanje na području Grada Osijeka, provedeno u proljeće 2004. godine, obuhvaćalo je prvu generaciju poplavnih komaraca i započelo je neposredno nakon izlijetanja komaraca. To

znači da su za vrijeme trajanja istraživanja obuhvaćeni i migracijski let (Bidlingmayer, 1985; Service, 1993) i kretanja komaraca na male udaljenosti, odnosno apetitivni i konzumacijski letovi (Bidlingmayer, 1985).

Nemogućnost uspostavljanja kružnoga plana uzorkovanja iz centra poplavne ravnice zbog mina još će dugo biti razlogom nerazumijevanja migracija (disperzije) komaraca u potpunosti na prostorima istočne Hrvatske. Mnogi komarci koji se izlegu u Kopačkom ritu počinju let radi istraživanja područja, ali nepoznato je zadržavaju li se oni više u šumama Kopačkoga rita ili lete dalje prema sjeveru (tikveška šuma i/ili Haljevo – šuma nedaleko od Belog Manastira), (Merdić, 1993) ili ipak dominantan smjer disperzije vodi prema Osijeku. Iz literaturnih spoznaja o biologiji poplavnih vrsta komaraca i tipu staništa na kojem je istraživanje provedeno (uzimajući u obzir minska polja), odabrana je metoda mrežnog uzorkovanja, gdje je udaljenost između klopki bila u prosjeku 2 km. Postaje su bile smještene u različite tipove staništa: poljoprivredno, poplavno, urbano i kombinirana staništa.

Analizom varijance i LSD-testom utvrđeno je da se po ukupnom broju uhvaćenih jedinki poplavno stanište značajno razlikuje od svih ostalih staništa. Zbog činjenice da šumska poplavna područja sadrže najviše odraslih komaraca, istraživanja dinamike populacija, a potom i larvicidne, odnosno adulticidne tretmane, trebalo bi ciljano usmjeriti. Boxmeyer i Palchick (1999) zaključili su da je čak 85% komaraca *Ae. vexans* u asocijaciji sa šumama, a preostalih 15% s poljoprivrednim kulturama. Budući da je Kopački rit zaštićeno područje s oko 100 km^2 potencijalnih legala komaraca, ondje treba djelovati prvenstveno na ličinke komaraca, koristeći visoko selektivna biološka sredstva (preparati na bazi *Bacillus thuringiensis israelensis*).

U svom magistarskom radu (Sudarić Bogojević, 2005) izvršila sam za svaki dan uzorkovanja interpolaciju ukupnog broja komaraca pomoću „obične kriging“ metode, čime je pokazano očigledno prodiranje komaraca iz smjera Kopačkoga rita na područje Grada Osijeka. Velika je vjerojatnost da je smjer vjetra (NE) u predvečerje 30. travnja 2004. godine potpomognut brzinom (>2 ms^{-1}), imao početni impuls usmjerenja komaraca prema gradu. Međutim i ovdje, kao i u istraživanju u Kaliforniji, meteorološka stanica bila je značajno udaljena od samog centra istraživanja, u ovom slučaju 15 km istočno (usporedbe radi: Mecca – 8 km istočno), što je moglo utjecati na rezultate i zaključke u istraživanju.

Tada je također dokazano da je u istočnom dijelu grada ukupno uhvaćeno četiri puta više komaraca nego u njegovom zapadnom dijelu. Pretpostavka je da ta asimetrija brojčanih podataka ima veze i s pokrovom tla. U istočnom je dijelu grada mnogo više poljoprivrednih

površina. Mnoge su u našem slučaju zagađene minama i zarasle niskom vegetacijom – korovom, a poznato je da otvoreni prostori istraživanim vrstama komaraca pružaju nesmetani let tijekom noći, kada ženke kreću u apetitivni let (Bidlingmayer i sur., 1974; Bidlingmayer i Hem, 1981). Dokaz za to je zona infiltracije komaraca iz Kopačkoga rita u smjeru jugozapada upravo preko tih prostora. Drugo objašnjenje leži u činjenici da je istočni dio grada poljoprivredni kraj sa seoskim gospodarstvima gdje ljudi uzgajaju stoku, tako da je miris farmi životinja privlačio ženke komaraca u klopke postavljene u blizini. Da je miris svinja i goveda atraktant komarcima, dokazao je Brust (1980) u svom radu, gdje je utvrdio da su četiri klopke smještene u blizini farmi svinja i goveda, a podalje rijeka ili poplavnog područja, imale 72% ukupnog ulova ženki komaraca, odnosno u njima je uhvaćeno 46% markiranih ženki komaraca.

Poznato je da se, u slučaju velike gustoće populacija komaraca, ženke u potrazi za hranom kreću nasumce, a najčešće pohode šumske prostore i urbane sredine koje su najbliže leglu (Horsfall i sur., 1973). U istraživanju provedenom na području Osijeka, upravo je Osijek takva urbana sredina koja je od mjesta puštanja bila udaljena samo 1 km zračne linije. Mecca je pak urbano naselje smješteno u centar istraživanoga područja, 0,8 km, odnosno 1,6 km od točki puštanja komaraca. Urbano (industrijsko) središte producira veću koncentraciju CO_2 (što, moguće je, privlači ženke komaraca) i ima mnogo potencijalnih domaćina (ljudi i domaće životinje), što se pokazalo dovoljnim razlogom za kretanje komaraca prema gradu u istraživanju u Hrvatskoj, međutim ne i u Kaliforniji, gdje takvo stanište nije bilo privlačno komarcima vrste *Cx. tarsalis* na putu njihove disperzije. Razlika je u biologiji poplavnih odnosno, ruralnih vrsta komaraca koje imaju različite preferencije prema domaćinima. Prve se najviše hrane krvlju sisavaca (Nasci, 1984), dok druge krvlju ptica (Tempelis i sur., 1965). Zanimljivo je ipak da u užem središtu Grada Osijeka nije uhvaćena ni jedna markirana jedinka.

Urbana naselja, također, produciraju i osvijetljeni horizont kao posljedicu ulične i javne rasvjete, a poznato je da je veća količina svjetlosti u sumrak, uz visoku relativnu vlažnost zraka pogodna za let komaraca (Bidlingmayer, 1974). U analizu, međutim, treba uzeti u obzir visinu i gustoću objekata preko kojih komarci eventualno lete. Jer iako Grad Osijek producira mnogo više svjetla nego gradska naselja južno i jugoistočno od release site, komaraca je mnogo više u klopkama ovih potonjih prostora. Budući da su promjene u putevima kretanja komaraca diktirane promjenama smjera vjetra (Bidlingmayer, 1985), ali i kontrolirane visinom i gustoćom objekata – barijera (Bidlingmayer i Evans, 1987), moguće je da su kuće,

neboderi i drugi visoki objekti bili prepreka komarcima na zaposjedanju rute zapad. Manjak tako visokih stambenih objekata, velik broj životinjskih farmi i prostrane ravnice preko kojih komarci lete noću vjerojatno su razlog zašto su klopke postavljene u smjeru jug uhvatile mnogo više ženki komaraca. Dodatno objašnjenje za mali broj komaraca u klopkama zapadnoga dijela grada jest utjecaj udaljenosti od Kopačkoga rita i „kašnjenje" vodnog vala Drave za vodnim valom Dunava, što je dovelo do odgođenog razvoja ličinki, pa time i odraslih jedinki komaraca na području sjeverozapadno od Grada Osijeka (Halaševo).

Broj ponovno uhvaćenih markiranih komaraca u istraživanju u Osijeku iznosio je 22 jedinke (0,044%), što je velik broj za široko područje rasprostranjenosti komaraca poplavnih vrsta, ali nažalost broj nedovoljan za provedbu prikladnih statističkih analiza. Zbog toga ANOVA i LSD-test, kao ni regresijska izjednačenja ovdje nisu primijenjeni. Sličan „recapture rate" (0,061%) dobiven je i u istraživanju disperzije *Ae*. *vexans* i *Oc*. *sticticus* u Manitoba, Winnipeg (Brust, 1980). Za mnoge je druge vrste komaraca taj postotak ekstremno mali (<1%), što indicira da iste vrste lete daleko od mjesta puštanja (Service, 1993). Postotak ponovno uhvaćenih komaraca i srednja dnevna prijeđena udaljenost ne ovise samo o suštinskim razlikama u biologiji i ponašanju određenih vrsta komaraca, već i o kompleksnosti okoliša u kojem se istraživanje provodi (Service, 1993).

Najviše markiranih jedinki, slično kao i u Kaliforniji, uhvaćeno je u prva tri dana istraživanja (>63%). Ipak, za razliku od istraživanja u području Coachella Valley, istraživanje u Osijeku pokazalo je slabi pozitivni uzajamni odnos između ukupnoga broja markiranih i nemarkiranih komaraca po postajama. Postaja s najviše uhvaćenih markiranih jedinki je postaja T-8, koja je bila smještena 0,95 km južno od točke puštanja.

Osam od 22 markirana komarca (sve tri vrste) uhvaćene su u 5 od 17 klopki postavljenih na poljoprivrednim površinama. Analogno tome, bilo je za očekivati da će klopke s poljoprivrednoga područja biti one s najvećim brojem ukupno uhvaćenih komaraca (markiranih i nemarkiranih). Međutim, zbog smještanja klopki unutar poplavnoga šumskog područja, dakle u sam „izvor" komaraca, pokazalo se da su upravo to postaje s maksimalnim ulovom. Na samo tri od pet postaja poplavnoga područja uhvaćeno je ukupno sedam markiranih komaraca, što iznosi 32%. To potvrđuje hipotezu da je Kopački rit mjesto koje rađa najezde komaraca.

Iako je poljoprivredno područje bilo ono s najviše uhvaćenih markiranih jedinki (35%), ipak je po intenzitetu uzorkovanja markiranih komaraca to bilo urbano područje okruženo poljoprivrednim površinama (smješteno u istočnom dijelu grada). Slično kao i u istraživanju

provedenom u Kaliforniji i na području Osijeka stanište s najvećim ukupnim brojem komaraca (poplavno područje) ima najmanji intenzitet uzorkovanja markiranih jedinki.

Iz literature je poznato da vrste *Ae*. *vexans* i *Oc*. *sticticus* prelaze značajne udaljenosti od legla. Zabilježena maksimalna prijeđena udaljenost za tu vrstu iznosi od 620 m do više od 48 km (Ba i sur., 2005; Brust, 1980; Carpenter i LaCasse, 1955; Gjullin i sur., 1950; Headlee, 1945; Mohrig, 1969; Sparks i sur., 1986).

Maksimalna prijeđena udaljenost komarca zabilježena u ovom istraživanju iznosila je 11,7 km u smjeru – jugozapadno (WSW) od mjesta puštanja, gdje je trećega dana uzorkovanja pronađena jedna markirana jedinka vrste *Oc*. *sticticus*. Dan ranije puhao je sjeveroistočni vjetar, pa je moguće da je komarac donesen tim vjetrom. Aktivno ili pasivno, ta je jedinka prosječno letjela 4 km na noć. Prosječna dnevna udaljenost koju je jedna jedinka vrste *Oc*. *sticticus* prešla tijekom istraživanja iznosila je 2,6 km, dok za vrstu *Ae*. *vexans* ta udaljenost iznosi 1,0 km. Iz rezultata ukupno uhvaćenih markiranih komaraca utvrđeno je da se vrsta *Oc*. *sticticus* u klopkama vremenski pojavila prije vrste *Ae*. *vexans*. Schäfer (2004) u svom radu dokazuje da *Oc*. *sticticus* izlijeće ranije, što znači da i ranije kreće u disperziju.

Iako je najmanje markiranih jedinki (3) onih vrste *Oc. caspius*, udaljenosti koje su one prešle su najveće. Zabilježene su u klopkama poljoprivrednoga staništa na udaljenosti od 4,4 km i 8,01 km od točke puštanja, što indicira da *Oc. caspius* pri apetitivnom letu preferira područja bez visoke vegetacije (Bellini i sur., 1997). Brzina disperzije dobivena u tom istraživanju na osnovi samo tri jedinke je 3,6 km/dan.

Usporedimo li brzinu disperzije ruralne vrste *Cx*. *tarsalis* i navedenih poplavnih vrsta komaraca, možemo zaključiti kako su poplavne vrste komaraca „bolji“ letači, lete na veće udaljenosti i/ili učinkovitije koriste vjetar kao sredstvo nošenja. Treba uzeti u obzir i starost uspoređenih komaraca (ruralni su bili stariji nego poplavni), što određuje kondiciju i letne sposobnosti, ali prije svega svrhu disperzije: poplavni su komarci prvo migrirali, a potom tražili hranu, za razliku od ruralnih komaraca koji su uhvaćeni nakon migracija i koji su tijekom dvanaest dana istraživanja vjerojatno većinu vremena proveli u apetitivnom letu. Razlika je i u autogenosti: *Cx*. *tarsalis* je autogena, po potrebi i fakultativno autogena vrsta, dok su poplavni komarci (*Aedes* i *Ochlerotatus*) isključivo anautogene vrste koje, da bi položile jaja moraju uzeti obrok krvi. Za to su spremne preletjeti mnogo veće udaljenosti i ponovno se vratiti na mjesto odakle su potekle, jer su očigledno jedino ondje povoljni uvjeti za život (fluktuacija vodostaja koja direktno određuje broj generacija poplavnih komaraca; količina hrane u leglu; manjak predatora i slično). S druge strane, vrsta *Cx*. *tarsalis* spremna

je položiti jaja bez uzimanja krvi i to na bilo kojem mjestu koje ima dovoljno vode da ličinke mogu preživjeti i razviti se u odrasle jedinke.

U istraživanjima disperzije komaraca u budućnosti, bilo bi nužno detaljnije sagledati utjecaj prostornih razdioba značajki mikroreljefa (prvenstveno s obzirom na lokalne depresije u kojima zaostaje voda nakon poplava), za što bi bilo dobro koristiti prikladne metode daljinskih istraživanja (na primjer radarske ili laserske snimke) i geoinformatike (rastersko modeliranje), te u analizi uzeti u obzir visinu i gustoću objekata preko kojih komarci eventualno lete. Promjene u putevima kretanja komaraca diktirane su promjenama smjera vjetra (Bidlingmayer, 1985), ali i kontrolirane visinom i gustoćom objekata – barijera (stambeni objekti, drveće), (Bidlingmayer i Evans, 1987).

7. ZAKLJUČAK

Istraživanje utjecaja okoliša na disperziju komaraca provedeno je na širem području naselja Mecca u Kaliforniji od 22. listopada do 6. studenoga 2007. godine i u Gradu Osijeku od 29. travnja do 9. svibnja 2004 godine.

Na osnovi rezultata istraživanja disperzije komaraca, mogu se izvesti sljedeći zaključci:

- ✓ na širem području naselja Mecca ukupno je uhvaćeno 34 708 jedinki komaraca i utvrđeno je osam vrsta raspoređenih u pet rodova;
- ✓ najzastupljenija vrsta u ukupnom uzorku jest *Cx. tarsalis* (86,09%); ona je jedina eudominantna, eukonstantna i indiferentna u svim zastupljenim staništima;
- ✓ komarci, markirani i nemarkirani, dominantni su u staništu gdje postoje povoljni uvjeti za hranjenje, odmaranje i polaganje jaja (pustinja s leglima – „duck clubs“, plantaže datulja, voćnjaci citrusa);
- ✓ postoji značajna vrlo dobra povezanost između markiranih i nemarkiranih komaraca na pojedinim staništima kao i na istoj klopki u istom staništu;
- ✓ analiza varijance pokazala je značajne razlike za ukupni broj jedinki komaraca među staništima:
  - ✓ jednu skupinu čine staništa poljoprivrednoga područja, voćnjaka citrusa, vinograda i urbanoga područja, dok drugu skupinu čini stanište pustinje i plantaža datulja;
  - ✓ ukupan broj jedinki komaraca značajno raste s porastom udjela pustinje, a značajno opada s porastom udjela površina pod citrusima i vinogradima, dok o udjelu plantaža datulja, poljoprivrednog i urbanog područja ne ovisi značajno;
  - ✓ odstupanje od modela u broju markiranih jedinki (rezidual) značajno raste s porastom udjela pustinje, a značajno opada s porastom udjela urbanog područja u okolici točke hvatanja komaraca, dok o udjelu poljoprivrednih površina, voćnjaka citrusa, vinograda i plantaža datulja ne ovisi statistički značajno;

- ✓ izrađeni su modeli disperzije komaraca u kojima su osim udaljenosti od točke puštanja značajni procjenitelji bili i kvantificirane sastavnice okoliša (tip staništa u okolici klopki, smjer vjetra);
  - ✓ broj uhvaćenih markiranih komaraca vrste *Cx. tarsalis* smanjuje se s udaljenošću od mjesta puštanja i s povećanjem kuta otklona od sjevera, što znači da je disperzija komaraca s obje točke puštanja na širem području naselja Mecca tijekom istraživanja bila usmjerena prema jugu (prvenstveno pod utjecajem dominantnoga sjevernog vjetra, a vjerojatno i zbog činjenice da se u tom smjeru nalazi većina pogodnih mjesta za hranjenje i polaganje jaja, uz porast relativne vlažnosti zraka zbog blizine ribnjaka i umjetnih jezera);
- ✓ zabilježeno je više orange-komaraca u klopkama južno od ORANGE-točke puštanja, nego aqua-komaraca sjeverno od AQUA-točke puštanja markiranih komaraca;
- ✓ pri disperziji u smjeru juga, komarci su izbjegavali urbano naselje Mecca;
- ✓ antropogeni utjecaj na staništima (poljoprivreda uz navodnjavanje) uzrokuje promjene u bioraznolikosti populacija komaraca;
  - ✓ prema indeksima raznolikosti i ujednačenosti vrsta (H', 1-λ, E_H, E_λ) najveću raznolikost vrsta imaju najviše fragmentirana staništa: vinogradi, poljoprivredne površine i voćnjaci citrusa;
- ✓ disperzije ni ruralnih (Mecca) ni poplavnih (Osijek) vrsta komaraca nisu dominantno usmjerene prema urbanim staništima;
- ✓ istraživanje provedeno u Osijeku pokazalo je da se prema ukupnom broju uhvaćenih komaraca, poplavno područje značajno razlikuje od svih ostalih staništa (poljoprivredno, urbano, urbano uz vodu i urbano uz poljoprivredno).



8. LITERATURA

[1] Ba Y, Diallo D, Kebe CM, Dia I, Diallo M. 2005. Aspects of bioecology of two Rift Valley fever virus vectors in Senegal (West Africa): *Aedes vexans* and *Culex poicilipes* (Diptera: Culicidae). J Med Entomol. **42**: 739-750.

[2] Badovinac Z, Bralić I, Kamenarović M, Kevo R, Mikulić Z, Piškorić O. 1989. Prirodne znamenitosti Hrvatske. Republički zavod za zaštitu prirode Zagreb, Školska knjiga, Zagreb.

[3] Bailey SF, Eliason DA, Hoffmann BL. 1965. Flight and dispersal of the mosquito *Culex tarsalis* Coquillett in the Sacramento Valley of California. Hilgardia. **37**: 73–113.

[4] Baker M. 1961. The altitudinal distribution of mosquito larvae in the Colorado Front Range. Trans Am Ent Soc. 87: 231–246.

[5] Barker CM, Reisen WK, Kramer VL. 2003. California state Mosquito-Borne Virus Surveillance and Response Plan: a retrospective evaluation using conditional simulations. Am J Trop Med Hyg. **68**: 508-518.

[6] Bates M. 1941. Laboratory observations on the sexual behaviour of anopheline mosquitoes. J Exp Zool. **86**: 153-173.

[7] Beck LR, Rodrigues MH, Dister SW, Rodrigues AD, Rejmankova E, Ulloa A, Meza RA, Roberts DR Paris JF, Spanner M, Washino RK, Hacker C, Legters LJ. 1994. Remote sensing as a landscape epidemiologic tool to identify villages at high risc for malaria transmission. Am J Trop Med Hyg. **51**: 271-280.

[8] Beck SD. 1971. Insect photoperiodism. Academic Press, New York and London. 288 pp.

[9] Becker N, Petrić D, Zgomba M, Boase C, Dahl C, Lane J, Kaiser A. 2003. Mosquitoes and their control. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, 498 pp.

[10] Beehler JW, Mulla MS. 1993. The effects of organic enrichment and flooding duration on the oviposition behavior of *Culex* mosquitoes. Proc Calif Mosq Vector Control Assoc. **61**: 121-124.

[11] Bellini R, Veronesi R, Draghetti S, Carrieri M. 1997. Study on the flying height of *Aedes caspius* and *Culex pipiens* females in the Po delta area, Italy. J Am Mosq Control Assoc. **13**: 356-360.

[12] Bertram DS, McGregor IA. 1956. Catches in the Gambia, West Africa, of *Anopheles gambiae* Giles and *A. melas* var. *melas* Theobald in entrance traps of a baited portable wooden hut with special reference to the effect of wind direction. Bull Res. **47**: 669-681.

[13] Bidlingmayer WL. 1971. Mosquito flight paths in relation to the environment. 1. Illumination levels, orientation and resting areas. Ann Entomol Soc Am. **64**: 1121-1131.

[14] Bidlingmayer WL. 1974. The influence of environmental factors and physiological stage on flight patterns of mosquitoes taken in the vehicle aspirator and truck, suction, bait and New Jersey light traps. J Med Entomol. **11**: 119-146.

[15] Bidlingmayer WL. 1975. Mosquito flight paths in relation to the environment. Effect of vertical and horizontal visual barriers. Ann Entomol Soc Am. **68**: 51-57.

[16] Bidlingmayer WL, Hem DG. 1981. Mosquito flight paths in relation to the environment effect of the forest edge upon trap catches in the field. Mosq News. **41**: 55-59.

[17] Bidlingmayer WL. 1985. The measurement of adult mosquito population changes - some considerations. J Am Mosq Control Assoc **1**: 328-348.

[18] Bidlingmayer WL, Evans DG. 1987. The distribution of female mosquitoes about a flight barrier. J Am Mosq Control Assoc. **3**: 369-377.

[19] Bidlingmayer WL, Day JF, Evans DG. 1995. Effect of wind velocity on suction trap catches of some Florida mosquitoes. J Am Mosq Control Assoc. **11**: 295–301.

[20] Bognar A. 1990. Geomorfologija Baranje. Savez geografskih društava Hrvatske. Posebna izdanja, Svezak 7, Štamparski zavod Ognjen Prica, Zagreb, 312 pp.

[21] Bolling BG, Kennedy JH, Zimmerman EG. 2005. Seasonal dynamics of four potential West Nile vector species in north-central Texas. J Vector Ecol. **30**: 186-194.

[22] Bolling BG, Moore CG, Anderson SL, Blair CD, Beaty BJ. 2007. Entomological studies along the Colorado Front Range during a period of intense West Nile virus activity. J Am Mosq Control Assoc. **23**: 37-46.

[23] Boxmeyer CE, Palchick SM. 1999. Distribution of resting female *Aedes vexans* (Meigen) in wooded and nonwooded areas of metropolitan Minneapolis-St. Paul, Minnesota. J Am Mosq Control Assoc. **15**: 128-132.

[24] Bradley GH, McNeel TE. 1935. Mosquito collections in Florida with the New Jersey light trap. J Econ Entomol. **28**: 780-786.

[25] Brust RA. 1980. Dispersal behavior of adult *Aedes sticticus* and *Aedes vexans* (Diptera: Culicidae). Can Entomol. **112**: 31-42.

[26] Carpenter SJ, LaCasse WJ. 1955. Mosquitoes of North America. Univ Calif Press, Los Angeles, CA, 360 pp.

[27] Cassani JR, Bland RG. 1978. Distribution of floodwater mosquito eggs in a partially wooded, Central Michigan lowland. Mosq News. **38**: 566-569.

[28] Centers for Disease Control. 1978. Vector Topics No. 3, Control of Western Equine Encephalitis. U.S. DHEW PHS, Atlanta, GA.

[29] Chadee DD, Tikasingh ES. 1989. Diel biting activity of *Culex* (*Melanoconion*) *caudelli* in Trinidad, West Indies. Med Vet Entomol. **3**: 231 237.

[30] Charlwood JD, Graves PM, Marshall TF de C. 1988. Evidence for a ”memorized“ home range in *Anopheles farauti* females from Papua New Guinea. Med Vet Entomol. **2**: 101-108.

[31] Clarke JL, Rowley WA, Asman M. 1983. The effect of colonization on the laboratory flight ability of *Culex tarsalis* (Diptera: Culicidae). J Florida AntiMosq Assoc. **54**: 24-26.

[32] Clarke JL, Rowley WA, Christiansen S, Jacobson DW. 1984. Microcomputer-based monitoring and data acquisition system for a mosquito flight mill. An Entomol Soc Am. **77**: 119-122.

[33] Clements AN. 1999. The Biology of the Mosquitoes. Vol. 2 Sensory Reception and Behaviour. CABI Publishing, Oxon, UK. 740 pp.

[34] Costanza R, d'Arge R, de Groot R, Farber S, Grasso M, Hannon B, Naeem S, O'Neill RV, Paruelo J, Raskin RG, Sutton P, van den Belt M. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature. **387**: 253-259.

[35] Dabrowska-Prot E. 1964. Communities of mosquitoes in three types of forest land. Polish Ecol Studies. **5**: 5-88.

[36] Dajoz R. 1978. Ecologia geral. – fidelity indeks. 3rd ed. Petrópolis, Vozes. p 472.

[37] Dale PER, Hulsman K, Harrison D, Congdon B. 1986. Distribution of the immature stages of *Aedes vigilax* on a coastal salt-marsh in south-east Queensland. Austral J Ecol. **11**: 269-278.

[38] Day JF, Curtis GA. 1989. Influence of rainfall on *Culex nigripalpus* (Diptera: Culicidae) blood-feeding behavior in Indian River County, Florida. Ann Entomol Soc Am. **82**: 32–37.

[39] Daykin PN, Kellogg FE, Wright RH. 1965. Host-finding and repulsion of *Aedes aegypti*. Can Entomol. **97**: 239–263.

[40] De Candolle MA. 1855. Geographie botanique raisoneé, ou exposition des faits principaux et des lois concernant la distribution géographique des plantes de l'époque actuelle. Paris, Genéve.

[41] Dirzo R, Raven PH. 2003. Global state of biodiversity and loss. Ann Rev Environ Res. **28**: 137-167.

[42] Dow RP, Reeves WC, Bellamy RE. 1965. Dispersal of female *Culex tarsalis* into a larvicided area. Am J Trop Med Hyg. **14**: 656–670.

[43] Dunning JB, Danielson BJ, Pulliam HR. 1992. Ecological processes that affect populations in complex landscapes. Oikos. **65**: 169-175.

[44] Eisen L, Bolling BG, Blair CD, Beaty BJ, Moore CG. 2008. Mosquito species richness, composition and abundance along habitat-climate-elevation gradients in the nothern Colorado Front Range. J Med Entomol. **45**: 800-811.

[45] Fanara DM, Mulla MS. 1974. Population dynamics of larvae of *Culex tarsalis* (Coquillett) and *Culiseta inornata* (Williston) as releted to flooding and temperature of ponds. Mosq News. **34**: 98-104.

[46] Gabinaud A, Croset H, Cousserans J, Rioux JA. 1975. Ecologie de deux *Aedes halophiles* du littoral français: *Aedes* (*Ochlerotatus*) *caspius* (*Ochlerotatus*) (Pallas 1771) et *Aedes* (*Ochlerotatus*) *detritus* (Haliday 1833) (Nematocera: Culicidae). Utilisation de la végétation comme indicateur biotique pour l'établissement d'une carte écologique. PhD Thesis, University of Montpellier, Montpellier. 451 pp.

[47] Gaston KJ. 1996. What is biodiversity? U Gaston KJ (ed). Biodiversity: a biology of numbers and difference. Blackwell Science, Oxford, UK. pp 1-9.

[48] Gaston KJ, Williams PH. 1996. Spatial patterns in taxonomic diversity. Biodiversity: a biology of numbers and difference. Blackwell Science, Oxford, UK. pp 202-229.

[49] Gaston KJ, Blackburn TM. 2000. Pattern and process in macroecology. Blackwell Science,Oxford, UK.

[50] Gaston KJ, Blackburn TM, Greenwood JJD, Gregory RD, Quinn RM, Lawton JH. 2000. Abundance-occupancy relationships. J Applied Ecol. **37**: 35-59.

[51] Generalni urbanistički plan Grada Osijeka. 2006. ZAVOD ZA URBANIZAM I IZGRADNJU d.d. OSIJEK. (http://www.osijek.hr/dokumenti/urbanisticki_plan/knjiga1/2_uvod_polazi_1_79.pdf)

[52] Giglioli MEC. 1965. The age composition of *Anopheles melas* Theobald (1903) populations collected simultaneously by different methods in the Gambia, West Africa. Cahier ORSTOM, Entomol Med. **3**: 11-26.

[53] Gillies MT. 1972. Some aspects of mosquito behaviour in relation to the transmission of parasites. Zoo J Linnean Soc. **51**: 61-81.

[54] Gillies MT, Wilkes TJ. 1972. The range of attraction of animal baits and carbon dioxide for mosquitoes. Studies in a freshwater area of West Africa. Bull Entomol Res. **61**: 389-404.

[55] Gillies MT, Wilkes TJ. 1974. The range of attraction of birds as baits for some West African mosquitoes (Diptera, Culicidae). Bull Entomol Res. **63**: 573-581.

[56] Gillies MT, Jones, MDR, Wilkes TJ. 1978. Evaluation of a new technique for recording the direction of flight of mosquitoes (Diptera: Culicidae) in the field. Bull Entomol Res. **68**: 145-152.

[57] Gillies MT. 1988. Anopheline mosquitoes: vector behaviour and bionomics. In Malaria: Principles and practice of malariology. Churchill Livingstone. Edinbrgh i London. **1**: 453-485.

[58] Gjullin CM, Yates WW, Stage, HH. 1950. Studies on *Aedes vexans* (Meig.) and *Aedes sticticus* (Meig.), flood-water mosquitoes, in the lower Columbia River Valley. Ann Entomol Soc Am. **43**: 262-275.

[59] Gleiser RM, Gorla DE, Schelotto G. 2000. Population dynamics of *Aedes albifasciatus* (Diptera: Culicidae) south of Mar Chiquita Lake, central Argentina. J Med Entomol. **37**: 21-26.

[60] Gleiser RM, Gorla DE. 2001. Mapping *Aedes albifasciatus*. (Diptera: Culicidae) abundance in central Argentina with AVHHRR/NOAA imagery. J Am Mosq Control Assoc. **17**: 178.

[61] Gleiser RM, Schelotto G, Gorla DE. 2002. Spatial pattern of abundance of the mosquito *Ochlerotatus albifasciatus* in relation to habitat characteristic. Med Vet Ent. **16**: 364-671.

[62] Grimstad PR, DeFoliart GR. 1974. Nectar sources of Wisconsin mosquitoes. J Med Entomol. **11**: 331–341.

[63] Grimstad PR, DeFoliart GR. 1975. Mosquito nectar feeding in Wisconsin in relation to twilight and microclimate. J Med Entomol. **11**: 691–698.

[64] Guimarães AE, Gentile C, Lopes CM, Pinto de Mello R. 2000. Ecology of mosquitoes (Diptera: Culicidae) in areas of Serra do Mar State Park, State of São Paulo, Brazil. II-Habitat distribution. Memorias do Instituto Oswaldo Cruz. **95**: 17-28.

[65] Guisan A, Zimmermann NE. 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. Ecol Model. **135**: 147-186.

[66] Gutsevich AV, Monchadskii AS, Shtakel'berg AA. 1976. Fauna of the U.S.S.R. Diptera mosquitoes family Culicidae. Academy of Sciences of the USSR, Zoological Institute, Keter Publishing House, Jerusalem, 408 pp.

[67] Hamlyn-Harris R. 1933. Some ecological factors involved in the dispersal of mosquitoes in Queensland. Bull Ent Res. **24**: 229-232.

[68] Hanski I, Gyllenberg M. 1997. Uniting two general patterns in the distribution of species. Science. **275**: 397-400.

[69] Hazel JE. 1977. Use of certain multivariate and other techniques in assemblage zonal biostratigraphy: examples utilizing Cambrian, Cretaceous, and Tertiary Benthic Invertebrates. U Kauffman EG i Hazel JE (eds). Concepts and Methods in Biostratigraphy. Dowden, Hutchinson, & Ross, Inc., Stroudsburg, PA. pp. 187-212.

[70] Headlee TJ. 1945. The mosquitoes of New Jersey and their control. Rutgers University Press, New Brunswick. New Jersey. 316 pp.

[71] Hii JL, Smith T, Mai A, Mellor S, Lewis D, Alexander N, Alpers MP. 1997. Spatial and temporal variation in abundance of *Anopheles* (Diptera: Culicidae) in a malaria endemic area in Papua New Guinea. J Med Entomol. **34**: 193-205.

[72] Horsfall WR. 1954. The migration of *Aedes vexans* Meigen. J Econ Entomol. 47: p 544.

[73] Horsfall WR. 1955. Mosquitoes. Their bionomics and relation to disease. The Ronald Press Company, New York. 723 pp.

[74] Horsfall WR. 1963. Eggs of floodwater mosquitoes (Diptera: Culicidae) IX. Local Distribution. Ann Ent Soc Am. **56**: 426-441.

[75] Horsfall WR, Fowler HWJr, Moretti LJ, Larsen JR. 1973. The bionomics and embryology of the inland floodwater mosquito, *Aedes vexans*. University Illinois Press Urbana, Ill, 212 pp.

[76] http://en.wikipedia.org/wiki/Coachella_Valley

[77] http://wwwcimis.water.ca.gov

[78] http://www.cvmshcp.org/Plan_Documents.htm

[79] http://www.dzs.hr

[80] http://www.hcr.hr

[81] http://www.hcr.hr/hr/minskaSituacijaKarta.asp?ID=6,

[82] http://www.physicalgeography.net/fundamentals/7n.html

[83] Hughes JB, Daily GC, Ehrlich PR. 2000. Conservation of insect diversity: a habitat approach. Conservation Biology. **14**: 1788-1797.

[84] Johnson CG. 1969. Migration and dispersal of insects by flight. Methuen and Co, Ltd London, 763 pp.

[85] Kennedy JS. 1940. The visual responses of flying mosquitoes. Proc Zool Soc, London. **109**: 221-242.

[86] Krebs CJ. 1989. Ecological methodology. New York: Harper Collins Publishers, Inc. 654 pp.

[87] Krebs CJ. 1994. Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance. 4th edition, Harper Collins, New York. 801 pp.

[88] Krebs CJ. 1999. Ecological methodology 2nd ed. Menlo Park, CA: University of British Columbia Addison-Wesley Educational Publisher, Inc.

[89] Kunin WE, Lawton JH. 1996. Does biodiversity matter? Evaluating the case for conserving species. U Gaston KJ (ed). Biodiversity. A biology of numbers and differences. Blackwell Science, Oxford, UK. pp 283-308.

[90] Kuntz KJ, Olson JK, Rade BJ. 1982. Role of domestic animals as hosts for blood-seeking females of *Psorophora columbiae* and other mosquito species in Texas rice lands. Mosq News. **42**: 202-210.

[91] Laird M. 1988. The natural history of larval mosquito habitats. Academic Press, London. 555 pp.

[92] LaPointe DA. 2008. Dispersal of *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae) in a Hawaiian Rain Forest. J Med Entomol. **45**: 600-609.

[93] Lee HI, Seo BY, Burkett DA, Lee WJ, Shin YH. 2006. Study of flying height of culicid species in the northern part of the Republic of Korea. J Am Mosq Control Assoc. **22**: 239-245.

[94] Lehane MJ. 1991. Biology of blood-sucking insects. Harper Collins Academic, London, UK, 288 pp.

[95] Liew C, Curtis CF. 2004. Horizontal and vertical dispersal of dengue vector mosquitoes, *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*, in Singapore. Med Vet Entomol. **18**: 351-360.

[96] Lothrop HD, Reisen WK. 1999. A geographical information system to manage mosquito and arbovirus surveillance and control data in the Coachella Valley of California. J Am Mosq Control Assoc. **15**: 299-307.

[97] Lothrop HD, Reisen WK. 2001. Landscape affects the host-seeking patterns of *Culex tarsalis* (Diptera: Culicidae) in the Coachella Valley of California. J Med Entomol. **38**: 325–332.

[98] Lothrop HD, Lothrop B, Reisen WK. 2002. Nocturnal microhabitat distribution of adult *Culex tarsalis* (Diptera: Culicidae) impacts control effectiveness. J Med Entomol. **39**: 574–582.

[99] Lothrop HD, Lothrop B, Palmer M, Wheeler S, Gutierrez A, Miller P, Gomsi D, Reisen WK. 2007a. Evaluation of pyrethrin and permethrin ground ultra-low volume applications for adult *Culex* control in rural and urban environments of the Coachella Valley of California. J Am Mosq Control Assoc. **23**: 190-207.

[100] Lothrop HD, Lothrop B, Palmer M, Wheeler S, Gutierrez A, Miller P, Gomsi D, Reisen WK. 2007b. Evaluation of Pyrenone aerial ULV applications for adult *Culex tarsalis* control in the desert environments of the Coachella Valley, Riverside County, California. J Am Mosq Control Assoc. **23**: 405-419.

[101] MacArthur RH, Wilson EO. 1967. The theory of island biogeography. Princeton University Press, Princeton, USA.

[102] Magurran AE. 1988. Ecological diversity and its measurement. Chapman and Hall, London. 179 pp.

[103] Majstorović V, Getz D, Brna J, Manojlović R. 1998. Kopački rit – upravljani hidroekosustav. Priroda. **848**: 20-24.

[104] Mattingly PF. 1949. Studies on West African forest mosquitos. Part I. The seasonal distribution, biting cycle and vertical distribution of four of the principal species. Bull Entomol Res. **40**: 149-168.

[105] May RM. 2000. The dimensions of Life on Earth. U Raven PH, Williams T (eds). Nature and Human Society: the quest for a sustainable world. National Academy, Washington, USA. pp. 30-45.

[106] Mayer MS, James JD. 1969. Attraction of *Aedes aegypti* (L.): responses to human arms, carbon dioxide, and air currents in a new type of olfactometer. Bull Entomol Res. **58**: 629-642.

[107] McCall PJ, Mosha FW, Njunwa KJ, Sherlock K. 2001. Evidence for memorized site fidelity in *Anopheles arabiensis*. Trans R Soc Trop Med Hyg. **95**: 587-590.

[108] Medlock JM, Snow KR, Leach S. 2005. Potential transmission of West Nile virus in the British Isles: an ecological review of candidate mosquito bridge vectors. Med Vet Entomol. **19**: 2–21.

[109] Merdić E. 1993. Mosquitoes (Diptera, Culicidae) of Special Zoological Reserve "Kopački rit" (NE Croatia). Nat Croat. **2**: 47-54.

[110] Meyer RP, Reisen WK. 2003. Integrated mosquito surveillance program. Guidelines for California. Mosq Vector Contr Assoc Calif. 35 pp.

[111] Mian LS, Mulla MS, Dhillon MS. 1990. Studies on the bioecological aspects of adult mosquitoes in the Prado Basin of southern California. J Am Mosq Control Assoc. **6**: 64-71.

[112] Mihaljević M, Getz D, Tadić Ž, Živanović B, Gucunski D, Topić J, Kalinović I, Mikuska J. 1999. Kopački rit. Pregled istraživanja i bibliografija. HAZU, Zavod za znanstveni rad Osijek, Zagreb – Osijek. 188 pp.

[113] Mikuska J. 1979. Ekološke osobine i zaštita Specijalnog zoološkog rezervata "Kopački rit" s posebnim osvrtom na ekologiju kralježnjaka. Disertacija. Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet. Zagreb. 271 pp.

[114] Milby MM, Reisen WK, Reeves WC. 1983. Intercanyon movement of marked *Culex tarsalis* (Diptera: Culicidae). J Med Entomol. **20**: 193–198.

[115] Mohrig W. 1969. Die Culiciden Deutschiands. Parasitol Schriftenreihe. **18**: l-260.

[116] Moncayo AC, Edman JD, Finn JT. 2000. Application of geographic information technology in determining risk of eastern equine encephalomyelitis virus transmission. J Am Mosq Control Assoc. **16**: 28-35.

[117] Morris CD, Larson VL, Lounibos LP. 1991. Measuring mosquito dispersal for control programs. J Am Mosq Control Assoc. **7**: 608-615.

[118] Mrkonjić I. 1998. Visinska aktivnost komaraca u šumi. Diplomski rad. Sveučilište u Osijeku, Pedagoški fakultet, Osijek.

[119] Narodne novine, 30/94. Zakon o prostornom uređenju.

[120] Narodne novine, 45/67. Zakon o proglašenju poplavnog područja Kopački rit upravljanim prirodnim rezervatom.

[121] Narodne novine, 54/76. Zakon o zaštiti prirode.

[122] Narodne novine, 70/05. Zakon o zaštiti prirode.

[123] Narodne novine, 110/07. Zakon o zaštiti okoliša.

[124] Nasci RS. 1984. Variations in the blood-feeding patterns of *Aedes vexans* and *Aedes trivittatus* (Diptera: Culicidae). J Med Entomol. 21: 95–99.

[125] Nayar JK, Sauerman DM Jr. 1972. Flight performance and fuel utilization as a function of age in female *Aedes taeniorhynchus*. Israel J Entomol. **7**: 27-35.

[126] Nayar JK. 1985. Bionomics and physiology of *Aedes taeniorhynnchus* and *Aedes sollicitans*, the salt mars mosquitoes of Florida. Agr exp Stn Inst Food Agr Sci University Florida, Bulletin no. 852 Gainesville, 148 pp.

[127] Nelson RL, Templis CH, Reeves WC, Milby MM. 1976. Relation of mosquito density to bird:mammal feeding ratios of *Culex tarsalis* in stable traps. Am J Trop Med Hyg. **25**: 644-654.

[128] Nelson RL, Milby MM, Reeves WC, Fine PEM. 1978. Estimates of survival, population size, and emergence of *Culex tarsalis* at an isolated site. Ann Entomol Soc Am. **71**: 801–808.

[129] O'Donnell MS, Berry G, Carvan T, Bryan JH. 1992. Dispersal of adult females of *Culex annulirostris* in Griffith, New South Wales, Australia. J Am Mosq Control Assoc. **8**: 159-165.

[130] Odum EP. 1971. Fundamental of Ecology, 3rd ed. WB Sanders Company. Philadelphia. London. Toronto. 574 pp.

[131] Patrican LA, Hackett LE, Briggs JE, McGowan JW, Unnasch TR, Lee JH. 2007. Host-feeding patterns of *Culex* mosquitoes in relation to trap habitat. Emerging Infectious Diseases **12**: 1921-1923.

[132] Patz JA, Epstein PR, Burke TA, Balbus JM. 1996. Global climate change and emerging infectious diseases. JAMA. **275**: 217–23.

[133] Pedgley DE. 1982. Windborne pests and diseases. Meteorology of airborne organisms. Ellis Horwood, Chichester.

[134] Petrić D. 1989. Sezonska i dnevna aktivnost komaraca (Diptera, Culicidae) u Vojvodini. Doktorska disertacija. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet. Novi Sad. 138 pp.

[135] Pielou EC. 1974. Population and community ecology: Principles and Methods. Gordon and Breach Science, London. 424 pp.

[136] Ponçon N, Balenghien T, Toty C, Ferré JB, Thomas C, Dervieux A, L'Ambert G, Schaffner F, Bardin O, Fontenille D. 2007. Effects of local anthropogenic changes on potential malaria vector *Anopheles hyrcanus* and West Nile virus vector *Culex modestus*, Camargue, France. Emerg Infect Dis. **12**: 1810-1815.

[137] Price PW. 1984. Insect ecology John Wiley and sons, New York. pp 469-484.

[138] Program zaštite okoliša za područje Osječko-baranjske županije, 2005, OIKON d.o.o. Institut za primijenjenu ekologiju. (www.azo.hr/lgs.axd?t=16&id=1816)

[139] Provost MV. 1952. The dispersal of *Aedes taeniorhynchus*. I. Preliminary studies. Mosq News. **12**: 174-190.

[140] Provost MV. 1953. Motives behind mosquito flights. Mosq News. 13: 106-109.

[141] Provost MW. 1958. Mating and male swarming in *Psorophora* mosquitoes. Proc 10th Int Congr Ent Montreal (1956). **2**: 553-561.

[142] Provost MW. 1974. Mosquito flight and night relative humidity in Florida. Fla Scientist. **36**: 21–225.

[143] Reeves WC, Tempelis CH, Bellamy RE, Lofy MP. 1963. Observations on the feeding habits of *Culex tarsalis* in Kern. County, California, using precipitating antisera produced in bird. Am J Trop Med Hyg. **12**: 929-935.

[144] Reeves WC, Milby MM. 1989. Changes in transmission patterns of mosquito-borne viruses in the U.S.A. U Service MW (ed.) Demography and vector-borne diseases. CRC Press, Boca Raton, FL. pp121-141.

[145] Reeves WC. 1990a. Epidemiology and control of mosquito-borne arboviruses in California 1943-1987. Cal Mosq Vector Control Assoc. Sacramento, CA.

[146] Reeves WC. 1990b. Clinical and subclinical disease in man. U: Epidemiology and control of mosquito-borne arboviruses in California, 1943–1987. pp 1-25. Cal Mosq Vector Control Assoc. Sacramento, CA.

[147] Reisen WK, Aslam Y, Siddiqui TF, Khan AQ. 1978. A mark-release-recapture experiment with *Culex tritaeniorhynchus* Giles. Trans Roy Soc Trop Med Hyg. **72**: 167-177.

[148] Reisen WK, Milby MM, Reeves WC, Meyer RP, Bock ME. 1983. Population ecology of *Culex tarsalis* (Diptera: Culicidae) in a foothill environment of Kern County, California: Temporal changes in female relative abundance, reproductive status, and survivorship. Ann Entomol Soc Am. **76**: 800-808.

[149] Reisen WK, Pfuntner AR, 1987. Effectiveness of five methods for sampling adult *Culex* mosquitoes in rural and urban habitats in San Bernardino County, California. J Am Mosq Control Assoc. **3**: 601-606.

[150] Reisen WK, Meyer RP, Milby MM, Durso SL, Heath WC, Presser SB, Hardy JL, Emmons RW. 1988. Mosquito abundance and arbovirus activity along the lower Colorado River during 1986-1987. Proc Calif Mosq Vector Control Assoc. **56**: 13-19.

[151] Reisen WK, Meyer RP. 1990. Attractiveness of selected oviposition substrates for gravid *Culex tarsalis* and *Culex quinquefasciatus* in California. J Am Mosq Control Assoc. **6**: 244-250.

[152] Reisen WK, Reeves WC. 1990. Bionomics and ecology of *Culex tarsalis* and other potential mosquito vector species. U Reeves WC (ed). Epidemiology and control of mosquito-borne arboviruses in California, 1943-1987. Calif Mosq Vector Cotrol Assoc. Sacramento, CA. pp 254-329.

[153] Reisen WK, Meyer RP, Tempelis CH, Spoehel JJ. 1990a. Mosquito abundance and bionomics in residential communities in Orange and Los Angeles Counties, California. J Med Entomol. **27**: 356–367.

[154] Reisen WK, Pfuntner AR, Milby MM, Tempelis CH, Presser SB. 1990b. Mosquito bionomics and the lack of arbovirus activity in the Chino area of San Bernardino County, California. J Med Entomol. **27**: 811-818.

[155] Reisen WK, Milby MM, Meyer RP, Pfuntner AR, Spoehel J, Hazelrigg JE, Webb JP Jr. 1991. Mark-release-recapture studies with *Culex* mosquitoes (Diptera: Culicidae) in southern California. J Med Entomol. **28**: 357–371.

[156] Reisen WK, Hardy JL, Presser SB, Milby MM, Meyer RP, Durso SL, Wargo MJ and Gordon EW. 1992a. Mosquito and arbovirus ecology in southeastern California, 1986–1990. J Med Entomol. **29**: 512–24.

[157] Reisen WK, Milby MM, Meyer RP. 1992b. Population dynamics of adult *Culex* mosquitoes (Diptera: Culicidae) along the Kern River, Kern County, California, 1990. J Med Entomol. **29**: 531–543.

[158] Reisen WK, Lothrop HD, Milby MM, Prsser SB, Hardy JL, Wargo MJ. 1992c. Landscape ecology of encephalitis virus transmission in the Coachella Valley: temporal patterns among mosquito abundance and virus infection rates, and seroconversions in sentinel chickes. Proc Calif Mosq Vector Control Assoc. **60**: 71-71.

[159] Reisen WK & Lothrop HD. 1994. Mark-release-recapture studies with *Culex tarsalis* in the Coachella Valley, California. Proc Calif Mosq Vector Control Assoc. **62**: 54-57.

[160] Reisen WK. 1995. Effect of temperature on *Culex tarsalis* (Diptera: Culicidae) from the Coachella and San Joaquin Valleys of California. J Med Entomol. **32**: 636-645.

[161] Reisen WK, Lothrop HD. 1995. Population ecology and dispersal of *Culex tarsalis* (Diptera: Culicidae) in the Coachella Valley of California. J Med Entomol. **32**: 490–502

[162] Reisen WK, Hardy JL, Lothrop HD. 1995a. Landscape ecology of arboviruses in southern California: patterns in the epizootic dissemination of western equine encephalomyelitis and St. Louis encephalitis viruses in Coachella Valley, 1991-1992. J Med Entomol. **32**: 267–275.

[163] Reisen WK, Lothrop HD, Presser SB, Milby MM, Hardy JL, Wargo WJ, Emmons RW. 1995b. Landscape ecology of arboviruses in southern California: temporal and spatial patterns of vector and virus activity in Coachella Valley, 1990–1992. J Med Entomol. **32**: 255–266.

[164] Reisen WK, Smith PT, Lothrop HD. 1995c. Short term reproductive diapause by *Culex tarsalis* (Diptera: Culicidae) in the Coachella Valley of California. J Med Entomol. **32**: 654–662.

[165] Reisen WK, Lothrop HD, Hardy JL. 1995d. Bionomics of *Culex tarsalis* (Diptera: Culicidae) in relation to arbovirus transmission in southeastern California. J Med Entomol. **32**: 316–27.

[166] Reisen WK, Chiles RE, Lothrop HD, Presser SB, Hardy JL. 1996. Prevalence of antibodies to mosquito-borne encephalitis viruses in residents of the Coachella Valley. Am J Trop Med Hyg. **55**: 667-671.

[167] Reisen WK, Lothrop HD, Meyer RP. 1997. Time of host-seeking by *Culex tarsalis* (Diptera: Culicidae) in California. J Med Entomol. **34**: 430–437.

[168] Reisen WK, Lothrop HD. 1999. Efects of sampling design on the estimation of adult mosquito abundance. J Am Mosq Control Assoc. **15**: 105-114.

[169] Reisen WK, Boyce K, Cummings RC, Delgado O, Gutierrez A, Meyer RP, Scott TW. 1999. Comparative effectiveness of three adult mosquito sampling methods in habitats representative of four different biomes in California. J Am Mosq Control Assoc. **15**: 24-31.

[170] Reisen WK, Meyer RP, Cummings RF, Delgado O. 2000. Effects of trap design and carbon dioxide presentation on the measurement of adult mosquito abundance using Centers for Disease Control-style miniature light traps. J Am Mosq Control Assoc. **16**: 13-18.

[171] Reisen WK, Lothrop HD. 2001. Optimizing control of *Culex tarsalis*. U Lanzaro GC (ed). Mosquito control research.. University of California. pp 46-50.

[172] Reisen WK, Lothrop HD, Chiles RE, Cusack R, Green E-GN, Fang Y, Kensington M. 2002. Persistence and amplification of St. Louis encephalitis virus in Coachella Valley of California, 2000-2001. J Med Entomol. **39**: 793-805.

[173] Reisen WK, Lothrop HD, Lothrop B. 2003a. Factors influencing the outcome of mark-release-recapture studies with *Culex tarsalis* (Diptera: Culicidae). J Med Entomol. **40**: 820-829.

[174] Reisen WK, Chiles RE, Martinez VM, Fang Y, Green EN. 2003b. Experimental infection of California birds with western equine encephalomyelitis and St. Louis encephalitis viruses. J Med Entomol. **40**: 968-982.

[175] Reisen WK, Lothrop H, Chiles R, Madon M, Cossen C, Woods L, Husted S, Kramer V, Edman J. 2004. West Nile virus in California. Emerg. Infect. Dis. **10**: 1369–1378.

[176] Reisen WK, Fang Y, Martinez VM. 2005. Avian host and mosquito (Diptera: Culicidae) vector competence determine the efficiency of West Nile and St. Louis encephalitis virus transmission. J Med Entomol. **42**: 367-375.

[177] Reisen WK, Fang Y, Martinez VM. 2006. Effects of temperature on the transmission of West Nile virus by *Culex tarsalis* (Diptera: Culicidae). J Med Entomol. **43**: 309-317.

[178] Reisen WK, Cayan D, Tyree M, Barker CM, Eldridge B, Dettinger M. 2007. Impact of climate variation on mosquito abundance in California. J Vector Ecol. **33**: 89-98.

[179] ReisenWK, Lothrop HD, Wheeler SS, Kennsington M, Gutierrez A, Fang Y, Garcia S, Lothrop B. 2008. Persistent West Nile virus transmission and the apparent displacement St. Louis encephalitis virus in Southeastern California, 2003–2006. J Med Entomol. **45**: 494-508.

[180] Reiter P, Amador MA, Anderson RA, Clark GG. 1995. Dispersal of *Aedes aegypti* in an urban area after blood feeding as demonstrated by rubidium-marked eggs. Am J Trop Med Hyg. **52**: 177-179.

[181] Rejmankova E, Pope KO, Roberts DR, Lege MG, Andre R, Greico J, Alonzo Y. 1998. Characterization and detection of *Anopheles vestitipennis* and *Anopheles albimanus* (Diptera: Culicidae) larval habitats in Belize with field survey and SPOT satellite imagery. J Vector Ecol. **23**: 74-88.

[182] Renkonen O. 1938. Statistisch-/Skologische Untersuchungen tiber die terrestische Kfiferwelt der finnischen Bruchmoore. An Zool Soc Zool-Bot Fenn Vanamo. **6**: 1-231.

[183] Renshaw M, Service MW, Birley MH. 1994. Host finding, feeding patterns and evidence for a memorized home range of the mosquito *Aedes cantans*. Med Vet Entomol. **8**: 187-193.

[184] Ribbands CR. 1945. Moonlight and the house-haunting habits of female *Anopheles* in West Africa. Bull Ent Res. **36**: 395-415.

[185] Ribbands CR. 1949. Studies on the attractiveness of human populations to anophelines. Bull Entomol Res. **40**: 227–238.

[186] Romanović M, 2008. Struktura zajednica komaraca u različitim tipovima staništa na području Dalmacije. Doktorska disertacija. Sveučilište u Zagrebu. Zagreb. pp 159.

[187] Rowley WA, Graham CL. 1968. The effect of age on the flight performance of female *Aedes aegypti* mosquitoes. J Insect Physiol. **14**: 719-728.

[188] Rowley WA, Graham CL, Williams RE. 1968. A flight mill system for the laboratory study of mosquito flight. Ann Entomol Soc Am. **61**: 1507-1514.

[189] Russell RC, Webb CE, Williams CR, Ritchie SA. 2005. Mark-release-recapture study to measure dispersal of the mosquito *Aedes aegypti* in Cairns, Queensland, Australia. Med Vet Entomol. **19**: 451-457.

[190] Schäfer M, Lundström JO, Pfeffer M, Lundkvist E, Landin J. 2004. Biological diversity versus risk for mosquito nuisance and disease transmission in constructed wetlands in southern Sweden. Med Vet Entomol. **18**: 256-267.

[191] Schäfer M. 2004. Mosquitoes as a Part of Wetland Biodiversity. Acta Universitatis Upsaliensis, Uppsala, 63 pp.

[192] Schaffner F, Angel G, Geoffroy B, Hervy JP, Rhaiem A, Brunhes J. 2001. The mosquitoes of Europe CD-ROM PC. Montpellier, France: IRD EID Méditerranée.

[193] Schreiber ET, Mulla MS, Chaney JD, Dhillon MS. 1988. Dispersal of *Culex quinquefasciatus* from a dairy in southern California. J Am Mosq Control Assoc. **4**: 300-304.

[194] Service MW. 1971. The daytime distribution of mosquitoes resting in vegetation. J Med Entomol. **8**: 271-278.

[195] Service MW. 1976. Mosquito ecology: Field sampling techniques. Applied Science Publishers Ltd, London.

[196] Service MW. 1980. Effects of wind on the behaviour and distribution of mosquitoes and blackflies. Int J Biometeorol. **24**: 347-353.

[197] Service MW. 1993a. Mosquito ecology. Field sampling methods. 2nd ed. Vector Biology and Control. Liverpool School of Tropical Medicine, Chapman and Hall, London. pp 988.

[198] Service MW. 1993b. Mosquitoes (Culicidae). U Lane RP, Crosskey RW. Medical insects and arachnids. Chapman and Hall, London. pp. 120-239.

[199] Service MW. 1997. Mosquito (Diptera. Culicidae) dispersal--the long and short of it. J Med Entomol. **34**: 579-588.

[200] Service MW. 2008. Medical entomology for students. 4th ed. Cambridge University Press. 289 pp.

[201] Shannon E, Weaver W. 1963. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press, Urbana.

[202] Sharkey KR, Sjogren RD, Kulman HM. 1988. Larval densities of *Aedes vexans* (Diptera: Culicidae) and other mosquitoes in natural plant habitats in Minnesota wetlands. Enviro Entomol. **17**: 660-663.

[203] Sharp BL. 1983. *Anopheles merus* (Dönitz): its biting cycle in relation to environmental parameters. J Entomol Soc South Afr. **46**: 367–374.

[204] Silver JB. 2008. Mosquito ecology: Field sampling methods.3rd ed. Springer. 1477 pp.

[205] Simpson EH. 1949. Measurement of diversity. Nature. **163**: 688.

[206] Smith CE. 1987. Factors influencing the transmission of western equine encephalomyelitis virus between its vertebrate maintenance hosts and from them to humans. Am J Trop Med Hyg. **37**: 33-39.

[207] Smith GF, Geib AF, Isaak LW. 1956. Investigations of a recurrent flight pattern of flood water *Aedes* mosquitoes in Kern County, California. Mosq News. **16**: 251-256.

[208] Snow WF. 1976. The direction of flight of mosquitoes (Diptera, Culicidae) near the ground in West African savanna in relation to wind direction, in the presence and absence of bait. Bull Entomol Res. **65**: 555-562.

[209] Sørensen TA. 1948. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content, and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. K dan Vidensk Selsk Biol Skr. **5**: 1-34.

[210] Southwood TRE. 1962. Migration of terrestrial arthropods in relation to habitat. Biol Rev Camb Philos Soc. **37**: 171-214.

[211] Southwood TRE, Henderson PA. 2000. Ecological Methods. Chapter 3 - Absolute population estimates using capture-recapture experiments. Chapman and Hall, New York.

[212] Sparks AN, Jackson RD, Carpenter JE, Muller RA. 1986. Insects captured in light traps in the Gulf of Mexico. Ann Entomol Soc Am. **79**: 132–139.

[213] Springer OP (ed.). 2003. Kopački rit Park prirode. Ekološki turistički vodič. "Barbat" i Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja republike Hrvatske, Zagreb, 155 pp.

[214] Su T, Mulla MS. 1997. Selection-dependent trends of autogeny and blood feeding in an autogenous strain of *Culex tarsalis* (Diptera:Culicidae). J Am Mosq Control Assoc. **13**: 145-149.

[215] Sudarić Bogojević M. 2005. Migracije komaraca iz područja Kopačkoga rita. Magistarski rad. Sveučilište J.J.Strossmayera u Osijeku. 110 pp.

[216] Sudarić Bogojević M, Hengl T, Merdić E. 2007. Spatiotemporal monitoring of floodwater mosquito dispersal in Osijek, Croatia. J Am Mosq Control Assoc. **23**: 99-108.

[217] Sudia WD, Chamberlain RW. 1962. Battery-operated light trap, an improved model. Mosq News. **22**: 126-9.

[218] Sutcliffe JF. 1987. Distance orientation of biting flies to their hosts. Insect Sci Apl. **8**: 611-616.

[219] Suwonkerd W, Overgaard HJ, Tsuda Y, Prajakwong S, Takagi M. 2002. Malaria vector densities in transmission and non-transmission areas during 23 years and land use in Chiang Mai province, Nothern Thailand. Basic Appl Ecol. **3**: 197-202.

[220] Taylor LR. 1963. Analysis of the effect of temperature on insects in flight. J Animal Ecol. **32**: 99-117.

[221] Taylor LR. 1974. Insect migration, flight periodicity and the boundary layer. J Animal Ecol. **43**: 225-238.

[222] Taylor RAJ. 1978. The relationship between density and distance of dispersing insects. Ecol Ent. **3**: 63-70.

[223] Taylor RAJ. 1980. A family of regression equations describing the density distribution of dispersing organisms. Nature. **286**: 53-55.

[224] Tempelis CH, Reeves WC, Bellamy RE, Lofy MF. 1965. A three-year study of the feeding habits of *Culex tarsalis* in Kern County, California. Am J Trop Med Hyg. **14**: 170-177.

[225] Tischler W. 1949. Grundzüge der terrestrischen Tierökologie. Friedr Vieweg Sohn. Braunschweig. pp 1–425.

[226] Turner MG. 1989. Landscape ecology: the effect of pattern on process. Ann Rev Ecol Syst. **20**: 171-197.

[227] Unit Geo Software Development. 2001. ILWIS 3.0 Academic User's Guide. Enschede, The Netherlands: International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC). Available at http://www.itc.nl/ilwis/.

[228] Van den Assem J. 1961. Mosquitoes collected in the Hollandia area, Netherlands New Guinea, with notes on the ecology of larvae. Tijdschr Ent. **104**: 17–30.

[229] Von Humboldt A, Bonpland A.1807. Essay on the geography of plants. Levrault, Schell & Co., Paris.

[230] Wegbreit J, Reisen WK, 2000. Relationships among weather, mosquito abundance, and encephalitis virus activity in California: Kern County 1990-98. J Am Mosq Control Assoc. **16**: 22-27.

[231] Wehner R. 2000. Ecological effects of herbicide use on the weed flora in lychee orchards in the highlands of northern Thailand. Master thesis. University of Hohenheim, Stuttgart, Germany.

[232] Wekesa JW, Yuval B, Washino RK. 1996. Spatial distribution of adult mosquitoes (Diptera: Culicidae) in habitats associated with the rice agroecosystem of northern California. J Med Entomol. **33**: 344-50.

[233] Wekesa JW, Yuval B, Washino RK, Vasquez AM. 1997. Blood feeding patterns of. *Anopheles freeborni* and *Culex tarsalis* (Diptera: Culicidae): effects of habitat and host abundance. Bull Entomol Res. **87**: 633-641.

[234] Wood DM, Dang PT, Ellis RA. 1979. The mosquitoes of Canada. Diptera: Culicidae. Can Dep Agric Publ, Ottawa, Canada.

[235] Woodbridge AF, Walker ED. 2002. Mosquitoes (Culicidae). In: Medicial and Veterinary Entomology. Elsevier Science, San Diego. pp. 203-257.

[236] World Health Organization. 1975. Manual on practical entomology in Malaria. Part II. Methods and Materials. WHO Offset Publication No. 13. Geneva.

[237] Yamar Ba, Diallo D, Kebe CMF, Dia I, Diallo M. 2005. Aspects of bioecology of two Rift Valley fever virus vectors in Senegal (West Africa): *Aedes vexans* and *Culex poicilipes* (Diptera: Culicidae). J Med Entomol. **42**: 739-750.

[238] Yan Z-C, Zhong H. 2005. Comparison of adult mosquito community structure on various habitats. Insect Science. **12**: 193-197.

[239] Zeller HG, Schuffenecker I. 2004. West Nile virus: an overview of its spread in Europe and the Mediterranean basin in contrast to its spread in the Americas. Eur J Clin Microbiol Infect Dis. **23**: 47–56.

9. ŽIVOTOPIS

Rođena sam 26. svibnja 1974. godine u Osijeku, gdje sam završila osnovnoškolsko i srednjoškolsko obrazovanje. Diplomirala sam na Pedagoškom (danas Filozofskom) fakultetu Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, 2000. godine, na temu diplomskoga rada „Komarci u Kopačkom ritu".

Godine 2005. magistrirala sam na Poslijediplomskom sveučilišnom interdisciplinarnom znanstvenom studiju ZAŠTITA PRIRODE I OKOLIŠA Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku i Instituta „Ruđer Bošković" u Zagrebu, na temu „Migracije komaraca iz područja Kopačkoga rita".

Od 1. svibnja 2001. godine zaposlena sam na Pedagoškom fakultetu, odnosno Filozofskom fakultetu u Osijeku kao znanstveni novak u istraživačkom zvanju mlađeg asistenta, a od ožujka 2005. godine radim na Odjelu za biologiju Sveučilišta u Osijeku, na znanstveno-istraživačkom projektu „Entomofauna Kopačkog rita", gdje je glavni istraživač doc. dr. sc. Enrih Merdić. U okviru projekata bavila sam se istraživanjima komaraca, s posebnim osvrtom na migracije komaraca i sezonsku dinamiku vrsta.

Kao član Službe za monitoring i istraživanje komaraca, odnosno Službe za nadzor i istraživanje komaraca, čiji je voditelj doc. dr. sc. Enrih Merdić, sudjelovala sam u znanstvenoistraživačkom radu na projektima:

- „Monitoring i istraživanje komaraca u Slavonskom Brodu"
- „Monitoring i istraživanje komaraca u Osječko-baranjskoj županiji"
- „Monitoring i istraživanje komaraca u Vukovarsko-srijemskoj županiji"
- „Monitoring i istraživanje komaraca u Vinkovcima"
- „Monitoring i istraživanje komaraca u Osijeku"

Sudjelovala sam i u terenskim istraživanjima faune komaraca Istre i Dalmacije.

Nastavna djelatnost uključuje kolegije: „Praktikum iz opće zoologije", „Praktikum iz zoogeografije", „Entomologija" i „Ponašanje životinja". Povjerena mi je Terenska nastava za studente I. i III. godine.

Autor sam dva i koautor jednoga znanstvenoga rada objavljenih u CC časopisima. Autor sam dva i koautor sedam znanstvenih radova u drugim časopisima. Autor sam četiri i koautor tri stručna rada. Na dolje navedenim kongresima i seminarima aktivno sam sudjelovala s ukupno petnaest priopćenja:

- Rujan 2001. – Barcelona, Španjolska – „3rd International Congress of Vector Ecology“
  - postersko priopćenje u koautorstvu
- Listopad 2004. – Osijek, Hrvatska – „3rd Workshop of European Mosquito Control Association“
  - usmeno priopćenje i dva postera u koautorstvu
- Listopad 2005. – Reno, Nevada, SAD – „4th International Congress of Vector Ecology – SOVE“
  - postersko priopćenje u koautorstvu
- Svibanj 2006. – Serres, Grčka – „15th European SOVE Meetings“
  - autor posterskog priopćenja
- Veljača 2007. – Zagreb, Hrvatska – „1st European Dirofilaria days“
  - tri posterska i jedno usmeno priopćenje u koautorstvu
- Rujan 2007. – Prag, Republika Češka –“4th European Mosquito Control Association Workshop“
  - koautor i autor u dva priopćenja (usmeno i postersko)
- Ožujak 2008. – Camridge, V. Britanija – „The 16th European Society for Vector Ecology Conference 2008“
  - autor posterskog priopćenja
- Ožujak 2009. – Torino, Italija – „5th European Mosquito Control Association Workshop”
  - koautor posterskog priopćenja
- Rujan 2009. – Osijek, Hrvatska – „10. hrvatski biološki kongres s međunarodnim sudjelovanjem“
  - autor posterskog priopćenja

Od 2003. do 2007. godine sudjelovala sam na stručnim seminarima DDD i ZUPP u Poreču, Rovinju, Zagrebu i Dubrovniku s usmenim i posterskim priopćenjima.

Radi usavršavanja u poslu, u nekoliko navrata boravila sam u inozemstvu:

- u travnju 2004. godine na institutu: EID Mediterranee, Montpellier, Francuska;
- od 9. do 14. listopada 2005. kao gost student u Northwest Mosquito and Vector Control Districtu, Corona, CA i University of California, Riverside, California;
- od 3. listopada do 4. prosinca 2007. u Coachella Valley Mosquito and Vector Control District-u, Indio, California;
- aktivna suradnja sa stručnjacima iz polja entomologije s Poljoprivrednoga fakulteta, Univerziteta u Novom Sadu.

U razdoblju od 31. siječnja do 12. veljače 2005. godine pohađala sam tečaj „Napredno GIS modeliranje“ na temu analize prostornih podataka.

Sudjelovala sam u organizaciji kongresa s međunarodnim priznanjem „3rd Workshop of European Mosquito Control Association“, koji se održavao u Osijeku od 6. do 9. listopada 2004. godine i dobitnica sam timskog priznanja o uspješnosti organizacije.

Član sam udruge European Mosquito Control Association i Hrvatskog entomološkog društva.

Znanstveni radovi u CC časopisima:

1. **Sudarić Bogojević M**, Merdić E, Turić N, Jeličić Ž, Zahirović Ž, Vrućina I, Merdić S. 2009. Seasonal dynamics of mosquitoes (Diptera, Culicidae) in Osijek, Croatia, for the period 1995 – 2004. Biol. 64 4: 760-767.
2. **Sudarić Bogojević M**, Hengl T, Merdić E. 2007. Spatio-temporal monitoring of floodwater mosquito dispersal in Osijek, Croatia. J Am Mosq Control Assoc. 23 2: 99-108.
3. Merdić E, Krčmar S, **Sudarić Bogojević M**, Jeličić Ž. 2007. Response of mosquitoes to different synthetic and natural olfactory attractants (Diptera, Culicidae). Entomol Generalis. 30 4: 253-261.

Znanstveni radovi u ostalim časopisima:

1. **Sudarić Bogojević M**, Merdić E, Vrućina I, Merdić S, Zahirović Ž, Turić N, Jeličić Ž. 2008. Results of ten years of mosquito (Diptera: Culicidae) monitoring in Osijek, Croatia. Entomol Croat. 12 2: 67-78.

2. Merdić E, Hackenberger Kutuzović B, **Sudarić Bogojević M**, Vrućina I. 2008. Dynamics of mosquito (Diptera, Culicidae) species richness in samples of dry-ice baited CDC traps in the urban area of Osijek, Croatia. Nat Croat. 17 3: 149-155.
3. Merdić E, Vrućina I, **Sudarić Bogojević M**, Landeka N. 2008. Mosquitoes of Istria, a contribution to the knowledge of Croatian mosquito fauna (Dietera, Culicidae). Period Biol. 110 4: 351-360.
4. **Sudarić Bogojević M**, Merdić E, Vrućina I, Merdić S, Zahirović Ž, Turić N, Jeličić Ž. 2008. Results of ten years of mosquito (Diptera: Culicidae) monitoring in Osijek, Croatia. Entomol Croat. 12 2: 67-78.
5. Merdić E, Jeličić Ž, Kovačević M, Leko V, **Sudarić Bogojević M**, Boca I, Zahirović Ž. 2008. Distribution of the *annulipes* group (Diptera, Culicidae) of Eastern Croatia. Entomol Croat. 12 2: 9-22.
6. Boca I, Merdić E, Landeka N, **Sudarić Bogojević M**. 2006. Širenje areala komarca *Stegomyia albopicta* (Skuse, 1895) u Istri, Hrvatska. Entomol Croat. 10 1-2: 23-36.
7. Merdić E, **Sudarić M**, Lovaković T, Boca I. 2004. Checklist of mosquitoes (Diptera, Culicidae) of Croatia, European Mosquito Bulletin - J Eu Mosq Control Assoc. 17 2: 8-13.
8. Merdić E, **Sudarić M**. 2003. Effects of prolonged high water level on the mosquito fauna in Kopački rit Nature Park. Period biol.105 2: 189-193.
9. Merdić E, Boca I, **Sudarić M**, Lovaković T. 2003. Abundance and mosquito activity in Slavonski Brod (Eastern Croatia) with special attention to breeding sites in and out of the city. Period biol. 105 2: 181-187.

Stručni radovi:

1. **Sudarić Bogojević M**, Merdić E, Boca I, Merdić S, Zahirović Ž. 2007. Prednosti dugogodišnjeg monitoringa komaraca metodom CDC-klopke u Osijeku. Zbornik radova 19. seminara DDD i ZUPP, Dubrovnik. 159-172.
2. Merdić E, **Sudarić Bogojević M**, Jeličić Ž, Boca I. 2007. Komarci i atraktanti. Zbornik radova 19. seminara DDD i ZUPP, Dubrovnik. 149-158.
3. Boca I, Merdić E, **Sudarić Bogojević M**. 2007. Monitoring i istraživanje odraslih komaraca metodom čovjek-aspirator 15 minuta. Zbornik radova 19. seminara DDD i ZUPP, Dubrovnik. 173-183.
4. **Sudarić Bogojević M**. 2006. Biološke metode suzbijanja ličinki komaraca primjenom *Bacillus thuringiensis israelensis*. DDD Trajna edukacija – cjelovito (integralno) suzbijanje komaraca, Zbornik predavanja, Zagreb. 71-81.
5. **Sudarić Bogojević M**. 2005. Mehanizam djelovanja *Bacillus thuringiensis israelensis* na ličinke komaraca. Zbornik radova 17. seminara DDD i ZUPP – Sigurna uporaba pesticida, Rovinj. 227-242.
6. Boca I, Lovaković T, **Sudarić M**, Merdić E. 2004. Metode hvatanja ličinki komaraca. Zbornik radova 16. seminara DDD i ZUPP – Da li smo spremni za Europu?, Rovinj. 143-149.
7. **Sudarić M**, Merdić E. 2003. Podrumi, mjesta za prezimljavanje komaraca – brojnost. Zbornik radova 15. seminara DDD i SUZPP – stručnost prije svega, Poreč.

Sažeci u zbornicima skupova:

1. **Sudarić Bogojević M**, Ignjatović Ćupina A, Petrić D, Merdić E. 2009. Notes on black flies (Diptera, Simuliidae) of the Nature Park Kopački rit (Croatia). 10. hrvatski biološki kongres s međunarodnim sudjelovanjem, Osijek, Hrvatska.
2. Jeličić Ž, Vignjević G, **Sudarić Bogojević M**, Merdić E. 2009. Comparison of adult mosquito community structure over a wet and dry season in Vukovar-srijem County, Eastern Croatia. 5th EMCA Workshop, Torino, Italija.
3. **Sudarić Bogojević M**, Jeličić Ž, Merdić E. 2008. Seasonal population peaks observed in mosquitoes over a 10-year period (1995–2004) in Osijek, Croatia. 16th European SOVE Meeting: Program and Abstract Book, Cambridge, Velika Britanija.
4. **Sudarić Bogojević M**, Merdić E, Jeličić Ž. 2007. Distribution of four mosquito species from the *cantans* group (Diptera, Culicidae) in Eastern Croatia. 4th EMCA Workshop, Prag, Republika Češka.
5. Jeličić Ž, Merdić E, **Sudarić Bogojević M**. 2007. The influence of the habitat on mosquitoes trapping by different attractants. 4th EMCA Workshop, Prag, Republika Češka.
6. Merdić E., **Sudarić Bogojević M**. 2007. Characteristics of mosquito fauna in Osijek (Croatia, South Pannonian Plain). First European Dirofilaria days, Zagreb.
7. Merdić E, Boca I, **Sudarić Bogojević M**, Klobučar A, Žitko T, Landeka N, 2007. Mosquitoes in Croatia. First European Dirofilaria days, Zagreb.
8. Landeka N, Merdić E, Boca I, **Sudarić Bogojević M**, Klobučar A, Žitko T, 2007. Monitoring and mosquito control in Croatia. First European Dirofilaria days, Zagreb.
9. Klobučar A, Benić N, Merdić E, Boca I, **Sudarić Bogojević M**, Žitko T, Landeka N. 2007. *Stegomyia albopicta* (*Aedes albopictus*) in Croatia - current status. First European Dirofilaria days, Zagreb.
10. **Sudarić Bogojević M**, Merdić E. 2006. Flight distances of floodwater mosquitoes: *Aedes vexans*, *Ochlerotatus sticticus* and *Ochlerotatus caspius*. 15th European SOVE Meeting: Program and Abstract Book, Serres, Grčka.
11. Merdić E, **Sudarić Bogojević M**. 2005. Characteristics of mosquito fauna in Osijek (Croatia, South Pannonian Plain). SOVE 4th International Congress of Vector Ecology, Program and Abstract Book Reno, Nevada.
12. **Sudarić Bogojević M**, Merdić E, Hengl T. 2004. Spatio-temporal analysis of mosquito dispersal for mosquito control advancement. 3rd EMCA Workshop, Osijek, Hrvatska.
13. Merdić S, **Sudarić Bogojević M**, Merdić E. 2004. Rainfall as limmiting factor for the abundance of mosquitoes in 2002 and 2003 in Vinkovci (eastern Croatia). 3rd EMCA Workshop, Osijek, Hrvatska.
14. Landeka N, Merdić E, **Sudarić Bogojević M**. 2004. Mosquito fauna in Istria (1999 - 2003). 3rd EMCA Workshop, Osijek, Hrvatska.
15. Merdić E, **Sudarić M**. 2001. Mosquitoes of the flooded area of Kopački rit. SOVE 3rd International Congress of Vector Ecology, Program and Abstract Book, Barcelona, Španjolska.