

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

i

Institut Ruđer Bošković, Zagreb

Poslijediplomski sveučilišni interdisciplinarni doktorski studij

ZAŠTITA PRIRODE I OKOLIŠA

Željka Jeličić Marinković

Uloga atraktanata u istraživanju biološke raznolikosti komaraca

Disertacija

Osijek, 2014.

Znanstveno područje: Prirodne znanosti

Znanstveno polje: Biologija-zoologija

ULOGA ATRAKTANATA U ISTRAŽIVANJU BIOLOŠKE RAZNOLIKOSTI KOMARACA

Željka Jeličić Marinković, prof. biologije i kemije

Doktorski rad izrađen je na Odjelu za biologiju Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Mentor: prof. dr. sc. Enrih Merdić, Odjel za biologiju, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

U okviru ovog rada istraživao je utjecaj različitih atraktanata i kombinacije atraktanata za privlačenje komaraca, njihova učinkovitost u različitim biljnim zajednicama, te maksimalni domet raspršenja suhog leda. Istraživanja su provedena na području Parka Prirode Kopački rit na različitim postajama s biljnim zajednicama *Galio-Salicetum albae*, *Populetum nigro-albae* i *Genisto elatae-Quercetum roboris*. Komarci su uzorkovani CDC klopkom uz koju se s obzirom na specifičnost istraživanja postavljao različit atraktant. Tijekom istraživanja korišteni su suhi led, konjski urin, aceton, oktenol i amonijak kao atraktanti.

Tijekom istraživanja učinkovitosti atraktanata za privlačenje komaraca, suhi led pokazao je najveću učinkovitost od svih korištenih atraktanata, kako po broju privučenih jedinki tako i po broju privučenih vrsta, kada se uspoređuju atraktanti koji su postavljeni samostalno. Prilikom određivanja učinkovitosti kombinacije atraktanata kombinacija suhi led+oktenol+konjski urin pokazala je najveću učinkovitost. Iako je amonijak pokazao nezavidnu učinkovitost za privlačenje komaraca, on u kombinaciji sa suhim ledom i konjskim urinom pokazuje rastući trend privlačenja komaraca što nije bio slučaj ni s jednom drugom istraživanom kombinacijom. Iako je suhi led privlačio najviše komaraca tijekom uzorkovanja, uzme li se u obzir utrošena količina atraktanata, njegova učinkovitost bitno je manja, dok se oktenol izdvojio kao atraktant s najboljom učinkovitošću s obzirom na količinu utrošenog atraktanta. Na postaji s biljnom zajednicom *Populetum nigro-albae* (postaja Hordovanj) tijekom svih uzorkovanja atraktanti su pokazali najveću učinkovitost, dok se na postaji Tikveš s biljnom zajednicom *Genisto elatae-Quercetum roboris* uočila statistički značajna razlika u učinkovitosti atraktanata obzirom na druge postaje. Ovim istraživanjem utvrđena je maksimalna udaljenost od 55 do 70m od izvora postavljenog suhog leda kao atraktanta, pri kojoj se komarci u okolišu mogu orijentirati prema izvoru mirisa atraktanta. Prema tome, prilikom postavljanja klopki u terenskim uvjetima potrebno je voditi računa o razmaku između klopki koji bi trebao biti minimalno 140m (2x70m) kako bi se spriječila interferencija između dvije postavljene klopke.

Razvojem kemijske ekologije komaraca u znanstvenom pogledu, dolazi do unapređenja istraživanja u pogledu uloge atraktanata za istraživanje biološke raznolikosti komaraca. Korištenjem različitih atraktanata u istraživanju komaraca, unapređuju se metode uzorkovanja komaraca radi lakše kontrole njihove brojnosti.

Broj stranica: 151

Broj slika: 61

Broj tablica: 27

Broj literaturnih navoda: 227

Jezik izvornika: Hrvatski

Ključne riječi: Komarci, atraktanti, suhi led, aceton, konjski urin, oktenol, amonijak, biljne zajednice, Kopački rit

Datum obrane: 03.07.2014. godine

Stručno povjerenstvo za obranu:

1. **prof. dr. sc. Stjepan Krčmar**, redoviti profesor Odjela za biologiju Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, predsjednik;
2. **izv.prof. dr. sc. Enrih Merdić**, izvanredni profesor Odjela za biologiju Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, mentor i član;
3. **prof. dr. sc. Božena Čosović**, znanstvena savjetnica Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, član
4. **prof.dr.sc. Emilija Raspudić**, redovita profesorica Poljoprivrednog fakulteta Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, zamjena člana;
5. **prof.dr.sc. Marija Ivezić**, redovita profesorica Poljoprivrednog fakulteta Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, zamjena člana;

Rad je pohranjen u: Gradskoj i sveučilišnoj knjižnici Osijek (Europske avenije 24); Sveučilištu Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku (Trg Sv. Trojstva 3).

University Josip Juraj Strossmayera Osijek
Institute Ruder Bošković Zagreb
University Postgraduate Interdisciplinary Doctoral Study
"NATURE AND ENVIRONMENT PROTECTION"

PhD thesis

Scientific area: Natural sciences

Scientific field: Biology-zoology

THE ROLE OF ATTRACTANTS IN STUDY OF THE BIODIVERSITY OF MOSQUITO

Željka Jeličić Marinković, prof. biology and chemistry

Thesis performed at: Department of Biology, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek

Supervisor: Enrih Merdić, Full Professor, Department of Biology, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek

This PhD thesis explored the role of different attractants to attract mosquitoes, their different performances in different plant constituents and different combinations of attractants efficiency. As part of this work, the maximum range of dry ice scattering was determined. Studies have been conducted in the park Kopacki rit at different stations, with plant communities *Galio-Salicetum alba*, *Populetum nigro-alba* and *Genisto elatae-Quercetum roboris*. Mosquitoes were sampled with a CDC trap, with regard to specificity studies different attractants were asked for. During the study dry ice, equine urine, acetone, oktenol and ammonia were used as attractants.

During research on the effectiveness of attractants to attract mosquitoes, dry ice showed the highest efficiency of all used attractants, as with the number of attracted individuals, thus with the number of species attracted, when attractants that were set independently were compared. In determining the effectiveness of a combination of attractants, combination of dry ice+ocetol+horse urin showed the greatest efficiency. Although ammonia showed an unfavorable efficiency to attract mosquitoes, it combined with dry ice and horse urine shows a growing trend of attracting mosquitoes that was not the case with any other combination that was investigated. Although, dry ice had attracted the most mosquitoes during sampling, taking into account the amount of consumed attractants, its effectiveness was significantly lower, while the attractant oktenol performance was singled out as the best with respect to the amount spent attractant. At the plant community station *Populetum nigro-Alba* (station Hordovanj) during all sampling attractants showed the highest efficiency, while at the station Tikveš the plant community *Genisto elatae-Quercum roboris* showed a statistically significant difference in the effectiveness of attractants respect to other stations. This study determines a maximum distance of 55 to 70m from the source (dry ice as attractant), at which the mosquitoes in the environment can orient toward the source of attractant odor. Therefore, when setting traps in field conditions it is necessary to take into account the distance between traps, which should be at least 140m (2x70m) in order to prevent interference between the two set traps.

With the development of chemical ecology of mosquitoes in scientific terms, comes the improvement of research regarding the role of attractants for the exploration of the biodiversity of mosquitoes. By using different attractants in mosquito research, we improve the methods of sampling mosquitoes for easier control their numbers.

Number of pages: 151

Number of figures: 61

Number of tables: 27

Number of references: 227

Orginal in: Croatian

Key words: Mosquitoes, attractants, dry ice, acetone, oktenol, ammonia, horse urin, plant community, Kopački rit

Date of thesis defense: 03.07.2014.

Reviewers:

1. Stjepan Krčmar, PhD, Full Professor, Department of Biology, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek;
2. Enrih Merdić, PhD, Full Professor, Department of Biology, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek;
3. Božena Čosović, PhD, Scientific Adviser, Faculty of Science, University of Zagreb;
4. Emilija Raspudić, PhD, Full Professor, Faculty of Agriculture, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek;
5. Marija Ivezić, PhD, Full Professor, Faculty of Agriculture, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek.

Thesis is deposited in:

City and University Library in Osijek (Europske avenije 24); Josip Juraj Strossmayer University of Osijek (Trg Sv. Trojstva 3).

Tema disertacije prihvaćena je na 5. sjednici Sveučilišnog vijeća za sveučilišne poslijediplomske interdisciplinarne doktorske studije održanoj 17. veljače 2014. godine.

Ocjena doktorske disertacije prihvaćena je na 9. sjednici Sveučilišnog vijeća za sveučilišne poslijediplomske interdisciplinarne doktorske studije održanoj 5. lipnja 2014. godine

ZAHVALA

Ovim doktorskim radom zaokružuje se jedno lijepo i intenzivno razdoblje u mom životu. Ova disertacija za mene predstavlja mnogo više od sažetka jednog istraživanja-ona je za mene stizanje na kraj puta, koji je bio obilježen mnogim dobrim ljudima, te brojnim lijepim iskustvima. Stoga ću iskoristiti ovu stranicu da se zahvalim osobama zbog kojih mi je svaki dan tijekom proteklih nekoliko godina predstavljao novi profesionalni izazov.

Škrene zahvale prof.dr.sc. Enrihu Merdić, mojem mentoru, na ukazanom povjerenju, strpljenju i prenesenom znanju kroz sve godine mojeg dodiplomskog i doktorskog studija. Hvala mu na slobodi koju mi je davao sve ovo vrijeme, ali i na svim savjetima kojima me vraćao na „pravi put“ kada sam se zbog te slobode izgubila.

Posebne zahvale želim uputiti prof.dr.sc. Stjepanu Krčmaru, koji me uveo u divan svijet kukaca, mirisa i atraktanata, te bio spreman sve svoje znanje i do sada stečena iskustva bez rezervno podijeliti s mnom. Zahvalnost ovom prilikom iskazujem doc.dr.sc. Branimiru Hackenberger-Kutuzoviću na strpljivom i poučnom objašnjavanju statističkih rezultata, te na oduševljenju prilikom svake nove dokazane hipoteze. Hvala mu na tome, jer je u meni probudio vjeru da je ispravno i dobro ovo što radim.

Posebno hvala mojim radnim kolegama iz Laboratorije za entomologiju. Hvala Vam dragi moji Mirta i Željko, što ste onog hladnog i maglovitog rujna ustajali u sitne sate kako bi sa mnom uzorkovali komarce po ritu, te se nikada niste žalili na miris koji sam širila oko sebe divnim atraktantima. Ostaloj trojci, Goranu, Nataši i Ivani, velika hvala na „seksi kavama“ koje su pored životnih razgovora rezultirale i dobro odrađenom poslu, a vrlo često i idejama o novim znanstvenim radovima. Hvala kolegi Mariju Duniću, koji je pod izgovorom nekog važnog posla, uvijek rado svraćao na naše kave i slatkiše, ali je zbog toga često strpljivo trpio sve moje zahtjeve oko želje da komp, prezentacija, miš, grafička kartica, printer i svi ostali elementi rade baš onako kako ja želim.

Ovim prijateljima dugujem zahvalnost za razumijevanje, jer im nisam uvijek bila na raspolaganju tijekom posljednjih nekoliko godina.

Zahvalila bi se cijeloj mojoj obitelji, posebno bratu Saši, za ljubav i povjerenje koje su imali u mene. Posebno hvala mojim roditeljima Zlati i Miloradu Jeličić koji su, na sebi svojstven i meni često nedokučiv način, proživljavali i pratili me na putu prema doktoratu znanosti, a svojim me bezgraničnim ponosom i vjerom u moja nastojanja zadužili da na svojim budućim životnim putevima promičem plemenitost, poštovanje i vjeru u ljude.

Na kraju, najveće hvala mojem Ducku i klincima Danji i Anetu na bezgraničnoj potpori, pomoći, razumijevanju i ljubavi koju su mi pružili tijekom izrade ovog rada. Njihova je ljubav čvrsta točka zbog koje mogu pokrenuti svijet.

U Osijeku, srpanj 2014.

Željka Jeličić Marinković

*Ovu disertaciju posvećujem osobama zbog kojih svaki dan ustajem,
smijem se i uživam u životu,
Danja, Ane i Ducke, neizmjereno Vas volim.*

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
1.1. CILJEVI ISTRAŽIVANJA.....	3
1.2. HIPOTEZE.....	4
2. MIRIS.....	5
2.1. MIRIS KAO PRIRODNI PODRAŽAJ.....	5
2.2. FIZIKA MIRISA: VRSTE MIRISNIH IZVORA.....	6
2.3. VAŽNOST MIRISNIH PODRAŽAJA U ŽIVOTU KOMARACA.....	8
2.3.1. Traženje domaćina (host-seeking behavior)	9
2.3.2. Hranjenje polenom	9
2.3.3. Ovipozicija	10
2.4. OSJETILNI SUSTAV KOMARACA	11
2.4.1 Periferni osjetilni sustav komaraca	11
2.4.2. Funkcije perifernog sustava u mirisnoj recepciji	14
2.4.3. Središnji mirisni sustav	17
2.5. IZVORI I KARAKTERISTIKE MIRISA DOMAĆINA.....	19
2.5.1. Kemijski podražaji	19
2.5.2. Raspršenje mirisa	23
2.6. ORIJENTACIJA PREMA IZVORU MIRISA DOMAĆINA	25
2.6.1. Aktivacija	25
2.6.2. Orijehtacija prema udaljenijim izvorima mirisa.....	26
2.6.3. Orijehtacija prema bližim izvorima mirisa.....	27
2.7. ISTRAŽIVANJA UČINKOVITOSTI MIRISNIH ATRAKTANATA	28
3. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA	32
3.1. KOPAČKI RIT.....	32
3.1.1. Šumsko stanište	34
3.2. KLIMA ISTRAŽIVANOG PODRUČJA	37
3.3. VODNI REŽIM ISTRAŽIVANOG PODRUČJA	38
4. MATERIJAL I METODE.....	41
4.1. UČINKOVITOST ATRAKTANATA I KOMBINACIJE ATRAKTANATA ZA.....	41
4.1.1. Mjesto uzorkovanja	41
4.1.2. Metoda CDC klopke.....	41
4.1.3. Atraktanti.....	42
4.1.4. Dizajn uzorkovanja.....	43

4.2. UČINKOVITOST ATRAKTANATA ZA PRIVLAČENJE KOMARACA NA	44
4.3. UČINKOVITOST KOMBINACIJE ATRAKTANATA ZA PRIVLAČENJE KOMARACA.....	44
4.3.1. Mjesto uzorkovanja	44
4.3.2. Metoda CDC klopke.....	44
4.3.3. Atraktanti.....	45
4.3.4. Dizajn uzorkovanja.....	45
4.4. MAKSIMALNI DOMET RASPRŠENJA ATRAKTANTA.....	45
4.4.1. Mjesto uzorkovanja	45
4.4.2. Metoda CDC klopke.....	46
4.4.3. Dizajn eksperimenta.....	46
4.4.4. Atraktant.....	47
4.4.5. Meteorološka mjerenja	47
4.5. STATISTIČKA OBRADA PODATAKA	48
5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA	49
5.1. UČINKOVITOST ATRAKTANATA I KOMBINACIJE ATRAKTANATA ZA	49
5.2. UČINKOVITOSTI ATRAKTANATA ZA PRIVLAČENJE KOMARACA NA.....	63
5.3. UČINKOVITOST KOMBINACIJE ATRAKTANATA ZA PRIVLAČENJE	74
5.4. MAKSIMALNI DOMET RASPRŠENJA ATRAKTANTA.....	86
5.4.1. Razlike u učinkovitosti atraktanata s obzirom na istu količinu atraktanta	110
6. RASPRAVA.....	116
7. ZAKLJUČCI	129
8. LITERATURA.....	132
9. ŽIVOTOPIS	148

1. UVOD

Kukci žive u svijetu mirisa. Od 963 000 vrsta kukaca koji žive na Zemlji (Chapman, 2009), mirisna osjetila, kod većine vrsta imaju najvažniju ulogu. Uz mirisna osjetila, razvijena su i druga koja pomažu u davanju potvrdne informacije koja je dobivena osjetilom mirisa.

Komarci (porodica *Culicidae*), jedna je od najistraženijih skupina dvokrilaca (Diptera) kako u svijetu tako i kod nas. Komarci su u svijetu jedna od zdravstveno najvažnijih skupina kukaca jer su prenositelji različitih uzročnika zaraznih bolesti od kojih su najvažnije malarija, dengue, žuta groznica i različiti tipovi encefalitisa. Većina vrsta komaraca važna je kao molestanti – napasnici koji uznemiravaju ljude i ometaju ih tijekom aktivnosti, boravka u prirodi i rekreaciji.

Zahvaljujući svojoj sposobnosti prilagođavanja na različita staništa i uvjete okoliša, komarci su izrazito uspješni organizmi. Pronalazimo ih širom svijeta u vrlo raznolikim staništima, prirodnim i umjetnim, od kojih neka vrlo povoljno utječu na razvoj i obitavanje mnogih vrsta komaraca. Povoljni abiotički faktori (stanište, svjetlost, temperatura, vjetar te relativna vlažnost) i njihova međusobna povezanost umnogome utječu na aktivnost i način reagiranja komaraca.

Komarci koriste vizualna, termalna i mirisna osjetila pomoću kojih se orijentiraju u staništu u kojem se nalaze. Od nabrojanih osjetila, mirisna osjetila su najvažnija za život komaraca. Miris je fiziološki osjećaj koji nastaje kada zrakom donesene čestice dospiju u dio nosa s receptorima, koji šalju odgovarajući signal mozgu. Čestice koje pobuđuju receptore su molekule koje u osjetilo mirisa mogu dospjeti pojedinačno, u kapljicama ili kristalici (kao što je sol u oceanskom i morskom zraku). Dakle, miris se može opisati kao detektiranje stranih molekula u zraku. Mehanizam registriranja mirisa tj. zašto je nešto prijatnog, a nešto neprijatnog mirisa, na molekularnoj razini još uvijek nije razjašnjen, ali je poznato da mirisi imaju vrlo važnu biološku ulogu.

Uspjeh održavanja životnog ciklusa komaraca temelji se na uspješnosti parenja, uzimanju krvnog obroka i polaganju jaja. Svaki od ovih životnih koraka posredovan je unutarnjim ili vanjskim faktorima. Vanjski faktori koji utječu na život komaraca su temperatura, vlažnost zraka, vizualni objekti i miris. Okolišna temperatura utječe na općenitu aktivnost i preživljavanje komaraca u pogledu pronalaska domaćina, slijetanje na njega i ubod kroz epitel (Bowen, 1991). Isto tako, relativna vlažnost zraka utječe na aktivnost komaraca, njihovo preživljavanje i učinkovitost u pronalaženju domaćina dok ima učinka i prilikom ovipozicije. Nedovoljno je poznato u kojoj mjeri komarci reagiraju na boje, ali oblici

određenih objekata imaju značajnu ulogu u njihovoj orijentaciji (Bidlingmeyer, 1994). Mužjaci komaraca koriste većinom vizualna osjetila prilikom pronalaska polena (Yuval & Bouskila, 1993). Velika većina životnih funkcija komaraca povezana je s mirisnim osjetilima.

Kemijska ekologija komaraca napokon je široko prihvaćena i prepoznata kao jedan od značajnijih područja u budućim istraživanjima kontrole komaraca. Ponašanje komaraca prilikom pronalaska domaćina i hranjenja, uvelike ovisi o mirisu samog domaćina, a mnoge vrste komaraca koriste mirisna osjetila prilikom polaganja jaja (Takken & Knols, 1999).

Iako je miris u obliku mirisnih podražaja odgovoran za većinu životnih funkcija komaraca, komarcima kao i ljudima nisu privlačni svi mirisi. Postoje mirisi koji ih privlače i oni koji ih odbijaju. Za mirise koji odbijaju komarce kažemo da su repelenti. Oni ih osjećaju ne kao mirise koji im imaju neugodan miris, nego oni sprečavaju osjećaj temperature, vlažnosti i ugljičnog dioksida pomoću osjetilnih mehanizama. Drugim riječima, ukoliko je repelent u zraku, komarci se ne mogu orijentirati prema izvoru mirisa. Za razliku od repelenata, atraktanti su mirisi koji gode osjetilima komaraca i daju im informacije o okolini u kojoj se nalaze. Atraktivne tvari su često one koje su produkti metabolizma (ugljični dioksid, mliječna kiselina, aceton, oktenol i mnoge druge), upravo zbog toga možemo reći da nas komarci lako pronalaze. Životinje i ljudi, koji su potencijalni domaćini za uzimanje krvnog obroka komaraca, emitiraju veliku količinu topline, vlažnosti i ugljičnog dioksida kao značajnih atraktanata, koji daju informaciju komarcima gdje se nalazi njihov potencijalni obrok. Ukoliko dođe do opadanja koncentracije nabrojanih atraktanata, komarci će se kretati po prostoru u nadi pronalaska boljeg izvora mirisa.

Budući da se kemijska ekologija komaraca u znanstvenom pogledu uvelike razvija i nadopunjuje različitim istraživanjima, dobivamo puno novih informacija o načinu života komaraca koja nam doprinose u pogledu njihove kontrole. Većina istraživanja bazirana je na vrstama komaraca koja nisu karakteristična za naše područje te na jako velikom broju raznih vrsta atraktanata. Ovim radom želi se pokazati učinkovitost različitih vrsta atraktanata na komarce našeg područja i utjecaj različitih lokacija i atraktanata na privlačenje komaraca.

1.1. CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Ciljevi ovog rada su:

- Utvrditi učinkovitost različitih atraktanata i njihovih kombinacija za privlačenje komaraca, kako bi se uzorkovala najreprezentativnija fauna istraživanog područja
- Utvrditi učinkovitost različitih atraktanata na privlačenje komaraca u različitim staništima komaraca
- Odrediti najbolju kombinaciju atraktanata za privlačenje komaraca određenog područja
- Utvrditi i usporediti učinkovitosti pojedinog atraktanta
- Odrediti učinkovitost atraktanata po utrošku količine atraktanta
- Odrediti maksimalni domet raspršenja atraktanta od mjesta njegovog postavljanja s kojeg je moguće privući komarce

Na temelju dobivenih rezultata utvrdit će se kako različiti mirisni atraktanti djeluju na ponašanje i brojnost odraslih vrsta komaraca prilikom utjecaja različitih lokacija. Rezultati ovog istraživanja mogli bi dovesti do unapređenja istraživanja u pogledu uloge atraktanata za istraživanje biološke raznolikosti komaraca, kako bi se unapredile metode uzorkovanja komaraca radi lakše kontrole njihove brojnosti.

1.2. HIPOTEZE

Temeljne hipoteze koje će se nastojati dokazati ovim radom su:

- Učinkovitost ispitivanih atraktanata međusobno će se razlikovati proporcionalno s njegovom količinom u okolišu
- Atraktant suhi led (CO₂) tijekom svih istraživanja pokazivat će najbolju učinkovitost
- Učinkovitost atraktanata na različitim staništima bit će različita
- Privlačenje komaraca bit će veće ukoliko se uz klopke doda kombinacija nekoliko atraktanata
- Kombinacija suhi led+oktenol+konjski urin bit će najučinkovitija
- Maksimalni domet raspršenja mirisa suhog leda bit će preko 100 m od izvora postavljenog atraktanta
- Točno određivanje maksimalnog dometa raspršenja atraktanta doprinosit će spoznaji s kojeg prostora će atraktant privući komarce, te na taj način doprinijeti boljem uzorkovanju komaraca
- Ista količina hlapljenja atraktanata imat će istu učinkovitost u broju privučenih vrsta različitim atraktantima

2. MIRIS

Sposobnost živih organizama u percipiranju različitih podražaja najznačajnija je karakteristika budući da organizmima osigurava preživljavanje i bolju kvalitetu života. Kod kukaca, kemijska osjetila imaju važnu ulogu tijekom razvoja, kao i u uspostavljanju i održavanju raznih fizioloških stanja i ekoloških interakcija. Osjetilo mirisa ili miris je primarni osjećaj koji kukci koriste kako bi analizirali okolinu u kojoj se nalaze. U posljednje vrijeme velika pozornost poklanja se istraživanju mirisnih osjetila kod kukaca. Osjetilni (mirisni) sustav kukaca pokazuje izrazitu sličnost u strukturi, funkciji i razvoju s ostalim beskralješnjacima, kao i kralježnjacima (Hildebrand & Shepherd, 1997). U usporedbi s kralježnjacima, osjetilni sustav kukaca sastoji se od relativno jednostavne, ali vrlo osjetljive mreže neurona (Stocker, 2001). Osim toga, kukci pokazuju različitu lepezu ponašanja koja su uvjetovana mirisnim podražajima, a koriste ih u inter-specifičnoj komunikaciji npr. pronalaženje hrane i intra-specifičnoj komunikacije npr. pronalaženje mjesta pogodnih za ovipoziciju, pronalaženje partnera i dr. (Hartlieb & Anderson, 1999).

Prirodni mirisni podražaji, kao što su miris cvijeća ili životinjski feromoni, obično su složene kombinacije mnogih kemijskih komponenata (Laurent, 2002). Mirisni spojevi emitirani od jednog izvora mirisa mogu imati raznoliku kemijsku strukturu (Knudsen i sur., 1993), te se svaki pojedini prisutni spoj može razlikovati kvantitativno od ostalih u različitim koncentracijama (Levin i sur., 2001). Mirisi također variraju u prostoru i vremenu s obzirom na prirodu medija u kojem je miris raspršen (Crimaldin, 2002).

2.1. MIRIS KAO PRIRODNI PODRAŽAJ

Molekule mirisa su male organske molekule s molekulskom masom od 26-300g/mol (Mori i sur., 1998). Miris se sastoji od više milijuna hlapivih molekula koje se nalaze raspršene u mediju kao što su zrak ili voda. Tlak para molekula direktno utječe na promjenjivost molekula; mirisi s visokim tlakom para u okolišnim uvjetima isparavaju puno brže (Letcher i sur., 2004). Neživi mirisni izvori pasivno emitiraju mirise, dok živi mirisni izvori mogu biti aktivno ili pasivno emitirani. Intenzitet i kemijska struktura pasivne ili aktivne emisije mirisa uvelike ovisi o temperaturi i atmosferskom tlaku. Primjer neživog pasivnog emitiranja mirisa uključuju nepokretni objekt, kao što su vinske čaše koje emitiraju stotine spojeva s površine tekućine koje tvore određeni miris (Noble i sur., 2002). Živa emisija često je povezana s

funkcijama metabolizma (Collins i sur., 2001). Sisavci emitiraju CO₂ i mliječnu kiseline kao nusprodukt metabolizma; CO₂ i mliječnu kiselinu koriste kukci, kao što su komarci, radi lakšeg pronalaženja domaćina (Dekker i sur., 2002). Prilikom aktivne emisije, mirisi su sintetizirani i emitirani od živog objekta, kao sintetizirani mirisi cvijeća (Dudareva & Pichersky, 2003; Piechulla & Pott, 2003), te feromoni kod životinja koji su produkti specifičnog žljezdanog tkiva (Foster, 2000).

2.2. FIZIKA MIRISA: VRSTE MIRISNIH IZVORA

Prostorno-vremensko valno raspršenje. U posljednjih 20 godina postignut je napredak u boljem razumijevanju prostorne distribucije mirisnih valnih spojeva (Murlis i sur., 2000). Mirisi emitirani u zraku, raspršeni su kompleksno kao složene valne strukture (Murlis i sur., 1992). Raspršenje mirisa stvara gradijent koncentracije, koji se razlikuje u zavisnosti od udaljenosti od izvora (Jones, 1983) i ovisi o prevladavajućim uvjetima okoline kao što su temperatura i brzina vjetra (Murlis i sur., 1992).

Vremenske fluktuacije u aktivnoj emisiji. Vremenska emisija mirisa može se pokazati periodično u kratkom vremenskom intervalu (milisekundi) ili dužem periodu (sati ili dani). Miris se može pojaviti diskretno u kratkom vremenskom intervalu malog intenziteta; mirise takvog intenziteta emitiraju neke životinje prilikom obrane (prskanje sekreta tvorova ili mirisi kornjaša) te takvi mirisi traju samo nekoliko sekundi (Eisner i sur., 2001). S druge strane, emisija feromona kod nekih organizama može pratiti vremenski period koji korelira s dnevnim fazama (Foster, 2000; Kim i sur., 2002) ili s pojedinim razdobljima reproduktivnog ciklusa individua (Rekwot i sur., 2001; Swaisgood i sur., 2002). U situacijama gdje su vremenske fluktuacije konstantne, mogla bi se odrediti odstupanja u stopi emisije, kao funkcije vremenske frekvencije u ciklusima po vremenskom intervalu. Varijacija na takav dnevni ciklus emisije može se dogoditi kada se okolišni uvjeti promijene (Helsper i sur., 1998).

Kvalitativni i kvantitativni izvori mirisa. Osim prostorne i vremenske strukture emisije mirisa, značajno mjesto zauzimaju različiti izvori prirodnih mirisa, koji su sastavljeni od različitih hlapljivih spojeva, koji se nalaze u raznim izvorima mirisa (Raguso, 2003). Mirise stvaraju slični izvori (primjerice, cvijeće iste vrste) koji se mogu razlikovati u broju spojeva koji ih izgrađuju, tipu spojeva, kvantitativnom broju pojedinog spoja, te sveukupnog intenziteta mirisa (Raguso, 2003). Svaka pojedina nabrojana komponenta mirisa određuje

kvalitetu samog mirisa, te na taj način direktno utječe na različito reagiranje životinja na njih i miris kao podražaj.

Kvalitativne varijacije mirisa. Većina kvalitativnih varijacija mirisa objašnjena je na cvjetnim mirisima. Cvjetni mirisi često su mješavine nekoliko spojeva. Knudsen i suradnici (1993) opisali su cvjetne mirise, koji se sastoje najmanje od tri, a najviše od nekoliko stotina spojeva. Varijacija u emisiji pojedinih hlapljivih spojeva, vjerojatno nastaje u različitoj genskoj ekspresiji enzima, koji proizvode hlapljivi spojevi i njihovi supstrati (Vainstein i sur., 2001). Kvalitativne inter-specifične razlike u stvaranju mirisnih spojeva općenito su veće nego intra-specifične razlike (Raguso, 2003). Proučavanjem intra-specifičnih razlika u cvjetnim mirisima uviđa se jasna razlika u sastavu mirisa. Varijabilnost je za svaku vrstu drukčija u sastavu mirisa, te biljke s više spojeva mirisa mogu imati veću varijabilnost tipova mirisnih spojeva kroz populaciju, čak i unutar jedne vrste, znatne varijacije postoje (Levin i sur., 2001).

Kvantitativne varijacije mirisa. Pod kvantitativnim varijacijama mirisa podrazumijeva se intenzitet mirisa, korelacija u koncentraciji mirisa, omjeri spojeva u koncentraciji mirisa i vremenske fluktuacije u mirisnim omjerima.

a). Intenzitet mirisa. Najvažniji aspekt mirisa je količina mirisa ili njegov intenzitet. Količina proizvedenog mirisa može varirati u zavisnosti od doba dana, okolišnim uvjetima i razvojnem stadiju organizma (Dudareva & Pichersky, 2000). Emitirani miris objekta sastoji se od individualnih mirisnih spojeva i ukupnog mirisnog intenziteta. Mirisni intenzitet definiran je kao suma koncentracija svakog pojedinog spoja. Razlike u intenzitetu mogu se pojaviti između pojedinih vrsta organizama. Intenzitet mirisa ne ovisi o broju prisutnih spojeva u mirisu; miris može imati nizak intenzitet ukoliko su svi spojevi zastupljeni u malim koncentracijama.

b). Korelacije u koncentraciji mirisa. Prirodni mirisi sastoje se od nekoliko različitih spojeva mirisa, gdje je svaka komponenta mirisa određena različitom koncentracijom. Koncentracija individualnih mirisa, razlikuje se od ostalih po veličini (magnitudi) koncentracije. Najbolje istražene koncentracije pojedinog mirisa objašnjene su na cvjetnim mirisima. U prosjeku, cvjetni mirisi u sebi sadrže 31 spoj koji ih definira (Anderson i sur., 2002). Prosječno je 17 (54%) spojeva prisutno u maloj koncentraciji, dok su ostali spojevi zastupljeni s manje od 1% u ukupnom mirisu. Svaka komponenta stvara 1-5% ukupnog mirisa, općenito 4 spoja stvaraju 5-20% mirisa, dok samo 2 spoja stvaraju više od 20% ukupnog mirisa.

c). Omjeri spojeva u koncentraciji mirisa. Omjeri u koncentracijama mirisa mogu biti korisni prilikom utvrđivanja sličnosti između različitih objekata koji emitiraju miris. U ovom slučaju omjeri pokazuju aktivnost biosintetičkih procesa prilikom stvaranja mirisa, a ne razliku u tlaku para prisutnih spojeva (Helsper i sur., 1998). Korelacije između koncentracija ukupnih spojeva i individualnog spoja odražavaju zajedničke biosintetičke procese (Degen i sur., 2004). Na primjer, spojevi nastali u istim enzimatskim procesima mogu se korelirati (Raguso i sur., 2003; Wright i sur., 2005), kao i spojevi nastali iz istog supstrata (Vainstein i sur., 2001). U velikoj količini supstrata, svaki pojedini spoj može biti zastupljen u velikom omjeru, s druge strane, manjom količinom supstrata, omjeri koncentracije mirisa opadaju. Omjeri koncentracija spojeva u mirisima moraju pokazivati veće inter-specifične varijacije od intra-specifičnih, što je karakteristika svih prirodnih mirisa. Udio stvorenog mirisa varira u određenom vremenskom intervalu, a može varirati i između objekata koji emitiraju mirise (Miklas i sur., 2000). Varijabilnost se može okarakterizirati, promjenom koeficijenta varijacije svakog spoja u mirisu, obzirom na uzorak cijele populacije objekta koji emitira miris (Wright i sur., 2005). Koeficijent varijacije može se definirati ako standardna devijacija izražena kao postotak srednjih vrijednosti (Sokal & Rohlf, 1995).

d). Vremenske fluktuacije u mirisnim omjerima. Vremenske fluktuacije u mirisnim omjerima nisu iste za sve spojeve koji variraju tijekom dnevne emisije. Pojedinačni spojevi nemaju isti koeficijent varijacije (Wright i sur., 2005). Razlikom u vremenskoj strukturi emitiranja pojedinih spojeva dolazi do promjene u omjerima koncentracija za svaki spoj, kao što postoji razlika u emitiranom mirisu iz različitog objekta. Tijekom dnevnog ciklusa, omjeri koncentracija spojeva dramatično variraju i ovise o vremenskom intervalu emitiranog mirisa.

2.3. VAŽNOST MIRISNIH PODRAŽAJA U ŽIVOTU KOMARACA

Mnoge studije pokazuju ovisnost osnovnih životnih navika komaraca (hranjenje, prikupljanje nektara i ovipozicija) o mirisnim podražajima (Nighorn & Hildebrand, 2002). Velika većina studija fokusirana je na atraktivnost ljudskog znoja i produkte ljudske kože na komarce (Bernier i sur., 2003; Qiu i sur., 2004). Spojevi emitirani iz domaćina poput karboksilnih masnih kiselina, mliječne kiseline, amonijaka, oktenola i ugljičnog dioksida sada su poznati kao atraktivni spojevi za komarce (Dekker i sur., 2002; 2005; Merdić i sur., 2007; 2010; Jeličić Marinković i sur., 2014).

2.3.1. Traženje domaćina (host-seeking behavior)

Analize ljudske kože pokazale su da oko 300-400 spojeva mogu biti potencijalni atraktanti/repelenati za komarce (Bernier i sur., 2000.), među njima je oko 200 karboksilnih kiselina koje su značajne za život i elektrofiziološku aktivnost (Cork, 1996). Komarce privlače mješavine masnih kiselina s različitim duljinama lanaca od C4 do C18 (Knols i sur., 1997). Kod vrste *Ae. aegypti*, jaka privlačnost je utvrđena na kratkim lancima masnih kiselina (C1-C3), nakon kojih slijede srednje dugi lanci (C5-C8) i dugi lanci (C13-C18), ukazuju na činjenicu kako su mirisni receptori ove vrste u stanju razlikovati duljine lanaca masnih kiselina (Bosch i sur., 2000). L-mliječna kiselina je jedna od karboksilnih kiselina koja je komponenta ljudske kože, ali se nalazi u ljudskom dahu (Bernier i sur., 2002). L-mliječna kiselina je slab atraktant za komarce kada se nalazi pojedinačno, ali u kombinaciji s amonijakom ili drugim produktima ljudskog organizma pokazuje značajna atraktivna svojstva na komarce (Bernier i sur., 2003). Još jedna važna komponenta je ugljični dioksid (CO₂), za koga je poznato da sudjeluje u velikoj mjeri u cjelokupnom životu komaraca. Ugljični dioksid je komponenta daha kralježnjaka te je također i proizvod metabolizma kože. Iako je količina emitiranog CO₂ iz kože vrlo niska u odnosu na izdahnuti CO₂, kod komaraca je značajna pri manjim udaljenostima, kada komarac slijeće na domaćina radi hranjenja (Gillies, 1980; Grant i sur., 1995). Komarci su u mogućnost detektirati promjenu koncentracije CO₂ od 0,01% (Kellogg, 1970). Ugljični dioksid kao atraktant ne koriste sve vrste komaraca prilikom pronalaska domaćina. Općenito je poznato da ga više koriste komarci roda *Culex* nego roda *Anopheles*. Jedan od najupečatljivijih učinaka CO₂ je njegovo sinergističko djelovanje i povećana reakcija na druge podražaje; CO₂ u kombinaciji s L-mliječnom kiselinom znatno povećava aktivnost komaraca prilikom polijetanja, lociranja domaćina i hranjenja (Gillies, 1980; Eiras & Jepson, 1991).

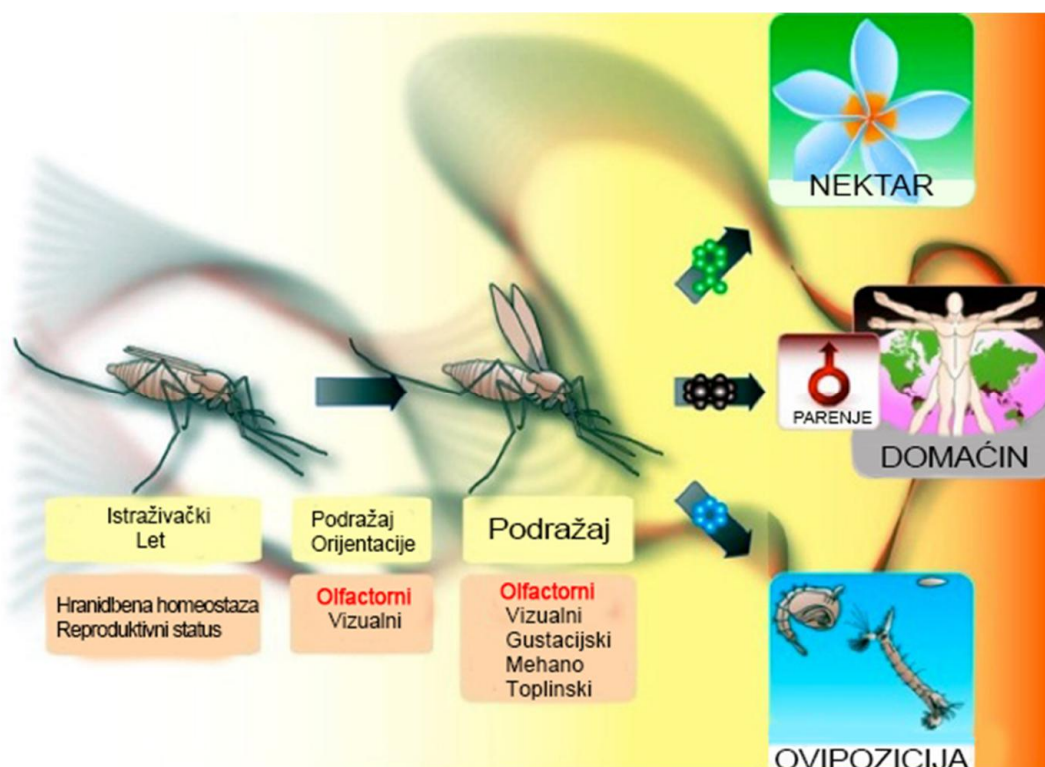
2.3.2. Hranjenje polenom

Velikoj većini komaraca potrebna je energija iz šećernih izvora, koje pronalaze na cvijeću ili na nekim drugim izvorima cvjetnog nektara (sl. 1). Mužjacima kao i ženka, energija dobivena iz polena osigurava potrebnu količinu energije za apetitivni let (Takken & Knols, 1999). Osim toga, ženka su potrebni biljni ugljikohidrati za povećanje plodnosti i razvoj jaja (Nayar & Sauerman, 1975). Ishrana nektarom ovisi o dobu i veličini komaraca. Mlade i tek izlegnute ženke preferiraju uzimanja polena kao hrane u većoj količini, nego što

to čine starije ženke, vjerojatno zbog niže razine lipidnog i glikogenog sadržaja kod mladih jedinki (Takken & Knols, 1999).

2.3.3. Ovipozicija

Kod većine vrsta ženki komaraca potreban je krvni obrok kako bi završile svoj reproduktivni ciklus, te kao takve su učinkoviti vektori. Izbor odgovarajućeg mjesta za ovipoziciju ima veliki utjecaj na preživljavanje ličinki, a time i na uspješnu proizvodnju nove generacije (Mokany & Shine, 2003). Mnoge vrste komaraca jako su izbirljive u izboru mjesta svoje ovipozicije, na način da iskorištavaju određene signale koje šalju potencijalna mjesta za ovipoziciju (Zahiri, 1997). Komarci su zbog savršeno razvijenih osjetila u mogućnosti pratiti kemijske signale koje emitiraju ovipozicijska mjesta. Ovipozicijski feromoni su kemijski signali koje proizvode specifične ličinke koje se nalaze na mjestima za ovipoziciju, osim njih dolazi do stvaranja osjetilnih signala od hlapljivih bakterijskih i gljivičnih metabolita, koji služe kao atraktanti za pogodna mjesta ovipozicije. Ženke imaju tendenciju polaganja jaja na mjestima gdje su nekada prije bile spomenute specifične ličinke koje stvaraju ovipozicijske feromone (Takken & Knols, 1999). Mnoge kemikalije, kao što je fenol, 4-metilfenol, 4-etilfenol (koji su produkti raspadnutih biljnih ostataka), 3-metilindol te 4-metilcikloheksanol, također su atraktivni spojevi specifičnih mjesta pogodnih za ovipoziciju komaraca (Millar i sur., 1992). Komarci najčešće odabiru mjesta za ovipoziciju, na kojima jedinke njihove vrste već sazrijevaju i koja ih koriste generacijama za ovipoziciju (Mokany & Shine 2003) (sl 1).



Slika 1. Fiziološka i senzorna osnova života komaraca. Reproductivni, seksualni, prehrambeni i razvojni ciklusi uključeni u život komaraca pod utjecajem su vanjskih podražaja, koji su kombinacija osjetilnih modaliteta. Preuzeto s : [www. vandrebilt.edu](http://www.vandrebilt.edu)

2.4. OSJETILNI SUSTAV KOMARACA

2.4.1 Periferni osjetilni sustav komaraca

U svijetu kukaca, periferni osjetilni sustav nalaze se kao parni organi na glavi, nazvani antene (sl. 2A) Osim njih, mnogi kukci imaju dodatne mirisne organe koji mogu biti smješteni na usnim organima, npr. labijalnoj palpi kod leptira (Lepidoptera) te niz mirisnih osjetila smješteni na gornjim palpama kod dvokrilaca (Diptera) (Keil, 1999). Antena kao osjetilni organ komaraca sastoji se od 13 segmenata spojenih na bazu, koja izgleda kao okrugla peteljka, koja na sebi ima Johnstonov organ (JO). Johnstonov organ je osjetilni aparat koji funkcionira kao organ sluha, a sastoji se od nekoliko tisuća radijalno postavljenih mehanoreceptora (7500 ženke, 15000 mužjaci) poznatih kao skolopidiji (Clements, 1999).

U morfologiji antena komaraca uočava se spolni dimorfizam. Kod mužjaka, sve vrste mirisnih osjetila nalaze se većinom na samo dva segmenta i orijentirani su distalno, dok su kod ženki relativno ravnomjerno raspoređena mirisna osjetila duž flagelarnih segmenata (Pitts

& Zwiebel, 2006). Ticala ženki komaraca su dužine oko 1,5 mm, s dužinom pojedinog segmenta u rasponu od 90 μm do 160 μm . Antene mužjaka su duže, oko 2,2 mm, a posljednja dva terminala segmenata blago su povećana (između 380 μm i 200 μm) (Van den Broek, 2000).

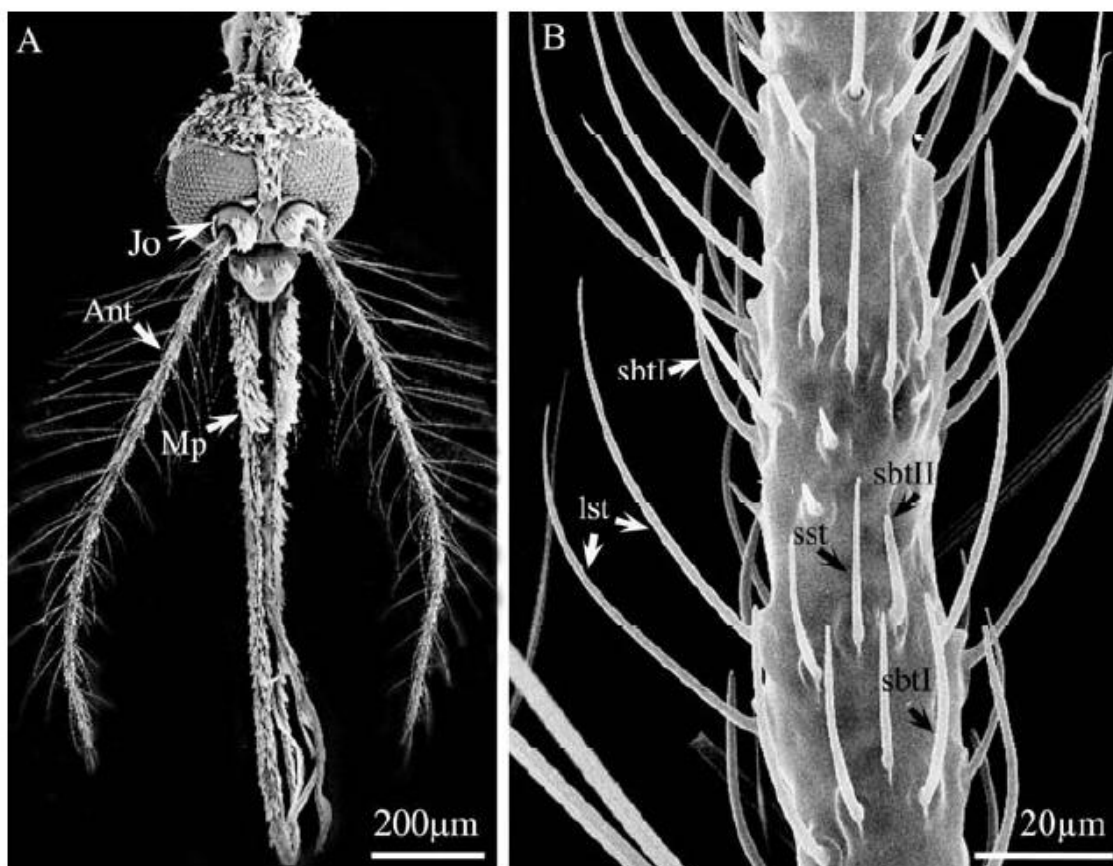
Antenalne sensile komaraca. Površina antena kod komaraca, kao i kod većine kukaca, prekrivena je mnogim kutikularnim dlačicama nazvanim sensilama. Sensila je najmanja funkcionalna osjetilna struktura u osjetilnom sustavu kukaca (Keil, 1999). Sve osjetilne sensile imaju istu morfologiju, koju izgrađuje između 1-5 bipolarnih osjetilnih receptornih neurona (ORN) (sl. 3A). U osjetilnim limfnim šupljinama nalaze se dendriti ORN (tijelo ORN-a). Tijelo ORN nalazi se neposredno ispod osjetilne baze, a njihovi aksoni šalju informacije putem antenalnog živca do antenalnog reznja koji su međusobno povezani. Ostale komponente sensile su pomoćne bazne stanice, koje uključuju *thecogen*, *tormogen* i *trichogen* stanice (sl. 3A). Bazne stanice uključene su u stvaranje sensila tijekom ontogeneze, kao i u regulaciju ionskog sastava sensilarne limfe (Keil, 1999). Trichogen i tormogen stanice imaju sekretorne funkcije, pretpostavlja se da su odgovorni za sekreciju mirisnog vezujućeg proteina (OPB) (Steinbrecht, 1998). Epidermalna površina sensile prilagođena je propuštanju molekula mirisa iz okoline do osjetilne limfe (sl. 3A) (Keil, 1999). S obzirom na debljinu stijenke sensila razlikuju se dvije vrste mirisnih sensila; jednoslojne i dvoslojne sensile. Kod jednoslojnih sensila pore su spojene limfom uz pomoć pornog kanala. Unutarnja površina kanala pokrivena je lipidnim slojem koji omogućava prijenos molekula mirisa u limfu. Kod dvoslojnih sensila takvi kanali ne postoje. Umjesto toga, epidermalne strukture sensila sastoje se od povremeno invaginirane površine, koja poprima šiljastu strukturu. Kanali izrađeni između spojenih šiljastih struktura nazivaju se „komunikacijski kanali“, čija je funkcija propuštanje molekula mirisa iz okoline do limfe (Keil, 1999).

Sensile su odgovorne za otkrivanje mirisnih podražaja. Procjenjuje se da 90% antenalnih osjetilnih neurona kod ženki i mužjaka, imaju mirisnu funkciju (McIver, 1982). Osim toga, mehano, hidro i termo osjetilni neuroni smješteni su unutar sensilarnog niza (McIver, 1982). Antenalne sensile razlikuju se na temelju morfoloških karakteristika, različitoj neuronskoj inervaciji i funkciji neurona. Poznato je pet morfološki različitih vrsta sensila: *sensilla chaetica*, *s. ampullacea*, *s. coeloconica*, *s. trichodea* i *s. styloconica* (Pitts & Zwiebel, 2006). Prve tri nabrojane sensilarne vrste inerviraju se mehano, termo ili hidro receptornim stanicama (McIver, 1982). *Sensilla trichodea* i *s. styloconica*, čine 90% ukupnog antenalnog sensilarnog sustava (McIver, 1982). Ove sensile imaju 2 ili 3 mirisna receptorna

neurona (McIver, 1978). Svaka antena ženke vrste *Ae. aegypti* i *An. gambiae* posjeduju oko 900-1000 sensila od kojih oko 2.000 receptornih stanica šire svoje aksone u mozgu (Pitts & Zwiebel, 2006).

a). Sensila trichodea komarca. Sensila trichodea (sl. 2B) čine dvije trećine svih sensila, te je stoga najzastupljenija vrsta osjetilne strukture na flagelarnim antenama komaraca (Pitts & Zwiebel, 2006). Procjenjuje se da je broj ovih sensila kod ženki vrsta *An. gambiae* i *Ae. aegypti* između 650 i 800 na svakoj anteni (Pitts & Zwiebel, 2006). Ova vrsta sensila prisutna je na svim flagelarnim segmentima kod ženki, dok se kod mužjaka nalazi na dva terminalana segmenta (Boo, 1980a, b). Međutim, kod ženki, trichodea su rijetke na prvom segmentu, a njihova najveća gustoća je između 4 i 13 segmenta (Van den Broek, 2000).

Na temelju dužina, oblika i debljina stijenke, razlikuju se četiri morfološka podtipa trichodea sensile: kratka oštrog vrha (sst), duga oštrog vrha (lst), kratka tupog vrha tipa I (sbtI) i kratka tupog vrha tipa II (sbt II) (sl. 2B). Postoje, međutim, brojni podtipovi koji se ne uklapaju ni u jednu od nabrojana četiri podtipa (Davis & Rebert, 1972). Ultra struktura jasno dokazuje da se svi podtipovi inerviraju uz pomoć dva neurona, osim u slučaju podtipa sensile kratka oštrog vrha koji posjeduje samo jedan receptorni neuron (McIver, 1978). Istraživanja Van den Broek (2000) jasno pokazuju osnovnu kemo osjetilnu funkciju sensilarnih trichodea. One su osnovni mirisni osjetilni organi koji prepoznaju miris domaćina i osiguravaju komarcima najbolje informacije o okolini u kojoj se nalaze.



Slika 2. (A). Elektronska mikrofotografija olfaktornih organa, antena, maksilarnih palpi i Johnstonov organ (JO) **(B).** Individualni segment antene vrste *Aedes aegypti* koji prikazuje podtipove sensila: kratka-oštrog vrha (sst), duga-oštrog vrha (lst), kratka-tupog vrha tipa I (sbtI) i kratka-tupog vrha tipa II (sbt II) (Ghaninia i sur., 2007)

2.4.2. Funkcije perifernog sustava u mirisnoj recepciji

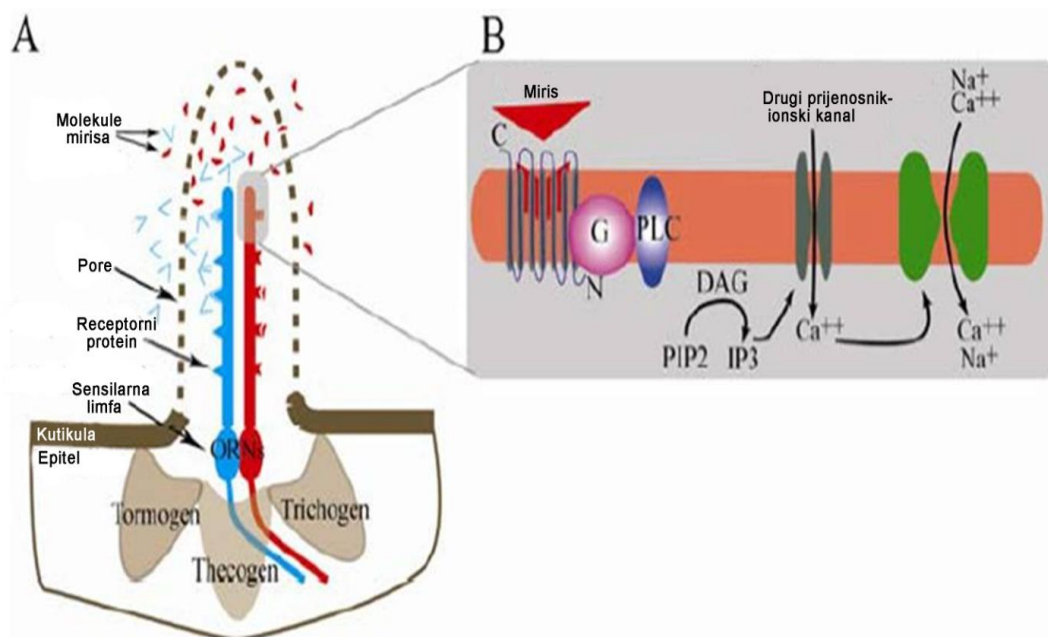
Transport molekula mirisa kroz sensilarnu limfu. Molekule mirisa emitirane od strane domaćina razrijeđene su u okolišu. Osjetilni sustav kukaca u mogućnosti je prepoznati mirise koji su prošli kroz kutikularnu poru i na kraju stigli do mirisnih receptora (sl. 3B). Molekule mirisa su većinom nepolarni hlapljivi spojevi koji posjeduju dobru orijentaciju prilikom prolaska kroz sensilarnu limfu do mirisnih receptora koji se nalaze na membrani ORN-a. Proteini koji na sebe mogu vezati molekule mirisa, nazvani su mirisni vezujući proteini ili OBP (Vogt & Riddiford, 1981). Potporne stanice sintetiziraju OBP i izlučuju ih u sensilarnu limfu (Blomquist & Vogt, 2003). Godine 1985 (Vogt i sur., 1985), opisan je mehanizam prijenosa mirisnih molekula uz pomoć OBP do osjetilnih receptora na ORN. Prema toj teoriji, molekule mirisa, koje su jednom ušle u sensilarnu limfu, prepoznaje ih OBP

koji ih veže na sebe i nosi do ORN. Važno je napomenuti kako OBP nisu odgovorni samo za detekciju i transport molekula mirisa kroz limfu, nego su uključeni i u interakciju između molekula mirisa s receptornim proteinima, na način da razgrađuju molekule mirisa, koji se nalaze vezane za receptor proteina, kako bi osigurali slobodno mjesto na receptoru, da bi se na njega mogla vezati nova molekula mirisa. Podrobnije uloge OBP još uvijek su nedovoljno istražene.

Mirisni receptorni proteini (OR). Mirisni receptorni proteini kodirani su velikom raznolikošću gena, više gena (500-1000) ima širi raspon prilikom prepoznavanja mirisa za razliku od onih OR koji imaju manji broj gena (30-100) gdje je percepcija u rasponu niža. Poznato je da svaki funkcionalni tip ORN izražava samo jedan receptorni protein (Elmore i sur., 2003). Međutim i za ovu hipotezu postoje iznimke koje su dobro objašnjene na primjeru *Drosophila* sp. (Fishilevich & Vosshall, 2005; Goldman i sur., 2005), te se primjenjuju i kod vrsta komaraca *An. gambiae* i *Ae. aegypti*, kod kojih je otkriveno 79 mirisnih receptornih osjetilnih gena za vrstu *An. gambiae* i 131 za *Ae. aegypti* (Bohbot i sur., 2007). Međutim, na svakom antenalnom režnju nalazi se 50-60 glomerula, svaki glomerul je pod nadzorom ORN-a kojeg izražava pojedinačni receptorni gen. U ovakvoj situaciji, značilo bi da neki OR geni moraju biti pseudogeni ili s druge strane, neki ORN moraju biti izraženi s više od jednog tipa OR. Ovakav način multireseptorne ekspresije u ORN pruža dodatnu mogućnost kodiranja mirisnih informacija u periferni sustav (Goldman i sur., 2005), te je na taj način funkcija ORN proširena na širi spektar mirisnih spojeva.

Mirisni transdukcijski (prijenosni) mehanizam. Mirisni transdukcijski mehanizam posredovan je transdukcijskim proteinima, kao što su OBP, ORS zadrživačima (koji posreduju prilikom zatvaranja transdukcijskog puta), G-proteinima i enzimima (sl. 3B) (Benton i sur., 2006). Transdukcijski signali pojačavaju ulazni signal, te na taj način uzrokuju promjene u receptornom potencijalu, što može rezultirati inhibiciju ili pobuđivanje ORN (Zwiebel & Takken, 2004). Uzbudjenje ili inhibicija ORN-a predstavlja prvi diskriminacijski korak prilikom detektiranja i reagiranja na mirisne podražaje (Hallem i sur., 2006). G-proteinski vezujući receptori (GPCR) predstavljaju ključne dijelove osjetilnih puteva (Zwiebel & Takken, 2004). Općenito, vezanje mirisnih liganada na mirisne receptore dovodi do aktivacije vezujućih G-proteina, koji potom aktiviraju kaskadu signala (slika 3B) (Hildebrand & Shepherd, 1997). Kod kukaca, aktivacija GPCR dovodi do stvaranja fosfolipaze C i na kraju do proizvodnje drugog glasnika, IP3 (glavni put prijenosa kod kukaca) i/ili cAMP (sl.

3B) (Hildebrand & Shepherd, 1997). Ukoliko dolazi do aktivacije drugog glasnika, rezultat će biti otvaranje ili zatvaranje ionskih membranskih kanala, što dovodi do depolarizacije ili hiperpolarizacije dendritne membrane (Slika 3B). Receptorni potencijal kreće se duž dendrita do inicijalnog mjesta i ukoliko dosegne prag akcijskog potencijala, akcijski potencijal će biti izazvan. Putovanje akcijskog potencijala od aksona ORN do antenalnog reznja, dovodi do prijenosa informacije o kvaliteti, količini i prostorno-vremenskim obrascima mirisa (Nighorn & Hildebrand, 2002).



Slika 3. (A). Shematski prikaz osjetilne sensile i njezinih funkcionalnih dijelova, koji se sastoji od porozne epidermijske pore, mirisni receptor neurona (ORN), tri tipa pomoćnih stanica (trichogen, tormogen i thecogen); **(B).** Nakon vezivanja molekule mirisa na mirisni receptor, započinje generacija fosfolipaze C (PLC). PLC pretvara fosfatidilinozitol 4,5-bifosfat (PIP2) na drugi glasnik IP3 (inozitol 1,4,5 trifosfat) i diacilglicerol (DAG). IP3 utječe na otvaranje ili zatvaranje membranskih ionskih kanala (Ca^{++} i Na^{+}) te dovodi do depolarizacije ili hiperpolarizacije na dendritu (Buck & Axel, 1991).

Kodiranje mirisa. Kukci su u stanju detektirati tisuće mirisa u njihovom okruženju (Hildebrand & Shepherd, 1997). Iako je diskriminacija i integracija mirisa i mješavine mirisa funkcija koja se događa u središnjem živčanom sustavu (SŽS) kukaca, periferni osjetilni receptorni neuroni (ORN) imaju glavnu ulogu u otkrivanju, identificiranju i diskriminiranju mirisnih molekula, te potrebne informacije prosljeđuju SŽS. Kako bi se razumjelo kodiranje mirisa kod kukaca, bitno je identificirati pojedine ORN i njihovu klasifikaciju, kroz njihovu

aktivaciju prema specifičnim mirisima (Malnic i sur., 1999). Različite dijelove antenalnog reznja pobuđuju ORN, periferni mirisni kod pretvara se u glomerulima, odakle se mirisna poruka prenosi do viših moždinskih centara za asimilaciju, što u konačnici dovodi do reakcije prilikom mirisnog podražaja u slučaju kada je dovoljna količina mirisa primljena.

Poznate su dvije teorije o kodiranju mirisa. Prva teorija sugerira da ligand aktivira samo određenu vrstu receptornih stanica i od tamo se podatci prenose izravno na antenalni reznj, odakle se šalje višim moždinskim centrima bez prethodnih modeliranja ili vezivanja ulaznih signala. Ovakvo mirisno kodiranje nazvano je linijsko, u kojem jedna mirisna molekula aktivira jedan glomerul (Hansson & Christensen, 1999). Prema drugoj teoriji, veliki broj ORN-a uključeno je u detektiranje određenih mirisa, te je aktivno više od jednog glomerula. Na taj način diskriminacija između dva mirisa je olakšana na središnjoj razini (Hansson & Christensen, 1999).

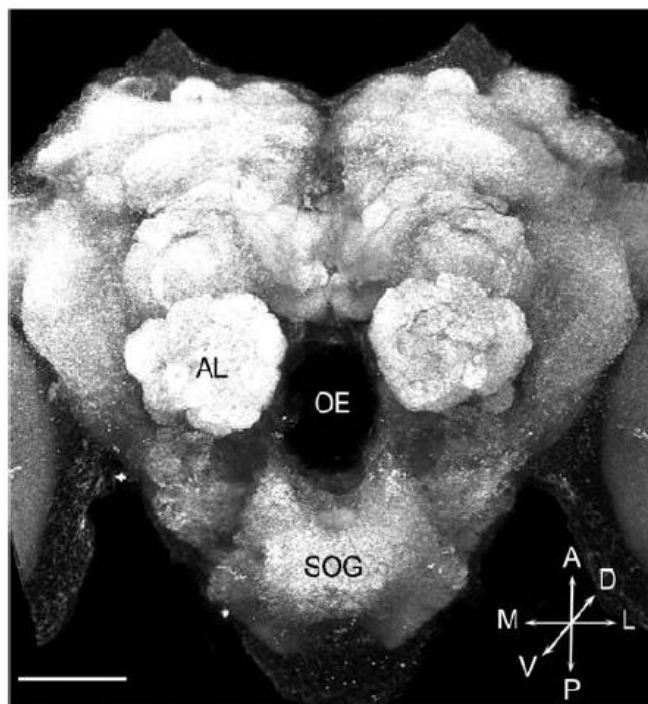
Niti jedna od navedenih teorija u potpunosti ne odgovara kodiranju mirisa kod kukaca. Umjesto toga, Malnic i suradnici (1999) postavljaju hipotezu koju nazivaju kombinirano kodiranje mirisa kod kukaca. Prema toj hipotezi, različiti ORN izraženi su različitim receptornim proteinima, koji su široko sinkronizirani na skupinu spojeva s različitim afinitetima. Karakteristike mirisnih molekula kao što su oblik, različita distribucija i hidrofobnost funkcionalnih skupina, može utjecati na njihov afinitet (Ignell & Hansson, 2005). Na taj način, ORN stvara različit profil odgovora na različite spojeve koji ga podražuju. Osim toga, miris može aktivirati nekoliko ORN s različitim afinitetima (Hallem & Carlson, 2006). Jednim mirisnim podražajem dolazi do aktivacije osnovnog glomerula koji se nalazi u mreži manje aktivnih glomerula. Povećanjem koncentracije mirisa, dolazi do povećanja broja aktivnih glomerula iz mreže (Galizia & Menzel, 2001).

2.4.3. Središnji mirisni sustav

O središnjem mirisnom sustavu kukaca manje se zna nego o bilo kojem drugom sustavu. Jedan od razloga takvog nepoznavanja može se potražiti u složenosti mirisnog sustava kod kukaca. S druge strane, općenito se vjeruje da miris ima širi utjecaj na ponašanje kukaca nego bilo koji drugi senzorni modalitet.

Primarni mirisni centar (antenalni reznj). Antenalni reznjevi (AL) kukaca, dvije su ispupčene sferične neuropile koje se nalaze s obje strane jednjaka (sl. 4) (Anton & Homberg, 1999). Unutar AL nalaze se kuglaste strukture nazvani glomeruli. U antenalnim reznjevima nalaze se primarni mirisni procesni centri kukaca. Glomeruli su obično

raspoređeni u jednom ili dva sloja oko središnje jezgre (srži) vlakna. Općenito su odvojeni jedni od drugih glija stanicama (Ignell i sur., 2005). Broj, oblik, veličina i druge karakteristike glomerula su specifične kod nekih vrsta.



Slika 4. Antenalni reznjevi (AL) ženke *Anopheles gambiae* (Ghaninia i sur., 2007).

2.5. IZVORI I KARAKTERISTIKE MIRISA DOMAĆINA

Komarci imaju sposobnost orijentacije prema različitim mirisnim podražajima kojeg domaćini emitiraju. Neki od podražaja su kemijski, sastavljeni od organskih i anorganskih komponenata, dok su drugi fizikalni. Individualni podražaji, mogu biti kratkotrajni ili dugotrajni, te pobuđivati osjetila komaraca, i na taj način davati informacije komarcima o lokaciji potencijalnog domaćina. Radi boljeg razumijevanja suodnosa između komaraca i domaćina, potrebno je što bolje poznavanje i determiniranje izvora mirisa domaćina.

2.5.1. Kemijski podražaji

Spojevi koji su u mogućnosti pobuđivati prijemnike ponašanja ili fiziološki odgovor nazivaju se kariomoni. Kariomoni su drugim riječima, spojevi domaćina koji daju pozitivan odgovor komaraca prilikom mirisnog podražaja. Mnogi od njih su u maloj mjeri hlapljivi i djeluju pri vrlo malim udaljenostima, što je slučaj prilikom slijetanja komaraca na domaćina. Međutim, kralježnjaci proizvode veliku količinu hlapljivih spojeva, koji djeluju pri velikim udaljenostima.

Izvori kemijskih podražaja. Izvori kemijskih podražaja uključuju: izdahnuti dah, organe ili kožu kroz koju se difuzijom emitira miris, epidermalu sekreciju i njihove bakterijski raspadnute produkte, flatus, urinarne i fekalne kontaminante i njihove bakterijske raspadnute produkte. Ranija istraživanja pokazuju kako komarci reagiraju na ljudski dah, znoj i urin.

a). Dah. Utvrđena su dva izvora izdahnutog daha. Velika većina izdahnutog zraka dolazi iz plućnih alveola, a ostatak dolazi iz zraka koji ispunjava respiratorne odjeljke u svakom dahu (tkz. mrtvi prostorni zrak). Kemijski sastav „završnog respiratornog zraka“ reflektira se doprinosom dvije gore navedene komponente. Količina bilo kojeg sastavnog dijela daha koji je individualno ispušten, funkcija je koncentracija krajnjeg respiratornog zraka i volumena zraka koji je izdahnut (tidalni volumen). Kod mlađih muškaraca tidalni volumen iznosi oko 500 ml, koji obuhvaća 350 ml alveolarnog zraka i 150 ml praznog prostora. Normalni respiratorni udio je otprilike 12 udaha po minuti, iz čega proizlazi da je respiratorni minutni volumen otprilike 6 l/min (Guyton, 1977). Izdahnuti zrak je glavni izvor dvaju kariomona kod hematofagnih Diptera, a to su CO₂ i vodena para, koji predstavljaju njegov veliki kvantitet. Hlapljive organske komponente koje se nalaze u krvi transportirat će se kroz dah u okolinu. Dva ketona: aceton i butanon, akumuliraju se u krvi goveda nakon

hranjenja, nizom metaboličkih procesa dolaze u dah putem kojeg će se emitirati kao mirisni podražaji domaćina.

b). Koža. Difuzijom kroz unutrašnji sloj kože dolazi do stvaranja jedne komponente kemijskog podražaja, CO₂, kao malog izvora s obzirom na cjelokupnu CO₂ emisiju. Na isti način dolazi do gubitka male količine vode iz organizma, kada se kapilarna voda difuzijom prenosi do površine kože. Evaporacija takve vode naziva se „neosjetljiva perspiracija“. Međutim, velika većina spojeva koja se emitira iz kože posljedica je žljezdane aktivnosti. U koži se nalaze tri vrste žlijezda: endokrine, egzokrine i lojne žlijezde. Znoj je sekret endokrinih i apokrinih žlijezda. Endokrine žlijezde zastupljene su u svim sisavcima, iako je njihov raspored ograničen. To su žlijezde koje su najbolje razvijene kod ljudi, i nalaze se u velikom broju na tabanima, obrazima, čelu, podlaktici i pazuhu. Kao osnovne sekrete imaju natrij klorid, laktat, ureu i druge osmotski aktivne spojeve, koji stvaraju osmotski gradijent i ekstrakte vode iz seroznih stanica. Endokrini znoj u većini slučajeva je voda. Egzokrine žlijezde općenito se nalaze u pazuhu, na licu i tjemenu, te na perigenitalnom i perianalnim dijelovima kod čovjeka, ali nisu jednako razvijene kod svih ljudski rasa. Sekreti egzokrinih žlijezda kod ljudi sadrže proteine, ugljikohidrate i amonijak; voda je zastupljena u neznatnim količinama. Egzokrine žlijezde stimulirane su hormonom adrenalinom. Većina sisavaca (konji, deve, goveda, ovce i koze) ima raspoređene egzokrine žlijezde po cijeloj površini tijela te toplinski stres kod njih uzrokuje znojenje cijele površine tijela. Karakteristično je da ptice nemaju ni jedan oblik znojnih žlijezda. Svježi sekreti egzokrinih znojnih žlijezda kod ljudi su bezmirisni, miris kao takav uzrokuju aerobne bakterije nakon 6 sati inkubacije. Kod ljudi, lojne žlijezde zastupljene su u većoj mjeri na cijeloj površini ljudskog organizma. Brojna istraživanja su pokazala kako komarci pozitivno reagiraju na ljudski znoj. Značajna većina ženki roda *Aedes* reagira bolje na čarape koje su natopljene znojem, nego na oznojenu odjeću (Brown, 1951). Mirisna osjetila kod komaraca drugačija su nego kod ljudi; prilikom prepoznavanja određene koncentracije CO₂ i mliječne kiseline, kao hlapljivih znojnih komponenti. Količina hlapljive komponente kože uvjetovana je brojnim faktorima; njihovim ionskim stanjem, topljivost površinskih lipida itd.

c). Urin. Urin kao kariomon u većini slučajeva istraživao se na muhama, ali u obliku fenola. Svjež produkt bizonova urina sadrži vrlo malu koncentraciju fenola, dok urin koji je čuvan na sobnoj temperaturi nekoliko dana sadrži veliku količinu spojeva, koji su nastali hidrolitičkim aktivnostima bakterije *Aerococcus viridans* (Okech & Hassanali, 1990).

Komponente daha i sekreti površine kože. Velika većina spojeva i hlapljivih komponenti nalaze se na površini kože životinja, ali su samo neke od njih kariomoni za hematofagne Diptere. Neke od njih zastupljene su u velikim koncentracijama, dok se neke nalaze samo u tragovima. Bitno je naglasiti, kako je osjetljivost praga podražaja u osjetilnim organima kod ljudi i komaraca različit, s obzirom na pojedinačne spojeve, te se može čak razlikovati i između različitih vrsta komaraca.

a). Vodena para. Evaporacija vode iz tijela stvara se pri znatnim udjelima iz daha kroz „neosjetljivu perspiraciju“, difuzijom vode direktno kroz *stratum corneum* i sekrecijom endokrinih i egzokrinih znojnih žlijezda. Alveolarni zrak izdahnut iz kralježnjaka uvijek je zasićen vodenom parom. Udio gubljenja vode iz organizma muškarca je između 0,04-0,56 mg cm⁻²h⁻¹. Pod različitim stupnjevima stresa, količina ljudskog znoja varira između 0,25-1,5 mg cm⁻²h⁻¹. Općenito, kod muškaraca više nego kod žena, količina znoja veća je tijekom noći nego tijekom dana. Količina vodene para koja je izdahnuta otprilike je između 16 i 18 ml/h (Jarrett, 1978). Evaporacija vode kroz kožu kod konja, kamila, goveda, ovaca i koza varira s obzirom na utjecaj egzokrinih žlijezda i neosjetljivu perspiraciju, te ima vrijednost oko 320gm⁻²h⁻¹. Vrijednost gubljenja vode iz tijela kod ptica ovisna je o tjelesnoj i okolišnoj temperaturi te može biti između 0,9 i 2,1 mg/ml.

b). Ugljični dioksid. Ugljični dioksid nalazi se konstantno u zraku, njegova koncentracija nadopunjava se truljenjem biljaka te biljnom i životinjskom respiracijom. Tijekom sunčevog svijetla kada biljke vrše fotosintezu dolazi do uklanjanja CO₂ iz okoline te samim tim i do fluktuacije u okolišnoj koncentraciji. Koncentracija CO₂ u zraku pri zemlji iznosi od 0,02 do 0,06 vol%. Korištenjem osjetilnih detektora za CO₂, moguće je uočiti kratkotrajnu promjenu u koncentraciji CO₂ koja se razlikuje između različitih tipova staništa. Osim u različitim tipovima staništa, uočava se i različita fluktuacija u koncentraciji CO₂ na dnevnoj razini, koja iznosi u 5 h 356 ppm, a povećava se tijekom dana i u 16 h iznosi 364ppm. Između 19 i 20h povećava se neznatno, ali između ponoći i 3h ujutro ima najveću vrijednost koja iznosi 400 ppm, da bi se vrijednost nakon toga, smanjila do 5h ujutro, na već spomenutu koncentraciju. Općenito, uočava se promjena u fluktuaciji, mjerenoj na 5min skali, od ±1 ppm tijekom dana (Meixner, 1994). Količina CO₂ koja se otpušta iz tijela životinje varira s obzirom na njihovo metaboličko stanje. Pojedini dijelovi tijela kod čovjeka (ruka, pazuh, koža) emitiraju različitu količinu CO₂ koja može varirati od 3.4x10⁻⁵ ml cm⁻²min⁻¹ do 4.6x10⁻⁵ ml cm⁻²min⁻¹ (Frame i sur., 1972).

c). Organske komponente daha. U ljudskom dahu određene su 102 organske komponente, od kojih 97%, ima ukupni udio u dahu između 0,06 i 9,5 ng/l. Tri organske komponente daha zastupljene su u 51% udjelu, to su aceton s 120 ng/l, isopren s 33 ng/l i acetonitril s 24 ng/l. Varijabilnost u koncentraciji za 92% komponenti, je individualna i iznosi manje od jedne vrijednosti magnitude (Krotoszynski i sur., 1977). Ketoni acetona i butanona su prisutni, ali nisu varijabilni, u dahu domaćih goveda; udio acetona iznosi 0,9 mg po govedu na sat, dok je vrijednost za butanon manja i iznosi 0,19 mg/h. Vrijednosti acetona i butanona različite su između daha goveda i emitiranih komponenti iz tijela pogotovo za aceton koji ima znatno veću vrijednost kada se emitira iz kože (7mg/h) nego iz daha (0,9mg/h) dok je kod butanona ta vrijednost podjednaka (Torr i sur., 1995). Aceton predstavlja važan kariomon za hematofagne Diptere.

d). Mliječna kiselina. Mliječna kiselina ili 2-hidroksipropionska kiselina, $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$, nalazi se u krvi i mnogim tkivima. Laktat se stvara u anaerobnoj glikolizi, kao dio mehanizma prilikom stvaranja znoja. Mliječna kiselina se iz tog razloga nalazi u ljudskom znoju u velikoj količini za razliku od drugih karboksilnih kiselina. Koncentracija mliječne kiseline iz ljudskog znoja varira između 1000 i 5100 $\mu\text{g/ml}$ (Cork & Park, 1996). Vrijednost hlapljive mliječne kiseline iz ljudske ruke je između 30 do 80 $\mu\text{g/h}$. Repelentni učinak mliječne kiseline na komarce vrste *Ae. aegypti* uvjetovan je određenom količinom emitirane mliječne kiseline i 600 μg mliječne kiseline ima značajno manji utjecaj nego koncentracija od 50 μg (Smith i sur., 1970). Vrsta *Ae. aegypti* reagira manje učinkovito na mliječnu kiselinu iz ljudskog daha nego na emitiranu količinu iz ljudskih ruku. Jedan od razloga može se potražiti u neadekvatnom stimulansu osjetilnih neurona za mliječnu kiselinu u antenalnim sensilama (Davis & Sokolove, 1976).

e). Oktenol. Oktenol je sekundarni derivat alkohola 1-octen, dužeg naziva 1-okten-3-ol, te formule $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CHOHCH}=\text{CH}_2$ ($\text{C}_8\text{H}_{16}\text{O}$), poznat kao jedan od važnih kariomona u životu hematofagnih Diptera. U prirodi je zastupljen u dvije optičke enantiomere: (R)-(-)-1-okten-3-ol i (S)-(+)-1-okten-3-ol. 1-okten-3-ol češće zvan oktenol, sastavni je dio daha preživača. U klopkama, dvije predstavljene enantiomere oktenola jednake su učinkovitosti prilikom uzorkovanja hematofagnih Diptera. Kumulativno određena količina oktenola u zraku koja je emitirana iz goveda iznosi 0,043 mg po govedu po satu. Udio emitiranog oktenola je znatno manji od udjela acetona kao kariomona za kukce. Udio emitiranog acetona iz preživača iznosi između 1 i 24 mg po govedu po satu što je značajno veća vrijednost nego kod

oktenola. Oktenol je zastupljen u malim koncentracijama u ljudskom znoju, ali bez obzira na njegovu malu zastupljenost pobuđuje antenalne receptore komaraca (Cork & Park, 1996). Osjetilni neuroni za oktenol smješteni su u jednoslojnim klinastim sensilama na maksilarnim palpima komaraca.

f). Ostale komponente. Oko 300 do 400 sastojaka produkata metabolizma emitiraju se iz ljudskog tijela, od kojih se oko 100 nalazi u ljudskom dahu. Produkte metabolizma čine razni alkoholi, ketoni, amini, esteri i aldehidi; sulfhidrili, ciano i heterociklične komponente, te mnogi zasićeni i nezasićeni ugljikovodici (Ellin i sur., 1974). Velika većina istraživanja pokazuje postojanje učinkovitosti navedenih komponenti na atraktivnost komaraca. Aminokiseline općenito se ne smatraju hlapljivim komponentama, ali su kod komaraca uočeni različiti odgovori u ponašanju prilikom podražaja hlapljenja nekih aminokiselina (Clements, 1999). Interesantno je da hlapljenjem alanina (2-aminopropionska¹ kiselina), koji je analog mliječne kiseline, stimulira antenalne receptore za mliječnu kiselinu. Mirisi ljudskog urina, muškaraca ili žena, pobuđuju osjetila komaraca. Značajan odgovor u ponašanju komaraca dobiven je proučavanjem mješavine fenola i 5 alkilnih derivata (3- i 4-metil, 3- i 4- etil i 2-propilfenola) u usporedbi s klopama u kojima se nalazio CO₂, u korist mješavine. Neki steroidi i seksualni feromoni nalaze se u znoju i urinu kod ljudi (Claus i sur., 1981).

2.5.2. Raspršenje mirisa

Miris se emitira iz točkastog izvora, odakle se fragmenti i oblici valovitih i vijugavih tragova filamenata mirisa nose zrakom uz vjetar. Raspršenje mirisa povećava se udaljenošću od izvora mirisa. Kada se feromoni i kariomoni nose vjetrom, od biološkog je značenja da se dobro distribuiraju u okolišu, kako bi došle do osjetilnih nosača mirisa, koji će ih usmjeriti prema njihovom cilju.

Utjecaj vjetra i vegetacije. Miris koji je ispušten u vjetar ulazi u zračnu struju, kroz turbulenciju, dolazi do njegove različite gustoće u zraku te može varirati u različitim smjerovima. Miris se kroz zrak brzo raspršuje i stvaraju se snopovi mirisnih filamenata tijekom turbulencije mirisa. Snopovi filamenata i filamenti sa snopovima mirisa odvojeni su međusobno čistim zrakom. Snopovi tijekom raspršenja pomjeraju se dalje od izvora samog mirisa, te na taj način uvjetuju turbulenciju zraka. Mirisni filamenti mogu se transportirati valovito nekoliko metara prije nego budu zarobljeni s čistim zrakom prilikom male

turbulencije (Clements, 1999). Kukci s dobro razvijenim osjetnim organima mogu detektirati snopove filamenata mirisa, kao raspršen miris, koji variraju u koncentraciji i postojanosti.

Smjer, oblik i struktura raspršenog mirisa regulirana je različitim veličinama vrtloga u zraku. Vrtlozi iste ili veće veličine u raspršenju, imaju utjecaja na smjer raspršenja u potpunosti. Vrtlozi manjeg intenziteta uzrokuju različite varijacije tijekom raspršenja. Kurs i oblik raspršenja, određeni su vjetrom, odnosno varijacijom njegove brzine i smjera. Općenito, brži vjetar uzrokuje ravnomjernije raspršenje mirisa od izvora, dok je za neka raspršenja manja brzina vjetra odgovorna za bolje razrjeđenje mirisa, te se na taj način miris širi kroz veći volumen pasivnog zraka. Promjene u strukturi raspršenja i njegova detekcija komplicirana je posredstvom bioloških parametara koji su teško mjerljivi, kao što je učinkovitost brzine vjetra na količinu raspršenog mirisa i učinkovitost mirisnih receptora. Za ponašanje komaraca prilikom prepoznavanja mirisa najvažnija je trenutna koncentracija mirisnih snopova u filamentima, a ne srednja vrijednost koncentracije raspršenog mirisa (Elkinton i sur., 1984).

Turbulencija je dio vjetra uvjetovana i vegetacijom, tako da različiti tipovi staništa imaju utjecaja na različite karakteristike raspršenja. Brzina vjetra eksponencijalno usporava između visine drveća i površinskog sloja. Ukoliko je brzina vjetra iznad visine drveća između 1 i 3 m/s, onda je brzina vjetra, 1 m iznad površine zemlje, između 0,2 i 0,5 m/s (Clements, 1999). Brzina vjetra koje imaju male dosege događaju se tijekom cijelog dana u šumovitim predjelima, ali mogu biti zabilježene u otvorenim staništima tijekom kratkog perioda nakon zore (svitanja), prije nego što solarno zagrijavanje zemljine površine dovede do većih pokretanja u zraku. U vrlo rijetkim slučajevima kada ne dolazi do promjene u smjeru vjetra, tada se miris raspršuje linijski. Važno je napomenuti, kako je vrlo kratak period dana kada ne dolazi do promjene u smjeru vjetra i kada je dugačka os raspršenja mirisa, tada je vjerojatnost da se kukci orijentiraju do izvora mirisa uz vjetar i usmjeravaju se prema izvoru raspršenja, jako mala.

Emitiranje raspršenog mirisa od domaćina. Temperatura i vlažnost raspršenog mirisa ostaju raspršeni samo u neposrednoj blizini domaćina, dok CO₂ i neke organske spojeve komarci prepoznaju na velikim udaljenostima od domaćina. Udaljenost preko koje komarci mogu biti privučeni klopama bez atraktanta, koja je postavljena niz vjetar od živog domaćina, uzima se kao mjera učinkovitosti duljine mogućeg raspršenja mirisa (Clements, 1999). Kako je već prije rečeno, gustoća vegetacije ima značajan utjecaj na duljinu linearnog širenja mirisa, upravo zbog turbulencije koja je uvjetovana vegetacijom. Istraživanjem u

Gambiji, potvrđene su neke od ovih tvrdnji. Na otvorenom staništu, postavljene su klopke na polumjerima do 75m od atraktanta, koji su bili dva goveda (102-138kg). Zoofagne vrste rodova *Anopheles*, *Aedes*, *Cocquillettidia* i *Culex* različito su reagirale na prisutnost goveda s udaljenosti između 18-36m niz vjetar. Komarci su odgovorili na izvor CO₂, mirisni podražaj goveda, koji je bio ekvivalentan ekspiracijskom udjelu dva goveda s udaljenosti od 7,5 do 18m niz vjetar (Gillies & Wilkes, 1972). Iz toga možemo zaključiti kako je koncentracija CO₂ u raspršenom mirisu domaćina, opala s obzirom na okolišnu koncentraciju, prije nego su organski konstituenti postali neprepoznatljivi komarcima. Broj komaraca koji se orijentira prema izvoru mirisa domaćina pozitivno je koreliran s tjelesnom masom samog domaćina, te postoji linearan odnos između udjela emitiranog CO₂ i udaljenosti s koje je moguće privući komarce (Clements, 1999).

2.6. ORIJENTACIJA PREMA IZVORU MIRISA DOMAĆINA

2.6.1. Aktivacija

Aktivacija predstavlja prvi korak u odgovoru ili ponašanju komaraca na miris domaćina. Općenito se definira kao početna sekvenca cjelokupnog ponašanja komaraca koja za svrhu ima pronalazak i dolazak do domaćina. Nedugo prije aktivacije, komarci se nalaze u „ranging flight“, lete uokolo ali bez mirisnog podražaja ili se odmaraju na vegetaciji. Aktivacija komaraca koji se odmaraju na vegetaciji sadrži dvije komponente: polijetanje i aktivan let. Ukoliko su podraženi mirisom od pokretnog domaćina, aktivirani komarci mogu letjeti direktno prema domaćinu. Ukoliko su podraženi stacionarnim mirisnim podražajem, u kojem ne dolazi do zračnih strujanja, kao što je slučaj u laboratoriju, dolazi do kinetičkog odgovora u ponašanju, na način da povećavaju svoju brzinu leta. Komarci koji se nalaze u „ranging flight“ na otvorenim staništima, lete bez utjecaja vjetra i to brzinom od 3 km/h u svim smjerovima.

Poznata je činjenica kako CO₂ pobuđuje osjetila komaraca, kao i mnogi drugi spojevi u mirisu domaćina. Kada izložimo vrstu *Ae. aegypti* struji zraka, ženke koje se odmaraju, pokazuju malu spontanu aktivaciju s 50% uzletom u periodu od 60 min, ali dodatkom 0,2% CO₂ zračnoj struji, postotak aktiviranih ženki podiže se na 65% za samo dvije minute. Iz čega se može zaključiti, kako komarci reagiraju na povećanje koncentracije CO₂, češće nego na konstantnu količinu CO₂ u zraku. Još veća reakcija komaraca postiže se povećanjem koncentracije CO₂ za 0,11% i dodatkom mliječne kiseline. Osim toga, još bolja aktivacija

komaraca postiže se ukoliko se u zračnu struju dodaju različite koncentracije CO₂ i hlapljivih komponenti ljudskog znoja (Eiras & Jepson, 1991).

Teško je odvojiti faktore koji utječu na aktivaciju komaraca od faktora koji potiču komarce na let uz vjetar do izvora mirisa domaćina, kada ne postoje zračna strujanja. Ova činjenica može se objasniti postojanjem različitih stimulansa na let komaraca uz vjetar, do izvora mirisa domaćina, ali ona nije uvjetovana koncentracijom CO₂ ili mirisom domaćina nego samo zračnim strujanjima (Clements, 1999).

2.6.2. Orijentacija prema udaljenijim izvorima mirisa

Atraktivna udaljenost mirisnih podražaja. Pod atraktivnom udaljenošću podrazumijeva se udaljenost raspršenog mirisa od izvora mirisa, na način da je količina raspršenog mirisa u zračnoj struji dovoljna za pobuđivanje osjetilnih receptora i aktivaciju komaraca s obzirom na tip mirisnog podražaja. Istraživanja provedena na području Gambije pokazuju jasan primjer o atraktivnoj udaljenosti mirisnih podražaja. Odgovor prema mirisnom podražaju na određenim udaljenostima od izvora mirisa za vrstu *An. ziemanni*, *Cq. uniformis*, *Cx. tritaeniorhynchus* i *An. spp* bio je isti kada je riječ o mirisu goveda, dok je puno niži odgovor za vrstu *An. melas*. Komarci roda *Culex*, koji se hrane krvlju ptica, u velikoj većini slučajeva ne reagiraju na podražaje mirisa goveda niti na CO₂. Međutim, za većinu vrsta komaraca, maksimalna udaljenost pri kojoj komarci osjećaju miris domaćina, ista je za goveda i CO₂, ali je broj privučenih komaraca različit kod mirisnog podražaja goveda i podražaja s CO₂, iz razloga jer govedo osim CO₂ emitira i druge komponente mirisa tijela pa je veći broj komaraca privučeno mirisom goveda (Gillies & Wilkes, 1972). Vrsta *An. melas* reagira na skupinu od 5 kokoši, 6 golubova ili 4 patke na udaljenosti od 7m, ali pri udaljenosti od 11m ova vrsta više ne osjeća mirisni podražaj navedenih životinja. Vrsta *Cx. thalassius* reagira na prisutnost golubova s udaljenosti između 7 i 11m, dok pri udaljenosti od 7m ne može prepoznati koncentraciju emitiranog CO₂ iz živog pileta, nego je osjeća tek pri udaljenosti od 3m.

Ulaskom potencijalnog domaćina u okolinu u kojoj se nalaze ženke komarca koje se odmaraju na okolnoj vegetaciji, dolazi do pobuđivanja ženki koje se aktiviraju i lete prema domaćinu. U periodu od 10 do 20 min, broj ženki koji slijeću na domaćina opada, zbog sve većeg udjela ženki koje se nalaze u okolini i kojima potencijalni domaćin predstavlja izvor krvnog obroka. Broj ženki koje slijeću na domaćina stabilizira se na razini koja odražava udio imigracije u zonu potencijalnog domaćina. Ukoliko dolazi do češćeg pokretanja domaćina kroz okolinu, nego što se njegov miris raspršio maksimalno po okolini, udio privučenih

komaraca će rasti i biti isti kao prilikom prvog ulaska domaćina u okolinu komaraca. Udaljenost preko koje ženke komaraca, koje se odmaraju, mogu reagirati na miris u zraku, bez turbulencije, različit je za pojedine vrste, između 4-5 m za vrstu *Ae. albopictus*, oko 7 m za *Ae. cantans* i 9 m za *Ae. japonicus* (Service, 1971; Nishimura, 1982).

Orijentacija prema izvoru mirisnog raspršenja. Komarci imaju mogućnost dobre orijentacije prema izvoru mirisnog raspršenja, čak i pri velikim udaljenostima (22-36 m) od izvora domaćina. Međutim, jako malo se zna o ponašanju komaraca (letu) prilikom prirodnih raspršenja mirisa domaćina. Tijekom evolucije, kukci su razvili dobre oblike ponašanja, koje se odnose na mogućnost leta prema izvorima urođenih mirisa. Priroda mirisnog odgovora komaraca i sam način leta uvjetovana je strukturom raspršenja, koja ovisi o udaljenosti od izvora mirisa. Iako se malo zna o komarcima na ovu temu, možemo se pozabaviti ce-ce muhama, čiji je let brži od komaraca, ali se pretpostavlja kako im je ponašanje prilikom orijentacije prema izvoru mirisnog raspršenja slično. Ce-ce muhe ulaze u zračnu struju, koja u sebi nosi filamente raspršenog mirisa, obično kada se zračna struja blago usmjerava uz vjetar, koja ih na taj način čuva u raspršenom mirisu. Udio pronalaska izvora mirisa i dolazak do njega, koreliran je s brzinom vjetra, tako da pri brzini vjetra od 0,75 m/s pokazuje pozitivnu korelaciju, a negativnu korelaciju pri brzini vjetra iznad 1,0m/s (Clements, 1999).

2.6.3. Orijentacija prema bližim izvorima mirisa

Pronalazak domaćina podrazumijeva se kada je došlo do uzimanja krvnog obroka, ali krajnja faza sastoji se iz nekoliko koraka: orijentacija prema kraćim izvorima mirisa, slijetanje komaraca na površinu tijela domaćina i ubod, te uzlijetanje i odlazak s domaćina. Prilikom orijentacije prema kraćim izvorima podrazumijeva se sam početak podražaja, kada su komarci prvi put percipirali mirisni podražaj. Navedenoj fazi mogu prethoditi dvije faze; orijentacija prema daljim izvorima mirisa ili faza u kojoj dolazi do aktivacije komaraca nakon odmaranja na okolnoj vegetaciji. Podrazumijeva se da se faza u ponašanju komaraca prilikom orijentacije prema kraćim izvorima mirisa završava kada se komarac nalazi iznad ili u neposrednoj blizini samog domaćina. Prilikom ove orijentacije, osim mirisnih podražaja važno mjesto zauzimaju i vizualni podražaji radi lakšeg lociranja domaćina.

2.7. ISTRAŽIVANJA UČINKOVITOSTI MIRISNIH ATRAKTANATA

Nadzor, istraživanje i kontrola komaraca zahtijevaju dobro poznavanje faune komaraca i njihove interakcije s različitim kralježnjacima, koji predstavljaju potencijalnog domaćina. Uzorkovanje ženki koje su u potrazi za domaćinom, od kojeg će uzeti krvni obrok, te na taj način postati mogući vektori, ima važnu ulogu u razumijevanju populacijske dinamike, prostornog rasporeda i arbovirusnog preživljavanja komaraca (Roiz i sur., 2010; Sanchez-Seco i sur., 2010; Almeida i sur., 2008). Međutim, uzorkovanje ženki komaraca bitno je za procjenu njihovog ponašanja prilikom uzimanja krvnog obroka, koje je karakteristično zbog prijenosnog ciklusa bolesti, te je značajno kako bi se identificirali ključni vektori i njihovi domaćini (Gomez-Diaz & Figuerola, 2010).

Ženke komaraca koje su u potrazi za domaćinom, izložene su raznim vizualnim, mirisnim, gustacijskim (okusnim) i fizičkim podražajima, od kojih mnogi potencijalno mogu djelovati kao naznaka za identifikaciju i lokaciju domaćina. Ponašanje komaraca ili njihov odgovor ponašanjem na pojedine podražaje ovisi o njihovom dobu, spolu, fiziološkom stanju i preferenciji domaćina. Razvoj klopki s mirisnim atraktantima imale su za cilj koristiti općenite atraktante, kao što je CO₂. Tijekom godina istraživanja utvrđeno je da se osim atraktanta CO₂ pojavljuju i specifični mirisni signali koji mogu poslužiti kao vrijedan doprinos prilikom proučavanja ponašanja komaraca.

Uloga CO₂ prilikom lociranja domaćina istraživana je u laboratorijskim i terenskim uvjetima, za veliku većinu vrsta (Clements, 1963), nedugo nakon prvog objavljivanja o potencijalu CO₂ kao atraktanta za komarce (Rudolfs, 1922). Prve laboratorijske studije sugerirale su da CO₂ aktivira komarce (Khan & Maibach, 1966). Nedugo zatim i mnogi drugi istraživači složili su se oko tvrdnje da je CO₂ također dobar atraktant na način da povećava broj uhvaćenih komaraca kada se CO₂ nalazi uz klopke, bilo s ili bez izvora svijetlosti (Newhouse i sur., 1966; Defoliart & Morris, 1967).

CO₂ i miris domaćina, atraktanti su koji se prepoznaju na većim udaljenostima od njihovog izvora, te uz pomoć povišene temperature i relativne vlažnosti tijela domaćina doprinose i prilikom orijentacije komarca pri kraćim udaljenostima (Hocking, 1963). Ovaj stav primijenio je i Snow (1970) tijekom svojih istraživanja, koja su pokazala da se značajno smanjuju broj uhvaćenih komaraca kada se ukloni 95,5% CO₂ iz zračne struje u koju je dospio iz ljudskog daha, ali ne zapaža se smanjenje udjela broja komaraca koji su došli hraniti se na domaćinu. Smanjenje koncentracije CO₂ dovodi do značajnijeg smanjenja u ulovu komaraca za vrste *Cx. thalassius* i *Cx. tritaeniorhynchus* ali ne i za vrste *An. gambiae* i *An. melas*,

sugerirajući na taj način kako je CO₂ važan prilikom lociranja domaćina za vrste iz roda *Culex* za razliku od *Anopheles spp.* koji koriste druge mirisne podražaje prilikom lociranja njihovih domaćina (Costantini i sur., 1996). Međutim, postoji i mogućnost da spojevi u ljudskom dahu, osim CO₂, nisu uklonjeni iz zračne struje, jer filteri koji služe za uklanjanje CO₂ nisu specifični te nemaju mogućnost uklanjanja i drugih spojeva, kao što su karboksilne kiseline i fenoli, koji djeluju prilikom lociranja domaćina za vrste roda *Culex*.

Uspoređivanjem atraktivne udaljenosti između koncentracije CO₂ emitirane od strane dva goveda i ekvivalente koncentracije CO₂ (50 & 700 ml / min) dokazano je da se vrste *Cx. thalassius* i *Cx. tritaeniorhynchus* mogu orijentirati prema oba izvora s udaljenosti do 36 m, dok se vrsta *An. melas* orijentira prema količini CO₂ s udaljenosti do 36 m, ali se može orijentirati prema govedu s udaljenosti do 55m (Gilles & Wilkes, 1972). Iz ovoga se može zaključiti kako je CO₂ najvažniji mirisni atraktant za *Culex spp* (Snow, 1970), dok je za *Anopheles spp.* ipak značajniji miris domaćina sa svim svojim komponentama.

Istraživanjem u zračnom tunelu potvrđeno je kako su komarci vrste *An. arabiensis* i *Cx. pipiens fatigans* odgovorili ponašanjem na podražaj CO₂ od 0,5%, ali samo kada nije dolazilo do promjene u koncentraciji CO₂ (Omer, 1979), što doprinosi potvrđivanju istraživanja koje pokazuje da osjetilni receptori za CO₂ reagiraju na promjenu u koncentraciji (Kellogg, 1970). Sposobnost brzih reakcija komaraca na promjene u mirisnim koncentracijama omogućava im razlučivanje između konstantnih koncentracija pojedinih komponenti u zraku, kao što su CO₂ i voda, od mirisa domaćina koji se percipira kao povišenje koncentracija različitih spojeva u prirodnim uvjetima (Murlis & Jones, 1981).

Atraktivna svojstva mirisa sisavaca utječu na privlačenje *Glossina sp.* kada ne postoje vizualni podražaji (Vale, 1974). Plinskom kromatografijom analizirani su mirisi goveda, kako bi se utvrdile elektrofiziološki aktivni spojevi, koji bi mogli biti odgovorni za atraktivnost (Cork i sur., 1990). Ovim radom identificiran je velik broj elektrofiziološki aktivnih spojeva, među kojima i oktenol, koji pokazuje značajno veći ulov u klopama njegovim dodatkom (Vale & Hall, 1985). Oktenol atraktivno djeluje na veliki broj hematofagnih Diptera, uključujući vrste Tabanidae (Krčmar, 2005; French & Kline, 1989), Oestridae (Anderson, 1989), Stomoxyinae (Holloway & Phelps, 1991) i Ceratopogonidae (Kline, 1994; Blackwell & Wadham, 1995).

Takken i Kline (1989) prvi su koristili oktenol kao atraktant za komarce, kojim je utvrđen značajan broj ulovljenih komaraca vrsta *Ae. taeniorhynchus*, *An. crucians*, *Ae. quadrimaculatus* i *Wyeomyia mitchelfii*, kada se uz CDC klopke i svjetlosni izvor dodao

oktenol u količini između 1,6 i 2,3 mg / h. Ulovi su bili uspoređeni s CDC klopama uz CO₂ kao atraktant s količinom emitiranog CO₂ od 200 ml/h. Vrsta *Ae. taeniorhynchus* ne pokazuje atraktivnost prema klopama u kojima je samo oktenol, ali kada se oktenol nalazi u klopama uz CO₂ uočavaju se odgovori u ponašanju prilikom ove kombinacije atraktanata (Kline i sur., 1990). Izostajanje odgovora na atraktivno djelovanje oktenola za vrste roda *Culex* nedostaje, pretpostavlja se zbog činjenice kako je oktenol sastavni spoj mirisa sisavaca, a neke vrste roda *Culex* su isključivo ornitofilne. Daljnja istraživanja na ovu temu dovode do interesantnih zapažanja prema kojima, 35 vrsta komaraca iz rodova *Aedes*, *Anopheles*, *Psorophora* i *Coquillettidia* pokazuju atraktivnost prema kombinaciji atraktanata CO₂ i oktenola (Kline 1994). Zanimljiva činjenica izvodi se iz ovog istraživanja, koja pokazuje da je odgovor komaraca na ove atraktante različit, s obzirom na geografsko, sezonsko i fiziološko stanje komaraca, a koji imaju poseban utjecaj na vrste roda *Anopheles*.

Atraktivno djelovanje fenola i njegovih derivata prvi put zabilježeno je istraživanjem na ce-ce muhama. Utvrđeno je atraktivno djelovanje urina sisavaca na ce-ce muhe (Chorley 1948; Owaga 1985), te je nešto kasnije ova atraktivnost pripisana fenolnim spojevima u urinu (Hassanali i sur., 1986; Bursell i sur., 1988). Od identificiranih osam fenola u mokraći, samo su dva fenola (4 - metilfenol i 3-n-propilfenol) neophodna za maksimalnu atraktivnost za vrstu *Glossina pallidipes* (Vale i sur., 1988). Šest fenola identificiranih u mokraći (3-metilfenol, 4-metilfenol, 3-etilfenol, 4-etilfenol i 2-propilfenol) testirani su kao potencijalni atraktanati za komarce (Kline i sur., 1990). Kombinacija mješavine fenola i oktenola privukla je više *Ae. taeniorhynchus* i *Cx. furens* nego bilo koji pojedinačni fenolni spoj ili sam oktenol, iako razlike nisu bile statistički značajne.

Kao još jedan atraktant koji se vrlo često koristi kao atraktant za komarce napominje se mliječna kiselina koja je sastavni dio ljudskog znoja. Iako su početkom prošlog stoljeća Howlett (1910), Rudolfs (1922) i Reuter (1936) tvrdili kako ljudski znoj ne pokazuje nikakva atraktivna svojstva na komarce, ovakvi stavovi se novijim istraživanjima mijenjaju. Dokazano je da je razina atrakcija pozitivno korelirana s količinom proizvedenog znoja i da je neovisna o načinu izazivanja znojenja (Khan i sur., 1969). Aceton se pokazao kao još jedan od spojeva iz ekstrakta znoja koji atraktivno djeluje na komarce u prisutnosti 0,1% CO₂. Naknadno je utvrđeno kako je glavni sastojak navedenog ekstrakta kože, pored acetona, u velikoj količini i mliječna kiselina (Acree i sur., 1968). Tijekom ranijih istraživanja atraktivnih učinaka ljudskog znoja na komarce morali su se na početku kvantificirati učinci CO₂ i vode, prije nego što se odrede učinci drugih atraktanata iz znoja. Na taj način moguće je

bilo odrediti atraktivnost drugih komponenti mirisa domaćina, te dokazati da su i drugi spojevi znoja također važni prilikom privlačenja komaraca (Price i sur., 1979). L-mliječna kiselina zajedno s CO₂ nema nikakvog utjecaja na ponašanje komaraca pri malim udaljenostima (Eiras & Jepson, 1994). Nizom istraživanja utvrđeno je da ljudska ruka pokazuje najbolje atraktivno djelovanje na komarce za razliku od drugih dijelova tijela (Smith i sur., 1970; Price i sur., 1979; Gillies, 1980).

Unatoč nepobijenim dokazima koji ukazuju na važnost mirisnih znakova domaćina, (CO₂ i vlaga), koji su uključeni u ponašanje komaraca prilikom lociranja domaćina, još uvijek nisu dovoljno dobro razvijeni sintetički mamci, koji bi zamijenili prirodne atraktante. Međutim, zbog vrlo složenih spojeva ljudskog mirisa nastaju problemi prilikom razlikovanja učinaka između ljudskog mirisa, temperatura, vlažnost i CO₂, na ponašanje komaraca u laboratorijskim uvjetima naspram njihovog ponašanja u prirodnom staništu. Značajan napredak u razvoju sintetičkih mirisnih mamaca učinjen je nedavno, jer su se uspjeli identificirati spojevi mirisa domaćina za različite Diptere (Kline, 1994). Budući da su ovi sintetički mamci napravljeni u laboratoriju na način da oponašaju prirodne atraktante, nije u potpunosti jasno kako bi reagirale prirodne populacije komaraca u staništu. Ovakav pristup je daleko od zadovoljavajućeg s obzirom na važnost komaraca prema ljudima i životinjama.

Drugi pristup identifikaciji atraktanata metodama privlačenja ce-ce muhe, temelji se na osnovi mirisa domaćina (Torr, 1994). Ovaj pristup se oslanjao na sposobnost kvantificiranja ponašanja komaraca i učinak mirisa domaćina na određene vrste komaraca, u odnosu na druge mirisne srodne podražaje, kao što su gradijenti temperature, vlage i CO₂. Nakon identificiranja prirodnih atraktanta, koji su mirisi domaćina, može doći do određivanja elektrofiziološki aktivnih sintetičkih spojeva koji su u mogućnosti oponašati prirodne kariomone (Cork i sur., 1990). Na taj način bi se stvorio novi aktivni spoj, koji bi mogao biti različitog omjera komponenti, čime bi došlo do povećanja atraktivnost i specifičnosti u laboratorijskim i terenskim istraživanjima. Međutim, ovakav pristup još uvijek ima niz nespecifičnosti i problema, te na taj način još uvijek nemamo karakterističan sintetski spoj koji bolje privlači komarce od prirodnih atraktanata domaćina.

3. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

3.1. KOPAČKI RIT

Područje Parka prirode Kopački rit nalazi se na krajnjem sjeveroistočnom dijelu Republike Hrvatske, odnosno dio je širega geografskog područja istočne Hrvatske (45 °15' - 45 °53' geografske širine i 16 °06' - 16 °41' geografske dužine). To je ravničarski dio geografske cjeline Baranje, u sastavu Osječko-baranjske županije, pretežito nizinskog područja između rijeka Drave i Dunava te državne granice s Republikom Mađarskom. Prostire se sjeverno od rijeke Drave, od ušća Drave u Dunav, te uzvodno Dunavom na njegovoj lijevoj i desnoj obali do nekadašnjeg pristaništa Kazuk. Istočna granica Parka prirode utvrđena je Državnom granicom prema Republici Srbiji. Ukupna površina parka iznosi oko 23 km², a od toga 7 km² obuhvaća Poseban zoološki rezervat.

Godine 1967. Park prirode veličine 17.700 ha zaštićen je statusom „Upravljanog prirodnog rezervata“ (NN, 45/67). Uže područje rezervata od 7.220 ha iste godine je dobilo status Specijalnog zoološkog rezervata, a šire područje od 10.510 ha status Parka prirode (NN, 54/76). Međunarodno značenje Kopačkog rita potvrđeno je godine 1993. godine uvrštavanjem u Popis međunarodno značajnih močvara ("List of Wetlands of International Importance"), sukladno "Konvenciji o močvarama koje su od međunarodnog značenja, osobito kao prebivalište ptica močvarica", prihvaćenoj 1971. godine u Ramsaru (broj: 3HR002). Prema Ramsarskoj klasifikaciji dominantni tipovi staništa u Kopačkom ritu su trajno plavljene slatkovodne močvare i bare na organskim tlima s emergentnom vodenom vegetacijom tijekom većeg dijela vegetacijske sezone. Posebno značajni podsustavi hidrološkog sustava poplavnog područja su vodom trajno ispunjena plitka jezera i kanalska mreža kojom se odvija izmjena voda između poplavnog područja i korita rijeke Dunav.

Ovo područje tijekom godina značajno mijenja svoj izgled, ovisno o intenzitetu plavljenja, pretežno iz Dunava, te mnogo manje iz Drave. Nakon ulaska vode u rit dijelovi kopna i ritskih voda čine vrlo složen mozaičan izgled. Kanali su veza između toka Dunava i Drave, a postoji i splet kanala koji čine vodene veze unutar rita (Mihaljević i sur., 1999).

Intenzitet i vrijeme plavljenja Kopačkog rita, od izuzetne su važnosti za biljni i životinjski svijet ovoga područja. Utječu na raspored biljnih i životinjskih zajednica, određuju uvjete opstanka, brojnost članova u zajednici te potiču ili ograničavaju razvoj životinjskih populacija. Autohtona flora i vegetacija rita pruža povoljne životne uvjete za razvoj velikog broja beskralježnjaka (733 vrste) za koje se pretpostavlja značajno veći biodiverzitet, ali na

ovom području su još uvijek nedovoljno istraženi (Merdić, 2009). Ovo je područje značajno po velikom mrijestilišu riba čitavog Dunavskog sliva. Brojnošću se ističu šaran, štika, som, smuđ, u posljednje vrijeme dominira i babuška (Mihaljević i sur., 1999).

Od vodozemaca zabilježeno je ukupno 11 vrsta, od kojih je 7 vrsta žaba. Broj gmazova pronađenih u Parku prirode iznosi ukupno 10 što predstavlja 27% od hrvatske faune. Poplavno područje u biti nije najnepovoljnije stanište za život gmazova jer oni trebaju suha staništa za odlaganje svojih jaja. Stoga u fauni gmazova Kopačkog rita brojnošću dominiraju vrste koje su prilagođene na poplavne uvjete poput vodenih zmija (obična bjelouška i kockasta vodenjača) ili barske kornjače. Ostale vrste gmazova rasprostranjene su na višim terenima koji su vrlo rijetko ili nikad plavljeni, poput nasipa ili područja branjenog od poplava.

Osnovnu prepoznatljivost Kopačkog rita daju i ptice. Do danas je zabilježeno 294 vrsta ptica, od kojih 141 vrsta redovito ili povremeno gnijezdi. U velikim kolonijama od nekoliko stotina do nekoliko tisuća pari gnijezde čaplje, bjelobrada čigra i veliki vranac. U ritu gnijezde i ptice koje su ugrožene u svjetskim i europskim razmjerima, kao što su orao štekavac, crna roda, stepski sokol, bijele čaplje, divlje guske te drugi. Izuzetno je značajna i populacija patke njorke, jedne od najugroženijih europskih vrsta (Mikuška J. & Mikuška T., 1994).

Veliko bogatstvo Kopačkog rita predstavljaju kukci. Do sada su istraživani, obadi, leptiri, vretenca, grizlice, kornjaši, opnokrilci i komarci. Na osnovi provedenih istraživanja do danas je utvrđeno 24 vrste Tabanidae (Krčmar & Merdić, 2007), 4 vrste Siimulidae (Sudarić Bogojević i sur., 2009), 39 vrsta Syrphidae (Jeličić et al 2009), 2 vrste Hypoboscidae (Trilar & Krčmar, 2005), 48 vrsta Odonata (Bogdanović i sur., 2002), 95 vrsta Carabidae (Domić, 2009), 255 vrsta Lepidoptera (Rhopalocera i Heterocera) (Vignjević i sur., 2009), 72 vrste Symphita (Perović i sur., 2006) i 74 vrste vodenih kukaca (Turić, 2007).

Na području Kopačkog rita zabilježeno je čak 21 vrsta komaraca (Merdić, 1993). Ovako veliku raznolikost komaraca na području rita može se objasniti pogodnim tipovima staništa i uvjeta koji vladaju u vodi, tako da pojedina staništa rita postaju specifična za određene vrste. Eudominantna vrsta je *Aedes vexans*, s udjelom od čak 80% ukupne faune komaraca (Merdić, 1993). Istraživanja komaraca ovog područja intenzivno se provode od 1987. godine sve do danas. S obzirom da na području Kopačkog rita u vrijeme poplava, dolazi do razvoja enormnih populacija komaraca, za očekivati je da se velika većina istraživanja vezanih za komarce provodi upravo na ovom području.

3.1.1. Šumsko stanište

Klimatski uvjeti kojima su izloženi komarci bitno se razlikuju ovisno o geografskoj širini. Na istoj geografskoj širini ekološki uvjeti i mikroklima razlikuju se na pojedinim staništima, a unutar jednog staništa mikroklimatski uvjeti se mogu bitno razlikovati tijekom dana. Stanište koje pruža povoljne ekološke uvjete za razvoj i život brojnih vrsta komaraca je šuma (Minar i Kramar, 1980; Merdić, 1995a, 1995b, 2002).

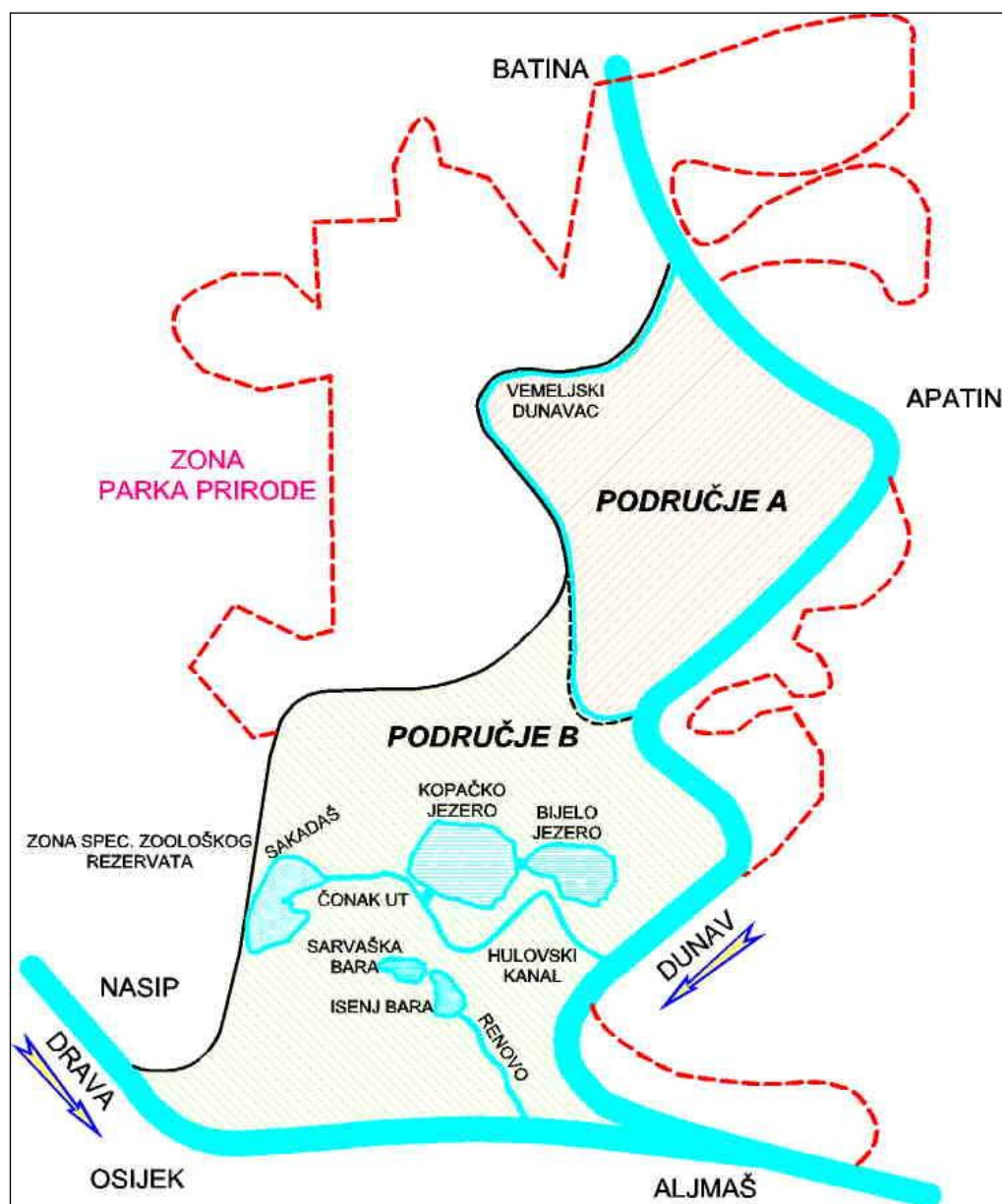
Na izbor šume kao staništa najvećeg broja vrsta komaraca u prvom redu utječu klimatski čimbenici. Za sve su komarce karakteristični periodični ciklusi aktivnosti i neaktivnosti koji su povezani s dnevnim ciklusima svjetlosne jakosti, temperature i relativne vlažnosti zraka (Clements, 1999). Danju je temperatura u šumi relativno niža nego na otvorenom, dok je relativna vlažnost znatno viša, a svjetlosna jakost smanjena. U šumi se promjene temperature i relativne vlažnosti događaju znatno sporije. Šume znatno ublažavaju temperaturne ekstreme i djelujući na ostale klimatske čimbenike, stvaraju posebnu mikroklimu zajednice koja se dosta razlikuje od klime izvan šume. Toplinski režim znatno se mijenja u šumi; smanjuju se ekstremi i kolebanje temperature, zimi i noću je toplije nego na čistini, a ljeti i u podne kada su izvan šume česte visoke temperature, u šumi je hladnije. Krošnje drveća upijaju, odbijaju i zadržavaju znatne količine topline (Vukelić & Rauš, 1998). Za svoj razvoj i aktivnost pojedinim vrstama komaraca potrebna je određena temperatura. U vrućim popodnevnim ljetnim satima kada je aktivnost komaraca izvan šume znatno smanjena, u šumi su, zbog nižih temperatura i povišene relativne vlažnosti komarci aktivni.

Postaja Tikveš. U nizinskim šumama izvan dohvata poplavnih voda prevladavaju dva tipa biljnih zajednica. Postaja Tikveš nalazi se na nešto nižem terenu, na kojem uspijeva šuma hrasta lužnjaka i velike žutilovke (*Genisto elatae-Quercetum roboris*) (sl. 5). Najbolji pokazatelj stajaćih i podzemnih voda je obični grab. Ova vrsta raste na terenima gdje ustajale i podzemne vode ne postoje, a prostire se na terenima izvan dohvata poplava (Topić, 1989). Zajednica se razvija na mineralno-močvarnom, slabije ili jače kiselom tlu. Razina podzemne vode ostaje tijekom cijele godine relativno visoka, a na površini voda stagnira vrlo dugo (do lipnja ili srpnja), jer je tlo glinasto, pa se voda gubi isparavanjem, a ne procjeđivanjem u dublje slojeve (Topić, 1989). U sloju drveća uglavnom prevladava hrast lužnjak (*Quercus robor*), a bujna i raznovrsna vegetacija velike žutilovke (*Genista elata*) prevladava u sloju grmlja. Ova biljna zajednica osiguravaju izvanredne uvjete za odrasle komarce. Iako treba napomenuti kako navedena biljna zajednica nema puno malih vodenih površina, što rezultira heterogenom faunom komaraca. Prema istraživanjima u biljnoj zajednici *Genisto elatae-*

Quercetum roboris determinirano je 17 vrsta komaraca (*An. maculipennis*, *Cs. annulata*, *Cq. richiardii*, *Ae. caspius*, *Ae. dorsalis*, *Ae. cantans*, *Ae. riparius*, *Ae. excrucians*, *Ae. annulipes*, *Ae. punctor*, *Ae. sticticus*, *Ae. cataphylla*, *Ae. vexans*, *Ae. geniculatus*, *Ae. cinereus*, *Cx. territans* i *Cx. pipiens*) od kojih su najzastupljenije vrste *Ae. vexans* i *Cx. pipiens* (Merdić 1995). Jedan od glavnih razloga tako velikog broja vrste *Ae. vexans* nalazi se u činjenici kako ova vrsta migrira u ovu šumsku zajednicu iz zajednice *Galio-Salicetum albae*, koja se nalazi u njezinoj neposrednoj blizini (Merdić, 1993).

Poseban zoološki rezervat (Postaje Čonakut i Hordovanj). Nizinske poplavne šume u kojima je provedeno istraživanje komaraca odnose se na Poseban zoološki rezervat, uže područje Kopačkog rita. Najniže plavljeni tereni prekriveni su zajednicom *Galio-Salicetum albae* (postaja Čonakut). U ovakvoj biljnoj zajednici poplave su česte i dugotrajne. Ta je šuma za razliku od ostalih prirodnih šuma, građena od samo jedne vrste drveća, bijele vrbe, u kojoj ne postoji sloj grmlja (Rauš, 1976). Na nešto višim terenima, gdje su poplave kratkotrajnije i ne tako visoke, razvija se šuma bijele vrbe i crne topole (*Salici-Populetum nigrae*) u čijem prizemnom sloju dominira plava kupina (*Rubus caesius*). Na još uzdignutijim terenima, kao što je postaja Hordovanj, nalaze se šume crne i bijele topole (*Populetum nigro-albae*). Navedene biljne zajednice razlikuju se prema prostornoj i vremenskoj distribuciji vode i po kvalitativnom i kvantitativnom sastavu komaraca (sl. 5).

U šumskim zajednicama poplavnog područja, važno je spomenuti kako mali broj vrsta čini veliki broj jedinki, što se najvećim dijelom odnosi na vrste *Ae. vexans* i *Oc. sticticus*. To su vrste koje se najčešće pojavljuju uz riječne tokove na poplavnim mjestima ili lokvama koje se formiraju topljenjem snijega, s malo vegetacije. U istraživanjima u biljnoj zajednici *Populetum nigro-albae* uočen je najveći broj jedinki i vrsta komaraca, dok je taj broj bio znatno manji u biljnoj zajednici *Galio-Salicetum albae* (Merdić i sur., 2010). Jedno od mogućih objašnjenja ovakvih podataka može se potražiti u činjenici kako u prizemnom sloju biljne zajednice *Populetum nigro-albae* dominira plava kupina za koju se pretpostavlja kako služi komarcima kao idealno sklonište od različitih klimatskih utjecaja, dok kako je već prije navedeno takve uvijete ne pruža biljna zajednica *Galio-Salicetum albae* u kojoj nema sloja grmlja (Merdić i sur., 2010).



Slika 5. Područje istraživanja; Plan upravljanja Parkom prirode Kopački rit, Sektorska studija: hidrologija i meteorologija, Osijek, 2002.

3.2. KLIMA ISTRAŽIVANOG PODRUČJA

Osnovno obilježje klime područja Parka prirode Kopački rit je homogenost klimatskih prilika, kao posljedice geografskog položaja Parka prirode u nizinskom području jugoistočne Baranje, te malih visinskih razlika terena. Klimatske prilike Parka prirode dio su ukupnih klimatskih obilježja šireg prostora, kako prostora Baranje, tako i područja istočne Hrvatske, u kojemu prevladava umjereno kontinentalna klima, koju karakteriziraju česte i intenzivne promjene vremena. Prema Köppenovoj klasifikaciji to je područje koje ima umjereno toplu, kišnu klimu, kakva vlada u velikom dijelu umjerenih širina.

Srednja godišnja temperatura zraka na širem području Parka prirode kreće se od 10,7°C (meteorološka postaja Osijek 1959.-1978. i Brestovac-Belje 1925.-1940.) dok je prema mjerenjima od 1978. do 1998. u Osijeku srednja godišnja temperatura iznosila 11,0°C. Sve te vrijednosti su u granicama za ovakav tip klime. Srednje mjesečne temperature zraka su u porastu do srpnja kada dostižu maksimum (21,4°C Osijek ili 21,9°C Brestovac-Belje), a zatim su u opadanju, dok su najniže vrijednosti zabilježene u siječnju, kada je zabilježen minimum temperature (- 1,4°C Osijek, odnosno - 1,3°C Brestovac-Belje). Maksimalne temperature zraka javljaju se u ljetnim mjesecima, s najvišom temperaturom do 40°C. Minimum temperature javlja se u zimskoj polovici godine, a apsolutni minimum zabilježen u vremenu od 1959. do 1978. godine, iznosio je u Osijeku - 25,4°C, međutim, vjerojatnost pojavljivanja ekstremnih temperatura je vrlo mala.

Prosječna godišnja količina oborina zabilježena na ovom području kreće se od 632 mm u Brestovcu (1948.-1960.) do 685,7 mm u Osijeku (1959.-1978.). Glavni maksimum javlja se početkom ljeta (najčešće u VI. mjesecu), a sporedni krajem jeseni, u XI. mjesecu.

Na području Županije strujanje zraka pod utjecajem je dunavske riječne doline te općih klimatskih prilika, stoga najčešće puše sjeverozapadni vjetar, a njegove vrijednosti osciliraju od tišine do 35 m/s. Prosječna brzina vjetra je oko 2,5 m/s (Šimić, 1991).

Relativna vlaga zraka za šire područje Osijeka i Parka prirode u prosjeku iznosi oko 80% godišnje (78,2% na području Brestovca, a u samom ritu vlaga je veća za 10%), s tim da je deficit vlage zabilježen u proljetnim i ljetnim mjesecima, dok su zimski mjeseci dominantno vlažni, a broj izrazito suhih dana, s manje od 30% vlage u prosjeku, vrlo mali. Prema mjerenjima meteorološke stanice iz Brestovca izračunato je da prosječna godišnja količina evapotranspiracije iznosi 564 mm/m², međutim u Kopačkom ritu su vrijednosti za oko 30% te vrijednosti više, zbog većeg isparavanja iz slobodnih vodenih površina (Tadić, 1990; Šimić 1991). Relativna vlažnost na komarce djeluje vrlo ograničavajuće. Za normalan

život komarcima je potrebna vrlo visoka vrijednost relativne vlažnosti od 70-90%. Relativna vlažnost ima tendenciju porasta tijekom noći, zbog pada temperature, dok se njezina vrijednost tijekom zore povećava i može iznositi blizu 100%. U šumskom staništu drastične promjene u variranju relativne vlage su neznatne, dok su zanemarive u blizini šumskog tla.

Meteorološka pojava magle javlja se na ovom području u prosjeku od 30 do 50 dana godišnje, česte su za vrijeme jeseni i zime, kao i pojava mraza koja je karakteristična za ovo područje.

3.3. VODNI REŽIM ISTRAŽIVANOG PODRUČJA

Voda je neophodan čimbenik za razvoj komaraca. Ovisno o vrsti, komarci se mogu razvijati u različitim tipovima voda, od čistih do izrazito zagađenih. Prva tri stadija razvojnog ciklusa komaraca, neophodno su vezana za vodu. Upravo vodostaji Drave i Dunava, te karakteristično poplavno područje Kopačkog rita svojom dinamikom direktno utječe na pojavu komaraca na istraživanim postajama.

Za održavanje čitavog poplavnog ekosustava vrlo je važna redovita pojava i trajanje poplava, kao i održavanje određene razine vode. Kopački rit je zapravo retencijski prostor za prihvrat izlivenih dunavskih voda, u kojem se određena količina vode zadrži, a potom se poplavne vode povuku u korito matične rijeke. Najučestalije poplave pojavljuju se u kasno proljeće kada se počinju otapati velike količine snijega i leda u Alpama, pa vodostaj rijeka raste. Kako Drava ima kraći i ravniji tok, njezine nabujale vode prve stižu do ušća u Dunav, čije korito još može primiti nadošlu količinu vode. Dok tok Dunava više zavija po Srednjoj Europi i kad njegov vodni val stigne do ušća Drave nailazi na zapreku koju čine dravske vode s povišenim vodostajem i Aljmaška planina. Tada korito Dunava ne može primiti tu novu količinu vode, te ona počinje ulaziti sustavom kanala u Kopački rit uzrokujući poplave. Iako se Kopački rit opskrbljuje vodom na više načina, ipak je najveći udio u opskrbi, čak preko 90% dunavska voda, a glavno se punjenje i pražnjenje odvija Hulovskim kanalom koji je izravna veza s Dunavom (Bonacci i sur., 2002).

Poplavna nizina Kopačkog rita podijeljena je na sjeverni i južni dio koji su hidrološki odvojeni sustavi. Njihovo povezivanje putem Nađhat foka ostvaruje se samo pri visokim vodostajima Dunava ili pri vrlo visokim vodostajima kada se ta dva područja povežu u jednu cjelinu putem šireg područja Nađhat-a. U sjeverni dio voda ulazi putem Vemeljskog Dunavca,

a u južni dio putem Hulovskog kanala. Hulovski kanal ulijeva se u Kopačko jezero te kanalom Čonakut dolazi do jezera Sakadaš.

Hidrološki ciklus Kopačkog rita može se podijeliti na tri osnovna perioda (Palijan, 2010). Prvi je period izolacije poplavnog područja od rijeke Dunav kada su sva vodena staništa stajaćeg karaktera. Drugi je period izlivanja rijeke Dunav iz svog korita u kanalsku mrežu poplavnog područja, pri čemu se u kanalima posljedično pojavljuje protok, a razina vode kanala i jezera se povećava te pritom ne dolazi do njihovog izlivanja iz korita. Ovakav tip poplave se naziva protočni puls (Tockner i sur., 2000). Treći je period u kojem se razvija poplava u pravom smislu te riječi, odnosno kada se iz Dunava voda rasprostire po Kopačkom ritu puneći kanale i jezera, te poplavi kopneni dio poplavnog područja. Ovakav tip poplave se naziva poplavni puls.

Mjerodavna vodomjerna stanica na Dunavu za područje rita je Apatin s tzv. "nultom" kotom vodomjera od 78,84 m nadmorske visine, smještena na 1401, 4 r. km. Stanica je udaljena 12,5 km od centra rita, pa se odgovarajuće kote u ritu dobiju preračunom (Majstorović i sur., 1998). Početak plavljenja Kopačkog rita je na +250 cm vodostaja Dunava mjerenog na vodomjernoj stanici Apatin (Đuroković & Brnić-Levada, 1999). Tada se visina vodostaja od +250 cm naziva "kritični vodostaj Dunava". Kada vodostaj dođe do +400 cm, voda u kanalima i jezerima se počinje prelijevati na okolno nizinsko područje Kopačkog rita.

Područje plavljenja definirano je nasipima izgrađenim sredinom prošlog stoljeća, a mehanizam punjenja i pražnjenja vrlo je složen i ovisan o razlikama količine vode u ritu i vodostaju Dunava. Prvo dolazi do plavljenja najdubljih terena, zatim se voda postupno širi kroz poplavno područje, ovisno o količini dunavske vode. Dakle, o vrlo promjenjivom vodnom režimu ovise hidrološka povezanost i hidroperiodi. Minimalni vodostaji u pravilu se javljaju početkom jeseni (rujan i listopad), nakon čega slijedi postupno povišenje vodostaja Dunava do njegovog maksimuma u travnju, te se poplave u prosjeku pojave 1-2 puta godišnje (Bonacci i sur., 2002). Postoje i razdoblja u nizu od godinu dana i više kada ne dolazi do plavljenja Kopačkog rita. Tijekom razdoblja niskih vodostaja stalne vodene površine rita su ili izolirane jedne od drugih ili čak i presuše, dok je za vrijeme ekstremnih poplava cijelo područje poplavljeno tj. jedno vodeno tijelo. Dio područja Parka prirode nalazi se iza obrambenih nasipa i u tom području režim voda definiran je odvodnim i melioracijskim kanalima, te radom sedam crpnih stanica od kojih su najvažnije Zlatna Greda i Tikveš koje prebacuju vode u nebranjeni ili plavljeni dio rita.

Dugoročno gledano, poplavno područje Dunava u Posebnom zoološkom rezervatu (7.200 ha) prosječno je 99 dana pod vodom, dok je 266 dana suho. Stalne vodene površine (Kopačko jezero, Sakadaško jezero, Novi kanal, Čonakut i Hulovski kanal) iznose približno 281 ha (Mikuška, 1979).

Zahvaljujući ovakvom vodnom režimu, stvoreni su idealni uvjeti za razvoj velikih populacija komaraca. Poplavne vrste komaraca, karakteristične za područje Kopačkog rita, direktno su u ovisnosti o sezonskom plavljenju navedenog područja. Prelaskom kritične vrijednosti vodostaja, voda koja dolazi u rit, općenito producira najmanje jednu a najviše četiri generacije poplavnih komaraca.

4. MATERIJAL I METODE

4.1. UČINKOVITOST ATRAKTANATA I KOMBINACIJE ATRAKTANATA ZA PRIVLAČENJE KOMARACA

4.1.1. Mjesto uzorkovanja

Ekološka i etološka istraživanja komaraca (Culicidae) provedena su na području istočne Hrvatske na četiri postaje u Kopačkom ritu:

1. Čonakut (45°36'34.8" N, 18°48'23.9" E)- poplavno područje; biljna zajednica *Galio-Salicetum albae*
2. Hordovanj (45°36'35.8" N, 18°50'2" E)- poplavno područje; biljna zajednica *Populetum nigro-albae*
3. Kopačko jezero (45°36'26.7" N, 18°50'18.7" E)- poplavno područje; biljna zajednica *Galio-Salicetum albae*
4. Tikveš (45°36'34.8"N, 18°48'23.9")- šumsko stanište; biljna zajednica *Genisto elatae-Quercetum roboris*

Prve tri postaje nalaze se na području Specijalnog zoološkog rezervata, dok se postaja Tikveš nalazi na području Parku prirode Kopački rit. Tijekom istraživanja, na postajama nije bilo provođenja tretmana kako larvicidnih tako ni adulticidnih.

4.1.2. Metoda CDC klopke

Odrasli komarci uzorkovani su metodom CDC (Center for Disease Control, 1999) klopke uz koju su postavljeni različiti atraktanti. Metoda ima prednost kod komaraca kada se želi uzorkovati što veći broj vrsta komaraca (Service, 1993). CDC klopka korištena u ovom istraživanju, domaće je proizvodnje, a izvedena je iz originala CDC klopke s CO₂ (Service, 1993), s namjerom da se dobije mala klopka nezavisna od jačeg izvora energije, te laka za manipulaciju i transport.

Klopka se sastoji od plastičnog poklopca na vrhu klopke, koji ima ulogu pokrivača (čuva klopku od elementarnih nepogoda) i sakupljača (povećava prostor za usisavanje komaraca), plastične cijevi dužine i promjera 10 cm unutar koje se nalazi ventilator, koji

usisava komarce, i izvora struje. Na plastičnoj cijevi s ventilatorom, nalazi se pričvršćena mrežica koja služi za sakupljanje komaraca. Izvor energije za rad CDC klopke je akumulator, koji proizvodi istosmjernu struju od 6V i 4Ah. Klopke su postavljene na visini od 1,5m od tla, na drvenim nosačima, kako bi se osiguralo da sve klopke budu postavljene na istoj visini (sl. 6A,B).

Pomoću ove metode, skupljane su jedinke komaraca iz neposredne blizine klopke, koje bi trebale predstavljati reprezentativan uzorak komaraca istraživnog područja.

4.1.3. Atraktanti

Atraktanti koji su korišteni tijekom ovog uzorkovanja su suhi led, konjski urin, aceton, oktenol i amonijak. Od svih navedenih atraktanta samo je suhi led bio u čvrstom stanju, dok su ostali atraktanti bili u tekućem obliku, pa su se iz tog razloga i drukčije postavljali uz CDC klopku.

Uz CDC klopku postavljen je blok od 9 kg suhog leda, u blizini ventilatora. Klopka je s jednim blokom od 9 kg, radila 24h (Slika 6A). Atraktanti u tekućem obliku ispipetirani su u male staklene posudice, koje su prethodno bile sterilizirane kako bi se izbjeglo stvaranje bilo kakvih spojeva različitih mirisa u njima. Staklene posudice su bakrenom žicom bile pričvršćene uz CDC klopke u blizini ventilatora i ispod poklopca, kako hlapile i privlačile komarce. Različita količina atraktanta sipana je u posudice, s obzirom na njihovo različito hlapljenje. Tako da je volumen konjskog urina iznosio 40ml, u kombinaciji konjski urin (10ml)+aceton (30ml), aceton 40ml, oktenol 4ml, amonijak 4ml (Slika 6B). Konjski urin uzet je u ranim jutarnjim satima od iste jedinke konja, te je stajao 14 dana u toploj tamnoj prostoriji kako bi se uz pomoć bakterija razvili fenolni spojevi kaoji atraktivno djeluju na komarce. Ostali atraktanti korišteni su nekontaminirani (Aceton-0.791 kg/l, Keming d.o.o., amonijak-25%, Alkaloid Skopje, oktenol-98%, Aldrich). Budući da, suhi led sublimira 400ml/min (Von Essen et al. 1994; Johansen et al. 2003) određeno je da će 9kg suhog leda biti dovoljna količina za 24h koliki je vremenski period uzorkovanja komaraca.



Slika 6. (A). CDC klopka sa suhim ledom kao atraktantom; **(B).** CDC klopka s tekućim atraktantom

4.1.4. Dizajn uzorkovanja

Na četiri navedene postaje istovremeno je postavljeno šest CDC klopki s navedenim atraktantima. Klopke su postavljene linearno u prosjekama, te se vodilo računa o "*Latin squer*" dizajnu (Cochran & Cox, 1975). Uzorkovanja su se provodila tijekom 24 sata od 5.-18.09.2006. godine za vrijeme kasno ljetne faune komaraca tog područja.

Nakon uzimanja mrežice u svakoj klopki, sav prikupljeni materijal usmrćen je stavljanjem u hladnjak na oko 15 min. Nakon usmrćivanja slijedio je postupak odvajanja komaraca od drugih kukaca (obično iz reda Neuroptera, Diptera, Lepidoptera, Hymenoptera i dr.). Prikupljeni komarci determinirani su na osnovi vanjskog izgleda uz pomoć ključeva Gutsevich i sur. (1976), Schaffner i sur. (2001) i Becker i sur. (2003).

4.2. UČINKOVITOST ATRAKTANATA ZA PRIVLAČENJE KOMARACA NA RAZLIČITIM STANIŠTIMA

Uzorkovanje komaraca tijekom ovog istraživanja imalo je ista mjesta uzrokovanja na kojima se provodilo istraživanje, istu metodu CDC klopke, iste atraktante i količine atraktanata koje su bile postavljene uz CDC klopke, te isti dizajn eksperimenta kao u poglavlju 4.1. Ova dva istraživanja razlikovala su se samo u vremenu postavljanja klopki na terenu. Istraživanje učinkovitosti atraktanata za privlačenje komaraca na različitim poplavnim područjima provodila su se tijekom dvije godine, u periodu od rujna 2006. godine do listopada 2007. godine, te su klopke u tom vremenskom periodu bile postavljene dvanaest puta u vrijeme pojačane aktivnosti komaraca.

4.3. UČINKOVITOST KOMBINACIJE ATRAKTANATA ZA PRIVLAČENJE KOMARACA

4.3.1. Mjesto uzorkovanja

Istraživanje je provedeno u Park prirode Kopački rit. Kopački rita karakteristično je stanište mnogih vrsta komaraca zbog svog vodnog režima kojeg čine velike udubine, jezera koja su trajno ispunjena vodom, bare koje nastaju povremenim plavljenjem terena, te fokovi i kanali kroz koje struji voda i koji povezuju Kopački rit s Dravom i Dunavom. Iz tog razloga regulacija vodostaja i trajanje poplava važni su za očuvanje ekosustava Kopačkog rita.

Uzorkovanje je provedeno na tri postaje:

1. Čonakut (45°36'34.8" N, 18°48'23.9" E) - biljna zajednica *Galio - Salicetum albae*
2. Hordovanj (45°6'35.8" N, 18°50'2" E) - biljna zajednica *Populetum nigro – albae*
3. Linjov (45°33'15.13"N, 18°45'55.23" E) - biljna zajednica *Galio - Salicetum albae*

4.3.2. Metoda CDC klopke

Odrasli komarci uzorkovani su metodom CDC klopke uz koju su postavljeni različiti atraktanti. Klopka izgleda i radi isto kao i u poglavlju 4.1.2. Klopke su bile postavljene u "Latin squer" dizajnu kako bi se izbjegao utjecaj mikrolokaliteta na privlačenje komaraca.

4.3.3. Atraktanti

Atraktanti koji su korišteni tijekom ovog uzorkovanja su suhi led, konjski urin, aceton, oktenol i amonijak. Od svih navedenih atraktanta samo je suhi led bio u čvrstom stanju, dok su ostali atraktanti bili tekućine. Klopke su imale različite kombinacije atraktanata:

1. Klopka 1. suhi led (CO_2)
2. Klopka 2. suhi led+oktenol (CO_2+O)
3. Klopka 3. Suhi led+oktenol+konjski urin ($\text{CO}_2+\text{O}+\text{U}$)
4. Klopka 4. Suhi led+aceton+konjski urin ($\text{CO}_2+\text{A}+\text{U}$)
5. Klopka 5. Suhi led+amonijak+konjski urin ($\text{CO}_2+\text{NH}_4\text{OH}+\text{U}$)

Svježa količina atraktanata donosila se nakon 24h uzorkovanja. Prema literaturnim podacima suhi led otpušta oko 57g/h CO_2 te je 9kg dovoljna količina suhog leda za 24h uzorkovanje. Volumen postavljenog oktenola iznosio je 5 ml, acetona 40ml, volumen amonijaka bio je 5ml, konjskog urina iznosio je 40 ml. Konjski urin prikupljen je u ranim jutarnjim satima od iste jedinke konja, te je ostavljen u zatvorenoj staklenoj bočici na sobnoj temperaturi u mraku, prije početka eksperimenta.

4.3.4. Dizajn uzorkovanja

Na tri navedene postaje istovremeno je postavljeno pet CDC klopki s navedenim atraktantima. Uzorkovanja su se provodila u kontinuitetu od 120h. Klopke su postavljene linearno u prosjekama i vodilo se računa o "*Latin squer*" dizajnu.

Nakon skupljanja mrežica, sav prikupljeni materijal usmrćen je stavljanjem u hladnjak na oko 15 min. Nakon usmrćivanja slijedio je postupak odvajanja komaraca od drugih kukaca (obično iz reda Neuroptera, Diptera, Lepidoptera, Hymenoptera i dr.). Prikupljeni komarci determinirani su na osnovi vanjskog izgleda uz pomoć ključeva Gutshevich i sur. (1976), Schaffner i sur. (2001) i Becker i sur. (2003).

4.4. MAKSIMALNI DOMET RASPRŠENJA ATRAKTANTA

4.4.1. Mjesto uzorkovanja

Istraživanje je provedeno u šumskom staništu s biljnom zajednicom *Carpino betuli-Quercetum roburis* (45°41'37" N, 18°49'25" E). Najčešće vrste u sloju drveća su hrast (*Quercus robur*) i grab (*Carpinus betulus*). Sloj grmlja slabo je razvijen, uglavnom se sastoji od gloga (*Crataegus* sp.), javor (*Acer campestre*), divlja kruška (*Pyrus piraster*).

4.4.2. Metoda CDC klopke

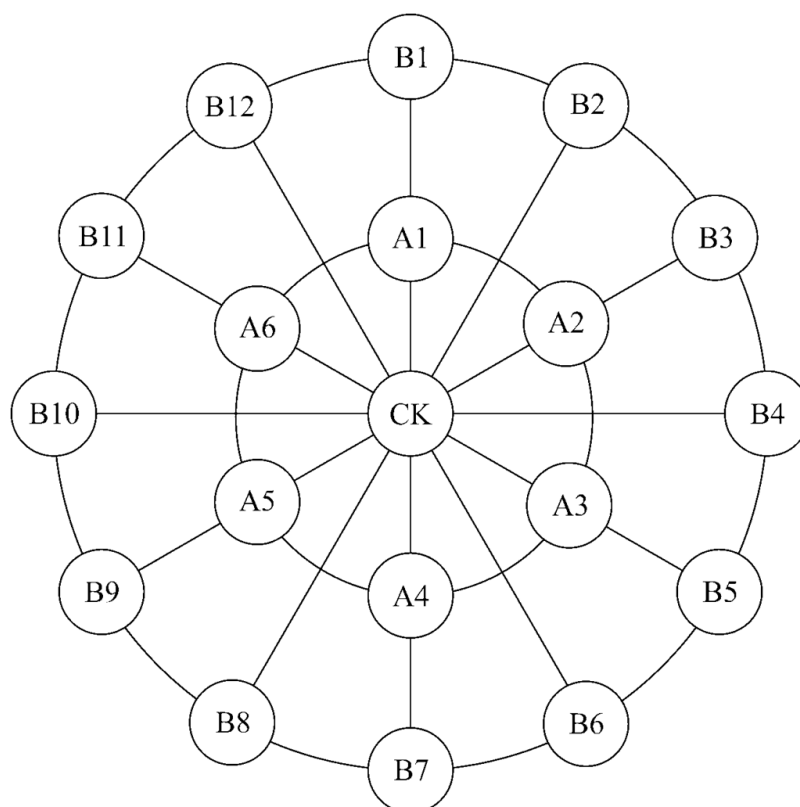
Odrasli komarci uzorkovani su metodom CDC (Center for Disease Control). Metoda CDC klopke detaljnije je opisana u poglavlju 4.1.2. te je izgledala i radila po istom principu.

4.4.3. Dizajn eksperimenta

CDC klopke postavljene su u dva kruga (A i B) s različitim udaljenostima radijusa od središta. U središtu, postavljena je CDC klopka s atraktantom (Ck). Krug A, činilo je šest klopki, gdje je udaljenost između klopki u krugu bila ista. Krug B sastojao se od dvanaest klopki, gdje je udaljenost između pojedine klopke u krugu bila ista, ali je udaljenost između klopki Kruga B i klopki Kruga A bila dva puta veća, nego udaljenosti između Kruga A i Ck klopke. Svakih 24h, mijenjale su mrežice s uhvaćenim komarcima, te se donosila uvijek ista količina svježeg atraktanta u Ck klopku. Na osnovi determiniranog prosječnog broja privučenih komaraca dolazilo je do širenja radijusa između Ck klopke i klopki Kruga A i B (sl. 7).

Nakon mijenjanja mrežice u svakoj klopki, sav prikupljeni materijal je usmrćen stavljanjem u hladnjak na oko 15 min. Ovaj vremenski period dovoljan je za inhibiciju njihovih životnih funkcija. Vađenjem iz hladnjaka i prije same determinacije komaraca potrebno je iz kompletnog uzorka odvojiti komarce od drugih kukaca (obično iz reda Neuroptera, Diptera, Lepidoptera, Hymenoptera i dr.). Prikupljeni komarci determinirani su na osnovi vanjskog izgleda uz pomoć ključeva Gutshevich i sur. (1976), Schaffner i sur. (2001) i Becker i sur. (2003).

Izvođenje istraživanja provodilo se na slijedeći način. Atraktant, za koji se utvrđuje učinkovitost, postavljen je samo uz Ck klopku. Udaljenost između Ck klopke i klopki Kruga A ili B povećavala se, ukoliko je prosječan broj privučenih komaraca u Krugu A bio veći od prosječnog broja privučenih komaraca u Krugu B. Dakle, tijekom prvih 24 i 48h istraživanja, udaljenost između Ck klopke i Kruga A iznosila je 25m, a između Ck klopke i Kruga B 50m. Trećeg dana, udaljenost se povećavala, zbog većeg prosječnog broja privučenih komaraca u Krugu A nego u Krugu B, tako da je udaljenost između klopki tada iznosila za Krug A 35m, a za Krug B 70m od Ck klopke. Nakon 96h, radijus Kruga A iznosi 45m, a 90m za Krug B. Nakon sedam dana uzorkovanja, radijus udaljenosti od Ck klopke doseže svoj maksimum i iznosi za Krug A 55m, a za Krug B 110m od Ck klopke.



Slika 7. Dizajn eksperimenta. Ck (središnja klopka s atraktantom); A1-A6 (CDC klopke bez atraktanta, Krug A); B1-B12 (CDC klopke bez atraktanta, Krug B)

4.4.4. Atraktant

Uz središnju klopku (Ck) postavljen je blok od 9 kg suhog leda, u blizini ventilatora. Klopka je s jednim blokom od 9 kg, radila 24h, nakon čega se količina suhog leda zamijenila s istom količinom, a preostala količina se vagala. Količina atraktanta u Ck klopki određena je na temelju komercijalne dostupnosti i izvedivosti za implementaciju na terenu.

Nakon prikupljanja mrežica i donošenja nove količine svježeg atraktanta, nakon 24h perioda, treba napomenuti, kako je uvijek bilo atraktanta u suvišku, čime se osiguralo kontinuirano emitiranje atraktanta tijekom 24h perioda.

4.4.5. Meteorološka mjerenja

Tijekom uzorkovanja mjereni su meteorološki parametri kao što je temperatura, relativna vlažnost zraka, tlak zraka, smjer i brzina vjeta. Nabrojani parametri mjereni su tri puta dnevno (7h, 14h, 21h) i podaci su dobiveni od meteorološke postaje koja je smještena u neposrednoj blizini mjesta uzorkovanja komaraca.

4.5. STATISTIČKA OBRADA PODATAKA

Jednosmjerna analiza varijanci (one-way ANOVA) s Tukey post-hoc usporedbom korištena je kako bi se usporedile učinkovitosti među atraktantima. Vrijednost od $P > 0.05$ nije statistički značajna. Tradicionalni clusterski algoritam generira skupove podatke na način da svaki podatak pripada isključivo samo jednom clusteru. Kako bi se grupirale postaje korištene su fuzzy clusterske statističke analize. Fuzzy cluster analiza (Equihua, 1990) izvedena je, kako bi se klasificirale postaje na kojima je provedeno uzorkovanje. Fuzzy cluster analiza formira skupove na osnovi broja privučenih komaraca na svakoj postaji, prema njihovim vrijednostima u skupovima. Brojevi fuzzy clastera odabrani su prema većem koeficijentu raspodjele. Svi statistički testovi napravljeni su s R statističkim softverom (R Development Core Team, 2007), pomoću "Cluster" programskog paketa (Maechler, 2008).

U analizi podataka primijenjene su metode deskriptivne i inferencijalne statistike. Između ostalog, u okviru analize utvrđene su razdiobe broja uhvaćenih komaraca prema različitim kriterijima, izračunati su i objašnjeni izabrani pokazatelji deskriptivne statistike (aritmetička sredina, medijan, minimalna i maksimalna vrijednost, standardna devijacija i koeficijent varijacije) te su determinirani različiti relativni brojevi. S ciljem vizualizacije rezultata u radu su korišteni jednostruki i višestruki stupci te linijski grafikoni, dok su sa svrhom identifikacije netipičnih i ekstremnih vrijednosti konstruirani Box and Whisker Plot dijagrami.

Kako bi se ispitala korelacija između broja uhvaćenih komaraca u klopama koje su formirale manji i veći krug izračunati su Pearsonovi koeficijenti korelacije te je testirana njihova statistička značajnost. Pearsonovi koeficijenti korelacije s p -vrijednostima dobivenim pri testiranju hipoteze o njihovoj statističkoj značajnosti također su izračunati pri ispitivanju karaktera korelacije između broja komaraca uhvaćenih u pojedine klopke i meteoroloških pokazatelja, kao i između broja privučenih komaraca i potrošnje atraktanta. Pomoću hi-kvadrat testa neovisnosti provjereno je postojanje statistički značajne povezanosti između vrste klopke i njihovog smještaja, odnosno udaljenosti od središta. Hi-kvadrat testom također je ispitana ravnomjernost broja uhvaćenih komaraca s obzirom na postaju i mjerenja.

Statističke analize napravljene su i uz pomoć R statističkog softvera (R Development Core Team, 2010). Razlike u učinkovitosti između klopki testirane su uz pomoć ANOVA s Bonfferoni post-hoc testa. Kako bi se napravila slika gustoće privučenih komaraca korištena je linearna interpolacijska procedura uz pomoć Akima softverskog paketa (Akima et al. 2009).

5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

5.1. UČINKOVITOST ATRAKTANATA I KOMBINACIJE ATRAKTANATA ZA PRIVLAČENJE KOMARACA

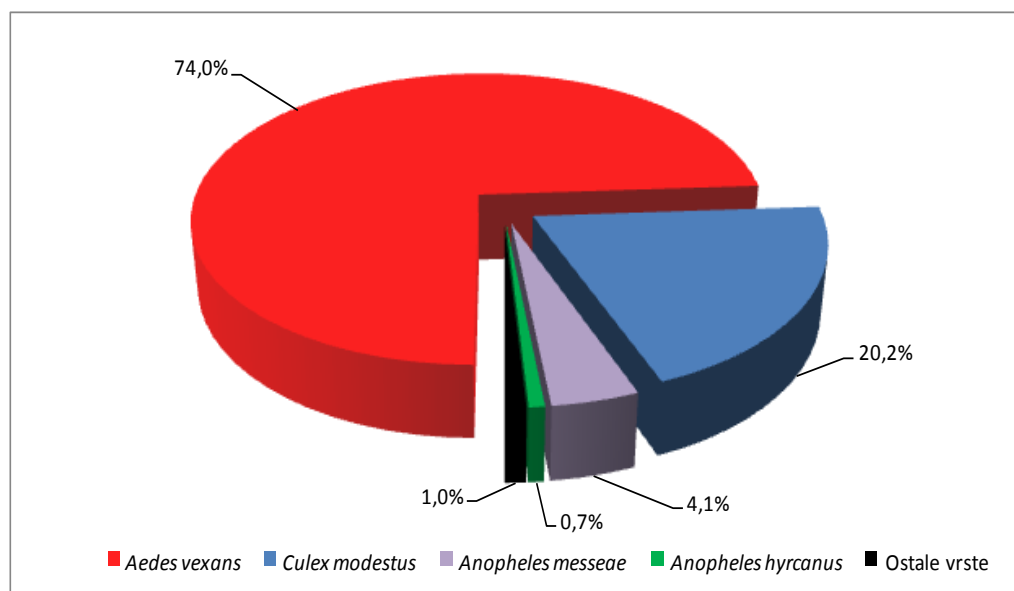
Terenska istraživanja provedena su na četiri postaje u Kopačkom ritu od 5.-18.09.2006. godine za vrijeme kasnoljetne faune komaraca tog područja. Faunističkom analizom ukupnog broja privučenih jedinki komaraca različitim atraktantima i njihovim kombinacijama utvrđeno je prisustvo 11 vrsta komaraca. Od ukupno 3248 jedinki utvrđeno je 5 rodova. Najbrojniji rodovi su *Aedes* i *Anopheles* s 3 vrste, slijedi rod *Culex* i *Ochlerotatus* s 2 vrste, te rod *Cocquillettidia* s 1 vrstom (tab. 1). Sastav faune komaraca je sljedeći:

1. *Aedes vexans* (Meigan, 1830)
2. *Aedes cinereus* (Meigan, 1818)
3. *Aedes rossicus* (Dolbeskhin, Gorickaja, Mitrofanova, 1930)
4. *Anopheles hyrcanus* (Pallas, 1771)
5. *Anopheles claviger* (Meigan, 1804)
6. *Anopheles messeae* (Falleroni, 1771)
7. *Culex pipiens* k. (Linnaeus, 1758)
8. *Culex modestus* (Ficalbi, 1889)
9. *Ochlerotatus sticticus* (Meigen, 1838)
10. *Ochlerotatus caspius* (Pallas, 1771)
11. *Cocquillettidia richiardii* (Ficalbi, 1889)

Tablica 1. Ukupan broj privučenih komaraca na istraživanim postajama

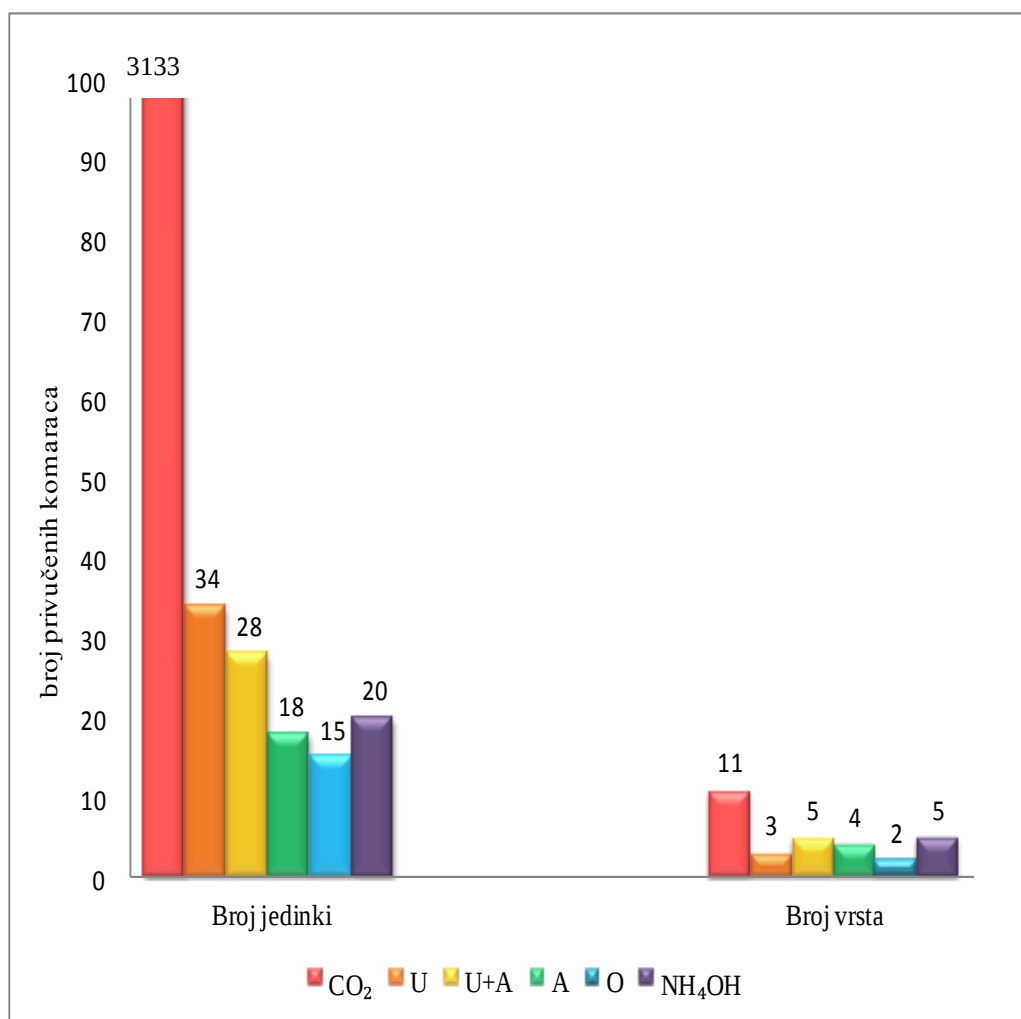
Vrsta/Postaja	Čonakut	Hordovanj	Kopačko j.	Tikveš	Σ
<i>Ae. vexans</i>	226	1314	698	166	2404
<i>Cx. modestus</i>	22	497	130	6	655
<i>An. messeae</i>	14	102	12	5	133
<i>An. hyrcanus</i>	2	20	2	0	24
<i>Cq. richiardi</i>	3	1	2	2	8
<i>Ae. rossicus</i>	5	0	2	0	7
<i>Cx. pipiens k.</i>	4	1	0	1	6
<i>Ae. cinereus</i>	1	2	1	1	5
<i>An. claviger</i>	0	0	0	2	2
<i>Oc. sticticus</i>	0	0	2	0	2
<i>Oc. caspius</i>	0	0	1	1	2
Σ	277	1937	850	184	3248

Najveći broj privučenih komaraca (2404) pripada vrsti *Ae. vexans*, što je 74% od ukupnog broja privučenih komaraca. Drugo mjesto po zastupljenosti čini vrsta *Cx. modestus* sa 656 jedinki što na ukupan broj privučenih komaraca iznosi 20%. Slijedi vrsta *An. messeae* koja čini udio od 4%, potom udio privučenih jedinki komaraca imala je vrsta *An. hyrcanus* s 0,74%. Ostalih sedam vrsta čine udio u ukupnom broju privučenih komaraca od 1,26% (sl. 8.).

**Slika 8.** Udio privučenih vrsta komaraca različitim atraktantima

Od ukupnog broja privučenih komaraca na svim postajama, najviše jedinki (3133) bilo je privučeno suhim ledom kao atraktantom, urinom (34), kombinacijom konjski urin+aceton (28), nadalje NH_4OH (20), acetonom (18) i najmanje oktenolom (15).

Sukladno broju privučenih jedinki kretao se i broj privučenih vrsta komaraca određenim atraktantom. Najveći broj vrsta privučen je suhim ledom (11), kombinacijom konjski urin+acetona i atraktant NH_4OH privukli su 5 vrsta, aceton i konjski urin privukli su nešto manji broj vrsta (4 i 3), dok je najmanji broj vrsta (2) bilo privučeno oktenolom kao atraktantom (sl. 9).



CO_2 -suhi led, U-konjski urin, U+A-konjski urin+aceton, A-aceton, O-oktenol, NH_4OH -amonijak

Slika 9. Broj privučenih vrsta i jedinki komaraca različitim atraktantima

Od ukupno, atraktantima privučenih, 3248 jedinki odraslih komaraca, pretpostavlja se da sve vrste atraktanata podjednako privlače komarce tj, da će distribucija biti ravnomjerna na svim korištenim klopama.

Tablica 2. Očekivana i opažena distribucija uhvaćenih jedinki

Atraktanti	Opažene frekvencije (o)	Očekivane frekvencije (e)	o-e	(o-e) ² /e
CO ₂	3133	541,33	2591,67	12407,87
U	34	541,33	-507,33	547,46
U+A	28	541,33	-513,33	486,78
A	18	541,33	-523,33	505,93
O	15	541,33	-526,33	511,75
NH ₄ OH	21	541,33	-520,33	500,14
Σ	3248	3247,98		14887,93

CO₂-suhi led, U-konjski urin, U+A-konjski urin+aceton, A-aceton, O-oktenol, NH₄OH-amonijak

Ovakvi rezultati ni malo ne iznenađuju. Samim pogledom na tablicu 2. vidljivo je kako postoje odstupanja opaženih frekvencija od očekivanih, te da je samo suhi led privukao više komaraca od očekivane frekvencije.

Matematičkom metodom, χ^2 -testom, izračunato je da postoji statistički značajna razlika između dobivenih podataka tj. broj privučenih jedinki pojedinim atraktantom dobivenim na terenu i očekivanih rezultata odnosno pretpostavljenog broja, koliko bi bilo privučeno svakim pojedinim atraktantom, što dokazuje da postoji statistički značajna razlika među atraktantima ($\chi^2=14088,93$; $P<0,05$).

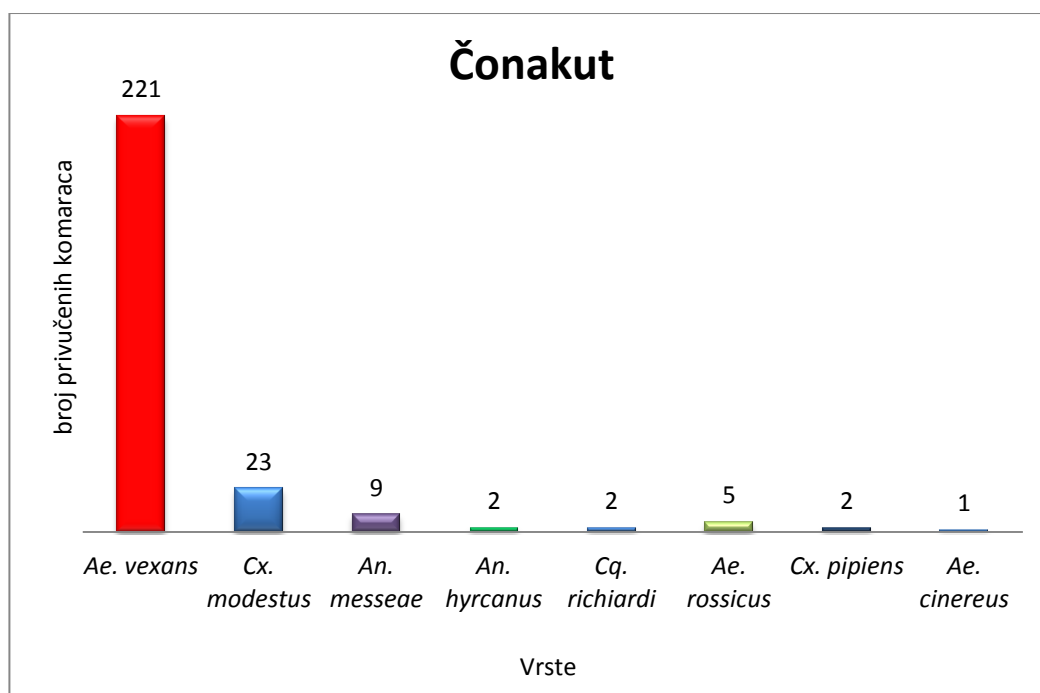
Suhi led kao atraktant privukao je svih 11 vrsta koje su ukupno uzorkovane ovim istraživanjem. *Ae. vexans*, *Cx. modestus* i *An. messeae* vrste su koje su privučene konjskim urinom. Kombinacija konjski urin+aceton ukupno je privukla 5 vrsta, pored tri vrste koje su bile najzastupljenije nalazile su se i *Cq. richiardii* i *Cx. pipens* s po jednom jedinkom. Aceton je uz vrste *Ae. vexans* i *Cx. modestus* koje su bile najbrojnije privukao i jedinke vrsta *Cx. pipens* i *Ae. cinereus* s po jednom jedinkom. Dvije vrste (*Ae. vexans* i *An. messeae*) privučene su oktenolom. NH₄OH uz *Ae. vexans*, *Cx. modestus* i *An. messeae* koje su bile najbrojnije, privukao je još dvije vrste *Cx. pipens* i *An. claviger* (tab. 3).

Tablica 3. Broj uhvaćenih vrsta komaraca različitim atraktantima

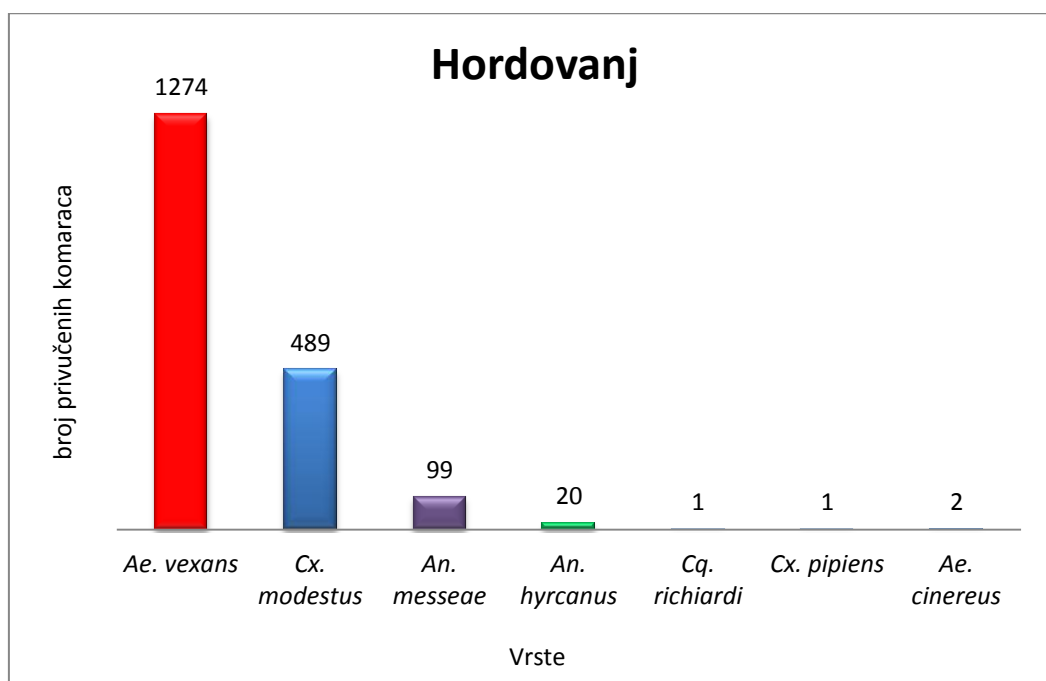
Vrsta/Atraktant	CO ₂	U	U+A	A	O	NH ₄ OH	Σ
<i>Ae. vexans</i>	2324	26	17	13	10	13	2403
<i>Cx. modestus</i>	638	5	6	3	0	4	656
<i>An. messeae</i>	121	3	3	0	5	1	133
<i>An. hircanus</i>	24	0	0	0	0	0	24
<i>Cq. richiardi</i>	7	0	1	0	0	0	8
<i>Ae. rossicus</i>	7	0	0	0	0	0	7
<i>Cx. pipiens</i> k.	3	0	1	1	0	1	6
<i>Ae. cinereus</i>	4	0	0	1	0	0	5
<i>An. claviger</i>	1	0	0	0	0	1	2
<i>Oc. sticticus</i>	2	0	0	0	0	0	2
<i>Oc. caspius</i>	2	0	0	0	0	0	2
Σ	3133	34	28	18	15	20	3248

CO₂-suhi led, U-konjski urin, U+A-konjski urin+aceton, A-aceton, O-oktenol, NH₄OH-amonijak

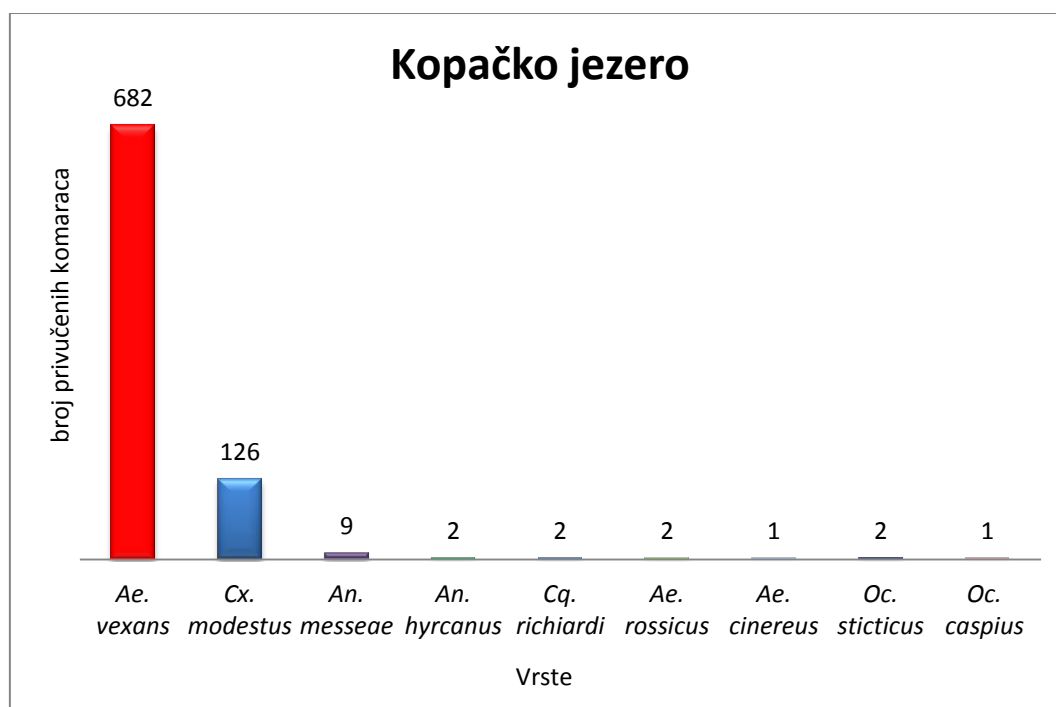
Analizom uhvaćenog materijala na postajama Čonakut, Hordovanj, Kopačko jezero i Tikveš, sa suhim ledom kao atraktanom dobiveni su sljedeći podatci: najzastupljenija vrsta u Čonakutu bila je *Ae. vexans* (222), zatim *Cx. modestus* (23) od ukupno 265 uhvaćenih jedinki (sl. 10). Na postaji Hordovanj privučen je najveći broj komaraca (1886) ovim atraktanom, od kojeg su vrste *Ae. vexans* (1274), zatim *Cx. modestus* (489) bile najbrojnije (sl. 11). Slična situacija bila je i na Kopačkom jezeru gdje su dvije najzastupljenije vrste *Ae. vexans* (682), zatim *Cx. modestus* (126), od ukupno privučenih 827, prevladavale nad ostalima vrstama (Sl. 12). Na postaji Tikveš od ukupno 155 privučenih jedinki, vrsta *Ae. vexans* (147) bila je dominantna (sl. 13). Suhim ledom privučen je najveći broj vrsta na postaji Tikveš (9), dok je nešto manji broj vrsta privučeno na postajama Čonakut (8) i Hordovanj (7), dok je najmanji broj vrsta suhi led privukao na postaji Tikveš (5) (sl. 10-13).



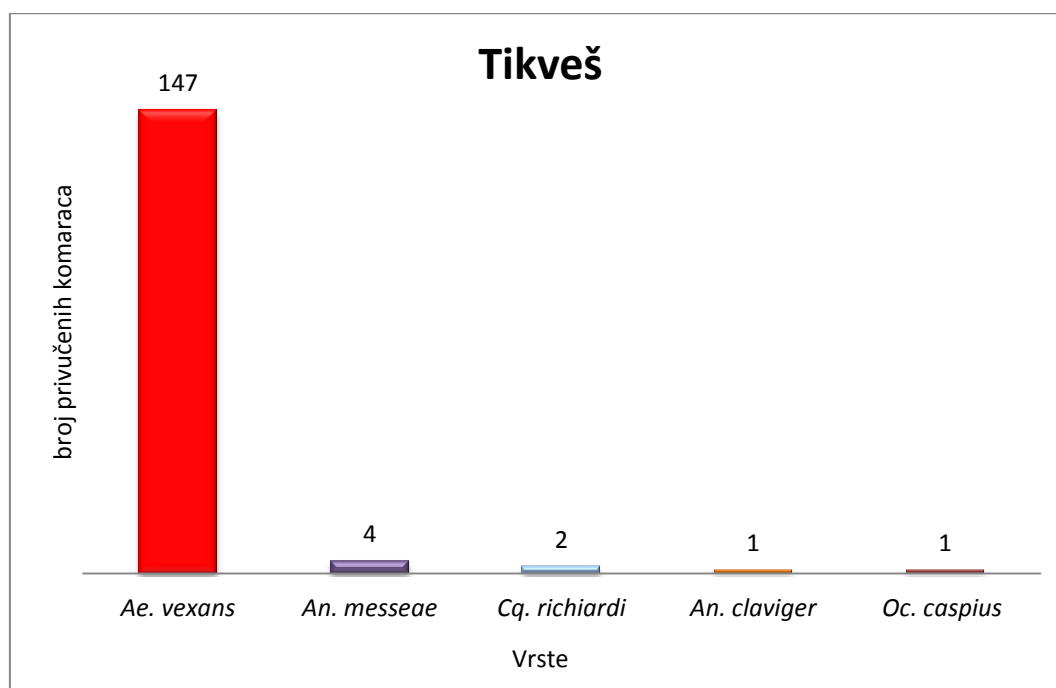
Slika 10. Broj privučenih vrsta komaraca suhim ledom na postaji Čonakut



Slika 11. Broj privučenih vrsta komaraca suhim ledom na postaji Hordovanj



Slika 12. Broj privučenih vrsta komaraca suhim ledom na postaji Kopačko jezero



Slika 13. Broj privučenih vrsta komaraca suhim ledom na postaji Tikveš

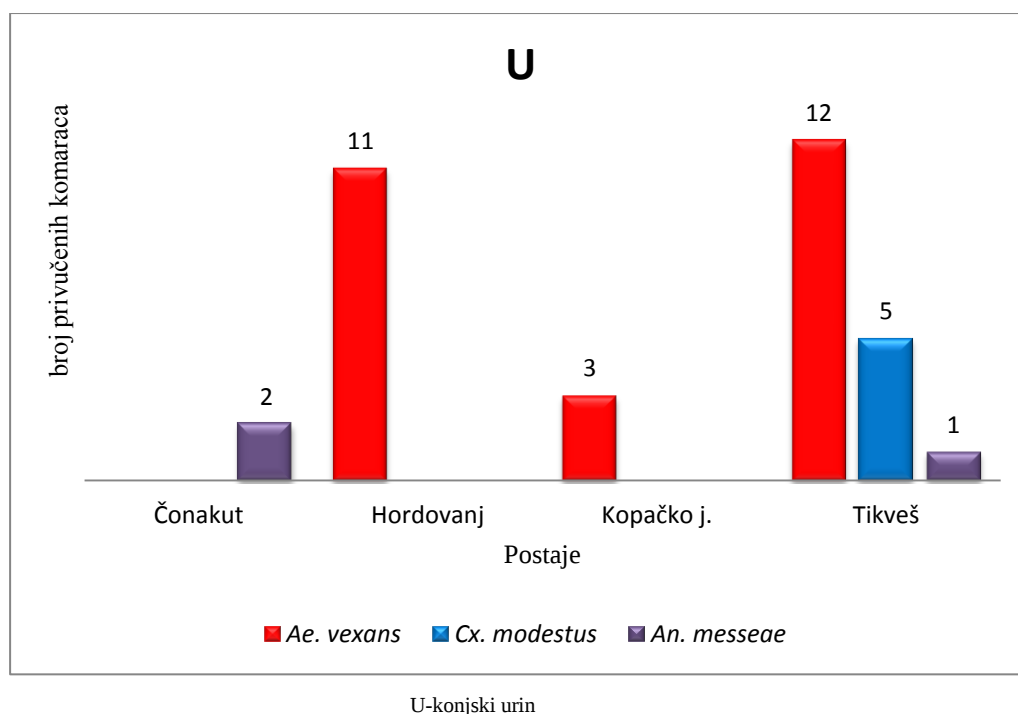
Konjskim urinom kao atraktanom ukupno su privučene 34 jedinke komaraca. Na postaji Čonakut uhvaćene su dvije jedinke vrste *An. messeae*. Samo je vrsta *Ae. vexans* privučena konjskim urinom na postajama Hordovanj (11) i Kopačko jezero (3). Najveću učinkovitost konjski urin kao atraktan imao je na postaji Tikveš gdje je privukao tri vrste komaraca *Ae. vexans* (12), *Cx. modestus* (5) i *An. messeae* (1) (sl. 14).

Kombinacijom konjski urin+aceton privučeno je 28 komaraca na sve četiri postaje. Na postaji Hordovanj privučen je najveći broj jedinki komaraca (17) s najvećim brojem vrsta (3). Postaje Kopačko jezero i Tikveš imale su po dvije privučene vrste *Ae. vexans* i *Cx. modestus*, dok se postaja Čonakut od svih postaja razlikovala jer su na njoj privučene vrste *Cq. richiardii* (1) i *Cx. pipens* (1) (sl. 15).

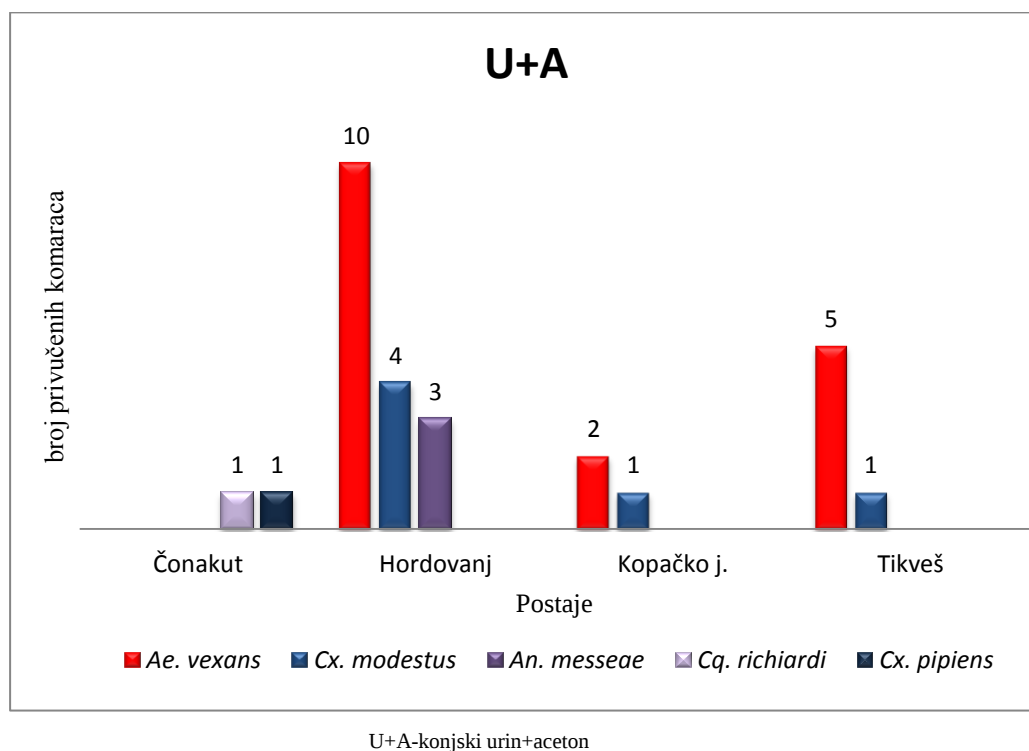
Iz slike 16 vidi se kako je na postaji Čonakut acetonom privučena samo jedna jedinka vrste *Ae. vexans*. Na postajama Hordovanj i Kopačko jezero aceton je privukao vrste *Ae. vexans* i *Cx. modestus*. Postaja s najvećim brojem privučenih jedinki je Hordovanj (11). Postaja Tikveš izdvaja se od ostalih s obzirom na sastav privučenih vrsta komaraca, jer su na njoj privučene vrste *Cx. pipens* i *Ae. cinereus*.

Od ukupno 15 jedinki komaraca koje su privučene oktenolom, privučene su dvije vrste komaraca *Ae. vexans* i *An. messeae*. Najveći broj komaraca privučen je na postaji Kopačko jezero (8) dok su postaje Čonakut (4) i Hordovanj (2) imale nešto manji broj privučenih komaraca. Na postaji Tikveš privučena je jedna jedinka vrste *Ae. vexans* (sl. 17).

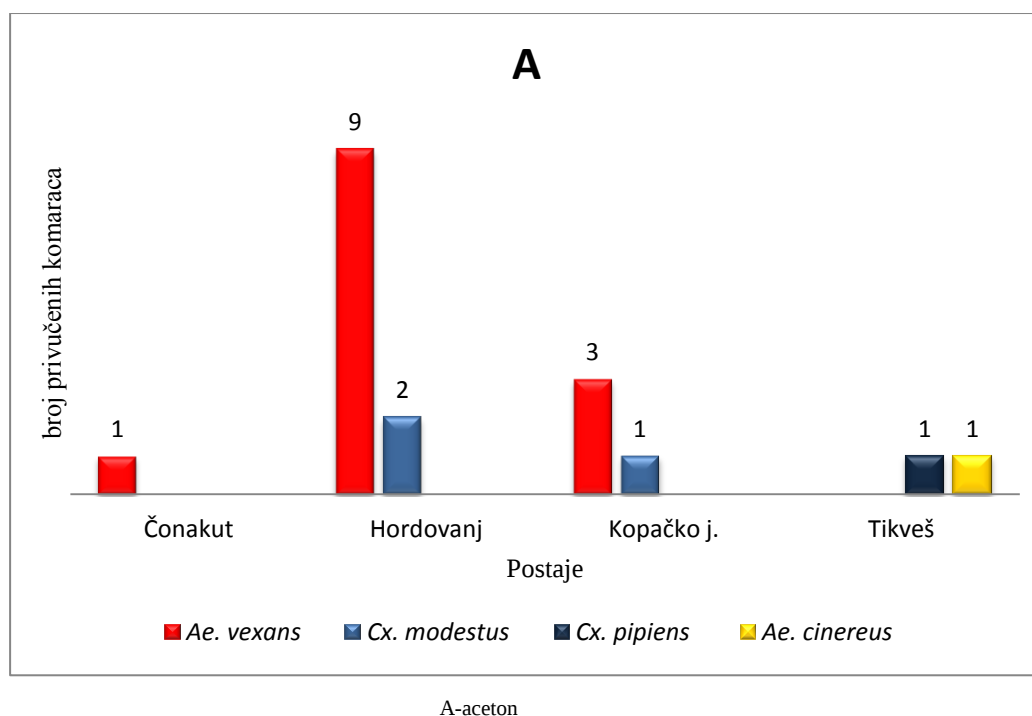
Pet vrsta privučeno je NH_4OH na svim postajama. Postaja Hordovanj imala je najveći broj privučenih komaraca (10) dok su na njoj kao i na postaji Kopačko jezero bile zastupljen samo dvije vrste *Ae. vexans* i *Cx. modestus*. Na postaji Tikveš osim vrste *Ae. vexans* (1) privučena je i vrsta *An. claviger* (1) (sl. 18).



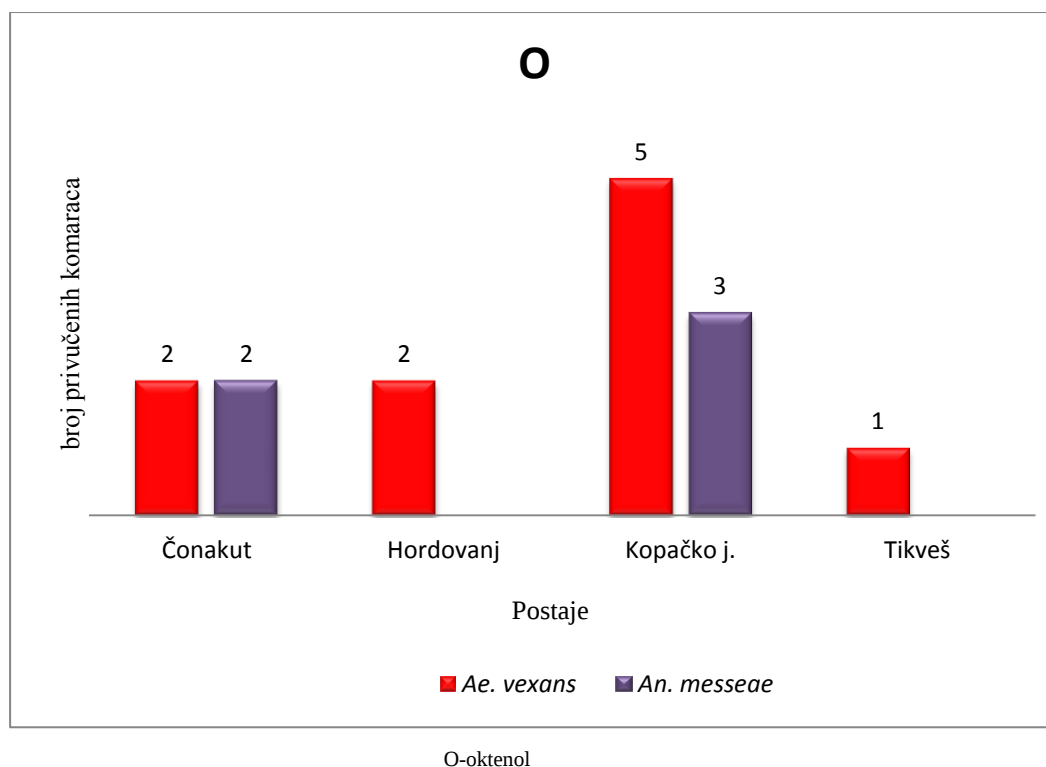
Slika 14. Kvalitativan i kvantitativan sastav faune komaraca privučenih konjskim urinom na svim postajama



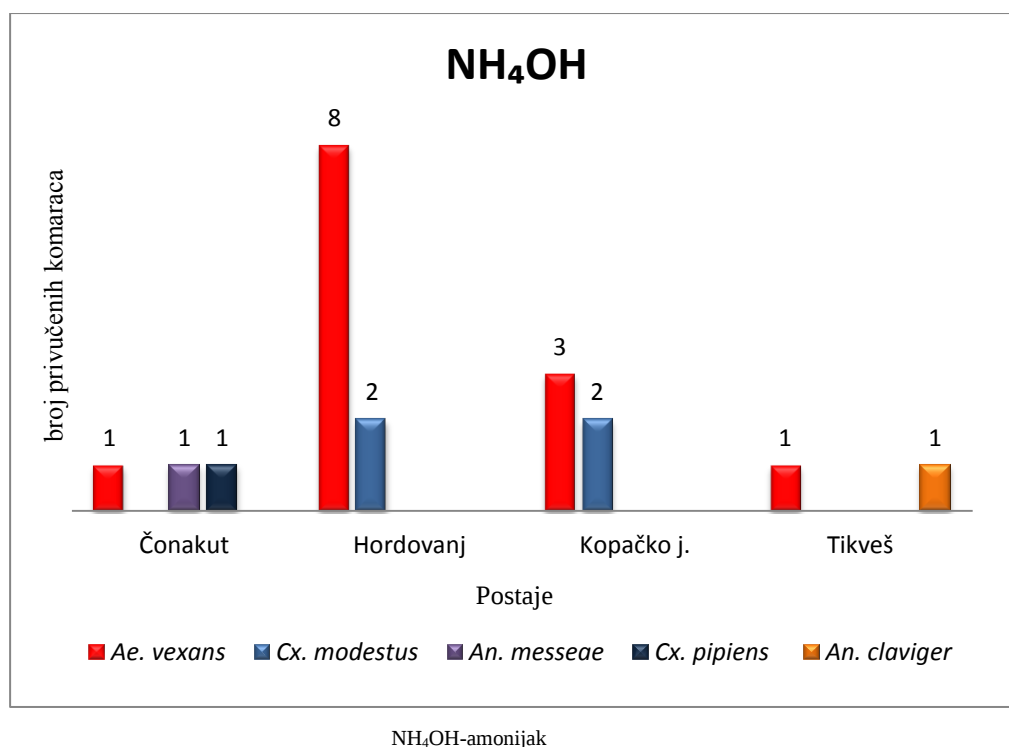
Slika 15. Kvalitativan i kvantitativan sastav faune komaraca privučenih kombinacijom konjski urin+aceton na svim postajama



Slika 16. Kvalitativan i kvantitativan sastav faune komaraca privučenih acetonom na svim postajama



Slika 17. Kvalitativan i kvantitativan sastav faune komaraca privučenih oktenolom na svim postajama



Slika 18. Kvalitativan i kvantitativan sastav faune komaraca privučenih amonijakom na svim postajama

Nakon analize ukupnog uzorka prema učinkovitosti pojedinih atraktanata, napravljena je usporedna analiza (za svaku postaju) o međusobnom odnosu svih vrsta atraktanata. Od ukupno 3248 privučenih komaraca najveću učinkovitost na svim postajama imao je suhi led. Konjski urin i NH₄OH su na postaji Hordovanj privukli najveći broj komaraca. Kombinacija konjski urin+aceton i atraktant aceton privukli su najveći broj komaraca na postaji Hordovanj. Na postaji Kopačko jezero oktenol je bio najučinkovitiji za razliku od drugih atraktanata. Izuzme li se najbolja učinkovitost suhog leda kao atraktanta, koji je privukao najveći broj vrsta na svim postajama, može se zaključiti kako su atraktanti konjski urin+aceton, aceton, NH₄OH svoj maksimum imali na postaji Hordovanj. Osim njih, urin je bio najučinkovitiji na postaji Tikveš, a oktenol na Kopačkom jezeru (tab. 4).

Tablica 4. Kvantitativna analiza atraktanata prema broju privučenih komaraca na postajama

Atraktant/Postaje	Čonakut	Hordovanj	Kopačko jezero	Tikveš	Σ
CO ₂	265	1886	827	155	3133
U	2	11	3	18	34
U+A	2	17	3	6	28
A	1	11	4	2	18
O	4	2	8	1	15
NH ₄ OH	3	10	5	2	20
Σ	277	1937	850	184	3248

CO₂-suhi led; U-konjski urin; U+A-konjski urin+aceton; A-aceton; O-oktenol; NH₄OH-amonijak

Broj privučenih vrsta komaraca različitim atraktantom razlikovao se među postajama, kao i broj privučenih jedinki.

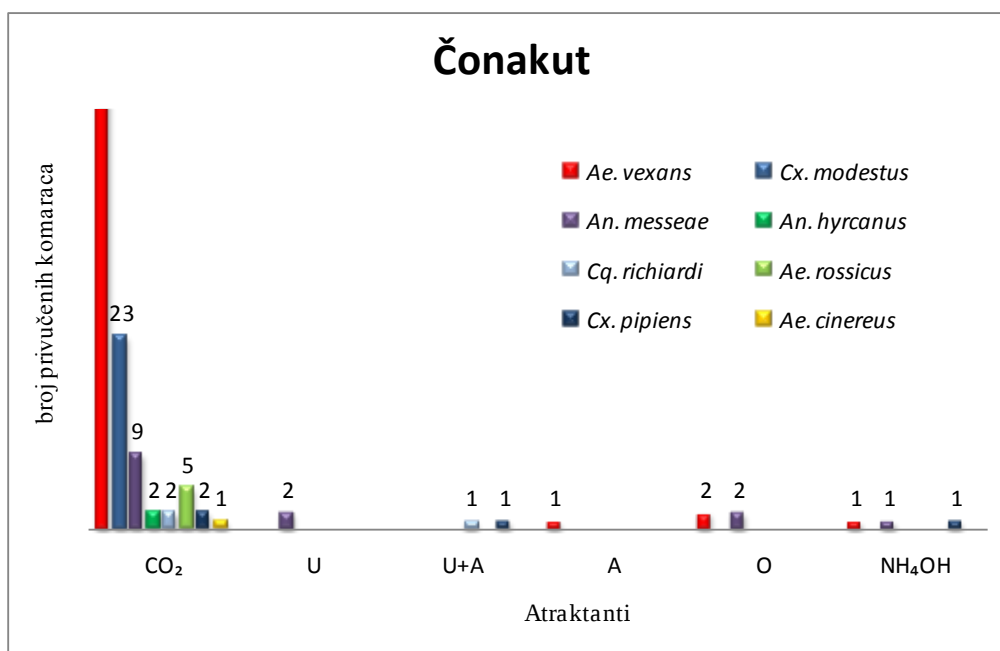
Na postaji Čonakut svim atraktantima privučeno je osam vrsta komaraca, od kojih je vrsta *Ae. vexans* (224) dominantna, dok su ostale vrste bile znatno manje zastupljene. Osim suhog leda koji je na postaji Čonakut privukao svih osam vrsta, urin i aceton privukli su po jednu vrstu komaraca, kombinacija konjski urin+aceton i NH₄OH privukle su dvije vrste, dok je atraktant NH₄OH privukla tri vrste komaraca (sl.19).

Na postaji Hordovanj od ukupnog broja privučenih jedinki (1937) najveći broj pripada vrsti *Ae. vexans* (1274), znatno manji broj privučenih komaraca pripada vrsti *Cx. modestus* (489). Suhim ledom privučen je najveći broj jedinki i sedam vrsta komaraca. Kombinacijom konjski urin+aceton privučene su tri vrste (*Ae. vexans*, *Cx. modestus* i *An. messeae*). Atraktanti urin i aceton privukli su jednak broj komaraca (11), ali su se razlikovali u sastavu faune. NH₄OH privukao je 10 komaraca, te dvije vrste *Ae. vexans* i *Cx. modestus*. Oktenol je privukao samo dvije jedinke vrste *Ae. vexans* (sl. 20).

Na postaji Kopačko jezero ukupno je privučeno 850 komaraca. Vrste s najvećim brojem privučenih komaraca su *Ae. vexans* (644), *Cx. modestus* (131) i *An. messeae* (12). Osim suhog leda koji je imao najveću učinkovitost u privlačenju jedinki i vrsta, nalazi se i oktenol koji je privukao 8 komaraca i dvije vrste (*Ae. vexans* i *An. messeae*). Aceton, konjski urin+aceton i NH₄OH privukli su različiti broj komaraca ali samo dvije vrste, dok je urin privukao samo vrstu *Ae. vexans* s tri jedinke (sl. 21).

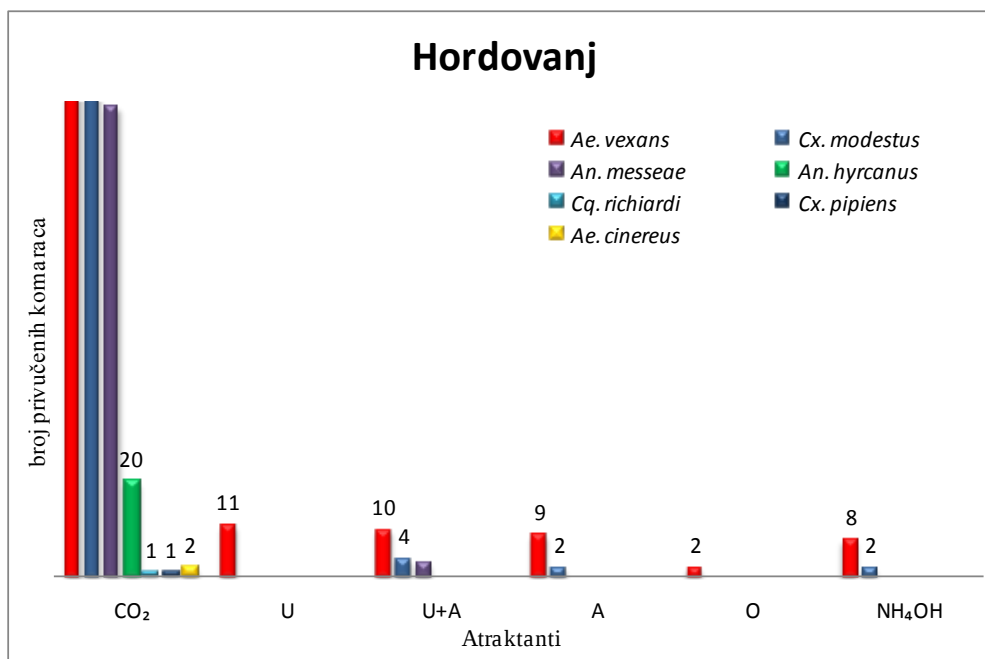
Na postaji Tikveš ukupno je privučeno 184 komarca, od čega najveći broj jedinki pripada vrsti *Ae. vexans* (166). Osim suhog leda koji je bio najučinkovitiji, konjski urin je na

ovoj postaji pokazao svoj maksimum na način da je od ostalih atraktanata privukao najveći broj komaraca (18), a isto tako i najveći broj vrsta (3). Ostali atraktanti bili su podjednako učinkoviti (sl. 22).



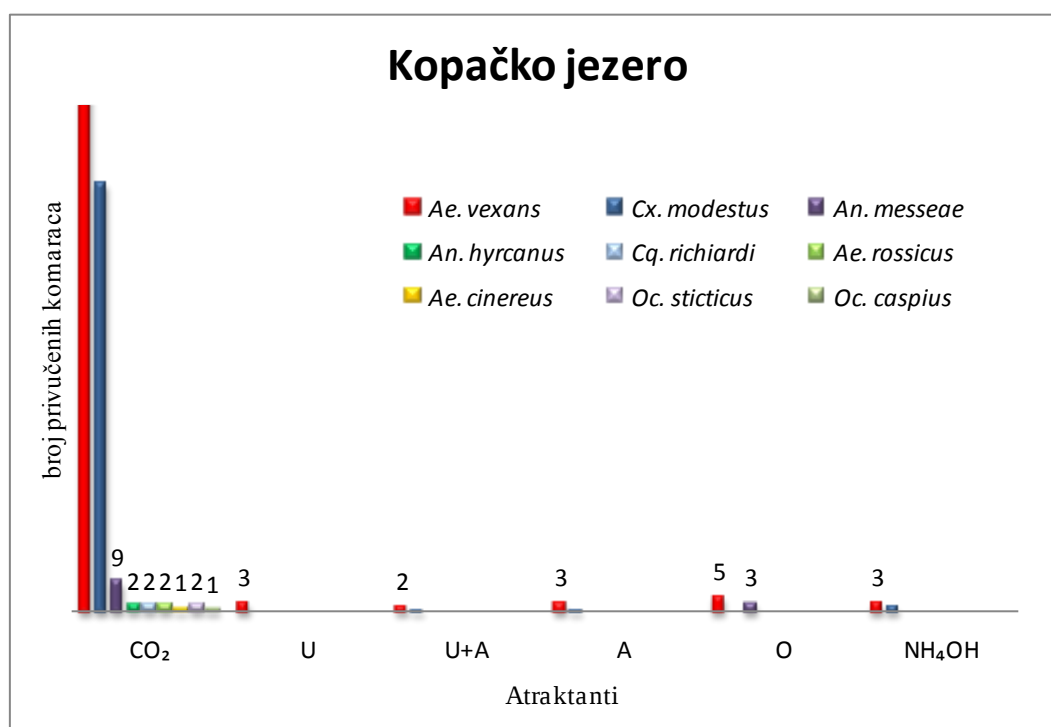
CO₂-suhi led, U-konjski urin, U+A-konjski urin+aceton, A-aceton, O-oktenol, NH₄OH-amonijak

Slika 19. Broj privučenih vrsta komaraca uz atraktante na postaji Čonakut



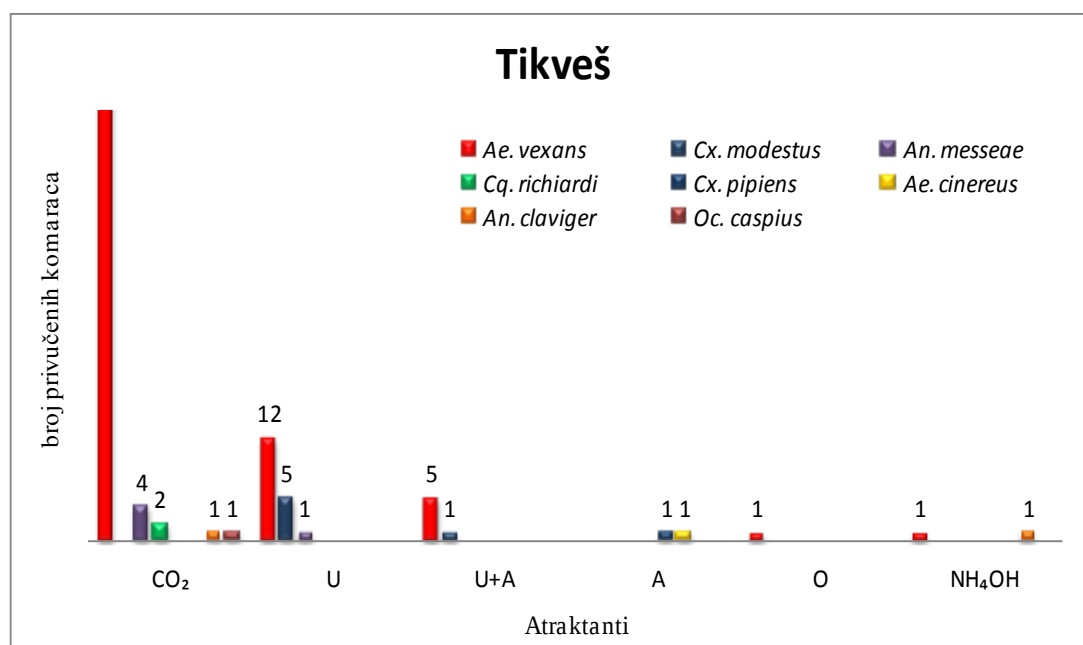
CO₂-suhi led, U-konjski urin, U+A-konjski urin+aceton, A-aceton, O-oktenol, NH₄OH-amonijak

Slika 20. Broj privučenih vrsta komaraca uz atraktante na postaji Hordovanj



CO₂-suhi led, U-konjski urin, U+A-konjski urin+aceton, A-aceton, O-oktenol, NH₄OH-amonijak

Slika 21. Broj privučenih vrsta komaraca uz atraktante na postaji Kopačko jezero



CO₂-suhi led, U-konjski urin, U+A-konjski urin+aceton, A-aceton, O-oktenol, NH₄OH-amonijak

Slika 22. Broj privučenih vrsta komaraca uz atraktante na postaji Tikveš

5.2. UČINKOVITOSTI ATRAKTANATA ZA PRIVLAČENJE KOMARACA NA RAZLIČITIM STANIŠTIMA

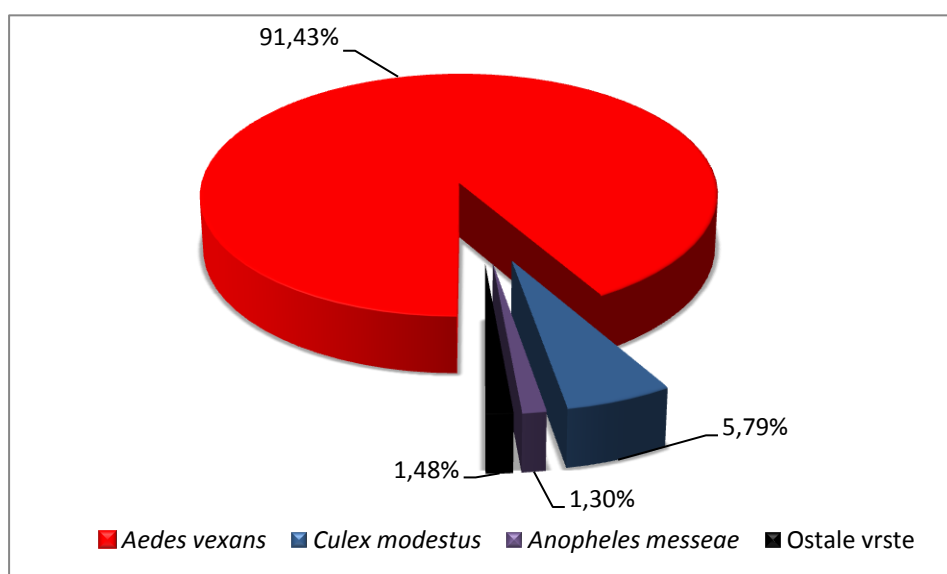
Terenska istraživanja provedena su na četiri postaje u Kopačkom ritu za vrijeme najveće aktivnosti komaraca na tom području. Faunističkom analizom ukupnog broja privučenih jedinki komaraca različitim atraktantima i njihovim kombinacijama utvrđeno je prisustvo 12 vrsta komaraca. Od ukupno 11441 jedinki utvrđeno je 5 rodova. Najbrojniji rodovi su *Anopheles* s četiri vrste i *Aedes* s 3 vrste, slijedi rod *Culex* i *Ochlerotatus* s 2 vrste, te rod *Cocquillettidia* s 1 vrstom (tab. 5). Sastav faune komaraca je sljedeći:

1. *Aedes vexans* (Meigan, 1830)
2. *Aedes cinereus* (Meigan, 1818)
3. *Aedes rossicus* (Dolbeskhin, Gorickaja, Mitrofanova, 1930)
4. *Anopheles hyrcanus* (Pallas, 1771)
5. *Anopheles claviger* (Meigan, 1804)
6. *Anopheles messeae* (Falleroni, 1771)
7. *Anopheles plumbeus* (Stephanus, 1828)
8. *Culex pipiens* (Linnaeus, 1758)
9. *Culex modestus* (Ficalbi, 1889)
10. *Ochlerotatus sticticus* (Meigen, 1838)
11. *Ochlerotatus caspius* (Pallas, 1771)
12. *Cocquillettidia richiardii* (Ficalbi, 1889)

Tablica 5. Broj privučenih vrsta komaraca različitim atraktantima na različitim poplavnim staništima

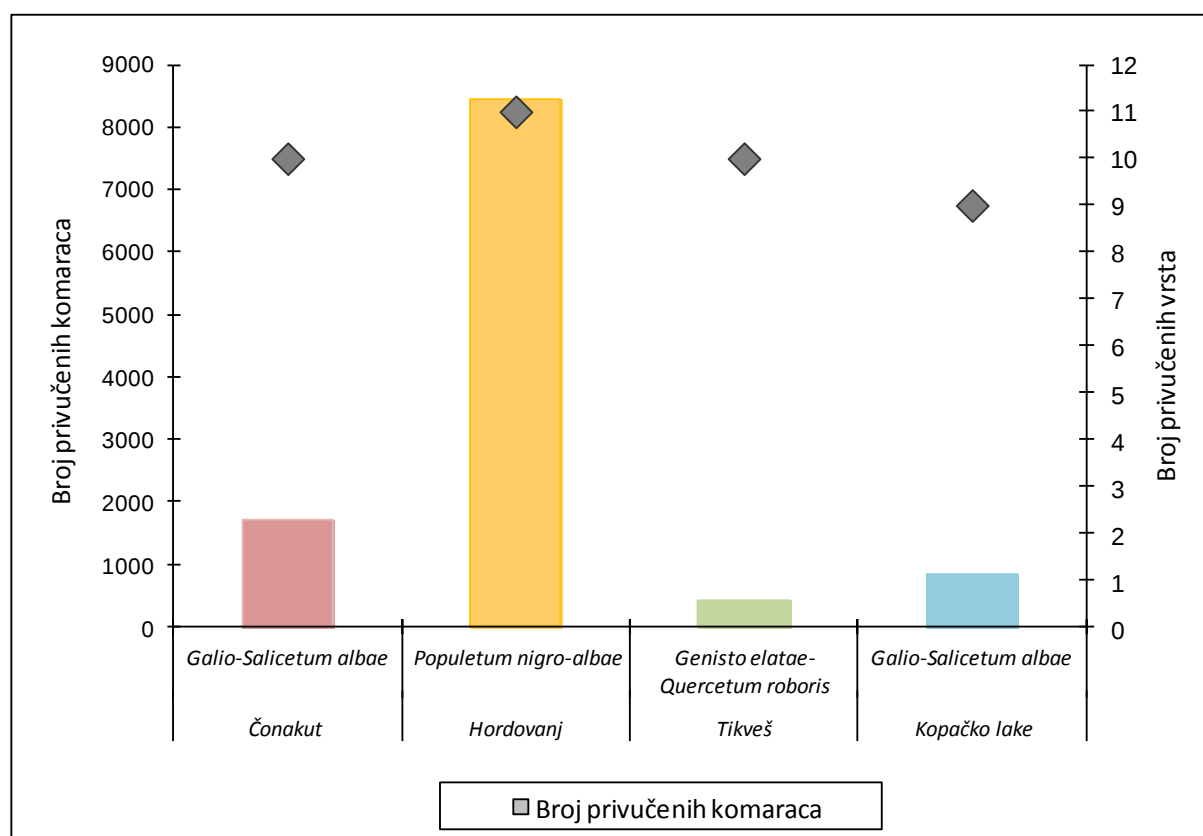
Vrste/Postaje	Čonakut; <i>Galio-Salicetum albae</i>	Hordovanj; <i>Populetum nigro- albae</i>	Tikveš; <i>Genisto elatae- Quercetum roboris</i>	Kopačko j.; <i>Galio-Salicetum albae</i>	Σ
<i>Ae. vexans</i>	1649	7736	377	698	10460
<i>Cx. modestus</i>	26	500	6	131	663
<i>An. messeae</i>	20	11	6	12	149
<i>Oc. caspius</i>	2	37	4	1	44
<i>Ae. cinereus</i>	8	33	1	1	43
<i>An. hyrcanus</i>	2	20	0	2	24
<i>Cx. pipiens k.</i>	5	5	8	0	18
<i>Ae. rossicus</i>	12	2	0	2	16
<i>Oc. sticticus</i>	0	6	2	2	10
<i>Cq. richiardi</i>	2	1	2	2	7
<i>An. plumbeus</i>	1	1	3	0	5
<i>An. claviger</i>	0	0	2	0	2
Σ	1727	8452	411	851	11441

Najveći broj privučenih komaraca (10460) pripada vrsti *Ae. vexans*, što je 91,43% od ukupnog broja privučenih komaraca i takav udio ju čini eudominantnom vrstom tijekom ovog istraživanja. Drugo mjesto po zastupljenosti čini vrsta *Cx. modestus* sa 663 jedinki što na ukupan broj privučenih komaraca iznosi 5,79%. Slijedi vrsta *An. messeae* koja čini udio od 1,30%. Ostalih osam vrsta čine udio u ukupnom broju privučenih komaraca od 1,48% (sl. 23).

**Slika 23.** Udio privučenih komaraca atraktantima na različitim poplavnim staništima

U biljnoj zajednici *Populetum nigro-albae* (Hordovanj) privučen je najveći broj jedinki (8452) i vrsta komaraca (11). Biljna zajednica *Galio-Salicetum albae* koja se nalazi na dvije istraživane postaje pokazivala je različitosti u kompoziciji privučenih vrsta i broja komaraca. Unutar navedene biljne zajednice, na postaji Čonakut zabilježene je veliki broj privučenih jedinki (1727) i vrsta (10), naspram Kopačkog jezera koji je privukao 851 jedinku i 9 vrsta. Na postaji Tikveš, u biljnoj zajednici *Genisto elatae-Quercetum roboris*, privučen je najmanji broj jedinki (411), dok je broj privučenih vrsta komaraca bio iznenađujuće velik (10) (sl. 24).

Naviše komaraca, gotovo 75% njihovog ukupnog broja, privučeno je na postaji Hordovanj. Manje od 4% (3,6%) privukle su klopke na postaji Tikveš. Prema χ^2 -testu broj privučenih komaraca na postajama Čonakut, Hordovanj, Tikveš i Kopačko jezero nije ravnomjeran ili statistički značajan ($\chi^2=54093.11$; $P<0.05$).



Slika 24. Broj privučenih vrsta i jedinki komaraca na različitim poplavnim staništima

Od ukupnog broja privučenih komaraca na svim postajama, najviše jedinki (11178) bilo je privučeno suhim ledom kao atraktantom, urinom (55), kombinacijom konjski urin+aceton (62), nadalje oktenolom (66), acetonom (53) i najmanje NH_4OH (27) (tab. 6).

Suhi led kao atraktant privukao je svih 12 vrsta koje su ukupno uzorkovane ovim istraživanjem. *Ae. vexans*, *Cx. modestus* i *An. messeae* vrste su koje su privučene konjskim urinom. Kombinacija konjski urin+aceton ukupno je privukla 4 vrsta, pored tri vrste koje su bile najzastupljenije nalazila se i vrsta *Cx. pipens* s jednom jedinkom. Aceton kao atraktant je uz vrste *Ae. vexans* i *Cx. modestus* privukao i jedinke vrsta *Cx. pipens*, *Ae. cinereus* i *An. messeae*. Tri vrste (*Ae. vexans*, *An. messeae* i *An. plumbeus*) privučene su oktenolom. NH_4OH uz *Ae. vexans*, *Cx. modestus* koje su bile najbrojnije, privukao je još tri vrste *An. messeae*, *Cx. pipens* i *An. claviger* (tab. 6).

Tablica 6. Broj uhvaćenih vrsta komaraca uz različite atraktante

Vrsta/Atraktant	CO ₂	U	U+A	A	O	NH ₄ OH	Σ
<i>Ae. vexans</i>	10240	47	52	45	56	20	10460
<i>Cx. modestus</i>	645	5	6	3	0	4	663
<i>An. messeae</i>	132	3	3	1	9	1	149
<i>Oc. caspius</i>	44	0	0	0	0	0	44
<i>Ae. cinereus</i>	40	0	0	2	0	1	43
<i>An. hyrcanus</i>	24	0	0	0	0	0	24
<i>Cx. pipiens</i> k.	14	0	1	2	0	1	18
<i>Ae. rossicus</i>	16	0	0	0	0	0	16
<i>Oc. sticticus</i>	10	0	0	0	0	0	10
<i>Cq. richiardi</i>	7	0	0	0	0	0	7
<i>An. plumbeus</i>	4	0	0	0	1	0	5
<i>An. claviger</i>	2	0	0	0	0	0	2
Σ	11178	55	62	53	66	27	11441

CO₂-suhi led, U-konjski urin, U+A-konjski urin+aceton, A-aceton, O-oktenol, NH₄OH-amonijak

Analizom uhvaćenog materijala na postajama Čonakut, Hordovanj, Kopačko jezero i Tikveš, sa suhim ledom kao atraktantom dobiveni su sljedeći podatci: eudominantna vrsta na svim postajama je *Ae. vexans*. Na postaja Čonakut osim eudominantne vrste, privučeno je još devet vrsta komaraca, koje su činile neznatan udio u ukupnom uzorku. Postaja Hordovanj pokazala se kao najučinkovitiji postaja od svim na kojima je korišten suhi led kao atraktant. Postaje Kopačko jezero i Tikveš imale su znatno manji broj privučenih komaraca suhim ledom. Kopačko jezero je osim *Ae. vexans* privuklo i značajan broj komaraca vrste *Cx.*

modestus (127). Na postaji Tikveš, eudominantna vrsta dominirala je kompletnim uzorkom privučenih komaraca. Za postaju Tikveš karakteristično je da je na njoj privučena vrsta *An. claviger*, koja nije bila privučena ni na jednoj drugoj postaji (sl. 25).

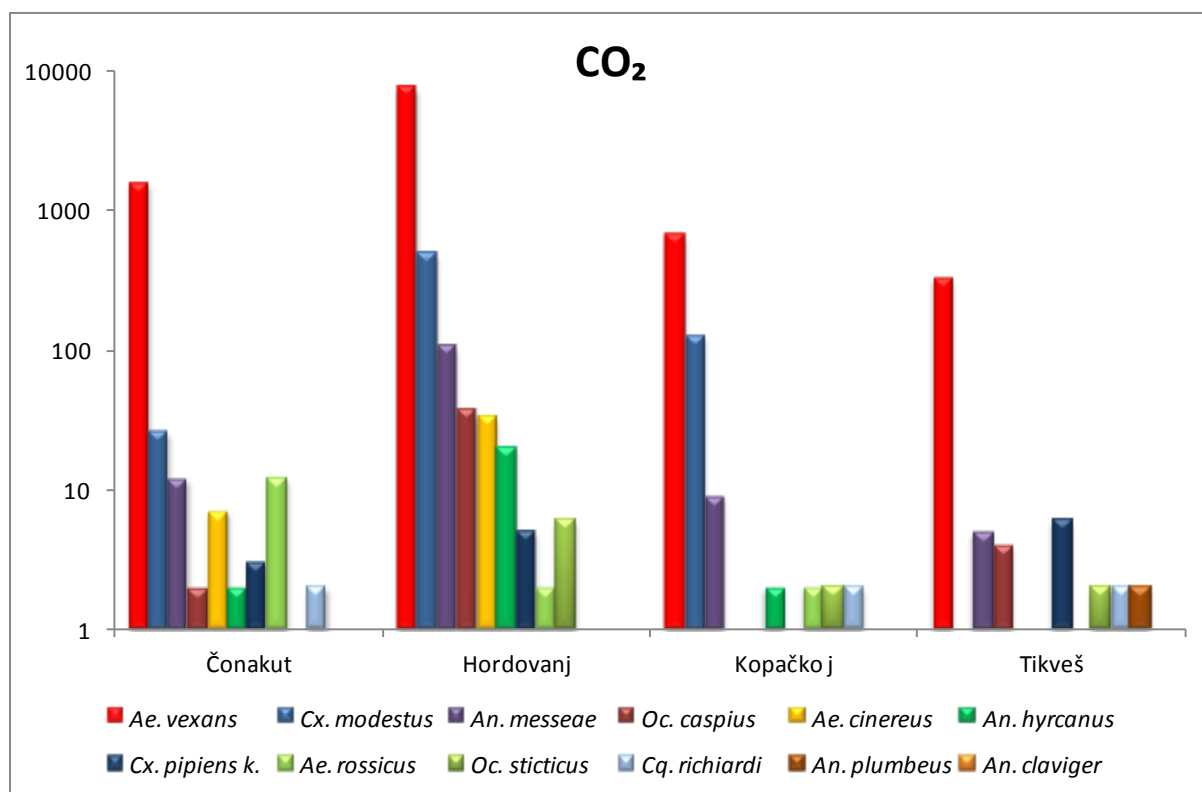
Od ukupno privučenih 55 jedinki komaraca urinom, najveću učinkovitost ovaj atraktanta je pokazao na postaji Hordovanj (29). Osim postaje Hordovanj izdvaja se i postaja Tikveš na kojoj je privučen najveći broj vrsta (*Ae. vexans*, *Cx. modestus* i *An. messeae*) (sl. 26).

Od ukupno privučenih 62 jedinke komaraca kombinacijom konjski urin+aceton, najveća učinkovitost pokazala se na postaji Hordovanj. Postaje Kopačko jezero i Tikveš imale su mali broj privučenih jedinki (sl. 27).

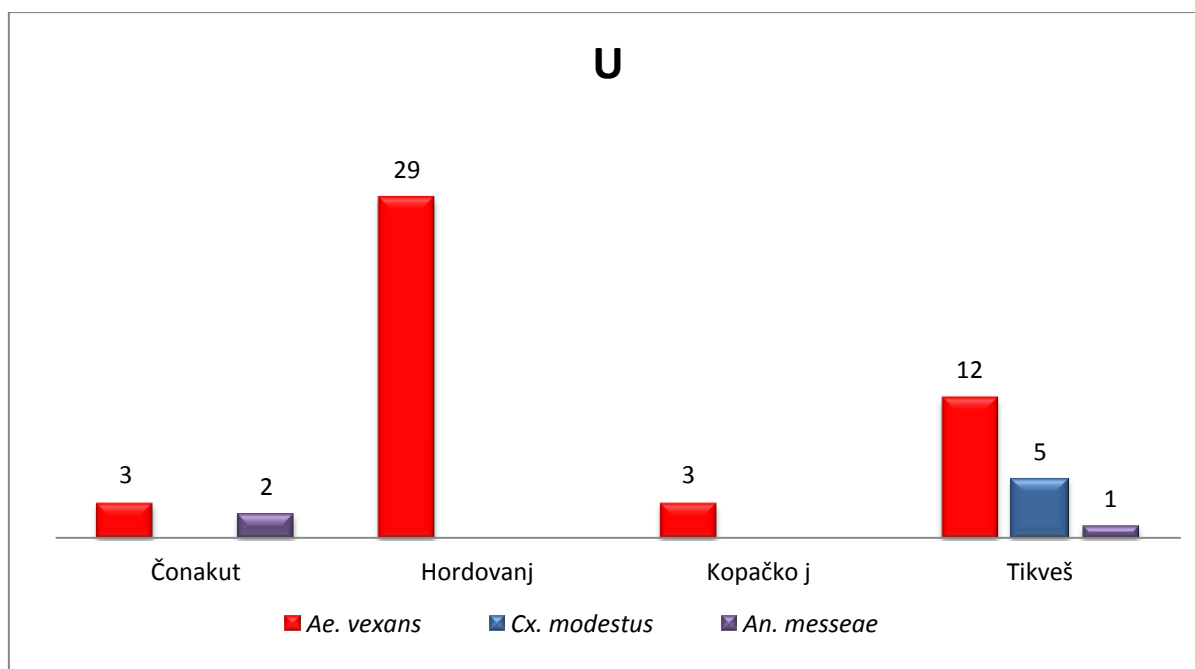
Acetonom je privučen nešto manji broj jedinki komaraca ali je privučeno pet vrsta komaraca. Postaje Čonakut (20) i Hordovanj (19) imale su sličan broj privučenih komaraca, postaja Tikveš imala je isti broj vrsta privučenih komaraca (3) kao i postaje Čonakut i Hordovanj ali s mnogo manjim brojem privučenih jedinki. Postaja s najmanjim brojem privučenih komaraca je Kopačko jezero (4) (sl. 28).

Ocetenol je pored suhog leda bio najučinkovitiji. Svoj maksimum pokazao je na postaji Čonaku gdje je privukao najveći broj komaraca (28). Postaja Hordovanj privukla je iste vrste komaraca (*Ae. vexans* i *An. messeae*) kao i postaje Čonakut i Kopačko jezero, ali je broj privučenih komaraca na postaji Kopačko jezero bio najmanji ovim atraktanom. Na postaji Tikveš osim vrste *Ae. vexans* privučena je i jedna jedinka vrste *An. plumbeus* (sl. 29).

Amonijak je atraktana koji je pokazao najmanju učinkovitost tijekom cijelog istraživanja. Privukao je najmanji broj jedinki komaraca (27) i četiri vrste komaraca *Ae. vexans*, *Cx. modestus*, *An. messeae* i *Cx. pipens* (sl. 30).

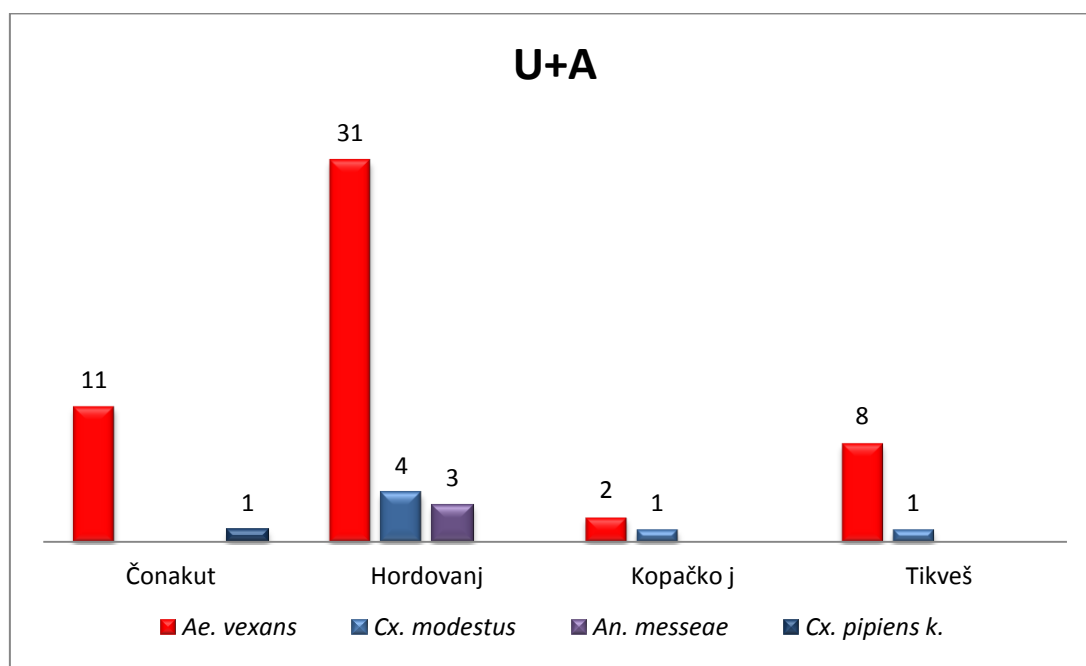
CO₂-suhi led

Slika 25. Ukupan broj privučenih vrsta komaraca suhim ledom na različitim postajama



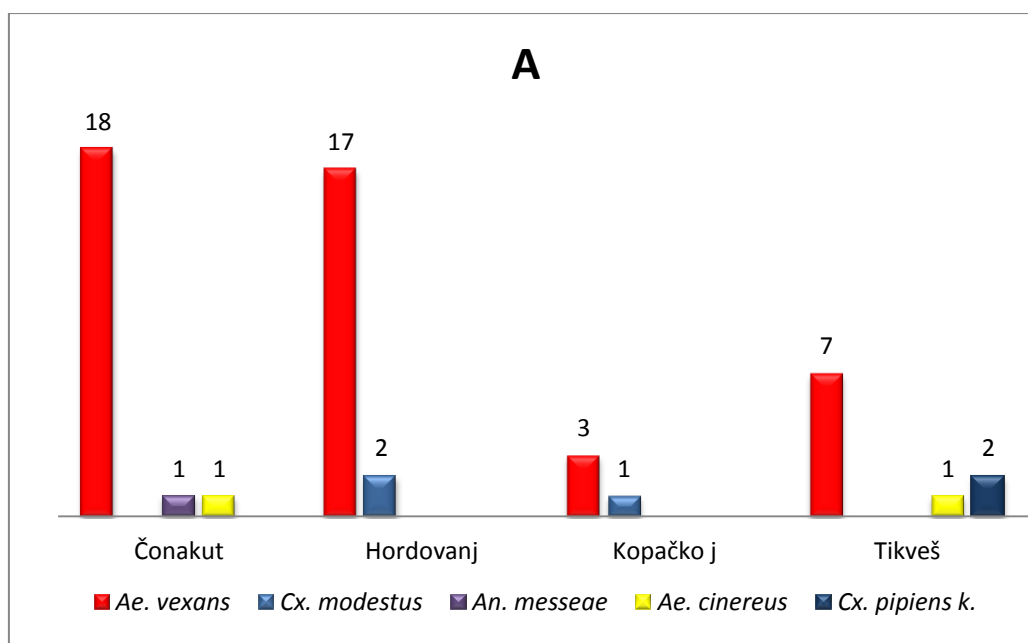
U-konjski urin

Slika 26. Ukupan broj privučenih vrsta komaraca konjskim urinom na različitim postajama



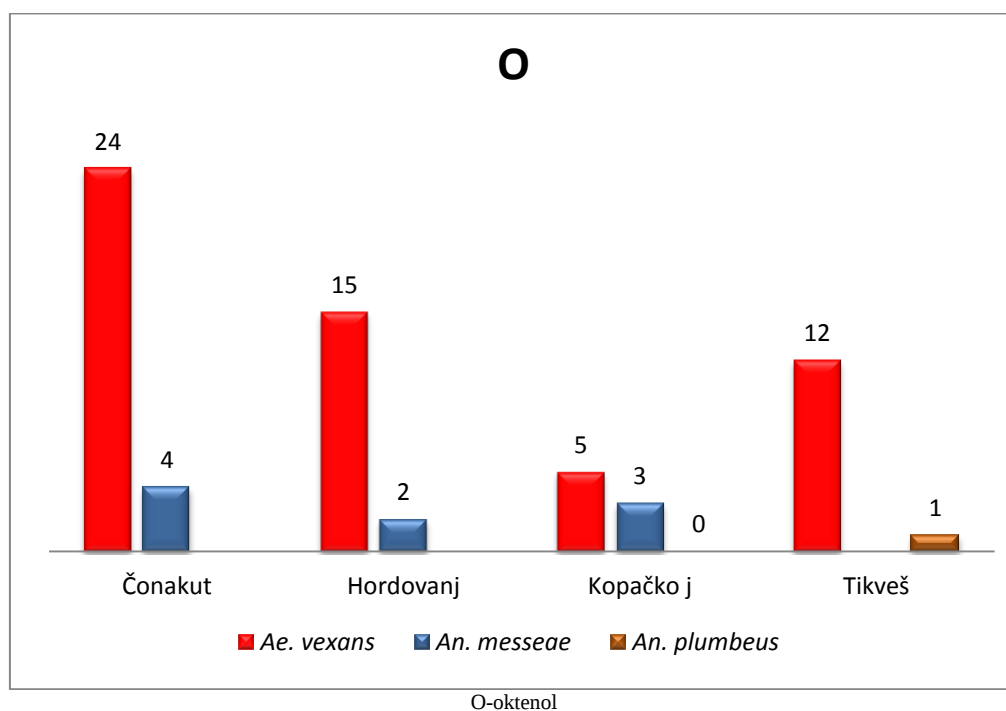
U+A-konjski urin+aceton

Slika 27. Ukupan broj privučenih vrsta komaraca kombinacijom konjski urin+aceton na različitim postajama

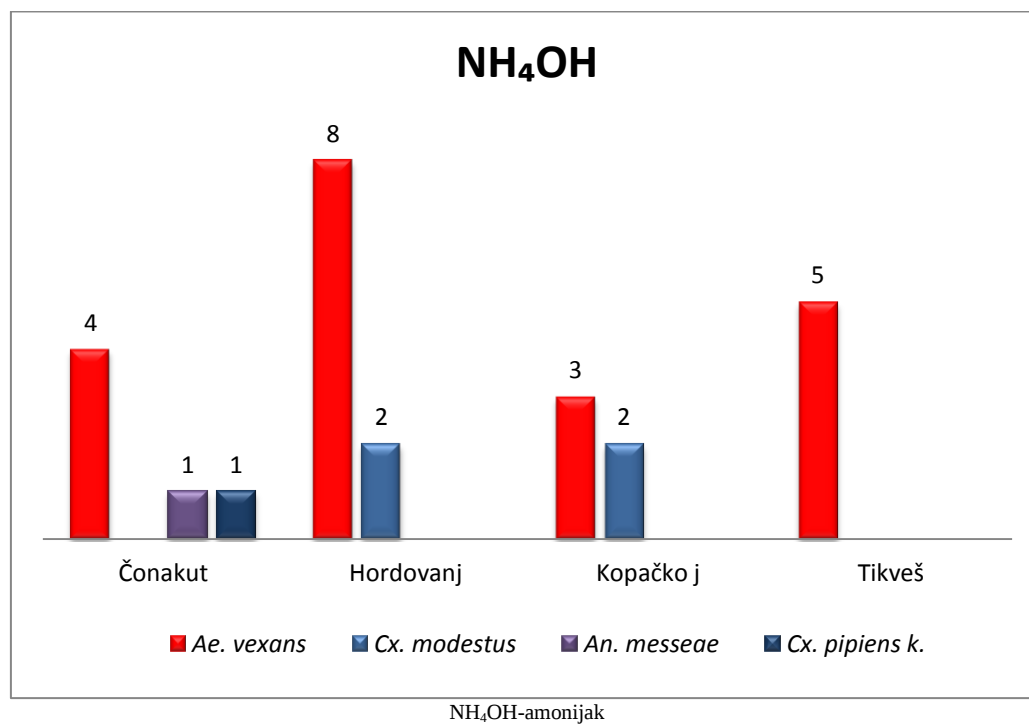


A-aceton

Slika 28. Ukupan broj privučenih vrsta komaraca suhim ledom na različitim postajama

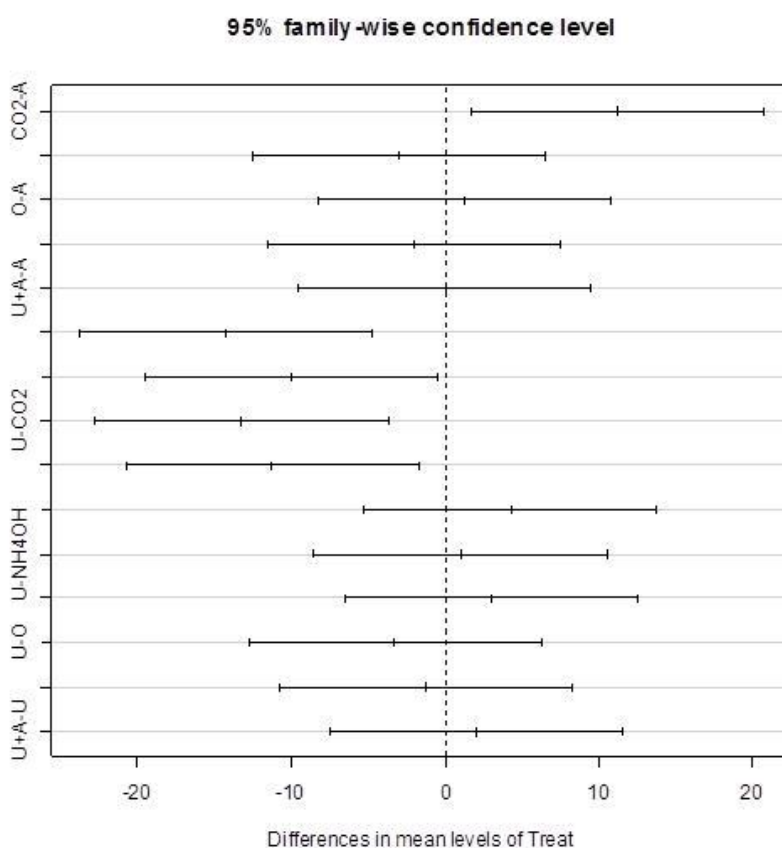


Slika 29. Ukupan broj privučenih vrsta komaraca oktenolom na različitim postajama



Slika 30. Ukupan broj privučenih vrsta komaraca amonijakom na različitim postajama

Uspoređujući sličnosti između pojedinih atraktanata, ni u jednoj od kombinacija ne postoji sinergistički odnos. Tukey testom multiple usporedbe ($P=0,004$; $p>0,05$) značajne razlike između atraktanata uočavaju se samo između suhog leda i ostalih atraktanata. Iz slike 31. može se vidjeti kako se svaka kombinacija atraktanta sa suhim ledom statistički značajno razlikuje od bilo koje druge kombinacije atraktanata ($\text{CO}_2 \neq$ konjski urin, $\text{CO}_2 \neq$ konjski urin+aceton, $\text{CO}_2 \neq$ aceton, $\text{CO}_2 \neq$ 1-octen-3-ol, $\text{CO}_2 \neq \text{NH}_4\text{OH}$). Što ukazuje na činjenicu, kako se u kombinaciji različitih atraktanata, izuzmemo li suhi led iz bilo koje kombinacije, ne pokazuje statistički značajna razlika.



CO_2 -suhi led; U-konjski urin; U+A-konjski urin+aceton; A-aceton; O-oktenol; NH_4OH -amonijak

Slika 31. Intervali pouzdanosti po Tukey posthoc testu

Na svim postajama suhi led pokazao je najveću učinkovitost u odnosu na druge atraktante. Na postaji Hordovanj u biljnoj zajednici *Populetum nigro albae*, privučen je najveći broj komaraca, i činio je udio od 98,7% ukupno privučenih komaraca na toj postaji. Slične su vrijednosti bile i na dugim postajama, gdje je suhi led bio najučinkovitiji (tab. 7).

Tablica 7. Udio privučenih komaraca u CDC klopama s različitim atraktantima na različitim poplavnim staništima

Postaje/Atraktanti	CO ₂	U	U+A	A	O	NH ₄ OH
Čonakut	0,959	0,003	0,007	0,012	0,016	0,003
Hordovanj	0,987	0,003	0,004	0,002	0,002	0,001
Tikveš	0,864	0,044	0,022	0,024	0,032	0,015
Kopačko jezero	0,973	0,004	0,004	0,005	0,009	0,006

CO₂-suhi led; U-konjski urin; U+A-konjski urin+aceton; A-aceton; O-oktenol; NH₄OH-amonijak

Udio privučenih komaraca sa suhim ledom na postaji Tikveš u biljnoj zajednici *Genisto elatae-Quercetum roboris*, iznosio je 86.4% od ukupno privučenih komaraca na toj postaji, što je značajnije manje u odnosu na druge postaje. Na postaji Tikveš uočava se drukčiji odnos između učinkovitosti suhog leda i ostalih atraktanata, naime učinkovitost drugih atraktanata je veća na toj postaji nego na drugim postajama (tab. 7)

Analizom učinkovitosti postaja za privlačenje komaraca različitim atraktantima primijenjena je Fuzzy c-means cluster analiza, koja grupira postaje prema njihovim sličnostima i razlikama u različiti broj clustera. Prema njoj postaje Čonakut, Hordovanj, Kopačko jezero i Tikveš raspoređene su u dva Clustera (unutar greške 2.45). Cluster I činile su postaje Čonakut, Hordovanj i Kopačko jezero, iz razloga jer je učinkovitost suhog leda na tim postajama bila značajnije veća nego učinkovitost drugih atraktanata. Cluster II čini samo postaja Tikveš, jer je učinkovitost suhog leda na postaji Tikveš bila najmanja, za razliku od drugih postaja (tab. 8).

Tablica 8. Grupni faktori preuzeti iz clustera za svaku postaju prema fuzzy c-means cluster analizi (prema svim rezultatima za sve atraktante); unutar greške: 2.452997.

Postaje/Clusteri	Cluster I	Cluster II	Rankovi sličnosti prema Clusteru I
Čonakut	0.637	0.363	1
Hordovanj	0.932	0.068	3
Tikveš	0.011	0.989	
Kopačko jezero	0.881	0.119	2

Grupiranje postaja prema fuzzy c-means analizi izuzimajući suhi led kao atraktant, ponovno dolazi do odvajanja postaje Tikveš u zaseban cluster (unutar greške 2.09). s druge strane ako se promatraju ostali atraktanti, bez suhog leda, na svim drugim postajama (Čonakut, Hordovanj i Kopačko jezero) učinkovitost konjskog urina, konjski urin+aceton, aceton, oktenol i NH_4OH , bila je značajnije veća, nego na postaji Tikveš (tab 9).

Tablica 9. Grupni faktori preuzeti iz clustera za svaku postaju prema fuzzy c-means cluster analizi (prema svim rezultatima za sve atraktante bez suhog leda); unutar greške: 2.092386.

Postaje/Clusteri	Cluster I	Cluster II	Rank sličnosti prema Clusteru I
Čonakut	0.720	0.280	1
Hordovanj	0.931	0.069	3
Tikveš	0.006	0.994	
Kopačko jezero	0.854	0.146	2

Postaje bi se prema fuzzy c-means cluster analizi mogle podijeliti u tri clustera prema svim rezultatima za sve korištene atraktante. Na taj način bi u Cluster I bila samo postaja Hordovanj, Cluster II činile bi postaje Čonaku i Kopačko jezero, dok bi Cluster III bio sačinjen opet samo od postaje Tikveš (unutar greške 1.06). Kada bi se clusteri formirali bez rezultata dobivenih od suhog leda kao atraktanta tada bi clusteri izgledali ovako: Cluster I-postaje Čonakut i Hordovanj, Cluster II-Hordovanj i Kopačko jezero i Cluster III-postaja Tikveš (unutar greške 0.91). Ovakvi rezultati ukazuju na jasne razlike između postaje Tikveš i ostalih postaja.

5.3. UČINKOVITOST KOMBINACIJE ATRAKTANATA ZA PRIVLAČENJE KOMARACA

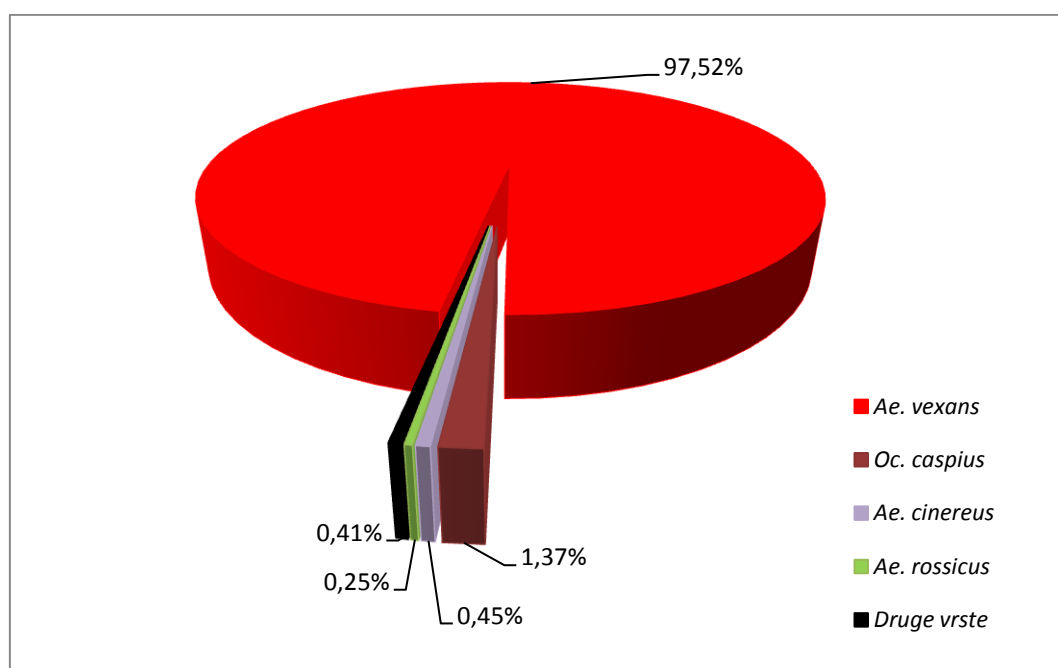
Terenska istraživanja provedena su na tri postaje u Kopačkom ritu. Na tri postaje istovremeno je postavljeno pet CDC klopki s različitim atraktantima. Uzorkovanja su se provodila u kontinuitetu 120 sati za vrijeme najveće aktivnosti komaraca na tom području. Faunističkom analizom ukupnog broja privučenih jedinki komaraca različitim kombinacijama atraktanata utvrđeno je prisustvo 12 vrsta komaraca. Od ukupno 55067 jedinki utvrđeno je 5 rodova. Najbrojniji rodovi su *Anopheles* s četiri vrste i *Aedes* s 3 vrste, slijedi rod *Culex* i *Ochlerotatus* s 2 vrste, te rod *Culiseta* s 1 vrstom (tab. 10). Sastav faune komaraca je sljedeći:

1. *Aedes vexans* (Meigan, 1830)
2. *Aedes cinereus* (Meigan, 1818)
3. *Aedes rossicus* (Dolbeskhin, Gorickaja, Mitrofanova, 1930)
4. *Anopheles hyrcanus* (Pallas, 1771)
5. *Anopheles claviger* (Meigan, 1804)
6. *Anopheles messeae* (Falleroni, 1771)
7. *Anopheles plumbeus* (Stephanus, 1828)
8. *Culex pipiens* k. (Linnaeus, 1758)
9. *Culex modestus* (Ficalbi, 1889)
10. *Ochlerotatus sticticus* (Meigen, 1838)
11. *Ochlerotatus caspius* (Pallas, 1771)
12. *Culiseta annulata* (Schrank, 1776)

Tablica 10. Broj privučenih vrsta komaraca uz različite kombinacije atraktanata na postajama

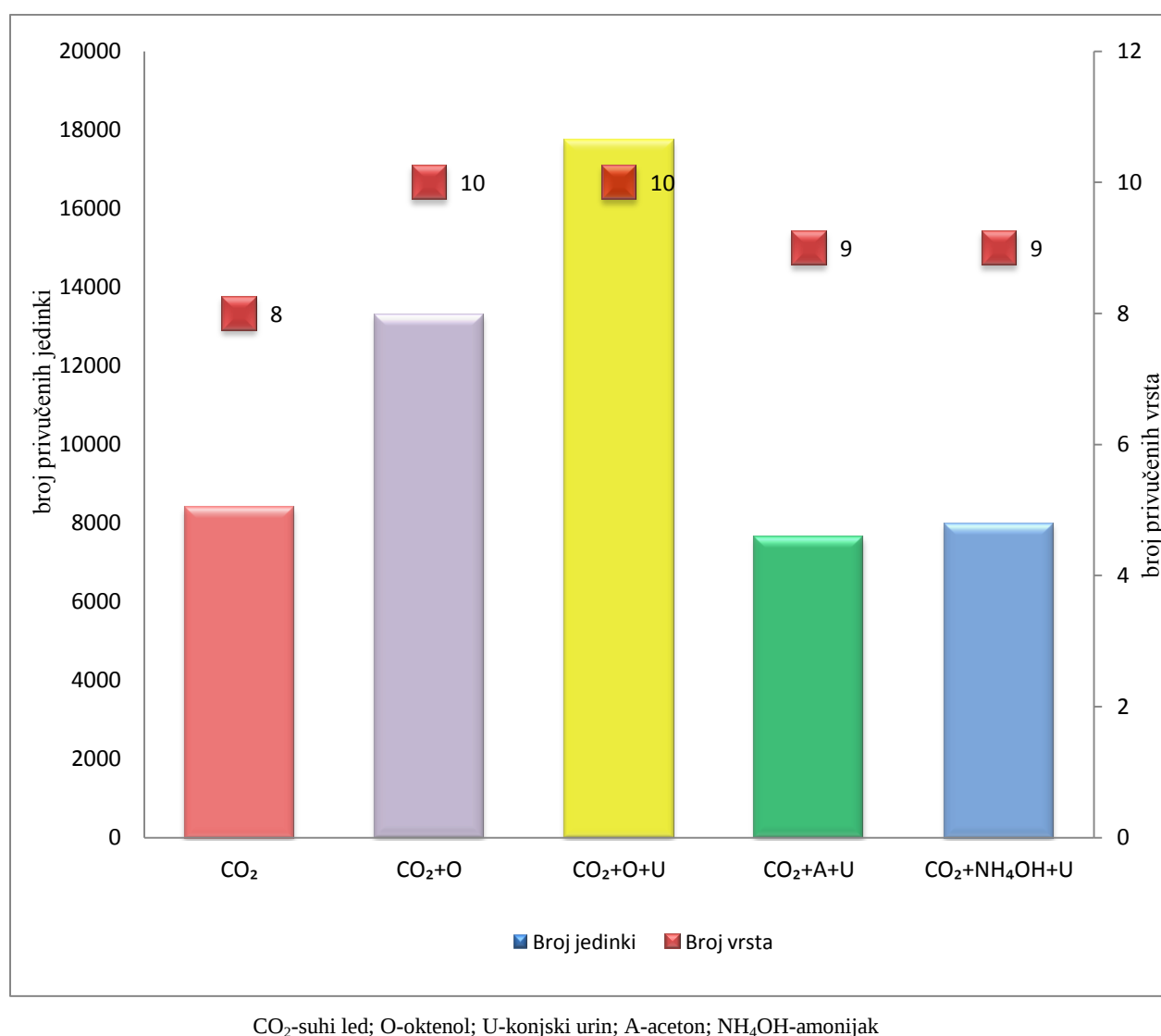
vrsta/postaje	Čonakut	Hordovanj	Linjov	Σ
<i>Ae. vexans</i>	32277	18072	3414	53763
<i>Oc. caspius</i>	297	304	154	755
<i>Ae. cinereus</i>	163	81	4	248
<i>Ae. rossicus</i>	95	43	1	139
<i>Oc. sticticus</i>	32	11	43	86
<i>An. messeae</i>	5	15	7	27
<i>Cx. modestus</i>	12	7	1	20
<i>Cx. pipiens k.</i>	2	8	3	13
<i>An. hyrcanus</i>	1	1	7	9
<i>An. plumbeus</i>	1	4	0	5
<i>Cs. annulata</i>	0	0	1	1
<i>An. claviger</i>	0	0	1	1
Σ	32885	18546	3636	55067

Najveći broj privučenih vrsta kombinacijom atraktanata pripada vrsti *Ae. vexans* (53763), što je 97,63% od ukupnog broja uhvaćenih komaraca. Od ukupno 12 vrsta komaraca koje su privučene kombinacijama atraktanata, četiri vrste su najučestalije: *Ae. vexans*, *Oc. caspius*, *Ae. cinereus* i *Ae. rossicus* (tab. 11). Ove vrste čine 99,71% ukupno uhvaćene faune komaraca, od njih vrsta *Ae. vexans* je eudominantna, vrsta *Oc. caspius* je recedentna, dok su vrste *Ae. cinereus* i *Ae. rossicus* subrecedentne (sl. 32).

**Slika 32.** Udio privučenih komaraca različitim kombinacijama atraktanata

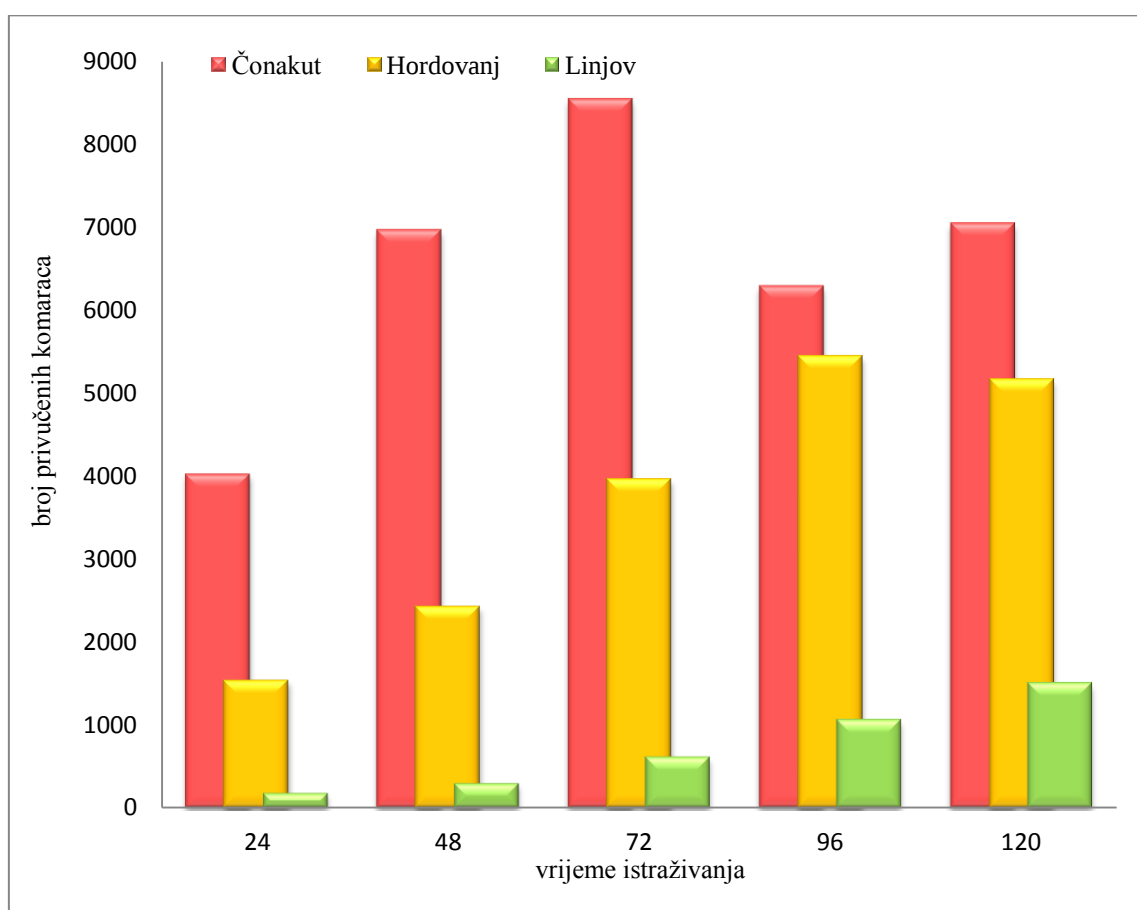
Od ukupnog broja privučenih komaraca na svim postajama, najviše jedinki (17735) bilo je privučeno kombinacijom suhi led+oktenol+urin, nešto manji broj jedinki privukla je kombinacija CO_2+O (13304), dok su ostale kombinacije imale skoro podjednak broj privučenih jedinki, dok je kombinacija $\text{CO}_2+\text{A}+\text{U}$ imala najmanji broj privučenih komaraca (7664) (sl. 33).

Deset vrsta komaraca privučene su s atraktantima CO_2+O i $\text{CO}_2+\text{O}+\text{U}$, dok je devet vrsta privučeno $\text{CO}_2+\text{A}+\text{U}$ i $\text{CO}_2+\text{NH}_4\text{OH}$, najmanji broj vrsta (8) privukao je suhi led (sl. 33).



Slika 33. Broj privučenih vrsta i jedinki komaraca različitim kombinacijama atraktanata

Rezultati su dobiveni iz kontinuiranog uzorkovanja od 120h, te se zbog toga može promatrati varijacija broja privučenih komaraca kroz određeni vremenski period. Ukupan broj privučenih komaraca varirao je tijekom istraživanog perioda. Na primjer, privlačenje komaraca na postaji Čonakut bilo je u konstantnom porastu prvih 72 sata nakon čega dolazi do laganog opadanja u manjem vremenskom periodu, nakon kojeg u iduća 24h ponovno dolazi do povećanja broja privučenih komaraca. Za razliku od postaje Čonakut, na postaji Hordovanj dolazi do povećanja broja privučenih komaraca tijekom 96h uzorkovanja, nakon čega dolazi do opadanja broja privučenih komaraca. Linearno povećanje broja privučenih komaraca uočava se na postaji Linjov, iako je na toj postaji zabilježen najmanji broj privučenih komaraca (sl. 34).

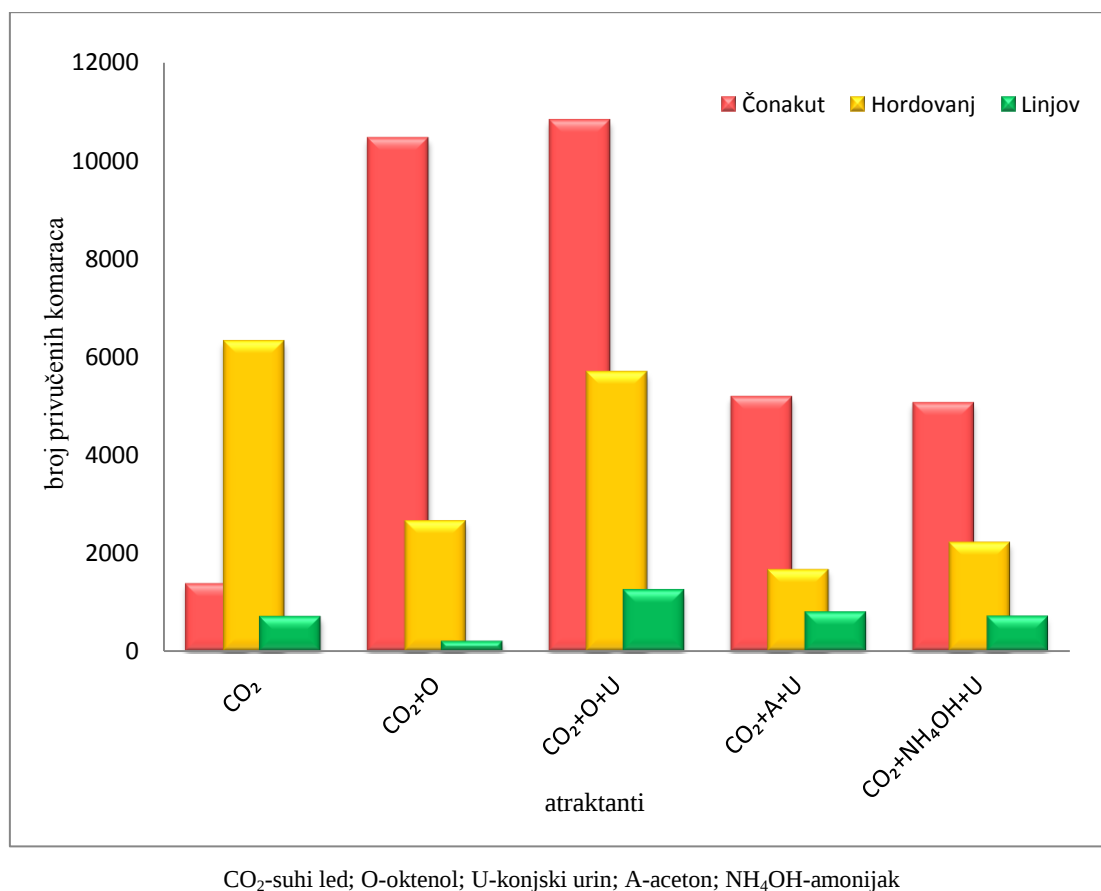


Slika 34. Ukupan broj privučenih komaraca uz kombinacije atraktanata na postajama po jedinici vremena

Daljnja statistička obrada podataka napravljena je s četiri vrste komaraca (*Ae. vexans*, *Oc. caspius*, *Ae. cinereus* i *Ae. rossicus*) koje su činile 99,71% ukupnog broja uhvaćenih komaraca tijekom ovog uzorkovanja.

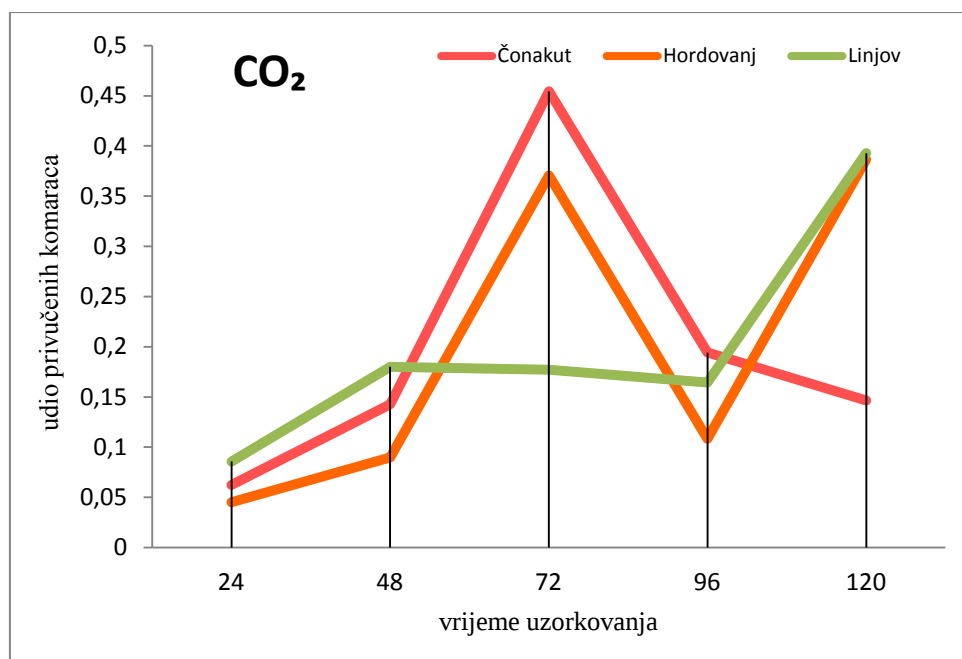
Učinkovitost privlačenja komaraca uz različite kombinacije atraktanata testirana je χ^2 testom kako bi se odredilo jesu li svi atraktanti jednako učinkoviti. Rezultati χ^2 testa ukazuju na značajnu razliku između očekivanih i opaženih frekvencija ($P < 0.01$). Kombinacija $\text{CO}_2 + \text{O} + \text{U}$ pokazuje značajnu učinkovitost za vrste *Ae. vexans*, *Oc. caspius*, *Ae. cinereus* i *Ae. rossicus* (Tukey test; $P < 0.05$), ali ne postoji značajna razlika između ostalih korištenih kombinacija atraktanata.

Kako bi se utvrdio odnos između učinkovitosti različitih atraktanata, korišten je Spearmanov rank korelacijski test, kojim je utvrđeno kako odnos između atraktanata nije značajan; međutim, one-way (jednosmjerna) analiza varijanci (one-way ANOVA; $F = 3.51$; $P < 0.05$) pokazuje značajnu razliku između kombinacije atraktanata. Rezultati two-way (dvosmjerne) analize varijanci (two-way ANOVA; $F_1 = 0.88$; $F_2 = 6.0$; $P < 0.05$) pokazuju učinkovitost interakcije lokacije s učinkovitošću kombinacije atraktanata (sl. 35).



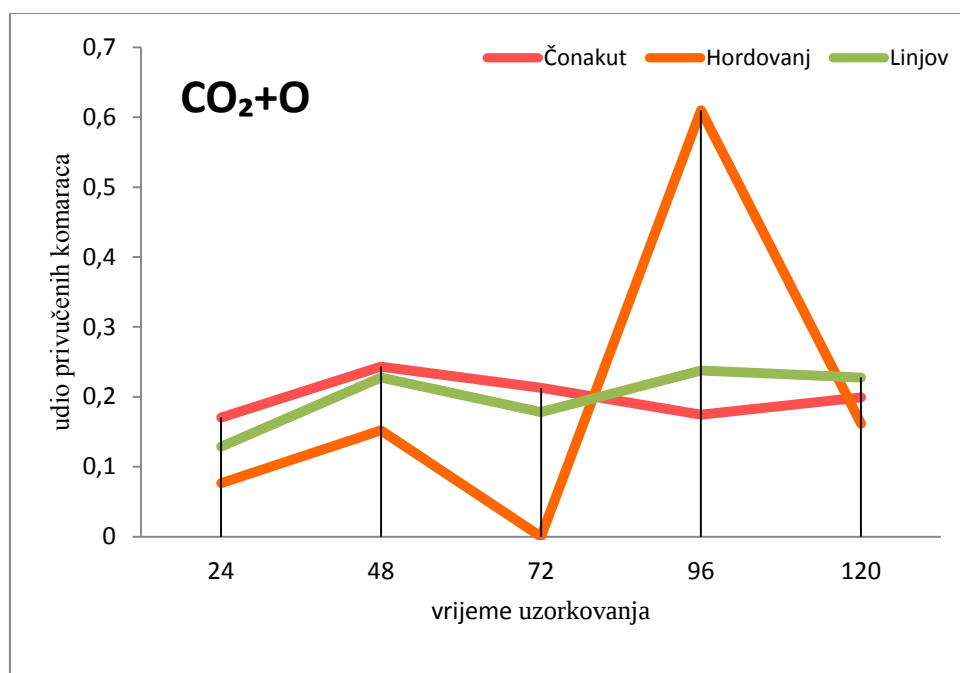
Slika 35. Učinkovitost kombinacije atraktanata na postajama

Poslije napravljene two-way (dvosmjerne) analize varijanci, uspoređeni su rezultati učinkovitosti različitih atraktanata i postaja na kojima je provedeno uzorkovanje. Najmanji broj privučenih komaraca bio je na postaji Linjov (sl. 34; tab. 10), ali se ova postaja razlikovala od drugih po linearnom povećanju broja privučenih komaraca tijekom perioda uzorkovanja (120 sati), osim za kombinaciju $\text{CO}_2 + \text{NH}_4\text{OH} + \text{U}$ (sl. 36-40).

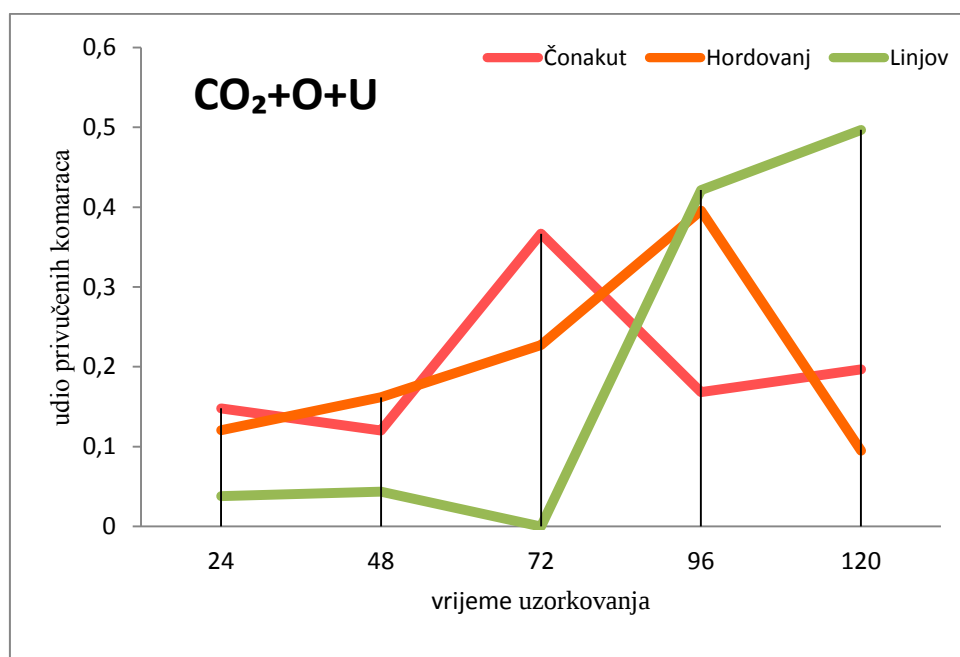


CO_2 -suhi led

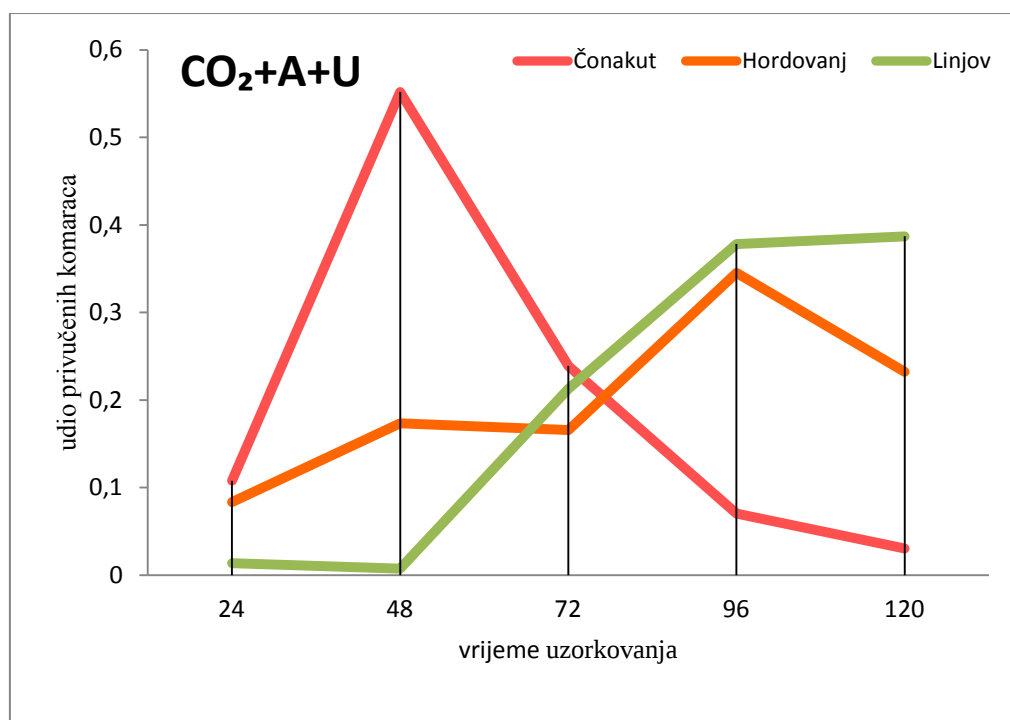
Slika 36. Udio privučenih komaraca suhim ledom tijekom 120h perioda uzorkovanja na tri postaje

CO₂-suhi led; O-oktenol

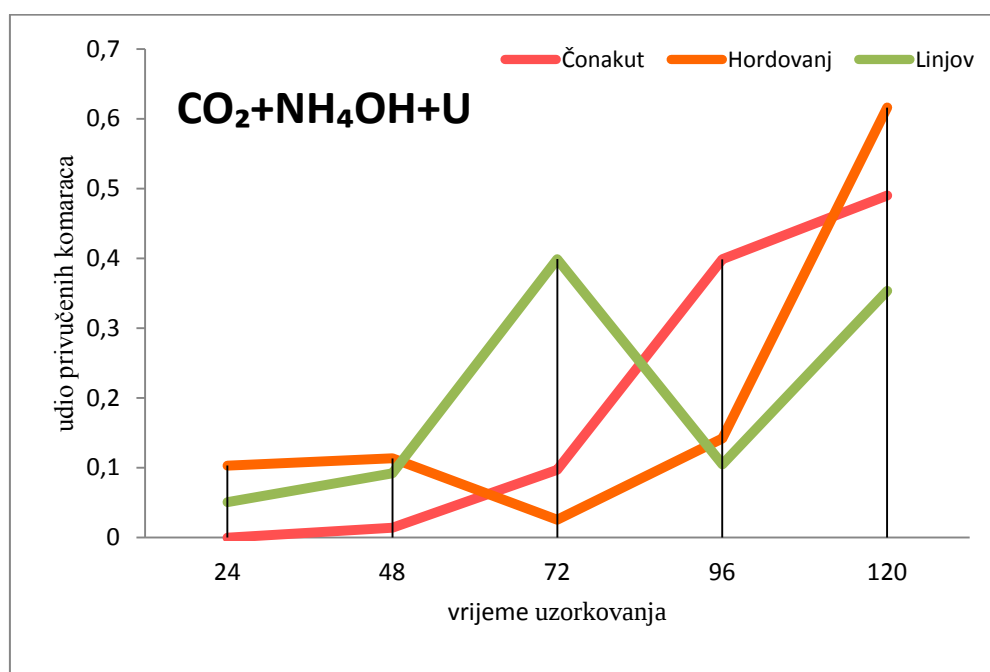
Slika 37. Udio privučenih komaraca kombinacijom suhi led+oktenol tijekom 120h perioda uzorkovanja na tri postaje

CO₂-suhi led; O-oktenol; U-konjski urin

Slika 38. Udio privučenih komaraca kombinacijom suhi led+oktenol+urin tijekom 120h perioda uzorkovanja na tri postaje

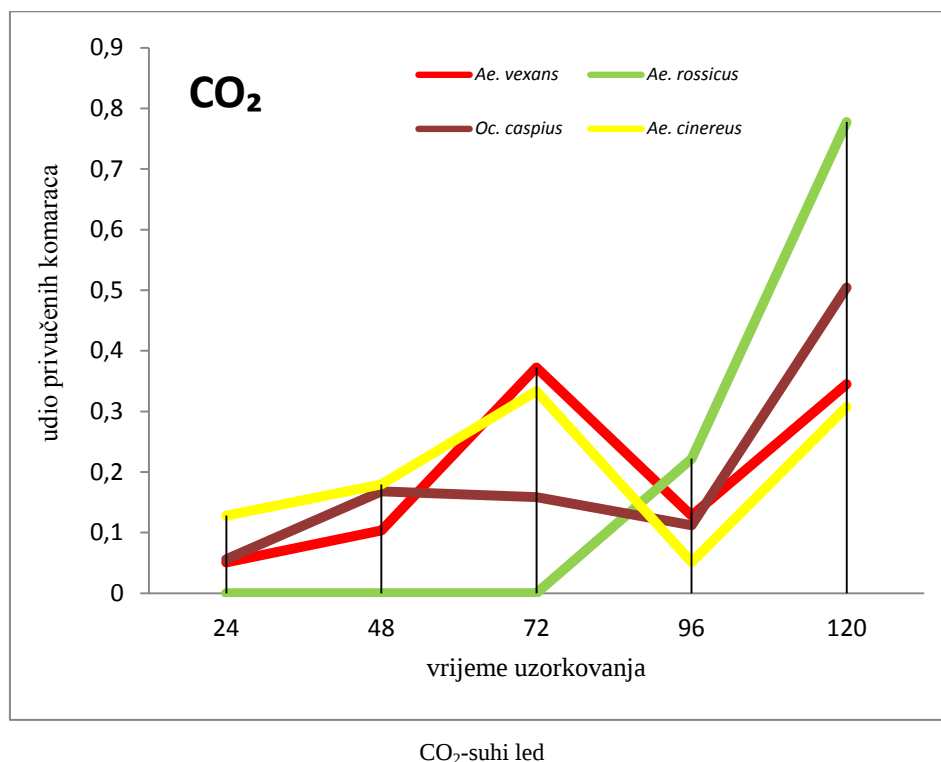
CO₂-suhi led; U-konjski urin; A-aceton

Slika 39. Udio privučenih komaraca kombinacijom suhi led+aceton+urin tijekom 120h perioda uzorkovanja na tri postaje

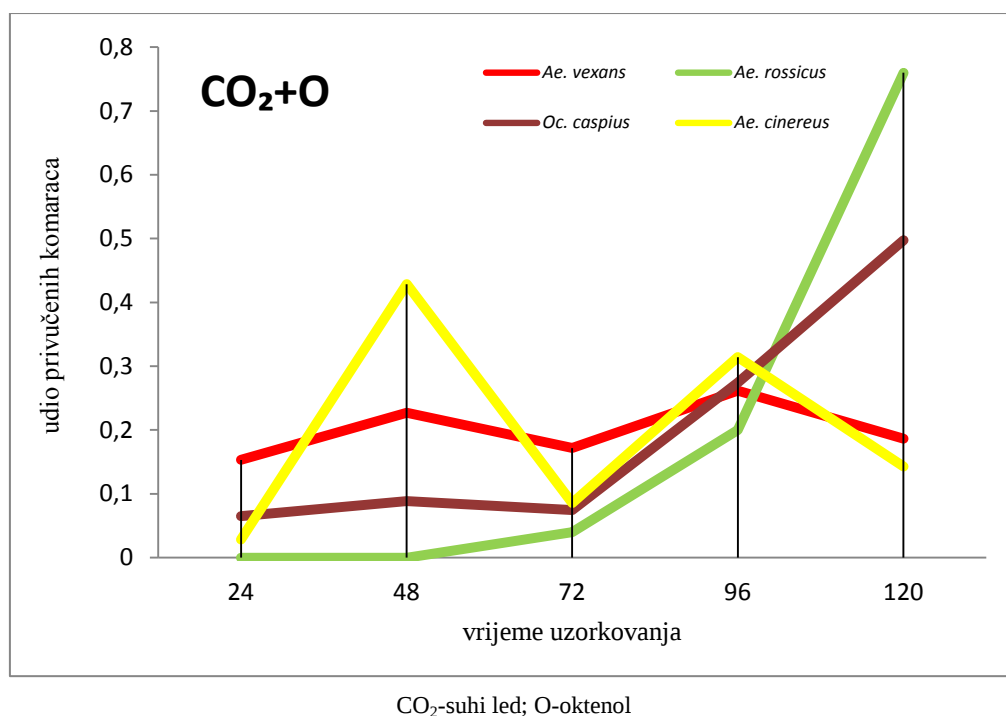
CO₂-suhi led; U-konjski urin; NH₄OH-amonijak

Slika 40. Udio privučenih komaraca kombinacijom suhi led+amonijak+urin tijekom 120h perioda uzorkovanja na tri postaje

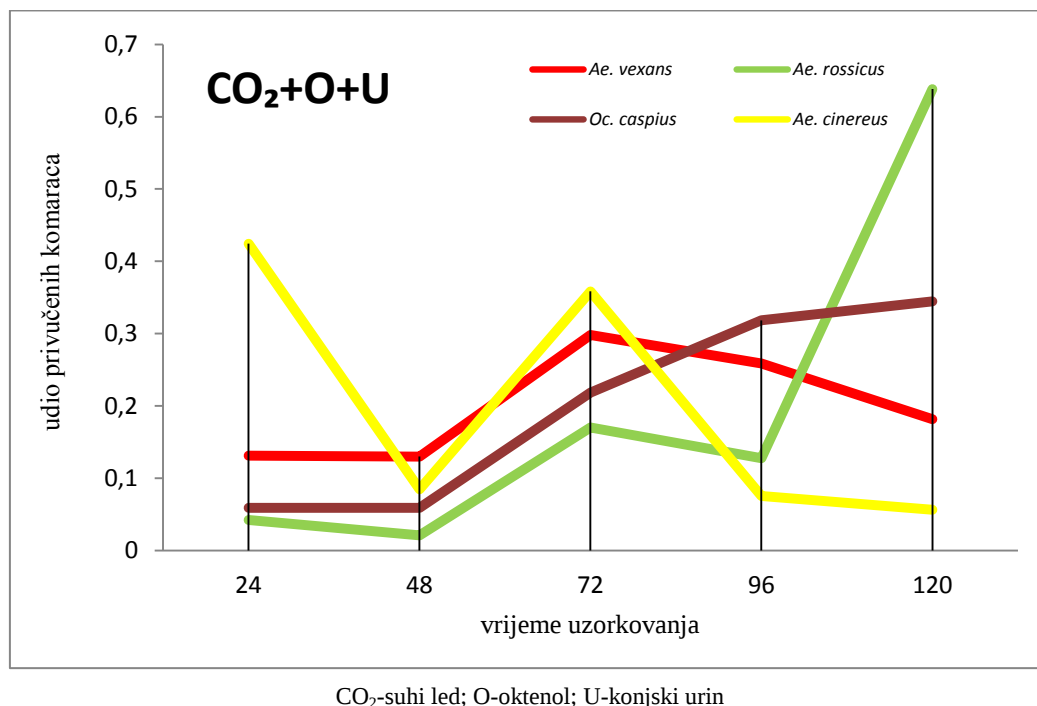
Kruskal-Wallisovim testom utvrđena je značajna razlika između kombinacije atraktanata. Učinkovitost kombinacije atraktanata različita je s obzirom na pojedine vrste. Slike 41-45 prikazuju učinkovitost kombinacije atraktanata tijekom kontinuiranog perioda uzorkovanja (120h) za četiri vrste. Kombinacija $\text{CO}_2 + \text{NH}_4\text{OH} + \text{U}$ pokazuje najbolju učinkovitost tijekom dužeg vremenskog perioda, jer dolazi do približnog linearnog povećanja broja privučenih vrsta komaraca tijekom vremena (sl.45).



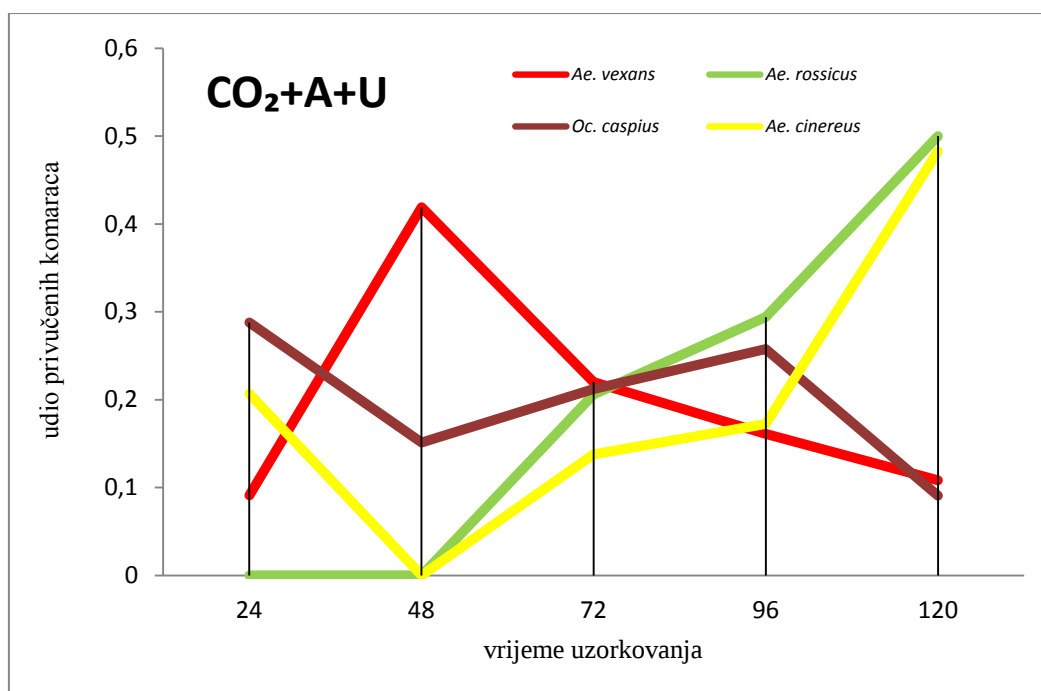
Slika 41. Udio privučenih komaraca sa suhim ledom tijekom 120h perioda uzorkovanja za četiri vrste



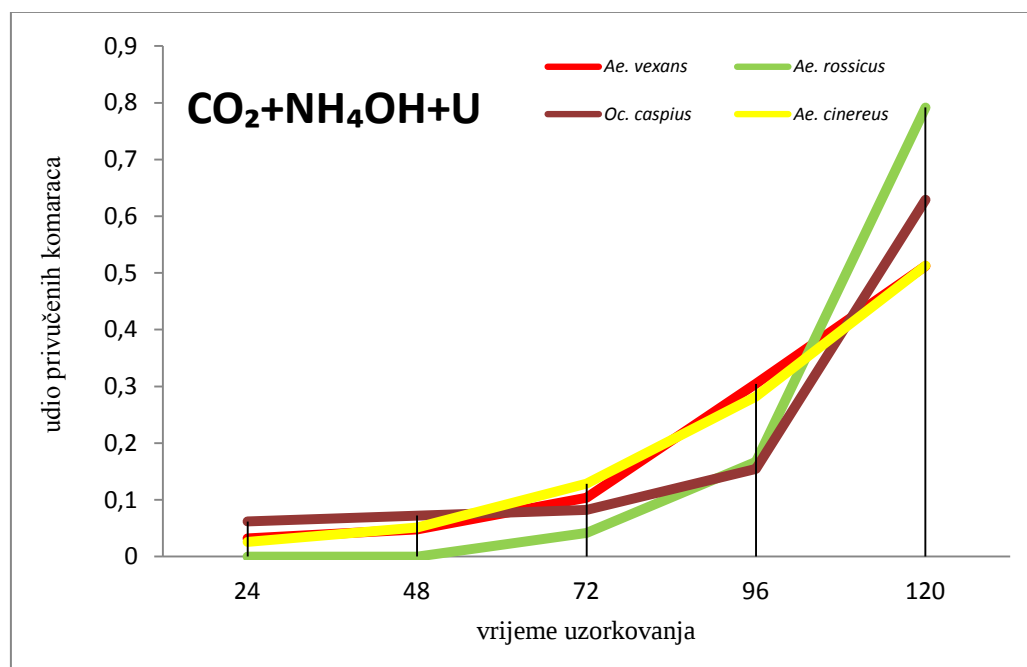
Slika 42. Udio privučenih komaraca kombinacijom suhi led+oktenol tijekom 120h perioda uzorkovanja za četiri vrste



Slika 43. Udio privučenih komaraca kombinacijom suhi led+oktenol+urin tijekom 120h perioda uzorkovanja za četiri vrste

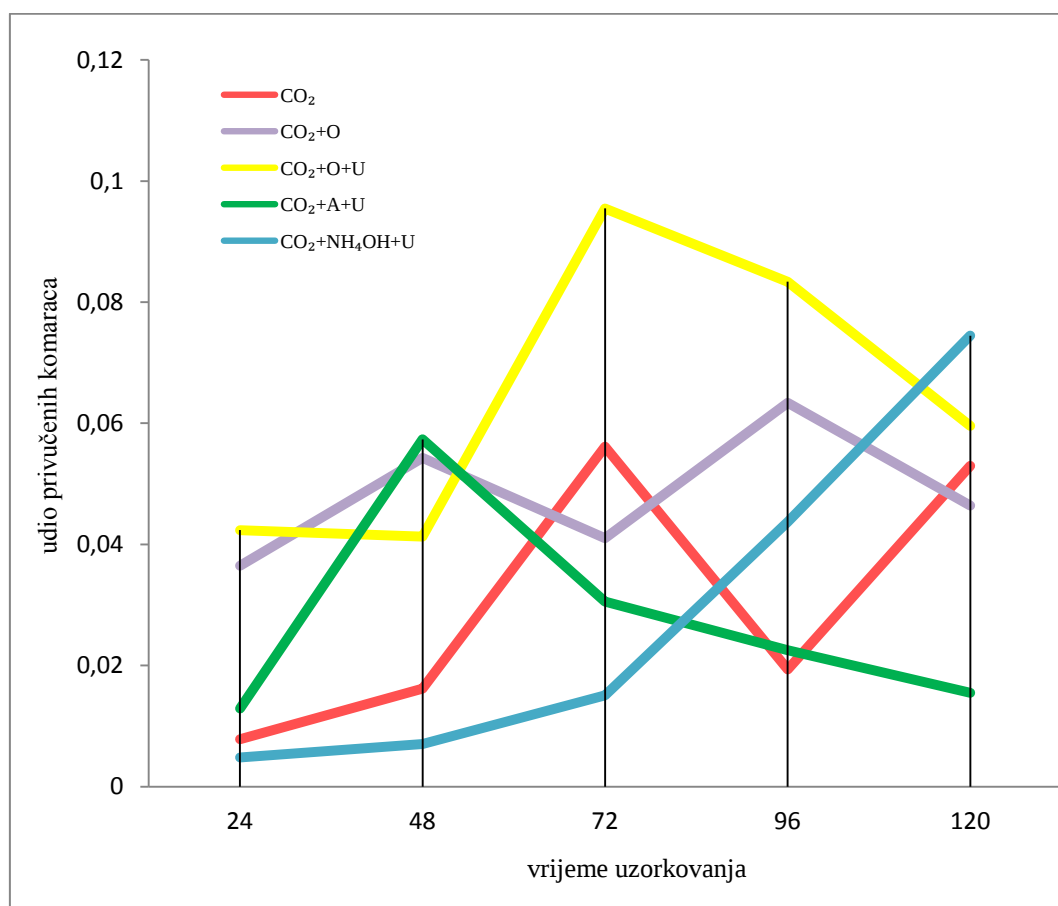
CO₂-suhi led; U-konjski urin; A-aceton

Slika 44. Udio privučenih komaraca sa komaraca kombinacijom suhi led+aceton+urin tijekom 120h perioda uzorkovanja za četiri vrste

CO₂-suhi led; U-konjski urin; NH₄OH-amonijak

Slika 45. Udio privučenih komaraca sa komaraca kombinacijom suhi led+amonijak+urin tijekom 120h perioda uzorkovanja za četiri vrste

Kruskal-Wallisov testom ($p < 0,05$) potvrđene su razlike između učinkovitosti kombinacija atraktanata. Slika 17. prikazuje udio ukupnog broja privučenih komaraca tijekom perioda uzorkovanja za četiri dominantne vrste na svim postajama. Namey test pokazuje kako kombinacija $\text{CO}_2 + \text{O} + \text{U}$ ima veliku učinkovitost, pogotovo u prvih 72h uzorkovanja, iako intenzitet učinkovitosti tijekom sljedećih 48h opada. Vrlo sličnu učinkovitost ima CO_2 kao i $\text{CO}_2 + \text{O} + \text{U}$, tijekom prvih 72h uzorkovanja, nakon čega intenzitet učinkovitosti opada, da bi se tijekom zadnja 24h uzorkovanja učinkovitost povećala. Dinamika uzorkovanja kombinacije $\text{CO}_2 + \text{O}$ vrlo je karakteristična i može se reći da je intenzitet uzorkovanja ove kombinacije u steady-state stanju tijekom cijelog perioda uzorkovanja. Svoj maksimum intenziteta učinkovitosti kombinacija $\text{CO}_2 + \text{A} + \text{U}$ imam tijekom prvih 48h uzorkovanja. Na temelju broja privučenih komaraca kombinacija $\text{CO}_2 + \text{NH}_4\text{OH} + \text{U}$ ne pokazuje niti jedan značajan rezultat, ali ova kombinacija pokazuje najbolje linearni rast učinkovitosti i trend rasta tijekom cijelog perioda uzorkovanja (sl. 46).



CO_2 -suhi led; O-oktenol; U-konjski urin; A-aceton; NH_4OH -amonijak

Slika 46. Udio privučenih komaraca tijekom 120h perioda uzorkovanja s različitim kombinacijama atraktanata na svim postajama

5.4. MAKSIMALNI DOMET RASPRŠENJA ATRAKTANTA

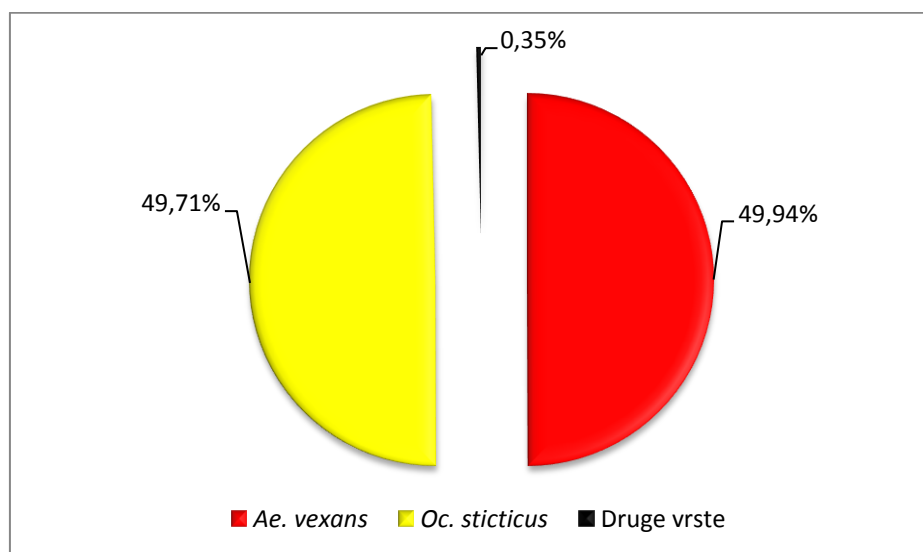
Terenska istraživanja provedena su u šumskom staništu u vrijeme najveće aktivnosti komaraca na tom području. Postavljena je središnja klopka s atraktantom kojem se određivao maksimalni domet raspršenja i oko nje dvije koncentrične kružnice A i B. Kružnicu A činilo je šest CDC klopki bez atraktanta, dok je kružnicu B činilo 12 CDC klopki bez atraktanta. Na osnovi determiniranog prosječnog broja privučenih komaraca dolazilo je do širenja radijusa između središnje klopke i klopki Kruga A i B. Faunističkom analizom ukupnog broja privučenih jedinki komaraca različitim atraktantima i njihovim kombinacijama utvrđeno je prisustvo 11 vrsta komaraca. Od ukupno 94093 jedinki utvrđeno je 5 rodova. Najbrojniji rodovi su *Anopheles* s 4 vrste i *Aedes* (3 vrste), slijede rodovi *Culex* i *Ochlerotatus* s 2 vrste, te rod *Cocquillettidia* s 1 vrstom (tab. 11). Sastav faune komaraca je sljedeći:

1. *Aedes vexans* (Meigan, 1830)
2. *Aedes cinereus* (Meigan, 1818)
3. *Aedes rossicus* (Dolbeskhin, Gorickaja, Mitrofanova, 1930)
4. *Anopheles hyrcanus* (Pallas, 1771)
5. *Anopheles claviger* (Meigan, 1804)
6. *Anopheles messeae* (Falleroni, 1771)
7. *Anopheles plumbeus* (Stephens, 1828)
8. *Culex pipiens* k. (Linnaeus, 1758)
9. *Culex modestus* (Ficalbi, 1889)
10. *Ochlerotatus sticticus* (Meigen, 1838)
11. *Ochlerotatus caspius* (Pallas, 1771)
12. *Cocquillettidia richiardii* (Ficalbi, 1889)

Tablica 11. Kvalitativna i kvantitativna analiza komaraca u Ck klopci te klopka kruga AiB

Vrsta komarca	Klopka			Σ
	CK	A ukupno	B ukupno	
<i>Ae. vexans</i>	46112	311	569	46992
<i>Oc. sticticus</i>	46115	204	451	46770
<i>Cq. richiardii</i>	137	1	1	139
<i>Oc. caspius</i>	126	2	7	135
<i>Ae. rossicus</i>	30	6	3	39
<i>An. plumbeus</i>	0	5	2	7
<i>Cx. pipens</i>	3	2	0	5
<i>An. hyrcanus</i>	0	0	2	2
<i>An. claviger</i>	0	1	0	1
<i>Cx. modestus</i>	0	1	0	1
<i>An. messeae</i>	0	0	1	1
<i>Ae. cinereus</i>	0	1	0	1
Σ	92523	534	1036	94093

U tablici 11. sumirani su podatci o vrstama komaraca koji su privučeni u Ck klopci te u klopka koje formiraju Krug A i B. Između dvanaest vrsta komaraca koje su bile privučene suhim ledom posebno se izdvajaju dvije: *Ae. vexans* i *Oc. sticticus*, koje čine udio od ukupno 99.65% ukupno privučenih jedinki komaraca. Osim njih, suhim ledom su u bitno manjem broju, bile privučene još tri vrste: *Cq. richiardii*, *Oc. caspius* i *Ae. rossicus*, koje čine udio od 0.33% ukupno privučenih jedinki komaraca (sl. 47). Od ostalih sedam vrsta, u svim klopka zajedno niti jedna nije bila zastupljena s više od sedam jedinki.

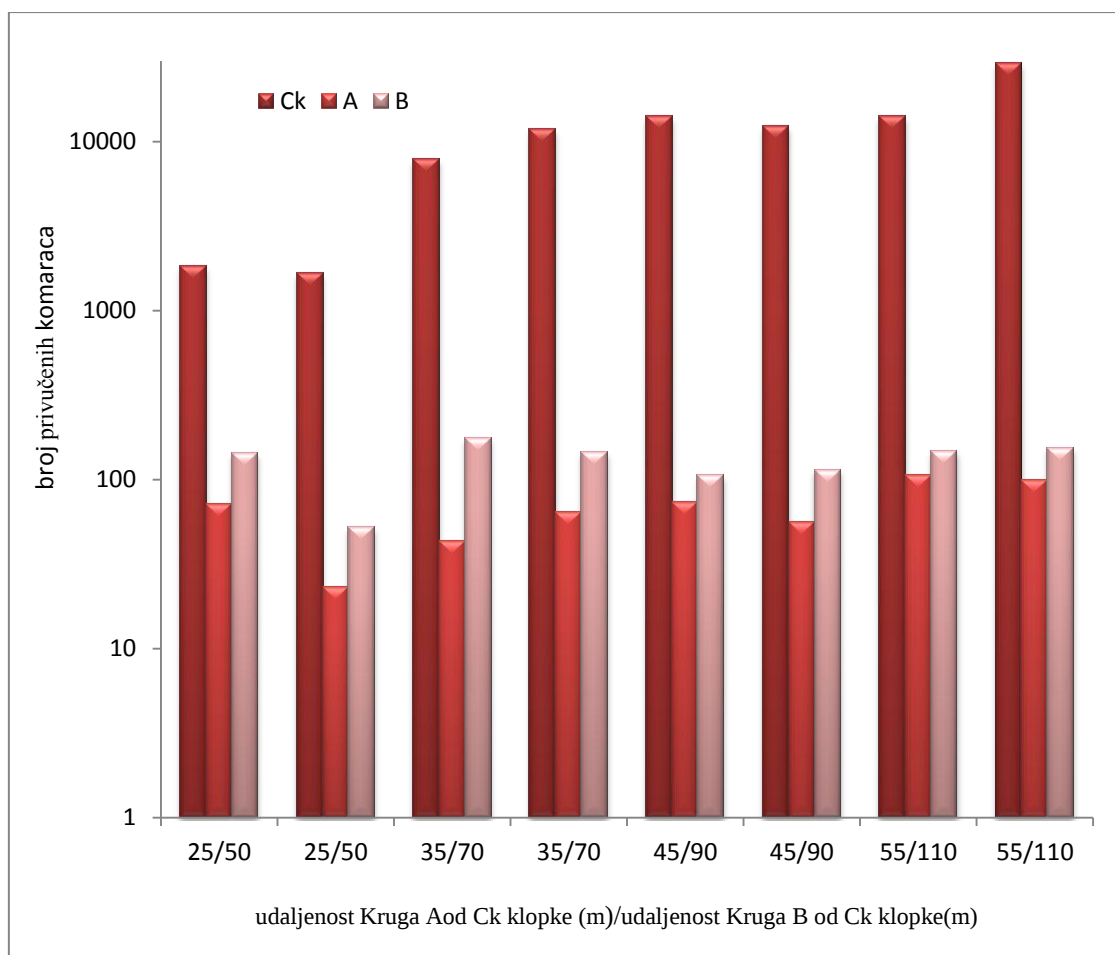
**Slika 47.** Udio privučenih vrsta komaraca suhim ledom

Sljedeća tablica sadrži podatke o broju komaraca uhvaćenih u Ck klopku te u klopka koje su formirale kružnicu A i kružnicu B (Krug A i Krug B). Najviše komaraca uhvaćeno je u Ck klopku posljednjeg, osmog dana, a najmanje drugog dana uzorkovanja. Uzmemo li se u obzir sve klopke u Krugu A zajedno, najviše je komaraca uhvaćeno sedmog dana, kada su klopke u krugu A bile udaljene od središta 55 m, a najmanje drugog dana, kada je udaljenost iznosila 25 m. U svih dvanaest klopki Kruga B najviše je komaraca bilo uhvaćeno trećeg dana, kada su klopke u krugu B bile udaljene od središta 70 m, a najmanje drugog dana, kada je ta udaljenost iznosila 50 m. Dakle, najmanji broj komaraca u Ck klopki, te u klopka Kruga A i B, privučen je drugog dana, dok najveći broj privučenih komaraca ne koincidira sa samo jednim danom uzorkovanja (tab. 12).

Tablica 12. Podaci o broju uhvaćenih komaraca u Ck klopki te u klopka Kruga A i B

Klopka	1. dan	2. dan	3. dan	4. dan	5. dan	6. dan	7. dan	8. dan	Ukupno
	Udaljenost Kruga A od Ck klopke(m) / udaljenost Kruga B od Ck klopke(m)								
	25/50	25/50	35/70	35/70	45/90	45/90	55/110	55/110	
CK	1819	1657	7840	11857	13980	12265	13980	29125	92523
A1	4	3	2	2	0	0	24	14	49
A2	15	0	10	8	6	5	15	1	60
A3	0	1	3	6	23	9	15	4	61
A4	12	6	13	4	18	16	16	66	151
A5	34	11	12	32	24	14	11	10	148
A6	6	2	3	12	2	12	24	4	65
A ukupno	71	23	43	64	73	56	105	99	534
B1	3	4	32	14	11	5	2	3	74
B2	3	4	0	2	5	4	4	0	22
B3	1	2	8	6	2	2	6	0	27
B4	6	7	21	15	14	22	14	32	131
B5	53	13	3	11	13	9	10	27	139
B6	21	3	29	11	1	11	6	21	103
B7	37	4	1	3	1	4	1	9	60
B8	3	3	5	13	30	33	33	2	122
B9	4	7	27	12	6	3	18	22	99
B10	0	1	8	6	2	5	14	5	41
B11	1	3	27	19	8	11	14	13	96
B12	10	1	15	33	13	5	25	20	122
B ukupno	142	52	176	145	106	114	147	154	1036

Broj komaraca privučen tijekom osam dana uzorkovanja u Ck klopci, te njihov ukupan broj u klopkama Kruga A i B, prikazan je slikom 19. Na slici je zamjetan veliki nesrazmjer između broja komaraca koje je privukla Ck klopka i broja komaraca privučenih u šest, odnosno dvanaest klopki Kruga A i B. Takav se rezultat može objasniti činjenicom da je jedino Ck klopka sadržavala atraktant, dok su ostale klopke predstavljale barijeru.



Slika 48. Broj privučenih komaraca u Ck klopci i njihov ukupan broj u klopkama Kruga A i B

Tablica 13. Izabrani deskriptivni statistički pokazatelji koji se odnose na broj privučenih komaraca u klopama

Statistički pokazatelj	Klopka		
	CK	A ukupno	B ukupno
Aritmetička sredina	11565.38	66.75	129.50
Medijan	12061.00	67.50	143.50
Minimalna vrijednost	1657.00	23.00	52.00
Maksimalna vrijednost	29125.00	105.00	176.00
Standardna devijacija	8681.85	27.15	38.29
Koeficijent varijacije	75.07	40.68	29.57

Središnja klopka prosječno je dnevno privlačila 11565.38 komaraca, sa standardnom devijacijom 8681.85. Prema medijanu, tijekom polovine dana u Ck klopku bilo je privučeno 12061 ili manje komaraca, odnosno 12061 ili više komaraca. Vrlo je velika razlika između najvećeg i najmanjeg broja privučenih komaraca u Ck klopku u jednom danu. Izračunati koeficijent varijacije ukazuje na veliku varijabilnost broja privučenih komaraca u Ck klopki tijekom osam analiziranih dana uzorkovanja.

Zbog prirode uzorkovanja podaci koji se odnose na klopke Kruga A i B nisu direktno usporedivi. No, statistički pokazatelji koji su izračunati na temelju tih podataka ipak upućuju na određene zaključke. Prosječan broj privučenih komaraca tijekom jednog dana u manjem krugu, čiji je polumjer bio 25 m, 35 m, 45 m i 55 m, iznosi 66.75 sa standardnom devijacijom 27.15. Za taj je krug izračunata vrijednost medijana 67.5. Koeficijent varijacije, iako ima vrijednost gotovo dvostruko manju nego u slučaju Ck klopke, i ovdje ukazuje na veliku varijabilnost broja privučenih komaraca u šest klopki Kruga A tijekom osam dana uzorkovanja.

U dvanaest klopki iz Kruga B, čiji je polumjer bio 50 m, 70 m, 90 m i 110 m, prosječno je dnevno bilo privučeno 129.5 komaraca s prosječnim odstupanjem 29.57. Tijekom polovine dana u Krugu B bilo je privučeno 143.5 ili manje komaraca, odnosno 143.5 ili više komaraca. Koeficijent varijacije u ovom je slučaju imao najmanju vrijednost, ali ponovo implicira na veliku varijabilnost broja privučenih komaraca.

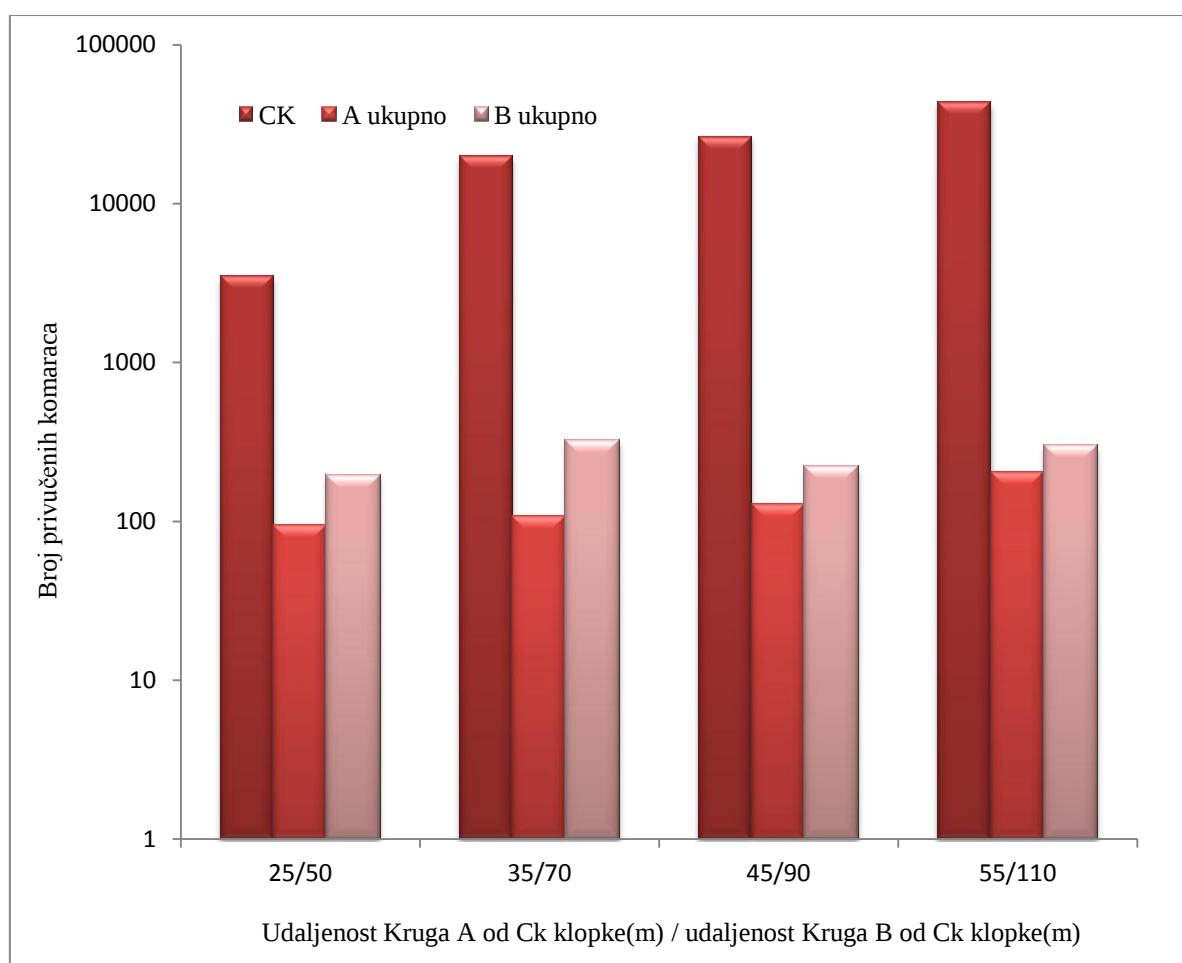
Sljedeća tablica sadrži zbirne podatke o broju privučenih komaraca u Ck klopku te u klopke Kruga A i B s obzirom na njihovu udaljenost od središta. U slučaju kada je udaljenost

klopki Kruga A od Ck iznosila 25 m, a klopki Kruga B 50 m, udio komaraca koji je privučen u Ck klopku bio je manji nego u ostalim slučajevima. Sukladno tome, postotak komaraca privučenih u klopama Kruga A i B tijekom prvog i drugog dana bio je veći nego tijekom ostalih dana uzorkovanja. Nešto je veći bio i postotak komaraca privučenih u dvanaest klopki Kruga B, kada je njihova udaljenost od središta iznosila 70 m.

Tablica 14. Broj privučenih komaraca u Ck klopki te u klopama Kruga A i B s obzirom na udaljenost od Ck

Klopka	1. i 2. dan	3. i 4. dan	5. i 6. dan	7. i 8. dan	Ukupno
	Udaljenost Kruga A od Ck klopke(m) / udaljenost Kruga B od Ck klopke(m)				
	25/50	35/70	45/90	55/110	
CK	3476	19697	26245	43105	92523
postotak stupca	92.35%	97.87%	98.69%	98.84%	
postotak reda	3.76%	21.29%	28.37%	46.59%	
A ukupno	94	107	129	204	534
postotak stupca	2.50%	0.53%	0.49%	0.47%	
postotak reda	17.60%	20.04%	24.16%	38.20%	
B ukupno	194	321	220	301	1036
postotak stupca	5.15%	1.60%	0.83%	0.69%	
postotak reda	18.73%	30.98%	21.24%	29.05%	
Ukupno	3764	20125	26594	43610	94093

Rezultati hi-kvadrat testa za ispitivanje nezavisnosti dva obilježja pokazuju da se može prihvatiti pretpostavka o postojanju ovisnosti između vrste klopke i njihovog smještaja, odnosno udaljenosti od središta ($\chi^2=965.058$, $p<0.001$) (sl. 49).



Slika 49. Broj privučenih komaraca u Ck klopki te u klopkama Kruga A i B s obzirom na udaljenost od Ck

U sljedećoj su tablici navedeni izabrani deskriptivni statistički pokazatelji izračunati na temelju broja privučenih komaraca u klopkama Kruga A kada je njihova udaljenost od središta, odnosno Ck klopke iznosila 25 m, 35 m, 45 m i 55 m. Dakle, za svaku od udaljenosti uzeta su u obzir dva dana tijekom kojih se polumjer kružnice nije mijenjao (tab. 15).

Tablica 15. Izabrani deskriptivni statistički pokazatelji koji se odnose na broj privučenih komaraca u klopama Kruga A kada su od Ck bile udaljene 25 m, 35 m, 45 m i 55 m

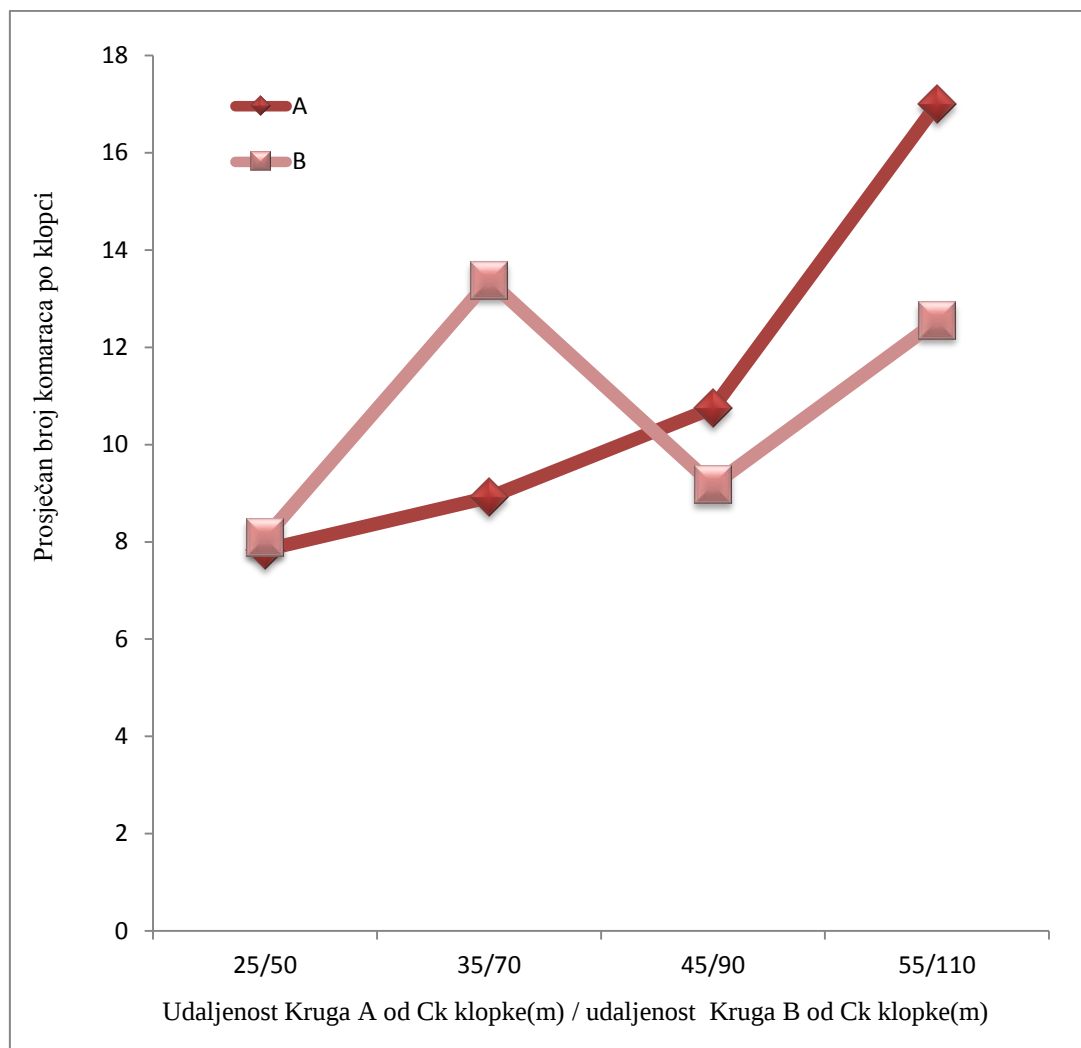
Statistički pokazatelj	Udaljenost klopki Kruga A od Ck klopke			
	25 m	35 m	45 m	55 m
Aritmetička sredina	7.83	8.92	10.75	17.00
Medijan	5.00	7.00	10.50	14.50
Minimalna vrijednost	0.00	2.00	0.00	1.00
Maksimalna vrijednost	34.00	32.00	24.00	66.00
Standardna devijacija	9.59	8.36	8.44	17.05
Koeficijent varijacije	122.43	93.77	78.55	100.27

Prosječan broj komaraca po klopci s povećanjem udaljenosti je rastao. No, ne smije se zanemariti činjenica i da se broj komaraca privučenih u Ck klopci također značajno povećavao tijekom vremena uzorkovanja. Kada je udaljenost klopki od središta iznosila 25 m, u prosjeku je u svaku klopku bilo uhvaćeno 7.83 komaraca. Nakon što je polumjer tijekom sedmog i osmog dana povećan na 55 m, prosječno je u svaku klopku Kruga A bilo uhvaćeno 17 komaraca. Medijan je u svim slučajevima imao manju vrijednost od aritmetičke sredine, no upućivao je na sličan zaključak. Koeficijenti varijacije u svim slučajevima ukazuje na vrlo veliku varijabilnost broja privučenih komaraca u klopama Kruga A.

Tablica 16. Izabrani deskriptivni statistički pokazatelji koji se odnose na broj privučenih komaraca u klopama Kruga B kada su od Ck bile udaljene 50 m, 70 m, 90 m i 110 m

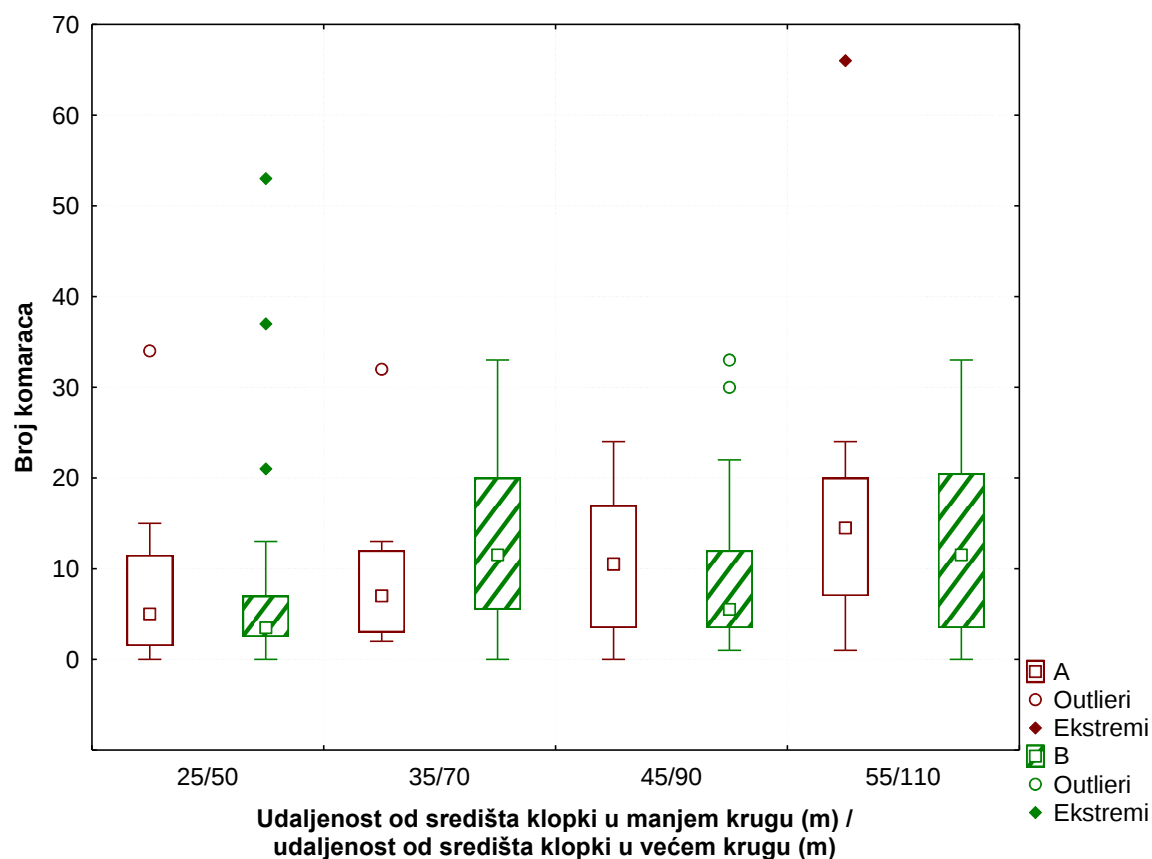
Statistički pokazatelj	Udaljenost klopki Kruga B od Ck klopke			
	50 m	70 m	90 m	110 m
Aritmetička sredina	8.08	13.38	9.17	12.54
Medijan	3.50	11.50	5.50	11.50
Minimalna vrijednost	0.00	0.00	1.00	0.00
Maksimalna vrijednost	53.00	33.00	33.00	33.00
Standardna devijacija	12.48	10.15	8.57	10.24
Koeficijent varijacije	154.34	75.89	93.49	81.62

Prosječan broj uhvaćenih komaraca po klopki Kruga B, nakon povećanja, zabilježio je smanjenje kada su klopke od Ck bile udaljene 90 m, a zatim ponovo rast. Odnos aritmetičkih sredina koje su izračunate za klopke Kruga A i B lako se uočava iz linijskog grafikona prikazanog slikom 50.



Slika 50. Prosječan broj komaraca po klopki u Krugu A i B određen na temelju zbirnih podataka

Slika 51 prikazuje Box and Whisker Plot dijagram varijabli definiranih kao broj privučenih komaraca u klopkama Kruga A i B tijekom osam dana uzorkovanja, odnosno kada su udaljenosti kružnica od središta iznosile 25/50 m, 35/70 m, 45/90 m i 55/110 m.



Slika 51. Box and Whisker Plot dijagrami varijabli definiranih kao broj privučenih komaraca u klopka Kruga A i B

Na temelju Box and Whisker Plot dijagrama može se zaključiti da više ekstremnih vrijednosti i netipičnih podataka (outliera) imaju razdiobe koje predstavljaju broj privučenih komaraca u klopka Kruga B.

Budući da je postojala samo jedna Ck klopka, a šest klopki Kruga A te dvanaest klopki Kruga B, u tablici 17 naveden je prosječan broj privučenih komaraca po klopki.

Tablica 17. Prosječan broj komaraca po klopki u krugu A i B

Klopka	1. dan	2. dan	3. dan	4. dan	5. dan	6. dan	7. dan	8. dan
	Udaljenost Kruga A od Ck klopke(m) / udaljenost Kruga B od Ck klopke(m)							
	25/50	25/50	35/70	35/70	45/90	45/90	55/110	55/110
A	11.83	3.83	7.17	10.67	12.17	9.33	17.50	16.50
B	11.83	4.33	14.67	12.08	8.83	9.50	12.25	12.83

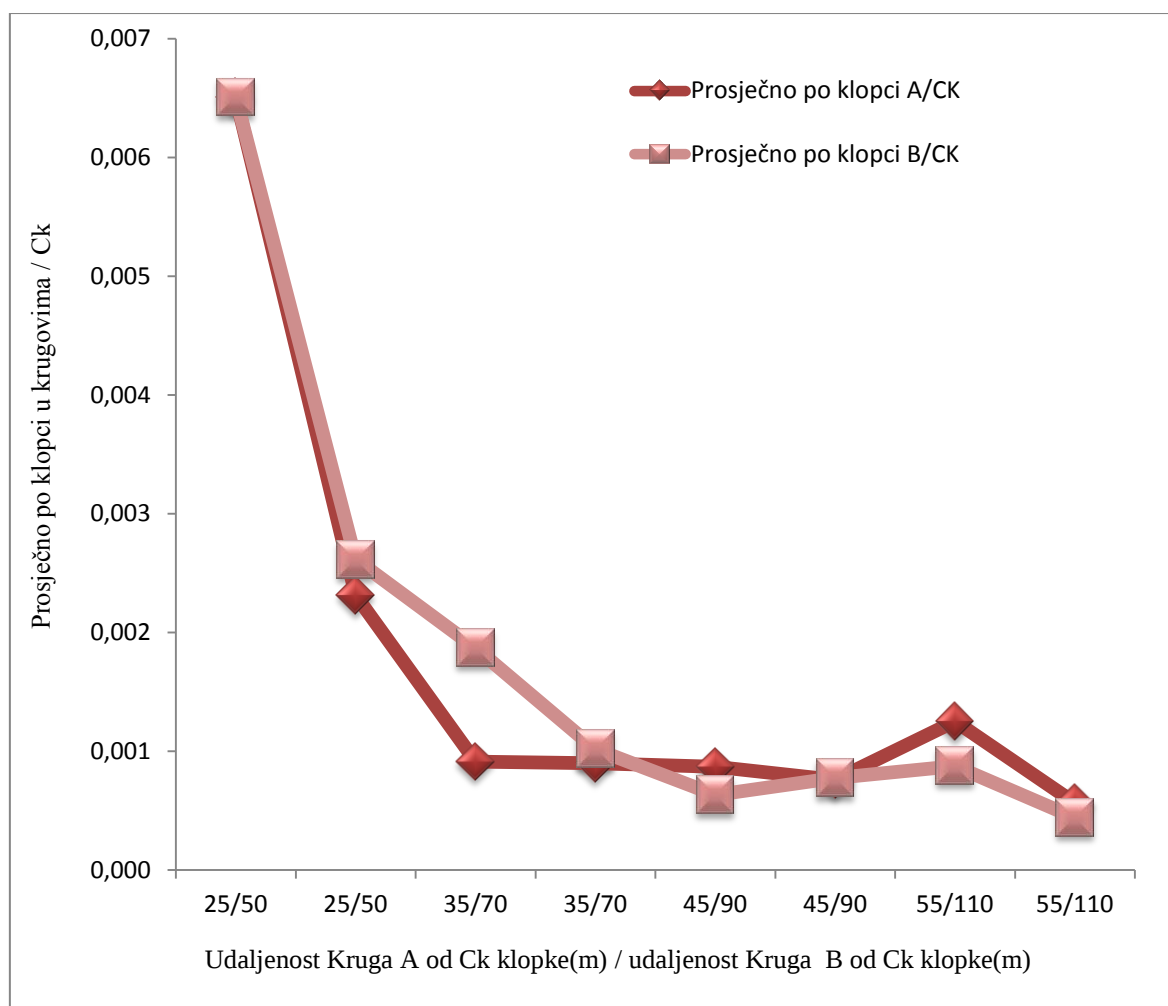
Kako je ranije istaknuto, polumjer kružnica prilikom uzorkovanja povećavao se sve dok je prosječan broj uhvaćenih komaraca po klopki u Krug A bio manji od njihovog prosječnog broja po klopki u Krug B.

Broj privučenih komaraca tijekom osam dana provođenja uzorkovanja značajno je varirao. Kako bi se korektno kvantificirao utjecaj atraktanta, odnosno utvrdila udaljenost na kojoj suhi led privlači komarce, potrebno je uzeti u obzir broj svih komaraca privučenih u Ck klopki tijekom određenog dana. Zbog toga je izračunato koliko komaraca prosječno privučeno po klopki u Krugu A i B dolazi na jednog komarca privučenog atraktantom u Ck klopki (tab. 18).

Tablica 18. Odnos prosječnog broja privučenih komaraca po klopki u krugu A i B te broja komaraca privučenih Ck klopkom

Odnos	1. dan	2. dan	3. dan	4. dan	5. dan	6. dan	7. dan	8. dan
	udaljenost Kruga A od Ck klopke(m) / udaljenost Kruga B od Ck klopke(m)							
	25/50	25/50	35/70	35/70	45/90	45/90	55/110	55/110
Prosječno po klopki Kruga A/ CK	0.0065	0.0023	0.0009	0.0009	0.0009	0.0008	0.0013	0.0006
Prosječno po klopki Kruga B/ CK	0.0065	0.0026	0.0019	0.0010	0.0006	0.0008	0.0009	0.0004

Na ovaj način iskazan odnos privučenih komaraca u klopka Kruga A i B te u Ck klopki pokazuje da je najviše komaraca bilo privučeno suhim ledom kada su klopke Kruga A i B bile postavljene na udaljenosti 25 m, odnosno 50 m od Ck. S povećanjem polumjera kružnica vrijednost koja reprezentira promatrani relativni odnos se smanjivala. Najmanja vrijednost za obje klopke zabilježena je posljednjeg, osmog dana provođenja eksperimenta kada je polumjer manje kružnice iznosio 55 m, a veće 110 m (sl. 52).



Slika 52. Odnos prosječnog broja privučenih komaraca po klopki u Krugu A i B te broja komaraca privučenih Ck klopkom

S ciljem ispitivanja povezanosti broja privučenih komaraca u klopkama Kruga A i B izračunati su Pearsonovi koeficijenti korelacije te je testirana njihova statistička značajnost (tab. 19). Pri tumačenju izračunatih koeficijenata korelacije ne smije se zanemariti činjenica da su se pojedini parametri tijekom provođenja eksperimenta mijenjali.

Prosječna je potrošnja suhog leda iznosila 8162.5 g, sa standardnom devijacijom 392.56 g. Prema koeficijentu varijacije, čija je vrijednost u ovom slučaju 4.81%, može se zaključiti da razdiobu potrošnje suhog leda po danima karakterizira mala varijabilnost podataka. Najveća potrošnja suhog leda zabilježena je petog i sedmog dana uzorkovanja, dok je najmanje suhog leda utrošeno prvog i trećeg dana. Utrošak suhog leda kretao se od 7700g do 8700 ga u periodu od 24h, što je prosječna emisija ugljičnog dioksida od 0.08 g/s do 0.1 g/s.

U nastojanju da se utvrde čimbenici koji mogu utjecati na broj uhvaćenih komaraca, odnosno na djelovanje pojedinog atraktanta, tijekom provođenja eksperimenta bilježeni su sljedeći meteorološki pokazatelji: temperatura, vlažnost zraka, tlak, brzina vjetra i smjer vjetra.

Prosječne vrijednosti meteoroloških parametara su: temperatura 20.61°C, vlažnost zraka 58.14%, tlak zraka 1009.14 hPa, brzina vjetra prosječno je iznosila 2.75 m/s. Tijekom vremena uzorkovanja prevladavao je zapadni vjetar (tab. 21).

Tablica 21. Pearsonovi koeficijenti korelacije s *p*-vrijednostima dobivenim pri testiranju hipoteze o njihovoj statističkoj značajnosti

Meteorološki pokazatelj	Klopka		
	CK	A ukupno	B ukupno
Temperatura	0.095 <i>p</i> =0.822	-0.073 <i>p</i> =0.863	-0.175 <i>p</i> =0.678
Vlažnost zraka	0.340 <i>p</i> =0.410	0.630 <i>p</i> =0.094	0.536 <i>p</i> =0.171
Tlak	-0.371 <i>p</i> =0.366	-0.028 <i>p</i> =0.948	0.201 <i>p</i> =0.633
Brzina vjetra	0.745 <i>p</i> =0.034	0.619 <i>p</i> =0.102	0.587 <i>p</i> =0.126

Rezultati su pokazali da jedino između broja komaraca uhvaćenih u Ck klopku i brzine vjetra postoji statistički značajna, jača pozitivna korelacija. U svim ostalim slučajevima izračunati koeficijenti korelacije nisu bili statistički značajni.

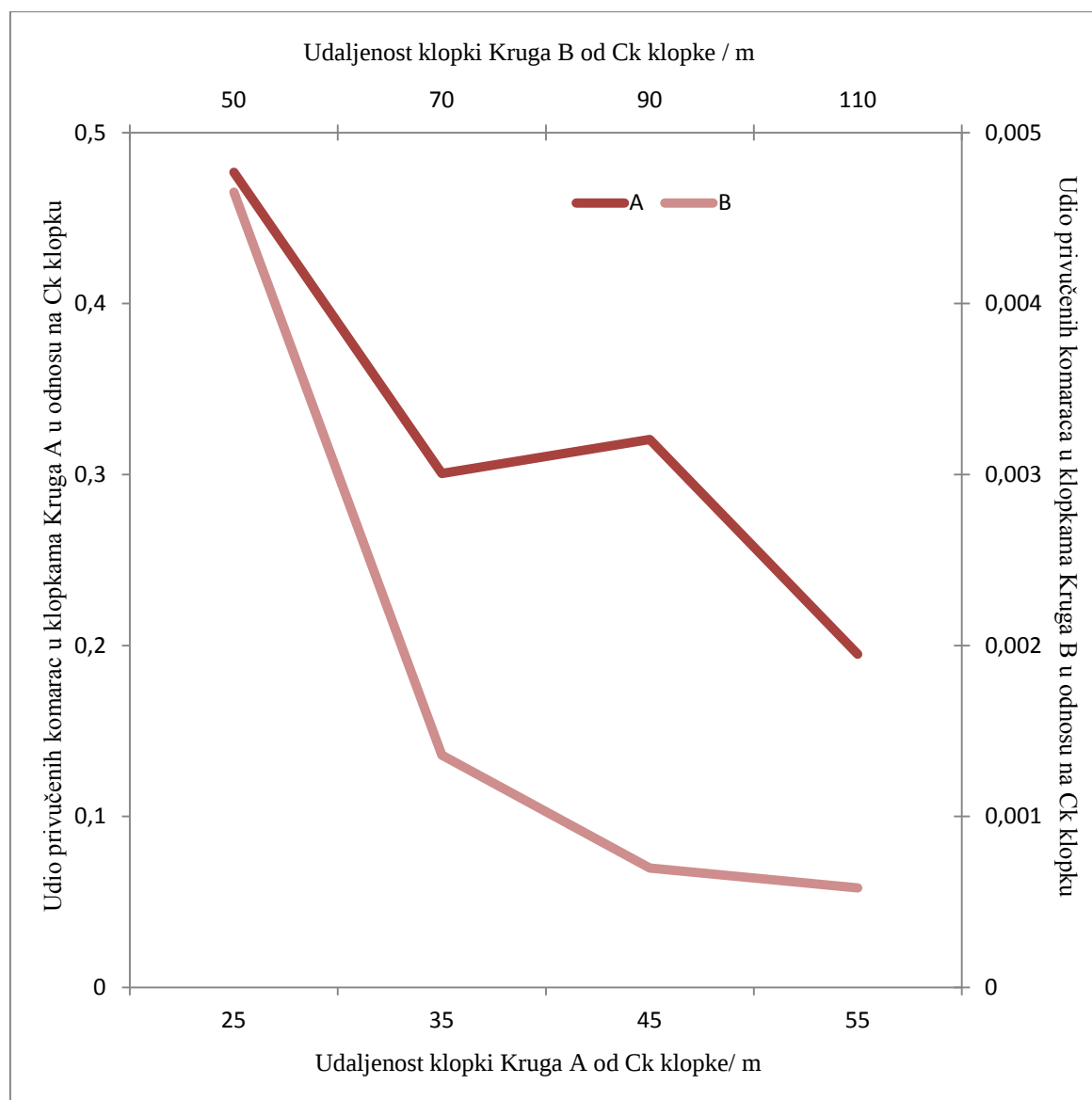
Tablica 22. Udio ukupno privučenih vrsta komaraca po klopci u Krugu A i B te broja komaraca privučenih Ck klopkom

vrste/udio	25/ 50				35/ 70				45/ 90				55/ 110			
	Ck	A	B	Σ	Ck	A	B	Σ	Ck	A	B	Σ	Ck	A	B	Σ
<i>Ae. vexans</i>	0,24	0,29	0,21	0,24	0,41	0,6	0,54	0,41	0,65	0,8	0,79	0,65	0,47	0,57	0,59	0,47
<i>Oc. sticticus</i>	0,74	0,69	0,79	0,74	0,59	0,37	0,45	0,58	0,35	0,16	0,19	0,35	0,53	0,38	0,38	0,53
<i>Oc. caspius</i>	0,02			0,02	<0,01		<0,01	<0,01	<0,01		<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,02	<0,01
<i>An. hyrcanus</i>			0,01	<0,01												
<i>Cq. richiardii</i>	<0,01			<0,01			<0,01	<0,01					<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
<i>An. claviger</i>						0,01		<0,01								
<i>Cx. modestus</i>						0,01		<0,01								
<i>An. messeae</i>											<0,01	<0,01				
<i>An. plumbeus</i>										0,04	0,01	<0,01				
<i>Cx. pipens</i> k.													<0,01	0,01		<0,01
<i>Ae. cinereus</i>						0,01		<0,01								
<i>Ae. rossicus</i>		0,02		<0,01	<0,01			<0,01					<0,01	0,02	0,01	<0,01

Udjeli privučenih komaraca uvelike su se razlikovali tijekom vremena uzorkovanja. Promatrani udjeli odnose se na dvije vrste od ukupno privučenih vrsta komaraca. Jedinke vrste *Oc. sticticus* bile su zastupljene u većem broju tijekom cijelog perioda uzorkovanja osim tijekom petog i šestog dana uzorkovanja. U periodu kada su jedinke vrste *Oc. sticticus* bile u laganom opadanju, vrsta *Ae. vexans* pokazala je svoj maksimum i to upravo tijekom petog i šestog dana uzorkovanja.

Omjeri privučenih komaraca vrste *Ae. vexans* i *Oc. sticticus* mijenjali su se tijekom uzorkovanja. Na udaljenostima Krugova A i B 25/50; 35/70; 55/110 m od Ck klopke omjer privučenih komaraca vrste *Oc. sticticus* bio je značajno veći (0,74; 0,58; 0,53) u odnosu na omjer privučenih komaraca vrste *Ae. vexans* (0.24; 0.41; 0.47). Pri radijusu Krugova A i B 45/90 m od Ck klopke, omjer vrste *Oc. sticticus* (0.35) smanjio se u korist jedinki vrste *Ae. vexans* (0,65). Pri tom radijusu, vrste *Oc. caspius*, *An. messeae* i *An. plumbeus* imali su najmanji omjer (0.01) gledajući cijelo vrijeme uzorkovanja (tab. 22).

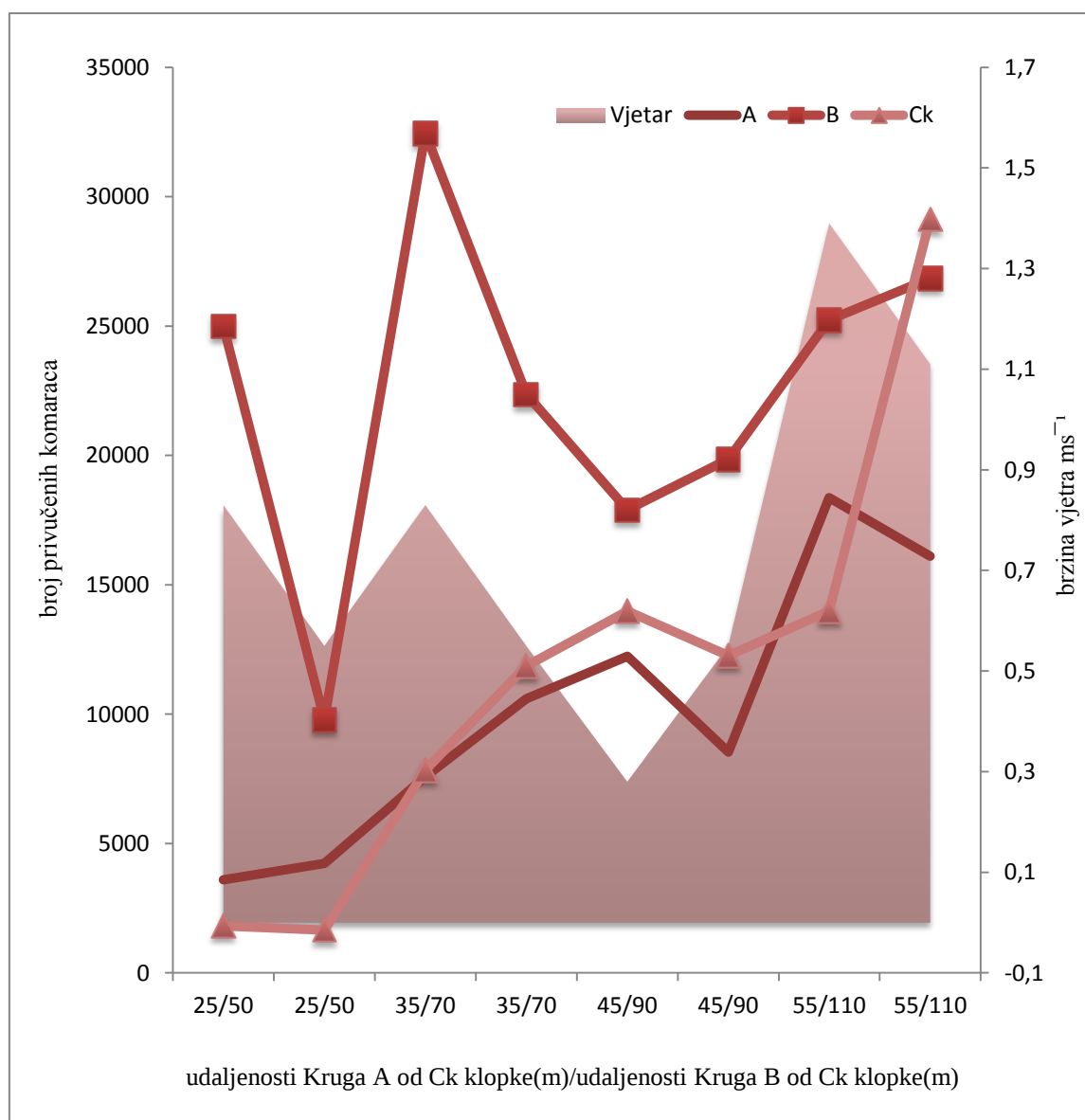
Udio privučenih komaraca u Ck klopki i klopkama Kruga A i B opadao je povećanjem radijusa između njih. Udio privučenih komaraca u klopkama Kruga A opadao je linearno s povećanjem udaljenosti od 10 m od Ck klopke. Manje povećanje udjela privučenih komaraca u klopkama Kruga A uočava se pri radijusu od 45m od Ck klopke, nakon čega dolazi do ponovnog smanjenja udjela privučenih komaraca kada se radijus klopki Kruga A poveća na 55m od Ck klopke. Udio privučenih komaraca u klopkama Kruga B linearno opada s povećanjem radijusa između Kruga B i Ck klopke. Pri radijusu klopki Kruga B od 90m od Ck klopke, uočava se značajno povećanje udjela privučenih komaraca. Daljnjim povećanjem udaljenosti na 110m klopki Kruga B od Ck klopke, sa značajnim povećanjem brzine vjetra, udio privučenih komaraca na toj udaljenosti značajno opada. Ovakva situacija ukazuje na činjenicu kako je udaljenost od 110m klopki Kruga B od Ck klopke prevelika za suhi led, što bi značilo da pri toj udaljenosti suhi led ne pokazuje više atraktivna svojstva na komarce. Prema priloženim podacima, utvrđeno je kako je maksimalni radijus raspršenja suhog leda kao atraktanata s kojeg se mogu privući komarci iz neposredne blizine između 55 i 70m od izvora atraktanata, uz povoljnu brzinu vjetra (sl. 54).



Slika 54. Udio privučenih komaraca u klopkama Kruga A i B u odnosu na Ck klopku

U nastojanju da se potvrdi učinak vjetra na raspršenje atraktanata i njegov doprinos na povećanje maksimalnog radijusa širenja atraktanta, napravljena je korelacija između ukupnog broja privučenih dominantnih vrsta komaraca (*Ae. vexans* i *Oc. sticticus*) u klopkama Kruga A i B, za svaki dan, s različitim radijusima od Ck klopke. Kao što je prikazano na slici 55, broj komaraca privučen u klopkama Kruga B izravno je ovisan o brzini vjetra. S druge strane, broj privučenih komaraca u klopkama Kruga A u većini slučajeva bio je obrnuto proporcionalan brzini vjetra. Tijekom petog i šestog dana uzorkovanja, pri radijusima Krugova A i B od 45/90m i brzini vjetra od 0,99 m/s, dolazi do opadanje broja privučenih komaraca u klopkama

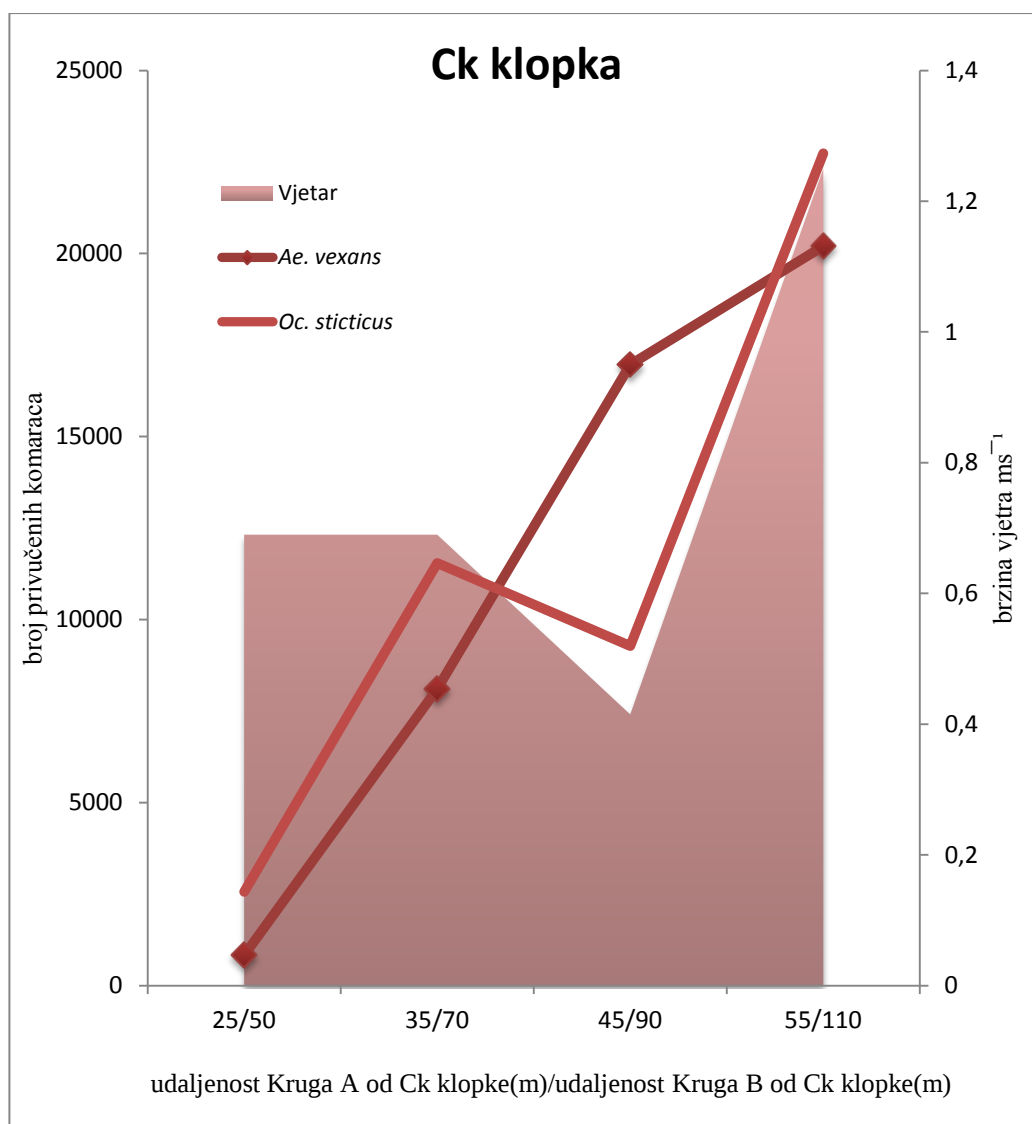
Kruga A, ali do povećanja broja privučenih komaraca u klopama Kruga B. Tijekom sedmog i osmog dana uzorkovanja, dolazi do značajnog povećanja brzine vjetra, koji značajno utječe na privlačenje komaraca kako u klopama Kruga A, tako i u klopama Kruga B, što ukazuje na činjenicu kako brzina vjetra ima značajan utjecaj na raspršenje atraktanta.



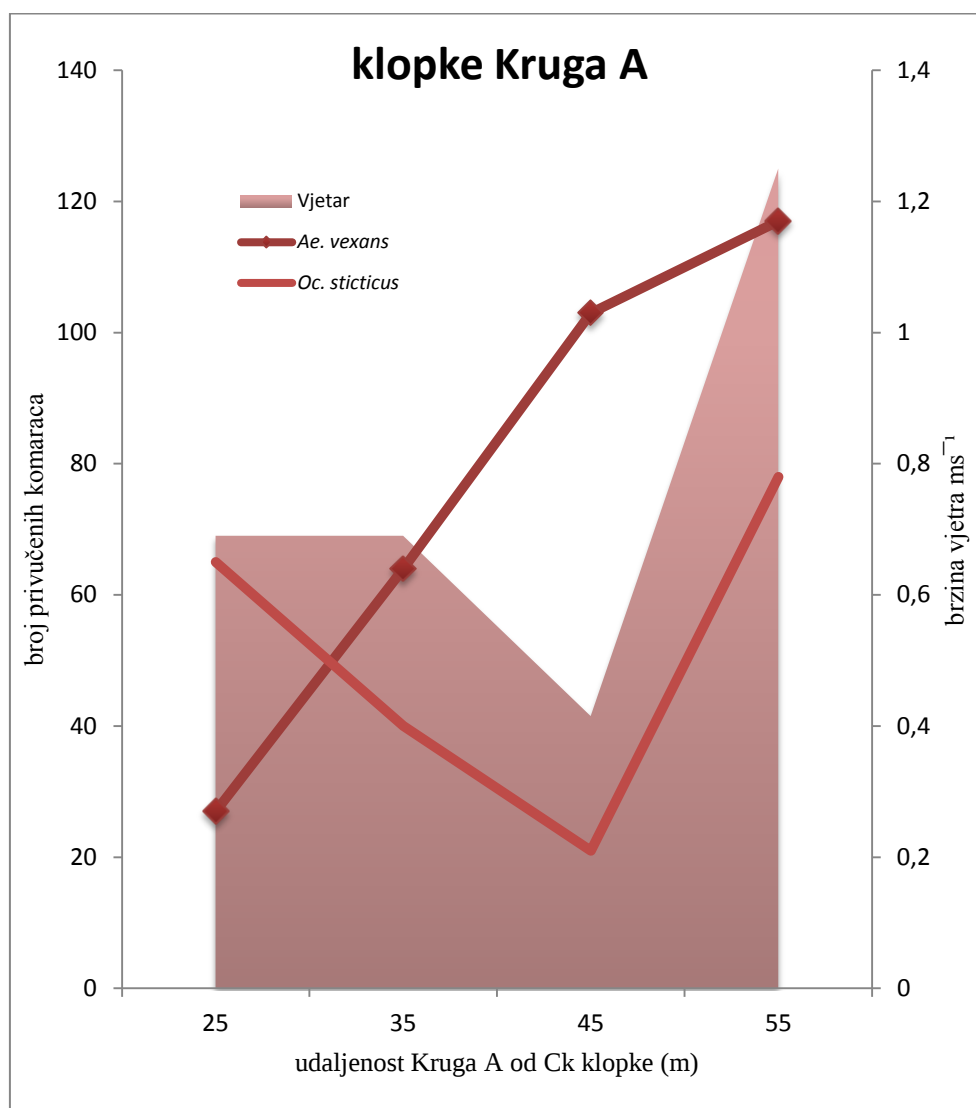
Slika 55. Broj privučenih komaraca u klopama Kruga A i B pri različitim radijusima od Ck klopke, te utjecaj brzine vjetra na privlačenje komaraca

Odnos između broja privučenih vrsta komaraca (*Ae. vexans* i *Oc. sticticus*), razlikovao se tijekom vremena uzorkovanja. Iz tablice 22, jasno se uočava kako je udio privučenih komaraca vrste *Oc. sticticus* na početku uzorkovanja bio veći (0.74) od udjela privučenih komaraca vrste *Ae. vexans* (0.24). Pri manjim udaljenostima klopki Kruga A i B od Ck klopke (25/50; 35/70m) uočava se veći udio privučenih komaraca vrste *Oc. sticticus* nego vrste *Ae. vexans*. Povećanjem radijusa između klopki Kruga A i B u odnosu na Ck klopku dolazi do većeg privlačenja u korist vrste *Ae. vexans*. Daljnjim povećanjem udaljenosti između klopki Krugova A i B od Ck klopke (55/110m) odnos udjela između vrsta *Ae. vexans* i *Oc. sticticus* ima slične vrijednosti kao na početku uzorkovanja, što znači da je vrsta *Oc. sticticus* bila više zastupljena u klopka.

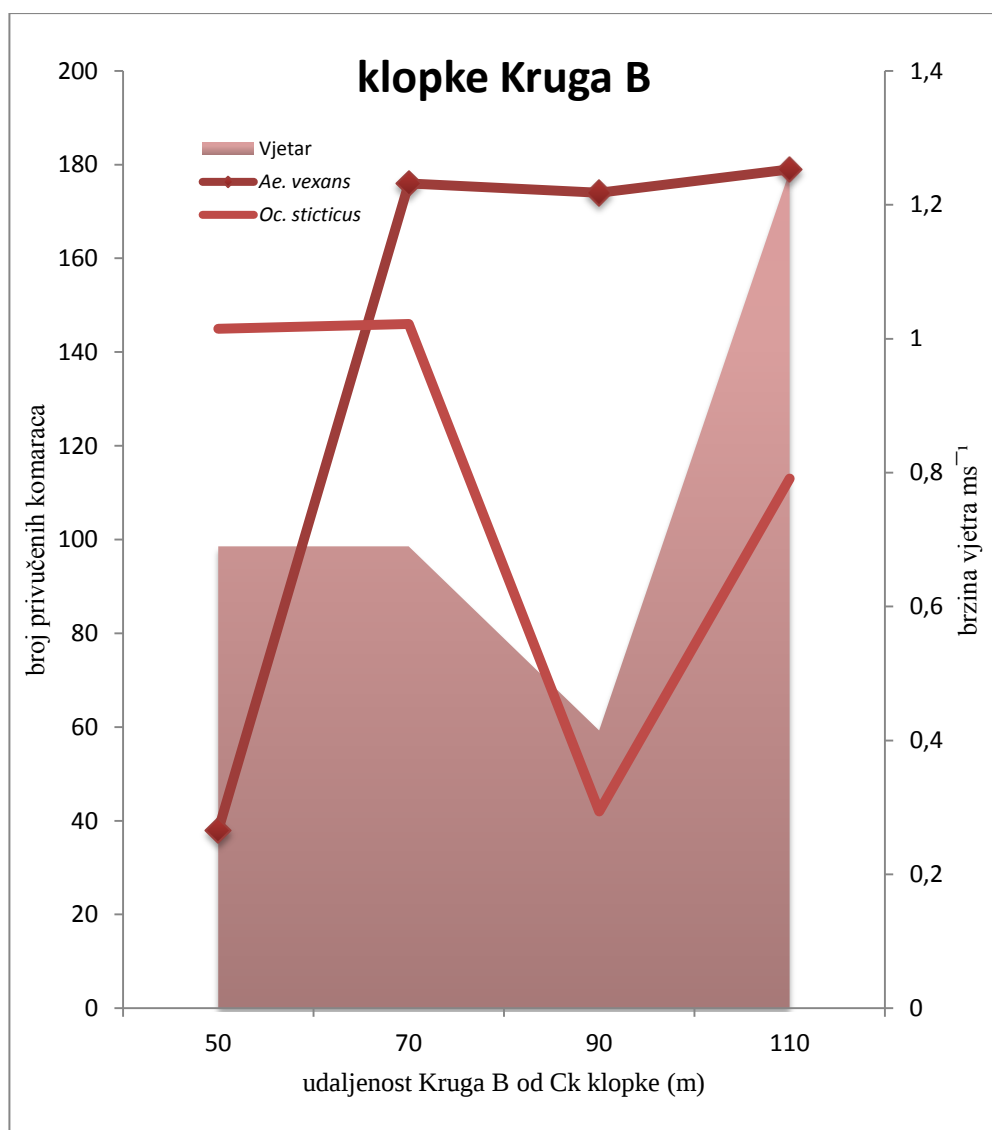
Uzme li se u obzir razlika između broja privučenih jedinki komaraca u Ck klopki i klopka Kruga A i B, potrebno ih je usporediti s brzinom vjetra kako bi utvrdio senzibilitet vrsta na maksimalno raspršenje atraktanta u ovom slučaju suhog leda. Iz slika 56-58, uočava se pozitivna korelacija vrste *Oc. sticticus* s brzinom vjetra kako u Ck klopki tako i u klopka Kruga A i B. Za razliku od nje, vrsta *Ae. vexans* u većini slučajeva bila je obrnuto proporcionalna s brzinom vjetra.



Slika 56. Broj privučenih komaraca vrste *Ae. vexans* i *Oc. sticticus* u Ck klopki s obzirom na brzinu vjetra

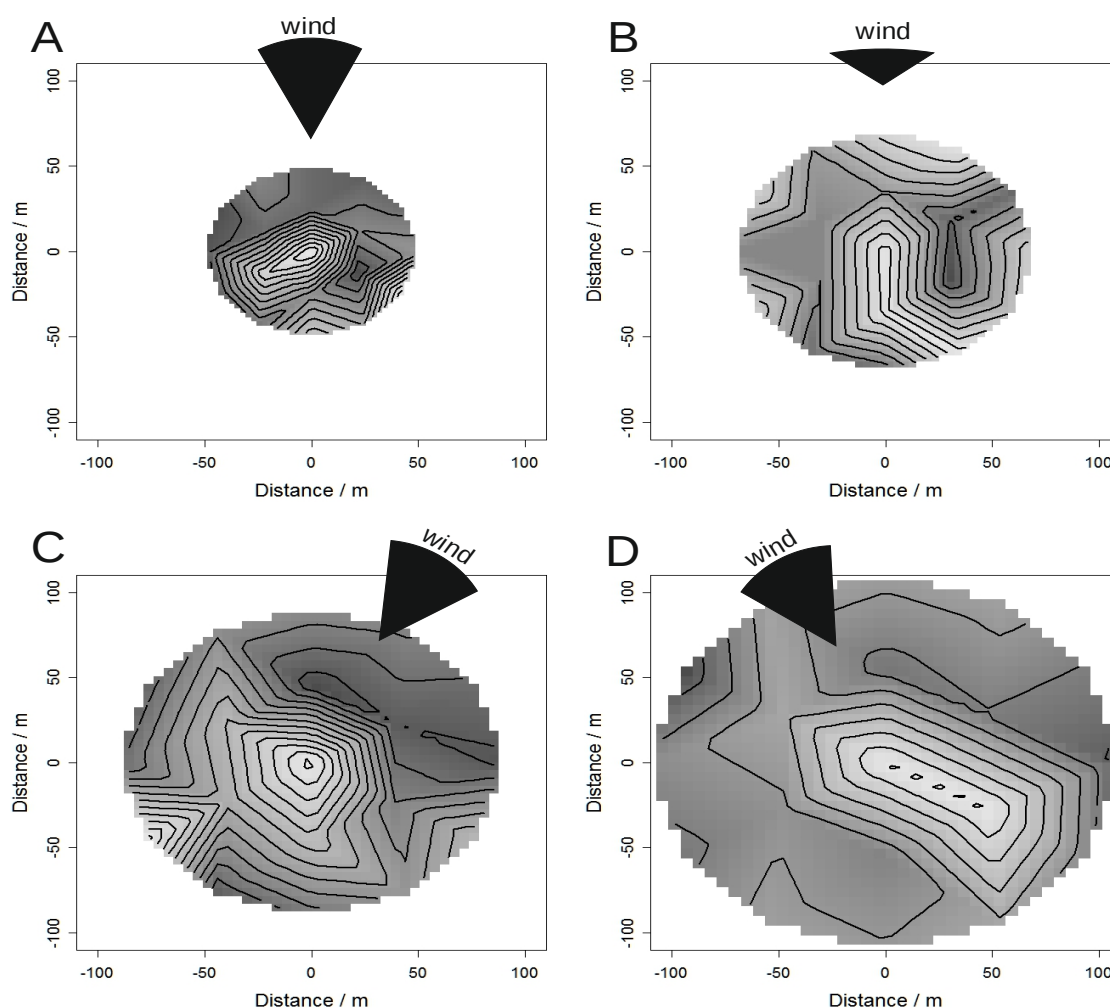


Slika 57. Broj privučenih komaraca vrste *Ae. vexans* i *Oc. sticticus* u klopkama Kruga A s obzirom na brzinu vjetra



Slika 58. Broj privučenih komaraca vrste *Ae. vexans* i *Oc. sticticus* u klopkama Kruga B s obzirom na brzinu vjetra

Prema prostornom modelu (sl. 59) uočavaju se značajne promijene u gustoćama privučenih komaraca na različitim udaljenostima od Ck klopke koja je imala atraktant, s obzirom na smjer i brzinu vjetra. Naime, rezultati su pokazali veću gustoću privučenih komaraca u pravcu vjetra. Vjetar smanjene brzine, u radijusu od 35/70m (sl. 59B), pokazala je jednaku distribuciju gustoće privučenih komaraca oko Ck klopke. Međutim, gustoća privučenih komaraca u radijusu od 45/90m (sl. 59C) ukazuje na različitu gustoću oko Ck klopke i ovisna je o brzini i smjeru vjetra. Gustoća privučenih komaraca, koja se uočava na radijusu od 90m od Ck klopke, može biti uvjetovana isključivo raznošenjem određene količine atraktanta uz pomoć vjetra, koja će privlačiti komarce. Pri radijusu od 55/110m sa većim brzinama vjetra, gustoća uhvaćenih komaraca u klopama Kruga A veća je nego u klopama Kruga B (sl. 59D) što dovodi do zaključka kako pri radijus od 110m od Ck klopke, komarci nisu privučeni atraktantom postavljenim uz Ck klopku.



Slika 59. Prostorni raspored privučenih komaraca s obzirom na brzinu i smjer vjetra pri različitim udaljenostima klopki Kruga A i B od Ck klopke. **A.)** 25/50; **B.)** 35/70; **C.)** 45/90; **D.)** 55/110

5.4.1. Razlike u učinkovitosti atraktanata s obzirom na istu količinu atraktanta

Terenska istraživanja provodila su se u šumskom staništu na području Kopačkoga rita za vrijeme najveće aktivnosti komaraca na tom području. Dizajn eksperimenta izgledao je i izvodio se na isti način ako što je objašnjeno i za suhi led kojem se određivao maksimalni domet raspršenja. U Ck klopku se osim suhog leda, stavljao aceton, amonijak i oktenol. Uzorkovanje sa suhim ledom provodilo se tijekom osam dana, a s ostalim atraktantima tijekom šest dana.

Tablica 23 sadrži podatke o broju komaraca koji su bili privučeni Ck klopkom kada je kao atraktant korišten suhi led, aceton, NH_4OH i oktenol

Tablica 23. Podaci o broju uhvaćenih komaraca u Ck klopki kada je kao atraktant korišten suhi led, aceton, NH_4OH i oktenol

Dan provođenja eksperimenta	Atraktant			
	CO_2	A	NH_4OH	O
1. dan	1819	24	1	11
2. dan	1657	3	9	5
3. dan	7840	6	2	13
4. dan	11857	4	9	3
5. dan	13980	3	8	15
6. dan	12265	1	2	9
7. dan	13980	-	-	-
8. dan	29125	-	-	-

CO_2 -suhi led; A-aceton; NH_4OH -amonijak; O-oktenol

Nedvojbeno je najviše komaraca privukao suhi led. Ostali su atraktanti privukli bitno manji broj komaraca. No, tijekom uzorkovanja bila je i potrošena bitno veća količina suhog leda nego ostalih atraktanata. Podaci o potrošnji atraktanta navedeni su u sljedećoj tablici (tab. 24).

Tablica 24. Podaci o potrošnji atraktanata

Dan provođenja eksperimenta	Potrošnja atraktanta (g)			
	CO ₂	A	NH ₄ OH	O
1. dan	7700	35.26	37.819	0.7931
2. dan	8000	30.65	21.514	0.4148
3. dan	7700	39.55	30.313	0.3657
4. dan	8000	53.06	24.149	0.2477
5. dan	8700	61.74	32.126	0.8173
6. dan	8200	54.54	21.126	0.3267
7. dan	8700	-	-	-
8. dan	8300	-	-	-

CO₂-suhi led; A-aceton; NH₄OH-amonijak; O-oktenol

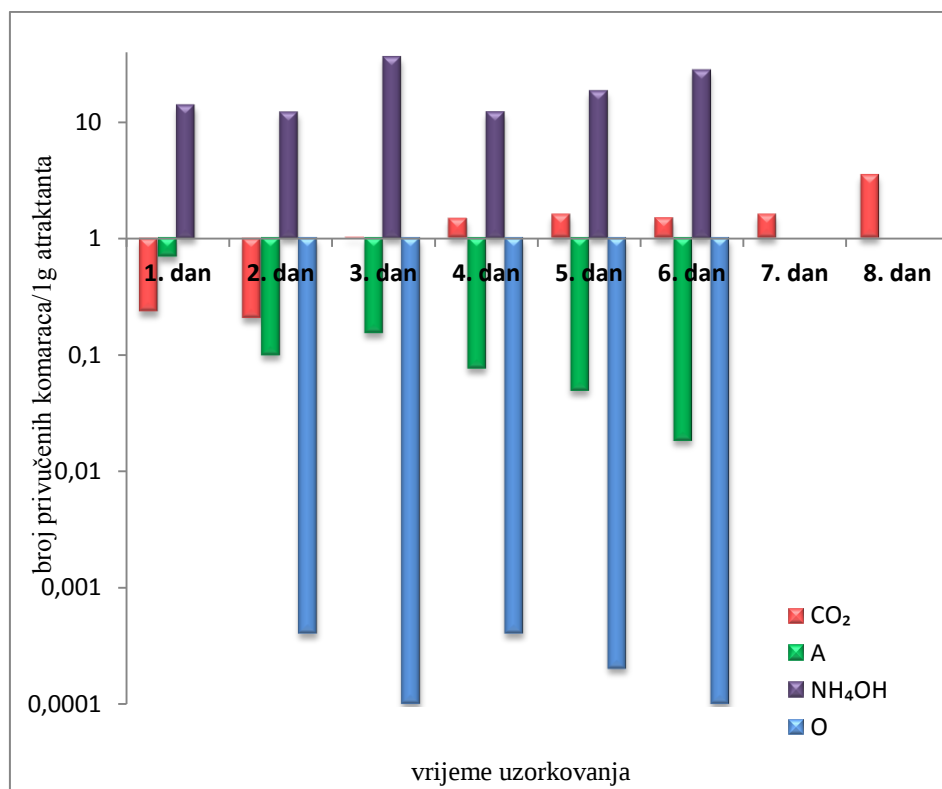
S ciljem korektnog determiniranja utjecaja pojedinog atraktanta bilo je potrebno utvrditi koliko privučenih komaraca u Ck klopici dolazi na 1 g potrošenog atraktanta. Dobiveni rezultati navedeni su u sljedećoj tablici:

Tablica 25. Broj privučenih komaraca u Ck klopici / 1 g utrošenog atraktanta

Dan provođenja eksperimenta	Atraktant			
	CO ₂	A	NH ₄ OH	O
1. dan	0.2362	0.6807	0.0000	13.8696
2. dan	0.2071	0.0979	0.0004	12.0540
3. dan	1.0182	0.1517	0.0001	35.5483
4. dan	1.4821	0.0754	0.0004	12.1114
5. dan	1.6069	0.0486	0.0002	18.3531
6. dan	1.4957	0.0183	0.0001	27.5482
7. dan	1.6069	-	-	-
8. dan	3.5090	-	-	-

CO₂-suhi led; A-aceton; NH₄OH-amonijak; O-oktenol

Odnos broja privučenih komaraca po 1 g potrošenog atraktanta prikazan je slikom 60. Iz slike se jasno uočava da je najveći broj komaraca po gramu atraktanta privukao oktenol. Nakon njega, po učinkovitosti slijedi suhi led. Prema rezultatima istraživanja, najmanje su po gramu potrošenog atraktanta komarce privukli aceton i NH₄OH.



CO₂-suhi led; A-aceton; NH₄OH-amonijak; O-oktenol

Slika 60. Broj privučenih komaraca po 1g potrošenog atraktanta

U tablici 26 navedeni su izabrani pokazatelji deskriptivne statistike koji su izračunati na temelju analiziranih odnosa. Oktenol je u prosjeku dnevno, po utrošenom gramu, privukao u Ck klopku 19.9141 komarca, sa standardnom devijacijom 9.6368. Vrijednost medijana, kada je kao atraktant korišten oktenol, bila je nešto manja te je iznosila 16.1114. Koeficijent varijacije koji se odnosi na taj atraktant ukazuje na veliku disperziju vrijednosti.

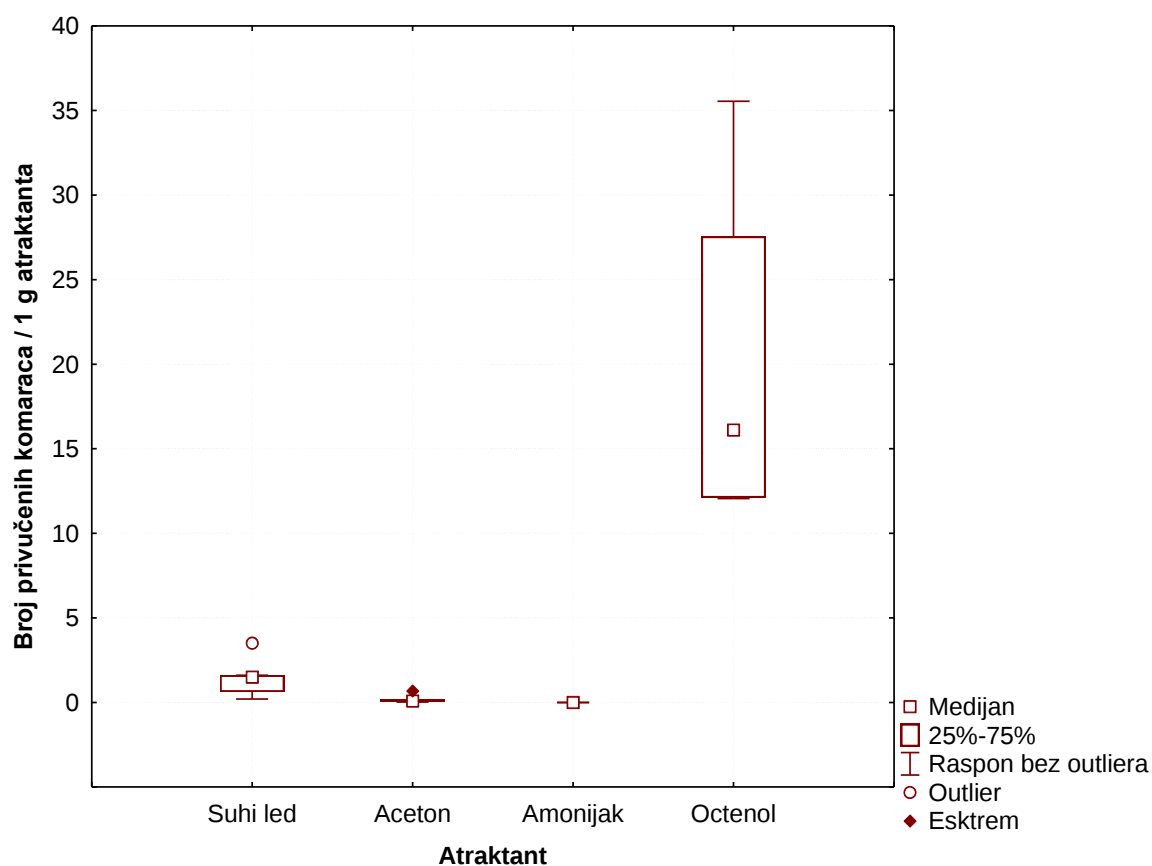
Tablica 26. Izabrani deskriptivni statistički pokazatelji koji se odnose na broj uhvaćenih komaraca po gramu potrošenog atraktanta

Statistički pokazatelj	Atraktant			
	CO ₂	A	NH ₄ OH	O
Aritmetička sredina	1.3953	0.1788	0.0002	19.9141
Medijan	1.4889	0.0866	0.0002	16.1114
Minimalna vrijednost	0.2071	0.0183	0.0000	12.0540
Maksimalna vrijednost	3.5090	0.6807	0.0004	35.5483
Standardna devijacija	1.0332	0.2500	0.0002	9.6368
Koeficijent varijacije	74.0495	139.8621	81.5086	48.3919

CO₂-suhi led; A-aceton; NH₄OH-amonijak; O-oktenol

Iako je suhi led privlačio ukupno najviše komaraca tijekom uzorkovanja, uzme li se u obzir utrošena količina atraktanta, njegova učinkovitost bitno je manja. Naime, suhi led je u prosjeku dnevno, po utrošenom gramu, privukao u Ck klopku 1.3953 komaraca, sa standardnom devijacijom 1.0332. Vrijednost medijana u ovom je slučaju nešto veća i iznosi 1.4889. Koeficijent varijacije koji je izračunat za ovaj atraktant ukazuje na veliku disperziju vrijednosti.

Aceton i NH_4OH privlačili su u Ck klopku bitno manje komaraca od ostalih atraktanata, što se očituje i u izračunatim vrijednostima aritmetičkih sredina i medijana. Za dvije varijable koje se odnose na ove atraktante izračunata je i najveća vrijednost koeficijenata varijacije.



Slika 61. Box i Whisker Plot dijagrami varijabli definiranih kao broj uhvaćenih komaraca u centralnoj klopki po gramu utrošenog atraktanta

I Box i Whisker Plot dijagrami ukazuju na najbolju učinkovitost oktenola kao atraktanta, s obzirom na njegovu potrošnju. Ta razdioba nije imala netipičnih i ekstremnih vrijednosti. Razdioba koja predstavlja broj dnevno privučenih komaraca u Ck klopici po gramu utrošenog acetona imala je jednu ekstremnu vrijednost.

Kako bi se ispitalo jesu li uočene razlike statistički značajne bilo je potrebno provesti testiranje normalnosti analiziranih razdioba. Tablica 27 sadrži rezultate testa Kolmogorov-Smirnova, s Lillieforsovom korekcijom signifikantnosti, i testa Shapiro-Wilka.

Tablica 27. Rezultati testiranja normalnosti analiziranih distribucija pomoću testa Kolmogorov-Smirnova, s Lillieforsovom korekcijom signifikantnosti, i testa Shapiro-Wilka

Atraktant	Test Kolmogorov-Smirnova		Test Shapiro-Wilka	
	<i>D</i>	<i>p</i>	<i>W</i>	<i>p</i>
CO ₂	0.270	0.041	0.860	0.121
A	0.376	0.008	0.668	0.003
NH ₄ OH	0.225	0.200	0.876	0.252
O	0.235	0.200	0.847	0.150

CO₂-suhi led; A-aceton; NH₄OH-amonijak; O-oktenol

Rezultati oba testa pokazuju da se u slučaju acetona ne može prihvatiti pretpostavka o normalnosti razdioba. Za razliku od testa Kolmogorov-Smirnova, test Shapiro-Wilka, koji se smatra snažnijim testom, pokazuje da se može prihvatiti hipoteza da je razdioba koja predstavlja broj uhvaćenih komaraca po gramu potrošenog atraktanta, kada je za privlačenje komaraca korišten suhi led, normalno distribuirana.

Parametarski t-test pretpostavlja da su razdiobe normalno distribuirane, dok se neparametarski Mann-Whitneyev test ne temelji na takvoj pretpostavci. Sukladno tome, u ispitivanju statističkih značajnosti razlika t-test je primijenjen samo u slučaju kada je normalnost obje analizirane razdiobe potvrđena pomoću testa Shapiro-Wilka. Kako bi se utvrdilo koji je oblik t-testa adekvatan, bilo je potrebno prije njegove primjene pomoću Leveneovog testa ispitati zadovoljenje pretpostavke o jednakosti (homogenosti) varijanci populacija iz kojih su izabrani uzorci.

Prema Mann-Whitneyevom testu može se prihvatiti pretpostavka da između suhog leda i acetona postoji statistički značajna razlika u broju dnevno privučenih komaraca po gramu potrošenog atraktanta ($Z=2.779$, $p=0.005$).

Prema t-testu uz pretpostavku nejednakih varijanci (rezultati Leveneovog testa jednakosti varijanci: $F=5.071$, $p=0.044$) može se prihvatiti pretpostavka da između suhog

leda i NH_4OH postoji statistički značajna razlika u prosječnom broju dnevno privučenih komaraca po gramu potrošenog atraktanta ($t = 3.819$, $p = 0.007$).

Prema t-testu uz pretpostavku nejednakih varijanci (rezultati Leveneovog testa jednakosti varijanci: $F = 19.218$, $p = 0.001$) može se prihvatiti pretpostavka da između suhog leda i oktenola postoji statistički značajna razlika u prosječnom broju dnevno privučenih komaraca po gramu potrošenog atraktanta ($t = -4.687$, $p = 0.005$).

Prema Mann-Whitneyevom testu može se prihvatiti pretpostavka da između acetona i NH_4OH postoji statistički značajna razlika u broju dnevno privučenih komaraca po gramu potrošenog atraktanta ($Z = 2.802$, $p = 0.005$).

Prema Mann-Whitneyevom testu može se prihvatiti pretpostavka da između acetona i oktenola postoji statistički značajna razlika u broju dnevno privučenih komaraca po gramu potrošenog atraktanta ($Z = -2.802$, $p = 0.005$).

Prema t-testu uz pretpostavku nejednakih varijanci (rezultati Leveneovog testa jednakosti varijanci: $F = 17.453$, $p = 0.002$) može se prihvatiti pretpostavka da između NH_4OH i oktenola postoji statistički značajna razlika u prosječnom broju dnevno privučenih komaraca po gramu potrošenog atraktanta ($t = -5.062$, $p = 0.004$).

U svim analiziranim slučajevima potvrđena je pretpostavka o postojanju statistički značajnih razlika u broju privučenih komaraca po gramu potrošenog atraktanta. Dakle, iskazuje li se učinkovitost atraktanta brojem privučenih komaraca u Ck klopici po gramu potrošenog atraktanta, najučinkovitiji je oktenol, a za njim slijede suhi led, aceton pa NH_4OH .

6. RASPRAVA

Na području Kopačkog rita na različitim biljnim zajednicama (*Galio salicetum-albae*, *Populetum nigro-albae* i *Genisto elatae-Quercetum roboris*) i staništima (poplavnim i šumskim) provedena su istraživanja o aktivnosti komaraca s obzirom na različite spojeve kao atraktante. Pretpostavka je bila da su svi ekološki i klimatski uvjeti (temperatura, relativna vlažnost, stanište, vjetar) bili optimalni na svakoj navedenoj postaji. Tijekom istraživanja uzorkovanja su obavljana istom metodom, s istim klopka, uz različite atraktante, te se podatci mogu međusobno uspoređivati. Korišteni atraktanti koji su se stavljali uz CDC klopke, tijekom uzorkovanja komaraca, su: suhi led, konjski urin, aceton, oktenol i amonijak. Osim suhog leda, ostali atraktanti prvi put korišteni su u istraživanju komaraca na području Kopačkog rita i Hrvatske. Velika raznolikost komaraca na području rita može se objasniti pogodnim tipovima staništa i uvjeta koji vladaju u vodi, tako da pojedina staništa rita postaju specifična za određene vrste. Upravo je to jedan od razloga zbog čega su na tom području provedena istraživanja o ulozi različitih atraktanata i njihovih kombinacija za privlačenje komaraca, njihova različita učinkovitost na različitim biljnim zajednicama, te maksimalni domet raspršenja atraktanta. Dobivenim novim saznanjima u znanstvenom pogledu, dolazi do unapređenja istraživanja u pogledu uloge atraktanata za istraživanje biološke raznolikosti komaraca. Korištenjem različitih atraktanata u istraživanju komaraca, unapređuju se metode uzorkovanja komaraca radi lakše kontrole njihove brojnosti.

Učinkovitost atraktanata i njihovih kombinacija za privlačenje komaraca

Ugljični dioksid odavno je poznat kao atraktant velike učinkovitosti za većinu vrsta komaraca (Clements, 1999). CDC klopke uz koje se dodao suhi led uzorkovale su reprezentativni uzorak kasnoljetne faune komaraca na istraživanom području. Prema uzorku komaraca uhvaćenih tom klopkom može se usporediti učinkovitost ostalih atraktanata naspram suhog leda (Clements, 1999). Klopke sa suhim ledom osiguravaju reprezentativni uzorak vrsta na određenom području. Komarci se orijentiraju prema većoj koncentraciji CO₂, što ga otpušta suhi led, te ih privlači svojim mirisom.

Tijekom ovog istraživanja suhi led privukao je veći broj komaraca nego drugi korišteni atraktanti. Jedan od razloga tako dobre učinkovitosti suhog leda nalazi se u činjenici

kako su receptori za CO₂ kod komaraca toliko osjetljivi da mogu prepoznati promjenu u koncentraciji CO₂ od samo 0.01%, ali isto tako ne mogu prepoznati promjenu u koncentraciji veću od 4.0%. Istraživanja pokazuju kako je vrsta *Culicoides impunctatus* jako osjetljiva na postojanje CO₂ u zraku, te je količina od samo 0.2 – 2.5 L/min dovoljna kako bi pobudila njihova osjetila i samim tim dovela do privlačenja jedinki (Bhasin i sur., 2001). Važno je napomenuti kako različite vrste klopki otpuštaju različitu količinu CO₂ te na taj način direktno utječu na učinkovitosti privlačenja komaraca (Cooperband & Cardé, 2006). Tijekom ovog istraživanja uz CDC klopku postavljena je količina od 9kg suhog leda, uz pretpostavku kako je ta količina dovoljna da privuče komarce iz neposredne blizine. Suhi led tijekom ovog istraživanja dokazao je najbolju učinkovitost.

Od ukupnog broja privučenih komaraca tijekom ovog istraživanja konjski urin privukao je 1.05%. Ovaj atraktant najčešće se koristi za privlačenje obada (Tabanidae) (Krčmar i sur., 2005b; Krčmar i sur., 2006), gdje je njegova učinkovitost velika. Osim kod obada, istraživanjem učinkovitosti konjskog urina kod hematofagnih dvokrilaca (*Glossina morsitans submorsitans*) urin je bio najučinkovitiji atraktant (Belet i sur., 2004). Podatci dobiveni ovim istraživanjem ne ukazuju na zavidnu učinkovitost konjskog urina na privlačenje komaraca.

U okviru ovog istraživanja aceton je privukao 0.55% komaraca od ukupnog broja privučenih komaraca. Korištenjem acetona u klopama kao atraktanta za privlačenje komaraca ne uočava se njegova velika učinkovitost. Za aceton kažemo da je atraktant male učinkovitosti za komarce, ali je njegova učinkovitost puno bolja kada se nalazi u kombinaciji s CO₂ (Clements, 1999). Tijekom uzorkovanja obada (Diptera, Tabanidae), aceton je privukao 23.56% od ukupnog broja privučenih jedinki obada (Krčmar 2005), što dokazuje kako je aceton atraktant velike učinkovitosti za obade. U istraživanjima koja su se odnosila na učinkovitost acetona u terenskim uvjetima za privlačenje jedinki vrste *Culicoides impunctatus*, aceton je pokazao značajnu učinkovitost, dok je njegova učinkovitost kod komaraca u terenskim i laboratorijskim uvjetima bila različita (Bhasin i sur., 2001). Na osnovi toga može se zaključiti kako postoje značajne razlike u učinkovitosti acetona prilikom privlačenja različitih hematofagnih Diptera.

Kombinacija konjski urin+aceton pokazala je puno veću učinkovitost za privlačenje komaraca od acetona koji je korišten samostalno, oktenola i amonijaka. Iz kombinacije koja predstavlja konjski urin+aceton može se pretpostaviti kako je većim dijelom komponenta konjski urin privukla više komaraca od komponente acetona. Pretpostavka kao takva izvodi se

iz prijašnjih podataka o konjskom urinu i acetonu kao samostalnim atraktantima, koji su dobiveni tijekom ovog istraživanja.

Nadalje, atraktant oktenol često se koristi kao dodatak CDC klopka prilikom uzorkovanja komaraca. U velikoj većini istraživanja uz klopke se oktenolu vrlo često dodaje i CO₂. Kao što se i očekuje, klopke u kojima se postavlja spomenuta kombinacija privlače veći broj komaraca nego klopke samo s oktenolom (Burkett i sur., 2001). Razlog male učinkovitosti oktenola može se pronaći u okolišnoj temperaturi, koja je odgovorna za hlapljenje oktenola i njegovo širenje po okolini. Količina oktenola koji hlapi pri sobnoj temperaturi je 0,0075 g/h (Downer & Stoffolano 2006). Oktenol kao atraktant ima zadovoljavajuću učinkovitost za vrstu *Culicoides impunctatus* kada hlapi oko 0.06 mg/h (Bhasin i sur., 2001). Tijekom ovog istraživanja oktenol se pokazao kao atraktant male učinkovitosti za privlačenje komaraca.

Posljednji korišteni atraktant je amonijak. Amonijak ima atraktivno djelovanje na ženke *An.gambiae*. Određenom koncentracijom amonijaka (13,6-13,637 p.p.m.) privučeno je oko 25-57% komaraca (Smallegange, 2005). Amonijak je važan sastavni dio znoja. Znoj je kompleks mirisa s visokom koncentracijom amonijaka (49,4 mm) što ga čini učinkovitim atraktantom za privlačenje hematofagnih dvokrilaca (Braks i sur., 2001; Meijerink i sur., 2000). Prilikom korištenja amonijaka kao atraktanata treba povesti računa o koncentracijama kojima se obavljaju uzorkovanja komaraca, jer pri visokim koncentracijama amonijak ima suprotan učinak. Za razliku od drugih istraživanja gdje je privučeno od 25-57% komaraca amonijakom (Smallegange, 2005), tijekom ovog istraživanja privučeno je manje od 1% ukupnog broja privučenih komaraca. Razlog malog broja privučenih komaraca možda se nalazi u činjenici kako su vrste komaraca na području rita manje osjetljive na količinu amonijaka u zraku, te je učinkovitost amonijaka tijekom ovog istraživanja bila mala.

Rezultati ovog istraživanja potvrđuju prijašnja istraživanja u kojim je najveći broj komaraca privučen klopka uz dodatak suhog leda, te u tom uzorku prevladavaju vrste *Ae. vexans*, *Cx. modestus* i *An. messeae* (Merdić & Lovaković, 2001). Osnovi razlog za takvu faunu privučenih komaraca može se nalaziti u činjenici, kako su postaje na kojima je provedeno uzorkovanje smještene na poplavnom području Kopačkog rita na kojem su upravo ove tri navedene vrste zastupljene u kasnoljetnoj fauni (Merdić & Sudarić, 2003).

Istraživanja pokazuju kako oktenol privlači samo određene vrste komaraca, ali kada se nađe u kombinaciji s CO₂, privlači i kvalitativnu i kvantitativnu raznolikiju faunu komaraca s dominantnim rodovima *Aedes*, *Anopheles* i *Culex* (Rueda, 2001). Važno je spomenuti kako

vrste roda *Culex* ne reagiraju na oktenol kao atraktant (Kemme i sur., 1993). Ni tijekom ovog istraživanja jedinke roda *Culex* nisu bile privučene oktenolom. Budući da je oktenol izoliran iz mnogih biljaka i životinja može se očekivati kako mnoge vrste komaraca neće biti privučene oktenolom (Hall i sur., 1984). Tijekom ovog istraživanja oktenol je privukao vrste *Ae. vexans* i *An. messeae*. Kako je već prije navedeno samo neke vrste mogu biti privučene samim oktenolom, ali kada se oktenol nađe u kombinaciji s CO₂ u klopama se nalazi veći broj privučenih komaraca, što potvrđuje i ovo istraživanje.

U okviru ovog istraživanja privučeno je vrste *Ae. vexans* i *Cx. modestus* bile su eudominantne, dok je vrsta *An. messeae* bila subdominantna, ostale vrste privučene su u znatno manjem broju. Vrsta *Ae. vexans* tijekom ovog istraživanja bila je najzastupljenija, ima najveću sposobnost kretanja i migracije, te ne iznenađuje veliki udio ove vrste u ukupnom broju privučenih komaraca svim atraktantima.

Na postaji Hordovanj privučeno oko 60% ukupno privučenih komaraca svim atraktantima. Postaja Hordovanj nalazi se na nešto višem terenu u dijelu močvare sa šumom topole u čijem prizemnom sloju dominira kupina. Pretpostavlja se kako je utjecaj mikrolokaliteta odgovoran za razvoj i obitavanje velikog broja komaraca na postaji Hordovanj.

Učinkovitost atraktanata za privlačenje komaraca na različitim staništima

Dosadašnjim istraživanjima komaraca na području Parka Prirode Kopački rit, zabilježena je 21 vrsta komaraca (Merdić i sur., 2004). Tijekom ovog uzorkovanja uz pomoć različitih atraktanata i postavljanjem klopki na različitim postajama s različitim biljnim zajednicama, privučeno je 12 vrsta komaraca, od kojih 7 vrsta (*Ae. vexans*, *Oc. sticticus*, *Ae. cinereus*, *An. messeae*, *An. hyrcanus*, *Cx. pipiens*, *Oc. caspius*) imaju legla unutar poplavnog područja Kopačkog rita (Merdić i sur., 2004) koja u određenim situacijama mogu razviti ogromne populacije.

Idealni uvjeti Kopačkog rita: plitke močvare s ili bez raslinja, dovoljna količina sunčeve svjetlosti, te promjena vodnog režima, uvjetuju plodno tlo za razvoj velikih populacija komaraca, među kojima se posebno istječe vrsta *Ae. vexans*. Ova vrsta ima izrazito veliki udio (91.41%) u ukupnom broju privučenih komaraca. Vrsta *Ae. vexans* je autogena vrsta (Horsfall i sur., 1973) koja je čini i do 95% populacije komaraca na ovom području (Merdić, 1993). Osim vrste *Ae. vexans*, vrste koje su privučene u velikom broju tijekom ovog

istraživanja su *Cx. modestus* i *An. messeae*. Ostale vrste su bile privučene u malom broju jedinki.

Za vrijeme prosječnih poplava koje se događaju periodično na području Kopačkog rita, sastav faune komaraca je nepromijenjen (Merdić 1993), za razliku od perioda kada su poplave u Ritu velike i dugotrajne, te kada su dugotrajna sušna razdoblja, tada se fauna komaraca uvelike mijenja (Merdić & Sudarić 2003).

Mnoga istraživanja ukazuju na različitu učinkovitost atraktanata, pogotovo na različite vrste komaraca. Među njima, napominje se kako je CO₂ jedan od najboljih atraktanata za privlačenje komaraca (Dekker i sur., 2005; Cooperband & Carde 2006; Merdić i sur., 2007). Rezultati koji su prikazani tijekom ovog istraživanja podržavaju navedenu hipotezu.

ANOVA test pokazuje statistički značajnu razliku u učinkovitosti između korištenih atraktanata na privlačenje komaraca. Tukey testom višestruke usporedbe dokazana je statistički značajna razlika između suhog leda i ostalih atraktanata. Učinkovitost između ostalih korištenih atraktanata, tijekom ovog uzorkovanja, ne razlikuju se značajno. Rezultati ukazuju na očekivane rezultate, kako je CO₂ najučinkovitiji na svim postajama.

Razlike u kvalitativnom i kvantitativnom sastavu faune komaraca na različitim staništima očekivane su i dokazane mnogim istraživanjima (Rueda i sur., 2001; Cooper i sur., 2004; Pope i sur., 2005; Dale i sur., 2008). Međutim, tijekom ovog istraživanja na postaji koja se nalazila u biljnoj zajednici *Genisto elatae-Quercetum roboris* uzorkovan je mali broj vrsta komaraca, iako je to postaja na kojoj je prijašnjim istraživanjima zabilježena bogata fauna komaraca (Merdić & Lovaković 1999). Razlog ovakvog odnosa broja i vrsta komaraca može se pronaći u činjenici kako su prethodne godine bile izrazito sušne godine na području Kopačkog rita.

Fuzzy c-mean cluster analiza korištena je zbog pouzdanosti i prirode podataka, te zbog vjerojatnoće klasificiranja pojedinih elemenata u klastere (Equihua, 1990; Jain i sur., 1999). Rezultati pokazuju kako su postaje Čonakut, Kopačkog jezero i Hordovanj vrlo slične, dok se postaja Tikveš izdvojila od njih. Tikveš je klasificiran u zaseban cluster, jer se na toj postaji učinkovitost atraktanata (suhi led i drugi) značajno razlikuje od ostalih postaja. Male razlike između postaja Čonakut, Kopačko jezero i Hordovanj i njihovo klasificiranje u zasebni kluster, posljedica su najvjerojatnije male razlike u njihovoj vegetaciji. Sve tri postaje nalaze se na poplavnom području Kopačkog rita, na kojima je vegetacija u osnovi okarakterizirana kao otvorena šuma, u kojoj se vrlo rijetko nalaze niska stabla bez grmlja (Topić 1989).

Upravo iz razloga rijetke vegetacije na postajama, omogućeno je lakše širenje mirisa iz klopki uz pomoć zračne struje, koja lakše prolazi kroz rijetku nego gušću vegetaciju.

Rezultati dugogodišnjih istraživanja u Kopačkom ritu pokazali su da postaja Hordovanj ima najveći broj komaraca (Merdić & Lovaković 1999). Na ovoj postaji nalazi se biljna zajednica *Populetum nigro-albae*, koja je otvorena, ali s gustim niskim slojem grmlja u kojem je zastupljena većinom borovnica (*Rubus caesius*). Prizemni sloj grmlja na postaji Hordovanj služi komarcima kao savršeno sklonište od različitih klimatskih čimbenika, te omogućuje veći broj komaraca u odnosu na druge postaje.

Postaja Tikveš s hrastovom šumom (*Genisto elatae–Quercetum roboris*) predstavlja tipično šumsko stanište. Hrastova šuma koja se nalazi na postaji Tikveš, karakterizirana je kao izrazito zatvorena šuma s visokim drvećem i gustim krošnjama, koja u nižim slojevima ima gusto grmlje. U uvjetima gdje je vegetacija gusta, može doći do težeg raspršenja mirisa, te će se miris atraktanta koncentrirati na manjem području i njegova učinkovitost će biti veća. Broj komaraca na ovoj postaji u većini slučajeva uvjetovan je migracijom komaraca iz poplavnog područja Kopačkog rita. Komarci nakon izlijetanja počinju migrirati (Bidleingmayer, 1985), migracija se odvija u nekoliko koraka i ovisi o meteorološkim čimbenicima kao što su smjer i brzina vjetera. Međutim, bogatstvo faune komaraca ove postaje korelira isključivo s proljetnim kišama. Sezona u kojoj je provedeno ovo istraživanje bila je sušna, te je zbog toga i kvalitativna i kvantitativna fauna ove postaje siromašnija.

Budući da je vrsta *Ae. vexans* eudominantna na svim postajama, bilo kakve usporedbe napravljena s drugim vrstama bile su isključene. Stoga, različita učinkovitost atraktanata na postaji Tikveš, ne može se objasniti postojanjem drugih vrsta komaraca, koje bi možda bile specifične i rijetke, te pokazale različitu učinkovitost na korištene atraktante. Na osnovi toga, tijekom ovog istraživanja nije bilo moguće zaključiti koji od okolišnih čimbenika utječu na vrstu *Ae. vexans* kako bi bila više osjetljiva na atraktante na postaji Tikveš, te koliki je utjecaj drugih čimbenika (distribucije i koncentracije) na učinkovitost atraktanata. Ipak, na postaji Tikveš uočena je različita učinkovitost atraktanata za razliku od drugih postaja na kojima je napravljeno uzorkovanje. Budući da je to postaja s različitom vegetacijom, vodnim režimom i abiotičkim čimbenicima (mikroklima, vlažnost zraka, brzina vjetera, te drugi) u odnosu na druge postaje, otvaraju se nova pitanja za daljnja istraživanja oko čimbenika koji utječu na ovakve rezultate.

Učinkovitost kombinacije atraktanata za privlačenje komaraca

Spoznaje fauni i ekologiji komaraca neke regije potrebne su kako bi se osigurao bolji i učinkovitiji program za suzbijanje i kontrolu komaraca (Alten i sur., 2000). Od 12 vrsta prikupljenih tijekom ovog istraživanja, uzorkovane su četiri najčešće vrste *Ae. vexans*, *Oc. caspius*, *Ae. cinereus* i *Ae. rossicus*, koji čine 99,71 % od ukupnog broja privučenih komaraca.

Broj privučenih komaraca varirao je tijekom istraživanog perioda. Tijekom prvih 24 sata privučen je najmanji broj komaraca, da bi tijekom idućih sati broj privučenih komaraca rastao. Tijekom prvih nekoliko sati uzorkovanja, mali broj privučenih jedinki komaraca predstavlja mladu tek razvijenu generaciju komaraca, koja će svoj maksimum pokazati tijekom idućih 72h. Nakon tog perioda možemo reći kako je to stabilna populacija. Ovakvo stanje populacije (steady-state) potrebno je kako bi se komarci orijentirali prema izvoru mirisa i prema većem gradijentu izvora koji raspršuje miris (atraktant).

Različita fauna komaraca na postajama, uvjetovana je različitim biljnim zajednicama u kojima se razvijaju komarci. Upravo zbog toga, uočava se razlika u broju privučenih komaraca kombinacijama atraktanata na postajama. Zbog nepostojanja grmlja u prizemnom sloju na postajama Čonakut i Linjov, dolazi do boljeg širenja mirisa atraktanta i samim tim i do bolje učinkovitosti privlačenja komaraca na tim postajama nego na postaji Hordovanj u čijem je prizemnom sloju zastupljena kupina.

Učinkovitost kombinacije atraktanata i njihova usporedba s učinkovitošću suhog leda istraživanja su mnogih autora (Russell, 2004; Njiru i sur., 2006). Dodatkom suhog leda bilo kojem do sada poznatom atraktantu za komarce, rezultirat će povećanjem broja privučenih komaraca do 30 puta (Kline, 1990b; Bhasin i sur., 2001; Merdić i sur., 2007). Kako je već prije navedeno, uzorkovanje što bolje kvalitativne i kvantitativne faune komaraca područja na kojem se provodi istraživanje, ovisi o odabiru klopke i atraktanta koji će služiti za privlačenje komaraca, jer su vrste različito senzibilne na različite klopke i atraktante (Silver, 2008).

Nekoliko studija pokazalo je da je kombinacija CO₂+oktenol učinkovita za povećanje broja privučenih komaraca, među kojima se ubrajaju većinom vrste rodova *Aedes* i *Ochlerotatus*, dok je manje učinkovit za vrste roda *Culex*. Kod vrsta unutar roda *Anopheles* utvrđene su velike razlike između vrsta (Rueda i sur., 2001; Cooper i sur., 2004). Ovim istraživanjem (poglavlje 4.1. i 4.2.) pokazano je kako su klopke u kojima se nalazi suhi led ili kombinacija suhi led i oktenol pokazale veću učinkovitost od klopki u kojima se nalazio

samo oktenol (Merdić i sur., 2007). U nastojanju da se privuče i uzorkuje što veći broj jedinki i vrsta komaraca, potrebno je uz klopke dodati kombinaciju barem dva atraktanta.

Urini životinja (kravlji, afričkog bizona, konja, ovce i svinje) dobri su atraktanti, zbog bakterija koje pretvaraju spojeve, koji se nalaze u urinu, do fenolnih spojeva koji privlače brojne vrste komaraca (Madubunyi i sur., 1996). U tamnoj prostoriji s visokom temperaturom, urin je izložen djelovanju mikroorganizama koji transformiraju spojeve koji se nalazi u urinu do fenola koji djeluju atraktivno (Okece & Hassanali, 1990). Spojevi koji nastaju tijekom ovog postupka fermentacije su fenol, 4-metilfenol, 3-metilfenol i 4-etilfenol. Ovisno o tome koji se životinjski urin koristi tijekom istraživanja, razvijat će se različiti tipovi fenola.

Ovim istraživanjem potvrđeno je kako je kombinacija suhi led+oktenol učinkovita za privlačenje komaraca. Slične zaključke utvrdili su i drugi autori, kada se koristi kombinacija od tri atraktanta. Kombinacija CO₂ s acetonom, oktenolom ili goveđim urinom rezultirat će povećanjem broja privučenih komaraca od 4.7 do 9.3 puta, u usporedbi s pojedinačnim postavljenim CO₂ u klopka (Bhasin i sur., 2001). Kombinacija koja se sastoji od tri atraktanta, konjski urin+aceton+CO₂, ili goveđi urin+oktenol+CO₂, povećava broj privučenih komaraca od 22 do 24 puta više nego samostalni CO₂ (Bhasin i sur., 2001). Međutim, ovim istraživanjem najmanji broj privučenih komaraca bio je pri kombinaciji CO₂+konjski urin+aceton. Ovakvi podatci mogu ukazivati na antagonističku interakciju među korištenim atraktantima, što bi značilo kako u toj kombinaciji neki od navedenih atraktanata djeluje na način da umanjuju učinkovitost drugog atraktanta.

Razlike u učinkovitosti atraktanata na pojedinim postajama ponovno su jasno vidljive. Atraktant CO₂+NH₄OH+U je kombinacija čija se učinkovitost najbolje uočila na postaji Linjov. Dinamika privlačenja faune komaraca slična je za različite vrste, dok je rastući trend privlačenja komaraca uočen samo kod kombinacije CO₂+NH₄OH+U. Amonijak se u atmosferi nalazi u plinovitom stanju, on je dio plinske fazne reakcije fotokemijske produkcije hidroksi radikala, gdje dolazi do mokrog i suhog taloženja, te reakcije s plinovitom dušičnom kiselinom (u obliku čestica amonijevog nitrata) zajedno s aerosolima stvaraju amonijačne soli. Reakcija amonijaka s hidroksilnim radikalima je spora s izračunatim vremenom poluraspada od oko 2 mjeseca (Atkinskon 1995). Ovakvo dugo vrijeme poluraspada amonijaka doprinosi njegovom dužem zadržavanju i akumuliranju u okolišu. Na taj način, amonijak predstavlja dobar atraktant za privlačenje komaraca kroz duži vremenski period uzorkovanja. Njegova fizikalna i kemijska svojstva osiguravaju duže zadržavanje u okolišu i time postaju učinkovitije u privlačenju komaraca, za razliku od drugih atraktanata. Promatranjem

amonijaka kao atraktanta, na svim postajama, po broju privučenih vrsta i jedinki komaraca, amonijak je uvijek imao najveći trend privlačenja. Brojnim istraživanjima potvrđeno je kako je amonijak derivat znoja, te kao takav je važan kariomon (Mijerink i sur., 2000; Braks i sur., 2001). Smallegange i sur (2005), potvrđuju kako amonijak u kombinaciji s drugim atraktantima uzrokuje značajno bolju učinkovitost takve kombinacije atraktanata. Pretpostavlja se kako se kombinacija $\text{CO}_2 + \text{NH}_4\text{OH} + \text{U}$ izdvaja se od drugih atraktanata, u odnosu na istraživane postaje (Linjov) i u odnosu na učinkovitost pojedinih vrsta, zbog meteoroloških uvjeta (temperature, relativne vlage, brzine vjetra, količina svjetla) u okolišu.

Ovo istraživanje potvrđuje važnu ulogu oktenola (Nilssen 1998; Gibson & Torr 1999; Merdić i sur., 2007), ugljičnog dioksida (Kline i sur., 1991a, Merdić i sur., 2007), amonijaka (Smallegange i sur., 2005), konjskog urina i njihovih kombinacija za privlačenje velikog broja različitih vrsta komaraca.

Maksimalni domet raspršenja atraktanta

Istraživanje kojim se odredio maksimalni domet raspršenja suhog leda provedeno je na postaji Tikveš s biljnom zajednicom *Genisto elatae-Quercetum roboris*. Prethodna istraživanja u kojima se određivala učinkovitost atraktanata i njihovih kombinacija nisu imale veliki broj privučenih komaraca na ovoj postaji. Pretpostavlja se da je razlog malog broja privučenih komaraca, jer su se istraživanja provodila u kasnoj ljetnoj periodu, te za vrijeme sušnih godina bez značajnih poplava u Kopačkom ritu. Ovo istraživanje provedeno je tijekom 2009. godine koja je pogodovala razvoju komaraca na području rita. Budući da je postaja Tikveš šumsko stanište u kojem je najveća aktivnost komaraca na tom području u proljeće, bilo je za očekivati veliki broj komaraca na ovoj postaji.

Kao što je bilo i očekivano, vrsta *Ae. vexans* privučena je u velikom broju. Razlog tako velikog broja jedinki na području postaje Tikveš može biti posljedica migracije komaraca iz jednog područja u drugo (iz poplavnog u šumsko stanište), kao rezultat migracije. S obzirom na okolišne uvijete koji su vladali tijekom uzorkovanja može se reći kako vrsta *Ae. vexans* pokazuje negativnu korelaciju između brzine vjetra i broja privučenih jedinki. Istraživanja provedena uz pomoć svjetlosnih klopki, dokazala su kako vrsta *Ae. vexans* ima najveću sposobnost kretanja tijekom određenog doba dana (Service, 1976). Vrsta *Ae. vexans* pokazuje smanjenu aktivnost tijekom dana, dok tijekom noći, uz minimalan pad temperature, aktivnost njezinog leta puno je veća te se tada produžava i dužina leta. Vrsta *Ae. vexans* leti 0.26-3.03 km/dan, u prosjeku 1.29 km/dan (Sudarić Bogojević i sur., 2011).

Vrste *Ae. vexans* i *Oc. sticticus* razlikuju se po brzini leta, te je to razlog zbog čega je u klopama tijekom prvog dana bilo privučeno više jedinki vrste *Ae. vexans*. Podaci dobiveni ovim istraživanjem potvrđuju općeprihvaćenu činjenicu kako je broj privučenih komaraca CDC klopom uz suhi led varirao iz dana u dan, tijekom provođenja uzorkovanja (Becker i sur., 1995). Činjenice koje ukazuju da je CO₂ atraktant koji uvjetuje privlačenje većeg broja jedinki i vrsta komaraca na terenu (Mboera & Takken, 1997), kao i činjenica da kod većine vrsta CO₂-osjetilne stanice pokazuju sličnu osjetljivost (Grant & O'Connell, 1996), dovode do zaključka kako je CO₂ ključan u orijentaciji komaraca prilikom pronalaženja potencijalnih domaćina (mirisa).

Pretpostavlja se kako su različiti udijeli privučenih komaraca tijekom periodna uzorkovanja, rezultat različite osjetljivosti vrsta *Ae. vexans* i *Oc. sticticus* na određene mirisne signale (podražaje). Iako se komarci mogu orijentirati u okolini s obzirom na vrlo malu koncentraciju CO₂ u zraku, postoje okolišni čimbenici, kao što su konstantnost brzine vjetra, atmosferska stabilnost i karakteristično stanište (Brady i sur., 1990; Murlis i sur., 1992), koji mogu ograničiti senzibilitet osjetilnih stanica komaraca za CO₂ na način da se komarci ne mogu orijentirati prema potencijalnom domaćinu (izvoru mirisa). S obzirom na to, ovim istraživanjem pokazano je kako je osjetljivost i domet suhog leda kao atraktanata veća nego što se očekivala. Različiti omjeri privučenih vrsta komaraca (*Ae. vexans* i *Oc. sticticus*) izravno pokazuju maksimalni domet djelovanja CO₂ u prirodnom okruženju.

Osjetilni neuroni komaraca šalju karakteristične signale kako bi komarci reagirali na podražaj dobiven od CO₂. Osjetilni neuroni imaju prag podražaja za CO₂ od oko 0.015-0.03%, što je slično uobičajenoj koncentraciji CO₂ u zraku, koja se kreće od 0.02 do 0.04% (Clements, 1999).

Brzina sublimacije suhog leda ovisna je o količini postavljenog suhog leda i okolišne temperature. Na primjer, tijekom 12 sati praćenja sublimacije suhog leda pri okolišnoj temperaturi od 27 °C, brzina sublimacije 1 kg suhog leda opada do 0,4 l/min (Pfundner i sur., 1988). Istraživanja provedena u šumskom staništu, pokazala su da je dnevni raspon koncentracije CO₂ od 0.030-0.042% (na visini 10-47m), dok je koncentracija u prizemnom sloju u rasponu od 0.04 do 0.06% (Richards 1996). Na temelju prosječne potrošnje suhog leda tijekom ovog istraživanja (8162,5 g) i koncentracije CO₂ od 0.08-0.1 g/s može se zaključiti kako je navedena koncentracija utjecala na broj privučenih komaraca u većem krugu (Krug B). Povećanjem okolišne koncentracije CO₂ za 0.01%, privlačenje komaraca povećat će se za 2-4 puta.

Međutim, budući da su komarci kukci koji nisu stacionarni nego lete po zraku, molekule mirisa koje se nalaze u zračnoj struji varirat će u koncentraciji koja će dolaziti do osjetilnih receptora komaraca ovisno o smjeru i brzini leta komaraca, čak i pri konstantnoj brzini vjetra i koncentraciji mirisa koja je dovoljna za pobuđivanje osjetilnih receptora (Elkinton & Cardé, 1984; Kaissling & Kramer, 1990). Ovim istraživanjem potvrđeno je kako je brzina vjetra imala veći utjecaj na raspršenje (disperziju) CO₂ nego količina postavljenog suhog leda.

Smjer i oblik filamenata mirisa koji služi kao podražaj, određeni su vjetrom. Posebno su prilagođeni njihovom brzinom i smjerom, te se na osnovi toga određuje varijabilnost raspršenja mirisa. Međutim, raspršenjem atraktanta ne može se objasniti domet privlačnosti atraktanta, što bi značilo da komarci pri većim udaljenostima od izvora širenja mirisa pokazuju veći senzibilitet prema mirisu. Ovim istraživanjem dokazano je da su brzina i smjer vjetra najvažniji za bolje raspršenje CO₂ u terenskim uvjetima (okolišnim uvjetima). Iako je brzina vjetra važna za bolje raspršenje mirisa atraktanata, ipak postoje i neka ograničenja. Broj privučenih komaraca opada pri brzini vjetra većoj od 120 cm/s, što je približna brzina njihovog leta (Snow, 1980). Rezultati ovog istraživanja dokazuju kako količina CO₂ fluktuirala ovisno o različitim brzinama vjetra, što upućuje na zaključak da je pri većim udaljenostima od izvora mirisa koncentracija CO₂ manja pri manjim brzinama vjetra, a udaljenost se povećava pri većim brzinama vjetra.

Ovo istraživanje dokazalo je kako su smjer i brzina vjetra u velikoj mjeri utjecali na orijentaciju komaraca prema izvoru atraktanta. Pri manjim brzinama vjetra, gustoća privučenih komaraca bila je veća u Ck klopki, dok gustoća komaraca nije bila ravnomjerno raspoređena u klopama Kruga A i B. Ukupan broj privučenih komaraca nije linearno koreliralo s promjenama udaljenosti između Ck klopke i klopki Kruga A i B, ali je korelirao između Ck klopke i klopki Kruga A i B.

Ranijim istraživanjem utvrđen je podatak kako je udaljenost od 64m (koja je bila maksimalna udaljenost pri kojoj su radili istraživanje) pokazivala raspršenje CO₂ od mjesta njegovog postavljanja (Dekker i sur., 2005). Štoviše, važno je napomenuti kako se filamenti (snopovi) mirisa mogu prenositi niz vjetra, nekoliko metara, bez značajnog razrjeđenja (Murlis i sur., 1992). Ako je broj privučenih komaraca u Ck klopki i klopama Kruga A i B u korelaciji s vjetrom, broj privučenih vrsta smanjivat će se s povećanjem radijusa između njih. Korelacija s vjetrom jasno je izražena u podacima za klopke Kruga A. Dakle, broj privučenih komaraca u klopama Kruga A smanjuje se povećanjem brzine vjetra, dok je broj privučenih

komaraca u klopama Kruga B veći pri većim brzinama vjetra, i većoj potrošnji suhog leda. Ovim istraživanjem utvrđena je maksimalna udaljenost od 55 do 70m od izvora postavljenog suhog leda kao atraktanata, pri kojoj se komarci u okolišu mogu orijentirati prema izvoru mirisa atraktanta.

Prema tome, prilikom postavljanja klopki u terenskim uvjetima potrebno je voditi računa o razmaku između klopki koji bi trebao biti minimalno 140 m (radijus od 70m) kako bi se spriječila interferencija između dvije postavljene klopke. To je posebno važno za istraživanja koja se temelje na korištenju dvije ili više klopki kojima se žele prikupiti svi komarce nekog područja. Prijašnja istraživanja pokazuju da je potrebna najmanja udaljenost između dvije klopke oko 30 m (Ritchie i sur., 2008), dok mnogi autori smatraju da ta udaljenost ne smije biti manja od 50 m (Von den Hurk i sur., 2006; Jansen i sur., 2009). Rezultati ovog istraživanja predlažu da radijus između klopki ne bi trebao biti manji od 70m, kako bi se izbjegla interferencija među njima.

Općenito je poznato kako sve vrste komaraca mogu letjeti u svim smjerovima kada je brzina vjetra manja od 1 m/s, dok pri brzini vjetra od oko 2 m/s komarci lete isključivo niz vjetar. Jedinke vrste *Oc.sticticus* pokazale su pozitivnu korelaciju s brzinom vjetra i manje su senzibilne na promjenu količine CO₂ u okolišu od jedinki vrste *Ae. vexans*. Neke vrste komaraca orijentiraju prema izvoru mirisa s otprilike istih udaljenosti (Gillies & Wilkes, 1981). Podatci iz ovog rada, ukazuju na činjenicu kako je vrsta *Oc. sticticus* senzibilna na malu količinu CO₂ pri većim udaljenostima od izvora mirisa, uz povoljnu brzinu vjetra, dok je jedinkama vrste *Ae. vexans* ista količina CO₂ dovoljna za orijentaciju prema izvoru mirisa bez posebnog utjecaja smjera i brzine vjetra.

Razlike u učinkovitosti atraktanata s obzirom na istu količinu atraktanta

Atraktanti koji su se postavljali uz CDC klopku bili su u tekućem stanju, osim suhog leda koji je bio u čvrstom stanju. Zbog različitih formulacija i samog hlapljenja pojedinog atraktanta postavljale su se i različite količine atraktanata. Nakon provedenih istraživanja o učinkovitosti atraktanata i njihovih kombinacija, te rezultata koji su ukazivali na bolju ili lošiju učinkovitost nekih atraktanata, bilo je interesantno pokazati učinkovitost pojedinog atraktanta u uvjetima kada se koristi ista količina atraktanta. S ciljem korektnog determiniranja utjecaja pojedinog atraktanta bilo je potrebno utvrditi koliko privučenih komaraca u Ck klopki dolazi na 1 g potrošenog atraktanta. Promatraju li se rezultati na taj način, dolazi se do zaključka kako je pored toga što je suhi led privlačio ukupno najviše

komaraca tijekom uzorkovanja, njegova učinkovitost bitno je manja. Prema odnosu broja privučenih komaraca po 1 g utrošenog atraktanta jasno se uočava kako je oktenol privukao najveći broj komaraca, te imao najveću učinkovitost. Nakon njega, po učinkovitosti slijede suhi led, aceton te je najmanju učinkovitost pokazao amonijak.

Ovakvi rezultati dovode do zaključka kako važnu ulogu u učinkovitosti ima hlapljenje atraktanata pri različitim okolišni uvjetima. Broj privučenih komaraca je veći ukoliko je hlapljenje suhog leda od 400 do 1250 ml/min, dok se povećanjem hlapljenja na 2470 ml/min ne dobivaju značajno bolji rezultati u broju privučenih komaraca (Silver, 2008). Važno je napomenuti kako okolišni uvjeti, u kojima se provodi istraživanje, variraju iz sata u sat tijekom dana te uvelike doprinose različitom hlapljenju i disperziji atraktanta (Kline & Wood, 1989). Hlapljenjem oktenola od 200 do 500 ml/min dolazi do povećanja broja komaraca u klopama (Kline & Wood, 1989). Hlapljenje oktenola varira s obzirom na količinu ishlapljene tekućine, pod malom razinom hlapljenja podrazumijeva se vrijednost između 3.0 ± 0.3 mg/h, dok je visoka razina između 41.1 ± 3.0 mg/h (Kline i sur., 1990a,b). U većini slučajeva obično je optimalno hlapljenje oktenola oko 4.5 mg/h (Silver, 2008), dok blok od 10kg suhog leda hlapi oko 57 g/h (Rueda & Gardner, 2003) tijekom 24h perioda.

Različite količine hlapljenja atraktanata rezultiraju različitom učinkovitošću privlačenja mnogih vrsta komaraca. Iz navedenih podataka, uočava se velika razlika u razinama hlapljenja između suhog leda i oktenola, koja ide u korist suhog leda. Iako je suhi led imao veću vrijednost hlapljenja od oktenola, tijekom ovog istraživanja, broj privučenih komaraca ipak je bio veći s oktenolom. Neki od razloga mogu se pronaći u brzini vjetra koja je dokazano imala utjecaj na raspršenje atraktanta i o utjecaju samog mikrolokaliteta na raspršenje i privlačenje komaraca. S druge strane, kako se tijekom ovog istraživanja uočila razlika u osjetljivosti jedinki vrsta *Ae. vexans* i *Oc. sticticus* na suhi led, postoji mogućnost da su ostale vrste bile privučene u velikom broju, kao dvije navedene vrste, možda bi se između tih vrsta bolje mogla uočiti razlika u osjetljivosti između suhog leda i oktenola, te na taj način pokrijepiti rezultati koji su ovdje jasno prikazani.

7. ZAKLJUČCI

U okviru ovog rada istraživana je učinkovitost atraktanata i njihovih kombinacija za privlačenje komaraca na šumskom i poplavnom području Kopačkog rita, te maksimalan domet raspršenja atraktanta. Uzorkovanja su provedena u cilju unapređenja uloge atraktanata za istraživanje biološke raznolikosti komaraca, te poboljšanja metoda uzorkovanja komaraca radi lakše kontrole njihove brojnosti.

Iz dobivenih rezultata mogu se izvući sljedeći zaključci:

- Učinkovitost atraktanata međusobno se razlikovala proporcionalno njihovom količinom u okolišu. Od istraživanih atraktanata najbolju učinkovitost pokazao je suhi led, koji se nalazi konstantno u zraku, gdje se njegova koncentracija nadopunjava truljenjem biljaka te biljnom i životinjskom respiracijom. Ostali atraktanti pokazali su nezavidnu učinkovitost, naspram suhog leda, što se moglo i očekivati, obzirom da su njihove koncentracije znatno niže u okolišu.
- Učinkovitost suhog leda bila je najveća tijekom svih istraživanja. Ovakva učinkovitost suhog leda očekivala se s obzirom na dobro razvijene osjetilne receptore komaraca na promjenu količine CO₂ u okolišu. Tijekom dana biljke vrše fotosintezu uslijed čega dolazi do uklanjanja CO₂ iz okoline, te samim tim i do fluktuacije u okolišnoj koncentraciji. S obzirom na to, smanjenje koncentracije CO₂ dovodi do smanjenja u broju privučenih komaraca nekih vrsta, što u značajnoj mjeri ukazuje na učinkovitost CO₂ prilikom lociranja domaćina.
- Učinkovitost atraktanata ovisi o različitim vrstama komaraca, te o odnosu između vrsta i staništa na kojima se nalaze. Zbog toga, učinkovitost atraktanata različita je na različitim biljnim zajednicama, na kojima je provedeno istraživanje. Na postaji s biljnom zajednicom *Populetum nigro-albae* u čijem se prizemnom sloju nalazi kupina (*Rubus caesius*) učinkovitost atraktanata je bila najveća. Komarcima u ovoj biljnoj zajednici, prizemni sloj s kupinom, osigurava pogodno i dobro stanište, jer ih štiti od elementarnih nepogoda (vjetra i kiše), te je učinkovitost privučenih komaraca ovdje bila najveća. S druge strane, gustoća vegetacije ima značajan utjecaj na duljinu linearnog širenja mirisa, upravo zbog turbulencije koja je uvjetovana vegetacijom, te na taj način na ovoj postaji dolazi i do boljeg širenja atraktanta, što doprinosi njegovoj većoj učinkovitosti.

- Ovim istraživanjem potkrijepljeni su do sada brojni rezultati istraživanja o boljoj učinkovitosti klopke uz koju se dodaje kombinacija nekoliko atraktanata. Kombinaciji atraktanata kojoj se doda suhi led rezultat će boljem privlačenju komaraca do 30 puta. Kombinacija suhi led+oktenol+konjski urin pokazala je najveću učinkovitost od svih ostalih istraživanih atraktanata. Značajna učinkovitost ove kombinacije nalazi se u činjenici kako su pojedinačni atraktanti iz ove kombinacije pokazali dobru učinkovitost prilikom privlačenja komaraca.
- Atraktivna udaljenost je udaljenost raspršenog mirisa od izvora mirisa, na način da je količina raspršenog mirisa u zračnoj struji dovoljna za pobuđivanje osjetilnih receptora i aktivaciju komaraca s obzirom na tip mirisnog podražaja. Atraktivna udaljenost ili maksimalni domet raspršenja suhog leda iznosi od 55 do 70 m od izvora postavljenog suhog leda kao atraktanta. Međutim, za veliku većinu vrsta komaraca, maksimalna udaljenost pri kojoj komarci osjećaju miris domaćina, ista je za miris emitiran od životinje i CO₂, ali je broj privučenih komaraca veći mirisom životinja, jer osim CO₂ životinja emitira i druge komponente mirisa tijela.
- Razlike u osjetljivosti pojedinih vrsta komaraca na maksimalni domet raspršenja atraktanata pokazale su jedinke vrste *Ae. vexans* i vrste *Oc. sticticus*. Jedinke vrste *Oc. sticticus* pokazale su pozitivnu korelaciju s brzinom vjetra i jedinke ove vrste manje su senzibilne na promjenu količine CO₂ u okolišu od jedinki vrste *Ae. vexans*. Dakle, vrsta *Oc. sticticus* senzibilna je na malu količinu CO₂ pri većim udaljenostima od izvora mirisa, uz povoljnu brzinu vjetra, dok je jedinkama vrste *Ae. vexans* ista količina CO₂ dovoljna za orijentaciju prema izvoru mirisa bez posebnog utjecaja smjer i brzine vjetra.
- Točno određeni maksimalni domet raspršenja atraktanta doprinosit će boljem uzorkovanju komaraca u terenskim uvjetima. Prilikom postavljanja klopki u terenskim uvjetima potrebno je voditi računa o radijusu između klopki koji bi trebao bi minimalno 70 m kako bi se spriječila interferencija između dvije postavljene klopke, što je posebno značajno kada se želi uzorkovati reprezentativna fauna određenog područja.
- Različite količine hlapljenja atraktanata rezultiraju različitom učinkovitošću privlačenja mnogih vrsta komaraca. Na osnovi toga, uspoređene su učinkovitosti korištenih atraktantima po broju privučenih komaraca, kada se uz klopke postavi ista količina atraktanta (1g). U tom slučaju veću učinkovitost u broju privučenih vrsta

imao je oktenol naspram drugih atraktanata. Što bi značilo, kada bi postavili istu količinu suhog leda i oktenola uz klopke, tada bi oktenol imao bolju učinkovitost u broju privučenih komaraca od suhog leda, iako je suhi led tijekom svih istraživanja imao najbolju učinkovitost u broju privučenih komaraca.

8. LITERATURA

- Acree F Jr, Turner RB, Gouck HK, Beroza M & Smith N (1968). L-Lactic acid: a mosquito attractant isolated from humans. *Science*. 161:1346-1347.
- Akima H, Gebhardt A & Petzold T (2009). Akima: Interpolation of irregularly spaced data. R package version 0.5-4. <http://CRAN.R-project.org/package=akima>
- Almeida AP, Galao RP, Sousa CA, Novo MT, Parreira R, Pinto J, Piedade J & Esteves A (2008). Potential mosquito vectors of arboviruses in Portugal: species, distribution, abundance and West Nile infection. *Trans R Soc Trop Med Hyg*. 102:823–832.
- Alten B, Bellini R, Caglar SS, Simsek FM & Kaynas S (2000). Species composition and seasonal dynamics of mosquito in the Belek region of Turkey. *J Vec Ecol*. 25:146-154.
- Anderson JR (1989). Use of deer models to study larviposition by wild nasopharyngeal
- Anderson S, Nilsson LA, Groth I & Bergstrom G (2002). Floral scents in butterfly-pollinated plants: possible convergence in chemical composition, *Bot. J. Linn. Soc.* 140:129-153.
- Anton S & Hansson BS (1996). Antennal lobe interneurons in the desert locust *Schistocerca gregaria* (Forsk.) processing of aggregation pheromones in adult males and females. *Journal of Comparative Neurology*. 370:85-96.
- Anton S & Homberg U (1999). *Antennal lobe structure*. In: Hansson BS. editor. *Insect Olfaction*. Springer, Berlin. p 97-124.
- Atkinson R (1995). Gas phase tropospheric chemistry of organic compounds. In: HESTER RE & HARRISON RM (Eds): *Volatile Organic Compounds in the Atmosphere, Issues in Environmental Science and Technology*, 4, The Royal Society of Chemistry. 65-89.
- 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, 528 pp.
- Becker N, Zgomba M, Petrić D & Ludwig M (1995). Comparison of carbon dioxide, oktenol and a host-odour as mosquito attractants in the Upper Rhine Valley, Germany. *Med Vet Entomol*. 9:377 – 380.
- Belet H, Tikubet G, Petros B, Oyibo WA & Otigbuo IN (2004). Control of human African trypanosomiasis: trap and odour preference of tsetse flies (*Glossina morsitans submorsitans*) in the upper Didessa river valley of Ethiopia. *Trop Med Int Health*. 9: 710–714.
- Benton R, Sache S, Michnick SW & Vosshall LB (2006). Atypical membrane topology and heteromeric function of *Drosophila* odorant receptors in vivo. *Plos Biology*. 4:240-257.
- Bernier UR, Kline DL, Barnard DR, Schreck CE & Yost RA (2000). Analysis of human skin emanations by gas chromatography/mass spectrometry. 2. Identification of volatile

- compound that are candidate attractants for the yellow fever mosquito (*Aedes aegypti*). Analytical Chemistry. 72:747-756.
- Bernier UR, Kline DL, Schreck CE, Yost RA & Barnard DR (2002). Chemical analysis of human skin emanations: composition of volatiles from humans that differ in attraction of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). Journal of American Mosquito Control Association. 18:186-195.
- Bernier UR, Kilne DL, Posey KH, Booth MM, Yost RA & Barnard DR (2003). Synergistic attraction of *Aedes aegypti* (L.) to binary blends of l-lactic acid and acetone, dichloromethane, or dimethyl disulfide. Journal of Medical Entomology. 40:653-656.
- Bhasin A, Mordue A J & Mordue W (2001). Field studies on efficacy of host odour baits for the biting midge *Culicoides impunctatus* in Scotland. – Med Vet Entomol. 15: 147–156.
- Bidlingmayer WL (1985). The measurement of adult mosquito population changes—same considerations. J. Am. Mosq. Control Assoc. 3: 328–348.
- Bidlingmayer WL (1994). How mosquitoes see traps: role of visual responses. J. Am. Mosq. Control Assoc. 10:272–279.
- Blackwell A & Wadhams LJ (1995). Electrophysiological and behavioural studies of the biting midge, *Culicoides impunctatus*: interactions between some plant derived repellent compounds and a host-odour attractant. In: Animal and cell abstracts. Society of Experimental Biologists Symposium, St Andrews.
- Blomquist GJ & Vogt RG (2003). *Insect Pheromone Biochemistry and Molecular Biology: The Biosynthesis and Detection of Pheromones and Plant Volatiles*. (Edit). Academic press. 745 pp.
- Bogdanović T, Durbešić P & Mikuska J (2002). Dragonfly Fauna of the Kopački Rit Wetlands, Internat. Assoc. Danube Res 34, Tulcea.
- Bohbot J, Pitts RJ, Kwon HW, Rutzler M, Robertson HM & Zwiebel LJ (2007). Molecular characterization of the *Aedes aegypti* odorant receptor gene family. Insect Molecular Biology. 16:525-537
- Bonacci O, Tadić Z, Moržan A & Radeljak I (2002). Park prirode Kopački rit, Plan upravljanja. Sektorska studija Hidrologija i meteorologija. Osijek. 177 str.
- Boo KS (1980a). Antennal sensory receptors of the male mosquito, *Anopheles stephensi*. Zeitschrift für Parasitenkunde. 61: 249-264.
- Boo KS (1980b). Fine structure of the antennal sensory hairs in the female *Anopheles stephensi*. Zeitschrift für Parasitenkunde. 61:161-171.
- Bosch O, Geier M & Boeckh J (2000). Contribution of fatty acids to olfactory host finding of female *Aedes aegypti*. Chemical Senses. 25:323-330.
- Bowen MF (1991). The sensory physiology of host-seeking behavior in mosquitoes. Ann. Rev. Entomol. 36:139–158.

- Brady J, Packer MJ & Gibson G (1990). Odour plume shape and host finding by tsetse. *Insect Sci Applic.* 11:377-384.
- Braks M, Meijernik J & Takken W (2001). The response of malaria mosquito, *Anopheles gambiae* to two components of human sweat, ammonia and L-lactic acid, in an olfactometer. *Physiol Ent.* 26: 142–148.
- Brown AWA (1951). Studies of the response of the female *Aedes* mosquito Part IV. Field Experiments on Canadian species. *Bull. Entomol. Res.* 42:575-82.
- Brown AWA, Sarkaria DS & Thompson RP (1951). Studies on the responses of the female *Aedes* mosquito. I. The search for attractant vapours. *Bull Entomol Res.* 42:105-114.
- Burkett DA, Lee WJ, Lee KJ, Kim HC, Lee HI, Lee JS, Shin EH, Wirtz RA Cho HW, Claborn DM, Coleman RE & Klein TA (2001). Light, carbon dioxide and octenol-baited mosquito trap and host-seeking activity evaluations for mosquitoes in a malaria area of the Republic of Korea. *J Am Mosq Contr Assoc.* 17: 196–205.
- Bursell E, Gough AJE, Beever PS, Cork A, Hall DR & Vale GA (1988). Identification of cattle urine attractive to tsetse flies, *Glossina spp.* (Diptera: Glossinidae). *Bull Entomol Res.* 78:281-291.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC) (1999). West Nile-like viral encephalitis – New York (1999). *Morb. Mortal Wkly Rep. (MMWR)* 48: 890–892.
- Chapman AD (2009). Numbers of Living Species in Australia and the World. 2nd edition. Australian Government, Department of the Environment, Water, Heritage and the Arts. Canberra, Australia.
- Chorley TW (1948). *Glossina pallidipes* Austen attracted by scent of cattle dung and urine (Diptera). *Proc R Entomol Soc Lond A.* 23:9-11.
- Claus R, Hoppen HO & Karf H (1981). The secret of truffles: a steroidal pheromone? *Experientia.* 37:1178-1179.
- Clements AN (1963). *Physiology of mosquitoes.* Macmillan, New York
- Clements AN (1999). *The biology of Mosquitoes. Sensory reception and behaviour, Vol 2.* CABI publishing, New York.
- Cochran W & Cox G (1975). *Experimental designs, 2nd Ed.* –Wiley-New York.
- Collins SB, Perez-Camargo G, Gettinby G, Butterwick RF, Batt RM & Giffard CJ (2001). Development of a technique for the in vivo assessment of flatulence in dogs. *Amer. J. Vet. Res.* 62:1014-1019.
- Constantini C, Gibson G, Sagnon N'F, della Torre A, Brady J & Coluzzi M (1996). The response to carbon dioxide of the malaria vector *Anopheles gambiae* s. 1. and other sympatric mosquito species in Burkina Faso. *Med Vet Entomol.* 10:257-263.

- Cooper RD, Frances SP, Popat S & Waterson DGE (2004). The effectiveness of light, 1-octen-3-ol, and carbon dioxide as attractants for *Anopheline* mosquitoes in Madang Province, Papua New Guinea. J. Am. Mosq. Control Assoc. 20: 239–242.
- Cooperband MF & Carde RT (2006). Comparison of plume structures of carbon dioxide emitted from different mosquito traps. Med Vet Entomol. 20: 1–10.
- Cork A & Park KC (1996) Identification of electrophysiologically-active compounds for the malaria mosquito, *Anopheles gambiae*, in human sweat extracts. Physiol Entomol. 10: 269–276.
- Cork A (1996). Olfactory basis of host location by mosquitoes and other haematophagous Diptera. In: Ciba Foundation Symposium 200. editor. Olfaction in mosquito-host interactions. Wiley, Chichester p 71-88.
- Cork A, Beevor PS, Gough JE & Hall DR (1990). Gas chromatography linked to electroantennography: a versatile technique for identifying insect semiochemicals. In:
- Crimidali JP, Wiley MB, Koseff JR (2002). The relationship between mean and instantaneous structure in turbulent passive scalar plumes. J. Turbul. 3:1- 24.
- Dale PER, Knight J, Kay BH, Chapman H, Ritchie SA & Brown MD (2008). Habitat characteristics and eggshell distribution of the salt marsh mosquito, *Aedes vigilax*, in marshes in subtropical eastern Australia. J. Insect Sci. 25: 1–8.
- Davis EE & Rebert CS (1972). Elements of olfactory receptor coding in the yellow fever mosquito. Journal of Economic Entomology. 65:1058-1061.
- Davis EE & Sokolove PG (1976). Lactic acid-sensitive receptors on the antennae of the mosquito, *Aedes aegypti*. J. Comp. Physiol. 105:43-54.
- Defoliart GR & Morris CD (1967). A dry-ice baited trap for the collection and field storage of hematophagous Diptera. J Med Entomol. 4:360-362.
- Degen T, Dillmann C, Marion-Poll F & Turlings TCJ (2004). High genetic variability of herbivore-induced volatile emission within a broad range of maize inbred lines. Plant Physiol. 135:1928-1938.
- Dekker T, Geier M & Cardé R (2005). Carbon dioxide instantly sensitizes female yellow fever mosquitoes to human skin odours. Journal of Experimental Biology. 208:2963-2972.
- Dekker T, Steib B, Carde RT & Geier M (2002). L-lactic acid: A human signifying host cue for the anthropophilic mosquito, *Anopheles gambiae*. Med. Vet. Entomol. 16:91-98.
- Domić D (2009). Sezonska dinamika trčaka (Carabidae: Coleoptera) u Kopačkom ritu s posebnim osvrtom na vrste bioindikatore zagađenja. Magistrski rad. Osijek
- Downer KE & Stoffolano JG Jr (2006). Effect of oktenol on engorgement by *Tabanus nigrovittatus* (Diptera, Tabanidae). J Med Ent. 43: 643–649.

- Dudareva N & Pichersky E (2000). Biochemical and molecular genetic aspects of floral scents. *Plant. Phys.* 122:627-633.
- Đuroković Z & Brnić-Levada D (1999). Utjecaj izvedenih hidrotehničkih radova na vodne resurse u Kopačkom ritu, Zbornik radova II hrvatske konferencije o vodama, Dubrovnik.
- Eiras AE & Jepson PC (1991). Host location by *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae): a wind tunnel study of chemical cues. *Bulletin of Entomological Research.* 81:151-160.
- Eisner T, Aneshansley DJ, Yack J, Attygalle AB & Eisner M (2001). Spray mechanism of crepidogastrine bombardier beetles (Carabidae; Crepidogastrini). *Chemoecol.* 11:209-219.
- Elkinton JS & Cardé RT (1984). Odour dispersion. In *Chemical Ecology of Insects* (ed. W. J. Bell and R. T. Cardé), pp. 73–88. London: Chapman and Hall.
- Elkinton JS, Carde RT & Mason CJ (1984). Evaluation of time-average dispersion models for estimating pheromone concentration in a deciduous forest. *J. Chem. Ecol.* 10: 1081–1108.
- Ellin RI, Farrand RL, Oberst FW, Crouse CL, Billups NB, Koon WS, Musselman NP & Sidell FR (1974). An apparatus for the detection and quantitation of volatile human effluents. *J Chromatogr.* 100:137–152.
- Elmore T, Ignell R, Carlson JR & Smith DP (2003). Targeted mutation of a *Drosophila* odor receptor defines receptor requirement in a novel class of sensillum. *Journal of Neuroscience.* 23:9906-9912.
- Equihua M (1990). FUZZY clustering of ecological data. *J. Ecol.* 78: 519–534.
- Fishilevich E & Vosshall LB (2005). Genetic and functional subdivision of the *Drosophila* antennal lobe. *Current Biology.* 37:1548-1553.
- Foster SP (2000). Periodicity of sex pheromone biosynthesis, release and degradation in the lightbrown apple moth, *Epiphyas postvittana* (Walker). *Arch. Insect Biochem. Physiol.* 43:125-136.
- Frame GW, Straus WG & Maibach HI (1972). Carbon dioxide emission of the human arm and hand. *J. Invest. Dermatol.* 59:155-159.
- French FE & Kline DL (1989). I-Octen-3-ol, an effective attractant for Tabanidae. *J Med Entomol.* 26:459-461.
- Galizia CG & Menzel R (2001). The role of glomeruli in the neural representation of odours: results from optical recording studies. *Journal of Insect Physiology.* 47:115-130.
- Ghaninia M, Hansson BS & Ignell R (2007). The antennal lobe of the African malaria mosquito, *Anopheles gambiae*- innervation and three-dimensional reconstruction. *Arthropod Structure and Development.* 36:23-39.

- Gibson G & Torr SJ (1999). Visual and olfactory responses of haematophagous Diptera to host stimuli. *Med Vet Entomol.* 13: 2-23.
- 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.
- Gillies MT & Wilkes TJ (1981). Field experiments with a wind tunnel on the flight speed of some West African mosquitoes (Diptera: Culicidae). *Bull. Entomol. Res.* 71:65–70.
- Gillies MT (1980). The role of carbon dioxide in host-finding by mosquitoes (Diptera:Culicidae): a review. *Bull Entomol Res.* 70:525-532.
- Goldman AL, Van der Goes van Naters W, Lessing D, Warr CG & Carlson JR (2005). Coexpression of two functional odor receptors in one neuron. *Neuron.* 45:661-666.
- Gomez-Diaz E & Figuerola J (2010). New perspectives in tracing vector-borne interaction networks. *Trends Parasitol.* 26:470–476.
- Grant AJ & O'Connell RJ (1996). Electrophysiological responses from receptor neurons in mosquito maxillary palp sensilla. In *Ciba Foundation Symposium: Olfaction in Mosquito-Host Interactions* (ed. G. R. Bock and G. Cardew), pp. 233-248. New York: John Wiley and Sons.
- Grant AJ, Wigton BE, Aghajanian JG & O'Connell RJ (1995). Electrophysiological responses of receptor neurons in mosquito maxillary palp sensilla to carbon dioxide. *Journal of Comparative Physiology.* 177:389-396.
- Gutsheich AV, Monchadskii AS & Shtakelberg AA (1970). Mosquitoes. Family Culicidae. Fauna of the USSR. Diptera, Nauka, Leningrad, 3 (4), 384 pp. [English translation, Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem. 1974. 408 pp.].
- Guyton AC (1977). *Basis Human Physiology: normal Function and Mechanism of Disease*, 2nd ed., W.B. Saunders Company, Philadelphia.
- Hall DR, Beevok PS, Cork A, Nesbitt BF & Vale GA (1984). 1-octen-3-ol a potent olfactory stimulant and attractant for tsetse isolated from cattle odours. *Insect Sci Appl.* 5: 335–339.
- Hallem E & Carlson JR (2006). Coding of odors by a receptor repertoire. *Cell.* 125:143-160.
- Hallem EA, Dahanukar A & Carlson JR (2006). Insect odor and taste receptors. *Annual Review of Entomology.* 51:113-135.
- Hansson BS & Christensen TA (1999). *Functional Characteristics of the antennal lobe*. In: Hansson, B.S. editor. *Insect Olfaction*. Springer, Berlin. p 125-161.
- Hartlieb E & Anderson P (1999). *Olfactory-released behaviours*. In: Hansson B.S. editor. *Insect olfaction*. Springer, Berlin. p 315-349.

- Hassanali A, McDowell PG, Owaga MLA & Saini RK (1986). Identification of tsetse attractants from excretory products of a wild host animal, *Syncerus caffer*. Insect Sci app. 7:5-9.
- Helsper JPF, Davis JA, Boumeester HJ, Krol AF & Van Kampen MH (1998). Circadian rhythmicity in emission of volatile compounds by flowers of *Rosa hybrida* L. Cv. Honesty. Planta. 207:88-95.
- Helsper JPF, Davis JA, Bouwmeester HJ, Krol AF & Van Kampen MH (1998). Circadian rhythmicity in emission of volatile compounds by flowers of *Rosa hybrida* L. Cv. Honesty. Planta. 207:88-95.
- Hildebrand JG & Shepherd GM (1997). Mechanisms of olfactory discrimination: converging evidence for common principles across phyla. Annual Review of Neuroscience. 20:595-631.
- Hocking B (1963). The use of attractants and repellents in vector control. Bull WHO (suppl) 29:121-126.
- Holloway MTP & Phelps RJ (1991). The responses of *Storoxys* spp. (Diptera: Muscidae) to traps and artificial host odours in the field. Bull Entomol Res. 81:51-55.
- Horsfall W, Fowler HW, Moretti LJ & Larsen JR (1988). Bionomics and embryology of the floodwater mosquito *Aedes vexans*. University of Illinois Press/ Urbana-Chicago-London.
- Howlett FM (1910). The influence of temperature on biting of mosquitoes. Parasitology. 3:479-484.
- Ignell R & Hansson BS (2005). *Insect olfactory neuroethology - An electrophysiological perspective*. In: Christensen T.A. editor. Methods in insect sensory neuroscience CRC Press Boca Raton, FL. p 319-347.
- Ignell R, Dekker T, Ghaninia M & Hansson BS (2005). The neuronal architecture of the mosquito deutocerebrum. Journal of Comparative Neurology. 493:207-240.
- Jain AK, Murty MN & Flynn PJ (1999). Data Clustering: A Review. ACM Computing Surveys 3: 264-323.
- Jansen CC, Zborowski P, Ritchie SA & Van den Hurk AE (2009). Efficacy of bird-baited traps placed at different heights for collecting ornithophilic mosquitoes in eastern Queensland, Australia. J Aust Entomol. 48:53-59.
- Jarrett A (1987). The physiology and Pathophysiology of the skin. 5, The sweat gland, skin permeation, lymphatics, the nails, Academic Press, London
- Jeličić Marinković Ž, Hackenberger Kutuzović B & Merdić E (2014). Maximum radius of carbon dioxide baited trap impact in woodland: implication for host-finding mosquitoes. Biologia. 69: 522-529.

- Jeličić Ž, Vujić A, Vignjević G & Merdić E (2009). Šest novih vrsta osolikih muha (Diptera:Syrphidae) za faunu Hrvatske iz Kopačkog rita. 10. Biološki kongres. Kongresno priopćenje
- Johansen CA, Montgomery BL, Mackenzie JS & Ritchie SA (2003). Efficacies of the Mosquito Magnet and counter flow geometry traps in North Queensland, Australia. J. Am.Mosq. Control Assoc. 19: 265–270.
- Jones CD (1983). On the structure of instantaneous plumes in the atmosphere. J. Hazard Mat. 7:87-112.
- Junk WJ, Bayley PB, Palijan G (2010). Određivanje graničnog vodostaja plavljenja Kopačkog rita na primjeru poplave u listopadu-studenom 2009. godine. Hrvatske vode. 74:313-320.
- Kaissling KE & Kramer E (1990). Sensory basis of pheromone-mediated orientation in moths. Verh. Dt. Zool. Ges. 83:109–131.
- Keil TA (1999). Morphology and development of the peripheral olfactory organs In: Hansson B.S. editor. Insect Olfaction. Springer, Berlin. p 5-48.
- Kellogg FE (1970). Water vapour and carbon dioxide receptors in *Aedes aegypti*. Journal of Insect Physiology. 16:99-108.
- Kemme JA Van Essen PH, Ritchie SA & Kay BH (1993). Response of mosquitoes to carbon dioxide and 1-octen-3-ol in southeast Queensland, Australia. J Am Mosq Contr Assoc 9: 431–435.
- Khan AA & Maibach HI (1966). Quantitation of effect of several stimuli on landing and probing by *Aedes aegypti*. J Econ Entomol. 59:902-905.
- Khan AA, Maibach HI, Strauss WG & Fisher JL (1969). Increased attractiveness of man to mosquitoes with induced eccrine sweating. Nature. 223:859-860.
- Kim JY, Hasegawa M & Leal WS (2002). Individual variation in pheromone emission and termination patterns in female *Anomala cuprea*. Chemoecol. 12:121-124.
- Kline L, Dame DA & Meisch MV (1991a). Evaluation of 1-octen-3-ol and carbon dioxide as attractants for mosquitoes associated with irrigated rice fields in Arkansas. J Am Mosq Control Asso. 7:165-169.
- Kline DL & Wood JR (1989) Practical assessment and enhancement of some currently used adult surveillance techniques for Florida mosquitoes: Phase II. Final Rept Florida Department Health Rehabilitation Services.
- Kline DL (1994). Olfactory attractants for mosquito surveillance and control: 1-octen-3-ol. J Am Mosq Control Assoc. 10:280-287.
- Kline DL, Takken W, Wood JF & Carlson DA (1990). Field studies on the potential of butanone, carbon dioxide, honey extract, 1 -octen-3-ol, L-lactic acid and phenols as attractants for mosquitoes. Med Vet Entomo. 4:383-391.

- Kline DL, Wood JR & Cornell JA (1991b). Interactive effects of 1-octen-3-ol and carbon dioxide on mosquito Diptera: Culicidae surveillances and control. *J Med Entomol* 2:254-258.
- Kline DL, Wood JR & Morris CD (1990b). Evaluation of 1-octen-3-ol as an attractant for *Coquillettidia perturbans*, *Mansonia* spp. and *Culex* spp. associated with phosphate mining operation. *J Am Mosq Control Asso.* 6: 605-611.
- Knols BGJ, van Loon JJA, Cork A, Robinson RD, Meijerink J, de Jong R & Takken W (1997). Behavioral and electrophysiological responses of female malaria mosquito *Anopheles gambiae* (Diptera: Culicidae) to Limburger cheese volatiles. *Bulletin of Entomological Research.* 87:151-159.
- Knudsen JT, Toolsten L, Bergstrom LG (1993). Floral scents – a checklist of volatile compounds isolated by headspace techniques. *Phytochemistry.* 33:253-280.
- Krčmar S & Merdić E (2007). Comprison of the horses fly faunas of wetlands areas in Croatia (Diptera:Tabanidae). *Entomologia Generalis.* 3:235-244.
- Krčmar S (2005). Response of horse flies (Diptera, Tabanidae) to different olfactory attractants. *Biologia.* 60: 611–613.
- Krčmar S Mikuška A & Merdić E (2006). Response of Tabanidae (Diptera) to different natural attractants. *J Vec Ecol.* 31: 262–265.
- Krčmar S, Hribar LJ & Kopi M (2005b). Response of Tabanidae (Diptera) to natural and synthetic olfactory attractants. *J Vec Ecol.* 30: 133–136.
- Krotoszynski B, Gabriel G & O'Neill H (1977). Caraceterization of human expired air:a promising investigate and dagnostic tehnique. *J. Chromatographic Sci.* 15, 239-244.
- Laurent G (2002). Olfactory network dynamics and the coding of multidimensional signals. *Nat. Rev. Neurosci.* 3:884-895.
- Letcher TM & Naicker PK (2004). Determination of vapor pressures using gas chromatography. *J. Chrom. A.* 1037:107-114.
- Levin RA, Raguso RA, Mcdale LA (2001). Fragrance chemistry and pollinator affinities in Nyctaginaceae. *Phytochemistry.* 58:429-440.
- Madubunyi LC, Hassanali CA, Ouma W, Nyarango D & Kabii J (1996). Chemoecological role of mammalian urine in host location by tsetse, Glossina spp. Diptera: Glossinidae. *J Chem Ecolo.* 22:1187-1199.
- Maechler M (2008). The Cluster Package Version 1.11.10. Cluster Analysis Extended Rousseeuw et al., Anja Struyf and Mia Hubert, 73 pp.
- Majstorović V, Getz D, Brna J & Manojlović R (1998). Kopački rit-upravljeni hidroekosustav. *Priroda.* 848: 20-24.
- Malnic B, Hirono J, Sato T, Buck LB (1999). Combinatorial receptor codes for odors. *Cell.* 96:713-723.

- Mboera LEG & Takken W (1997). Carbon dioxide chemotropism in mosquitoes (Diptera: Culicidae) and its potential in vector surveillance and management programmes. *Rev. Med. Vet. Entomol.* 85:355-368.
- McCaffery AR & Wilson ID (eds) Chromatography and isolation of insect hormones and pheromones. Chromatographic Society Symposium Series, Plenum, New York, p 271-280.
- McIver SB (1978). Structure of sensilla trichodea of female *Aedes aegypti* with comments on innervation of antennal sensilla. *Journal of Insect Physiology.* 24:383-390.
- McIver SB (1982). Sensilla of mosquitoes (Diptera: Culicidae). *Journal of Medical Entomology.* 19:489-535.
- Meijernik J, Braks M, Brack AA, Adam E, Deeker T, Posthumus MA, Von Beek TA & Von Loon JJA (2000). Identification of olfactory stimulants for *Anopheles gambiae* from human sweat samples. *J Chem Ecol.* 37: 505–532.
- Meixner FX (1994). Sensitive measurements of carbon dioxide in plume of host odour and micrometeorological studies in natural tsets habitats. Tech. Rep., Harare and Rekomitjie Station, Zimbabwe, 13p
- Merdić E (1993). Mosquitoes (Diptera, Culicidae) of the special zoological reserve Kopački rit (NE Croatia). *Natura Croatica : periodicum Musei historiae naturalis Croatici.* 2:47-54.
- Merdić E (1995a). Distribution of mosquitoes in some forest communities in Croatia. *Natura Croatica* 4. 3:143-149.
- Merdić E (1995b). Vertikalna distribucija komaraca na planini Papuk, Hrvatska. *Entomologia Croatica* 1. 25-33.
- Merdić E & Lovaković T (1999). Comparison of mosquito fauna in Kopački rit in the period 1990–1998. *Natura Croatica.* 4:431–438.
- Merdić E & Lovaković T (2001). Population dynamic of *Aedes vexans* and *Ochlerotatus sticticus* in flooded areas of the river Drava in Osijek., Croatia. *J Am Mosq Control Assoc.* 17: 275–280.
- Merdić E (2002). Komarci (Diptera, Culicidae) u parku Maksimir, Zagreb, Hrvatska. *Entomol Croat.* 6: 51–56
- Merdić E & Sudarić M (2003). Effects of prolonged high water level on the mosquito fauna in Kopački rit Nature Park. *Period boil.* 105: 189–193
- Merdić E, Sudarić M, Lovaković T, Boca I & Merdić S (2004). Checklist of mosquitoes (Diptera, Culicidae) of Croatia. *Eur.Mosq. Bull.* 17: 8–13.
- Merdić E, Krčmar S, Sudarić M, Bogojević M & Jeličić Ž (2007). Response of mosquito to different synthetic and natural olfactory attractants (Diptera: Culicoidae). *Entomol. Gener.* 4: 253–261.

- Merdić E (2009). Pregled entomoloških istraživanja na području Parka prirode Kopački rit od domovinskog rata. 10Hrvatski biološki kongres. Kongresno priopćenje
- Merdić E, Jeličić Ž, Krčmar S, Hackenberger-Kutuzović B, Turić N, Sudarić Bogojević M & Zahirović Ž (2010). Efficacy of mosquito attractants in various habitats of a floodplain. *Biologija*. 65:545-551.
- Mihaljević M, Getz D, Tadić Z, Živanović B, Gucunski D, Topić J, Kalinović I & Mikuska J (1999). Kopački rit. Pregled istraživanja i bibliografija. [Kopački rit. Research Survey and Bibliography]. HAZU, Zavod za znanstveni rad Osijek. Zagreb-Osijek, pp 188.
- Mijerink J, Braks M, Brack AA, Adam W, Deeker T, Posthumus MA, Von Beek TA & Von Loon JJA (2000). Identification of olfactory stimulants for *Anopheles gambiae* from human sweat samples. *J Chem Ecol*. 37:505-532.
- Miklas N, Renou M, Malosse I & Malosse I (2000). Repeatability of pheromone blend composition in individual males of the southern green stink bug, *Nezara viridula*. *J. Chem. Ecol*. 26:2473-2485.
- Mikuška J & Mikuška T (1994). Ptice Dunava na području Hrvatske. *Anali zavoda za znanstveni rad u Osijeku*. 10:109-175.
- Mikuška 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 str.
- Millar JG, Chaney JD & Mulla MS (1992). Identification of oviposition attractants for *Culex quinquefasciatus* from fermented bermuda grass infusions. *Mosq News*. 8: 11-17.
- Minar J & Kramer J (1980). Faunistics and zoogeography of mosquito (Diptera: Culicidae) of Central Europe in weiv of forest communities. *Acta musei Reginaehradecensis S A. Supplementum*. 68-70
- Mokany A & Shine R (2003). Oviposition selection by mosquitoes is affected by cues from conspecific larvae and anuran tadpoles. *Austral Ecology*. 28:33-37.
- Mori K, Nagaro H, Sasaki YF (1998). Computation of molecular information in mammalian olfactory system. *Network: Comp. Neur. Sys*. 9:79-102.
- Murlis J & Jones CD (1981). Fine-scale structure of odour plumes in relation to insect orientation to distant pheromone and other attractant sources. *Physiol Entomol* 6:71-86.
- Murlis J, Elkinton JS & Carde RT (1992). Odor plumes and how insects use them. *Annu. Rev. Entomol*. 37:505-532.
- Murlis J, Willis MA & Carde RT (2000). Spatial and temporal structures of pheromone plumes in fields and forests. *Physiol. Entomol*. 25:211-222.
- Nayar JK & Sauerman DM Jr (1972). Flight performance and fuel utilization as a function of age in female *Aedes taeniorhynchus*. *Israel J. Ent*. 7: 27-35.

- Newhouse VF, Chamberlain RW, Johnson JG & Sudia WD (1966). Use of dry-ice to increase mosquito catches of the CDC miniature light trap. *Mosq News*. 26:30-35.
- Nighorn A & Hildebrand JG (2002). Dissecting the molecular mechanisms of olfaction in a malaria-vector mosquito. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 99:1113-1114.
- Nilssen AC (1998). Effect of 1-octen-3-ol in field trapping *Aedes* spp. Dipt., Culicidae and *Hybomitra* spp. Dipt., Tabanidae in subarctic Norway. *J App Entomol*. 122:465-468.
- Nishimura M (1982). How mosquitoes fly to men. *Res. Popul. Eco.* 24:58-69.
- Noble AC & Ebeler SE (2002). Use of multivariate statistics in understanding wine flavor. *Food Rev. Intl.* 18:1-21.
- Njiru BN, Mukabana WR, Takken W & Knols BGJ (2006). Trapping of the malaria vector *Anopheles gambiae* with odour-baited MM-X traps in semi-field conditions in western Kenya. *Malaria Journal*. 5: 39-42.
- Okech M & Hassanali A (1990). The origin of phenolitic tsets attractants from host urine: studies on pro-attractants and microbes involved. *Insect sci. Appl.* 11: 363-368.
- Omer SM (1979). Responses of females of *Anopheles arabiensis* and *Culex pipiens* to air currents, carbon dioxide and human hands in a flight-tunnel. *Entomol Exp Appl.* 26:142-151.
- Owaga MLA (1985). Observations on the efficacy of buffalo urine as a potent olfactory attractant for *Glossina pallidipes* Austen. *Insect Sci Appl.* 6:561-566.
- Perović F, Medić E & Perović G (2006). Sawflies (Hymenoptera, Symphita) in the biotopes of Kopački rit. *Natura Croatica*. 15:189-201.
- Pfuntner AR, Reisen WK & Dhillon MS (1988). Vertical distribution and response of *Culex* mosquitoes to differing concentrations of carbon dioxide. *Proc Calif Mosq Vector Control Assoc.* 56:69-74
- Piechulla B & Pott MB (2003). Plant scents - mediators of inter- and intraorganismic communication. *Planta*. 217:687-689.
- Pitts RJ & Zwiebel LJ (2006). Antennal sensilla of two female anopheline sibling species with differing host ranges. *Malaria Journal*. 5, 25-27
- Plan upravljanja Parkom prirode Kopački rit (2002). Sektorska studija:hidrologija i meteorologija. Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja. Projekt obnove Istočne Slavonije, Baranje i Zapadnog Srema, IBRD 4351 – HR, Osijek.
- Pope K, Masuoka P, Rejmankova E, Grieco J, Johnson S & Roberts D. 2005. Mosquito habitats, land use, and malaria risk in Belize from satellite imagery. *Ecol. Soc. Amer.* 15:1223–1232.

- Price GD, Smith N & Carlson DA (1979). The attraction of female mosquitoes (*Anopheles quadrimaculatus* Say) to stored human emanations in conjunction with adjusted levels of relative humidity, temperature and carbon dioxide. *J Chem Ecol.* 5:383-395.
- Qiu YT, Smallegange RC, Hoppe S, van Loon JJA, Bakker EJ & Takken W (2004). Behavioural and electrophysiological responses of the malaria mosquito *Anopheles gambiae* Giles *sensu stricto* (Diptera: Culicidae) to human skin emanations. *Medical and Veterinary Entomology.* 18:429-438.
- R Development Core Team (2007). R: A Language and Environment for Statistical Computing, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, ISBN 3-900051-07-0.
- Raguso RA (2003). Olfactory landscapes and deceptive pollination. *in: Insect Pheromone Biochemistry and Molecular Biology: The Biosynthesis and Detection of Pheromones and Plant Volatiles.* (G.L. Blomquist and R.G. Vogt, eds.), Elsevier, Amsterdam, Netherlands. 2003.
- Raguso RA, Levin RA, Foose SE, Holmbarg MW & Mcdale LA (2003). Fragrance chemistry, nocturnal rhythms and pollination "syndromes" in *Nicotiana*. *Phytochemistry.* 63:265-284.
- Rauš Đ (1976). Vegetacija ritskih šuma dijela Podunavlja od Aljmaša do Iloka. *Annales pro Experimentis Foresticis.* 19: 5–75.
- Rekwot PI, Ogwu D, Oyedipe EO & Sekoni VO (2001). The role of pheromones and biostimulation in animal reproduction. *Anim. Reprod. Sci.* 65:157-170.
- Reuter J (1936). Orienteerend onderzoek naar de oorzaak van het gedrag van *Anopheles maculipennis* Meigen bij de voedselkeuze. Dissertation, University of Leiden, Leiden, Germany. 11:260-267.
- Richards PW (1996). The tropical rain forest, 2nd ed., Cambridge university press.
- Ritchie SA, Zborowski P, Banks D, Walsh I & Davis J (2008). Efficacy of Novel Updraft Traps for Collection of Mosquitoes in Cairns, Australia. *J Am Mosq Control Assoc.* 4:520-527.
- Roiz D, Rosa R, Arnoldi D & Rizzoli A (2010). Effects of temperature and rainfall on the activity and dynamics of host-seeking *Aedes albopictus* females in northern Italy. *Vector Borne Zoonotic Dis.* 10:811–816.
- Rudolfs W (1922). Chemotropism of mosquitoes. *Bull N J Agr Exp Stn.* 367:4-23.
- Rueda LM (2001): Evaluation of 1-octen-3-ol, carbon dioxide, and light as attractants for mosquitoes associated with two distinct habitats in North Carolina. *J Am Mosq Control Assoc.* 17: 61–66.
- Rueda LM, Harrison BA, Brown JS, Whitt PB, Harrison RL & Gardner RC (2001). Evaluation of 1-octen-3-ol, carbon dioxide, and light as attractants for mosquitoes associated with two distinct habitats in North Carolina. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 17: 61–66.

- Russell RC (2004). The relative attractiveness of carbon dioxide and oktenol in CDC-and EVS-type light traps for sampling the mosquitoes *Aedes aegypti* L., *Aedes polynesiensis* Marks, and *Culex quinquefasciatus* say in Moorea, Franch Polynesia. *J Vect Ecol.* 29:309-314.
- Sanchez-Seco MP, Vazquez A, Collao X, Hernandez L, Aranda C, Ruiz S, Escosa R, Marques E, Bustillo MA, Molero F & Tenorio A (2010). Surveillance of arboviruses in Spanish wetlands: detection of new flavi- and phleboviruses. *Vector Borne Zoonotic Dis.* 10:203–206.
- Schaffner F, Angel G, Geoffroy B, Hervy JP, Rhaïem A & Brunhes J (2001). The Mosquitoes of Europe/Les moustiques d'Europe. An Identification and Training Programme (CDRom), Montpellier, France: IRD Editions & EID Mediterranee.
- Service MW (1971). Flight periodicities and vertical distribution of *Aedes cantans* (Mg.), *Ae. geniculatus* (01.), *Anopheles plumbeus* Steph. and *Culex pipiens* L. (Diptera: Culicidae) in southern England. *Bull. ent. Res.* 61:639 - 51.
- Service MW (1976). Mosquito ecology. Field sampling methods. Applied science. London, 306–370.
- Service MW (1993). Mosquito ecology. Field sampling methods. 2nd edition. Elsevier Science Publisher Lth. Essex. UK.
- Silver JB (2008). Mosquito ecology. Field Sampling Methods. 3rd ED. Springer. Netherlands.
- Smalleganger RC, Yutong Q, Joop JA & Takken W (2005). Synergism between ammonia, lactic acid and carboxyl acids as kairomones in the host-seeking behaviour of the malaria mosquito *Anopheles gambiae sensu stricto* (Diptera, Culicidae). *Chemical Senses.* 30: 145–152.
- Smith CN, Smith N & Gouck HK (1970). L-lactic acid as a factor in the attraction of *Aedes aegypti* (Diptera Culicidae) to Human Hosts. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 63: 760-770.
- Snow WF (1970). The effect of a reduction in expired carbon dioxide on the attractiveness of human subjects to mosquitoes. *Bull Entomol Res.* 60:43-48.
- Snow WF (1980). Field estimates of the flight speed of some West African mosquitoes. *Ann Trop Med Parasitol.* 74:239-242
- Sokal R & Rohlf FJ (1995). Biometry. W.H. Freeman and Co., New York, NY. 1995.
- Sparks RE (1989). The flood pulse concept in river floodplain system. *Can Spec Publ Fish Aquatic Sci.* 106: 110-127.
- Steinbrecht RA (1998). Odorant-binding proteins: expression and function. *Annals of the New York Academy of Sciences.* 855:323-332.
- Stocker RF (2001). *Drosophila* as a focus in olfactory research: mapping of olfactory sensilla by fine structure, odor specificity, odorant receptor expression, and central connectivity. *Microscopy Research and Technique.* 55:284-296.

- Sudarić Bigojević M, Ignjatović-Ćupina A, Petrić D & Merdić E (2009). Preliminarna istraživanja braničevki (Diptera: Simuliidae) u Parku prirode Kopački rit. 10. Biološki kongres. Kongresno priopćenje
- Sudarić Bogojević M, Medić E & Bogdanović T (2011). The flight distances of floodwater mosquitoes (*Aedes vexans* and *Ochlerotatus sticticus*) in Osijek, Easter Croatia. *Biologia*. 66:678-683.
- Swaigood RR, Lindburg DG & Zhang H (2002). Discrimination of oestrous status in giant pandas (*Ailuropoda melanoleuca*) via chemical cues in urine. *J. Zool.* 257:381-386.
- Šimić S (1991). Vodna bilanca Kopačkog rita. VRO“Drava-Dunav“ Osijek 48pp
- Tadić Z (1990). Vodna bilanca Kopačkog rita. VRO“Drava-Dunav“ Osijek 20pp
- Takken W & Kline DL (1989). Carbon dioxide and 1-octen-3-01 as mosquito attractants. *J Am Mosq Control Assoc.* 5:311-316.
- Takken W & Knols BGJ (1999). Odor-mediated behavior of Afrotropical malaria mosquitoes. *Annual Review of Entomology.* 44:131-151.
- Takken W (1991). The role of olfaction in host-seeking of mosquitoes: a review. *Insect Sci Appl.* 12:287-295.
- Tockner K, Baumgartner C, Schiemer F & Ward JV (2000). Biodiversity of a Danubian floodplain: structural, functional and compositional aspects. In: *Biodiversity in Wetlands: Assesment, Function and Conservation*, Vol. 1 (Eds B. Gopal W. J. Junk and J. A. Davis), Backhuys Publishers, Leiden, the Netherlands, 141-159 str.
- Topić J (1989). Vegetation of the special zoological reserve of Kopački rit. *Hydrobiology.* 182: 149–160.
- Torr SJ (1994). The tsetse (Diptera: Glossinidae) story: implications for mosquitoes. *J Am Mosq Control Assoc.* 10:258-265.
- Torr SJ, Hall DR & Smith JL (1995). Responses of tsetse flies (Diptera:Glosinidae) to natural and syntethic ox odorant. *Bull. Entomol. Res.* 85, 157-166.
- Trilar T & Krčmar S (2005). Contribution ti the knowledge og louse flies of Croatia (Diptera: Hippoboscide). *Natura Croatica.* 2:131-140.
- Turić N (2007). Vodeni kukci (Heteroptera, Coleoptera) Parka prirode kopački rit s posebnim osvrtom na rijetke, zaštićene i ugrožene vrste. Magistrski rad. Osijek
- Vainstein A, Lewinsohn E, Pichersky E & Weiss D (2001). Floral fragrance: New inroads into an old commodity. *Plant Physiol.* 127:1383-1389.
- Vale GA & Hall DR (1985). The role of I-octen-3-01, acetone and carbon dioxide in the attraction of tsetse flies, *Glossina* spp. (Diptera: Glossinidae), to ox odour. *Bull Entomol Res.* 75:209-217.

- Vale GA (1974). The responses of tsetse flies (Diptera: Glossinidae) to mobile and stationary baits. *Bull Entomol Res.* 64:545-588.
- Vale GA, Hall DR & Gough AJE (1988). The olfactory responses of tsetse flies, *Glossina* spp. (Diptera: Glossinidae), to phenols and urine in the field. *Bull Entomol Res.* 85:157-166.
- Van den Broek (2000). Olfactory sensitivity in *Anopheles* mosquitoes with different host preferences. PH. D. thesis Wageningen Agricultural University. The Netherlands. Department of Entomology 125pp.
- Van den Hurk AE, Montgomery BL, Zborowski P, Beebe NW, Cooper RD & Ritchie SA (2006). Does 1-octen-3-ol enhance trap collections of Japanese encephalitis virus mosquito vectors in northern Australia? *J Am Mosq Control Asso* 22:15-21.
- Van Essen PVHA, Kemme JA, Ritchie SA & Kay BH (1994). Differential responses of *Aedes* and *Culex* mosquitoes to oktenol or light in combination with carbon dioxide in Queensland, Australia. *Med. Vet. Entomol.* 8: 63–67.
- Van Thiel PH & Weurman C (1947). L'attraction excerde sur *Anopheles maculipennis atroparvus* par l'acide carbonique dans l'appareil de choix 11. *Acta Tropica.* 4: 1-9.
- Vignjević G, Zahirović Ž & Merdić E (2009). Noćni leptiri (Lepidoptera: Heterocera) kopačkog rita. 10. Biološki kongres. Kongresno priopćenje
- Vogt GR, Riddiford LM & Prestwich GD (1985). Kinetic properties of a sex pheromone-degrading enzyme: the sensillar esterase of *Antheraea polyphemus*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America.* 28: 8827-8831.
- Vogt RG & Riddiford LM (1981). Phromone binding and inactivation by moth antennae. *Nature.* 293:161-163.
- Vukelić J & Rauš Đ (1998). Šumarska fitocenologija i šumske zajednice u Hrvatskoj. Udžbenik Sveučilišta u Zagrebu. Šumarski fakultet Zagreb 1-309.
- Wright GA, Lutmerding A, Dudareva N & Smith BH (2005). Intensity and the ratios of compounds in the scent of snapdragon flowers affect scent discrimination by honey bees (*Apis mellifera*). *J. Comp. Phys.* 272:2417-2422
- Yuval B & Bouskila A (1993). Temporal dynamics of mating and predation in mosquito swarms. *Oecologia.* 95:65–69.
- Zahiri N (1997). *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae), oviposition attraction/repellency. PH. D. thesis McGill University, Canada. Department of Natural Resource Sciences.
- Zwiebel LJ & TakkenW (2004). Olfactory regulation of mosquito-host interactions. *Insect Biochemistry and Molecular Biology.* 34:645-652.

9. ŽIVOTOPIS

Željka Jeličić Marinković rođena je 04. listopada 1981. godine u Kneževu. Nakon završenog srednjoškolskog obrazovanja 2001. godine upisala je studij Biologije i kemije na Pedagoškom fakultetu Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku. Na istom je diplomirala 2006. godine (diplomski rad iz kolegija Entomologija izrađen je pod mentorstvom doc. dr. sc. Enriha Merdića) te stekla zvanje profesora biologije i kemije.

Od 2006. godine zaposlena je na Odjelu za biologiju Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera kao znanstveni novak na projektu "Entomofauna Kopačkog rita" i sudjeluje u izvođenju nastave na kolegiju Praktikum iz Opće zoologije i izbornom kolegiju Entomologija, te održava konzultacija i kolokvije studentima i sudjeluje u izvođenju terenske nastave za studente 1 godine studija.

Poslijediplomski sveučilišni interdisciplinarni doktorski studij *Zaštita prirode i okoliša* koji zajednički organiziraju i izvode Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku i Institut Ruđer Bošković Zagreb pristupnica je upisala u akademskoj 2008./2009. godini.

Kao član "Službe za monitoring i istraživanje komaraca", odnosno "Službe za nadzor i istraživanje komaraca" čiji je voditelj prof. dr. sc. Enrih Merdić, sudjelovala je u znanstveno-istraživačkom radu na nekoliko projekata.

Autor i koautor je pet znanstvenih radova objavljenih u časopisima koje citira CC. Autor je jednog, te koautor pet znanstvenih radova u drugim časopisima. Na dolje navedenim kongresima i seminarima aktivno je sudjelovala s ukupno četrnaest priopćenja:

POPIS RADOVA

ZNANSTVENI RADOVI:

U časopisima koje citira CC:

1. **Jeličić-Marinković Ž**, Hackenberger-Kutuzović B, Merdić E 2014: Maximum radius of carbon dioxide baited trap impact in woodland: implications for host-finding by mosquitoes. *Biologia* 69 4: DOI: 10.2478/s11756-014-0330-7
2. Turić N, Merdić E, Hackenberger B K, **Jeličić Ž**, Vignjević G & Csabai Z 2012: Structure of aquatic assemblages of Coleoptera and Heteroptera in relation to habitat type and flood dynamic structure, *Aquatic Insects: International Journal of Freshwater Entomology* 2012 1-17, DOI:10.1080/01650424.2012.643059
3. Merdić E, **Jeličić Ž**, Krčmar S, Hackenberger-Kutuzović B, Turić N, Sudarić Bogojević M & Zahirović Ž 2010: Efficacy of mosquito attractants in various habitats of a floodplain. *Biologia* 65 3:545-551

4. Sudarić Bogojević M, Merdić E, Turić N, **Jeličić Ž**, Zahirović Ž, Vručina I & Merdić S 2009: Seasonal dynamics of mosquitoes (Diptera, Culicidae) in Osijek (Croatia) for the period 1995-2004. *Biologia* 64 4:760-767
5. Merdić E, Krčmar S, Sudarić Bogojević M & **Jeličić Ž** 2007: Response of Mosquitoes (Diptera, Culicidae) to different synthetic and natural olfactory attractants. *Entomologia Generalis* 30 4:253-261

Ostali časopisi:

1. Turić N, Merdić E, Hackenberger-Kutuzović B, **Jeličić Ž**, Bogdanović T 2009: Diversity of aquatic insects (Heteroptera: Nemathomorpha, Gerromorpha and Coleoptera: Hydradeephaga, Hydrophilidae) in the crast area of Gorski kotar Croatia. *Natura Croatiaca* 20 1:179-188
2. **Jeličić Ž**, Vujić A, Vignjević G, Merdić E 2010: Hoverflies (Diptera: Syrphidae) of Nature park Kopački rit, NE Croatia. *Entomologia Croatica* 14 3-4: 7-16
3. 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. *Entomologia Croatica* 12 2:9-23
4. Sudarić Bogojević M, Merdić E, Vručina I, Merdić S, Zahirović Ž, Turić N, **Jeličić Ž** 2008: Results of ten years Mosquito (Diptera, Culicidae) monitoring in Osijek, Croatia. *Entomologia Croatica* 12 2:67-78
5. Bursić V, Vuković G, Marinković D, Cara M, Zeremski T, **Jeličić Marinković Ž**, Zgomba M 2014. Comparison of HPLC-DAD and LC-MS/MS for the determination and validation of pyriproxyfen in water solutions. *Albanian journal of agricultural sciences*. (special edition)

ZNANSTVENO POPULARNI RADOVI I STRUČNI RADOVI

1. Vručina I, **Jeličić Ž**, Merdić E 2010: Jaja komaraca – ovipozicija, izlijevanje iz jaja i uzorkovanje. Zbornik radova 22 znanstveno, stručno edukativni seminar DDD i ZUPP, Pula p 203-217
2. E. Merdić, **Ž. Jeličić**, M. Sudarić Bogojević, I. Boca 2007: Komarci i atraktanti. Zbornik radova 19. stručno-edukativnog seminara s međunarodnim sudjelovanjem u djelatnosti DDD i ZUPP, Dubrovnik

KONGRESNA PRIOPĆENJA:

- Merdić E., Vignjević G., Vručina I., Hackenberger Kutuzović B., Sudarić Bogojević M., **Jeličić Marinković Ž.**, Zahirović Ž., Turić N. 2012: Prostorno vremenska analiza disperzije tri najbrojnije vrste komaraca u Osijeku tijekom 2010. godine. 11. Hrvatski biološki kongres, Šibenik
- Merdić E., Vignjević G., Vručina I., Sudarić Bogojević M., **Jeličić Marinović Ž.**, Zahirović Ž., Žitko T., Landeka N., Klobučar A. 2011: *Aedes albopictus* invasive mosquito species in Croatia. Symposium Internationale Entomofaunisticum Europe Centralis XXII, Varaždin
- Turić N., Merdić E., Csabai Z., Hackenberger B K., **Jeličić Ž** 2010: Aquatic Coleoptera and Heteroptera assemblages and diversity in relation to habitat type and flood dynamic structure. 9th European Congress of Entomology. Budapest, Hungary
- Turić N., Merdić E., Csabai Z., Hackenberger B K., **Jeličić Ž** 2010: Diversity of aquatic insects (Heteroptera: Nepomorpha, Gerromorpha and Coleoptera Hydradephaga, Hydrophilidae) in Kras area of Gorski Kotar (Croatia) 9th European congress of Entomology. Budapest, Hungary
- **Jeličić Ž.**, Hackenberger B K., Vignjević G., Merdić E. 2010: Maximum range of different attractant (1-octen-3-ol, ammonium, acetone and L-lactic acid) dispersion in forest. 17th European Society for Vector Ecology Conference, Wroclaw, Poland
- Vručina I., **Jeličić Ž.**, Merdić E. 2010: Jaja komaraca – ovipozicija, izlijevanje iz jaja i uzorkovanje. 22. znanstveno, stručno edukativni seminar DDD i ZUPP, Pula
- **Jeličić Ž.**, Sudarić Bogojević M., Vignjević G., Merdić E. 2009: Mosquito community structure on different habitats in Nature Park Kopački rit, Croatia. 5th international congress of vector ecology, Belek-Antalya, Turkey
- Merdić E., Žitko T., **Jeličić Ž.**, Klobučar A. 2009: Spreading of *Aedes albopictus* on Croatian islands by boats and yachts, 5th EMCA Workshop, Torino, Italy
- **Jeličić Ž.**, Vujić A., Vignjević G., Merdić E. 2009: Šest novih vrsta osolikih muha (Diptera, Syrphidae) za faunu Hrvatske iz Kopačkog rita. 10. Hrvatskih biološki kongres s međunarodnim sudjelovanjem, Osijek

-
- Turić N, Merdić E, Hackenberger B K, **Jeličić Ž** 2009: Bogatstvo vrsta i konzervacijska vrijednost vodenih kukaca (Coleoptera i Heteroptera) na prostoru Parka prirode Kopački rit. 10. Hrvatskih biološki kongres s međunarodnim sudjelovanjem, Osijek
 - Merdić, E., **Jeličić, Ž.**, Branimir Hackenberger-Kutuzović B. 2008: Field tests of attractant combinations efficacy for capturing mosquitoes in the protected wetland of Kopački rit, Croatia. 16. European SOVE Meeting, Cambridge UK
 - Sudarić Bogojević, M. Merdić, E. **Jeličić Ž.** 2008: Seasonal population peaks observed in mosquitoes over a 10-year period (1995-2004) in Osijek, Croatia. 16. European SOVE Meeting, Cambridge UK
 - M. Sudarić Bogojević E. Merdić **Ž. Jeličić**, 2007: Distribution of four mosquito species from the *cantans* group (Diptera, Culicidae) in Eastern Croatia. 4. EMCA Workshop, Praha, Češka
 - **Jeličić, Ž.** Merdić, E. Sudarić Bogojević M. 2007: The influence of the habitat on mosquitoes trapping by different attractants. 4. EMCA Workshop, Praha, Češka.

