



Europska Unija
Zajedno do fondova EU



Operativni program
**KONKURENTNOST
I KOHEZIJA**



REPUBLIKA HRVATSKA
Ministarstvo gospodarstva
i održivog razvoja



FOND ZA ZAŠTITU OKOLIŠA I
ENERGETSKU UČINKOVITOST

ŠTO O KOMARCIMA TREBA ZNATI?



Prilagodba mjera kontrole populacije
komaraca klimatskim promjenama u Hrvatskoj
KK.05.1.1.02.0008



Impressum

Naslov: Bruno Čaleta, Nikolina Stjepanović, Tamara Đerđ, Domagoj K. Hackenberger, Branimir K. Hackenberger, Tin Klanjšček - Što o komarcima treba znati?

Nakladnik: Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju, Cara Hadrijana 8/A, 31000 Osijek

Sunakladnik: BioQuant d.o.o., Našička ulica 4, 31000 Osijek

Autori i urednici tekstova: Bruno Čaleta, Nikolina Stjepanović, Tamara Đerđ, Domagoj K. Hackenberger, Branimir K. Hackenberger, Tin Klanjšček

Autori fotografija: Tamara Đerđ, Domagoj K. Hackenberger, Branimir K. Hackenberger, Freepik.com

Grafičko oblikovanje i urednik: Bruno Čaleta

Izrađeno u sklopu projekta CADAPT - Prilagodba mjera kontrole populacije komaraca klimatskim promjenama u Hrvatskoj (KK.05.1.1.02.0008).

<http://cadapt.biologija.unios.hr/>

Za više informacija o EU fondovima posjetite web stranicu Ministarstva regionalnoga razvoja i fondova Europske unije.

www.strukturnifondovi.hr

Financirano iz Europskog fonda za regionalni razvoj 468.431,42 € (379.626,38 € bespovratna sredstava)

Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost 50.874.11 €

Sadržaj publikacije isključiva je odgovornost Odjela za biologiju Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Osijek, veljača 2023





C*ADAPT*



Razdoblje provedbe projekta

36 mjeseci (01.06.2020. –
01.06.2023.)



**Financirano iz Europskog
fonda za regionalni razvoj**

468.431,42 €
(379.626,38 €

bespovratna sredstava)



**Fond za zaštitu okoliša
i energetske učinkovitost**

50.874,11 €

Sažetak i cilj projekta

Komarci su najsmrtonosnije životinje na Zemlji. Na području RH mjeri se i dokumentira povećanje populacija invazivnih, ali i pojedinih autohtonih vrsta. Razlog tome je, između ostalog i neprilagođenost mjera kontrole populacija komaraca klimatskim promjenama. Ovim projektom razvijen je sustav predviđanja dinamike populacija komaraca u ovisnosti o okolišnim parametrima, koji omogućava predviđanje posljedica klimatskih promjena na tu dinamiku te je razvijen sustav prilagodbe mjera kontrole klimatskim promjenama. Opsežna diseminacija rezultata projekta osigurat će održivost rezultata i podizanje svijesti o posljedicama klimatskih promjena u RH.

Cilj projekta je stvoriti sustav predviđanja potrebe i načina kontrole sa svrhom regulacije brojnosti populacija komaraca na cijelom teritoriju RH, u kontekstu promjena u okolišu kao posljedica klimatskih promjena. Osnovni rezultat projekta bit će prostorne karte RH na kojima će, za najmanje tri scenarija klimatskih promjena (RCP 2.6-8.5), biti identificirana područja u kojima se očekuju potrebe modificiranja metoda kontrole komaraca uzrokovanih klimatskim promjenama, s prijedlozima konkretnih mjera prilagodbe i monitoringa. Na temelju saznanja iz modela, izradit će se četiri strategije mjera prilagodbe klimatskim promjenama.



Korisnik


Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Odjel za biologiju
Cara Hadrijana 8/A 31 000 Osijek
OIB: 78808975734



Partner

Institut Ruder Bošković
Bijenička Cesta 54, 10000 Zagreb
OIB: 69715301002





Komarci su poznati po sposobnosti prenošenja bolesti na ljude i životinje. Pronalazimo ih u svim dijelovima svijeta, a njihova prisutnost može imati značajan utjecaj na javno zdravstvo. Komarci su **vektori brojnih bolesti** poput malarije i denga groznice, a samo malarija uzima gotovo milijun života godišnje. Ovi insekti patogene mogu prenositi s jednog domaćina na drugog bez da se sami zaraze. Unatoč svojoj veličini, komarci mogu stvarati značajne **javno-zdravstvene probleme**. Zbog toga znanstvenici i javna upravljačka tijela neumorno rade kako bi razumjeli više o komarcima te kako bi se razvili novi načini za kontrolu njihovih populacija. Znanstvenici proučavaju genetiku, ponašanje i ekologiju komaraca te razvijaju inovativne metode za kontrolu populacija komaraca. Aktualne **klimatske promjene** dodatno otežavaju razumijevanje dinamike populacija komaraca. Kroz partnerstvo znanstvenih, gospodarskih i javno-zdravstvenih organizacija moguće je smanjiti negativan utjecaj komaraca na ljudsko zdravlje i dobrobit te smanjiti mogućnost širenja prenosivih bolesti.

Raznolikost komaraca

glavne skupine i karakteristike



Diljem svijeta postoji preko 3600 vrsta komaraca, ali samo oko 200 vrsta napadaju ljude. Većina komaraca hrane se nektarom i drugim biljnim sokovima i ne prenose bolesti ljudima. Postoje i izrazito specijalizirane vrste komaraca poput komaraca iz roda *Toxorhynchites* - ovi komarci hrane se isključivo drugim komarcima i njihovim ličinkama.



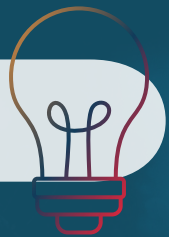
Komarci su raznolika skupina insekata koji pripadaju redu dvokrilaca (Diptera) i porodici Culicidae. Znanstvenici su do sada otkrili više od **3600 vrsta** komaraca, a svaka vrsta ima svoje jedinstvene karakteristike. Većina njih spada u dvije potporodice - Anophelinae i Culicinae, a svaka se od ovih potporodica zatim dijeli u manje grupe koje se nazivaju rodovi, a kojih ima 113. Unatoč postojećoj detaljnoj sistematizaciji komaraca, znanstvenici još uvijek pokušavaju otkriti gdje se neki od njih uklapaju. Posebno su problematični rodovi *Aedes* i *Ochlerotatus*, čije mjesto u sistematici je još uvijek tema rasprave stručnjaka.

Kada su komarci u pitanju, točna klasifikacija ključna je u istraživanju i kontroli. Od znanstvenika u laboratoriju do stručnjaka koji se bave prevencijom širenja bolesti, točno klasificiranje komaraca u odgovarajuće rodove pomaže svima u praćenju vrsta komaraca i efikasnijoj kontroli. Međutim, iz javno-zdravstvene perspektive, praktičnija je kategorizacija komaraca u **dvije grupe**. Prvu grupu čine rodovi **Anopheles** i **Culex** - ovi komarci poglavito su prepoznati kao prenosioci bolesti na ljude. Drugu grupu čine komarci unutar roda **Aedes** - ovi komarci poznati su prijenosnici bolesti, kako na ljude, tako i na druge životinje. Komarci iz roda *Anopheles* prenose malariju, komarci iz roda *Aedes* prenose denga groznicu, žutu groznicu, Zika virus i Chikungunya groznicu, a komarci iz roda *Culex* prenose virus Zapadnog Nila, filarijazu, encefalitis, itd.

Funkcionalne skupine

komaraca

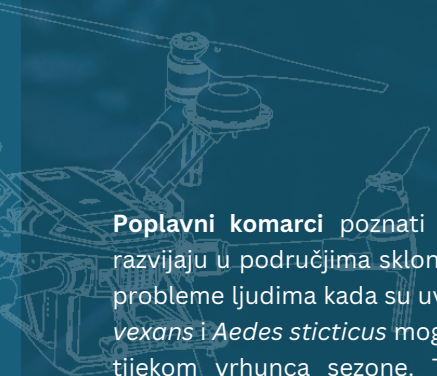
Neke vrste urbanih komaraca koji nastanjuju gradske sredine, mogu preletjeti iznenađujuće velike udaljenosti. Primjerice, azijski tigrasti komarac (*Aedes albopictus*) može preletjeti udaljenost oko 30 km od mjesta izlijevanja.



Komarci se mogu klasificirati u različite skupine prema njihovim ekološkim ulogama i ponašanju. Te skupine nazivamo **funkcionalne skupine**, a definiraju se karakteristikama poput mjesta gdje se komarci zadržavaju, prilagodbama životnoga ciklusa, čime se hrane i koliko su skloni prijenosu bolesti. Tri glavne funkcionalne grupe komaraca su:

1. **poplavni komarci**
2. **urbani komarci**
3. **šumski komarci**





Poplavni komarci poznati su po tome što im se populacije razvijaju u područjima sklonim poplavama i mogu stvarati velike probleme ljudima kada su uvjeti za to povoljni. Na primjer, *Aedes vexans* i *Aedes sticticus* mogu činiti do 90% populacije komaraca tijekom vrhunca sezone. Tim komarcima jaja se razvijaju u privremenim poplavljenim površinama koje nastaju nakon jake kiše ili poplave. Ta mjesta nisu idealna za polijeganje jaja zbog visokog rizika od isušivanja. Poplavni komarci evoluirali su tako da polažu jaja na vlažna područja s gustom vegetacijom kao što je zajednica šaševa. Zanimljivo je da ovi komarci raspoznaju različite tipove tla i preferiraju tlo s visokim postotkom gline te niskim postotkom humusa. Uz to, postoje dokazi koji ukazuju na pojavu povećane koncentracije feromona koji privlače poplavne komarce u poplavna područja, indicirajući povoljne uvjete za polijeganje jaja radi specifične količine vlage u tlu.

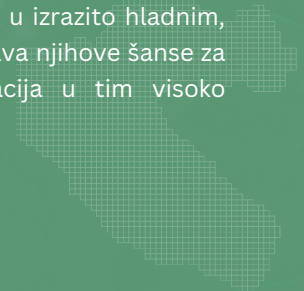
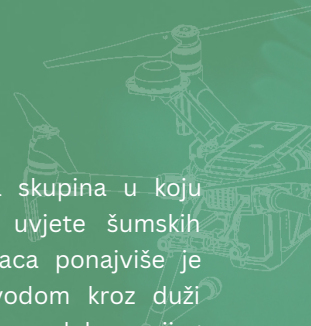


Urbani komarci funkcionalna su skupina komaraca koja se izrazito uspješno razmnožava i čini velike populacije u različitim staništima i uvjetima, što uključuje zagađena te urbana i suburbana staništa. Ovi komarci poznati su po svojoj prilagodljivosti i mogu se razmnožavati u **prirodnim i umjetnim vodenim tijelima**, kao što su močvare, kanali, bare, ali i umjetni spremnici poput bazena, bačvi, kanti i odbačenih guma. Unatoč neprekidnim naporima u kontroli njihovih populacija, visok stupanj **prilagodljivosti** znači da urbani komarci stvaraju dodatne izazove u njihovoj kontroli. Za razliku od poplavnih komaraca, ženke urbanih komaraca **hiberniraju u zaštićenim mjestima** poput rupa u drveću, podruma, tavana i štala, sve dok ne postanu aktivne u kasno proljeće kada počinju tražiti krvni obrok. Najpoznatija vrsta iz ove skupine je domaći komarac (*Culex pipiens*). To je najrašireniji komarac na svijetu.

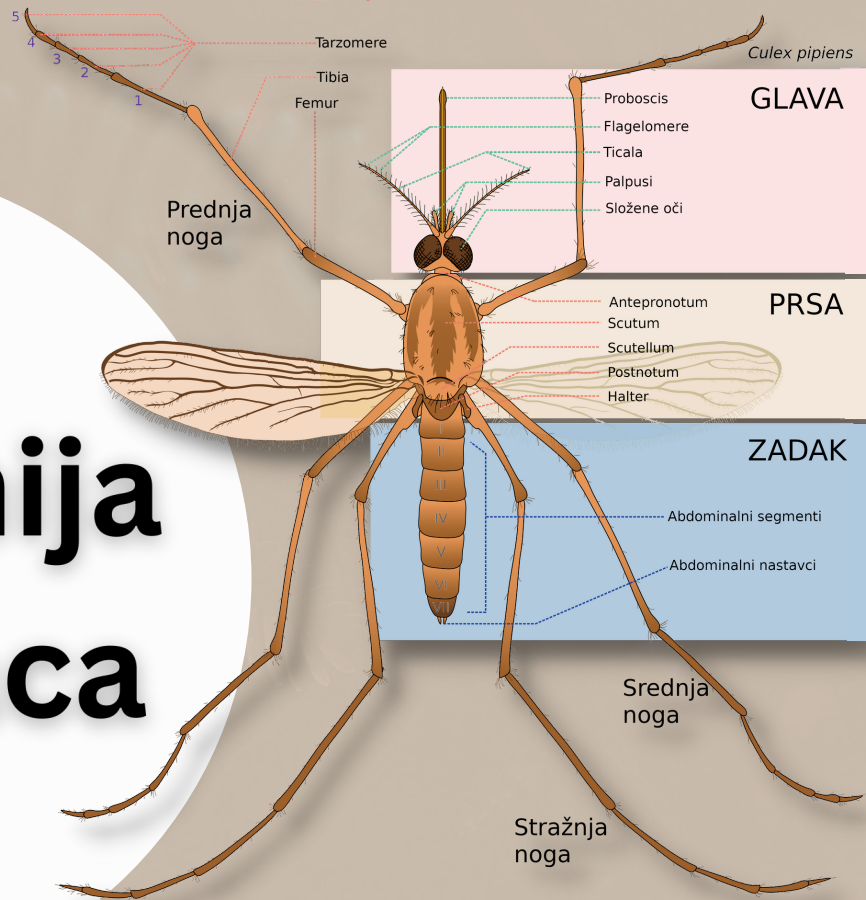




Šumski komarci jedinstvena su funkcionalna skupina u koju spadaju komarci prilagođeni na specifične uvjete šumskih ekoloških sustava. Životni ciklus ovih komaraca ponajviše je vezan uz mikrodepresije i jarke ispunjene vodom kroz duži vremenski period - uglavnom od kasne jeseni pa sve dok se snijeg ne otopi. Razvili su sofisticiranu strategiju preživljavanja - **dijapauzu**. U središnjoj Europi neke vrste, poput *Aedes rusticus*, imaju mogućnost izlijevanja na početku zime. Međutim, većina šumskih komaraca prekida svoju dijapauzu u jesen kada polažu jaja, što im omogućava izlijevanje tijekom topljenja snijega u proljeće iduće godine. Ovo je nevjerojatna prilagodba koja im omogućava prednost povremenih izvora vode koji su prisutni tijekom topljenja snijega. Zanimljivo je napomenuti kako ova skupina komaraca ima sposobnost izlijevanja u izrazito hladnim, kisikom bogatim vodama. To dodatno povećava njihove šanse za preživljavanje i stvaranje stabilnih populacija u tim visoko specifičnim uvjetima.



Anatomija komaraca

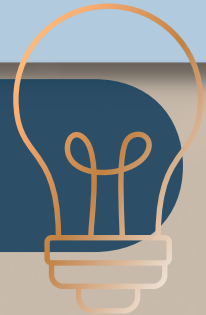


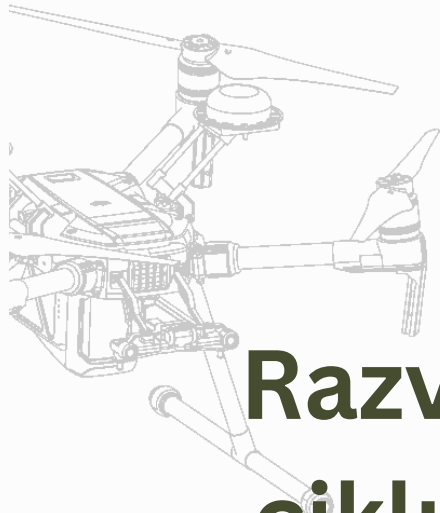
Glava komarca segment je na kojemu se nalaze najvažniji osjetilni organi i proboscis komaraca. Proboscis je dugačka struktura nalik igli koju komarci prvenstveno koriste za hranjenje te neposredno za prijenos bolesti. Proboscis se sastoji od šest individualnih igli od kojih svaka ima određenu funkciju. U glavi komarca nalazi se mozak koji koordinira sve životne funkcije. Oči komarca relativno su velike i složene, a sastoje se od malenih leća koje nazivamo omatide. Omatide su odgovorne za detekciju pokreta i varijacije u svjetlosti te tako pomažu jedinkama komaraca u pronalasku krvnog obroka.

Prsa komarca segment je na kojemu se nalaze krila i noge. Krila komaraca relativno su velika u odnosu na veličinu tijela, prozirna i prekrivena finim ljuskama. Služe za let, a sposobna su za agilne pokrete tijela u zraku. Noge komaraca dugačke su i tanke, sastavljene od manjih segmenata, a služe za hodanje i slijetanje. Noge komaraca imaju sitna kliješta koja im služe za hvatanje za površine.

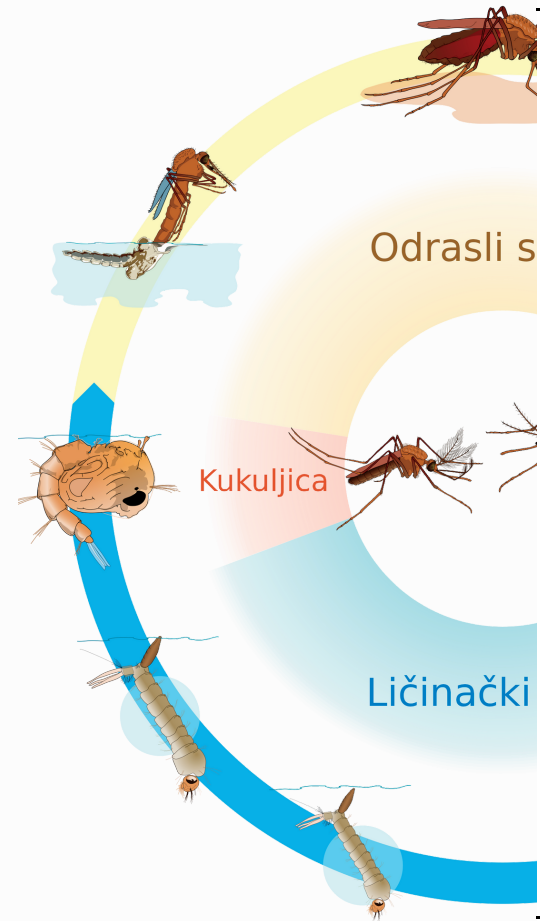
Zadak je najveći segment na tijelu komarca, a u njemu se nalaze unutarnji organi. Na zatku se nalaze dišni otvori kroz koje zrak ulazi u dišni sustav komarca. Kod ženki zadak služi i za skladištenje krvi izvađene iz plijena. U zatku se nalazi i reproduktivni sustav, te srce koje pokreće hemolimfu kroz tijelo. Hemolimfa komarca ekvivalent je krvi kralježnjaka, a vrši važne funkcije kao što su cirkulacija, transport kisika i nutrijenata te uklanjanje štetnih i otpadnih tvari. Hemolimfa komarca također sadrži stanice povezane s imunološkim odgovorom te ima ulogu u regulaciji tjelesne temperature.

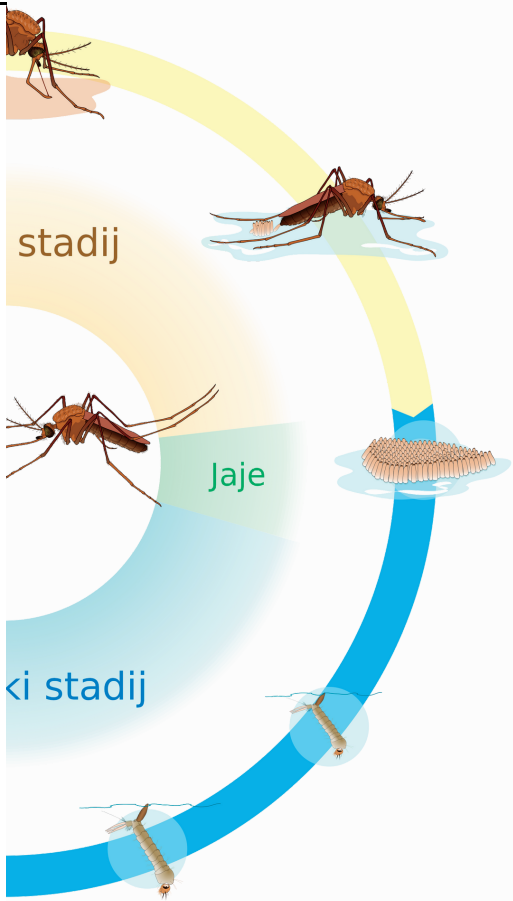
Komarci imaju specijalizirane osjetilne receptore na ticalima kojima detektiraju prisutnost ugljikovog dioksida - ključnog indikatora blizine toplokrvnih životinja.



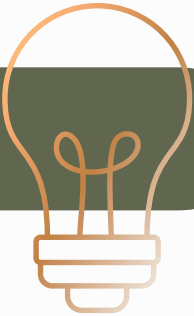


Razvoj i životni ciklus komarca

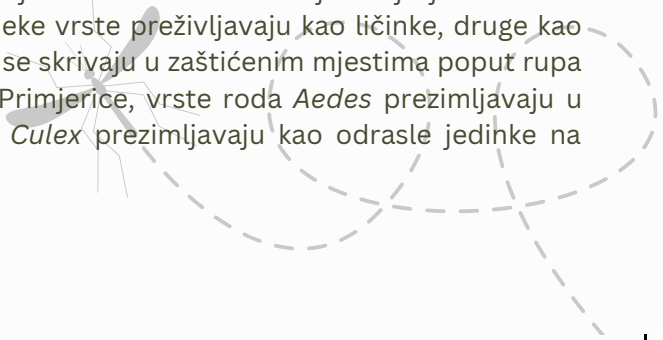




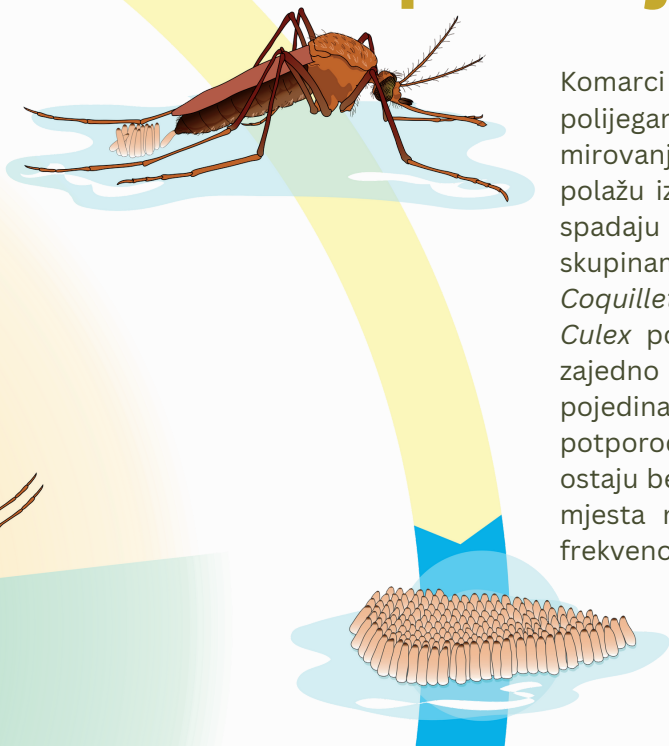
Neke vrste komaraca mogu polijegati jaja u količini vode koja odgovara jednoj žlici, što im olakšava razmnožavanje na neočekivanim mjestima, poput starih guma ili začepljenih oluka.



Komarci prolaze kroz nevjerojatni proces transformacije poznat kao **holometabolička metamorfoza**, koja uključuje četiri različite faze života: **jaje**, **ličinka**, **kukuljica** i **odrasla jedinka**. Bilo kakav oblik stajaće vode ključan je za preživljavanje jedinki komaraca. Ponašanje komaraca mijenja se s obzirom na ekološki sustav u kojemu se nalaze. Neke vrste aktivne su cijele godine u tropskim područjima, dok druge miruju kada se temperature spuste ispod 15°C ili hiberniraju tijekom hladnijih razdoblja. Svaka vrsta razvila je svoju jedinstvenu strategiju za preživljavanje zime - neke vrste preživljavaju kao ličinke, druge kao jaja, a neke kao gravidne ženke koje se skrivaju u zaštićenim mjestima poput rupa u drveću, podruma, štala i slično. Primjerice, vrste roda *Aedes* prezimljavaju u stadiju jajašaca, dok vrste iz roda *Culex* prezimljavaju kao odrasle jedinke na zaštićenim mjestima.



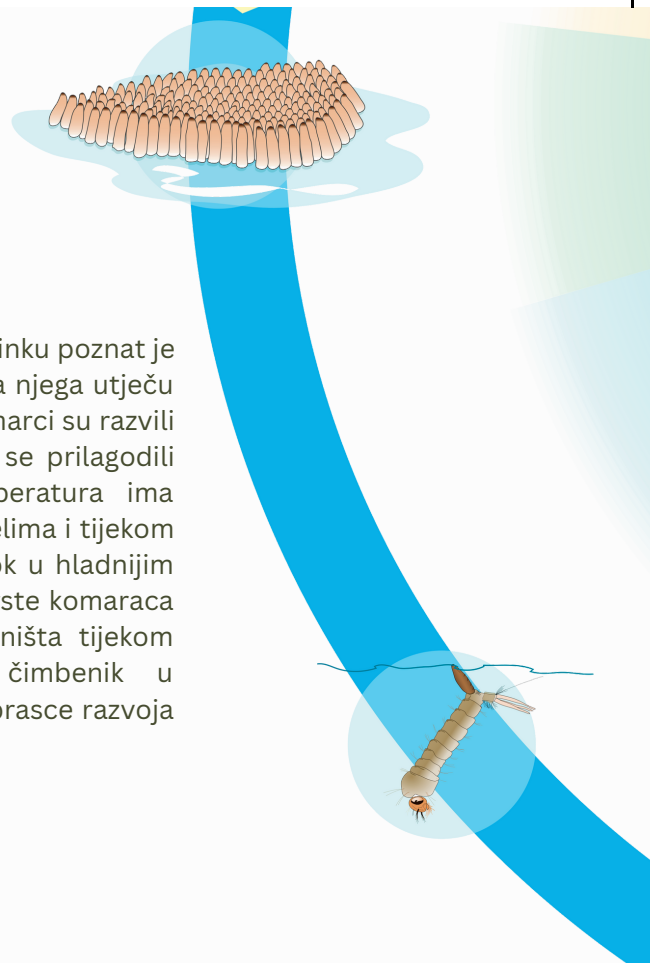
Ovipozicija ili polijeganje jaja



Komarci se mogu podijeliti u **dvije skupine** na temelju ponašanja u polijeganju jaja. Podjela se temelji na tome hoće li embrij ući u razdoblje mirovanja. Nakon krvnog obroka, ženke komaraca ovisno o vrsti obično polažu između 50 i 500 jajašaca u dva do četiri dana. U prvu skupinu spadaju ženke koje polažu jaja na vodenu površinu pojedinačno ili u skupinama, poput vrsta iz roda *Anopheles* i rodova *Culex*, *Uranotaenia*, *Coquilletidia*, *Orthopodomyia* i podroda *Culiseta*. Ženke komarca roda *Culex* poliježu jaja u skupinama od nekoliko stotina jajašca spojenih zajedno u strukturu sličnu splavi. U drugu skupinu spadaju ženke koje pojedinačno polažu jaja stojeći ili lebdeći nad vodom, poput vrsta iz potporodice Anophelinae. Ta su jaja prilagođena da plutaju na vodi i ostaju beživotna ako se osuše. Različiti čimbenici važni su u određivanju mjesta na koje će komarci položiti jaja, kao što su kvaliteta vode, frekvencija svjetla, dostupna hrana i lokalna vegetacija.

Embrionalni razvoj

Proces transformacije organizma iz oplođenog jajašca u odraslu jedinku poznat je kao **embrionalni razvoj**. Za komarce je ovo putovanje složeno, a na njega utječu različiti elementi poput temperature, vlage i dostupnosti vode. Komarci su razvili sofisticirane mehanizme za regulaciju procesa izlijeganja kako bi se prilagodili dinamičkim čimbenicima u svojim vodenim staništima. Temperatura ima posebno važnu ulogu u određivanju brzine razvoja. U toplim predjelima i tijekom ljetnih mjeseci obično je potrebno 2-3 dana da jajašca sazriju, dok u hladnijim podnebljima to može potrajati i do tjedan dana ili više. Različite vrste komaraca razvile su jedinstvene prilagodbe okolišnim uvjetima svojih staništa tijekom embrionalnog razvoja. Općenito, **temperatura** je ključni čimbenik u embrionalnom razvoju komaraca, a različite vrste imaju različite obrasce razvoja na koje dodatno imaju utjecaj vlaga i voda.





Ličinački stadij

Komarac životni ciklus započinje kao jaje položeno u vodi iz kojega se izliježe ličinka. **Ličinke** prolaze kroz četiri zasebna stadija, tijekom kojih konzumiraju veliku količinu hrane kako bi potaknule svoj rast. Izležene ličinke ne raspoređuju se ravnomjerno po površini vode, već se nakupljaju u područjima s optimalnim uvjetima vodenog okoliša, kao što su temperatura, svjetlost i kvaliteta vode, ili na mjestima koja nude zaštitu od grabežljivaca. Ukupno trajanje stadija ličinke varira ovisno o vrsti i temperaturi vode, obično traje između 4 i 14 dana, a u nekim slučajevima može trajati i do 30 dana. Trajanje svakog stadija razvoja ličinki kraće je tijekom ljeta, a dulje tijekom hladnijih razdoblja. Ličinke komaraca imaju tri različite metode hranjenja: filtracija, usitnjavanje i predacija, a primarno se hrane raspadajućom organskom tvari u vodi, kao što su ostaci algi, planktona, gljivica i bakterija.

Stadij kukuljice

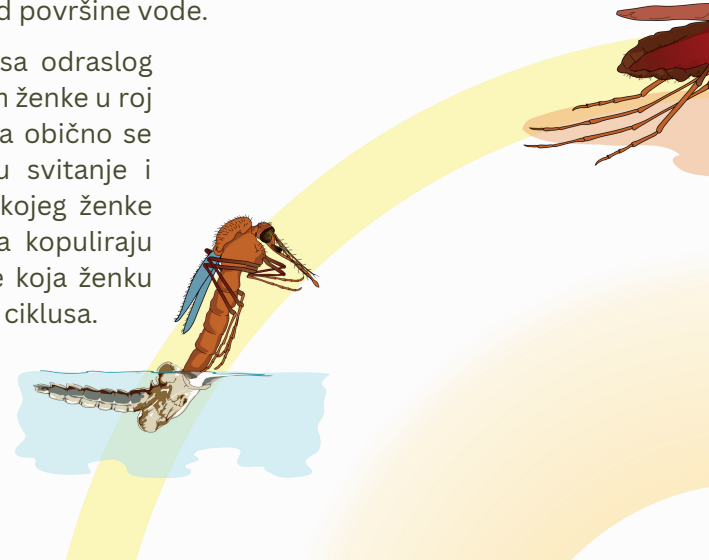
Proces preobrazbe komarca iz ličinke u odraslu jedinku nazivamo metamorfoza. To je složen proces u kojemu jedinka prolazi kroz potpunu razgradnju i ponovni nastanak organa. Tijekom ovog stadija, komarac se nalazi u kukuljici, ne hrani se, te je zaštićen čvrstim hitinoznim oklopom. Glava i prsa jedinke spojeni su u tvorbu koju nazivamo **glavopršnjak**. Za razliku od drugih insekata, kukuljice komarca su prilično pokretne, a svaka vrsta razvila je specifične karakteristike ovog životnog stadija. Generalno, stadij kukuljice traje između 1-4 dana ovisno o temperaturi vode. Tijekom ovog stadija, organizam prolazi značajne promjene u kojima se mast pretvara u izvore energije koja će poslužiti odraslom komarcu za životne funkcije. Kada nisu u pokretu, kukuljice plutaju na površini vode gdje udišu atmosferski zrak. Osjetljive su na promjene svjetla i mogu brzo zaroniti u vodu kako bi izbjegle opasnost. Za razliku od ličinki, kukuljice nakon ronjenja pasivno plutaju natrag na površinu. Većina kukuljica komaraca može preživjeti u uvjetima niske vode i mogu se razviti u odrasle komarce čak i ako se njihovo stanište osuši. Mužjaci komaraca prvi prelaze iz stadija kukuljice u stadij odraslog komarca.



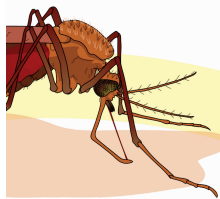
Odrasli

Metamorfoza komarca od kukuljice do odrasle jedinke osjetljiv je proces. Kako se kukuljica bliži kraju razvoja i transformacije, zrak ulazi u kutikulu kukuljice, uzrokujući **pucanje glavopršnjaka**, što odraslom komarcu omogućava izlazak iz kukuljice. Mlada odrasla jedinka osjetljiva je na jake vjetrove i predatore dok se bori održati iznad površine vode.

Reprodukcija je jedan od najvažnijih aspekata životnog ciklusa odraslog komarca. Za većinu vrsta komaraca ovaj proces počinje ulaskom ženke u roj mužjaka. Ovi rojevi mogu varirati od malobrojnih do golemih, a obično se formiraju tijekom razdoblja slabog osvjetljenja, primjerice u svitanje i sumrak. Krila mužjaka proizvode zvuk specifične frekvencije kojeg ženke prepoznaju i pomoću kojeg lociraju partnera. Mužjak i ženka kopuliraju tijekom leta, nakon čega mužjak ispušta tvar zvanu matronae koja ženku čini neprivlačnom drugim muškarcima do kraja njenog životnog ciklusa.




stadij



Ženski je komarac nakon parenja u potrazi za **krvnim obrokom** kako bi mogao započeti razvoj oplodjenih jaja. Proces traženja krvnog obroka varira među vrstama te ovisi o olfaktornim, vizualnim i temperaturnim podražajima. Kad pronađe domaćina, ženka koristi svoj proboscis kako bi probila kožu domaćina te kako bi posisala krv. S obzirom na veličinu tijela, ženka može uzeti značajnu količinu krvi koja će primarno pogoniti proizvodnju jaja, a tek manji dio koristit će se kao izvor energije za druge životne funkcije.





Unatoč negativnoj reputaciji komaraca kao vektora bolesti, komarci vrše neupitno važnu ekološku funkciju **oprašivanjem biljaka**. Odrasli mužjaci primarno se hrane biljnim nektarom, što znači da uvelike ovise o biljnim šećerima i povezanim nutrijentima. Većina tih nutrijenata nalazi se u biljnom soku koji se pronalazi kod velikog broja cvjetnica. U potrazi za nektarom, komarci nehotice oprašuju biljke koje posjećuju. Ovaj proces, poznat kao unakrsno oprašivanje, ima vitalnu ulogu u reprodukciji i preživljavanju nekih biljnih vrsta. Ova ekološka funkcija vrlo je često zanemaren i podcijenjen aspekt uloge koju komarci imaju u ekosustavima.

Nedavna istraživanja pokazala su da su pojedini mirisi cvjetova kojim se komarci hrane i oprašuju slični ljudskim mirisima. Ta činjenica može ukazivati na evolucijsko podrijetlo uzimanja krvnog obroka nekih komaraca.



Ekološke funkcije komaraca

A faint, light-colored line drawing of a mosquito's body and legs, overlaid on the dark green background of the right side of the slide.

Komarci, kao i sve životinje, imaju svoje mjesto u **hranidbenoj mreži**. Oni mogu biti predatori, ali i plijen u različitim stadijima njihovog životnog ciklusa. U ličinačkom stadiju komarci se hrane manjim organizmima koji žive u vodi, ali u isto vrijeme i sami postaju hrana većim životinjama kao što su insekti, ribe i vodozemci. Čini se da su komarci kao odrasle jedinke manje bitni u hranidbenoj mreži nekog ekosustava. Ipak, postoje životinje koje se hrane odraslim jedinkama komaraca. Ova činjenica osnova je određenih metoda biološke kontrole populacija komaraca, kao što su uvođenje predatora komarca u ekološki sustav. Ovaj način kontrole uspješniji je kada se uvodi predator ličinki, budući da odrasli komarci većinu predatora izbjegavaju noćnim načinom života.

Jedna od suptilnijih ekoloških funkcija komaraca je u **kruženju biomase** i **transferu energije** između različitih ekosustava. Ličinke komarca imaju važnu ulogu u akvatičkim hranidbenim lancima budući da konzumiraju vodene mikroorganizme. Odrasli komarci koji su preživjeli ličinački stadij napuštaju akvatički ekološki sustav, te akumuliranu biomasu prenose u terestrički ekološki sustav. Biomasa mrtvih životinja razgradnjom se pretvara u nutrijente koji nastavljaju ciklus kruženja, što ukazuje na još jednu bitnu ekološku funkciju komaraca u **kruženju nutrijenata**.



Pregled bolesti koje

Najčešći prenosioci bolesti prisutni u Hrvatskoj i bolesti koje prenose su: *Aedes albopictus* (chikungunya i denga groznica, dirofilarijaza), *Anopheles atroparvus* (malarija), *Anopheles labranchiae* (malarija), *Anopheles plumbeus* (malarija), *Anopheles sacharovi* (malarija), *Culex pipiens* (virus Zapadnog Nila, usutu virus, groznica Riftske doline, japanski encefalitis).

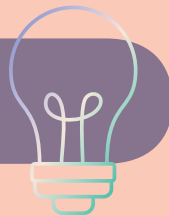
Malarija je bolest uzrokovana vrstama roda *Plasmodium* - *Plasmodium falciparum*, *P. vivax*, *P. ovale*, te *P. malariae*, a primarno se prenosi komarcima roda *Anopheles*. Jednom kada se plazmodiji razmnože unutar crvenih krvnih stanica, pojavljuju se groznica, zimica, glavobolja, mijalgija, malaksalost te dolazi do oštećenja unutrašnjih organa. Bolest može biti fatalna ukoliko je *P. falciparum* plazmodij uzročnik. Malarija globalno uzrokuje 350-500 milijuna infekcija, te 1 milijun smrti godišnje.

Virus Zapadnog Nila (VZN) prenosi se komarcima roda *Aedes*, *Anopheles* i *Culex*. Uglavnom se širi unutar populacija ptica, ali i ljudi te drugi sisavci mogu postati žrtve zaraze ovim virusom. Većina ljudi koja se zarazi VZN ne pokazuje nikakve simptome, dok kod manjeg broja ljudi (1 od 150 zaraženih) može doći do razvoja encefalitisa. Ovaj virus prisutan je i u Europi, a trenutno ne postoji cjepivo, kao ni specifični tretman za bolest uzrokovanu VZN.



prenose komarci

Komarci su za ljude smrtonosniji od bilo koje druge životinje, prvenstveno zbog bolesti koje mogu prenijeti. Prema Svjetskoj zdravstvenoj organizaciji (World Health Organization, WHO) komarci uzrokuju smrt u oko 725 000 ljudi godišnje.



Chikungunya groznica viralna je bolest koju uglavnom prenose vrste *Aedes aegypti* i *Aedes albopictus*. To je RNA virus iz porodice Togaviridae. Kada dođe do zaraze, virus uzrokuje temperaturu, bol u zglobovima i osip. Većina zaraženih se oporavi, dok kod manjeg broja zaraženih može doći do dugoročnih problema sa zglobovima. Ne postoji lijek, niti cjepivo za ovu bolest. U Europi postoji visok rizik od zaraze ovom bolesti zbog prisutnosti komaraca koji prenose Chikungunya virus, posebice na području Mediterana.

Dengue groznica viralna je bolest koju šire komarci, a uobičajeno se širi u regijama s tropskom i subtropskom klimom. Dengue virus uzrokuje povišenu tjelesnu temperaturu i šok što može biti fatalno. Bolest je prisutna u Europi gdje ju prenosi *Aedes albopictus*, a trenutno ne postoje lijek ni cjepivo.



Invazivne vrste komaraca imaju kompetitivnu prednost nad vrstama koje su native za neko područje, što im omogućava izvrsnu prilagodbu na novi okoliš. Različita kretanja ljudi uzrokuju širenje invazivni vrsta. Primjerice, pokazano je kako se jaja vrste *Aedes albopictus* mogu transportirati globalno trgovinom i transportom guma. **Klimatske promjene** također su ključni čimbenik u širenju invazivnih vrsta komaraca - uslijed promjene klime, određene vrste mogu preživjeti i razmnožavati se na novim lokacijama gdje to prije ne bi bilo moguće. Šest vrsta invazivnih komaraca prijetnja su javnom zdravstvu u Europi, a to su: *Aedes albopictus*, *Aedes aegypti*, *Aedes japonicus*, *Aedes koreicus*, *Aedes atropalpus* i *Aedes triseriatus*. Od ovih šest vrsta, *Aedes albopictus* smatra se najinvazivnijom, a prisutan je i u Hrvatskoj. *Aedes aegypti*, iako trenutno nije potvrđena njegova prisutnost, predstavlja veliku potencijalnu prijetnju javnom zdravstvu budući da je prijenosnik brojnih virusa koji uzrokuju teške bolesti.

Klimatske promjene rastuća su prijetnja i izazov čovječanstvu s utjecajem na sve segmente okoliša i gospodarstva. Republika Hrvatska pod neupitnim je utjecajem klimatskih promjena, a njena ranjivost na klimatske promjene ocjenjuje se kao velika budući da se velikim dijelom nalazi u Sredozemnoj regiji karakteriziranoj kao “vruća točka” (hot spot) s posebno izraženim utjecajima klimatskih promjena. Prema Europskoj agenciji za okoliš, **Hrvatska spada u skupinu zemalja koje trpe najveće ekonomske i gospodarske štete** od ekstremnih vremenskih i klimatskih događaja. Stoga je od prioritetne važnosti pokrenuti društveni proces prihvaćanja koncepta prilagodbe klimatskim promjenama, istražiti i jasno definirati utjecaj klimatskih promjena i posljedice te sukladno tome razviti prikladne strategije za ublažavanje negativnog utjecaja klimatskih promjena.





Hrvatsku nastanjuju **dvije invazivne vrste** komaraca - *Aedes albopictus* i *Aedes japonicus*, a prema trenutnoj distribuciji invazivnih vrsta u Europi očekuje se i prisutnost vrste *Aedes koreicus*.



Regionalni klimatski model - RegCM, pruža uvid u klimu u razdoblju od 2011. - 2040., te 2040. - 2070. prema različitim klimatskim scenarijima za Republiku Hrvatsku. U narednom razdoblju do 2040. u Hrvatskoj se očekuje **porast srednje godišnje temperature** za 1 - 1.4°C, **porast učestalosti toplih razdoblja** i **smanjenje hladnih, smanjenje srednje godišnje količine oborina, povećanje evapotranspiracije** i **smanjenje vlažnosti tla, te porast vlažnosti zraka**. U razdoblju od 2040. - 2070. očekuje se da će ovi trendovi nastaviti napredovati u istom smjeru. Za očekivati je kako će navedene promjene u klimi dovesti do **promjena u okolišu**, što će imati utjecaj na **sastav i brojnost populacija komaraca na području Hrvatske**.

Kako temperature rastu, određene vrste komaraca moći će se rasprostraniti na područja na kojima to prethodno nije bilo moguće. Također, veće temperature omogućavaju komarcima **brži razvoj**, što rezultira **brojnijim populacijama**. Uz to, **obilne padaline** uzrokovane učestalijim ekstremnim vremenskim prilikama stvaraju više stajaće vode u kojoj se komarci razmnožavaju. Posljedično, može se očekivati **povećanje stope transmisije bolesti** koje prenose komarci. Istraživanje poput ovoga, ali i druga istraživanja utjecaja klimatskih promjena na dinamiku populacija komaraca, potrebna su kako bismo što točnije i detaljnije razumjeli koje promjene u populacijama komaraca možemo očekivati. Iz boljeg razumijevanja proizaći će učinkovitije strategije prilagodbe klimatskim promjenama u budućnosti, te će biti lakše donositi odluke čiji je cilj **smanjenje negativnog utjecaja na ekološke sustave i usluge, gospodarstvo, društvo te zdravlje i dobrostanje ljudi**.



Članovi projektnog tima

Voditelj projekta: prof. dr. sc. Branimir K. Hackenberger

Istraživač 1: dr. sc. Tin Klanjšček

Istraživač 2: doc. dr. sc. Željka Lončarić

Istraživač 3: izv. prof. dr. sc. Jadranka Pečar Ilić

Istraživač 4: dr. sc. Sunčana Geček

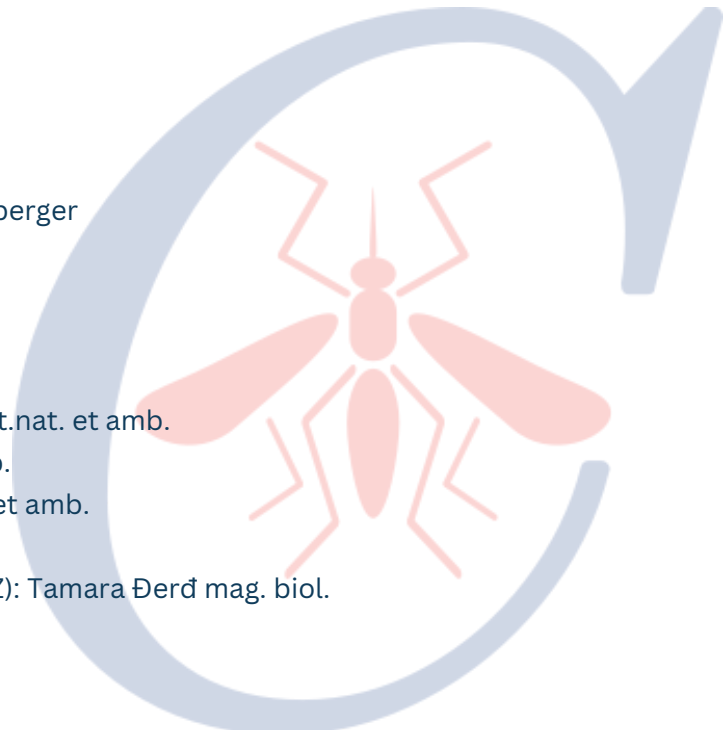
NZI_1_SJJOS: Domagoj K. Hackenberger mag. prot.nat. et amb.

NZI_2_SJJOS: Bruno Čaleta mag. prot. nat. et amb.

NZA_SJJOS: Nikolina Stjepanović mag. prot. nat. et amb.

SS_IRB: Roman Ozimec mag. sc. biol et oecol.

Istraživač na projektu (financiran projektom HRZZ): Tamara Đerđ mag. biol.





Saznaj više:



Prati nas na:



<https://www.facebook.com/Cadapt.Unios/>