

ISTRAŽIVANJE PRISUTNOSTI VRSTA KOMARACA NA PODRUČJU GRADA MURSKO SREDIŠĆE

Horvat, Martina

Master's thesis / Diplomski rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Medicine / Sveučilište u Rijeci, Medicinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:184:227582>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-09**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Medicine - FMRI Repository](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI
MEDICINSKI FAKULTET
DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ
SANITARNOG INŽENJERSTVA

Martina Horvat

**ISTRAŽIVANJE PRISUTNOSTI VRSTA KOMARACA NA PODRUČJU
GRADA - MURSKO SREDIŠĆE**

Diplomski rad

Rijeka, 2017.

SVEUČILIŠTE U RIJECI
MEDICINSKI FAKULTET
DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ
SANITARNOG INŽENJERSTVA

Martina Horvat

**ISTRAŽIVANJE PRISUTNOSTI VRSTA KOMARACA NA PODRUČJU
GRADA - MURSKO SREDIŠĆE**

Diplomski rad

Rijeka, 2017.

Mentor rada: Doc.dr.sc. Dijana Tomić Linšak, dipl.sanit.ing

Diplomski rad obranjen je dana 10. srpnja. 2017. na Nastavnom zavodu za javno zdravstvo

Primorsko goranske županije, pred povjerenstvom u sastavu:

1. Izv.prof.dr.sc. Ivana Gobin
2. Doc.dr.sc. Vanja Vasiljev Marchesi
3. Doc.dr.sc. Dijana Tomić Linšak

Rad ima 65 stranica, 21 sliku, 4 tablice, 62 literaturna navoda.

ZAHVALA

Zahvaljujem se svojoj mentorici doc.dr.sc. Dijani Tomić Linšak, dipl.sanit.ing. koja mi je ukazala povjerenje po drugi put i strpljivo vodila kroz izradu ovog diplomskog rada. Svojim stručnim i znanstvenim savjetima te nesebičnim pomaganjem uvelike je doprinijela i olakšala izradu ovog diplomskog rada.

Također, zahvalu upućujem Nastavnom zavodu za javno zdravstvo Primorsko – Goranske županije koji mi je omogućio determinaciju uzoraka, a posebno hvala na strpljenu mr.sc. Itani Bokan Vucelić, dipl.ing.biol., koja mi je posvetila svoje vrijeme i pružila znanje prilikom analize prikupljenih uzoraka.

Cijelo ovo iskustvo školovanja i studiranja dugujem svojim roditeljima koji su mi financijski i moralno bili najveća podrška, stoga vam želim ovim putem reći hvala, a sestri hvala na uveseljavanju teških trenutaka i pruženoj bezuvjetnoj sestrinskoj ljubavi.

Veliku podršku našla sam u bliskim prijateljima s kojima sam doživjela puno lijepih trenutaka za pamćenje ali i prebrodila teška razdoblja tijekom studiranja.

I na kraju jedno veliko hvala dugujem mom dečku Anti na pruženoj pažnji, strpljenju i ljubavi tijekom svih ovih godina. Svojim savjetima i prisutstvom pomogao mi je kako tokom studiranja tako i prilikom izrade ovog diplomskog rada.

Hvala vam svima od srca!

SAŽETAK

Sposobnost prilagodbe i tendencija prema zauzimanju novih prostora su karakteristike koje u novije doba vežemo uz insekte iz roda dvokrilaca (*Diptera*), porodice komarci (*Culicidae*). Svjedoci smo njihovom širenju po cijelom svijetu te se susrećemo s novim invazivnim vrstama i njihovim vektorskim potencijalom. Stoga je provedeno istraživanje s ciljem utvrđivanja prisutnosti vrsta na području grada Murskog Središća ali i utvrđivanja javnozdravstvenog značaja za lokalno stanovništvo. Prikupljanje uzoraka komaraca provodilo se od kraja lipnja do početka rujna 2016. godine. Sa svrhom dobivanja što točnije slike, korišteno je više metoda, odnosno korištene su ovipozicijske lovke, uzorkovanje ličinki i uzorkovanje odraslih jedinki. Pregledom svih uzoraka utvrđene su sljedeće vrste na uzorkovanom području: *Culex pipines*, *Culex modestus*, *Anopheles claviger*, *Anopheles maculipennis*, *Anopheles hyrakanus*, *Anopheles claviger*, *Aedes japonicus*, *Aedes vexans*, *Aedes cinereus*, *Culiseta annulata* i *Ochlerotatus sticticus*, od kojih pojedine imaju vektorski potencijal ili su potencijalni vektori zaraznih bolesti u određenim okolnostima. S obzirom na današnje uvjete života, mobilnost ljudi uz transport robe predstavljaju pogodan put prijenosa kako novih invazivnih vrsta tako i bolesti. Iz toga razloga je potrebno kontinuirano provoditi sustavne javnozdravstvene programe, kako bi educirali izloženo stanovništvo te naposljetku zaštitili ljudsko zdravlje.

Ključne riječi: komarci, vektorski potencijal, grad Mursko Središće, *Culex*, *Anopheles*, *Aedes*, *Ochlerotatus*, *Culiseta*

SUMMARY

Main characteristics that we associate with insects from genera Diptera, family of mosquitoes (Culicidae), include quick adaptability and tendency to take on new domains very quickly. We are witnessing a global propagation, and are confronted with a new invasive species and their vector potential. Therefore, a research was carried out to determine the presence of species in the area of Mursko Središće and to establish the public health significance for the local population. Collection of mosquito samples was carried out from the end of June to the beginning of September 2016. For the purpose of obtaining as accurate results as possible, several methods were used: oviposition traps, larvae sampling and adult sampling. The following species were found in the sampled area: *Culex pipines*, *Culex modestus*, *Anopheles claviger*, *Anopheles maculipennis*, *Anopheles hyracanus*, *Anopheles claviger*, *Aedes japonicus*, *Aedes vexans*, *Aedes cinereus*, *Culiseta annulata* and *Ochlerotatus sticticus*. Some of them possess the vector potential or are potential vectors of infectious diseases in certain circumstances. Considering today's living conditions, the mobility of people with the transport of goods is a convenient way of transmitting both new invasive types and diseases. For this reason, it is necessary to continuously implement systematic public health programs to educate the exposed population and ultimately protect human health.

Key words: mosquitoes, vector potential, city of Mursko Središće, *Culex*, *Anopheles*, *Aedes*, *Ochlerotatus*, *Culiseta*

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. Životni ciklus i opći opis komarca	4
1.2. Komarci – vektori bolesti	12
1.3. Biologija i ekologija komaraca specifičnih za sjeverozapadnu Hrvatsku	13
1.3.1. Rod <i>Culex</i>	13
1.3.2. Rod <i>Aedes</i>	15
1.3.3. Rod <i>Anopheles</i>	18
1.3.4. Rod <i>Ochlerotatus</i>	19
1.4. Suzbijanje komaraca	21
1.4.1. Zakonska regulativa u suzbijanju komaraca	24
2. CILJ ISTRAŽIVANJA	27
3. MATERIJALI I METODE	28
3.1. Obuhvat istraživanja – Grad Mursko Središće	28
3.2. Materijali korišteni prilikom uzorkovanja	29
3.3. Metode uzorkovanja	30
3.3.1. Ovipozicijske lovke	30
3.3.2. Uzorkovanje ličinki komaraca – male vodene površine	31
3.3.3. Uzorkovanje ličinki komaraca – srednje velike površine	32
3.3.4. Uzorkovanje krilatica – metoda čovjek – aspirator 15 minuta	33
3.3.5. Determinacija	34
4. REZULTATI	36
5. RASPRAVA	41
6. ZAKLJUČCI	48
7. LITERATURA	49

1. UVOD

Odlika svih životinjskih vrsta jest raseljavanje. U tom procesu jedna vrsta napušta svoje stanište te zauzima drugo šire područje. Pri tome se mogu pojaviti raznorazne prepreke, fizičke, ekološke ili pak kombinacija toga što zahtijeva izrazitu prilagodljivost novim uvjetima, ali i postojećim vrstama u tom staništu [1]. Mogućnost prilagodbe i tendenciju širenja pokazuju insekti iz roda dvokrilaca (*Diptera*), porodice komarci (*Culicidae*) [2], čemu u prilog ide njihovo širenje po cijelom svijetu, odnosno pojava novih invazivnih vrsta na novim područjima [1]. Svjedoci smo klimatskih promjena i to globalnih razmjera, no ipak potrebno je naglasiti da je širenju komaraca uvelike doprinio čovjek širenjem svojih horizonta, a pritom smanjivanjem prepreka. Najbolji primjer tome jest širenje vrlo invazivne i agresivne vrste komarca, *Aedes albopictus*, čija jaja su prenesena rabljenim gumama u Europu 80-tih godina, a ubrzo se istom proširio i udomaćio [3]. Iz prethodnog primjera jasan je interes čovjeka za praćenje širenja komaraca, jer svojim načinom života oni direktno utječu na čovjeka, pa stoga ne čudi što su upravo komarci jedna od najviše proučavanih skupina životinja uopće [1].

Spomenuti direktan utjecaj komarca na čovjeka vidljiv je kroz dva aspekta, od toga, jedan se ostvaruje kroz ulogu molestanta, a drugi kroz ulogu vektora. Molestirajući efekt proizlazi iz njihovog životnog ciklusa, odnosno iz potrebe za krvnim obrokom. Ovisno o vrsti, uzimaju ga tijekom dana ili u sumrak, što naposljetku rezultira stalnim osjećajem uznemiravanja, ali i vidljivim promjenama na koži, koje su posljedica samog uboda [4]. Izuzmemo li načas direktnu vezu čovjek – komarac zbog opskrbe krvnim obrokom, dolazimo do spoznaje da sama prisutnost komaraca utječe na vrijednost nekretnina, turističku industriju i aktivnosti na otvorenom, što je indirektno i utjecaj na čovjeka. Isto tako potrebno je spomenuti da nisu

ugroženi samo ljudi već i domaće životinje, a posljedica napada na njih su značajni poljoprivredni gubitci [5].

Daleko veći problem predstavljaju bolesti koje prenose komarci, odnosno njihova vektorska uloga, zbog koje je praćenje širenja komaraca od javnozdravstvenog značaja [4]. Komarci se sekundarno hrane krvlju vodozemaca, gmazova, ptica, sisavaca te ljudi. Dok neke vrste pokazuju znatnu specifičnost za domaćina, druge nisu toliko izbirljive [5] te predstavljaju direktan most i poveznicu s prirodom [6]. Bolesti koje predstavljaju veliku opasnost po ljudi, a prenosi ih komarci iz roda *Aedes*, *Anopheles* i *Culex* jesu malarija, alfavirusne infekcije, ARBO (Arthropod Borne) virusne infekcije te flavivirusne infekcije od kojih se izdvajaju po svojoj važnosti, virus žute groznice, Rift Valley groznica, Denga virus, West Nile virus, Zika, chikungunya, filarijaze, bunyavirusi i mnogi drugi [4; 7]. S obzirom na činjenicu da više od milijun ljudi umre svake godine od malarije, dok ostale bolesti koje prenose komarci za sobom ostavljaju neprocjenjivu bijedu, siromaštvo i pustoš [5], jasna je potreba za konstantnim nadzorom kako bi bili upoznati s potencijalnim opasnostima koje oni prenose. Srećom, većina navedenih bolesti u našoj zemlji nije postala autohtona, iako je vektor prisutan. No, da moramo bi na stalnom oprezu, podsjeća nas prvo autohtono pojavljivanje denge na poluotoku Pelješcu, tokom 2010. godine te u 2012., 2014., 2015. i 2016. g. pojava autohtonog West Nile virusa [4; 8].

Svjetska fauna komaraca obiluje raznolikošću i bogatstvom vrsta, a populacije su često ogromne. Opisano je oko 3.500 vrsta, a očekivano na temelju promatranja i teorije, najveća raznolikost vrsta nalazi se u tropima, posebno neotropima i jugoistočnoj Aziji [5]. Provedbom dosadašnjih nadzora u Hrvatskoj, faunu komaraca čini 51 vrsta [9], što predstavlja poprilično velik broj u odnosu na veličinu površine Republike Hrvatske. Raznolikost vrsti koja obitava na našem području, objašnjava veliki broj različitih staništa diljem Hrvatske koja su karakteristična za pojedine regije. Pa tako u različitim regijama Hrvatske nailazimo na

različite vrste komaraca prilagođene upravo tim klimatskim uvjetima. S obzirom na navedeno, u ravničarskim krajevima dominiraju rodovi, *Aedes*, *Ochlerotatus* i *Anopheles*, od kojih su najmnogobrojniji predstavnici *Aedes vexans*, *Ochlerotatus sticticus* i *Anopheles maculipennis* dok su priobalje zauzeli *Culex pipiens* i *Aedes albopictus*, predstavnici rodova *Culex* i *Aedes* [10; 11]. Uz navedene vrste, potrebno je obratiti pažnju na stalnu prijetnju novih, nazovimo ih egzotičnih vrsta komaraca, koje imaju vektorsku ulogu te brzu sposobnost prilagodbe. To je prije svega vrsta *Aedes japonicus*, vrsta koja se rapidno širi i zauzima nova područja, a Hrvatska nije u tome izuzetak [1].

Međimurje, odnosno Međimurska županija prostire se na sjeveru Republike Hrvatske, a zbog svog geografskog položaja, klime i reljefa predstavlja pogodno područje za razvoj i širenje različitih vrsta komaraca. Međimurje je omeđeno dvjema rijekama, Murom i Dravom, a pod utjecajem je dviju velikih morfoloških cjelina, odnosno istočnih Alpa i Panonske nizine. Prema reljefnim karakteristikama Međimurje dijelimo na Gornje i Donje Međimurje. Gornje ima karakter pobrđa čije apsolutne visine ne prelaze 350 m te se nastavlja na Slovenske gorice, dok Donje obilježava nizinski reljef s blagim nagibom prema istoku, sa smjerom otjecanja vodenih tokova. Zbog činjenice da je Međimurje reljefno otvoren prostor spram Panonske nizine, samim time su panonski klimatski utjecaji jači od alpskih klimatskih utjecaja. Taj utjecaj vidljiv je u pojavi relativno vrućih ljeta i hladnijim zimama. Karakteristika takve klime su brzi prijelazi između hladnijih i toplijih mjeseci, pa je uobičajeno da ožujak obilježe vrlo visoke dnevne temperature [12], a zatopljenje pogoduje razvoju komaraca te većem broju izmjena generacija kroz ljeto. Još jedan utjecaj Panonske nizine vidljiv je kroz količinu padalina, pa se zbog toga Međimurje svrstava u vlažnije krajeve, a velika relativna vlažnost tla pogoduje vrstama koje polažu jajašca na vlažno tlo i okolno raslinje, kao npr. rod *Aedes* [6]. Po svojoj površini od 729,5 km² Međimurska županija je najmanja od svih županija Republike Hrvatske, ali po gustoći naseljenosti je odmah iza

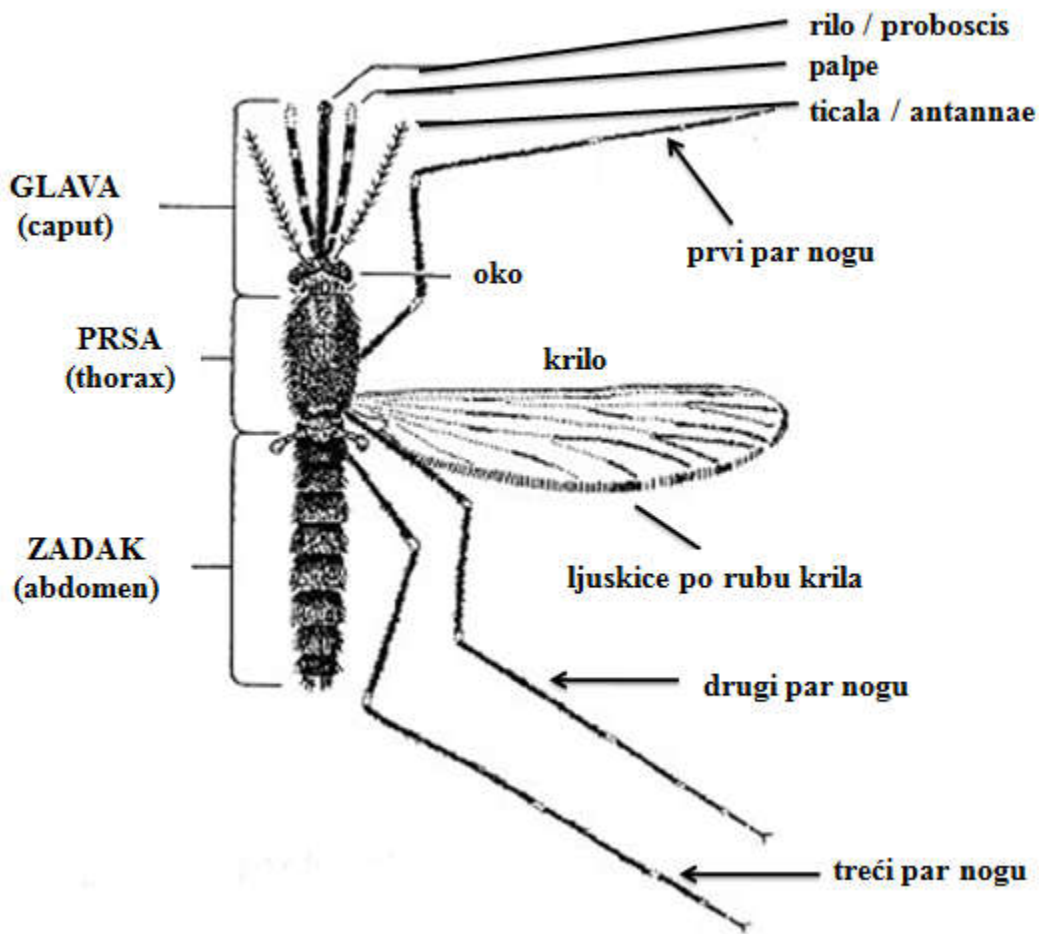
grada Zagreba. Prema ustroju podijeljena je na tri grada, Čakovec, Prelog i Mursko Središće. Uz reljefne i klimatske uvjete, Međimurje se čini pogodnim područjem za širenje komaraca čemu doprinosi njegov pogranični karakter sa Slovenijom i Mađarskom [12], a s obzirom na gustoću naseljenosti potrebno je obratiti pažnju i na javnozdravstveni aspekt u toj regiji.

1.1. Životni ciklus i opći opis komarca

Promatrajući u globalu možemo reći da su komarci relativno mali i nježno građeni, dugonogi dvokrilni insekti, a njihove odrasle jedinice lako razlikujemo od ostalih insekata po:

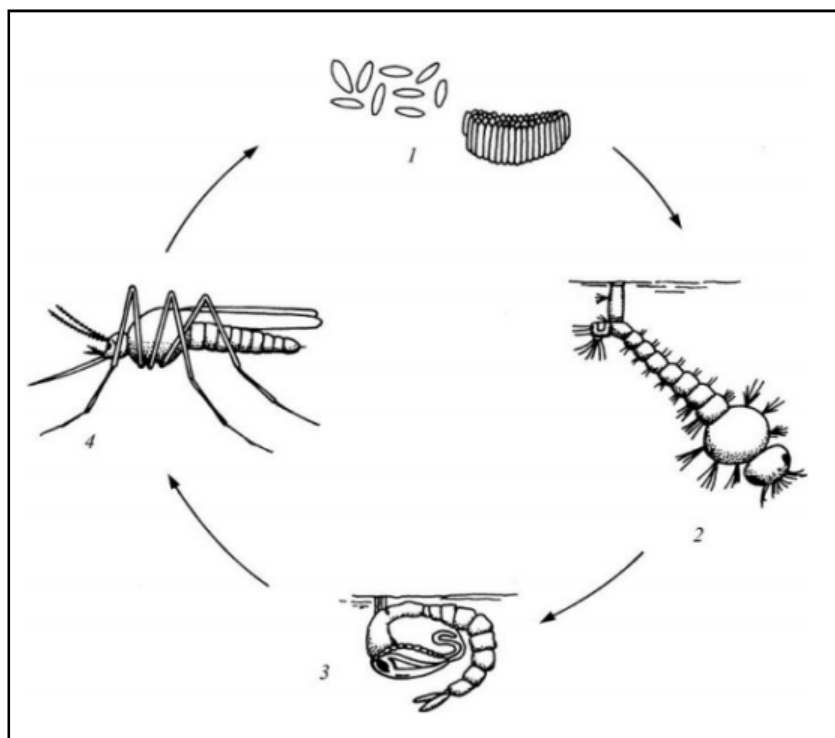
- izduženom usnom aparatu kojeg nazivamo još proboscis ili rilo,
- prisutnosti brojnih ljuskica na tijelu i nogama koje nam služe za lakše raspoznavanje vrsta,
- prisutnosti ljuskica po rubu duž stražnjeg krila, kao i vena na krilima (slika 1.) [13].

Što se tiče veličine, najčešće je riječ o rasponu od oko 3-6 mm, no međutim, neke vrste mogu biti manje, čak i od 2 mm, dok druge mogu biti značajno veće od 19 mm. Bez obzira o vrsti, tijelo im je svima podijeljeno na glavu, prsa i zadak (slika 1.) [13].



Slika 1. Anatomska građa komarca [14]

Voda kao stanište je neophodan element u njihovom razvoju, a ovisno o različitim tipovima vode razvijaju se i različite vrste, pa tako dolaze u obzir izrazito čiste do izrazito zagađenih voda [4]. Životni ciklus komarca sastoji se od 4 glavna stadija, od kojih se 3 odvijaju u vodi, odnosno drugim riječima, prolaze kroz potpunu preobrazbu. Prvi stadij obilježava polaganje jajašca (*ovalum*) gravidne ženke na površinu vode ili rubna mjesta vodenih površina koja uobičajeno poplave u proljeće ili na vodeno raslinje uz sam rub vode. Drugi stadij je razvoj ličinke (*larvae*) iz jaja, dok je treći stadij razvoj kukuljice (*puppa*) iz ličinke. Posljednji, četvrti stadij odvija se uz sam rub površine vode, a to je izlazak odrasle jedinice iz kukuljice koja je sposobna započeti ponovno novi ciklus (slika 2.) [13; 15].

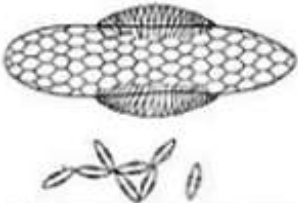







Slika 2. Životni ciklus komarca: (1) jaja, (2) ličinka, (3) kukuljica, (4) odrasla jedinka [15]

Ovisno o vrsti, ženka u jednom polaganju odloži od 150 do 400 jaja koja su izduženog, najčešće ovalnog oblika, veličine do 1 mm. Već u tom stadiju stručne osobe mogu odrediti o kojoj vrsti se radi, jer stajanjem 1-2 sata, bijelo – ružičasta jaja poprimaju karakteristične šare pojedinih vrsta. Identifikaciji pomaže i sam način polijeganja jaja koji je isto specifičan za pojedine vrste (tablica 1.). Tako je karakteristično za *Anopheles*-a pojedinačno polaganje jaja, dok *Culex* svoja jaja povezuje želatinoznom masom pa ih nalazimo u grupicama, tj. nakupinama. *Anopheles* i *Culex* polažu svoja jaja direktno na vodenu površinu za razliku od *Aedes*-a koji polaže jaja na vodeno raslinje uz rub vode ili rubne površine koje će biti poplavljene. Zbog takvog odabira mjesta, jaja roda *Aedes* mogu preživjeti sušna razdoblja od više mjeseci ulazeći u stanje embrionalne diapauze¹ [6; 13; 16].

Diapauza povećava otpornost insekata na nepovoljne čimbenike sredine, što omogućava preživljavanje na niskim ili visokim temperaturama te sušna razdoblja nepovoljna za razvoj. Stanje se prekida nastupom povoljnih okolišnih čimbenika. Stanje karakterizira zastoj u rastu i razvitku zaustavljanjem hranidbe i znatnim smanjenjem aktivnosti metabolizma, a uzrok stanja je prestanak izlučivanja hormona preobražaja.

Tablica 1. Karakteristične razlike između rodova *Anopheles*, *Aedes* i *Culex* u polaganju jaja te izgledu i ponašanju ličinki u vodi [17]

<i>ANOPHELES</i>	<i>AEDES</i>	<i>CULEX</i>
 <p>Pojedinačno položena jaja na površinu vode.</p>	 <p>Pojedinačno položena jaja na suhu površinu uz rub vode.</p>	 <p>Nakupina jaja položena na površinu vode.</p>
 <p>Nedostatak sifona; Odmara paralelno uz površinu vode.</p>	<p>kratki sifon</p>  <p>Posjeduje sifon; Odmara pod kutom ispod površine vode.</p>	<p>tanak sifon</p>  <p>Posjeduje sifon; Odmara pod kutom ispod površine vode.</p>

Ličinke komaraca (*larvae*) značajno se razlikuju od ostalih vodenih insekata, naime one su sićušne, crvolikog oblika te bez nogu. Po izlasku iz jaja, veličine su oko 1 mm te se presvlače tri puta dok ne dostignu veličinu od 8-12 mm. Zajednička osobina svih ličinki komaraca (*Culicidae*) jest da im je prsni dio veći od glave i zatka, a po tome se razlikuju od ostalih vrsta ličinki *Diptera*. Tijekom četvrtog stupnja razvoja, ličinka poprima cilindrični oblik i sastoji se od 13 članaka, od kojih glavu čini prvi članak, drugi – trodijelni odgovara prsima, a preostalih 9 čini zadak. Glava im je dobro razvijena te se na njoj nalazi par složenih očiju i usni aparat, dok je prsni koš okruglast, a iz njega izlaze razgranate i nerazgranate dlake, koje su obično dugačke i upadljive. Zadak ličinki komaraca sadrži karakteristične segmente po kojima se raspoznaju rodovi međusobno i vrste unutar istog roda. Zadnji članak zatka karakteriziraju 2 para analnih škrga, dok se na 8. članku nalazi sifon (*sypno*) ili kosi

izraštaj koji služi za disanje ličinkama iz porodice *Culicinae* i *Aedinae*. Za razliku od njih *Anophelinae* nemaju sifon te primaju zrak kroz odušak položen na 8. članku (tablica 1.). Važne karakteristike za određivanje vrsta komaraca po ličinkama jesu veličina, oblik i raspored zubatih izraštaja ili češljica na 8 članku zatka. Prisutstvo ili odsutstvo sifona utječe direktno i na držanje tijela ličinke u vodi, pa tako *Anopheles* odmara paralelno uz površinu vode, dok *Culex* i *Aedes* odmaraju pod kutom ispod površine vode i zato im je glava okrenuta prema dolje. Ličinke prvog stupnja se ne hrane, dok su ostala tri stupnja vrlo proždrljiva, a sama dostupnost hrane je ujedno i ograničavajući faktor brzine razvoja. Hrane se bakterijama, praživotinjama, algama, gljivama, kao i otpadcima biljnog i životinjskog podrijetla. Ograničavajući faktori uz dostupnost hrane su i okolišni uvjeti, pa tako brzina rasta ličinke ovisi o temperaturi vode. Najpovoljnija temperatura za razvoj ličinki iznosi 22–28 °C, dok ispod 14 °C nema razvitka. U povoljnim uvjetima potrebno je 8-15 dana za razvoj od ličinke do kukuljice, no s druge strane nastupom nepovoljnih uvjeta, pa čak i zaleđivanjem vode, neke vrste kao što su *Anopheles bifurcatus* pokazuju otpornost i preživljavaju u takvim okolnostima [6; 13].

Preobrazba u kukuljicu (*puppa*) započinje kada ličinka potpuno dosegne četvrti i završni stadij. Gornji dio tijela je *cephalotorax*, odnosno segment koji čine stopljena glava i prsni koš, dok zadak čine 10 članaka od kojih je vidljivo samo 8. Svi članci prekriveni su grupicama dlačica, čiji broj i raspored mogu poslužiti pri određivanju vrsta, no to je u ovom stadiju veoma komplicirano. Upravo zbog toga kažemo da kukuljica ima oblik nalik zarezu (slika 1.). Na dorzalnoj strani čeonog dijela uzdižu se dvije kratke respiratorne cijevi koje služe za snabdijevanje zrakom. Kukuljica komarca je aktivna, odnosno ima sposobnost kretanja za razliku od ostalih insekata gdje one miruju. Za kretanje koristi par hitinskih pločica ili kormila, a samo kretanje je zapravo poniranje prema dnu i isplivavanje prema površini vode. Kukuljica se ne hrani, pa se smatra da za to vrijeme troši pričuvnu hranu iz

faze četvrtog stadija ličinke. Ova faza traje svega nekoliko dana, a za to vrijeme kukuljice plutaju uz površinu vode. Plutanje uzrokuje zračni mjehur što je ujedno i prazan prostor za razvoj krila budućeg adulta. Pucanje hitinske kože *cephalotoraxa* označava kraj stadija te se mlada krilatica polako izvlači iz kukuljice na površinu vode [6; 13].

Odrasla jedinka, mužjak ili ženka, po izlasku iz kukuljice odmara na površini vode, neovisno o spolu, ali se značajno razlikuju po izgledu, životnom habitusu te po načinu života. Mužjaci posjeduju veća, perasta, gusto obrasla dugim dlačicama ticala (*antennae*) i duga donjočeljusna pipala (*palpe*) poput rila, što im onemogućava uzimanje krvnog obroka i to je glavni razlog zašto se hrane nektarom. Svrha života mužjaka je isključivo oplodnja ženke, nakon čega završavaju svoj kratki seksualni život. Ženke s druge strane imaju slabije razvijena ticala, čije dlačice su kraće i rjeđe, a to ujedno olakšava raspoznavanje spolova. One uzimaju krvni obrok da bi stvorile kalorijsku visoko vrijednu rezervu proteina, potrebnu za polaganje jaja [6]. Životni vijek ženki u prosjeku iznosi oko dva tjedna za vrijeme vrućih ljetnih mjeseci, no kod vrsta koje imaju sposobnost hibernacije, npr. *Culex pipiens*, taj period čini više mjeseci i to razdoblje od kolovoza pa sve do svibnja. Ponašanje ženki omogućava nam raspoznavanje vrsta, tako ženke roda *Aedes* bodu i odmaraju većinom u vanjskim prostorima, dok s druge strane ženke roda *Culex* nakon uzimanja krvnog obroka odmaraju na zidovima kućanstva (tablica 2.) [13].

Tablica 2. Karakteristične razlike između rodova *Anopheles*, *Aedes* i *Culex* u izgledu i ponašanju odraslih jedinki (adulta) [17]

<i>ANOPHELES</i>	<i>AEDES</i>	<i>CULEX</i>
ODRASLA JEDINKA		
<p>ŽENKA MUŽJAK</p>	<p>Palpi kratki Palpi perasti</p>	<p>Palpi kratki Palpi perasti</p>
POLOŽAJ ODRASLE JEDINKE U MIROVANJU		
<p>Pod kutom</p>	<p>Horizontalno</p>	<p>Horizontalno</p>

U globalu, ponašanje komaraca pokazuje da su to insekti značajno ovisni o mikroklimi te se njihova aktivnost odvija najčešće u doba noći, predvečer ili ranog jutra. Znamo da je tada najizraženija vlažnost zraka i niža temperatura, što im pogoduje. Ranije je spomenuto da određene vrste pokazuju specifičnost za pojedinog domaćina, tako su i specijalizirane za hranidbu u određeno vrijeme dana. Pa tako pojedine vrste bodu u sam zalaz sunca, druge u zoru, dok treće pred sumrak, što možemo povezati s dobom dana kada su zapravo i najviše aktivne. Iznimka je vrsta *Aedes albopictus* koja bode tijekom cijelog dana te ju to čini izrazito agresivnim komarcem [6].

Načelno vrijedi da se komarci zadržavaju u blizini legla, te u okolici njega traže vlažna i tamna mjesta za noćni počinak, što ne isključuje aktivan let kad je u pitanju širenje na nove

prostore. Primjerice, komarci iz roda *Anopheles* mogu prijeći uz pogodan vjetar udaljenosti od 3 – 16 km, a još veće oni iz roda *Aedes* 16 – 32 km uz iznimku vrste *Ae. albopictus* koja najviše leti do 2 km. Kratke udaljenosti, do 2 km prelazi i rod *Culex*. Nagon koji komarca potiče na let može biti različite prirode, pa prema tome letove klasificiramo kao migratorne, apetitivne i konzumatorske.

- **Migratornim letom** nazivamo kada juvenilni komarci, odnosno tek izležene iz kukuljice mlade jedinke, kreću u novi biotop zbog hranjenja. Domet ovisi o energetskej razini jedinke i povoljnom vjetru.
- **Apetitivni let** ženke prakticiraju gotovo svakodnevno. U taj let kreće ženka radi zadovoljavanja fizioloških potreba, odnosno hranjenja ili polaganja jaja kada joj podneblje u kojem se nalazi ne odgovara.
- **Konzumatorski let** također predstavlja dio svakodnevnice, a predstavlja let prema prehrambenom cilju te je ujedno i najkraći od sva tri leta [6].

Potrebno je naglasiti da usprkos mobilnosti komaraca, a navedeno je da mogu prijeći velike udaljenosti, kada je u pitanju širenje na nove kontinente ili krajeve, pasivni put igra značajnu ulogu. Za takve udaljenosti zaslužni su zrakoplovi, brodovi, automobili, željeznice i različiti tereti koji se prevoze takvim prijevozom [6], što nas ponovno dovodi do vrste *Ae. albopictus* koji je prenesen u Europu upravo na takav način [3].

Iz odnosa čovjek – komarac proizlazi prema Rossu² sljedeća podjela:

- **Antropofilne** ili domaće vrste su one koje žive u sinantropnom odnosu s čovjekom. Pri tome se hrane životinjskom i ljudskom krvi podjednako, ali preferiraju čovjeka. Uz to nalazimo ih u gradovima ili naseljima pa su nam stoga te vrste i najinteresantnije.

² Ross Ronald, 1857. – 1932., dobitnik Nobelove nagrade za istraživanje uloge komarca u prijenosu malarije.

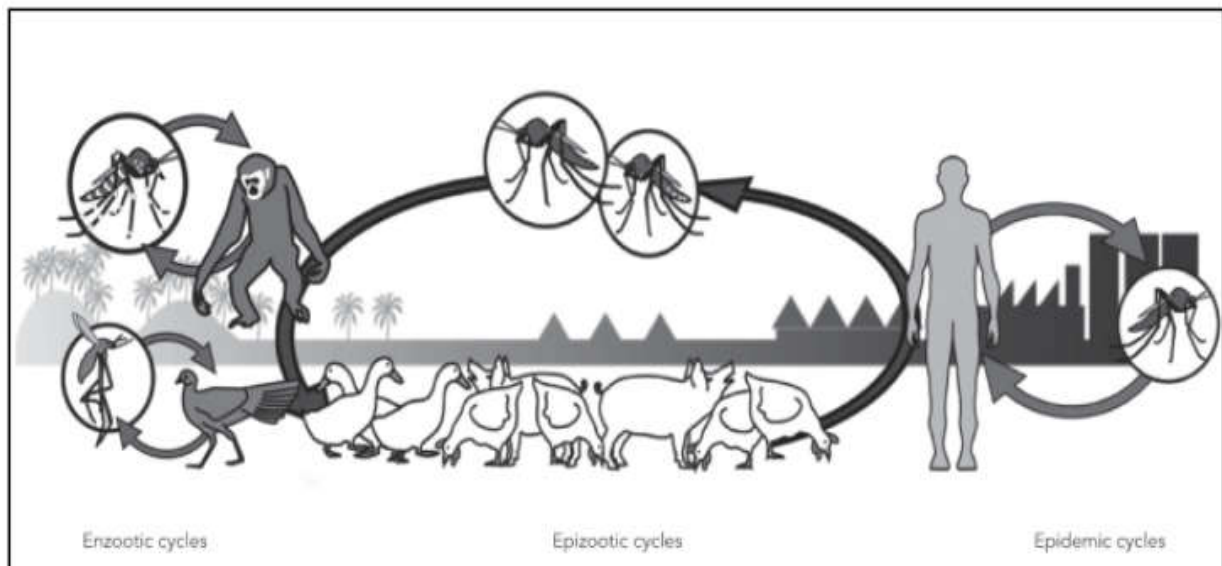
- **Semiantropofilne** ili poludomaće vrste su one koje tijekom dana žive van ljudskih habitata, no zbog opskrbe krvnim obrokom dolaze u kontakt s domaćim životinjama i ljudima. Pojavljuju se u ruralnim sredinama.
- **Zoofilne** ili divlje vrste su one koje ne obitavaju u ljudskim habitatima niti ne zalaze u njih zbog hranjenja. Hrane se krvlju različitih životinja u svom biotopu, a ljude napadaju samo ako se nađu u istom (slika 3.) [6].

Sve prethodno navedeno potrebno je imati na umu kako bi dobiveni rezultati ljudskih aktivnosti bili što cjelovitiji, bilo da se radi o istraživanju ili pak daleko važnijem, suzbijanju komaraca na određenom području. Domet leta, preferencija domaćina i aktivnost tokom dana uvelike doprinose u proučavanjima i novim saznanjima kada su u pitanju vektorske bolesti.

1.2. Komarci – vektori bolesti

Ranije spomenuti turizam, trgovina i najvažnije, međunarodni promet uvelike doprinose promjenama u distribuciji, ali i pojavi novih vektorskih bolesti na dotada nezahvaćenim prostorima. Širenju bolesti i prilagodbi vektora na nova područja pripomaže i globalno zatopljenje koje dovodi do pogodnijih klimatskih uvjeta na novim područjima. „Vektorima prenosive bolesti su skupina zaraznih bolesti čiji su uzročnici virusi, bakterije, protozoe, rikecije i drugi mikroorganizmi, a prenose se na čovjeka posredno preko vektora koji mogu biti komarci, krpelji, buhe, uši i sl. U vektoru se odvija dio životnog ciklusa uzročnika ili se on u njemu razmnožava, a biološku ulogu u prenošenju infekcije imaju samo oni vektori koji prilikom uboda sišu krv zaraženog domaćina koji najčešće ima ulogu rezervoara infekcije.“ (slika 3.) (Pem Novosel, 2014.) [18]. Prema rezultatima ECDC-a (European Center for Disease Prevention and Control) vektorske bolesti zauzimaju čak 29% udjela svih zaraznih bolesti posljednjih desetak godina na području Europe. Općenito u vektorskim bolestima prednjače one zaraze čiji su vektori komarci, što je razumljivo s obzirom na svakodnevni doticaj čovjeka i komarca, dok na području Republike Hrvatske ipak najveći broj ljudi

obolijeva od zaraza kao što su Lyme boreliozna te krpeljni meningoencefalitis, čiji vektori su krpelji [18].



Slika 3. Ciklus prijenosa bolesti vektorima [19]

1.3. Biologija i ekologija komaraca specifičnih za sjeverozapadnu Hrvatsku

1.3.1. Rod *Culex*

- *Culex pipiens* (Linnaeus, 1578.)

Pri opisu ove vrste potrebno je prije svega naglasiti da je ona politipska, što znači da na nižem nivou ove vrste, populacije mogu biti različite u svojoj ekologiji. Uvriježena je najčešća podjela na ruralni i urbani tip. Iako je ornitofilna vrsta, ako se nađe u blizini čovjeka rado će se hraniti i na njemu. Sinonim za ovu vrstu je „domaći komarac“ što upućuje na njegovu izrazitu prilagodljivost ljudskim naseljima. Legla nalazimo u kanalima, bačvama, slivnicima, kantama i septičkim jamama što se između ostalog svrstava u umjetna legla [20]. Odrasle jedinice su srednje veličine, smeđe – žućkasto do tamno smeđe boje. Ticala i pipala su tamna dok je proboscis s donje strane isto žućkast. Na tamnoj podlozi očitavaju im se jasno izražene svijetle pruge na leđima dok su noge većinom tamne kao i pločice na krilima (slika

4.). Ženka položi obično 150 -200 jaja u jednom polaganju, gotovo u svaku vrstu izvora vode, a poznato je da ih sadržaj organskog materijala, npr. amonijak, metan ili ugljikov dioksid izrazito privlači. Ličinke se raspoznaju po kraćim antenama od glave, a sama glava im je šira nego duža. Sifon je tanak te se ravnomjerno sužava prema vrhu (tablica 1.) [10].



Slika 4. *Culex pipiens* – izgled odrasle jedinke [21]

Razlog provedbe monitoringa nad ovom vrstom diljem Republike Hrvatske jest njegova vektorska uloga u prenošenju virusa zapadnog Nila (West Nile Virus) [20]. Bolest se kod čovjeka razvija kad se zatvori krug u kojem su neophodne zaražene ptice koje su rezervoar te sam komarac kao vektor. Bolest se kod ljudi u kliničkom obliku manifestira kao blaža bolest s vrućicom u približno 20% zaraženih ljudi, dok u 1% zaraženih postoji mogućnost razvoja teške i potencijalno smrtonosne bolesti s upalom moždane ovojnice i mozga [22]. Virus zapadnog Nila prisutan je u Europi, a tokom 2012. godine zabilježen je u susjednim nam zemljama, Mađarskoj, Srbiji i Italiji [23]. S obzirom na navedeno smatra se da je upravo *Culex pipiens* najvjerojatnije odgovoran za prijenos WNV tijekom 2012. godine u RH, točnije u Slavoniji kada je došlo do pojave neuroinvazivnih bolesti izazvanih upravo tim virusom [20]. Uz virus zapadnog Nila ova vrsta prenosi još Ockelbo virus, Sindbis virus, virus Japanskog encefalitisa i Usutu virus [20] od kojeg su tokom 2013. oboljele tri osobe s dijagnozom neuroinvazivnog oblika, što je ujedno prvi takav slučaj u Republici Hrvatskoj

[18]. Osim *Cx. pipiens* kao potencijalni vektori WNV spominju se još i *Culex modestus* uz ostale vrste iz roda *Ochlerotatus* i *Anopheles* [20].

1.3.2. Rod *Aedes*

- *Aedes vexans* (Meigen 1818.)

Populacije navedene vrste mogu praviti velike probleme ljudima u vrijeme ljetnih poplava od čega i proizlazi sinonim „poplavni komarac“. Kada se poklope svi pogodni faktori, razmnožavaju se eksponencijalno pa broj ličinki može doseći i do 100 milijuna po hektaru. Legla pronalazimo duž močvara, rijeka i jezera gdje postoje fluktuacije nivoa. Zoofilna je vrsta, odnosno hrani se krvlju svih životinja, no ako se pojavi čovjek u blizini, rado će se i na njemu nahraniti. S obzirom da je dobar letač, a udaljenosti koje može prevaliti iznose u prosjeku 15 km (ali i do 30 km u nekim slučajevima) ne iznenađuje njegova široka rasprostranjenost radi čega kažemo za njega da je kozmopolit [20].

Generalno obojenje odraslih jedinki je sivkasto. Na stražnjim nogama imaju uski bazalni blijedi prsten. Proboscis je na bazi i pri vrhu prekriven tamnim ljuskicama, dok se u sredini nalaze svijetle ljuskice. Glava je isto prekrivena uskim, zakrivljenim tamnim i svijetlim ljuskicama, a najviše je tamnosmeđih ljuskica. Na bazalnom dijelu zadka nalaze se bijele ljuskice koje se prema sredini sužuju, dok je distalni dio prekriven tamnim ljuskicama (slika 5.). Ženka nakon jednog krvnog obroka može položiti više od 100 jaja. Potrebno je napomenuti da jaja ove vrste mogu preživjeti na suhom terenu i do 5 godina ako u tom periodu nije bilo plavljenog terena. Razvoj ličinki kreće kada temperatura vode dosegne 9 °C, a pri optimalnoj temperaturi od 30 °C potrebno je 7 dana za razvoj ličinki. S obzirom da je to vrsta koja se veže uz poplave koje se javljaju periodično tijekom godine, broj generacija jedinki *Ae. vexans* ovisi direktno o broju plavljenja tijekom godine [10].



Slika 5. *Aedes vexans* – izgled ženke odrasle jedinke [24]

„U prirodi poplavnog komarca pronalazimo zaraženog najčešće arbovirusima, a značajniji su WEE (West Equine Encephalitis) virus, virus Kalifornijskog encefalitisa te u Europi Tahyna virus“ (Merdić, 2013) [20]. Ipak, vektorski kapacitet ove vrste u odnosu na čovjeka znatno je manji s obzirom da jedinke podržavaju kruženje virusa među životinjama [20].

- ***Aedes japonicus* (Theobald 1901.)**

„Asian bush“ ili „Asian rock pool mosquito“ sinonimi su za vrstu *Aedes japonicus* jer je porijeklom iz jugoistočne Azije. Donedavno se svrstavao u rod *Ochlerotatus*, točnije *Ochlerotatus japonicus* što govori o sličnosti ova dva, sada, odvojena roda. Pronalazimo ga u umjetnim leglima s mnogo raspadnute organske tvari, podjednako na osunčanim staništima kao i onima u sjeni. Pokazuje veliku prilagodljivost što je karakteristika invazivnih vrsta, pa tako legla po Europi pronalazi u rabljenim gumama, retencijskim bazenima, vazama na grobljima te buradima za sakupljanje kišnice [1; 10]. Ženke pokazuju najveću aktivnost u sumrak i svitanje. Iako im je domet leta relativno kratak, jednom kada se prilagode određenoj klimi, mogu se rapidno širiti [25].

Izgledom podsjeća na *Ae. albopictus* no radi se o većim crno – bijelim komarcima čija dužina tijela doseže i do 15 mm. Prepoznajemo ga po crnim ljuskicama na proboscisu i

palpama, dok su mu prsa prekrivena tamnosmeđim ljuskicama s tri longitudinalne svijetlo - žučkaste trake do sredine. Sa svake strane od sredine su dvije zakrivljene svijetle pruge, a noge su mu zbog prisutnosti svijetlih ljuskica prošarane svijetlim prugama, odnosno prstenovima (slika 6.) [10; 25].



Slika 6. *Aedes japonicus* – izgled odrasle jedinke [26]

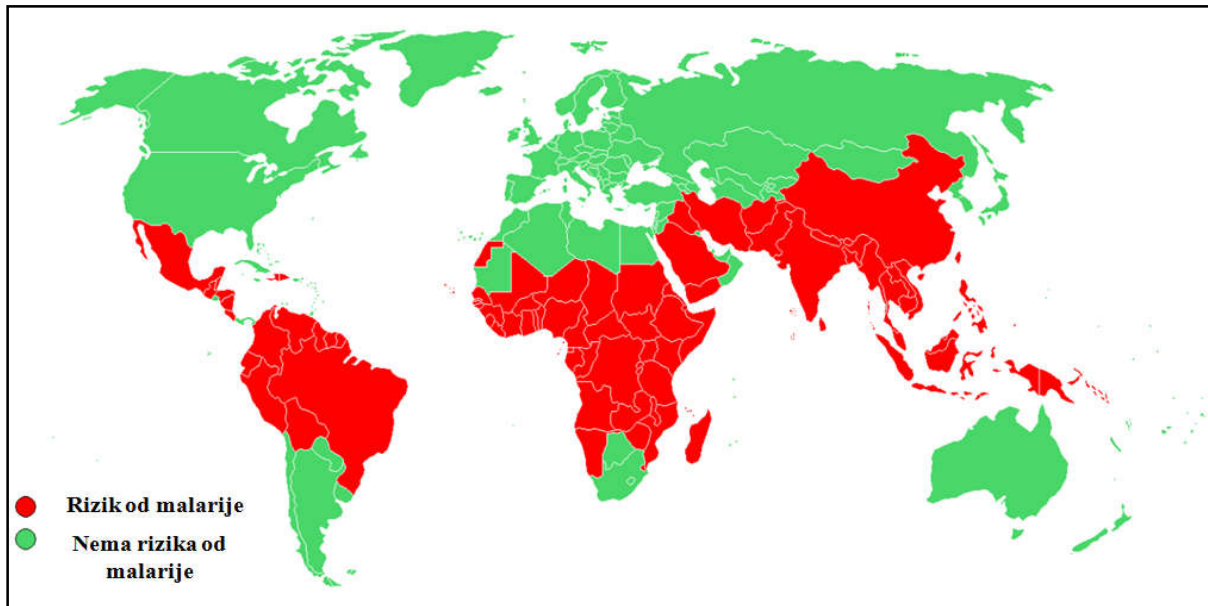
Ličinke *Ae. japonicus* prepoznajemo po glatkim frontalnim dlakama na glavi, dok su im ticala kratka, dužine polovice glave. Na predzadnjem članku zatka, češalj ima od 43 do 85 gusto poredanih zubića, no s odsutstvom glavnog zubića. Sifon je ravan, a sedlo na zadnjem članku pokriva samo polovicu članka [10]. „U području svoje prirodne raširenosti u Aziji, *Ae. japonicus* ne predstavlja važnu vrstu kao prijenosnik uzročnika bolesti. Na temelju dostupnih podataka i provedenih istraživanja brojnih znanstvenika u svijetu, dokazano je da ova vrsta komaraca može biti inficirana u prirodi virusom zapadnog Nila i virusom Japanskog encefalitisa, no nije dokazano da može prenijeti ove viruse u prirodi. U laboratorijskim uvjetima osim navedenih virusa može prenijeti sljedeće viruse: virus Dengue groznice, virus St. Louis i Eastern equine encefalitisa, La Crosse virus, virus Rift Valley groznice, virus Chikungunya groznice i Getah virus. Premda su sposobni prenijeti sve navedene patogene viruse u laboratoriju, komarci vrste *Ae. japonicus* nisu potvrđeni prijenosnici ovih virusa u prirodi.“ (Klobučar, 2014) [25].

1.3.3. Rod *Anopheles*

Rod *Anopheles* čini oko 100 vrsta od kojih na teritoriju Republike Hrvatske nalazimo sedam; na sjeverozapadu obitavaju *An. plumbeus*, *An. claviger* i *An. maculipennis* [27]. Komarce iz potporodice *Anophelinae* razlikujemo od ostalih potporodica po njihovom držanju. Naime, glava im je položena prema dole, zbog čega je zadak uzdignut, pa se stvara kut od 30-45° u odnosu na podlogu. Palpi su dugi kao i proboscis koji se nalazi u ravnini osi tijela, a ne pod kutom kao kod ostalih rodova (tablica 2). Ženke su zoofilne, što znači da primarno traže krv životinja, ali ukoliko se nađu u blizini čovjeka, nahraniti će se njegovom krvlju. Ženka polaže direktno na vodenu površinu do 200 jaja pojedinačno, a jaja su veličine otprilike 0,5 do 0,2 mm te nisu otporna na sušu [13]. Ličinke pronalazimo u širokom rasponu staništa, no većina vrsta najradije obitava u nezagađenim i čistim vodama, a prepoznajemo ih po odsustvu sifona. Tako ličinke vrste *An. maculipennis* pronalazimo uz krajeve rijeka, rubove potoka, močvarama ili umjetnim bazenima. S druge strane ličinke *An. plumbeus*, *An. claviger* imaju sposobnost hibernacije u bazenima ili dupljama stabla te tako preživljavaju u vodi koja se na kratko vrijeme zamrzava. Općenito vezano uz ovaj rod, ako su zadovoljeni optimalni uvjeti, od polaganja jaja do razvoja odraslih jedinki potrebno je minimalno vrijeme od 7 dana [28].

Za 40-ak vrsta utvrđeno je da su vektori uzročnika malarije u svijetu [29], dok u Hrvatskoj vrsta *An. maculipennis* je imala značajnu ulogu u prijenosu navedene bolesti, prije eradikacije iste [21]. Ipak, na godišnjoj razini biva zabilježeno nekoliko importiranih slučajeva [2]. Četiri vrste plazmodija uzrokuju malariju: *P. vivax*, *P. ovale*, *P. malarie* i *P. falciparum* koji je i najopasniji jer može brzo dovesti do smrti ukoliko se bolest ne liječi. Navedene vrste uzročnika se međusobno razlikuju prema obliku i razvoju, no zajedničko obilježje im je životni ciklus koji se odvija između dva nositelja. Jedan je komarac roda *Anopheles* u čijem želucu se odvija spolni ciklus nametnika, a drugi čovjek u čijoj jetri i krvi se odvija nespolni

ciklus razvoja plazmodija. Do malaričnih simptoma dolazi zbog pucanja eritrocita i ulaska parazita u cirkulaciju. Ukoliko je bolest prepoznata na vrijeme, uspješno se liječi kininom, dok osobe koje putuju u područja endemske malarije moraju uzimati kemoprofilaksu. Iako je malarija u Europi uspješno reducirana, Azerbejđan, Tađikistan i Turska su tri europske zemlje endemske za malariju (slika 7.) [2].



Slika 7. Područja zaražena malarijom [30]

1.3.4. Rod *Ochlerotatus*

- *Ochlerotatus sticticus* (Meigen 1838)

Po svojoj brojnosti ova vrsta je najčešće druga, odmah nakon vrste *Aedes vexans* u zasjenjenim poplavnim područjima koja su često prekrivena krošnjama drveća. U potrazi za krvnim obrokom ženke mogu prijeći velike udaljenosti, zabilježene su udaljenosti od legla i više od 20 km. Vrhunac aktivnosti im je u sumrak, pa je to period kada napadaju ljude radi krvnog obroka i postaju smetnja. U zasjenjenim šumarskim područjima mogu napadati tijekom cijelog dana [10].

Prema vanjskom izgledu možemo reći da su to srednje veliki, sivkasti komarci. Palpi i proboscis su im prekriveni tamnim ljuskicama. Noge su im cijele crne, odnosno bez prstenova. Na leđnoj strani zadka očituje se karakteristična obojenost kolutića koji su crni s bijelim ljuskicama sa strane koje čine oblik trokuta (slika 8.). Ženka odjednom polaže oko 150 jaja na vlažno područje koje će biti poplavljeno. Pri temperaturama od 8 °C izliježu se ličinke, a za razvoj ove vrste, temperaturni optimum je oko 25 °C [10]. Za sada nije opisan vektorski potencijal ove vrste.



Slika 8. *Ochlerotatus sticticus* – ženka [31]

1.4. Suzbijanje komaraca

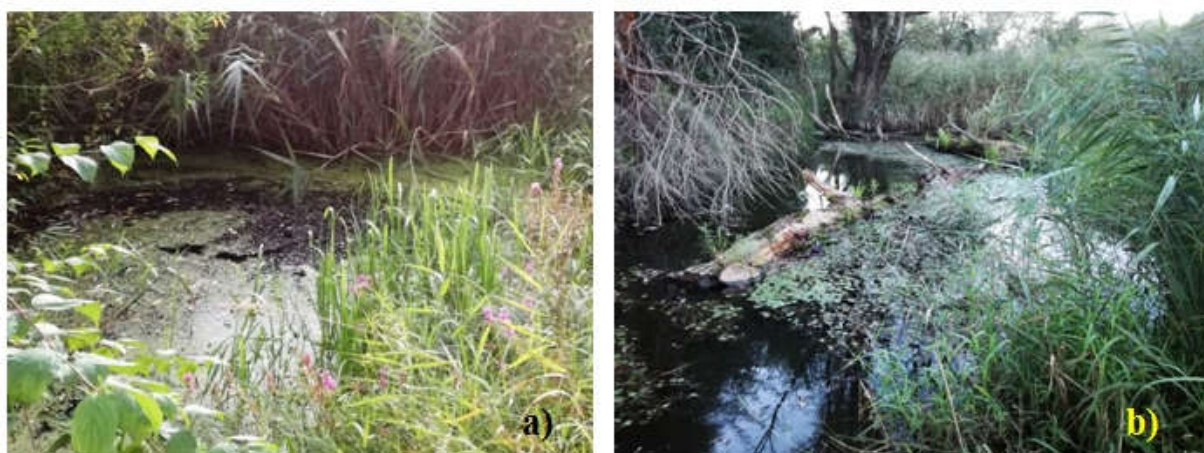
Dolaskom toplijih mjeseci nakon većih padalina dolazi do najezde komaraca, pa prema tome suzbijanje komaraca zahtijeva jedan sveobuhvatan i svestran pristup. Takav pristup obuhvaća provođenje monitoringa komaraca te stvaranje baze podataka utvrđenih legla komaraca od strane nadležnih institucija ovlaštenih za provođenje tih aktivnosti. „Suzbijanje komaraca zahtijeva koordinirane aktivnosti svih nadležnih službi, odnosno predstavnika provoditelja dezinfekcije, komunalnog redarstva i ostalih predstavnika lokalne samouprave, inspeksijskih službi i Zavoda za javno zdravstvo“ (Pahor, 2013) [32]. O važnosti suzbijanja općenito svih štetnika govori i „Program mjera suzbijanja patogenih mikroorganizama, štetnih člankonožaca (Arthropoda) i štetnih glodavaca čije je planirano, organizirano i sustavno suzbijanje mjera dezinfekcije, dezinfekcije i deratizacije od zdravstvene važnosti za Republiku Hrvatsku (NN 128/11)“ koji govori o važnosti suzbijanja na nacionalnoj razini, pa je s tom svrhom i donesen. No u praksi se pokazalo da sva koordinacija službi nije dovoljna ukoliko nema suradnje lokalnog stanovništva, jer posjedi s privatnim vlasništvom predstavljaju veliki izvor umjetnih legla komaraca [32].

Edukaciju stanovništva trebalo bi provoditi kontinuirano od strane nadležnog Zavoda, no ukoliko to nije moguće svakako prije provedbe suzbijanja komaraca treba obavijestiti lokalno stanovništvo o aktivnostima koje će biti poduzete kako se ne bi stvorila nepotrebna panika ili prouzročila neželjena šteta. Najjednostavniji način edukacije stanovništva jest na samom teretnu, bilo da se provede anketa ili distribucijom edukativnih letaka. Emitiranje edukativnih filmova na lokalnim televizijskim programima, održavanjem predavanja u dogovoru s mjesnim odborima i pisani izvještaji pružaju daleko više informacija [32].

Suzbijanje se provodi primjenom različitih metoda, a razlikujemo mehaničke, fizikalne, biološke te kemijske, a prema načinu djelovanja razlikujemo adulticidno i larvicidno tretiranje. Pri odabiru metode u izračun se uzima više faktor, odnosno sama veličina površine, brojnost jedinki, prisutnost sadržaja na tom lokalitetu i vrsta legla, umjetna ili prirodna. U umjetna legla ubrajamo odbačene gume, bačve, balkonske posude s cvijećem, odbačene kade, nasukane barke i sl., odnosno svaki predmet koji ima sposobnost zadržavanja vode (slika 9.). Prirodna staništa s druge strane su bare, potoci slabog protoka i veće lokve nakon kiša (slika 10.) [21]. Na slijedećim slikama prikazana su legla pronađena na uzorkovanom području grada Mursko Središće.



Slika 9. Umjetna legla: (1) odbačena kada (Križovec), (2) bačve za sakupljanje kišnice (Mursko Središće) i (3) nasukana barka (Mursko Središće)



Slika 10. Prirodna legla: a) bara Fusek (Mursko Središće), b) bara Zajza (Peklenica)

Mehaničke metode uključuju izravnu primjenu mehaničkog puta suzbijanja koji će onemogućiti prehranu i razvoj komarca. Aktivnosti koje tu ubrajamo jesu upotreba poklopca, mreža te plastičnih pokrivača za manje lokve i ribnjake. Fizičke metode imaju veći utjecaj na same insekte jer uključuju upotrebu raznih agensa na koje komarci pokazuju osjetljivost te ugibaju. Tu se ubraja i korištenje dezinsekcijских lampi koje kombiniraju električnu struju i svjetlost te uklanjanje voda stajaćica. No, mehaničke metode kao i fizičke teško su primjenjive na velikim i otvorenim prostorima, što je razlog zašto se pribjegava u tom slučaju biološkim i kemijskim metodama. Biološka metoda zahtjeva postojanje prirodnih neprijatelja, koje ubrajamo u različite grupe živih organizama [21]. Osim upotrebe bakterije *Bacillus thuringiensis* [33], moguće je nasadivanje predatorske ribice *Gambusia holbrooki*, no ona zahtjeva oprez jer tu vrstu ribe prate karakteristike predatora i omnivora. Drugim riječima vode koje sadrže autohtonu zaštićenu faunu nisu prikladne za njezino useljavanje jer bi se ista mogla ugroziti [34]. Upotreba insekticida odnosno različitih kemijskih sredstva svrstava se u kemijske metode. Upotrebljavana kemijska sredstva mogu biti anorganske ili organske prirode, a predstavljaju otrov za komarca od kojeg ugibaju. Potrebno je naglasiti da prilikom provedbe kemijskih mjera, potrebno je odabrati način izvođenja koji nije izvor opasnosti prvenstveno za ljudsko zdravlje, a istodobno voditi brigu za životinje i korisne člankonošce, odnosno pčele. Navedeno je razlog zašto se za tretiranje koriste larvicidni i adulticidni insekticidi čija primjena je dozvoljena te registrirana u RH, s time da su larvicidna tretiranja najučinkovitija jer se utječe na stadij ličinke i time zaustavlja daljnji ciklus. Adulticidno tretiranje je nadopuna larvicidnom tretiranju jer ga koristimo najčešće pri velikoj najezdi krilatica što upućuje na propuste kod odrade larvicidnih tretmana. Nikako nam adulticidno tretiranje ne smije biti glavni izbor u suzbijanju komaraca jer se radi o suzbijanju odraslih letećih jedinki dok ličinke ostaju netaknute. Adulticidni tretmani uključuju: „rezidualog prskanja (orošavanja) u zatvorenim prostorima, hladnim zamagljivanjem sa zemlje pri čemu

su ekološki najprihvatljiviji vodeni rastvori insekticida i toplo zamagljivanje sa zemlje, za obradu manjih ili većih ciljanih površina“ (Program NN 128/11). Navedeni načini primjene izvor su velike opasnosti za sve ostale insekte u krugu tretiranja, npr. pčele, jer struja vjetra odnosi toksične aerosole na veće udaljenosti, pri čemu se smanjuje učinkovitost i širi spektar djelovanja što naposljetku može dovesti do velikih ekoloških šteta. Uz ekološku štetu posljedice su moguće i po zdravlje osjetljivih skupina ljudi [21; 35].

1.4.1. Zakonska regulativa u suzbijanju komaraca

Suzbijanje komaraca definirano je: „Zakonom o zaštiti pučanstva od zaraznih bolesti (NN 79/2007, 43/2009) (u tekstu Zakon), Pravilnikom o načinu provedbe obvezatne dezinfekcije, dezinsekcije i deratizacije (NN 35/07, 76/12), (u daljnjem tekstu Pravilnik) te ranije spomenutim Programom mjera (NN 128/11)“ te se vodi kao posebna mjera.

U Zakonu, člankom 23., stavkom 1. dana je definicija suzbijanja komaraca. Ubraja se u posebne mjere koje obuhvaćaju preventivne i obvezne preventivne postupke. Glavna svrha provođenja navedenih mjera jest spriječiti pojavu novih zaraznih bolesti te suzbiti potencijal njihovog širenja na nove prostore, površine i objekte koji spadaju u ovlasti općina, gradova ili županija Republike Hrvatske, a koji podliježu sanitarnom nadzoru. Prema članku 4. stavku 1. Zakona, postoji obaveza RH, županije, općine ili grada da se na teritoriju koji je u njihovoj nadležnosti osigura provedba navedenih mjera za zaštitu pučanstva od zaraznih bolesti, kao i osiguranje novčanih sredstva za provođenje istih uz redoviti nadzor stručnih osoba [36].

Program (NN 128/11) donesen je na prijedlog Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo od strane Ministarstva zdravlja, a primjenjuje se na čitav teritorij Republike Hrvatske. Programom je predviđena izrada prijedloga programa mjera od strane stručne službe ZZJZ za područje djelokruga Zavoda, a izradi prethodi odluka donesena od gradonačelnika ili načelnika općine. Prilagođavanje Programa jedinicama lokalne nadležnosti omogućava svakoj jedinici rješavanje problema s kojima imaju najviše poteškoća. Program sadrži opće smjernice

za provedbu suzbijanja komaraca u Republici Hrvatskoj te njihov epidemiološki značaj ukoliko suzbijanje izostane. Opisani su načini utvrđivanja infestiranog područja te obilježavanje istog, a uz popis svih žarišta dan je način provedbe nadzora i samog suzbijanja [35].

Usprkos zakonskoj regulativi, detaljne analize izvješća o provedbi DDD mjera na području Republike Hrvatske za 2015. godinu pokazale su nedostatke. Naime, od 556 jedinica lokalne samouprave, provođenje mjera suzbijanja komaraca u skladu s pravilima struke provedeno je u svega 61 jedinici [37]. S obzirom na navedeno, očekivan je nedostatak podataka o prikupljanju i obradi podataka o rasprostranjenosti kako domaćih tako i invazivnih vrsta komaraca na lokalnoj razini. Naime taj problem se pojavio jer su samo pojedini županijski zavodi za javno zdravstvo na području svojih županija prikupljali navedene podatke te iste objavljivali u stručnim radovima [8]. Prethodno je navedeno da Hrvatska obiluje različitim regijama (klimatski i reljefno) pa samim time pogoduje razvoju različitih vrsta komaraca, što zahtjeva sustavno praćenje na nacionalnoj razini. Stoga je 2016. godine, „na prijedlog Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo (HZJZ) u travnju pokrenuta inicijativa o provedbi nacionalnog monitoringa komaraca na području cijele Hrvatske“ (Capak i suradnici, 2017.) [8]. Provedeni nacionalni monitoring komaraca na području RH omogućio je uvid u rasprostranjenost invazivnih vrsta te stvaranje cjelovite karte raširenosti *Aedes albopictus* i *Aedes japonicus* na nacionalnom nivou [8].

Već ranije spomenuti adulticidni tretmani pokazali su se štetnima za okoliš i vrste koje žive u istom, a u njih svrstavamo i aviotretiranje. „Člankom 14., Pravilnika NN 35/07 zabranjena je u Republici Hrvatskoj primjena pesticida bilo toplim ili hladnim zamagljivanjem iz zrakoplova nad naseljenim područjima, nacionalnim parkovima i ostalim zaštićenim područjima“ [38]. Donesena zakonska zabrana ima jako dobro temelje, a Benić navodi nekoliko razloga koji ga čine. Primarni razlog odustajanja od navedene metode jest

sama neučinkovitost metode, na što upućuju mnogi stručnjaci i znanstvenici. Naime, insekticidni aerosol djeluje samo na leteće komarce, dok oni koji odmaraju ispod raslinja bivaju zaštićeni. Uočeno je da u većem broju stradavaju predatori komaraca, što vodi povećanju broja komaraca i stvaranju „super komarca“ koji postaje otporan na korištene insekticide. Najveći problem proizlazi iz same metode, naime zamagljivanje nije moguće ciljano usmjeriti, pa uz veliki raspon širenja javlja se štetan učinak po ljudsko zdravlje [39]. Uočene neugodne posljedice su glavobolja, umor, problemi s disanjem te diarea dok kod osjetljivih ljudi može doći i do ozbiljnijih komplikacija. Naposljetku primjenom aviotretiranja utječe se na biološku ravnotežu ekosustava jer se ubijaju stotine korisnih insekata za prirodu. Usprkos svemu navedenome i dalje postoje protivnici ove zabrane. Suzbijanje komaraca aviotretiranjem u interesu je proizvođača biocidnih pripravaka jer uključuje korištenje velikih količina insekticida, a samim time i značajna financijska sredstva. Nažalost zbog nedovoljne informiranosti postoji uvjerenje među stanovništvom da je to najbolja mjera za zaštitu komaraca jer je vidljiva svima i stvara privremen osjećaj da je uznemiravanje otklonjeno [39].

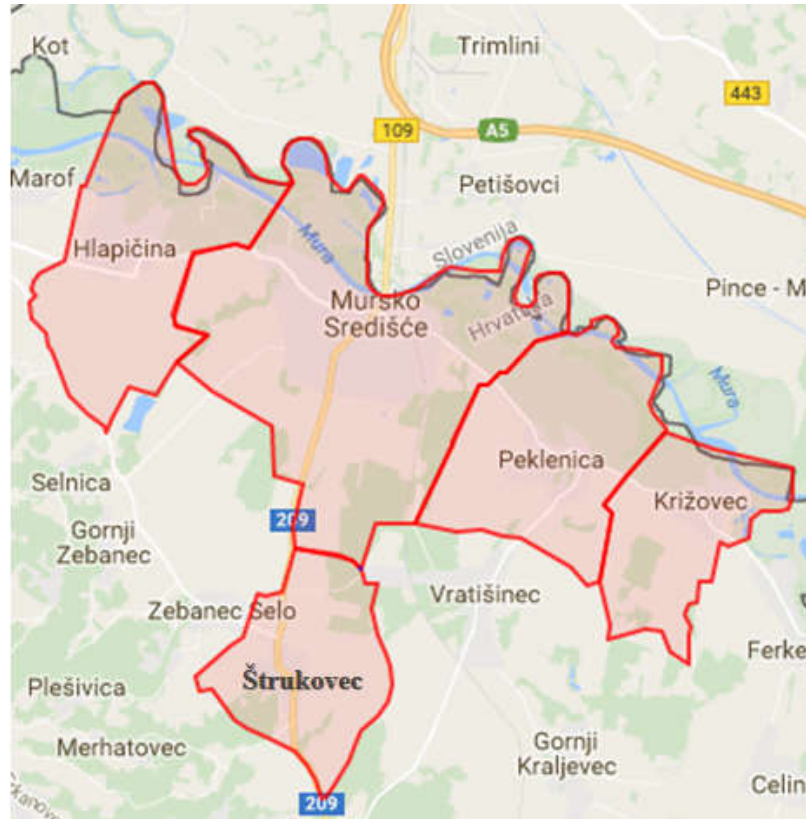
2. CILJ ISTRAŽIVANJA

Cilj istraživanja bio je utvrditi prisutnost i brojnost novih invazivnih vrsta komaraca uz već ranije utvrđene vrste na području grada Mursko Središće u svrhu izrade Diplomskog rada. Provedeni monitoring omogućava uvid u moguće širenje ili smanjenje već utvrđeno prisutnih vrsta, a na taj način osiguravamo kontinuitet praćenja legla komaraca, bilo prirodnog ili umjetnog karaktera, što naposljetku rezultira korisnom bazom podataka. S obzirom da je grad Mursko Središće pogranično područje sa Slovenijom, uzevši u obzir dosadašnja saznanja o invazivnim vrstama prisutnima na njihovom teritoriju, pitanje je vremena širenja istih. Jedan od ciljeva ovog istraživanja jest postići zadovoljavajuću razinu edukacije stanovništva o biologiji i ekologiji utvrđenih vrsta na temelju dobivenih rezultata.

3. MATERIJALI I METODE

3.1. Obuhvat istraživanja – Grad Mursko Središće

Sam sjever Hrvatske krasi Međimurska županija, to je područje koje se prostire između dvije rijeke Mure i Drave. Grad Mursko Središće jedan je od triju gradova u toj županiji te je ujedno i najsjeverniji grad Republike Hrvatske [40]. Prostire se na 160 metara nadmorske visine te na 46°30'49" N i 16°26'38" E [41]. 1997.g. mjesto dobiva status Grada, a leži na desnoj obali rijeke Mure koja je jednim dijelom i teritorijalna granica sa Slovenijom. Pod grad Mursko Središće svrstava se ukupno 5 naselja; Hlapičina, Mursko Središće, Štrukovec, Peklenica i Križovec što pokriva ukupnu površinu od 34 km² (slika 11.) [40], a prema zadnjem popisu stanovništva - 2011. g. na tom području živi ukupno 6.339 stanovnika [42]. Sjever Hrvatske obilježava umjereno kontinentalna klima, odnosno vruća i suha ljeta te hladne i vlažne zime [43]. Zbog navedenih čimbenika, klime, riječnog područja i same prometne te granične uloge, grad Mursko Središće posjeduje sve predispozicije za širenje novih invazivnih vrsta komaraca na teritorij Republike Hrvatske, ali i obrnuto. Zbog same granične blizine još veći značaj potrebno je pridodati monitoringu već utvrđenih vrsta te mogućem vektorskom potencijalu istih.



Slika 11. Karta grada Mursko Središće s naseljima Hlapičina, Mursko Središće, Štrukovec, Peklenica i Križovec [40]

3.2. Materijali korišteni prilikom uzorkovanja

Sa svrhom izrade diplomskog rada proveden je monitoring komaraca na području grada Mursko Središće u vremenskom periodu od kraja lipnja do početka rujna 2016. godine. Prilikom uzorkovanja korišteni su slijedeći materijali: ovipozijske lovke, plastične posudice i posude za uzorkovanje ličinki, 90% alkohol, aspirator za krilatice te aplikacija Status GPS-a za praćenje točnih koordinata pronađenih legla.

3.3. Metode uzorkovanja

3.3.1. Ovipozicijske lovke

Provođenjem monitoringa na različitim područjima, ova metoda pokazala se korisna za prikupljanje jajašca invazivnih vrsta komaraca kao što je *Ae. albopictus*. Lovka za prikupljanje jajašca postavlja se najviše na visine do 0,5 m od tla, u vegetaciju na zemlji ili na stablo kako bi se osigurala djelomična hladovina. Lovku čini crna plastična posudica, volumena 0,5 l i jedna traka od lesonita, dimenzija 15x2 cm (slika 12.). Lesonitnu traku uvijek postavljamo pod kutom u posudicu, sa hrapavim dijelom prema gore. Uzevši u obzir moguće vremenske neprilike, posudica se probuši 3 cm od ruba kako bi višak vode od kišnice nesmetano otjecao. Lokacija lovke zabilježi se prema GPS koordinatama, kako bi mogli nakon 5 – 7 dana stajanja prikupiti postavljene lovke te ih pregledati u laboratoriju, ima li pozitivan nalaz jajašca u utorima lesonit trakice [44].



Slika 12. Ovipozicijske lovke: lokalitet groblje u Murskom Središću (lijevo) i lokalitet uz kapelicu u Hlapičini (desno)

3.3.2. Uzorkovanje ličinki komaraca – male vodene površine

Pod pojmom mala vodena površina podrazumijeva se površina veličine do 1 m². U takve površine najčešće ubrajamo pronađena umjetna legla kao što su automobilske gume, odbačene kante, vaze na grobljima, limenke, staklenke, uskladištene kade na otvorenom te duplje u drveću (slika 13.). Za uzorkovanje takvih vodenih površina dovoljna je mala posudica - dipper ili staklena bočica. S obzirom da se radi o manjoj količini vode, ukoliko nema prisutne vegetacije preporuča se uzimanje cijelog uzorka legla, odnosno izvršiti filtraciju kompletnog vodenog sadržaja kroz mrežicu. Ovakav tip legla sadrži malo uzorka, pa se za postizanje standarda preporuča uzimanje ½ l uzorka uvijek kada je to moguće. Sva legla se dokumentiraju, a GPS koordinate se pohranjuju za buduća uzorkovanja. Svaki uzorak se pročisti ukoliko voda sadrži previše organske tvari, fiksira 90 % alkoholom te navede njegova šifra; broj i lokalitet. Za procjenu gustoće ne možemo koristiti samo ovaj tip uzorkovanja jer nije dovoljno precizan [45].



Slika 13. Odbačene kante – Mursko Središće (1), odbačena kada -Križovec (2), odbačena guma – Štrukovec (3)

3.3.3. Uzorkovanje ličinki komaraca – srednje velike površine

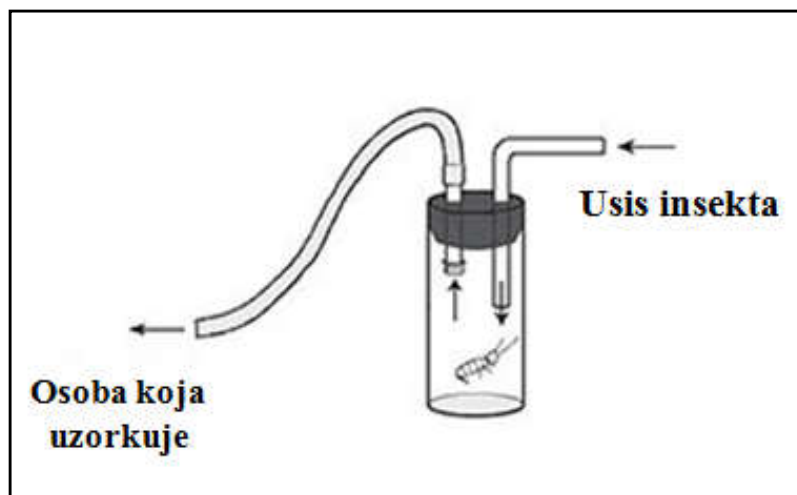
Srednje velike vodene površine zauzimaju 1-100 m² te su mnogo zahtjevnija za uzorkovanje. Najčešće nailazimo na vegetaciju, koja prekriva potpuno ili djelomično samu površinu vode pa to predstavlja otežavajuću okolnost prilikom uzorkovanja. Stoga se uzorkovanje ponavlja uzastopce na svakom leglu kako bi se prikupio dovoljan broj uzoraka. Pri tome se koristi manja mrežica, promjera 10-ak cm kojom se radi 10 zahvata po dužini od 1 metra jer nam filtrirani uzorak mora odgovarati površini od 1 m². U većini slučajeva nije moguće uzorkovati na taj način, pa se procjena brojnosti mora izvesti na temelju dostupnijih, manjih površina. U takva legla ubrajamo manja jezercica, bare (slika 14), kanale (slika 14.), septičke jame i cisterne [45]. Postupak dokumentacije legla i uzoraka identičan je kao i za mala legla.



Slika 14. Bara – lokalitet Križovec (lijevo), kanal – lokalitet Šturkovec (desno)

3.3.4. Uzorkovanje krilatica – metoda čovjek – aspirator 15 minuta

Metoda se zasniva na sakupljanju odraslih jedinki na terenu pomoću aspiratora kojeg čine dvije cjevčice te staklena ili plastična bočica koja se nadovezuje na cjevčice. Kroz kraću cjevčicu uvlačimo insekta u staklenu bočicu, dok dulja gumena cjevčica služi za usis istog (slika 15). Prejaki usis mogao bi uzrokovati ulaz insekta u usnu šupljinu pa se stoga na gumenu cjevčicu stavlja fina mrežica kao barijera [46]. S obzirom da su odrasli komarci nježni, osoba prilikom uzorkovanja mora biti vrlo vješta. Vremenski period uzorkovanja provodi se u sumrak kada bilježimo najveću aktivnost komaraca. Prikupljanje se vrši tokom 15 minuta, a u tom periodu potrebno je uloviti sve komarce koji su sletjeli na prednji dio tijela čovjeka. Propisani interval od 15 minuta nam omogućuje brzi terenski izvid, jer ukoliko u tom periodu uhvati više od 15 komaraca potrebno je izvršiti adulticidni tretman [45]. Svi ulovljeni uzorci na terenu se označavaju, zapisuju GPS koordinate ulovljenih te ih se usmrćuje u najkraćem mogućem roku od uzorkovanja zamrzavanjem što nam ujedno i omogućava čuvanje istih do provedbe determinacije.



Slika 15. Aspirator – način rukovanja [46]

3.3.5. Determinacija

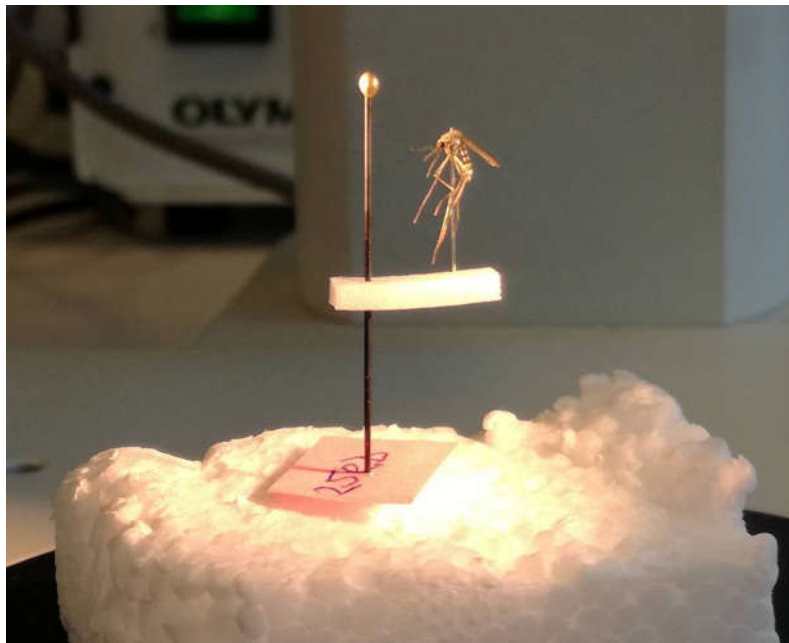
Odabir ključa za determinaciju ovisi o potrebama laboratorija, ovisno o vrstama koje je potrebno determinirati. Ključ sadrži sve bitne morfološke karakteristike pojedinih razvojnih stadija komaraca po kojima onda raspoznavamo međusobno rodove te vrste unutar istog roda. Determinacija svih uzoraka provedena je na Nastavnom zavodu za javno zdravstvo PGŽ-a prema determinacijskom ključu [47]. Razlikujemo slikovne i dihotomske ključeve, pri čemu se navedeni ključ kojeg koristi Zavod svrstava u dihotomne. Drugim riječima u toj vrsti ključeva pratimo korake i upute prema opisanim karakteristikama ličinke te naposljetku dolazimo do roda, a zatim i vrste komarca.

Determinacija se vrši na ličinkama i odraslim jedinkama, s time da ličinke trebaju biti barem u 3. stadiju razvoja, u protivnom je determinacija otežana. Postupak determinacije ličinki je jednostavan, odnosno nije potrebna prethodna priprema uzorka. Vršiti se u maloj petrijevoj zdjelici pod lupom - Olympus SZX9, dok mikroskop - Olympus BX41 koristimo ukoliko nije moguće vidjeti sve potrebne detalje (slika 16). Za mikroskopiranje potrebno je načiniti preparat promatrane ličinke.



Slika 16. Lupa - Olympus SZX9 (lijevo) i mikroskop - Olympus BX41 (desno)

Za razliku od ličinki oko odraslih jedinki potrebno je više priprema, odnosno da bi mogli obaviti determinaciju potrebno je načiniti preparate adulta kako bi bila vidljiva sva obilježja za pojedinu vrstu. Za izradu preparata potrebne su iglice različitih veličina te komadići stiropora i spužve koji čine stalak za ubadanje iglica. Komadić spužve proboden velikom iglom služi kao postolje za najmanju iglicu na koju je naboden komarac. Tako pripremljenu veliku iglu ubadamo u stiropor na kojem se nalazi oznaka uzorka (slika 17).



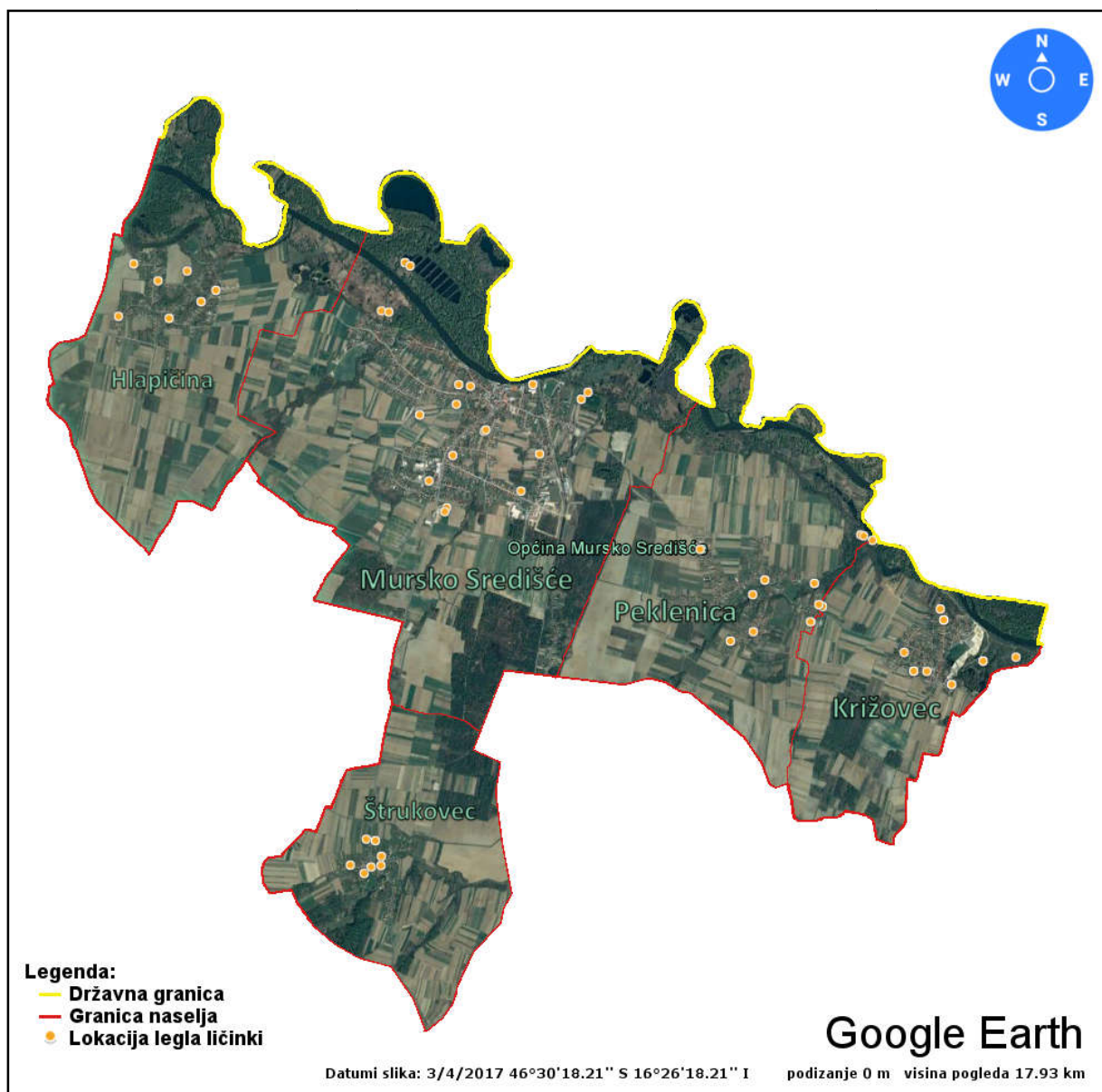
Slika 17. Preparat odrasle jedinke komarca – ženka vrste *Ochlerotatus sticticus*

4. REZULTATI

Uzorci prikupljeni u periodu od kraja lipnja do početka rujna tokom 2016. godine na području grada Mursko Središće uključuju postavljanje:

- 32 ovipozicijske lovke,
- 53 uzoraka ličinki komaraca i
- 36 uzoraka odraslih jedinki komaraca.

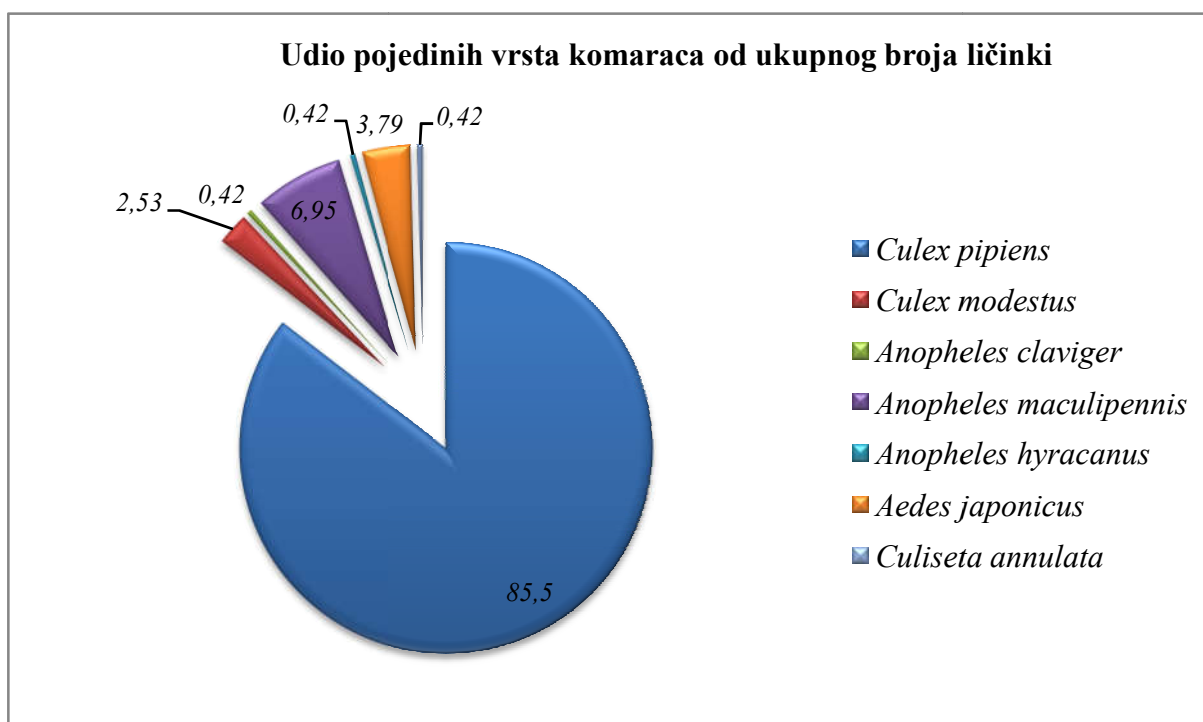
Determinacijom uzoraka dobiveni je negativan nalaz ovipozicijskih lovki dok je u uzorcima ličinki prikupljeno ukupno 475 ličinki. Lokacije ličinki na uzorkovanom području prikazane su pomoću aplikacije Google Earth Pro (slika 18.), a determinirano je 7 vrsta komaraca od kojih su vrste: *Culex pipines*, *Culex modestus*, *Anopheles claviger*, *Anopheles maculipennis*, *Anopheles hyracanus* i *Culiseta annulata* potvrđene na tome području već ranije, dok je za vrstu *Aedes japonicus* ovo prvi nalaz na uzorkovanom području (tablica 3, slika 19).



Slika 18. Karta istraživanog područja s označenim lokacijama uzoraka ličinki komaraca [48]

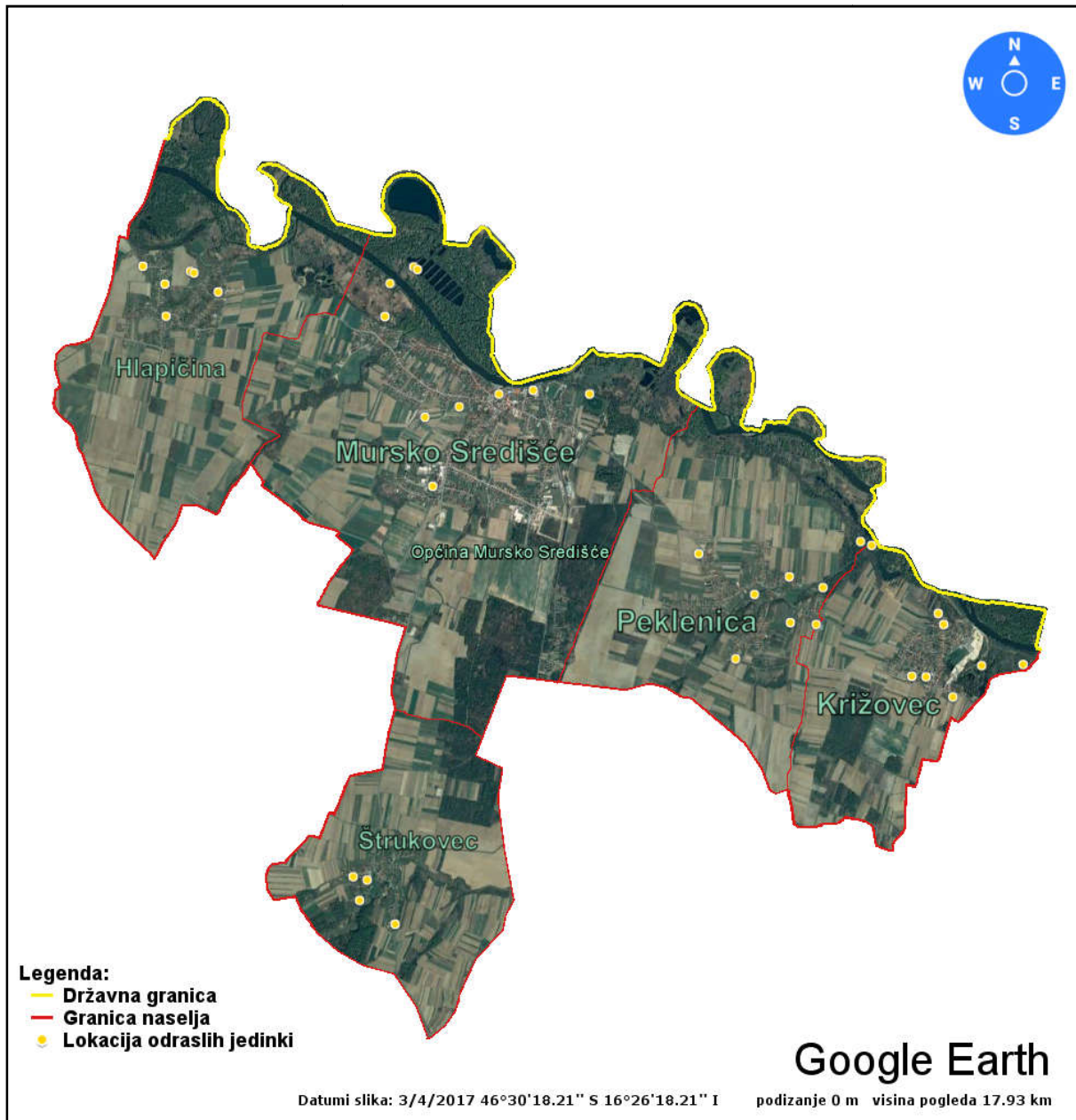
Tablica 3. Determinirane vrste ličinki komaraca prikupljenih na uzorkovanom području.

NASELJE	VRSTE							UKUPNO
	<i>Culex pipiens</i>	<i>Culex modestus</i>	<i>Anopheles claviger</i>	<i>Anopheles maculipennis</i>	<i>Anopheles hyracanus</i>	<i>Aedes japonicus</i>	<i>Culiseta annulata</i>	
KRIŽOVEC	71	-	-	1	1	-	-	73
PEKLENICA	93	-	2	10	-	1	-	106
MURSKO SREDIŠĆE	114	12	-	22	1	6	2	157
HLAPIČINA	47	-	-	-	-	4	-	51
ŠTRUKOVEC	81	-	-	-	-	7	-	88
UKUPNO	406	12	2	33	2	18	2	475



Slika 19. Udio pojedinih vrsta komaraca od ukupnog broja ličinki komaraca

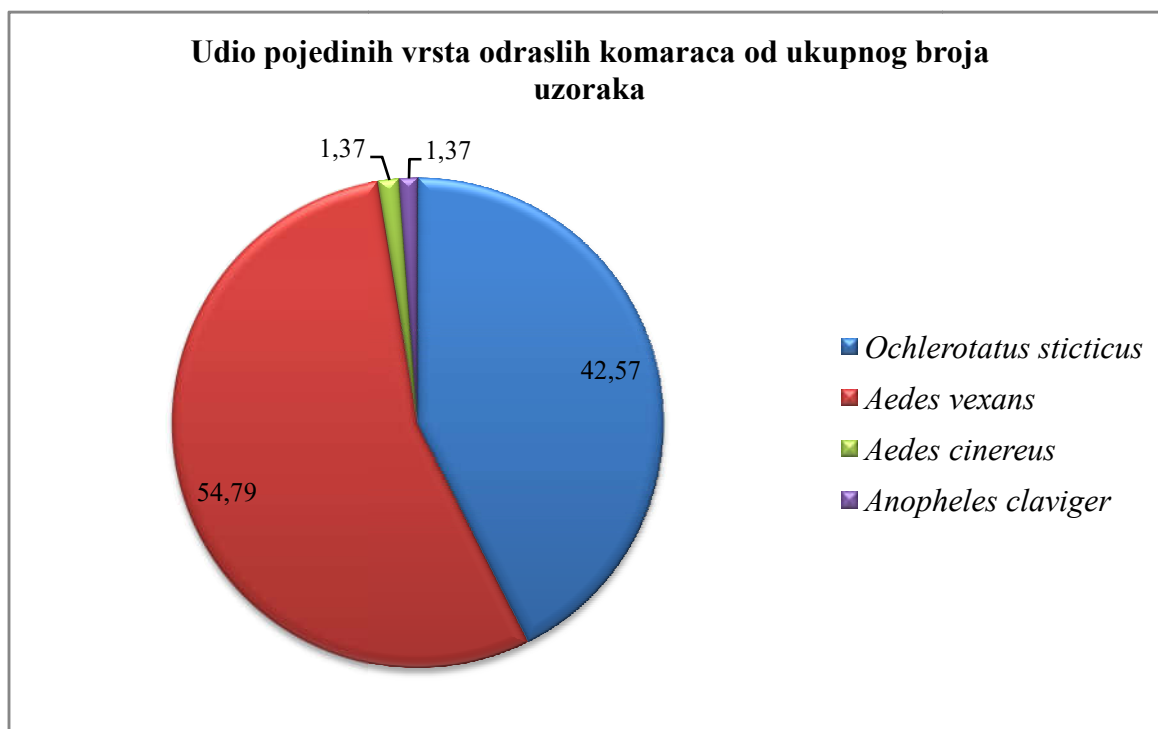
Uzorci odraslih jedinki sadržavali su 77 jedinki od kojih je 73 determinirano te su utvrđene 4 vrste: *Ochlerotatus sticticus*, *Aedes vexans*, *Aedes cinereus* i *Anopheles claviger* (tablica 4.; slika 21.). U uzorcima su se nalazila 3 mužjaka čija determinacija se ne vrši te jedan uzorak nije bio komarac. Lokacije izlova odraslih jedinki prikazane su pomoću aplikacije Google Earth Pro (slika 20.)



Slika 20. Karta istraživanog područja s označenim lokacijama uzoraka odraslih jedinki [49]

Tablica 4. Determinirane vrste odraslih komaraca prikupljenih na uzorkovanom području

NASELJA	VRSTE				UKUPNO
	<i>Ochlerotatus sticticus</i>	<i>Aedes vexans</i>	<i>Aedes cinereus</i>	<i>Anopheles claviger</i>	
KRIŽOVEC	8	6	-	-	14
PEKLENICA	13	5	-	1	19
MURSKO SREDIŠĆE	9	13	1	-	23
HLAPIČINA	-	8	-	-	8
ŠTRUKOVEC	1	8	-	-	9
UKUPNO	31	40	1	1	73



Slika 21. Udio pojedinih vrsta odraslih komaraca od ukupnog broja uzoraka odraslih jedinki

5. RASPRAVA

Zahvaljujući klimi koja prevladava na sjeverozapadu Republike Hrvatske, uzimajući u obzir hladne i vlažne zime koje su do 2016. godine činile prepreku u širenju vrste, vrsta *Aedes albopictus* se zbog svoje izuzetne prilagodljivosti i invazivnosti uspješno proširila na područje Međimurske županije [8]. Ipak na području grada Murskog Središća njegova prisutnost ovim istraživanjem nije potvrđena, što iščitavamo iz negativnog nalaza ovipozijskih lovki te negativnog rezultata u uzorcima ličinki i odraslih jedinki. Vrsta *Ae. albopictus* od javnozdravstvenog je značaja, a zbog svoje agresivnosti lako se širi i zauzima nova područja. Prema najnovijim podacima, vrsta *Ae. albopictus* raširena je u svim županijama Republike Hrvatske, izuzev Sisačko – moslavačke i Požeško – slavonske županije [8]. Uzimajući u obzirom posljednje podatke o raširenosti *Ae. albopictusa*, očekuje se njegovo daljnje širenje po Međimurskoj županiji, a prema tome i na područje grada Mursko Središća.

Prikupljeni uzorci ličinki su daleko zanimljiviji po broju determiniranih vrsta. Od ukupno determiniranih 7 vrsta komaraca u uzorcima ličinki, za vrste *Anopheles claviger*, *Anopheles hyracanus* i *Culiseta annulata* ovo je prvi potvrdni nalaz za područje grada Murskog Središća, no sagledavajući širu sliku na razini županije, njihovo prisutstvo potvrđeno je u ranijim istraživanjima struke tokom 2014. g. [27] i 2015. g [50]. Vrste *Culex pipines*, *Culex modestus* i *Anopheles maculipennis* su zapravo potvrda već ranijih nalaza iz 2014. g. i 2015.g. kako za uzorkovano područje tako i na nivou Međimurske županije [27; 50]. Potrebno je napomenuti da su u spomenutim istraživanjima (2014.g i 2015. g.), koje je provodila struka, korištene CDC klopke uz suhi led kao atraktant, što omogućuje izlov većeg broja krilatica, dok vrste u stadiju ličinki na taj način ostaju nezabilježene [51]. 2016. godina značajna je za Međimursku županiju jer je uz vrstu *Aedes albopictus*, potvrđen ulazak još jedne invazivne vrste, točnije ulazak vrste *Aedes japonicus* [8]. Potrebno je istaknuti da pozitivan nalaz vrste *Ae. japonicus* dobiven ovim istraživanjem širi sliku o raširenosti iste, jer

u objavljenim podacima za 2016. godinu na području grada Murskog Središća nije zabilježen nalaz spomenute vrste [8].

Uzorkovanje odraslih jedinki komaraca provedeno je metodom aspirator – čovjek. S obzirom da je ta metoda poprilično selektivna jer ovisi o izboru i vještini osobe koja uzorkuje, nije moguće dobiti pregledan i točan broj vrsta koje obitavaju na određenom području. Prema rezultatima determinacije uzoraka odraslih jedinki, na uzorkovanom području ulovljene su 4 vrste; *Ochlerotatus sticticus*, *Aedes vexans*, *Aedes cinereus* i *Anopheles claviger*, od kojih su vrste *Oc. sticticus* i *Ae. vexans* potvrđene i ranijih godina (2014.g. i 2015.g) na uzorkovanom području, te na nivou županije od strane struke [27; 50; 51]. Vrste *Ae. cinereus* i *An. claviger* na području grada Murskog Središća u ranijim nalazima nisu potvrđene, iako na nivou županije jesu, pa je samim time potvrda istih ovim istraživanjem bitna za stvaranje širine slike o raširenosti spomenutih vrsta za područje županije [27; 50; 51].

Međutim, promatrajući rezultate dobivenih iz uzoraka ličinki te iz uzoraka odraslih jedinki, uočavamo nepodudaranje svih vrsta. Naime vrsta koja prevladava u uzorcima ličinki, *Culex pipiens*, pronađena je u bačvama u vrtovima. Namjena uzorkovanih bačvi je sakupljanje vode s ciljem navodnjavanja obradivih površina čime se te posude prazne, no ukoliko se navedene posude zanemare predstavljaju pogodna legla za rast i razvoj komaraca. Moguće objašnjenje jest promjena ponašanja, odnosno vrijeme najveće aktivnosti je promijenjeno jer u sumrak kada je provedeno uzorkovanje prevladavaju vrste *Aedes vexans* i *Ochlerotatus sticticus* što je potvrđeno proučavanjem istih u stručnoj literaturi [10], a to dokazuju i rezultati monitoringa. Svakako da sama biologija vrste *Aedes vexans*, odnosno njegov domet leta od 15 km, a iznimno i 30 km [20], omogućuje vrlo lako širenje na područja udaljena od legla, a zbog svoje brojnosti istiskuje ostale vrste. Vrste *Anopheles claviger*, *Anopheles maculipennis*, *Anopheles hyracanus* i *Culiseta annulata* u uzorcima ličinki pronađene su u prirodnim leglima, odnosno barama i ribnjacima. Fauna takvog staništa

uključuje ribe koje se hrane ličinkama komaraca, pa je razvoj krilatica smanjen u odnosu na umjetna legla gdje nema prirodnih predatora.

S obzirom da uzorkovano područje čine šumoviti i grmoviti predjeli uz poljoprivredna seoska područja, predgrađe i grad, svaki segment staništem odgovara jednoj ili više pronađenih vrsta. Seoska područja i predgrađe pokazali su se pogodni za razvoj vrste *Culex pipiens* koja je pronađena u bačvama, kantama, odbačenim kadama te ostalim umjetnim leglima karakterističnima za domaćinstva. Neposredna blizina ove vrste čovjeku od posebnog je značaja, jer se ova vrsta smatra vektorom virusa zapadnog Nila, a potvrda iz 2012. i 2013. godine o oboljenjima ljudi od neuroinvazivnih bolesti na području RH, čiji uzročnik je bio virus Zapadnog Nila potiče na dodatni oprez [4]. Ukoliko uzmemo u obzir podatak da su zabilježeni slučajevi oboljenja iz 2013. godine upravo s područja Međimurske županije, a tijekom 2014. te 2015. i 2016. godine zabilježeni su slučajevi oboljenja od virusa zapadnog Nila u drugima županijama Republike Hrvatske, razloga za brigu i nadzor ima [52]. Iako su potrebni optimalni uvjeti za širenje bolesti, odnosno u slučaju WNV potrebna je fauna – zaražena ptica i prisutnost vektora - komarac [20], njihovo postizanje je daleko lakše ako znamo da nam je vektor prisutan, te postoje sporadična javljanja oboljenja iz prethodnih godina. Ukoliko uzmemo u obzir zabilježena oboljenja ljudi tijekom 2012. godine u Italiji, Srbiji i Mađarskoj [23] koje su susjedne zemlje, rizik od pojave bolesti postoji, pa samim time i potreba za stalnom kontrolom i suzbijanjem vektora. U Sloveniji te Bosni i Hercegovini dokazana je prisutnost virusa u pticama [23], a poznavajući prirodu ptica i njihove migracije, spoznajemo veće mogućnosti za širenje virusa na područje RH. Još jedan zabrinjavajući podatak jest broj vrsta komaraca prisutnih na području grada Mursko Središće, a smatraju se potencijalnim vektorima WNV. Osim navedene vrste *Culex pipiens*, potvrđeni vektori WNV su vrste *Aedes albopictus*, *Aedes vexans* i *Aedes cinereus*, a kao potencijalni se spominju *Culex modestus* i vrste iz roda *Ochlerotatus* [20]. Osim vrste *Aedes albopictus*, sve ostale

vrste prisutne su na području grada Mursko Središće, što je potvrđeno provedenim monitoringom i rezultatima istog. Uzmemo li u obzir sve navedeno dosada, a znamo da se radi o pograničnom području, mogućnost izbijanja bolesti je velika, pa samim time Programi suzbijanja komaraca od strane nadležnih institucija moraju biti sustavni i specifični za to područje.

Vrste *Anopheles claviger*, *Anopheles maculipennis*, *Anopheles hyracanus* pripadaju rodu *Anopheles*, a samim time potencijalni su vektori malarije. Iako je malarija eradikirana četrdesetih godina prošlog stoljeća, smatra se da je u Hrvatskoj vrsta *An. maculipennis* imala značajnu vektorsku ulogu za tu bolest [21]. Druga vrsta koja je možebitni domaćin plazmodija je *An. claviger* [53], što bi u slučaju pojave bolesti, zbog prisutnosti čak dvije vrste potencijalnih vektora na uzorkovanom području, moglo pogodovati eksponencijalnom širenju bolesti. Pozitivni nalaz *An. clavigera* svakako doprinosi širenju slike rasprostranjenosti ove vrste kako lokalno na razini županije, tako i nacionalno na razni cijele Hrvatske. Sagledavajući na nacionalnoj razini, do sada je prisutnost *An. clavigera* potvrđena na području Istre [54], Dalmacije [55] i Osijeka [56], a novijim istraživanjima u područje raširenosti ubrajamo i Primorsko – goransku županiju, točnije nalaz na prostoru Općine Jelenje koja pripada spomenutoj županiji [53]. Činjenica da je vrsta prisutna na uzorkovanom području, ali i na nacionalnoj razini, a mobilnost ljudi je danas puno veća, postoji mogućnost da se osoba zaražena plazmodijem vrati iz endemičnih područja malarije te se tako stvore uvjeti za širenje bolesti na području Republike Hrvatske.

Uzorkovano područje pokazalo se pogodno za širenje nove invazivne vrste, *Aedes japonicus*, a istovremeno taj podatak upućuje na mogućnost veće prilagodbe od vrste *Aedes albopictus*, koja je potvrđena na području Hrvatske od 2004.g. [3], a tek 2016. godine je potvrđena na području Međimurske županije [8]. Širenje *Ae. japonicus* na sjeverozapad Hrvatske bilo je pitanje vremena, jer je njegov prvi ulazak u Republiku Hrvatsku zabilježen

prvi puta 2013. godine na području Krapinsko – zagorske županije, dok je tokom 2014. godine potvrđena njegova prisutnost na istim lokacijama no u puno većoj gustoći uz širenje na nove lokalitete [9]. Drugi razlog zašto je njegovo širenje očekivano je zapravo već spomenut, grad Mursko Središće granično je područje sa Slovenijom, a već 2011. godine se Slovenija susrela s vrstom *Ae. japonicus*, dok je 2013. g. zabilježen nalaz kod Maribora [27]. Uz činjenicu da kroz Mursko Središće prolazi glavni magistralni vod te je prometno opterećen grad, mogućnost prijenosa je vrlo laka. Da se radi o vrsti koju je potrebno ozbiljno shvatiti, upućuju utvrđene činjenice o njezinoj izuzetnoj prilagodljivosti i širenju svijetom.

Naime, vrsta *Ae. japonicus* obitavala je u počecima u Japanu, a pritom nije stvarala nikakve probleme jer staništa su se nalazila na višim nadmorskim visinama, a uz neantropofilno ponašanje razloga za brigu jednostavno nije bilo. Problemi su nastali na iznenađenje stručnjaka, kada je slučajno prenesen u SAD, gdje se javljaju do tada neizražene sposobnosti te rapidno širenje po SAD-u i Kanadi. Točan podatak o prijenosu ne postoji, no pretpostavka je da je kao i *Ae. albopictus* unesen u SAD rabljenim gumama [1], a zatim 2000. godine stiže u Europu, točnije Francusku, no leglo ličinki iz rabljenih guma je eradikirano [57]. Usprkos eradikaciji, 2002. godine pojavljuje se u Belgiji te se smatra da je ovo bio ulaz u Europu jer se radi o uvezenim slučajevima, dok su kasniji slučajevi posljedica prilagodbe i širenja ove vrste [58]. Slijedeći nalazi javljaju se tokom 2008. godine u Švicarskoj te Njemačkoj i to na pograničnom području između tih zemalja [57; 59]. Da Europa pogoduje svojim biotičkim i abiotičkim faktorima širenju vrste *Ae. japonicus* govori nalaz tokom 2011. godine na austrijsko – slovenskoj granici, čime je omogućeno daljnje širenje u dva smjera [60; 61]. Jedan smjer obuhvaća širenje na područje Austrije tijekom slijedećih godina te je 2015. dospio do Italije, dok je preko Slovenije došao u Hrvatsku 2013 [57; 61; 62] te se otada polako ali sigurno širi, što smo potvrdili ovim istraživanjem. Danim pregledom širenja vrste po Europi uočavaju se dvije bitne činjenice. Važno je uočiti da je ulazak i širenje kroz zemlje

Europe trajao te potvrdio izuzetnu prilagodljivost ove vrste. Nadalje, bitna činjenica je promjena ponašanja od neantropofilne vrste do semiantropofilne vrste [1] pri čemu dolazi do izražaja potencijalni javnozdravstveni značaj ove vrste. *Ae. japonicus* je potencijalni vektor nekoliko arbovirusa, uključujući virus zapadnog Nila i Japanskog encefalitisa koji opstaje i kroz stadij jaja [1], a u laboratorijskim uvjetima uspješno je zaražen s La Crosse encefalitisom, St. Louis encefalitisom te Rift Valley groznicom [57]. Uz navedeno, pretpostavlja se da postoji mogućnost prijenosa i chikungunya i denge virusa [57] što zahtijeva veliku pažnju stručnjaka te provedbu redovitih kontrola jer broj potencijalnih bolesti je veliki, a raširenost vrste raste na nova područja.

Već ranije je navedeno da se uzorkovano područje nalazi na rijeci Muri pa za vrijeme velikih oborina nastaju poplave većih ili manjih razmjera (zadnja veća poplava zabilježena je tokom 2014. godine). Neposredna blizina vode i promjena vodostaja koja dovodi do plavljenja šumovitih područja pogodna je za razvoj poplavnih komaraca; *Ae. vexans*, *Oc. sticticus*, *Ae. roossicus* i *Ae. cinerus*, čija dominacija je potvrđena u drugim istraživanjima sa sličnim staništima u nizinskim područjima Hrvatske te panonskoj nizini [1]. Ovim istraživanjem na području grada Mursko Središće, ukupno sagledavajući dobivene rezultate, utvrđena je prisutnost 10 vrsta komaraca, od čega je prisutstvo njih 9 poznato od ranije dok je za vrstu *Ae. japonicus* ovo prvi nalaz. S obzirom da je grad Mursko Središće ulaz u Hrvatsku sa slovenske strane, a samim time i Europe, to sigurno nije konačan broj vrsta komaraca za to područje te predstavlja dobre temelje za buduća istraživanja.

Uz kontinuirana praćenja na uzorkovanom području potrebno je više obratiti pažnju na lokalno stanovništvo, jer prilikom uzorkovanja bačvi te raznih posuda za sakupljanje vode primijećeno je neadekvatno postupanje s istima. Naime, nije bilo na njima mrežica ili poklopaca koji bi onemogućili pristup vodi, a samim time i polijeganje jajašca. Problem s kojim se susreću stručne osobe na terenu jest odbijanje sanacije utvrđenih legla na privatnim

posjedima. Tome problemu može se doskočiti na dva načina. Jedan je osigurati zakonski okvir koji bi obvezao fizičke osobe na sanaciju takvih legla, dok je drugi, puno bolji, edukacija stanovništva o tim insektima, što bi naposljetku podiglo svijest građana o njihovoj ulozi pri pojavi i prisutnosti komaraca na mjestu gdje svakodnevno borave i žive [32].

6. ZAKLJUČCI

1. Na temelju rezultata možemo zaključiti da postoji velika potreba za sustavnim praćenjem i adekvatnim suzbijanjem komaraca na području grada Murskog Središća. Od potvrđenih 10 vrsta; *Culex pipines*, *Culex modestus*, *Anopheles claviger*, *Anopheles maculipennis*, *Anopheles hyrakanus*, *Anopheles claviger*, *Aedes japonicus*, *Aedes vexans*, *Aedes cinereus*, *Culiseta annulata* i *Ochlerotatus sticticus* sve imaju molestirajući efekt, a neke od njih i javnozdravstveni značaj pa je potrebno obratiti pažnju na svaku vrstu zasebno kako bi spriječili izbijanje bolesti.
2. Ovim istraživanjem potvrđeno je širenje nove invazivne vrste *Ae. japonicusa* na područje grada Murskog Središća, što upućuje na pogodne klimatske uvjete te izuzetnu prilagodljivost ove vrste. Upravo ovakvi nalazi potiču na daljnja istraživanja kako bi se pravovremeno utjecalo na širenje invazivnih vrsta, a samim time i spriječio rizik od bolesti koje mogu prenositi. Upravo zbog ovog nalaza možemo očekivati prodor ostalih vrsta te povećanje broja vrsta na tome području.
3. Udomaćene vrste na tom području također mogu utjecati na život stanovnika s obzirom da je poznat njihov vektorski potencijal. Primjer takvog potencijala je upravo *Cx. pipiens* koji se smatra vektorom virusa Zapadnog Nila.
4. Komarci svojim širenjem zahtijevaju sve veću pažnju stručnjaka, bilo da se radi o invazivnim vrstama ili udomaćenim vrstama, potrebno je sakupiti što više podataka kako bi se sustavno pristupilo problemu širenja, a zatim i smanjenje njihovog broja na području od značaja. Pri tome je potrebna suradnja domaćih i inozemnih stručnjaka ali i lokalnog stanovništva koje uvelike može doprinijeti uspješnosti suzbijanja.

7. LITERATURA

1. Merdić E., Vignjević G., Vručina I., (2010.) *Aedes japonicus* nova prijetnja Europi i Hrvatskog. Zbornik radova i seminara DDD i ZUPP, Pula 2010., Korunić d.o.o. Zagreb 179 -185
2. Capak K., (2011.) Javnozdravstvena važnost suzbijanja komaraca i nevida. DDD Trajna edukacija – Cjelovito (integralno suzbijanje komaraca, Zbornik predavanja, Zagreb 2011. Korunić d.o.o. Zagreb, 1-8
3. Merdić E., Zahirović Ž., Vručina I., (2008) Procjena rizika za bolesti koje prenose komarci u odnosu na klimatske promjene i ulaza egzotičnih vrsta. Znanstveni članak. ISSN 1331-2820. Infektološki glasnik 28:1, 17–21
4. Capak K., Jeličić P., Gjenero – Margan I., Pem Novosel I., Poljak V., (2013) Javnozdravstvena važnost suzbijanja komaraca u Hrvatskoj. Zbornik radova i seminara DDD i ZUP, Split 2013. Korunić d.o.o. Zagreb 2013., 9-19
5. Schmidt G.D., Roberts L.S. (2009.) Foundations of parasitology. Eighth edition. Published by McGraw-Hill, a business unit of The McGraw-Hill Companies. ISBN 978-0-07-302827-9. 602 -610 (URL: <http://qazipedia.blogspot.hr/2014/10/roberts-foundations-of-parasitology.html>, pristupljeno svibanj 2017.)
6. Bakić J., (2011) Osnovno što moramo znati o komarcima i nevidima. DDD Trajna edukacija – Cjelovito (integralno suzbijanje komaraca, Zbornik predavanja, Zagreb 2011. Korunić d.o.o. Zagreb, 9-25
7. Mint Mohamed Lemine A., Ould Lemrabott M.A., Hasni Ebou M., Mint Lekweiry K., Ould Ahmedou Salem M.S., Ould Brahim K., Ouldabdallahi Moukah M., Ould Bouraya I.N., Brengues C., Trape J.F., Basco L., Bogreau H., Simard F., Faye O., Ould Mohamed Salem Boukhary A. (2017) Mosquitoes (Diptera: Culicidae) in Mauritania: A review of their biodiversity, distribution and medical importance. Parasites & Vectors. v.10; 2017. PMC5248481 (URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5248481/>, pristupljeno svibanj 2017.)

8. Capak K., Jeličić P., Hocer Janev N. Trumbetić I., Klobučar A., Ladenka N., Žitko T., Sikora M., Bokan I., Merdić E., Krešić K., Cvitković A., Lipovac I., Medić A., Slavić-Vrzić V., Klemenčić M., Slavica S., Sanković A., Hamzić Mitrović S., Fičko I., Vrsaljko Z., Hranilović B., Grgić I., Stanić I., Putarek B. (2017.) Provedba nacionalnog sustava praćenja invazivnih vrsta komaraca na području Republike Hrvatske. Zbornik radova i seminara DDD i ZUPP, Mošćenička Draga 2017., Korunić d.o.o. Zagreb, 37-54

9. Klobučar A. (2015) Komarci i krpelji – prijenosnici arbovirusa. Stručni i znanstveni radovi Nastavni zavod za javno zdravstvo „Dr. Andrija Štampar“. Pregled 2015., 157 (URL:http://www.stampar.hr/sites/default/files/Publikacije/2016/file/ajax/field_image/und/0/form-hp2ZY_rv91z277VN2-_bD_UbzDLeNhavFOtLXI5CWWA/pregled_2015-web.pdf, pristupljeno svibanj 2017.)

10. Merdić E. (2011.) Biologija i ekologija najznačajnijih vrsta komaraca u Hrvatskoj. DDD Trajna edukacija – Cjelovito (integralno suzbijanje komaraca, Zbornik predavanja, Zagreb 2011. Korunić d.o.o. Zagreb, 27-32

11. Bogojević Sudarić 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 (URL: <http://www.biologija.unios.hr/webbio/wp-content/uploads/komarci/pdf/12cc.pdf>, pristupljeno svibanj 2017.)

12. Anonn. (2004.) Županijska slika zdravlja i prioriteta u očuvanju zdravlja stanovništva Međimurske županije. (URL: http://digured.srce.hr/arhiva/272/1342/www.zupanija-medjimurska.hr/clanci/zupanija_medimurske-slika_zdravlja.pdf, pristupljeno lipanj 2017.)

13. Service M., (2012.) Medical entomology for Students. Fifth Edition. Published in the United States of America by Cambridge University Press, New York. ISBN 978-1-107-66818-8 Paperback, 1-82 (URL:

https://archive.org/details/Medical_Entomology_for_Students_by_Mike_Service, pristupljeno svibanj 2017.)

14. Anonn. Lesson1:Introduction To Malaria. Figure 1. (URL: http://wikieducator.org/Lesson_1:Introduction_To_Malaria, pristupljeno svibanj 2017.)
15. Sikora M., Komarci. Zavod za javno zdravstvo Osječko-baranjske županije. (URL: http://www.zzjzosijsjek.hr/uploads/pdf/ddd/ddd_komarci_razmnozavanje_suzbijanje_za_stita.pdf, pristupljeno svibanj 2017.)
16. European Centre for Disease Prevention and Control, (2012.) Guidelines for the surveillance of invasive mosquitoes in Europe. ISBN 978-92-9193-378-5 (URL: <http://ecdc.europa.eu/en/publications/Publications/TER-Mosquito-surveillance-guidelines.pdf>, pristupljeno svibanj 2017.)
17. Anonn. Urban Entomology - Mosquito Update. Institute of Agriculture and Natural Resources. Department of Entomology. (URL: <http://entomology.unl.edu/urbanent/mosquito.shtml>, pristupljeno svibanj 2017.)
18. Pem Novosel I., (2014.) Vektorima prenosive bolesti. Hrvatski zavod za javno zdravstvo. (URL: <http://www.hcjz.hr/index.php/hcjz/article/viewFile/641/605>, pristupljeno svibanj 2017.)
19. Ellis B.R., Wilcox B.A., (2009.) The ecological dimensions of vector-borne disease research and control. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 25 Sup 1:S155-S167, 2009. (URL: <http://www.scielo.br/pdf/csp/v25s1/15.pdf>, pristupljeno svibanj 2017.)
20. Merdić E., Vignjević G., Vručina I., (2013.) Komarci prijenosnici virusa zapadnog Nila u Hrvatskoj. Zbornik radova i seminara DDD i ZUP, Split 2013. Korunić d.o.o. Zagreb. 21-25
21. Anonn. (2011.) Oprez – komarci. Zavod za javno zdravstvo Međimurske županije. (URL: <http://zzjz-ck.hr/?task=group&gid=2&aid=152>, pristupljeno svibanj 2017.)

22. Benić N., (2013.) Epidemiologija groznice Zapadnog Nila. Zbornik radova i seminara DDD i ZUP, Split 2013. Korunić d.o.o. Zagreb, 41-47
23. Vručina I., Merdić E., (2013.) Infekcija virusom Zapadnog Nila u susjednim zemljama Hrvatske. Zbornik radova i seminara DDD i ZUP, Split 2013. Korunić d.o.o. Zagreb, 27-40
24. Zimlich Lord R. (2012.) Inland Foodwater Mosquito – *Aedes vexans* – female. Bugguide. (URL: <http://bugguide.net/node/view/713522>, pristupljeno 2017.)
25. Klobučar A. (2014.) *Aedes japonicus*, nova invazivna vrsta komarca na području Hrvatske. Nastavni zavod za javno zdravstvo dr. Andrija Štampar. (URL: <http://www.stampar.hr/hr/aedes-japonicus-nova-invazivna-vrsta-komaraca-na-podrucju-hrvatske>, pristupljeno svibanj 2017.)
26. Steinke D., (2015.) A mosquito on its way to Canada. DNA Barcoding. (URL: <http://dna-barcoding.blogspot.hr/2015/11/a-mosquito-on-its-way-to-canada.html>, pristupljeno svibanj 2017.)
27. Merdić E., Mustač S., Vignjević G., Zahirović Ž., Vručina I., Turić N., Sudarić Bogojević M., Bistrović M., (2014.) Istraživanje komaraca u sjeverozapadnoj Hrvatskoj. Zbornik radova i seminara DDD i ZUP, Split 2014. Korunić d.o.o. Zagreb, 61-72
28. Vručina I., (2011.) Ličinke i kukuljice komaraca najrasprostranjenijih vrsta u Hrvatskoj. DDD Trajna edukacija – Cjelovito (integralno suzbijanje komaraca, Zbornik predavanja, Zagreb 2011. Korunić d.o.o. Zagreb, 33-40
29. Centers for Disease Control and Prevention, (2015.) Anopheles Mosquitos. (URL: <https://www.cdc.gov/malaria/about/biology/mosquitoes/>, pristupljeno svibanj 2017.)

30. Anonn. (2015.) File:Maralira map. PNG, (URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Malaria_map.PNG, pristupljeno svibanj 2017.)
31. Anonn. (2017.) *Ochlerotatus sticticus* (female). Diptera.info. (URL: https://www.diptera.info/photogallery.php?photo_id=4934, pristupljeno svibanj 2017.)
32. Pahor Đ., Šušnić V., Čoklo M., Vuletić Lenić J., (2013.) Aktivnosti Nastavnog Zavoda za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije na području monitoringa i suzbijanja komaraca. Zbornik radova i seminara DDD i ZUP, Split 2013. Korunić d.o.o. Zagreb, 75-86
33. Bakić J. (2011.) Asanacijsko – sanitacijske mjere u okolišu te suzbijanje ličinki i krilatica neagresivnim postupcima. DDD Trajna edukacija – Cjelovito (integralno suzbijanje komaraca, Zbornik predavanja, Zagreb 2011. Korunić d.o.o. Zagreb, 41-54
34. Ladenka N., (2011.) Metode suzbijanja ličinki komaraca i krilatica. DDD Trajna edukacija – Cjelovito (integralno suzbijanje komaraca, Zbornik predavanja, Zagreb 2011. Korunić d.o.o. Zagreb, 71-88
35. Anonn. Program mjera suzbijanja patogenih mikroorganizma, štetnih člankonožaca (arthropoda) i štetnih glodavca čije je planirano, organizirano i sustavno suzbijanje mjerama dezinfekcije, dezinsekcije i deratizacije od javnozdravstvene važnosti za republiku hrvatsku (NN, broj 128/11); URL:<http://www.propisi.hr/print.php?id=11379>, pristupljeno svibanj 2017.)
36. Anonn. Zakon o zaštiti pučanstva od zaraznih bolesti (NN br. 79/07, 113/08, 43/09),URL: <http://www.propisi.hr/print.php?id=3451>, pristupljeno svibanj 2017.)
37. Capak K. Jeličić P., Janev Holcer N., (2016.) Javnozdravstvena važnost suzbijanja komaraca i nevida u Hrvatskoj. Zbornik radova seminara DDD i ZUPP, Mošćenička Draga 2016. Korunić d.o.o. Zagreb, 31-36

38. Anonn. Pravilnik o načinu provedbe obvezatne dezinfekcije, dezinsekcije i deratizacije (NN, br 35/07), URL: <http://www.propisi.hr/print.php?id=5735>, pristupljeno svibanj 2017.)
39. Benić N., (2011.) Zašto se ne preporuča aviotretiranje kao metoda suzbijanja komaraca. DDD Trajna edukacija – Cjelovito (integralno suzbijanje komaraca, Zbornik predavanja, Zagreb 2011. Korunić d.o.o. Zagreb, 97-101
40. Anonn. Grad Mursko Središće. Turistička zajednica Grada Mursko Središće. (URL: <http://www.tz-ms.hr/o-nama/>, pristupljeno lipanj 2017.)
41. Anonn. Mursko Središće. DB City.com. (URL: <http://hr.db-city.com/Hrvatska--Me%C4%91imurska-%C5%BEupanija--Mursko-Sredi%C5%A1%C4%87e#geo>, pristupljeno lipanj 2017.)
42. Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske. (2011.) Popis 2011. Jer zemlju čine ljudi. 1441 Popis stanovništva, kućanstva i stanova 2011. Prvi rezultati po naseljima. (URL: http://www.dzs.hr/Hrv_Eng/publication/2011/SI-1441.pdf, pristupljeno lipanj 2017.)
43. Anonn. Klima Hrvatska. (URL: <https://www.adriagate.com/Hrvatska-hr/Pomoc/Klima-Hrvatska>, pristupljeno lipanj 2017.)
44. Ferenčić N., Ratz A. (2010.) Prisutnost i širenje azijskog tigrastog komarca *Stegomya Albopicta (Aedes albopictus)* zapadnom obalom i unutrašnjošću Istre. Izvorni znanstveni članak. ISSN 0351-0093, (URL: <http://hrcak.srce.hr/57595>, pristupljeno lipanj 2017.)
45. Vignjević G. (2011.) Metode uzorkovanja komaraca. DDD Trajna edukacija – Cjelovito (integralno suzbijanje komaraca, Zbornik predavanja, Zagreb 2011. Korunić d.o.o. Zagreb, 63-69
46. Anonn. (2016.) The Aspirator. Guide to New Zealand Soil Invertebrates. (URL: http://soilbugs.massey.ac.nz/collection_aspirator.php, pristupljeno lipanj 2017.)

47. Becker N., Petrić D., Zgomba M., Boase C., Madon M., Dahl C. (2010.) Mosquitoes and Their Control. European Mosquito Bulletin, Journal of the European Mosquito Control Association ISSN 1460-6127, 246
48. Horvat M., (2017) Koordinate ličinki komaraca. Google Maps. (URL: https://drive.google.com/open?id=1i8830-5TFZ6elmZb6Dl_sarSXNY&usp=sharing, izrađena lipanj 2017.)
49. Horvat M., (2017.) Koordinate adulti. Google Maps. (URL: <https://drive.google.com/open?id=1Wb9JLRXGLyRGYJON1a0CJ3cTSt8&usp=sharing>, izrađeno lipanj 2017.)
50. Anonn. (2015.) Monitoring i istraživanje komaraca u Međimurskoj županiji u 2015. godini. Zavod za javno zdravstvo Međimurke županije. (URL: <http://www.zzjz-ck.hr/?task=group&gid=19&aid=566>, pristupljeno lipanj 2017.)
51. Jović M. (2017.) Uzorkovanje komaraca tijekom 2015. godine na području Međimurske županije. Nove staze. Br. 34. 34-36 (URL: http://mld.hkzr.hr/wp-content/uploads/2017/03/Nove_staze_broj__34.pdf, pristupljeno lipanj 2017.)
52. Anon. (2017.) Program nadziranja groznice Zapadnog Nila na području Republike Hrvatske u 2017. godini. Ministarstvo poljoprivrede. Republika Hrvatska. (URL: http://www.veterinarstvo.hr/UserDocsImages/Zdravlje_zivotinja/bolesti%20kopitara/Program_GZN_2017.pdf, pristupljeno lipanj 2017.)
53. Marinović M., Tomić Linšak D., Šušnić V., Bokan Vucelić I. (2016.) Komarci na području Općine Jelenje. Medicina fluminensis 2016, Vol. 52, No. 1, p. 67-72, (URL: <http://hrcak.srce.hr/152994>, pristupljeno lipanj 2017.)
54. Merdić E., Boca I., Sudarić Bogojević M., Ladenka N., (2008.) Mosquitoes of Istria, a contribution to the knowledge of Croatian mosquito fauna (Diptera, Culicidae). Periodicum Biologorum. Vol. 110, No 4. Original scientific paper. ISSN 0031-5362. 351–360, (URL: <http://hrcak.srce.hr/35948>, pristupljeno lipanj 2017.)

55. Romanović M., Merdić E., (2011.) Investigation of mosquito larvae (*Diptera, Culicidae*) in the coastal area of Dalmatia, Croatia. *Periodicum Biologorum*. Vol. 113, No 1. Short communication. ISSN 0031-5362. 109-113, (URL: <http://hrcak.srce.hr/67274>, pristupljeno lipanj 2017.)
56. Merdić E, Sudarić Bogojević M., Boca I., Turić N., (2010.) Determined and estimated mosquito (*Diptera, Culicidae*) fauna in the city of Osijek, Croatia, using dry-ice baited CDC traps. *Periodicum Biologorum*. Vol. 112, No 2., Original scientific paper. ISSN 0031-5362, 201-205, (URL: <http://hrcak.srce.hr/58137>, pristupljeno lipanj 2017.)
57. Zielke D.E., Ibanez-Justicia A., Kalan K., Merdić E., Kampen H., Werner D., (2015.) Recently discovered *Aedes japonicus japonicus* (*Diptera: Culicidae*) populations in The Netherlands and northern Germany resulted from a new introduction event and from a split from an existing population. *Parasites & Vectors* (2015) 8:40. DOI 10.1186/s13071-015-0648-1, (URL: <https://parasitesandvectors.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13071-015-0648-1>, pristupljeno lipanj 2017.)
58. Damiens D., Ayrihac A., Van Bortel W., Versteirt V., Dekoninck W., Hance T., (2014.) Invasive Process and Repeated Cross-Sectional Surveys of the Mosquito *Aedes japonicus japonicus* Establishment in Belgium. *Plos one*. (URL: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0089358>, pristupljeno lipanj 2017.)
59. Shaffner F., Kaufmann C., Heggin D., Mathis A., (2009.) The invasive mosquito *Aedes japonicus* in Central Europe. *Medical and Veterinary Entomology* (2009) 23, 448–451, (URL: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2915.2009.00825.x/abstract>, pristupljeno lipanj 2017.)
60. Shaffner F., Bellini R., Petrić D., Scholte E.J., Zeller H., Marrama Rakotoarvony L., (2013.) Development of guidelines for the surveillance of invasive mosquitoes in Europe. *Parasites & Vectors* 2013. 6:209 (URL: <https://parasitesandvectors.biomedcentral.com/articles/10.1186/1756-3305-6-209>, pristupljeno lipanj 2017.)

61. Seidel B., Montarsi F., Huemer H.P., Indra A., Capelli G., Allerberger F., Nowotny N., (2016.) First record of the Asian bush mosquito, *Aedes japonicus japonicus*, in Italy: invasion from an established Austrian population. . *Parasites & Vectors* (2016) 9:284, DOI 10.1186/s13071-016-1566-6, (URL: <https://parasitesandvectors.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13071-016-1566-6>, pristupljeno lipanj 2017.)
62. Klobučar, A; Lipovac, I; Vološen, T; Singer, A; Merdić, E, (2015.) *Aedes albopictus* i *Aedes japonicus*, invazivni komarci u sjeverozapadnoj Hrvatskoj – trenutna situacija. Knjiga sažetaka 3. Hrvatskog epidemiološkog. Business View, Zagreb, 2015. 111-111.

ŽIVOTOPIS

Ime i prezime:	Martina Horvat
Ime oca i majke:	Snježana i Dražen
Datum rođenja:	24. 7. 1992.
Mjesto rođenja:	Čakovec, Hrvatska
Državljanstvo :	Hrvatsko
Telefon:	095 505 3102
E- mail:	martina_horvat92@hotmail.com
Školovanje:	
2015.	Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Diplomski sveučilišni studij Sanitarnog inženjerstva
2011. - 2015.	Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Preddiplomski sveučilišni studij Sanitarnog inženjerstva , sveučilišna prvostupnica (baccalaurea) sanitarnog inženjerstva, univ. bacc. sanit. ing
2007. - 2011.	Ekonomska i trgovačka škola Čakovec, upravni referent
1999. - 2007.	Osnovna škola Mursko Središće

Prediplomski sveučilišni studij Sanitarnog inženjerstva završila sam obranom završnog rada na temu „Rasprostranjenost azijskoj tigrastog komarca (*Aedes albopictus*) na području općine Dobrinj – otok Krk“. Nakon završetka 1. godine Diplomskog sveučilišnog studija Sanitarnog inženjerstva, primam Dekanovu nagradu za najbolju studenticu generacije za ak. god. 2015/2016. Na temelju ocjenskog uspjeha ostvarenog u ak. godini 2015./2016. primam stipendiju od Sveučilišta u Rijeci za izvrsnost za ak. god. 2016./2017.