# Planinski vodenjak

**Vujica, Lana**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2018**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:892000

*Rights / Prava:* In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-03-28**




*Repository / Repozitorij:*

Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb









SVEUČILIŠTE U ZAGREBU PRIRODOSLOVNO-

MATEMATIČKI FAKULTET BIOLOŠKI ODSJEK

# Planinski vodenjak

# Alpine Newt

SEMINARSKI RAD

Lana Vujica

Preddiplomski studij Znanosti o okolišu

Mentor: Davor Zanella

Zagreb, 2018

SADRŽAJ

1.UVOD……....1

2.VODOZEMCI……...2

2.1 Povijesni razvoj……..……...2

2.2 Osobine (biologija, ekologija, rasprostranjenost)……2

2.3 Vodozemci u Hrvatskoj……....4

2.4 Ugroženost……...4

3.PLANINSKI VODENJAK……....5

3.1 Opis vrste……6

3.2 Podvrste……...9

3.3 Geografska rasprostranjenost……..9

3.4 Stanište i ekologija……11

3.5 Ugroženost……12

3.6 Zaštita……13

4.CILJEVI I METODE……...13

5.SAŽETAK……...16

6.SUMMARY……16

7.LITERATURA……17

# 1.UVOD

U ovom radu htjela sam iznijeti vlastita opažanja i iskustva koja sam stekla tijekom odrađivanja laboratorijske stručne prakse u slatkovodnom akvariju Aquatika Karlovac. Uz uobičajene zadatke vezane uz kemiju i biologiju tijekom dva mjeseca (od 12.svibnja do 12.srpnja 2018.godine) redovno sam se brinula o Planinskim vodenjacima, *Ichthyosaura alpestris*. Leglo je činilo 13 ženki i 4 mužjaka. Cilj je bio kroz taj period ustanoviti sve potrebne uvjete za održavanje ove vrste izvan prirode (u zatočeništvu), ispitati koliko je to zahtjevno i je li uopće ostvarivo te koliko se može manipulirati nekim aspektima njihovog ponašanja, prehrane i razmnožavanja. Sve naravno, uz uvjete što sličnije onima u prirodi. Nažalost literatura i izvori nisu baš mnogobrojni i lako dostupni na internetu, stoga sam željela obuhvatiti neke općenite činjenice zajedno sa vlastitim zapažanjima i zaključcima i možda navesti neke prijedloge za buduća istraživanja. Smatram da bi trebalo više pozornosti posvetiti ovoj vrsti. Iz vlastitog iskustva mogu reći da je premalo znanstvenih radova koji je obrađuju, a i sama činjenica da je sve veća diverzifikacija prisutna zbog raznolikih biogeografskih rasprostiranja i uvjeta, detaljne genetičke analize mogle bi utvrditi razlike koje bi podvrste uzdigle na razinu vrste.

Često je zanemarena izuzetno važna uloga vodozemaca općenito u ekosustavu i njegovom zdravlju jer svojim dvostrukim načinom života omogućavaju cirkulaciju hranjivih tvari i energije između kopnenih i vodenih ekosustava. Također je jako bitno da su istaknuti kao najugroženija skupina kralješnjaka, s najvećim padom broja vrsta, a budući da brzo reagiraju i na najmanje promjene u okolišu jako su dobri okolišni indikatori (Jelić i sur.,2012). Zastrašujuće je da je trećina svih vodozemaca na svijetu u opasnosti od izumiranja, dok je pola populacije je u stalnom padu. Godine 2005. IUCN je iznio plan za zaštitu vodozemaca (Amphibian Conservation Action Plan- ACAP) na globalnoj razini, čime se željelo ukazati na njihovo alarmantno izumiranje. Razlozi njihove ugroženosti navedeni su kasnije u tekstu, a jako je žalosno da tako dobro prilagođena, tajnovita vrsta i fascinantni predator na dva potpuno različita staništa, na kopnu i u vodi, ipak ne uspijeva odolijevati svim problemima današnjice koje smo uglavnom mi ljudi prouzrokovali. Tako da evo, i ja, jedna od tih mnogobrojnih krivaca želim predstaviti zaključke svojih istraživanja, što onih nastalih iščitavanjem već dostupnih materijala, ali i onih koje sam sama postavila.

# 2.VODOZEMCI *Amphibia*

Razred kralješnjaka (*Vertebrata*) koji se sastoji od tri reda: bezrepci (*Anura* 6982 vrsta ili 88%), repaši (*Caudata* 716 vrsta ili 9%) i beznošci (*Gymnophiona* 209 vrsta ili 3%) (url 1). Njihov znanstveni naziv potječe od grčkih riječi „amphi bios“ što znači dvostruki život, a zasnovan je na činjenici da većina vodozemaca ličinački stadij proživljava u vodi, nakon metamorfoze mogu živjeti i na kopnu, a odrasle jedinke vraćaju se opet u vodu radi razmnožavanja (url 2). Zanimljivo je da svakodnevni nazivi „vodenjak“ i „daždevnjak“ nemaju mjesta u znanstvenom imenovanju tih organizama (taksonomiji), međutim, oni se odnose na životinje koje su svojim načinom života i životnim ciklusom više vezani uz vodu (vodenjaci) i one koje češće nalazimo u vlažnim šumama, močvarnom zemljištu ili pećinama (daždevnjaci).

## 2.1. Povijesni razvoj

Vodozemce smatramo evolucijskim prijelazom između riba i kopnenih kralješnjaka, a slobodno možemo reći i da su prvi pravi kopneni kralješnjaci. Razvili su se od skupine riba zvanih mesoperke (*Sarcopterygii*), a tri navedena reda vodozemaca dio su duge filogenetske povijesti koja datira najkasnije iz ranog trijasa. Za živuće vodozemce smatra se da dijele zajedničkog pretka, dakle da su monofiletska skupina. Beznošci su se prvi odvojili od zajedničkog pretka prije otprilike 367 milijuna godina, a zatim su se odvojili repaši i bezrepci prije 357 milijuna godina. Iz ovih vremena divergiranja možemo zaključiti da su sva tri reda nastala u paleozoiku, ubrzo nakon prelaska na kopno, ali i da su se jako brzo redovi odvojili u evolucijskoj povijesti (url 2).

## 2.2. Osobine (biologija, ekologija, rasprostranjenost)

Hladnokrvni su organizmi, uglavnom polažu jaja, a veći dio vrsta ima kompleksan životni ciklus kroz koji prolaze preobrazbu ili metamorfozu i tako prelaze iz ličinačkog stadija, vodene faze, u odrasle kopnene oblike. U ličinačkom stadiju dišu škrgama, a zatim postepeno razvijaju udove i pluća i postaju prave kopnene životinje. Zanimljivi su izuzetci, poput čovječje ribice, koja nikada ne prolazi metamorfozu i čitav život je vezana uz vodu. Pojedine vrste su pak živorodne i direktno rađaju metamorfizirane mlade već prilagođene za život na kopnu (npr. Crni daždevnjak, *Salamandra atra* ) (url 2). Još jedan slučaj koji valja istaknuti je pojava neotenije. Jedinke zadrže škrge i u odraslom stanju, dakle ne preobražavaju se u odraslu životinju, već na škržnom stupnju razvitka postižu spolnu zrelost. Primjer je aksolotl (aztečki axolotl = koji služi vodi), ličinka pjegave ambistome (*Ambystoma tigrinum*) koja živi u slatkim

vodama Meksika i južnog dijela sjeverne Amerike. Slabo djelovanje štitne žlijezde uzrokuje da se ličinka redovno ne preobražava u odraslu životinju. Oplodnja je vanjska, u izuzetnim uvjetima unutarnja, a razmnožavanje se odvija prvenstveno u vodi. Budući da su hladnokrvne (poikilotermne) životinje, tijekom zime hiberniraju, miruju, a u tropskim krajevima estiviraju (spavaju ljetni san). Tijekom perioda mirovanja kriju se u trulim stablima, ispod panjeva, korijenja, kamenja, a mogu se ukopati i u mulj. Poboljšanjem vremenskih uvjeta, izlaze na površinu, pare se, odlažu jaja i zatim se raspoređuju u različite ekološke niše. Odrasle jedinke su isključivo mesojedi, a plijen u cijelosti progutaju. Najčešće su to beskralješnjaci, a mogu progutati i male kralješnjake. Istaknuti su kao jako fascinantni predatori upravo zbog toga što su različitim taktikama prilagođeni lovu i u vodi i na kopnu. Ličinke u početku razvoja preferiraju hranu biljnog podrijetla (alge), a kasnije su svejedi. Njihova mekana, propusna koža sadrži mnoge žljezdane proteine koji se tek počinju istraživati, a zaštićena je i sa slojem mukusa koji im pomaže u interakciji s okolišem i apsorpciji kisika. Zanimljiva je porodica Plethodontiade, koja koristi samo kožu za disanje jer im potpuno nedostaju pluća. Kožne žlijezde proizvode i toksine, neke letalne za druge kralješnjake. Istraživanje antimikrobioloških svojstava njihovih kožnih žlijezda pruža široko područje za medicinsku i farmaceutsku primjenu.

Najveću raznolikost vodozemaca nalazimo u vlažnim područjima s umjerenom temperaturom. U Hrvatskoj je zabilježeno ukupno 20 vrsta vodozemaca od kojih *Anura* 30 vrsta, a *Caudata* 7 vrsta, a vrste beznogih vodozemaca uopće nisu dio europske faune (Jelić i sur.,2012). Najbrojnije su porodice *Ranidae* i *Salamandridae*. Globalno su distribuirani, osim u području Antarktike i Greenlanda, a najviše su koncentrirani u neotropskim područjima, posebice u Amazonu (Brazil ima najviše opisanih vrsta, više od 1000). Naseljavaju raznolike ekozone, od kišnih šuma do pustinja. U Hrvatskoj živi 20 vrsta vodozemaca, što je svrstava u sam vrh europskih zemalja. Raznolikost su razvili posebice u gorskoj Hrvatskoj, a zabilježeno je 13 endemičnih vrsta (Jelić i sur.,2012). Raznolike reproduktivne strategije omogućuju im prilagodbe na gotovo sve ekoregije, ali i dalje mnogo detalja vezanih za život vodozemaca još uvijek nije poznato. Nove vrste se pak kontinuirano otkrivaju i u ekstremno udaljenim područjima, ali i u iznenađujuće pristupačnim (New York City- *Rana Kauffeldi*) (url 3). Jako je uznemirujuća činjenica da smo unatoč stalnom otkriću novih vrsta (godine 2018. otkriveno 105 novih vrsta) suočeni sa stalnim opadanjem broja vrsta diljem svijeta zbog dalje navedenih štetnih čimbenika.

## 2.3. Vodozemci u Hrvatskoj

Unatoč novijim i naprednijim istraživanjima iz područja molekularne filogenije, filogeografije te molekularne taksonomije (DNA barkodiranje) i dalje postoji niz nepoznanica o rapsrostranjenosti i ekologiji svojta vodozemaca. Postojanje skrivenih vrsta, podvrsta i ostali mikrotaksonomski problemi moraju se riješiti zasebnim taksonomskim istraživanjima, što će zasigurno promijeniti naše viđenje podvrsta, a čak i podvrsta u Hrvatskoj. Recentna rasprostranjenost rezultat je naravno ekoloških valencija svake svojte, ali u Hrvatskoj velik su utjecaj imale pleistocenske i postpleistocenske migracije te je jedan od mogućih primjera za te migracije Ichthyosaura alpestris (Kletečki, 2018). Također, promijenjena su mnoga staništa vodozemaca, najčešće utjecajem čovjeka, pa je tako širom Hrvatske došlo do nestanka vrsta koje su nekada tu bile rasprostranjene. Upravo je primjer i populacija *Ichthyosaura alpestris* koja je nestala iz grada Rijeke, tj. Sušaka (Delta) ( Inv. Knj. HPM i Kalezić, 2018).

U Hrvatskoj je zasad determinirano 27 svojta vodozemaca (22 vrste, od kojih pet s po dvije podvrste), a zabilježeno je 20 autohtonih vrsta vodozemaca. ). No, taj broj nije konačan jer prema nekim listama vrsta, npr. Amphibian Species of the World (Frost, 2017) i AmphibiaWeb (AmphibiaWeb, 2016) u Hrvatskoj postoje još dvije vrste vodenjaka (Kletečki, 2018).

Raznim analizama rasprostranjenosti svojta vodozemaca Hrvatske, njihove povezanosti s odabranim ekološkim parametrima (visinska distribucija, temperaturni raspon prema srednjim godišnjim temperaturama, distribucija prema klimatskim regijama, distribucija prema zajednicama prirodne potencijalne šumske vegetacije i tipovima staništa) predložena je (Kletečki, 2018) podjela Hrvatske u šest različitih zoogeografskih područja za vodozemce. To su: istočno Panonsko, zapadno Panonsko, Gorsko, Istarsko-kvarnersko, sjeverno Primorsko i južno Primorsko.

## 2.4. Ugroženost

Ako možemo izdvojiti tri razloga za smanjenje njihove brojnosti, to su: uništavanje staništa, velika osjetljivost na promjene u okolišu (zbog kompliciranog rasplodnog sustava i propusne kože) te zarazna gljivična bolest hitridiomikoza. Ta zarazna bolest od 20.st. postaje sve veći čimbenik izumiranja vodozemaca, posebice žaba. Uočeno je da čak u staništima koja su zaštićena, dakle zabranjeno je bilo kakvo uništavanje, dolazi do drastičnog smanjenja broja

vodenjaka, a uzročnik je patogen *Batrachochytrium dendrobatidis* (url 4). Većina jedinki u zatočeništvu uspješno su izliječene, ali još uvijek nema metoda za liječenje vrsta u divljini, pa se govori o velikom gubitku bioraznolikosti, možda čak najvećem u povijesti. Unutar IUCN-ovog plana (Amphibian Conservation Action Plan- ACAP, 2005) osnovana je arka vodozemaca ( Amphibian Ark) koja sakuplja kritične vrste, one se u zatočeništvu razmnožavaju te kada dođe vrijeme, puštaju u divljinu (url 5).

# 3.PLANINSKI VODENJAK *Ichtyosaura alpestris*

Problematika imena:

Ichthyosaura alpestris (Laurenti, 1768)

(engleski-Alpine Newt; španjolski-Triton alpino)

Sinonimi:

*Mesotriton alpestris* (Laurenti, 1768)

*Triturus alpestris* (Laurenti, 1768)

*Triturus alpestris* (Laurenti, 1768)

Danas ipak ustaljen naziv *Ichthyosaura alpestris* (url 4).

Diferencijacije u nekim ekološkim čimbenicima i ponašanju upućuju da određene podvrste pokazuju osobine koje bi ih uzdigle na razinu vrste. Primjerice populacije na Peloponeškom poluotoku i jugoistoku Grčke podvrgnute su taksonomskom preispitivanju. U Crvenoj knjizi publiciranoj 2009.godine svrstan je u najmanje zabrinjavajuće vrste (Least Concern) (url 4). Zbog široke distribucije, tolerancije i prilagođavanja na raznolika staništa, procijenjene velike populacije i zbog ne tako brzog opadanja brojnosti nije kvalificiran u više ugroženu kategoriju. Međutim, posljednjih godina, brojke se značajnije mijenjaju i izazivaju zabrinutost. Trenutni populacijski trend je u opadanju. Posebno su ugrožene neke populacije koje pokazuju polifenizam (dakle nije im utvrđena razlika na nivou gena) i čak su jako blizu izumiranju. Takav je slučaj sa većinom od 87 poznatih pedomorfnih populacija, a samo ih se nekoliko ne smatra ugroženim. Podvrste koje su vjerojatno kvalificirane dovoljno da budu svrstane u ugrožene su:

*veluchiensis, inexpectatus, lacusnigri* i *cyreni.* Vrste su rijetke u Mađarskoj i Bugarskoj, ugrožene u Austriji i Danskoj, a ranjive u Španjolskoj (url 4).



Slika 1. *Ichthyosaura alpestris,* mužjak

## 3.1. Opis vrste

Raznobojni i elegantni, vitkog tijela, zaokružene glave i bočno spljoštenog repa, planinski vodenjaci jedni su od najfascinantnijih vrsta među europskim vodenjacima. Koža im je veoma glatka, posebno tijekom akvatičke faze. Posjeduju četiri prsta na prednjim i pet prstiju na stražnjim udovima. Ženke imaju zaokružen trup i narastu 10-13 cm. Mužjaci (slika 1) imaju četvrtast trup te narastu 7,5-9cm, iako su neke jedinke nađene na veoma visokim nadmorskim visinama pokazivale i veća odstupanja od navedenih dužina. U proljeće spolni dimorfizam dolazi do izražaja. Dugačka, glatka kresta, žućkaste boje sa crnim mrljama razvija se duž kralježnice kod mužjaka, uz pojavu natečene i zaokružene kloake (slika 2a i 2b). Ženke (slika 3.a i 3.b) pak imaju tanku, žućkasto-narančastu prugu koja se pruža duž leđne strane tijela. Što se tiče dorzalne boje tijela, kod mužjaka ona varira tijekom godine, može biti smećkasta, sivkasta, plavkasta, a u proljeće je izrazito plave boje. Boja može veoma varirati ovisno o supstratu, raspoloženju i zdravlju vodenjaka. Srebrnasta pruga sa crnim točkama proteže se donjim dijelom tijela, duž bokova. Ove karakteristike su odsutne kod ženki. Dorzalni dio im je uvijek tamniji nego kod mužjaka. Može biti siv, tamnoplav ili smeđ. Zanimljiv je mramorni uzorak duž leđa i repa kod ženki. Kod oba spola trbuh je narančast, ali može biti i žut ili crven,

ovisno o prehrani (url 6). Dok su na trbuhu točke veoma rijetke, vrat ovisno o podvrstama, može biti jednostavno obojen, točkast ili samo sa točkastom ogrlicom. Albino vodenjaci također postoje, jako su neobični sa svojim crvenim šarenicama, ali su i jako osjetljivi i nježni. Različni (nepčani zubi) u dva reda posteriorno široko divergiraju, a konvergiraju anteriorno. Duljina repa je aproksimativno jednaka ili malo kraća od ukupne duljine tijela s glavom. Kod odraslih vodenjaka koža je glatka u akvatičkoj, a granulirana u kopnenoj (terestričkoj) fazi. Postoje određene razlike u duljini repa i tijela između mužjaka i ženki (ženke su nešto veće), u duljini prednjih i stražnjih nogu, relativnoj duljini glave itd..



Slika 2. *Ichthyosaura alpestris*, fizičke karakteristike mužjaka; 2.a (lijevo) zaokružena kloaka i 2.b (desno) kresta u nastanku





Slika 3.a (gornja) *Ichthyosaura alpestris,* ženka i 3.b (donja) tri ženke „odmaraju“ na grani

Planinski vodenjak obično nije toliko brojan, ali gustoća populacije lokalno dostiže jedan primjerak na pola metra kvadratnog u nekim staništima, dok je neka uobičajena gustoća jedan primjerak na 20-50 metara kvadratnih. Hibernacija počinje u septembru ili oktobru i traje do veljače, a varijacije u početku i trajanju aktivnog perioda ovise o geografskoj dužini i širini. U planinskim krajevima aktivni period je kraći. Jednako se odnosi i za reproduktivni period. Odrasli i ličinke obitavaju na dnu. Hibernacija u ličinačkom stadiju i neotenija česti su kod ove vrste. Primjerice populacije u planinskim krajevima sastoje se većinom od neoteničnih jedinki. Spolna zrelost kod normalnih jedinki očituje se tijekom druge ili treće godine starosti. Kada se počnu aktivno hraniti ličinke jedu vodenbuhe (Daphnia), vodene kukce, sve veće količine mekušaca i više se fokusiraju na bentički plijen. Akvatički odrasli također jedu i terestrički plijen, a uočena je i oofagija na mjestima odlaganja jajašaca. Dorzalne kreste kod mužjaka uočljive su tijekom sezone parenja, a njihovo podrijetlo je vjerojatno povezano s kompleksnim udvaranjem. Nove analize koje uključuju mnogo vrsta i kombiniraju informacije na evolucionarnoj povezanosti s morfološkim podacima i podacima o ponašanju otkrivaju kompleksnu vezu tih čimbenika (Wiens et al., 2012). Varijacije u dorzalnoj kresti odraslih mužjaka smatrane odlikama različitih vrsta u više navrata bivale su izgubljene. Evolucija dorzalne kreste može biti povezana sa specifičnim ponašanjima koja uključuju savijanje i

hipnotiziranje ženke pokretima repa (svadbeni ples mužjaka). Vrste sa više varijacija u obliku i osobinama dorzalne kreste imaju i kompleksnije metode udvaranja.

## 3.2.Podvrste

Nekoliko je opisanih podvrsta Planinskog vodenjaka. Podvrste *alpestris*, *apuanus* i *cyreni* su najčešće čuvane u zatočeništvu. Ove tri podvrste zahtijevaju veoma slične uvjete, iako se *alpestris* i *cyreni* čine više terestričkim od *apuanusa*, posebice tek metamorfizirane jedinke. *Ichthyosaura alpestris alpestris* je nađen u Francuskoj, Njemačkoj, Belgiji, Poljskoj, Nizozemskoj, Švicarskoj, Mađarskoj, Austriji, Češkoj i na Balkanskom poluotoku. *Ichthyosaura alpestris apuanus* je nađen u sjevernoj Italiji, u podnožju Alpi, na Apeninima. Fizički jako sličan *I.a.alpestrisu*, razlikuje ga točkasti vrat. *I.a.cyreni* je reliktna populacija nađena u *Cantabrian mountains*. Glava mu je veća, a tijelo zaokruženije. Druge zabilježene podvrste su: *I.a.veluchiensis* (centralna Grčka, kratak rep), *I.a.reiseri* (Prokoško jezero, Bosna, veoma velike i robusne jedinke, često neotenične), *I.a.lacusnigri* (Slovenija, sličan *reiseriu*, ali šira glava), *I.a.montenegrius* (potpuno neotenične jedinke, Crna Gora), *I.a.sedardus* (također neotenične jedinke iz Crne Gore), *I.a.piperianus* (Kapetanovo, Crna Gora) i *I.a.inexpectatus* (sjeverna Italija, sličan *apuanusu*) (Arnold et al, 1992).

## 3.3.Geografska rasprostranjenost

Obitavaju od Francuske obale, sjeverno do Danske i istočno do Karpata u Ukrajini, pa sve do Rumunjske i Bugarske. Ova vrste je tako rasprostranjena diljem Europe. Značajno je zastupljena na Balkanu, a izolirane populacije su prisutne u južnoj Italiji i sjevernoj Španjolskoj (Denoël et al., 2001). Uspješno je izvršena introdukcija u Ujedinjeno Kraljevstvo, a zanimljivo je da je visinski raspon obitavanja jedinki od morske razine pa sve do 2 500m nadmorske visine na područjima švicarskih i francuskih Alpi.

Ova vrsta je zastupljena u cijeloj Hrvatskoj osim istočne Slavonije, nizinskog dijela Istre i juga Hrvatske (Kletečki, 2018) , ali postoji sumnja za otkrivenjem još jedne podvrste planinskog vodenjaka (Džukić, usmeno priopćenje, 1981). Što se tiče podrijetla te vrste na ovom prostoru kako navodi Kletečki (2018) prema radu Sotiropoulos i sur., 2007. i filogenetskom analizom podataka dobivenih korištenjem dva mtDNA gena, citokroma b i 16S rRNA postavljena je pretpostavka da je najreliktnija linja (klad A) postojala tijekom kasnog miocena u jugoistočnoj

Srbiji te se za nju pretpostavlja da je predačka linija za zapadne i istočne linije koje su dalje divergirale. Zapadna linija se razdvojila tijekom srednjeg pliocena u klad B (talijanske populacije) i klad C (srednjoeuropske i pirinejske populacije). Zatim se istočna linija tijekom kasnog pliocena razdvojila na klad D (južni Balkan) i klad E (središnji i sjeverni Balkan). Populacije u Hrvatskoj spadaju u klad E, a on se tijekom pleistocena (glacijalnih ciklusa) razdvojio na klad E1 (Crna Gora) i E2 (Hrvatska, Rumunjska, Bugarska i dio Grčke). Taj posljednje navedeni klad predstavlja podvrstu Ichthyosaura alpestris alpestris. Pretpostavka je da se nakon pleistocena nije dogodila značajnija promjena areala te je današnja rasprostranjenost u Hrvatskoj uvjetovana upravo rasprostranjenošću u pleistocenu (Kletečki, 2018). Problemi u današnjoj taksonomiji javljaju se zbog stupnja divergencije među populacijama i unutar njih što je pak dovelo do kriptične specijacije na Balkanu (Sotiropoulous i sur., 2007; Kalezić 2018).

Izdvojila bih i nekoliko parametara zoogeografske rasprostranjenosti ove vrste. Ako se prouče karte koje prikazuju nalazišta svojta vodozemaca Hrvatske zajedno sa zajednicama prirodne potencijalne šumske vegetacije u kojima su nađene te raširenost tih zajednica u Hrvatskoj može se uočiti da dvanaest vrsta (među kojima i *Ichthyosaura alpestris*) svojom raširenošću prate raširenost zajednica prirodne potencijalne šumske vegetacije u kojima su nađene (Kletečki, 2018). Unatoč dosta uskom području rasprostranjenosti, zabilježen je dosta veliki visinski raspon planinskog vodenjaka (1595m), a također i temperaturni raspon na kojem obitavaju (3-14 °C, dok se raspon prosječnih godišnjih temperatura Hrvatske kreće 2-15 °C). Kada se promatra distribucija svojta vodozemaca s obzirom na prirodnu potencijalnu šumsku vegetaciju, *alpestris* je nađen u 19 od 25 zajednica prirodne potencijalne šumske vegetacije. Utvrđeno je, dakle, da ova svojta naseljava predjele nizinskog i brežuljkastog pojasa (šume hrasta lužjaka i kitnjaka te šume topole i vrbe), zatim submediteransku zonu (šume hrasta medunca), gorski pojas (zajednice bukve i jele), pretplaninski pojas (zajednice subalpinske šume bukve, klekovine bora krivulja i visokoplaninske zajednice sjeverozapadnodinarske visokoplaninske vegetacije sa uskolistnom šašikom), a nađena je i među samo tri vrste na najvišim planinskim vrhovima (u visokoplaninskoj zajednici sjeverozapadnodinarske visokoplaninske vegetacije s uskolistnom šašikom) (Kletečki 2018).

Prema Nacionalnoj klasifikaciji staništa (Antonić i sur., 2005) *Ichthyosaura alpestris* je među onim vrstama koje upotrebljavaju najviše različitih tipova staništa. To su biomi submediteranskih, uglavnom listopadnih šuma, južnoeuropskih pretežno listopadnih šuma, europskih pretežno crnogoričnih šuma, biomi kamenjara, pašnjaka i šuma na kamenjarima (iako

su to vrlo visoki dijelovi najviših planina, oko 1600m n.v. te je broj pogodnih vodenih staništa vrlo malen) (Kletečki, 2018).

Još je bitno za napomenuti da kontinentalno-gorsku regiju ukupno naseljava devetnaest vrsta vodozemaca od kojih je planinski vodenjak usko vezan za tu regiju, dok mediteransku regiju naseljava ukupno devet vrsta vodozemaca (iz karata rasprostranjenosti vidljivo je da *I.a.* nije vezan samo za kontinentalno- gorsku regiju) (Kletečki, 2018).

## 3.4.Stanište i ekologija

Planinski vodenjak je jako akvatična vrsta i jedinke su uglavnom nađene u blizini vode. Zanimljiva je raznolikost staništa koju naseljava, od alpskih i nizinskih zasjenjenih šuma četinjača, listopadnih i mješovitih, do subalpskih livada i pašnjaka. Razmnožavanje i ličinački razvoj odvijaju se u stajaćicama, uključujući plitke močvare, povremene bazene, jezera, jarke, sporo tekuće rijeke i pitke vode. U vodi parenje započinje mužjakovim udvaranjem koji izvije svoj trup oblikujući luk, savije svoj rep i njime maše u smjeru ženkine glave. Mašući repom mužjak stvara struju vode i njome šalje vlastite feromone prema ženki. Te feromone proizvode žlijezde u nečisnici. Kada ženka postane zainteresirana, ona počne pratiti mužjaka. Mužjak se tada okreće od ženke i polaže spermatofor (paketić sjemena na želatinoznoj bazi) na supstrat ispred nje. Ženka, plivajući za mužjakom koji joj se izmiče, prelazi preko spermatofora i svojom nečisnicom ga pokupi (Malacarne i Vellano, 1987). Oplodnja je unutarnja i nekoliko dana nakon oplodnje ženka počne lijegati jaja. Svako jaje pojedinačno zalijepi za listić vodene biljke, a stražnjim nogama savije listić kako bi ga bolje zaštitila (slika 5.). To može potrajati nekoliko tjedana i u tom razdoblju ženka položi oko 200 jaja. Kada izađu iz jajeta ličinke (slika 4.) imaju vanjske škrge za disanje, dugačke su 7-8mm, a mogu narasti do 4-5cm prije metamorfoze. Prvo im izrastu prednje noge, potom i stražnje. U vodi se razvijaju od svibnja do rujna (Kletečki, 2004). Kada se preobraze, izgube škrge i migriraju na kopno. Generacijsko vrijeme je između 2 i 10 godina, ovisno o staništu i uvjetima, a očekivana životna dob može biti čak iznad 20 godina u prirodi, najčešće je to ipak oko 7 godina, posebice u zatočeništvu. Neotenija se pojavljuje kod jedinki u nekim područjima. Primjerice u planinskim jezerima Slovenije, u Bosni te u Crnoj Gori. Moguće je naći jedinke i u neznatno modificiranim staništima, a rijetko u velikim kultiviranim poljima.



Slika 4. Uginula ličinka pod lupom, u gornjem lijevom kutu vidi se prednja noga.



Slika 5. Jaje (bez ljuske) odloženo na travi.

## 3.5.Ugroženost

Preveliko sakupljanje za edukacijske i znanstvene svrhe dovelo je do ekstinkcije u nekim Ukrajinskim lokalitetima. Također sakupljanje za komercijalnu razmjenu ljubimaca dovelo je

do značajnog smanjenja brojnosti. Kemijsko zagađenje močvara, kao i destrukcija staništa doveli su do izumiranja vrsta u pojedinim lokalitetima. Primjer je novo stanište u krškoj Crnogorskoj regiji koje se u posljednjih nekoliko desetljeća stalno smanjuje jer močvarna staništa prvotno kreirana za napajanje stoke i ljudsku konzumaciju, bivaju napuštena od strane čovjeka (Ćirović et al.,2008). Ilegalna razmjena ovih vrsta između amatera u terarijskom uzgoju prvi put je zabilježena u bivšem SSSR-u. U krškim područjima vrsta je ugrožena zapuštanjem lokvi koje se sve manje koriste za ljudske djelatnosti, a tako neodržavane postaju podložne sukcesiji, dakle zarastanju i nestajanju. Nestanku vodenih tijela i njihovu isušivanju prije no što ličinke uspiju završiti metamorfozu pridonosi i smanjenje količine oborina posljednjih godina u ovim krajevima. Poribljavanje je štetno jer se ribe hrane njihovim jajima i ličinkama te ih tako istiskuju iz njihova staništa. Veliki problem su i neograđene prometnice na mjestima migracija vodenjaka između kopna i vode, gdje odlaze na razmnožavanje. Ugrožava ih i poljoprivreda jer razni pesticidi i gnojiva mogu završiti u njihovom staništu, kopnenom ili vodenom, te utjecati na njihovu smanjenu sposobnost preživljavanja, posebice ličinki. Fragmentacija staništa kao posljedica izgradnje infrastrukture uzrokuje izoliranost populacija i one postaju podložnije negativnom utjecaju okoliša.

## 3.6.Zaštita

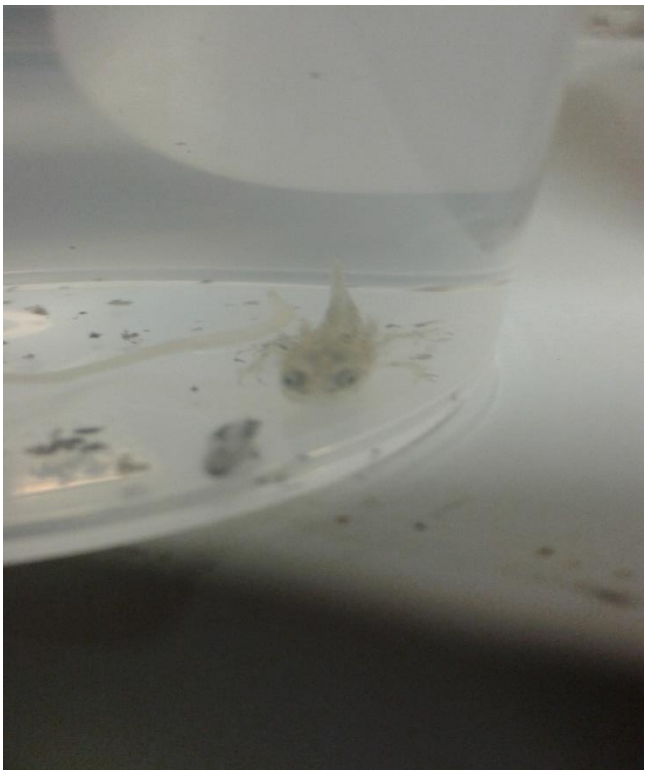
Sve se više radi na gradnji mjesta za razmnožavanje u dijelovima gdje vodenjaci obitavaju jer veliki broj jedinki nastrada u vrijeme razmnožavanja kada migriraju i prelaze preko prometnica. Redovno se prate i po potrebi uklanjaju riblji predatori iz planinskih jezera, smanjuje pretjerana ispaša, a hitno je potrebna zaštita izoliranih pedomorfoloških jedinki. Lijepi su primjeri restauracije lokvi i bara, a potrebno bi bilo provoditi odgovornu poljoprivredu i vodozahvate te regulirati poribljavanje u staništima ove vrste.

# 4.CILJEVI I METODE

Tijekom dva mjeseca brinula sam se o Planinskim vodenjacima prikupljenim u rijeci Jadovi čiji je vodostaj visok kada su oborine obilnije, a u sušnijim razdobljima vodostaj je vrlo nizak, zbog čega i nosi naziv Jaruga. Zbog ljetnih suša i presušivanja rijeke mnoge vrste izumiru, a zbog specifičnih uvjeta rijeka je poznata i po endemskim vrstama riba. Leglo vodenjaka je činilo 13 ženki i 4 mužjaka. Prilikom prvog brojanja i prepoznavanja jedinki pretpostavila sam da su samo 2 mužjaka, budući da im spolna obilježja još nisu bila vidljiva. No, kasnije su i oni

poprimili karakterističnu krestu i uočljivi zaokruženi oblik kloake. Slike! U izdvojenom manjem akvariju izbrojala sam 111 malih, tek izleglih vodenjaka. Kako zatočeništvo djeluje na uzgoj ove vrste, je li moguće ispuniti sve uvjete potrebne za održavanje složenih životnih cilusa i reproduktivnih strategija, može li se manipulirati istim u svrhu dobivanja većeg broja potomaka, i mnoga druga pitanja postavljena su kao cilj ovog rada. S obzirom na njihov kompleksan biološki ciklus u zarobljeništvu se mora osigurati sve potrebno u njihovim pojedinim fazama života kako bi razmnožavanje bilo uspješno. Nakon metamorfoze odrasle primjerke najbolje je držati na podlozi od treseta, vlažnog lišća ili šumske zemlje s komadima mahovine, obilno pokrivenima komadima kore drveća i plosnatim kamenjem ispod kojeg se životinje mogu sakriti (url 7). Također i šumske vrste biljaka koje mogu uspjeti na slabom svjetlu i visokoj vlazi (npr. razne paprati i bršljani) mogu biti dodatna mjesta za sakrivanje. Važno je održavati supstrat u terarijima vlažnim, dakle ne smije biti saturiran vodom ili se potpuno osušiti. Drenažni sloj ispod supstrata i kvalitetna ventilacija omogućavaju takve uvjete. Na taj način se izbjegava razvoj plijesni i anaerobnih bakterijskih procesa. Budući da su ovo veoma akvatične vrste potrebno je osigurati barem 20cm vode u akvariju i postaviti mjesta za sakrivanje (kamenje, granje), ali i za odlaganje jaja (vodeno bilje). Jedinke općenito obitavaju u stajaćim ili sporo tekućim vodama pa je bitno da filteri nisu prejaki (Mattison Chris, 1993). Ono što je nama bila okupacija, osigurati uvjete potrebne za održavanje njihove vodene faze, za vrijeme razmnožavanja i u ličinačkom stadiju. To se postiže prostranim akvarijima ispunjenim vodom odgovarajuće temperature i sastava. Kondicionirana akvarijska voda je poželjnija od obične vodovodne, a ostali uvjeti variraju od vrste do vrste. Potrebno je bilo primijeniti sve uobičajene akvarijske tehnike filtriranja, aeriranja, recilkuliranja, grijanja i kondicioniranja akvarijske vode. Što se tiče hranjenja, svi pripadnici tog roda su mesožderi. Najbolje im je osigurati živu hranu, kao što su Tubifex crvi, gliste, Artemia, čime sam ih u početku i hranila, a kasnije sam u prehranu uključila vodenbuhe (*Daphnia*) i Enhitreju (*Enchytraeus albidus*). *Daphnie* sam naizmjenično hranila kvascem i Spirulinom i bilo nam je bitno održati guste populacije u akvarijima, ali ipak ne preguste. Osiguravali smo optimalnu temperaturu za vodenjake, znajući da preferiraju od 10 do 18°C, a za *Daphnie* je ona nešto viša, oko 21°C. Iako, temperaturne preferencije i tolerancija kod vodenjaka se mogu mijenjati dnevno i sezonski. Prva hipoteza koju sam željela provjeriti bila je utječe li temperatura (temperaturni šok) na razmnožavanje. Uzela sam 5 jedinki, od kojih 3 ženke i 2 mužjaka, stavila ih u poseban akvarij u hladnjak (2-4°C). Nakon tri dana izvadila sam ih iz hladnjaka i vratila u uobičajene uvjete. Cilj je bio otkriti može li se na taj način zavarati njihov ciklus i isprovocirati razmnožavanje zbog nagle promjene uvjeta toplo-hladno. Ubrzo je uočeno razmnožavanje i

svadbeni ples kod tih jedinki te je eksperiment uspješno proveden i hipoteza potvrđena. Jaja sam tada, ali i općenito kada bi ih uočila na travi izdvajala u poseban akvarij da ih odrasle jedinke ne bi pojele. Budući da sam redovno vodila statistiku, brojila male vodenjake i tek izvaljene ličinke, uočila sam da je populacija u stalnom padu. Dakle od prvotnih 111 ličinki kroz 10ak dana broj je pao na 40. Pažljivo sam brojala i uginule jedinke koje bi ostale u akvariju te se brojevi nikako nisu poklapali. Također sam jedan dan vidjela veću ličinku kako jede drugu, tako da je druga hipoteza koju smo postavili bila mogućnost kanibalizma koja je primjerice opisana kod meksičkog vodenjaka. Eksperiment je postavljen tako da su izdvojene četiri bočice i u njih stavljena po jedna ličinka i još šest bočica u koje je također stavljena po jedna ličinka ali na nižem stupnju razvoja. Hranila sam ih Enhitrejom, a u samo jednu od te četiri bočice smo stavila sam jednu ličinku na nižem i jednu na višem stupnju razvoja (sa vanjskim škrgama). Idući put kada sam došla vidjela sam da je manja ličinka mrtva i da joj nedostaje polovica tijela. Potvrđena je i ta pretpostavku, kanibalizam u ličinačkom stadiju (slika 6.a). Bilo mi je zanimljivo promatrati metamorfozu kroz ličinačke stadije jer smo stalno dobivali nova jajašca, a prethodno izvaljene ličinke su vidno napredovale (slika 6.b). Kada bih čistila vodu i vadila uginule ličinke, stavljala bi ih pod lupu i uočila promjene poput pojavljivanja nogu, vanjskih škrga i napredovanja u rastu. Još bih izdvojila da teritorijalnost kod ove vrste nije uočena, ali izrazita grabežljivost da.





Slika 6.a (gornja) ličinka u kasnijem stadiju razvoja, zabilježen kanibalizam, ostaci manje ličinke ispred nje i 6.b (donja) ličinka u kasnijem stadiju razvoja, uočljive stražnje noge

# 5.SAŽETAK

Planinski vodenjaci, evolucijski stara, jako dobro prilagođena, ali sve više ugrožena skupina prikazana je u ovom radu. Brojne morfološke razlike, veliki broj podvrsta, endemičnost, ali i karakteristike Jadove (odakle su sakupljene jedinke) dovode me do misli da je možda došlo do odvajanja ove populacije od ostalih, nakupljanja razlike koje bi je čak uzdigle na razinu vrste. P morfometrijske i genetičke analize koje nisu bile ostvarive tijekom nastanka ovog rada. Također, potvrđena je hipoteza kanibalizma koja prije nije zabilježena kod ove vrste, što je još jedan dokaz moguće diverzifikacije.

Rad pruža osvrt na životni ciklus vodenjaka, njihove reproduktivne strategije, način čuvanja u zatočeništvu i neke opće činjenice vrijedne za razumijevanje važnosti očuvanja ove vrste.

# 6.SUMMARY

Alpine Newts, evolutionary old, very well adapted, but increasingly vulnerable group is presented in this paper. Numerous morphological differences, large number of subspecies, endemism, but also characteristics of the Jadova river (from where they were collected) lead

me to thoughts that separation may have occurred and the accumulation of differences that would even elevate to the level of species. Further morphometric and genetic analysis are required which were not possible to do during this work. The hypotesis of cannibalism was confirmed which has not been previously recorded in this species and that is another proof of diversification.

This paper provide san overview of the life cycle of the Alpine Newts, their reproductive strategies, the way of keeping them in captivity and some general facts valuable to understanding the importance of these species conservation.

# 7.LITERATURA


Antonić O, Kušan V, Bakran-Petricioli T, Alegro A, Gottstein-Matočec S, Peternel H, Tkalčec Z (2005) Nacionalna klasifikacija staništa RH. Drypis 1(1, 2): 1-119.

Arnold E.N. Burton J. A. (1992) Reptiles & Amphibians of Britain & Europe. Collins.

Ćirović et al., (2008) Distribution patterns and environmental determinants of European newts in the Montenegrin karst area

Denoel et al.,( 2001) Adaptive significance of facultative paedomorphosis in Triturus alpestris (Amphibia, Caudata): resource partitioning in alpine lake

Džukić G, Tvrtković N, Leiner S (1981) Vodozemci Turopolja. Zbornik sažetaka priopćenja, Prvi Kongres biologa Hrvatske, Poreč: 169.

E.Kletečki (2018) Zoogeografske značajke faune vodozemaca Hrvatske

Inventarna knjiga Centralne zbirke vodozemaca i gmazova HPM (neobjavljeno)

Jelić et al., (2012) Crvena knjiga vodozemaca i gmazova Hrvatske

Kletečki, Eduard; Tvrtković, Nikola, (2004) Vodozemci (Amphibians)

Malacarne i Vellano, (1987) The Ecology and Behavior of Amphibians

Mattison Chris (1993) Keeping and breeding amphibians. Blandford.

Sotiropoulos K, Eleftherakos K, Džukić G, Kalezić ML, Legakis A, Polymeni RM (2007) Phylogeny and biogeography of the alpine newt Mesotriton alpestris (Salamandridae, Caudata), inferred from mtDNA sequences. Molecular Phylogenetics and Evolution 45(1), 211-226.

Wiens et al., 2012 The Causes of Species Richness Patterns Across Space, Time, And Clades And The Role Of „Ecological Limits“

url 1.: https://amphibiaweb.org AmphibiaWeb

url 2.: www.hhdhyla.hr Udruga Hyla

url 3.: Rana kauffeldi- Overview Encyclopedia of Life

url 4.: www.iucnredlist.org Ichthyosaura alpestris (Alpine Newt) IUCN Red List

url 5.: www.amphibianark.org>pdf>ACAP Amphibian Conservation Action Plan- Amphibian Ark

url 6.: https://www.caudata.org>T_alpestris Caudata Culture Species Entry- Mesotriton (Triturus) alpestris

url 7.: www.akvarij.net

url 8.: www.waza.org>salamanders-and-newts Alpine Newt-Mesotriton alpestris World Association of Zoos and Aquariums