

**SVEU ILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO – MATEMATI KI FAKULTET
BIOLOŠKI ODSJEK**

**ULOGA, ZAŠTITA I UZROCI UGROŽENOSTI VODOZEMACA
U HRVATSKOJ**

**AMPHIBIAN DECLINE AND THEIR PROTECTION IN
CROATIA**

SEMINARSKI RAD

Martina Poljak
Preddiplomski studij biologije

Mentor: Prof. dr. sc. Milorad Mrakov i

Zagreb, 2010.

SADRŽAJ

1 Uvod	2
2 Neke vrste vodozemaca koje dolaze u Hrvatskoj	3
2.1. <i>Bombina bombina</i>	3
2.2. <i>Bombina variegata</i>	4
2.3. <i>Rana latastei</i>	5
2.4. <i>Hyla arborea</i>	6
2.5. <i>Lissotriton vulgaris</i>	7
2.6. <i>Proteus anguinus</i>	8
3 Uloga vodozemaca	9
4 Zaštita vodozemaca u Hrvatskoj	10
5 Uzroci ugroženosti	13
6 Sažetak	18
7 Summary	18
8 Literatura	19

1. UVOD

Vodozemci – svima znane žabe i daždevnjaci – su skrovite životinje čiji je život vezan i uz vodu i uz kopno. Malo je poznato da ljudi imaju velike koristi od njih – odrasli se hrane kukcima (pa tako i nametnicima i štetočinama), punoglavci čiste vodu od previše algi, putem kože izlučuju mnoge tvari koje su korisne u medicini i od kojih dobivamo nove lijekove. O njima ovise mnoge druge životinje i cijeli ekosustavi.

Žabe su najuspješniji vodozemci, a posljedica uspješnosti ove skupine vjerojatno je njihov način kretanja. Žabe mogu skakati, hodati, penjati se i plivati. Za razliku od žaba, repaši su zadržali lateralnu ondulaciju zajedno sa četveronožnim hodanjem.

Njihova reproduktivna specijalizacija je gotovo jednako raznolika kao i kod riba. To je nevjerojatna činjenica, znaju i da ima oko 5x više vrsta riba nego vodozemaca. Najstariji reproduktivni pristup je lijevanje velikog broja jaja koja se razvijaju u ličinke. Poznato je da, ako ima vodenu ličinku, kopnena životinja dobiva pristup resursu koji joj inače ne bi bio dostupan. Modifikacija ancestralnog načina razmnožavanja uključuje zaobilazanje ličinke stadija, viviparnost i inkubiranje jaja i mladih, uključujući i ženku koja hrani svoje mlade.

Već na prvi pogled tri linije vodozemaca izgledaju kao potpuno različite životinje. Žabe imaju jake stražnje noge i vrlo kratka zbita tijela koja se ne svijaju pri hodu; daždevnjaci imaju prednje i stražnje noge jednake dužine koje se miču u lateralnom ondulacijom tijela. Ove vidljive razlike su u vezi s lokomotornom specijalizacijom, međutim bližim promatranjem mogu se uočiti brojne sličnosti.

To su ektotermne životinje koje ne uzimaju kemijsku energiju iz hrane za održavanje temperature tijela. Zbog svojih malih potreba za energijom, ektotermi mogu kolonizirati staništa u kojima je sadržaj energije nizak povremeno (npr. pustinje) ili stalno (npr. duboka mora). Ektotermi imaju daleko širu granicu homeostaze i mogu tolerirati više i niže temperature od homeoterma. Efektivna konverzija energije kod ektoterma je oko 50%, dok je kod endoterma tek 1,4%. Ektotermi su većinom manji od endoterma te je njihova specifična potreba za energijom mala. Kao rezultat veličine tijela, mnogi ektotermi jedu plijen koji je endotermnim životinjama premali za konzumaciju. U inkubitost u konverziji energije i njihovo malo tijelo dovelo je do toga da ektotermi imaju veliku ulogu u modernim ekosistemima.

Vodozemci su skupina kralježnjaka koja je prva na udaru promjena što se događaju u okolišu. Osobito su izloženi trovanjima, jer velik dio svog života provode u vodi. Od jajeta, preko ličinke, a ovisno o vrsti i u odraslo doba, iz vode primaju kemijske spojeve preko kože, ali i preko hrane koju uglavnom nalaze u vodi, pa je i sama tretirana toksičnim spojevima. Te su promjene najviše im djelom uzrokovane ljudskom djelatnošću. Populacije tih životinja u Hrvatskoj nisu pošle u svjetskog trenda smanjivanja brojnosti populacija – amphibian decline.

2. NEKE VRSTE VODOZEMACA KOJE DOLAZE U HRVATSKOJ

2.1. *Bombina bombina* – crveni muka

OPIS VRSTE:

Mala, bezrepa životinja hrapave kože i kratkih nogu, duga ka do 5 cm. S gornje strane je tamno maslinaste boje, a sa donje crna sa naran astim mrljama. (Sl. 1.). Mužjaci imaju unutarnju zvučnu vreću (rezonator). Glasaju se često u zborovima danju i uveče. Liinke su punoglavci, jednolične smeđe boje. Jaja su takođe smeđa, nalaze se pojedinačno ili u rahlim nakupinama (do 30 jaja).

STANIŠTE:

Crveni muka je vodena vrsta koja odabire bistre stajališta ili spore tekućice u nizinskim područjima. Zadržava se u plitacima i uz obalu, često u velikom broju.

PREHRANA I PREDATORI:

Liinke su biljojedi te se hrane algama ili vodenim biljem. Mladi i odrasli jedu raširane, vodene puževe, vodene liinke kukaca i vodene kukce, ali se mogu hraniti i na kopnu uzimajući i kopnene vrste istih skupina.

Punoglavci se hrane vodenim kukcima, gmazovima, pticama i malim sisavcima.

Koža odraslih muka sadrži i otrovne tvari koje ih štite od predatora. Svojom bojom napadaju ih, često se preokreću, pokazuju i jarko obojen trbuh kao signal da su nejestivi.

RASPROSTRANJENOST:

Ova vrsta se javlja u središnjoj, južnoj i istočnoj Europi, te u dijelu Male Azije.



Slika 1.) *Bombina bombina* – crveni muka (dorsalna i ventralna strana)

2.2. *Bombina variegata* – žuti muka

OPIS VRSTE:

Mala, bezrepa životinja hrapave kože i kratkih nogu, duga ka do 5 cm. Sa gornje strane je tamno maslinaste boje, a sa donje strane žuta sa crnim mrljama. (Sl. 2.). Mužjaci nemaju rezonator. Liinke su sme kaste boje. Jaja mogu biti pojedina na ili u nakupinama.

STANIŠTE:

To je vodena vrsta koja živi u raznolikim vodenim staništima, pretežito u brdovitim i planinskim predjelima. Često se nalazi u malim privremenim lokvicama koje nastaju od tragova kotača u blatu.

PREHRANA I PREDATORI:

Liinke su biljojedi te se hrane algama i vodenim biljem. Mladi i odrasli često love na kopnu, npr. puževe, stonoge, kukce, a povremeno se hrane i u vodi, uglavnom račićima, vodenim kolutičavcima, vodenim kukcima...

S druge strane, punoglavci su hrana vodenim kukcima, vodenjacima, gmazovima, pticama i malim sisavcima. Koža preobraženih muka je otrovna i sadrži otrovne tvari. Svoje se brani napadajući, često se izvrtavaju na leđa, pokazujući jarko obojen trbuh.

RASPROSTRANJENOST:

Pojavljuju se u zapadnoj, središnjoj, južnoj i istočnoj Europi.



Slika 2.) *Bombina variegata* – žuti muka (dorzalna i ventralna strana)

2.3. *Rana latastei* – talijanska (lombardijska) smeđa žaba

OPIS VRSTE:

To je mala do srednje velika žaba, izgledom vrlo slična običnoj šumskoj žabi (*Rana dalmatina*). Mužjaci narastu do 5.5 cm, a ženke do 7.5 cm. Mužjaci razvijaju tamno smeđe palane žuljeve na prednjim nogama. Ova vrsta je aktivna rano ujutro, te predvečer i u noć. Ima duge stražnje noge te je izuzetno brza i okretna. Obojenost je tipična za europske smeđe žabe, a na bočnim stranama glave prisutna je karakteristična tamna mrlja (Sl. 3.).

STANIŠTE:

Primarno stanište su joj vlažne listopadne šume s bogatim prizemnim slojem vegetacije i visokim nivoom podzemnih voda – poplavne nizine rijeka (do 300 m nadmorske visine). Vezana je uz potoke, rijeke, jezera, kanale i njihova poplavna područja. Zbog ograničenih migratornih sposobnosti u većoj mjeri ovisna o kontinuitetu povoljnog staništa, za razliku od većine drugih vodozemaca.

PREHRANA I PREDATORI:

Hrani se u sloju lišća na tlu raznim kukcima, mekušcima, kolubičavcima... Punoglavcima se hrane razni beskralježnjaci, ribe, vodenjaci, a odraslim jedinkama zmije, kornjake, ptice te manji sisavci.

RASPROSTRANJENOST:

Ova vrsta je endem sjevernog područja nizine rijeke Po. Većina se njezine populacije nalazi u Italiji, a ostatak populacije je razmješten u Švicarskoj (jug pokrajine Ticino), JZ Sloveniji te u Hrvatskoj (središnja i sjeverna Istra, najveći dio obitava u Motovunskim šumama).



Slika 3.) *Rana latastei* – talijanska (lombardijska) smeđa žaba

2.4. *Hyla arborea* – gatalinka

OPIS VRSTE:

Malena, bezrepa životinja duga kih nogu. Tijelo doseže dužinu do najviše 5 cm, a stražnji udovi su duži od prednjih. Prsti završavaju plo astim proširenjima. Obojena je naj eš e jarko zeleno sa crnom prugom na boku (Sl. 4.). Mužjaci imaju rezonator ispod grla. Svijetlosiva jaja se nalaze u malim okruglastim nakupinama, naj eš e položena na vodenu vegetaciju.

STANIŠTE:

To je vrsta koja nastanjuje drve a i grmlja svijetlih šuma i parkova. Dane obi no provodi sjede i na liš u ili na gran icama grmlja i druge vegetacije, dok se no u spušta na tlo u potrazi za hranom.

PREHRANA I PREDATORI:

Liinke su biljojedi. Mladi i odrasli hrane se na kopnu, a zahvaljuju i dugim nogama mogu sko iti visoko i tako uloviti lete e kukce, koji ine najve i dio njihove prehrane. Punoglavci su hrana vodenim kukcima, vodenjacima...

Bojom se prilago ava podlozi (kripti no obojenje) i na taj na in postaje manje vidljiva predatorima (Sl. 5.).

RASPROSTRANJENOST:

Ova vrsta nastanjuje najve i dio Europe, azijski dio Turske i okolno podru je.



Slika 4.) *Hyla arborea* - gatalinka



Slika 5.) Gatalinka potpuno prilago ena boji podloge

2.5. *Lissotriton vulgaris* – mali vodenjak

OPIS VRSTE:

Repata životinja duguljasta tijela, duga ka do 10 cm. Koža je glatka, a sa le ne strane maslinaste boje, a sa donje svijetla i posuta tamnim to kama. Trbuh je po sredini naran ast (Sl. 6.).

Mužjaci tijekom razdoblja parenja razvijaju valovitu krijestu i kožna proširenja na prstima stražnjih nogu. Ženke su nešto manje od mužjaka, blje e obojene, a to ke na njihovom tijelu su sitnije od onih kod mužjaka. Pojedina na jaja sakrivena su u naborima vodenog bilja. Li inke su zdepaste sa upavim škragama.

STANIŠTE:

Nastanjuje širok raspon staja ih voda, kao i okolnih kopnenih staništa, a uglavnom naseljava nizinska podru ja. U vodi se odrasle jedinke esto zadržavaju blizu površine, gdje love hranu, za razliku od li inki koje žive pri dnu. Od svih vodenjaka to je najviše terestri ka vrsta.

PREHRANA I PREDATORI:

Na kopnu se odrasle jedinke hrane gujavicama, puževima, paucima i kukcima. Li inke i odrasli u vodi uzimaju ra i e, vodene mekušce i kukce. Glavna opasnost za li inke malog vodenjaka su li inke kukaca, ali i gmazovi koji se hrane u vodi, ptice te mali sisavci. Na kopnu predstavljaju hranu za gmazove, ptice i sisavce.

RASPROSTRANJENOST:

Ova vrsta naseljava ve i dio Europe i zapadne Azije.



Slika 6.) *Lissotriton vulgaris* – mali vodenjak

2.6. *Proteus anguinus* – ovje a ribica

OPIS VRSTE:

Tijelo je jako izduženo (23 – 25 cm), repato, sa četiri kratke i slabašne noge. Koža je blijedo ružiasta. Glava je velika, izdužena, zaobljene njuške. Na njoj se nalaze ostaci oči prerasli kožom i tri para crvenih, upavih škrga. Rep je bitno kraći od tijela i bitno spljošten (Sl. 7.). Mužjaci su nešto manji od ženki.

Licinke isprva imaju vidljive oči koje kasnije preraste koža. Kasniji licininski stadiji ne razlikuju se značajno od odraslih jedinki. Jaja se polažu u skupinama, a može ih biti do 70. Ženka ih lijepi s donje strane kamenja. Ne postoje procjene brojnosti populacija. Karakteristična pojava je neotenijska.

STANIŠTE:

Nastanjuju podzemne rijeke i jezera krških špiljskih sustava. Žive duboko pod zemljom, ali i blizu ulaza u špilje. Obilne kiše ponekad uzrokuju bujice vode koje iznesu ovje a ribice na površinu, a to za njih obično znači smrt.

PREHRANA I PREDATORI:

Hrane se licinkama kukaca (uglavnom vodencvjetova i obalnjara), mekušcima i račicama. Njihovi predatori su većinom ribe.

RASPROSTRANJENOST:

Naseljavaju podzemne sustave dinarskog krša u Hrvatskoj. U Europi se još javljaju u Italiji, Sloveniji te u Bosni i Hercegovini.



Slika 7.) *Proteus anguinus* – ovje a ribica

3. ULOGA VODOZEMACA

Osim što mnogi ljudi smatraju vodozemce fascinantnim bi ima koji zaslužuju živjeti, evo nekoliko iznimno **važnih razloga** zašto uopće trebamo **uvati vodozemce**.

Kao **središnja karika u prehrambenom lancu** vodozemci imaju vrlo važnu ulogu u **održavanju osjetljive ravnoteže ekosustava**. Za njih se može reći i da su spona između u biljnog i životinjskog mikrosvijeta sa svijetom velikih životinja. Iako znaju biti mekani u brojnijim kralješnjacima na nekom području - time imaju veliki kapacitet "potrošnje" kukaca i ostalih beskralješnjaka s jedne strane, dok s druge služe kao izvor hrane za veće životinje. Njihovim nestajanjem dolazi do ozbiljnih poremećaja u prehrambenoj mreži i protoku osnovnih tvari i energije, time i do narušavanja kvalitete ekosustava, a u ekstremnim slučajevima i potpunog kolapsa. Iz toga vidimo da **nestajanjem vodozemaca** dolazi do domino efekta i **urušavanja ekosustava** što može imati drastične **posljedice i za ovjeka**.

Primarna **hrana** su im **kukci** i ostali manji beskralješnjaci, uključujući i **uzročnike bolesti**. Na taj način pridonose spreavanju širenja bolesti (kao npr. u slučaju malarije). Hrane se također i **drugim kukcima što uključuje i biljne nametnike** te tako smanjuju najezde na poljoprivrednim usjevima. Na područjima gdje vodozemci nestaju u većem broju već je zabilježen porast štetnih kukaca za **ovjeka**.

Vodozemci su indikatori okolišnog stresa - budući da im je koža vrlo propusna te kroz nju dišu i uzimaju vodu, u njihov organizam mogu vrlo lako ući i druge tvari, što ih čini posebno osjetljivima na razna zagađenja. U zagađenja spadaju kemikalije korištene u poljoprivredi, industrijski otpad te razni spojevi vezani uz industriju lijekova. Također, ovisno o fazama razvoja, koriste i vodena i kopnena staništa, te mogu biti pod utjecajem zagađenja i u oba tipa staništa. Na taj način nam mogu poslužiti kao "**kanarinci u rudniku**", (rudari su koristili kanarince da bi na vrijeme primijetili prisutnost otrovnih plinova u rudnicima), vodozemci nam mogu **upozoriti na opasne uvjete u okolišu**. Zato su vodozemci odlični **indikatori stanja okoliša**, te mogu ukazati na potencijalno štetne uvjete koji mogu biti ozbiljna prijetnja ljudskom zdravlju.

Primjer - istraživanja su pokazala da pojedini herbicidi i pesticidi prisutni u ekosustavu uzrokuju hormonske promjene kod vodozemaca, uzrokuju i niz feminizirajućih efekata. Ostali efekti koji se mogu javljati su: oslabljeni imunološki sustav, usporen rast, abnormalnosti u razvoju - sve veća pojava deformiteta i malformacija kod žaba, smanjeni uspjeh pri razmnožavanju te smrt. Otvoreno je pitanje u kojoj mjeri te iste kemikalije utječu na **ovjeka** «Prilagođeno na temelju Kiesecker i sur. 2004».

Njihova koža, odnosno **žlijezde stvaraju niz raznih spojeva** koji modificirani **daju lijekove za mnoge ljudske bolesti**, uključujući i: depresiju, moždani udar, epileptičke napadaje, Alzheimerovu bolest, razne oblike raka i druge.

Oko 10% Nobelovih nagrada za fiziologiju i medicinu dodijeljene su istraživanjima u kojima su se koristile žabe.

4. ZAŠTITA VODOZEMACA U HRVATSKOJ

MJERE ZAŠTITE

U Hrvatskoj živi 20-tak vrsta vodozemaca. Sve vrste su zakonom zaštićene, osim zelene žabe koja se koristi u prehrani ljudi.

Tu žive i četiri vrste smeđe žabe: močvarna smeđa žaba (*Rana arvalis*), šumska smeđa žaba (*Rana dalmatina*), talijanska (lombardijska) smeđa žaba (*Rana latastei*), livadna smeđa žaba (*Rana temporaria*). Sve su prema **Zakonu o zaštiti prirode** (NN 70/05) strogo zaštićene divlje svojste (vrste) te ih je prema istom Zakonu zabranjeno namjerno hvatati, držati i/ili ubijati; namjerno uznemiravati, naročito u vrijeme razmnožavanja, podizanja mladih, migracije i hibernacije; namjerno oštećivati ili uništavati njihove razvojne oblike, gnijezda ili legla, te područja njihova razmnožavanja ili odmaranja.

Talijanska (lombardijska) smeđa žaba (*Rana latastei*) je jedna od **najugroženijih vrsta vodozemaca u Europi**, prvenstveno zbog nestajanja većine staništa.

Spasimo vodozemce na cestama

Vodozemci (žabe, daždevnjaci, vodenjaci i ovčja ribica) svoja jaja moraju položiti u vodu jer njihove ličinke ne mogu preživjeti na kopnu. S druge strane, odrasli na kopnu traže utočište za vrijeme hladnih zimskih mjeseci, a vrlo često i hranu. Stoga je lako izvesti zaključak da bi se vodozemcima trebalo omogućiti nesmetano kretanje po njihovom staništu.

Veliku ulogu u slabljenju životnih zajednica vodozemaca igra fragmentacija staništa. Izgradnja prometnica i umjetnih kanala dva su od njenih istaknutijih uzroka. Dok migriraju, iz svojih kopnenih staništa u vodu i kad se nakon razmnožavanja vraćaju natrag, mnogi stradavaju pod kotačima automobila i drugih vozila. Istraživanja su pokazala da na nekim područjima, na svom migracijskom putu, stradava čak 75 % odraslih jedinki prije nego ostave potomstvo. Time se gustoća populacije brzo i drastično smanjuje.

Dugoročni cilj je, po uzoru na mnoge europske zemlje (Slovenija, Italija, Mađarska, Švicarska) gdje je ovaj problem već u potpunosti uvelike riješen (organiziranjem lokalnog stanovništva, cestovnim znakovima, ogradama, tunelima), ove informacije uključiti u prostorno planiranje te planiranje izgradnje prometnica radi maksimalne zaštite ovih osjetljivih i ugroženih životinja.

U Hrvatskoj je rješavanje ovog problema uspješno organiziralo Ekološko društvo Koprivnica na nekoliko lokacija u okolici grada Koprivnice. Tamo se svake godine postavljaju plastične ograde uz cestu. Kako nema tunela, s jedne strane ceste na drugu i natrag, životinje prenose ljudi. Problem je, također, riješen i na Istarskom Y uz pomoć udruge Zelena Istra.

U Hrvatskoj postoji nekoliko organizacija koje se bave zaštitom vodozemaca
»Preuzeto iz <http://www.HHD.Hyla.hr>«, a koriste različite metode:

Kartiranje crnih toaka

Aktivnostima kartiranja i saniranja crnih toaka želi se umanjiti oštećivanje populacija vodozemaca kako bi, kao zdrave, brojne i raznolike, opstale u obavljanju svojih ekoloških uloga.

PROMETNI ZNAKOVI UPOZORENJA (Sl. 8.) – osim što osiguravaju sigurnost vozača, stalni su podsjetnik na obližnju populaciju vodozemaca, te omogućuju siguran prijelaz jedinki preko prometnica.



Slika 8.) Prometni znak koji se pojavljuje u blizini vlažnih staništa

MREŽE – postavljaju se uz rub prometnica, na lokacijama s većim intenzitetom prelaska jedinki vodozemaca (Sl. 9.). Cilj im je usmjeriti vodozemce koji migriraju prema tunelu ili prema mjestu na kojem ih ljudi sakupljaju i prenose. Efikasnije su od prometnih znakova u osiguravanju populacije vodozemaca. Razlikuju se **trajne** mreže, koje zahtijevaju održavanje od obrastanja vegetacijom jednom godišnje, i **privremene**, koje je potrebno postavljati i uklanjati jednom godišnje (po završetku sezone i nakon sezone migracija). Ovaj tip mreža zahtijeva organizirani angažman lokalnog stanovništva.



Slika 9.) Izgled mreže postavljene uz cestu

TUNELI – konstrukcijski zahtjevnije rješenje koje je visoko efikasno ukoliko se pravilno konstruira. U pravilu se koristi kod ve ih cesta s gustim prometom. Zahtjeva iš enje od zatrpavanja jednom godišnje.

Monitoring deformiteta na vodozemcima

Oni su skupina životinja sa vrijednoš u bioindikatora. Od svih ostalih skupina kralježnjaka, nešto su osjetljiviji na štetne promjene u okolišu. Jedan od razloga je njihov osebujan životni ciklus, koji podrazumijeva li ina ki stadij posebno osjetljiv na razli ite faktore okoline. Stoga su vodozemci pogodna skupina za pra enje stanja okoliša jer relativno brzo reagiraju na promjene u njemu. Op enito, takve organizme nazivamo **biološki indikatori** ili **bioindikatori**, a oni nam predstavljaju mjeru zdravlja ekosustava.

U posljednje vrijeme se pronalazi sve ve i broj deformiteta na jedinkama. Uzroci deformiteta se mogu podijeliti na geneti ke i okolišne faktore. Deformitete mogu uzrokovati paraziti i niske temperature vode. Ukoliko se ne radi o ta dva slu aja, problem je u poreme enoj kemiji vode, koja preko velike gusto e punoglavaca, previsoke temperature, toksina, nedostatka vitamina D i kalcija, uzrokuje deformacije.

Pojedina ni primjerci sa deformitetom su zna ajni podatak, kao i opis i kategorizacija samog deformiteta. Vrlo je bitno fotografirati takve primjerke. Kako bi se deformacije dalje mogle analizirati, potreban je dovoljno veliki broj uzoraka. Osim toga, skupljeni podaci o zdravstvenom stanju su bitni za planiranje daljnje zaštite ugroženih vrsta.

Ukoliko se uo i zna ajan broj jedinki sa deformitetima, potrebno je detaljnije istražiti stanje tog lokaliteta (staništa). Uobi ajene kemijske analize vode vrlo esto ne pružaju dovoljne informacije o stvarnom stanju. Dodatnim, detaljnijim istraživanjima deformiteta i specijaliziranim kemijskim monitorinzima mogu e je utvrditi problem lokaliteta sa velikom u estaloš u deformiteta i predložiti odrene mjere sanacije zaga enja. Pove ana u estalost deformiteta na nekom lokalitetu, jasan je pokazatelj kemijskog disbalansa na tom staništu.

O ekivani deformiteti:

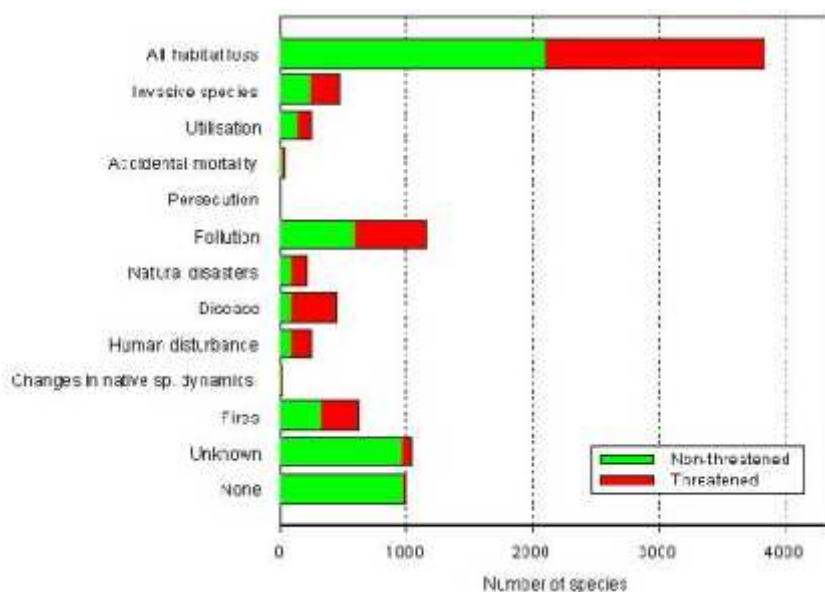
- ektrodaktilija – nedostatak prstiju (svih ili nekoliko)
- klinodaktilija – iskrivljenost prstiju
- sindaktilija – sraslost prstiju
- polidaktilija – višak prstiju
- ektromelija – nedostatak udova (svih ili nekoliko)
- klinomelija – iskrivljenost udova
- sinmelija – sraslost udova
- polimelija – višak udova
- unilateralna anoftalmija – nedostatak oka
- poliftalmija – višak o iju
- makroftalmija – o i ve e od normalnih
- mikroftalmija – o i manje od normalnih
- subluksacija – nepotpuna ili djelomi na dislokacija zgloba
- deformacije repa – reduktivna deformacija repa

5. UZROCI UGROŽENOSTI

Najveći razlog ugroženosti vodozemaca, kao i većine biljaka i životinja, je **nestanak i uništavanje njihovih staništa**. Međutim, postoji još cijeli niz razloga zašto su vodozemci ugroženi, a to su: **razne kemikalije, unesene strane vrste, eksploatacija** (za hranu, trgovinu kućnim ljubimcima), **klimatske promjene, bolesti, deformiteti, UV-B zračenje...**

Navedeni faktori mogu, što je najčešće i slučaj, djelovati u sprezi – dva ili više faktora djeluju istovremeno te se u svakom pojedinom slučaju međusobno pojačavaju. Moguće je da pojedina izloženost jedinki pesticidima ili uzrokuju neke bolesti ne može uzrokovati smrtnost kod vodozemaca ili ne dođe do ozbiljnih poremećaja u njihovoj brojnosti. Međutim, ako ta dva faktora djeluju zajedno, nakon što im je imunološki sustav oslabio zbog izloženosti pesticidima, dolazi do velikog postotka zaraženosti određenom bolesti što može dovesti do izumiranja lokalnih populacija. Kada se još dogodi i da je veliki dio staništa neke vrste uništen ili izrazito promijenjen, te je smanjena dostupnost mjestima za odmor zbog sve većih sušnih razdoblja – određena vrsta se vrlo brzo može naći na putu izumiranja na cijelom području rasprostranjenosti «Prilagođeno iz <http://www.amphibiaweb.org/>».

Istraživanja sve više pokazuju da ne postoji jedan najizraženiji uzrok globalnog izumiranja vodozemaca već da svi navedeni razlozi ugrožavaju njihove populacije, a o pojedinom lokalitetu ovisi koji od njih (ili više faktora odjednom) može prevladati (Sl. 10.) «Preuzeto i prilagođeno iz <http://www.iucnredlist.org/>».



Slika 10.) Glavni uzroci ugroženosti vodozemaca © 2008 IUCN

Kao što se na gornjem dijagramu vidi, gubitak i degradacija staništa su daleko najveći i uzroci ugroženosti vodozemaca, utječu na gotovo 4000 vrsta. Slijede i vrlo bitan faktor je zagađenje – negativan utjecaj raznih kemikalija.

PREGLED UZROKA UGROŽENOSTI

Staništa – uništavanje, promjene i fragmentacija

Uništavanje, promjene i fragmentacija staništa vjerojatno je najozbiljniji razlog nestanka i smanjenja populacija vodozemaca. Uništavanje staništa odgovorno je za uništenje mnogih lokaliteta koji su postali neadekvatni za život vodozemaca. Ono podrazumijeva potpunu eliminaciju lokalnog ili regionalnog ekosustava koja rezultira gubitkom njegove prethodne biološke funkcije. Promjena staništa utječe na funkciju ekosustava, ali i ako to nije potpuno ili trajno. Fragmentacija staništa je sekundarni efekt uništenja staništa. Na uništenom području nestaju populacije (primarni efekt), dok su preostale populacije međusobno izolirane jer je veza među njima izgubljena (Pough i sur., 2004). Populacije su podložnije izumiranju ako se na njih izolirane. S vremenom fragmentacija staništa može dovesti do gubitka genetičke raznolikosti koja smanjuje sposobnost populacije da reagira na promjene u okolišu kao što su promjene klime, zagađenje i unos novih vrsta.

Zagađenje

Problem u vlažnim staništima koji također pogađa vodozemce je kemijsko onečišćenje: organsko (ispusti kanalizacija) i anorgansko (nezbrinute ambalaže pesticida i anorganskih gnojiva, fosfati, metali u vodi...).

Žabe su osobito izložene trovanjima, jer velik dio svog života provode u vodi. Od jajeta, preko punoglavca, a ovisno o vrsti i u odraslo doba, primaju kemijske spojeve preko kože, ali i preko hrane koju uglavnom nalaze u vodi, pa je i sama tretirana toksinima spojevima. Posljedice, među ostalim, mogu biti smrt, smanjena brzina rasta i razvoja, abnormalnosti u razvoju i ponašanju, smanjena uspješnost razmnožavanja, oslabljeni imunološki sustav i/ili hermafroditizam.

Grupa pesticida koji se najbrže šire zovu se pesticidi «nove generacije», a to su uglavnom insekticidi i herbicidi. Uobičajeni pesticidi iz ove grupe su organofosfati, karbamati i pirentoidi koji su po funkciji neurotoksini.

Zakiseljavanje također negativno utječe na rast i razvoj vodozemaca pridonoseći njihovom nestanku. Ekstremno nizak pH može zaustaviti razvoj embrija. Na nešto višim pH vrijednostima dolazi do razvoja embrija, ali su enzimi koji izazivaju izlazak iz jaja inhibirani. Zakiseljavanje i zagađenost teškim metalima također djeluju sinergistički jer se topljivost teških metala povećava kako pH vrijednost pada.

Zagađenje dušikom postaje težak problem svuda u svijetu sa nepoznatim posljedicama za populacije vodozemaca. Dušik ulazi u vodene sustave iz antropogenih izvora dotokom sa agrikulturnih površina, izljevom industrijskih voda te otpadnih voda iz domaćinstava...

Zagađenje kemikalijama, može izmijeniti prirodne regulatorne procese u preobrazbi kod vodozemaca te bi se trebalo smatrati kao jedan od uzroka nestanka populacije vodozemaca «Prilagodeno na temelju Bridges i sur. 2001».

Deformiteti (malformacije)

U zadnje vrijeme prilično raširena pojava među prirodnim populacijama vodozemaca su deformirani dijelovi tijela – udovi, prsti, oči...

Unesene strane vrste

Širenje egzotičnih vrsta predstavlja prijetnju biološkoj raznolikosti na svjetskoj razini. Strane vrste mogu biti predatori nad vodozemcima ili suparnici (kompetitori) u iskorištavanju resursa hrane, skrovišta, mrjestilišta...

Dobar primjer za utjecaj stranih vrsta je unošenje riba u vodena staništa, osobito razne vrste pastrve.

Eksploatacija

U mnogim dijelovima svijeta prevelike količine divljih populacija vodozemaca se uzimaju iz prirode, kako bi se prodali na tržištu hrane, kućnim ljubimcima ili kako bi se iskoristili u različitim istraživanjima. Teško je zaključiti ima li upotreba vodozemaca u medicini značajan utjecaj na divlje populacije. Ipak postoji i mogućnost da zanimanje za proučavanje nekih spojeva koje luče vodozemci ima pozitivan učinak na očuvanje tih vrsta.

Bolesti

Postoji cijeli niz bolesti koje utječu na preživljavanje vodozemaca, od kojih su neke potpuno nove. Primjeri infekcija kod vodozemaca uključuju viruse, bakterije, plijesni, gljivice te razne nametnike. Neki od najvažnijih uzročnika su: virusi iz porodice Iridoviridae, gljivica *Batrachochytrium dendrobatidis* - uzročnik izrazito smrtnih i zaraznih bolesti vodozemaca, tzv. chytridiomikoze... (Kiesecker i sur., 2004.)

Nejasno je jesu li te bolesti novi imbenici koji su se nedavno proširili među vodozemcima ili su prethodno koegzistirali s vodozemcima, ali im se patogenost nedavno povećala ili se imunitet vodozemaca smanjio.

Pojava patogena (poput vrste *Saprolegnia ferax*), u populacijama vodozemaca u zapadnom dijelu SAD-a, je u izravnoj vezi sa izloženosti u UV-B zračenju uzrokovanim klimatskim promjenama. Rezultati su pokazali kako smanjenje razine vode na mrjestilištima uzrokuje visok mortalitet kod embrija zbog povećanja njihove izloženosti UV-B zračenju «Prilagođeno na temelju Kiesecker i sur. 2001».

Klimatske promjene

Promjene u globalnim vremenskim ciklusima mogu promijeniti ponašanje i cikluse parenja, utjecati na uspješnost razmnožavanja, smanjiti imunološke funkcije, povećati osjetljivost na kemikalije ili pak dovesti do drastičnih promjena u staništu ili gubitka npr. mrjestilišta.

Zbog propusnosti njihove kože, dvofaznog životnog ciklusa i jaja bez ljuske, vodozemci su posebno osjetljivi na male pomake u temperaturi i vlazi. Promjena klime može imati direktne i indirektno utjecaje na populacije vodozemaca.

U tijeku su mnoga istraživanja u vezi sadašnje raspodjele vodozemaca i gmazova u Europi te klimatskih uvjeta. Na temelju toga se izrađuju modeli kako bi mogla izgledati raspodjela pojedinih vrsta vodozemaca i gmazova u budućnosti. U tim se istraživanjima nastoji otkriti koji klimatski faktori utječu na smanjivanje ili gubitak okoliša pogodnog za pojedine vrste. «Preuzeto iz Araújo i sur. 2006». Utjecaj povećanja temperature za vodozemce moglo bi biti manje opasno nego što se prije toga smatralo. Zbog toga bi imalo negativniji učinak na opstanak vodozemaca nego zagrijavanje.

Sljedeće bi se trebalo smatrati istinitim u vezi sa vodozemcima: ograničena sposobnost rasprostranjivanja mogla bi uzrokovati povećanu osjetljivost vodozemaca na promjene u klimi «Prilogaeno na temelju Araújo i sur. 2006».

UV – B zračenje

U nekoliko posljednjih desetljeća količina UV-B zračenja u atmosferi je znatno porasla, najvjerojatnije zbog stanjivanja ozonskog sloja ili globalnog zagrijavanja.

Razna istraživanja su pokazala da UV-B zračenje može direktno usmrtiti vodozemce, uzrokovati usporeni rast i imunološke disfunkcije, te djelovati sinergistički sa zagađivačima, uzročnicima bolesti i klimatskim promjenama.

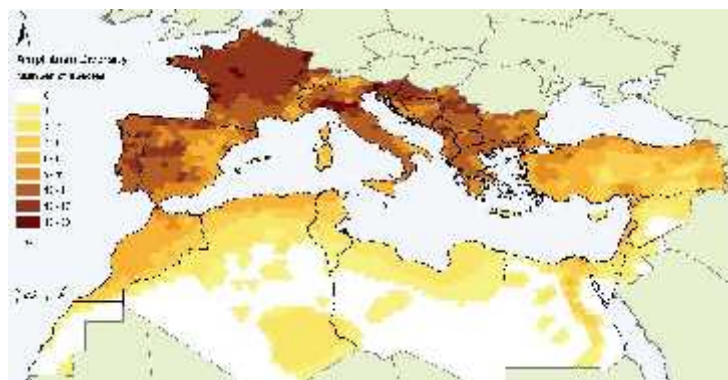
Budući da jaja vodozemaca nemaju ljuske, a ličinke i odrasli imaju tanku kožu, posebno su osjetljivi na povišene razine UV-B zračenja. Vodozemci posjeduju različite obrambene mehanizme koje koriste u obrani od štetnog utjecaja sunčevog zračenja, među kojima su popravci DNA na molekularnoj razini, tamna pigmentacija koja sprečava prodor zrakama i izbjegavanje zračenja zadržavanjem na zasjenjenim mjestima te noćna aktivnost.

Populacije vodozemaca diljem svijeta nestaju svakodnevno. Usprkos klimatskim promjenama, povećanoj izloženosti UV-B zračenju, povećanim pojavama bolesti na pojedinim mjestima, važnost okolišnih faktora na globalnoj razini ostaje nejasna «Prilogaeno na temelju Collins J. P. and Storfer A., 2003».

STANJE VODOZEMACA U HRVATSKOJ

Vodozemci su u Hrvatskoj ugroženi kao skupina najviše zbog nestajanja, degradacije i fragmentacije staništa, budući da prirodna vlažna područja i vode stajalice sve više nestaju zbog ljudske djelatnosti. Izgradnjom prometnica i zadiranjem naselja u područja na kojim žive vodozemci, sprečava se migracija i razmjena gena među susjednim populacijama, a vodozemci su i vrlo česte žrtve u prometu, osobito ako im se prometnica nalazi na putu do mrjestilišta.

Hrvatska se nalazi među zemljama s velikom bioraznolikošću vodozemaca na području Europe (Sl. 11.) «Prilogaeno na temelju Cox i sur. 2006.».



Slika 11.) Raznolikost vodozemaca na širem području Mediterana - boje označavaju broj vrsta na području

Prema procjeni ugroženosti vrsta na svjetskoj razini dvije vrste, koje dolaze u Hrvatskoj, nalaze se u kategoriji ugroženih:

- ovje a ribica (*Proteus anguinus*) – VU (visoki rizik od izumiranja)
- talijanska sme a žaba (*Rana latastei*) – VU (visoki rizik od izumiranja)

Me utim, kada promatramo stanje vodozemaca i njihovih populacija u okvirima Hrvatske, situacija je malo drugačija – procjena koliki je rizik izumiranja pojedine vrste u Hrvatskoj «Preuzeto i prilagođeno iz <http://www.iucnredlist.org/> »:

Prema Crvenoj knjizi vodozemaca i gmazova Hrvatske ugrožene su slijedeće vrste:

Izuzetno visoki rizik od izumiranja (CR):

ovje a ribica (*Proteus anguinus*) – populacija Istre

Vrlo visoki rizik od izumiranja (EN):

mali vodenjak (*Lissotriton vulgaris*) – populacija otoka Krka
(*Lissotriton vulgaris meridionalis*)

Visoki rizik od izumiranja (VU):

talijanska sme a žaba (*Rana latastei*)
ovje a ribica (*Proteus anguinus*) – populacije Like i Dalmacije

Nisu pred izumiranjem, ali bi uskoro mogle biti (NT):

crveni muka (*Bombina bombina*)
gatalinka (*Hyla arborea*)

Nema dovoljno podataka (DD):

dalmatinski žuti muka (*Bombina variegata kolombatovici*)
mali vodenjak (*Lissotriton vulgaris*) – populacije Dalmacije

Za sve ostale vrste smatra se da im trenutno ne prijete opasnost od izumiranja u Hrvatskoj. Me utim, zbog sve veće pritiska na prirodu i okoliš odnosno sve veće uništavanja staništa i zagađenja postoje šanse da se situacija u budućnosti promijeni. Također, takva klasifikacija ne znači da na pojedinim lokacijama vrste nisu ugrožene te da pojedinima od njih ne prijete nestanak na lokalnom nivou – primjer su smeđe žabe u Gorskom kotaru.

6. SAŽETAK

Vodozemci su me u najugroženijim životinjama na Zemlji. Oko jedna trećina danas poznatih vrsta ozbiljno je ugrožena i vrlo je moguće da ne će preživjeti ovo stoljeće. U zadnjih 30 godina nestalo je oko 200 vrsta, od kojih su mnoge bile jedinstvene.

Premda je u istraživanje ove zabrinjavajuće pojave uloženo poprilično napor, vrijeme i novac, još uvijek postoji mnogo više pitanja nego odgovora u vezi nestajanja vodozemaca.

Čini se da je za postizanje rezultata potrebno dugotrajno, sustavno i široko praćenje stanja populacija vodozemaca.

Od lokalnih uzroka nestajanja vodozemaca svakako je značajan nestanak, promjena i fragmentacija staništa, unošenje novih predatora i kompetitora, zagađenje i pretjerano iskorištavanje u komercijalne svrhe.

U globalne uzroke ubrajaju se povišenje temperature uslijed globalnog zagrijavanja, kao i druge posljedice istog, kao npr. regionalne promjene u vodnom režimu (posebice povećana učestalost suša), isušivanje tla, produženje sušnih razdoblja, i sve veća varijabilnost količine oborina. Kao uzroci navode se još kiselije kiše, deforestacija i povećano UV-B zračenje. Svi ovi čimbenici mogu djelovati direktno izazivajući i smrt ili indirektno uzrokujući stres.

U Hrvatskoj ne postoji sustavno praćenje populacija vodozemaca. Trebalo bi organizirati široku mrežu aktivnosti raznih lokalnih udruga, koje bi koordinirala stručna ekipa. Time bi se dobili vrijedni podaci o stanju populacija u Hrvatskoj. U ovom trenutku ne možemo sa sigurnošću tvrditi da nestajanja nema, dok u svakom slučaju određeni čimbenici postoje.

7. SUMMARY

Amphibians belong to one of the most critically endangered group of animals on planet Earth. About one third of the species are seriously in danger and it is possible that they will not survive this century. In the last 30 years about 200 species have disappeared and some of them were unique.

A hard work, time and money were invested in the research of causes of amphibian decline but there are still more questions than the answers. It seems that we need long and systematic monitoring over populations of amphibians so they can provide some results.

Local factors that cause disappearance of amphibians are: changed or lost habitat, its fragmentation, import of the predators and competitors, pollution and huge exploitation.

Global factors are: temperature rising as a consequence of global warming, and other causes such as regional changes in water heights (especially rising frequency of dry periods), soil melioration and variability of rain seasons. There are also acid rains, deforestation and high UV – B radiation. All of these factors can act directly causing death or indirectly causing stress.

In Croatia does not exist systematic monitoring over populations of amphibians. We should organise activities of local groups (such as monitoring), who would be under surveillance of scientist. In this way we can get important information about populations that live here. In this moment we can not discuss about amphibian decline because there is no data evidence, but there are some factors of risk.

8. LITERATURA

Araújo M. B., Thuiller W. and Pearson R. G., 2006. Climate Warming and the Decline of Amphibians and Reptiles in Europe. *Journal of Biogeography*. Wiley InterScience

Bridges C. M. and Semlitsch R. D., 2001. Variation in Pesticide Tolerance of Tadpoles among and within Species of Ranidae and Patterns of Amphibian Decline. *Conservation Biology*. Wiley InterScience

Collins J. P. and Storfer A., 2003. Global Amphibian Declines: Sorting the Hypotheses. *Diversity and Distributions*. Wiley InterScience

Cox N., Chanson J. and S., 2006. The Status and Distribution of Reptiles and Amphibians of the Mediterranean Basin. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK

Gasc J., Cabela A., Crnobrnja-Isailovi J., Dolmen D., Grossenbacher K., Haffner P., Lescure J., Martens H., Martinez Rica J.P., Maurin H., Oliveira M.E., Sofianidou T.S., Veith M., Zuiderwijk A., 2004. Atlas of Reptiles and Amphibians in Europe. reedition, Museum national d'histoire naturelle, Paris

Kiesecker J. M., Belden L. K., Shea K., Rubbo M. J., 2004. Amphibian Decline and Emerging Disease. *American Scientists*. Vol. **92**, 138-147.

Kiesecker J. M., Blaustein A. R. and Belden L. K., 2001. Complex Causes of Amphibian Population Declines. *Nature* 410, **681-684**

Pough F.H., Andrews R.M., Cadle J.E., Crump M.L., Savitzky A.H., Wells K.D., 2004. *Herpetology*. 3rd ed. Pearson Prentice Hall

<http://www.amphibiaweb.org/>

<http://www.HHD.Hyla.hr>

<http://www.iucnredlist.org/>

<http://www.nemys.ugent.be/start.asp?group=16>

