

Seminar iz kolegija Zaštita prirode

Predavač: dr. Milorad Mrakovčić

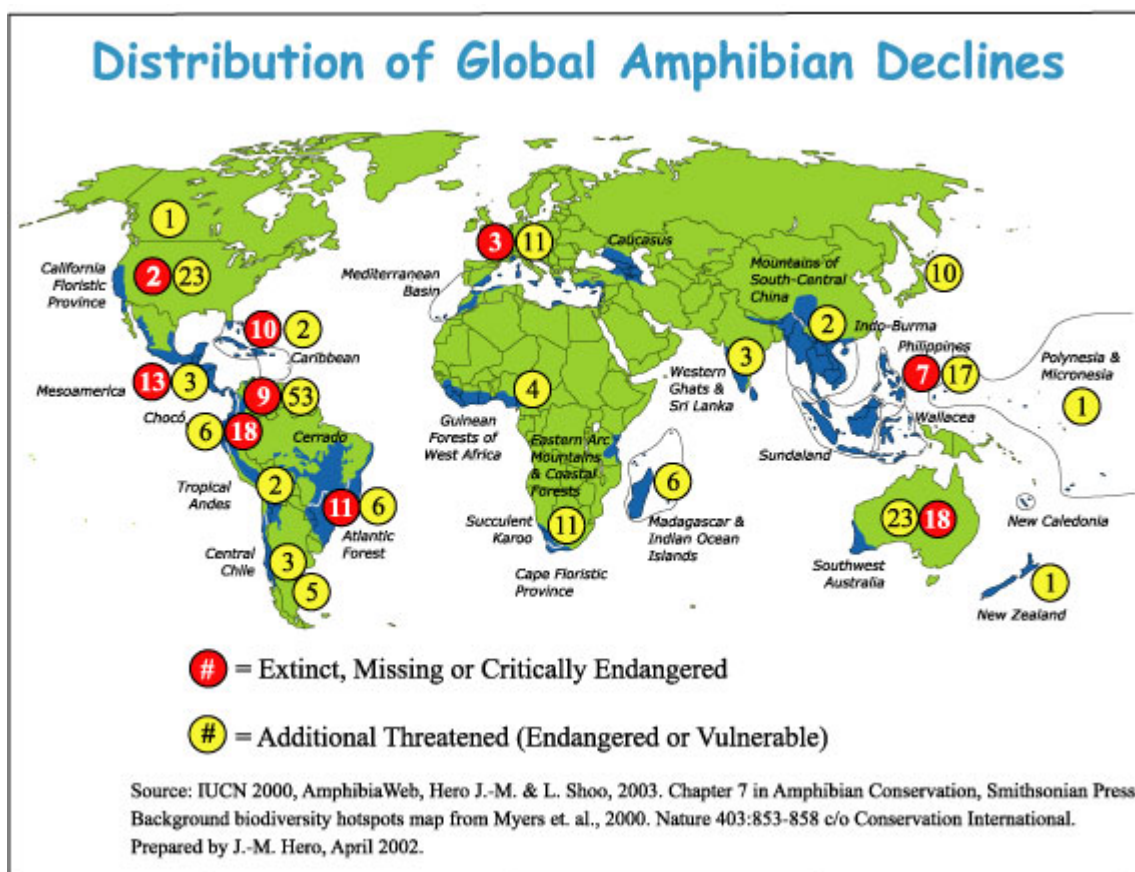
Školska godina: 2003./4.

Studentica: Tea Šilić, 4.godina Ekologije

RAZLOZI UGROŽENOSTI POPULACIJA VODOZEMACA ("AMPHIBIAN DECLINE")

1. O čemu se radi?

1989. u Engleskoj je održan Prvi Svjetski Herpetološki Kongres. Na tom su sastanku sudionici otkrili da većina njih zna za populacije vodozemaca koje su u opadanju ili nestale. Reagirajući na ovo otkriće David Wake (University of California at Berkley) organizirao je sastanak biologa posvećen ovom problemu. Sastanak je održan u Americi u veljači 1990. Na slijedećem sastanku, 1998. znanstvenici su došli do zaključka da «Postoje značajni dokazi da su se, u zadnjih 15 godina, desila neobična i obimna smanjenja u učestalosti i broju populacija u globalno raspodijeljenim geografskim područjima.» (slika 1.)



slika 1. raspodjela svjetskih smanjenja populacija vodozemaca

Nestajanje populacija vodozemaca (u međunarodnoj literaturi "amphibian decline") je pojava uočena diljem svijeta. U posljednjih 20 godina pojavilo se mnoštvo izvještaja o tome kako su nekada prisutne populacije vodozemaca – nestale. Problem je uočen kod oko 200 vrsta, a za 32 se smatra da su izmrle u prošlom desetljeću. Čini se da su jače pogođene one vrste koje više ovise o vodenim staništima.

GAA (Global Amphibian Assesment) je projekt pokrenut 2000. s ciljem da procijeni status svih vodozemaca prema kriterijima IUCN Crvene Liste. Taj popis moći će se nabaviti u tiskanom obliku i preko interneta.

1.1. Primjeri i konkretni slučajevi

U Sj. Americi prijavljena su mnoga smanjenja i nestanci populacija. Npr. sredinom 1970.-ih i u ranim 1980.-ima, 11 populacija krastače *Bufo boreas boreas* nestalo je iz područja West Lake Mountains u Koloradu, a u istom su periodu drastično smanjene i populacije vrste *Bufo canorus* na visoravnim Sierra Nevade u Kaliforniji. Daždvenjaci vrste *Ambystoma tigrinum* su nestali sa mnogih visokih jezera u Koloradu gdje su nekada bili mnogobrojni. Populacije druge vrste

daždavnjaka, *Aneides aeneus* smanjile su se za 98% na sedam povijesnih lokacija u južnim Apalačima u Sjevernoj Karolini od 1970.

Dramatična nestajanja u Srednjoj Americi uključuju izumiranje zlatne krastače *Bufo periglenes*. Većina vrsta roda *Atelopus* smanjuje se diljem Srednje i Južne Amerike. Populacije najmanje osam vrsta endemičnog roda *Eleutherodactylus* u Puerto Ricu drastično su se smanjile. U Ekvadoru je prijavljeno smanjenje populacija najmanje 26 vrsta žaba.

Primijećeno je i smanjenje populacija vrste krastače *Bufo calamita* u Britaniji. Vodenjak *Titurus cristatus* doživo je smanjenje populacija u Britaniji, Norveškoj, Njemačkoj i drugim europskim zemljama, dok su se populacije gatalinke (*Hyla arborea*) smanjile u Njemačkoj i Danskoj. Vrsta *Alytes obstetricans* nestala je sa nekih bara u nacionalnom parku blizu Madrida u Španolskoj.

2.Zašto?

Budući da populacije vodozemaca prirodno osciliraju, nekada je teško procijeniti radi li se o prirodnom nestanku populacije ili je riječ o posljedicama ljudskih djela. Neki od nestanaka populacija zasigurno se mogu pripisati prirodnim razlozima, ali nikako ne svi. Mnogi su mogući razlozi nestanaka vodozemaca, a mogu se podijeliti na lokalne i globalne uzročnike.

Od lokalnih uzročnika nestajanja vodozemaca svakako je značajan nestanak, promjena i fragmentacija staništa. Unošenje novih predatora i kompetitora, zagađenje i pretjerano iskorištavanje za komercijalne svrhe također mogu imati značajan negativan utjecaj na populacije vodozemaca. Neki pesticidi ometaju hormonsku ravnotežu, a samim time razmnožavanje bez kojeg se populacija ne može održati. Nametnici iz skupine metilja su vjerojatni uzročnici uočenih deformiteta udova. Druge bolesti koje se navode kao uzrok nestajanja vodozemaca izazivaju bakterije (*Aeromonas*), iridovirusi te gljivice *Saprolegnia*. Gljivica *Batrachochytrium* uzrokuje masovna umiranja diljem svijeta (npr. u Australiji nađena je kod kod 20% vrsta) i mnogi je smatraju glavnim uzrokom nestajanja.

U globalne uzročnike ubrajaju se povišenje temperature uslijed globalnog zagrijavanja, kao i druge posljedice istog kao što su 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 kisele kiše, deforestacija i pojačano UV-B zračenje. Svi ovi uzroci čimbenici mogu djelovati direktno izazivajući smrt ili indirektno uzrokujući stres.

Više gore navedenih čimbenika može djelovati sinergistički tako da uzrokuju smrt jedinki i propadanje populacije iako niti jedan od njih ne bi imao izraženog učinka kada bi djelovao sam. Međutim, udruženi, oni preoptereće imunološki sustav životinje i ona umire.

2.1. Degradacija i nestanak staništa

Promjena, uništavanje i fragmentacija staništa vjerojatno su najozbiljniji razlog nestanka i smanjenja populacija vodozemaca. Iako je uvriježeno mišljenje da vodozemci žive uglavnom u vlažnim područjima vezanim za vodena staništa, upravo iznenađujuć broj vrsta potpuno su kopnene životinje. Često postoje velike razlike u staništima koje naseljavaju odrasli oblici i ličinački stadiji. Upravo zbog te velike raznolikosti potrebno je detaljno poznavanje biologije različitih vrsta vodozemaca da bi se uopće moglo pristupiti zaštiti.

Uništenje staništa je potpuna eliminacija lokalnog ili regionalnog ekosustava koja rezultira gubitkom njegove prethodne biološke funkcije. Primjer je potpuno isušivanje i zatrpavanje bare kako bi se na njezinom mjestu izgradilo parkiralište. Krčenje šuma još je jedan primjer koji može imati razorne posljedice za bogatstvo područja vrstama.

Promjena staništa je takav utjecaj na stanište koji utječe na funkciju ekosistema, čak i ako to nije potpuno ili trajno. Primjer je ispaša stoke. Stoka može izgaziti vodenu vegetaciju i izazvati ubrzanu eroziju obale bare čime stanište postaje nepovoljno za vodozemce. Rješenje za ovaj problem bilo bi ograđivanje dijela bare kako bi se stoci onemogućio pristup, što za posljedicu ima nesmetan rast vegetacije na ograđenom dijelu.

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. Mnoge populacije vodozemaca postoje kao metapopulacije (populacije postoje kao povezani nizovi populacija unutar većeg geografskog područja). Takve populacije su podložnije izumiranju ako se nađu izolirane. S vremenom fragmentacija staništa može dovesti do gubitka genetičke raznolikosti koja smanjuje sposobnost populacije da reagira na promjene u okolišu kao što su promjena klime, zagađenje i unos novih vrsta.

2.2. Unešene vrste

Ljudi su raširili neurođene vrste diljem planete a taj se proces u posljednjih 100 godina odvija sve većom brzinom. Udomaćivanje i širenje egzotičnih vrsta prijetnja su biološkoj raznolikosti na svjetskoj razini. Vodozemci su uvelike stradali od unešenih vrsta kroz kompeticiju i predaciju. Neke novije studije pokazale su da drugi faktori djeluju sinergistički sa unešanim vrstama, smanjujući sposobnost vodozemaca da se odupru invaziji.

Dobar primjer za utjecaj stranih vrsta je unošenje riba, poglavito raznih vrsta pastrve u vodena staništa. Npr. neke vrste pastrve unešene su na područje rasprostranjenosti žabe *Litoria spenceri* u jugoistočnoj Australiji. Ta je vrsta od tada pretrpila težak pad populacija (nalazi se na nacionalnoj listi kritično

ugroženih vrsta), a geografski uzorak nestajanja poklapa se sa uzorkom širenja pastrve.

Druge vrste riba također mogu predstavljati problem, npr. sunčanica (*Lepomis sp.*), *Micropterus dolomieu*, *Gambusia affinis* (uvedena je diljem svijeta kako bi kontrolirala populacije komaraca) i druge. Osim riba, i unešene vrste vodozemaca mogu imati negativan utjecaj na domaće vrste. *Rana catesbiana*, američka vrsta, zbog svoje je veličine i brzog razmnožavanja unešana na mnoga mjesta, vjerojatno za iskorištavanje u prehrani. No, te iste karakteristike, kao i velika pokretljivost te neizbirljivost u prehrani čine ovu vrstu veoma invazivnom. *Rana catesbiana* uspješno se raširila većinom zapadnih SAD, a trenutačno se širi Europom, Azijom i J. Amerikom. Čini se da je upravo širenje ove vrste imalo snažan utjecaj na velik dio nestanka populacija vodozemaca u SAD.

2.3.Pretjerano iskorištavanje

Diljem svijeta vodozemci se sakupljaju i uzgajaju za iskorištavanje. Vodozemci se upotrebljavaju u prehrani, kao ljubimci, u medicini, obrazovanju i istraživanjima te kao mamci za ribe.

Glavni izvor hrane među vodozemcima su žablji kraci (osim golemih daždevnjaka *Andrias davidianus* i *Andrias japonicus* u Kini i Japanu). Žablji kraci veoma su popularni u Europi, SAD i Kanadi. U 90-im godinama Europa je uvozila 6 000 t žabljih krakova godišnje. Između 1981. i 1984. SAD su uvezle količinu žabljeg mesa koja odgovara 26 milijuna žaba. Azija je drugo najveće tržište žabljih krakova, a najčešće se jede kineska jestiva žaba, *Hoplobatrachus rugulosus*. U samo godinu dana iz Hong Konga je u Tajland uvezeno više od 6 milijuna ovih žaba. Sve su te žabe vjerojatno uzete iz prirode jer većina farmi u Tajlandu uzgaja vrstu *Rana catesbiana*. Ova je vrsta gotovo sigurno prelovljena i nastavak iskorištavanja može dovesti do potpunog nestanka populacije.

Vodozemci su uvijek bili popularni ljubimci. Dijeca čitavog svijeta sakupljaju punoglavce i drže ih doma kako bi gledali njihov rast i preobrazbu. No, držanje vodozemaca postaje u zadnje vrijeme sve popularnije i nije više rezervirano za djecu. Vodozemci se danas prodaju u trgovinama kućnim ljubimcima, a lijepo obojene i rijetke egzotične vrste postizu veoma visoke cijene. Npr. veoma rijetka vrsta *Cornua goliath*, najveća žaba na svijetu, dostiže u Americi cijenu od 3 000\$ po primjerku. Ta vrsta trenutačno nije zaštićena po CITES-u, tako da se njome može gotovo nesmetano trgovati. Veoma su ugrožene od trgovine ljubimcima i vrste iz porodice Dendrobatidae. Ugrožene su i razne vrste daždevnjaka, vodenjaka, žaba i krastača.

U mnogim školskim programima koristi se sekcija žabe u učenju biologije. Škole u tu svrhu dobavljaju žabe od specijaliziranih dobavljača koji žabe iz ponude uglavnom uzimaju iz prirode.

Teško je zaključiti ima li upotreba vodozemaca u medicini značajan utjecaj na divlje populacije. Čak postoji i mogućnost da zanimanje za proučavanje nekih

spojeva koje luče vodozemci ima pozitivan učinak na očuvanje tih vrsta. Koža vodozemaca proizvodi širok raspon biološki aktivnih spojeva od kojih mnogi pokazuju potencijal za upotrebu kao antibiotici i analgetici. Vodozemci su izuzetno značajni u tradicionalnoj medicini Azije, gdje se vjeruje da određeni dijelovi njihovog tijela imaju ljekovita ili afrodizijska svojstva. Nekoliko vrsta roda *Bufo* izlučuje iz paratoidnih žlijezda toksin bufonin koji ima halucinogena svojstva. Zbog toga se krastače sakupljaju a toksin se uzima za ljudsku upotrebu. Uzimanje toksina ne zahtjeva ubijanje žabe, no takvo uznemiravanje može imati bitne negativne posljedice na populacije krastača.

Vodozemci koji se najčešće koriste kao mamac su žabe iz porodice Ranidae, daždevnjaci iz roda *Desmognathus* i daždevnjaci vrste *Ambystoma tigrinum*. Ti mamci uzeti su iz prirode. Sakupljanje za mamac vjerojatno nema učinak pretjeranog iskorištavanja, čak može izazvati širenje stranih vrsta i ugroziti domaće populacije.

2.4.Promjena klime

Nekoliko slučajeva smanjenja populacija vodozemaca desilo se u netaknutim područjima kao što su divlja priroda i nacionalni parkovi. U tim područjima globalna promjena klime mogla bi biti odgovorna za nastale promjene u populacijama. Zbog propusnosti njihove kože, dvofaznog životnog ciklusa i jaja bez ljuske, vodozemci su posebno osjetljivi na male pomake u temperaturi i vlazi. Promjena klima može imati direktni i indirektni učinak na populacije vodozemaca.

Vremensko razdoblje u kojem će se vodozemci razmnožavati uvelike ovisi o karakteristikama okoliša kao što su temperatura i vlaga, i zbog toga može biti utjecano od strane globalnog zatopljenja. Vrste umjerenih područja vjerojatno su podložnije promjenama u temperaturi budući da većinu godine provode u stanju mirovanja. Fine promjene u temperaturi ili vlazi potiču ih na izlazak iz skrovišta i put prema mrijestilištu. Stoga je pretpostavljeni utjecaj promjene klime na vodozemce pojava razmnožavanja ranije u kalendarskoj godini. Neke vrste doista pokazuju trend ranijeg razmnožavanja (među tim vrstama su i *Rana esculenta*, *Triturus vulgaris* i *Triturus cristatus* - u UK), no ne sve. Osim toga, ovaj trend varira lokalno unutar iste vrste.

Postojeći podaci su preoskudni da bi se utvrdili odgovori na pitanja o utjecaju promjene klime na vodozemce, no s obzirom na pokretanje programa monitoringa diljem svijeta, postoji nada da će se u budućnosti doći do rješenja. Neke postojeće studije, rađene uglavnom u tropima, uspjele su korelirati smanjenje populacija vodozemaca sa nepravilnim klimatskim uvjetima. Npr. u Brazilu između 1979. i 1982. pojava nekoliko mrazova je vjerojatno odgovorna za izumiranje 5 vrsta žaba. U Brazilu su nađene i korelacije smanjenja vodozemaca sa suhim zimama. U Australiji postoji veza između suša i masivnog smanjenja vodozemaca kišnih šuma koji nastanjuju potoke.

Promjena klime vjerojatno utječe na vodozemce i na suptilnijoj, složenijoj razini. Npr. lokalne promjene u klimi mogu smanjiti funkciju imunološkog sustava, što opet može dovesti do veće učestalosti bolesti i povišenog mortaliteta. Situacija može biti još složenija, uključujuću interakciju 3 ili 4 faktora. Npr. u iznimno suhim godinama lokalne promjene okoliša mogu izazvati smanjenje dubine bare čime se punoglavci jače izlažu utjecaju UV-B zraka, što izaziva veću osjetljivost na infekciju bolešću *Saprolegnia ferax* koja izaziva mortalitet jaja.

2.5. UV-B zračenje

Postoje 3 vrste ultraljubičastog (UV) zračenja: UV-A (315-400 nm), UV-B (280-315 nm), i UV-C (200-280 nm). Većina biomolekula ne absorbira visoke UV-A valne duljine, dok UV-C zračenje uglavnom ne prodire kroz ozonski sloj u stratosferi. UV-B zračenje je posebno štetno za žive organizme. Razina UV-B zračenja u atmosferi je značajno porasla unutar zadnjih nekoliko desetljeća, najvjerojatnije zbog stanjivanja ozonskog sloja, globalnog zagrijavanja i zakiseljavanja jezera.

Budući da jaja vodozemaca nemaju ljuske, a ličinke i odrasli imaju nježnu, tanku kožu, posebno su osjetljivi na povišene razine UV-B zračenja. No, utjecaj UV-B zraka na vodozemce ovisi o nekoliko drugih varijabli.

Razarajući učinci UV-B na vodozemce variraju među vrstama i među populacijama, pa i među životnim strategijama unutar iste vrste. U nekih je vrsta na UV-B najosjetljiviji životni stadij embrio, kod drugih ličinka, dok je kod trećih opet to odrasla jedinka. Vodozemci posjeduju različite prilagodbe kojima se brane 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 noćnom aktivnošću. Ti su obrambeni mehanizmi različito izraženi u različitim vrsta, populacija i životnih stadija.

Utjecaj UV-B ovisi o izloženosti jedinke, koja je npr. veća u plitkoj vodi za sušnih godina nego za onih koje to nisu. Količina otopljene organske tvari (DOM) utječe na prodor UV-B na način da ga smanjuje. Također, važna je uloga sinergizma.

Sigurno je da UV-B zračenje djeluje negativno na mnoge vodozemce no nije poznato, kao ni za druge faktore, kakav je utjecaj dugoročno i na razini populacije. Istraživanja su pokazala da UV-B zračenje može vodozemce direktno ubiti, izazvati subletalne efekte kao što su usporen rast i slabljenje imunološkog sustava te djelovati sinergistički sa zagađivačima, patogenima i promjenama klime.

2.6. Kemijsko zagađenje

Sve su jači dokazi da je kemijsko zagađenje na neki način odgovorno za nestajanje populacija vodozemaca. Posljedice kemijskih stresora kao što su pesticidi, teški metali, zakiseljavanje i dušična gnojiva na vodozemce su letalne, subletalne, izravne i neizravne. Subletalni utjecaji uključuju oslabljeni rast, razvoj i ponašanje, što može dovesti do poremećaja u razvoju i ponašanju koje mogu opet povećati podložnost predaciji i kompeticiji te umanjiti uspjeh pri razmnožavanju. Kemijska zagađivala ujedno oslabljuju imunitet čineći vodozemce osjetljivijima na parazite, bolest i UV zračenje.

Oko 19 000-20 000 pesticida trenutačno je odobreno i u upotrebi u SAD. Njihova sigurnost za ljude i okoliš uobičajeno se provjerava nekim testom kratkotrajne (akutne) toksičnosti kao što je LC50 (koncentracija pri kojoj 50% ispitivanih životinja umire). Standardni test-organizam koji se koristi za vodena staništa je sunčanica (*Lepomis gibosus*). U početku se mislilo da će vodozemci, zbog svojih jaja bez ljuske i propusne kože, biti osjetljiviji od standardnih test-organizama, međutim istraživanja su pokazala da su letalne koncentracije za vodozemce usporedive, a u nekim slučajevima čak i više od onih dobivenih za standardne životinje. Novija istraživanja pokazuju da postoji velika varijabilnost u toleranciji čak i između međusobno vrlo srodnih vrsta. Stoga se zaključci dobiveni iz studija na svega nekoliko vrsta ne mogu ekstrapolirati na čitavu skupinu.

Grupa pesticida koja se najbrže širi zove se pesticidi «nove generacije» (post II. svjetski rat), a to su uglavnom insekticidi i herbicidi. Uobičajeni pesticidi iz ove grupe su organofosfati, karbamati i pirentoidi koji su po funkciji neurotoksini, a djeluju tako što blokiraju acetilkolin esterazu, izazivajući tako konstantno ispaljivanje živčanih impulsa.

Proučeno je djelovanje karbamata po imenu karbaril na vodozemce. Više koncentracije od onih nađenih u okolišu potrebne su za izazivanje direktne smrtnosti. Međutim, kronična izloženost koncentracijama nižim od onih u okolišu za jedan red veličine izaziva povišen ličinački mortalitet i veoma visoku učestalost deformiteta. Zato što su koncentracije iz LD50 testova visoke, postoji velika vjerojatnost da populacije vodozemaca pate od subletalnih efekata. Utvrđeno je da subletalne koncentracije karbarila mijenjaju ponašanje punoglavaca, zbog čega su bili podložniji predaciji i smanjuju stopu hranjenja zbog čega su bili manji pri metamorfozi. Karbaril ima indirektno pozitivne posljedice za vrstu *Bufo woodhousi*, zato što utječe na dinamiku hranidbene mreže. Budući da je zooplankton veoma osjetljiv na karbaril, dolazi do smanjenja populacije što izaziva rast algi kojima se hrane punoglavci, tako da brže rastu i veći su prilikom metamorfoze. S druge strane, karbaril vjerojatno ima negativne indirektno posljedice za daždevnjake, s obzirom da smanjuje količinu beskralješnjaka kojima se oni hrane.

Za herbicide se općenito smatra da imaju malo utjecaja na divlji život jer im je primarno djelovanje na enzime fotosinteze. No, posljednja laboratorijska istraživanja su pokazala da Atrazin, najčešće upotrebljavan herbicid u SAD, izaziva hermafroditizam kod vrsta *Xenopus laevis* i *Rana pipiens*. U SAD su nađene hermafroditске јединке u svim populacijama vrste *Rana pipiens* u kojima je koncentracija Atrazina bila veća ili jednaka 0,1 ppm.

Intenzivna agrikulturna i industrijska produkcija iz rudnika povećala je učestalost teških metala u površinskim vodama. Teški metali poput aluminija, olova, cinka, kadmija, žive, srebra, bakra, arsena, mangana, molibdena i antimona mogu značajno utjecati na vodozemce. Npr. nađeno je da ugljenski pepeo izaziva povećanu učestalost oralnih deformiteta, povišenu metaboličku stopu i smanjuje preživljavanje ličinki kod vrste *Rana catesbeiana*.

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 često djeluju sinergistički jer se topljivost teških metala povećava kako pH pada. Prema tome teški metali lakše prodiru iz tla u kiselu vodu. Dokazano je da anorganski aluminij djeluje sinergistički sa niskim pH izazivajući mortalitet embrija.

Zagađenje dušikom postaje težak problem svuda u svijetu sa nepoznatim posljedicama za populacije vodozemaca. Nedavno je istraživanje pokazalo da neke vode u Sj. Americi imaju dovoljno visoke koncentracije dušika da izazovu smrt i razvojne anomalije kod vodozemaca. Zagađenje dušikom ulazi u vodene sisteme iz antropogenih izvora putem dotoka sa agrikulturnih površina, stoke, precipitacije i izljeva industrijske i otpadne vode iz domaćinstava. Dušik se u vodenom okolišu nalazi u 4 oblika: amonij-ion, amonijak, nitrit i nitrat. Amonijak je najtoksičniji, a zatim nitrit pa nitrat, ali amonijak i nitrit se rijetko nalaze u povišenim koncentracijama u okolišu jer se brzo oksidiraju u nitrat uz pomoć bakterija i algi.

2.7. Bolesti

Bolesti se često navode kao mogući uzrok smanjenja populacija vodozemaca diljem svijeta. Masovni mortalitet zbog epidemija igra važnu ulogu u dinamici mnogih životinjskih populacija, i epidemije mogu imati teške posljedice ako dovoljno reduciraju populacije da postanu osjetljive na buduće negativne utjecaje.

Primjeri infekcija kod vodozemaca uključuju viruse, bakterije, plijesan, gljivice te metazojske i trematodne nametnike. Virusi iz porodice Iridoviridae vezani su sa masovnim mortalitetom livadne smeđe žabe (*Rana temporaria*). Ti su virusi nedavno izolirani iz nekoliko drugih vrsta vodozemaca i vežu se uz pojave bolesti u prirodnim i zatočenim populacijama.

Bakterija koja izaziva bolest crvenih nogu *Aeromonas hydrophila* vjerojatno je odgovorna za masovno umiranje 1979., a vjerojatno ima ulogu u umiranjima krastače *Bufo boreas boreas*.

Patogena plijesan *Saprolegnia ferax*, važan svjetski patogen na ribama, pronađen je na jajima vrste *Bufo boreas* i čini se da uzrokuje mortalitet jaja kod mnogih vrsta. Izumiranje krastače *Bufo baxteri* pripisuje se parazitskoj gljivici *Basidiobolus ranarum*, dok je gljivica *Mucor amphibiorum* uočena kod australske arborealne vrste *Litoria caerulea*. Gljivica *Batrachochytrium dendrobatidis* spominje se kao uzrok nestajanja u Amerikama i Australiji.

Myxozoan sp., metazojski parazit, inače poznat u riba, nađen je nedavno kod punoglavaca vrste *Rana mucosa*, koja je postala rijetka u prošlom stoljeću. Smatra se da infekcija metiljima kod vrste *Hyla regilla* izaziva deformacije udova, kao i kod nekih drugih vrsta.

Od svih navedenih bolesti, čini se da gljivica *B. dendrobatidis* ima najznačajniji utjecaj na populacije vodozemaca i to diljem svijeta, a posebice u Australiji, SAD, središnjoj Americi, južnoj Americi i Španjolskoj.

Nejasno je jesu li te bolesti novi čimbenici koji su se nedavno proširili među vodozemcima ili su prethodno koegzistirali s vodozemcima, ali im se patogenost nedavno povećala ili se pak imunost vodozemaca smanjila. Obje hipoteze označuju ljudski utjecaj kao glavni razlog pojave/pojačane patogenosti bolesti. Najvjerojatnije se radi o više faktora koji su pridonjeli povećanoj učestalosti bolesti među vodozemcima.

3. Dakle...

Iako se većina uzročnika koje se navode kao mogući uzroci nestajanja vodozemaca može svrstati pod općenite probleme smanjenja bioraznolikosti na svjetskoj razini pod utjecajem pretjeranog i iracionalnog iskorištavanja planete od strane čovjeka, ipak tu ima još nečega. Mnoga od uočenih nestajanja desila su se naglo i na područjima gdje uzrok ne može biti nestanak staništa, alohtone vrste ili iskorištavanje, kao što su biološki rezervati, a mnoga od tih mjesta nalaze se na velikim nadmorskim visinama. Zato je moguće da je nestanak vodozemaca, ili barem jedan njegov dio fenomen odvojen od globalnog smanjenja bioraznolikosti.

Premda je u istraživanje ove zabrinjavajuće pojave uloženi popriličan trud, 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, pogotovo s obzirom na prirodne fluktuacije. U tu svrhu znanstvenici se pokušavaju organizirati kako bi se postiglo što šire i opsežnije nadgledanje («monitoring») vodozemaca na različitim razinama, od ekologije do biokemije.

U tu svrhu IUCN (International Union for the Conservation of Nature) osnovao je 1991. DAPTF - Declining Amphibian Populations Task Force, koordinacijski centar za istraživanje nestajanja vodozemaca na čitavom svijetu. DAPTF određuje ciljeve za istraživanja, dijeli donacije, preporučuje standardne metode kako bi istraživanja bila usporediva i održava kompjutersku bazu podataka o dosadašnjim rezultatima. U razdoblju 1991.-2001. DAPTF je sudjelovao u financiranju 78 projekata u 34 zemalja.

4. Stanje u Hrvatskoj

U Hrvatskoj su općenito podaci o stanju herpetofaune nepotpuni, nesređeni i nesistematski rađeni. Ako i postoje sustavna smanjenja i/ili nestajanja populacija ona su vjerojatno poznata samo lokalnim stanovnicima, ali ne i znanstvenoj zajednici.

Sve zavičajne vrste vodozemaca u Hrvatskoj su zaštićene zakonom, osim zelenih žaba koje je dopušteno sakupljati za hranu.

Vodozemci su u Hrvatskoj ugroženi kao skupina najviše zbog nestajanja, degradacije i fragmentacije staništa, budući da prirodna vlažna područja i male vode stajačice sve više nestaju zbog ljudskih zahvata u okoliš, ali i vodene površine stvorene djelovanjem čovjeka kao što su ribnjaci i bare za napajanje stoke sve više propadaju jer ribnjačarstvo i ekstenzivno stočarstvo više nisu dovoljno profitabilni i stanovištvo gubi interes za ovakav oblik privređivanja. Bare dakle postaju suvišne, pa čak i neželjene kao mjesto razmnožavanja komaraca, pa ne samo da prirodno zarastaju djelovanjem procesa poznatog kao sukcesija, već ih ljudi i namjerno zatrpavaju iz različitih razloga (kako se ne bi sakupljali komarci, kako bi na prostoru nakadašnje bare nešto izgradili itd.). Velik utjecaj imaju svakako vodoprivredni zahvati, a u Hrvatskoj ima mnogo i sve više, koji mijenjaju izgled i dinamiku vodonosnika i utječu na nivo podzemne vode, čime izazivaju propadanje i nestajanje brojnih staništa vodozemaca. Izgradnjom prometnica i zadiranjem ljudskih naselja u područje na kojem 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 nađe na putu do mrijestilišta, u kojem slučaju dolazi do masovnog umiranja visokog postotka populacije koja se razmnožava, a to može opasno smanjiti varijabilnost u populaciji i dovesti je do izumiranja.

Vjerojatno i drugi negativni čimbenici, kao što su upotreba pesticida i promjena klime te pretjerano sakupljanje žabljih krakova za izvoz djeluju negativno na populacije vodozemaca u Hrvatskoj, no to nije istraženo. Trebalo bi prije svega obaviti opsežnu procjenu postojećeg stanja i organizirati monitoring. Jedno od rijetkih mjesta na kojem postoji nekakav oblik monitoringa je nekolicina mrijestilišta u okolici Koprivnice gdje lokalno ekološko društvo svake godine postavlja mreže na mjestu prelaska vodozemaca na putu za mrijest te pritom broji i važe jedinke. Bilo bi dobro organizirati široku mrežu sličnih aktivnosti

lokalnih udruga, koje bi, naravno, pratila i koordinirala ekipa stručnjaka. Time bi se dobili vrijedni podaci o stanju populacija u Hrvatskoj. U ovom trenutku ne možemo sa sigurnošću tvrditi niti da nestajanja nema, niti da ga ima, dok u svakom slučaju određeni rizični čimbenici postoje.

5.Literatura

FH Pough, RM Andrews, JE Cadle, ML Crump, AH Savitzky, KD Wells:
Herpetology 3rd ed. 2004 Pearson Prentice Hall

FH Pough, CM Janis, JB Heiser: **Vertebrate life** 6th ed. 2002 Pearson Prentice Hall

elib.cs.berkeley.edu

www.amphibiaweb.org

www.frogweb.gov

www.open.ac.uk/daptf

www.usgs.gov