

Grupacije, zajednice i socijalnost kod gmazova i vodozemaca

Žaja, Lucija

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:150248>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-31**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Biološki odsjek

Lucija Žaja

**Grupacije, zajednice i socijalnost kod
gmazova i vodozemaca**

Završni rad

Zagreb, 2024.

University of Zagreb
Faculty of Science
Department of Biology

Lucija Žaja

**Groups, communities and sociality in
reptiles and amphibians**

Bachelor thesis

Zagreb, 2024.

Ovaj završni rad je izrađen u sklopu studijskog programa Znanosti o okolišu na Zavodu za animalnu fiziologiju Biološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu, pod mentorstvom izv. prof. dr. sc. Duje Lisičića.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Biološki odsjek

Završni rad

Grupacije, zajednice i socijalnost kod gmazova i vodozemaca

Lucija Žaja

Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

Socijalnost se izražava učestalošću interakcija neke jedinke s drugim jedinkama svoje vrste, a način na koji je socijalna struktura životinja uređena promatramo kroz grupacije i zajednice. U životinjskom svijetu, jedinke podnose prisutnost druge jedinke u svojoj blizini i stupaju u interakcije s njima zbog postojanja tolerancije, bez koje ne postoji socijalnost. Mjere socijalnosti mogu varirati ovisno o literaturnom izvoru, ali jedan od boljih je Wilsonovih 10 kvaliteta koje predstavljaju okvir pomoću kojeg se kvalificira socijalnost neke vrste. Gmazovi i vodozemci nisu česta tema znanstvenika koji proučavaju socijalnost životinja, tako da je njihova socijalnost slabo istražena. Ipak, postoje evidentirani primjeri razvijene socijalnosti kod gmazova i vodozemaca. Kod gmazova je rod *Egernia* primjer kako nastaju evolucijski složeniji, monogamni socijalni sustavi, krokodili kooperativno love i kooperativno čuvaju legla, a u kornjača je prisutno hijerarhijsko socijalno uređenje. U vodozemaca je Hamiltonova žaba (*Leiopelma hamiltoni*) primjer kako se jedinke u zaklonima asociraju u bliskom fizičkom kontaktu, a iberski vodenjak (*Lissotriton boscai*) putem mirisa bira odlaziti na mjesta na kojima se nalaze njihovi srodnici. Cilj ovog rada bio je prikazati načine na koje gmazovi i vodozemci pokazuju svoju socijalnost.

Ključne riječi: životni prostor, teritorij, socijalna interakcija, društvena struktura
(22 stranice, 4 slike, 45 literaturnih navoda, jezik izvornika: hrvatski)

Rad je pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici

Mentor: izv. prof. dr. sc. Duje Lisičić

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb
Faculty of Science
Department of Biology

Bachelor thesis

Groups, communities and sociality in reptiles and amphibians

Lucija Žaja

Rooseveltova trg 6, 10000 Zagreb, Croatia

Sociality is expressed in the frequency of interactions among individuals of the same species, and the arrangement of the animal social structure is observed through groups and communities. In the animal world, individuals tolerate the presence of other individuals in their vicinity and interact with them due to the existence of tolerance, without which there is no sociality. Measures of sociality can vary depending on the literature source, but one of the better ones is Wilson's 10 qualities, which present a framework by which sociality of some species is qualified. Reptiles and amphibians are not a common topic for scientists who study animal sociality, so their sociality is poorly researched. However, there are recorded examples of developed sociality in reptiles and amphibians. In reptiles, the genus *Egernia* is an example of how evolutionarily more complex, monogamous social systems are formed, crocodiles hunt cooperatively and cooperatively guard their broods, and turtles have a hierarchical social arrangement. Among amphibians, Hamilton's frog (*Leiopelma hamiltoni*) is an example of how individuals in shelters associate in close physical contact, and the Bosca's newt (*Lissotriton boscai*) chooses, by smell, to go to places where their conspecifics are. The aim of this paper was to show the ways in which reptiles and amphibians show their sociality.

Keywords: home range, territory, social interaction, social structure
(22 pages, 4 pictures, 45 references, original in: Croatian)
Thesis is deposited in Central Biological Library.

Mentor: izv. prof. dr. sc. Duje Lisičić

Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. Kriteriji socijalnosti.....	2
3. Gmazovi, Reptilia.....	5
3.1. Ljuskaši, red Squamata.....	6
3.1.1. Rod Egernia	6
3.1.2. Primorska gušterica, <i>Podarci sicula</i>	7
3.1.3. Čegrtuše, <i>Crotalus spp</i>	8
3.2. Krokodili, red Crocodilia,.....	9
3.3. Kornjače, red Chelonia,	11
4. Vodozemci, Amphibia.....	12
4.1. Bezrepci, red Anura,.....	13
4.1.1. Hamiltonova žaba, <i>Leiopelma hamiltoni</i>	14
4.2. Repaši, red Urodela,	15
4.2.1. Crvenoleđni daždevnjak, <i>Plethodon cinereus</i>	15
4.2.2. Iberski vodenjak, <i>Lissotriton boscai</i>	16
5. Zaključak.....	17
6. Literatura.....	17

1. Uvod

Socijalnost ili društvenost je pojam koji se može primijeniti za karakterizaciju jedinki koje dijele isto životno okruženje s drugim jedinkama iste vrste te formiraju veće ili manje skupine. Naime, socijalne su one jedinke koje s drugim jedinkama, unutar svoje skupine, uspostavljaju interakcije koje utječu na njihov opstanak te u konačnici formiraju grupe (Silk, 2007). Socijalnost se razvija kada su prednosti grupiranja jedinki neke vrste, veće od rizika. Prednosti koje jedinka može imati životom u grupi su bolja obrana od predatora, lakše pronalaženje partnera, brže pronalaženje resursa, očuvanje topline i vode te smanjenje utroška energije na kretanje. No, postoje i potencijalni rizici kao što su češći napadi većih predatora (zbog lakše uočljivosti veće količine jedinki u grupi nego solitarnih jedinki), veća kompeticija za resurse i partnere te brži prijenos parazita (Krause & Ruxton, 2002).

Socijalnu organizaciju u životinjskom svijetu određujemo prema najmanjoj stabilnoj jedinici koju zovemo primarna jedinica. To je broj jedinki koji ostaje zajedno kroz određeni vremenski period. Primarna jedinica nas usmjerava na definiranje društvene organizacije na individue, obitelji ili parove i grupe. Svaka životinja, u nekom periodu svog života, ostvaruje interakciju s drugom jedinkom. S obzirom na socijalni odnos sa drugom jedinkom, možemo razlikovati nekoliko tipova socijalnosti. Kao prvo, postoje asocijalne vrste – u ovom slučaju jedinke žive solitarno veći dio svog života, izuzev neophodnih bioloških potreba kao što je razmnožavanje ili briga za potomstvo. Viša razina društvene organizacije je par jedinki koje žive zajedno i ne razdvajaju se dok jedna od njih ne ugine, a kad se suživotu para pridruže i njihovi potomci, to zovemo obitelj. Ako se veličina primarne jedinice uzdigne na višu razinu, govorimo o grupama koje su slično uređene kao i obitelji, ali s potomstvom iz različitih genetskih izvora. Grupe su stabilne, no mogu se povremeno smanjiti ili povećati, a da pri tom originalna struktura grupe ostaje nepromijenjena. Još kompleksnija razina je zajednica u kojoj su društvene uloge hijerarhijski poredane tj. prisutna je podjela rada – ovo bi bila eusocijalna struktura (Prox & Farine, 2020).

Pojava socijalnog grupiranja ovisi o postojanju tolerancije. Ako su jedinke u kontaktu, a da pri tom ne pokazuju znakove agresije, govorimo o toleranciji (Pisor & Surbeck, 2019). Ona može uopće ne postojati pa su primarne jedinice ili solitarne individue veoma izdvojene i teritorijalne prema drugim jedinkama- kažemo da su netolerantne. Ako tolerancija postoji, može biti prisutna u većoj ili manjoj mjeri pa se razlikuju otvoreni i tolerantni socijalni sustavi. Kod tolerantnih se

primarne jedinice mogu miješati, ali je, u manjoj mjeri, ipak prisutno agonističko ponašanje prema određenim jedinkama. Kod otvorenih ne postoje nikakva ograničenja miješanja primarnih jedinica te se takva društva često nazivaju fizijsko-fuzijskim društvima (Prox & Farine, 2020).

O socijalnom ponašanju gmazova i vodozemaca se, zasad, ne zna mnogo te se smatra da su oni relativno asocijalna skupina životinja. Gmazovi (Reptilia) i vodozemci (Amphibia) su razredi unutar skupine kralješnjaka, koja se dijeli na dvije glavne skupine- amnioti i neamnioti. Gmazovi su prvi pravi kopneni kralješnjaci jer su potpuno prešli na terestrički način života, što im je omogućio amnion tj. treća membrana oko embrija koja ga štiti od kopnenih uvjeta života te se time ubrajaju u amniote. Razvili su se iz vodozemaca koji su barem dijelom života vezani uz vodu te pripadaju u neamniote jer ih karakterizira odsutnost amniona. Gmazove sistematski možemo podijeliti na 4 reda: Chelonia (kornjače), Rhynchocephalia (premosnici), Squamata (ljuskaši) i Crocodilia (krokodili). Oni broje oko 7 000 vrsta diljem svijeta. Vodozemci se sistematski dijele na 3 reda: Anura (bezrepci), Urodela (repaši) i Apoda (beznošci). U svijetu brojimo oko 6 000 različitih vrsta vodozemaca.

Odlučila sam obraditi ovu temu kako bih napravila analizu dosadašnjih istraživanja o socijalnom ponašanju gmazova i vodozemaca. Njihove socijalne interakcije su slabo proučene u odnosu na interakcije ptica i sisavaca, a smatram da ih je nužno istražiti kako bismo nadišli predrasude koje ljudi imaju o ovim životinjama i razumjeli kako se odvija život ovih vrsta u njihovom prirodnom staništu.

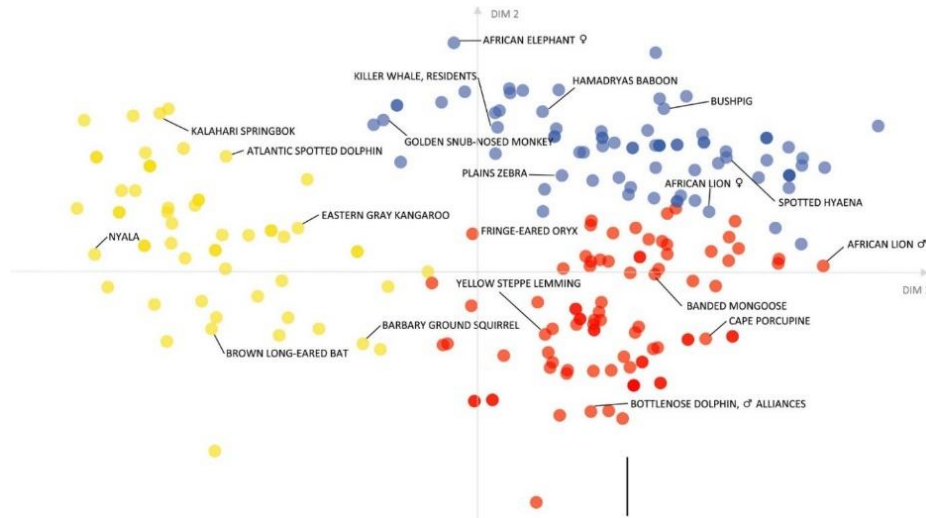
2. Kriteriji socijalnosti

Kako bi kategorizirali socijalnost neke vrste, potreban nam je okvir s odrednicama po kojima možemo objektivno mjeriti i uspoređivati kvalitete socijalnosti. Problem objektivnog kategoriziranja socijalnosti je taj što različiti autori koriste vlastite, nove načine, a ne drže se jednog, uniformnog.

Jedan od okvira je uspostavio američki biolog E. O. Wilson, koji je također zaslužan za razvoj sociobiologije kao novog znanstvenog polja. Prema Wilsonu, sociobiologiju tvore istraživanja genetskog temelja društvenog ponašanja, s etološkim i psihološkim istraživanjima. Naime, njegov okvir, poznatiji kao Wilsonovih 10 kvaliteta, uključuje 1) veličinu grupe, 2) distribuciju različitih

dobnih i spolnih klasa, 3) kohezivnost tj. mjeru stope interakcija, 4) količinu i obrasce povezanosti kroz komunikaciju, 5) permeabilnost tj. stupanj u kojem društva vrše međusobnu interakciju, 6) kompartmentalizaciju tj. opseg u kojem podskupine djeluju kao različite društvene jedinice, 7) diferencijaciju na uloge među članovima grupe, 8) integraciju ponašanja unutar grupe, 9) komunikaciju i protok informacija unutar grupe te 10) vrijeme koje jedinka posveti društvenim interakcijama u odnosu na vrijeme provedeno solitarno (Koenig & Dickinson, 2018).

Prox & Farine su 2020. godine proveli istraživanje u kojem su napravili okvir za pregled socijalne organizacije u sisavaca. Prema njihovom istraživanju da se zaključiti da su stabilnost socijalne skupine i primarna jedinica snažno povezane te s tolerancijom jedinki definiraju dimenzije kojima možemo opisati obrasce socijalne organizacije sisavaca, no možda ga možemo primijeniti i na ostale skupine, pa tako i herpetofaunu. Na priloženoj Slici 1. prikazana su tri klastera tj. tri dimenzije određene prvenstveno primarnom jedinicom. U prvom klasteru je primarna jedinica pojedinac s visokom razinom tolerancije. U drugom klasteru su veće, nepovezane skupine s proširenim potomstvom, koje ima tendencijom vraćanja ili boravka na rodnom mjestu te su prisutne dugotrajne veze i trajna stabilnost skupine. Treći klaster se sastoji od parova, obitelji i manje stabilnih grupa, s potomstvom koje uglavnom nije vezano za određeno mjesto. S osvrtnom na Kappelerov opis socijalne organizacije životinja (Kappeler, 2018) koji se sastoji od solitarnog života, života u paru tj. koordinacije s partnerom ili s grupom tj. skupinom, Prox & Farine predlažu i dodatni klaster koji proizlazi iz prvog klastera, a to je da neki pojedinci veći dio života provode u skupini, ali neke aktivnosti obavljaju solitarno, izvan skupine. Mnoge varijable utječu na socijalnu organizaciju, ali rezultati istraživanja koje su proveli Prox & Farine, 2020. godine pokazuju da primarna jedinica i stabilnost pokazuju visoku razinu korelacije, a njihov odnos prikazan je koordinatnim osima na Slici 1. Os x ili apscisa pokazuju dimenziju 1, odnosno primarnu jedinicu koja određuje tri različita klastera i varijacije među njima. Na osi y ili ordinati je prikazana dimenzija 2, odnosno stabilnost, na čijem je pozitivnom dijelu osi prikazano povećanje stabilnosti, a na negativnom dijelu, smanjenje stabilnosti skupine. Ove dvije dimenzije, uz toleranciju, su najvažnije dimenzije koje određuju i objašnjavaju socijalnu organizaciju sisavaca (Prox & Farine, 2020).



Slika 1. Distribucija društvenih komponenti kroz tri klastera. Žuti krugovi predstavljaju prvi klaster s pojedincima kao primarnom jedinicom, plavi krugovi drugi klaster u kojem su veće, stabilne grupe te crveni krugovi treći klaster s parovima, obiteljima i manje stabilnim grupama. Os x ili DIM 1 prikazuje primarnu jedinicu, a os y ili DIM 2 stabilnost skupine. (preuzeto iz Prox & Farine, 2020).

Prostorna distribucija jedinki je bitan čimbenik koji odražava strukturu i povezanost jedinki, pa treba razlikovati pojmove teritorijalnost i životni prostor. Teritorij je područje na kojemu jedinka obitava određeni period i aktivno ga brani, prema tome životinja može biti teritorijalna ili ne. Životni prostor je područje na kojem jedinka živi tj. obuhvaća sva područja u kojima se jedinka kreće, a ako ga počne braniti, to postaje njen teritorij.

Za razlikovanje nasumičnih i nenasumičnih agregacija, koriste se AI indeksi (association indices, tj. indeksi udruživanja). Oni procjenjuju koji udio vremena dijada (dvije jedinke) provede zajedno. Kada pojedinci biraju s kim će ući u interakciju, onda će varijacije biti veće za promatrane nego slučajne podatke, a kada pojedinci nisu selektivni u odabiru svojih interakcija, varijacije se neće razlikovati (Whitehead, 2009).

Još jedna od često korištenih metoda za analizu socijalnih odnosa životinja je metoda socijalne mreže. One populacije predstavljaju kao niz čvorova, koji predstavljaju pojedince, povezanih rubovima mreže, koji predstavljaju socijalne interakcije među pojedincima. Položaj pojedinca (čvora) u socijalnoj mreži može odražavati odnose dominacije i podređenosti među jedinkama (Farine & Sheldon, 2015). Mrežna analiza omogućava kvantificiranje socijalne strukture i različitih dimenzija socijalnog sustava, ovisno o vrsti socijalne interakcije (Brask i sur., 2021).

3. Gmazovi, Reptilia

Gmazovi se obično smatraju manje socijalnim i često netolerantnim životinjama, no to nije tako kod svih vrsta ovog razreda kralješnjaka. Često je socijalno ponašanje gmazova ispitivano u laboratorijskim uvjetima, u zatočeništvu, u kojima je nemoguće dobiti jednake rezultate kakvi bi se dobili da se životinje proučavaju u njihovom prirodnom staništu, u kojima se ne mogu kontrolirati uvjeti- što također predstavlja problem istraživanja u prirodnom okolišu. Na taj način ne možemo u potpunosti razumjeti način na koji životinje komuniciraju sa svojim prirodnim i društvenim okolišem (Clark, 2021). S druge strane, istraživanje u prirodnom okolišu predstavlja drugi problem – puno je teže povezati uzrok i posljedicu, s obzirom da u prirodnom okolišu teško možemo kontrolirati uvjete eksperimenta kao u laboratoriju.

Socijalnost gmazova varira od prolaznih asocijacija između jedinki do velikih zajednica s preklapajućim generacijama, no kad se socijalnost pojavi, najčešći oblik su male, stabilne obiteljske jedinice koje sačinjavaju roditelji i potomci. U tome značajnu ulogu ima viviparnost. Kod takvih vrsta je češće socijalno grupiranje nego kod oviparnih vrsta jer roditelji odmah stječu fizičku povezanost s potomcima i prihvataju ih pod svoju zaštitu, što evolucijski češće prethodi formiranju dugoročno stabilnih socijalnih skupina. Za postojanje uvjeta u kojima natalna filopatrida može postojati, potrebni su povoljni ekološki uvjeti staništa, kao što je pronalazak pogodnog skloništa i prisutnost dovoljne količine resursa na tom području, ali je bitno uskladiti i odgovarajuće karakteristike životne povijesti kao što je životni vijek i dob u kojoj jedinice sazrijevaju. U formiranju obiteljskih jedinica, značajnu ulogu ima kooperativno ponašanje i mehanizmi prepoznavanja srodnika, a odgođena disperzija je bila temelj za njihovu evolucijsku razradu. Primjerice, neki ljuskaši (*Squamata*) žive u stabilnim obiteljskim zajednicama s prisutnom odgođenom disperzijom koja omogućava razvitak kooperativnog ponašanja među članovima zajednice (Halliwell i sur., 2017).

3.1. Ljuskaši, red Squamata

Ljuskaši su najviše proučavani red gmazova. Broje oko, dosad opisanih, 5 800 vrsta s tri podreda: Lacertilia (gušteri), Serpentes (zmije) i Amphisbenia (prstenaši).

Dosadašnja istraživanja ukazuju na to da socijalnost najčešće pokazuju gušteri, koji često razvijaju kompleksne socijalne interakcije. Zmije uglavnom nisu socijalne životinje, osim kada se okupljaju u skloništima. Za socijalnost u prstenaša nisam našla nikakve podatke.

3.1.1. Rod Egernia

Egernia je rod guštera iz porodice skinkova ili rovaša (Scincidae). Neke vrste *Egernie* se smatraju najsocijalnijim životinjama unutar reda Squamata (Chapple, 2003). Oni su primjer roda kod kojeg se nalaze najstabilnije socijalne grupe te imaju veoma složen oblik socijalnosti. Ovaj rod je dobar modelni organizam za proučavanje evolucije socijalnosti jer pokazuje varijacije u strukturi skupine, od solitarnih jedinki do proširenih obiteljskih grupa (While i sur., 2009).

Vrste kao što su *Egernia kingii*, *Egernia modesta* i *Egernia major* žive u stabilnim agregacijama u kojima pojedinci ne moraju biti nužno srodni, a kod vrsta kao što su *Egernia cunninghami*, *Egernia saxatilis*, *Egernia stokesii* i *Egernia striolata* također žive u stabilnim skupinama, ali se one sastoje od srodnih pojedinaca pa to zovemo obiteljskim skupinama (Chapple & Keogh, 2005).

Kod 11 vrsta roda *Egernia* (među kojima je *Egernia whitii*, *Egernia kintorei*, *Egernia cunninghami*, *Egernia rugosa*, *Egernia striolata*, *Egernia stokesii* i *Egernia inornata*) zapaženo je označavanje teritorija gomilanjem izmeta. To rade na mjestima na kojima su našli prihvatljiva skloništa. Svi članovi zajednice gomilaju izmet na istom mjestu, posebno na granicama svog životnog prostora. Ova pojava je zapažena jer gušteri ciljano odlaze na ista, određena mjesta da izvrše nuždu (Chapple, 2003).

Zajednica vrste *Egernie whitii* se, uglavnom, sastoji od monogamnog, tzv. društvenog para i njihovih potomaka koji su više od godinu dana pod njihovom zaštitom te obitavaju na teritoriju roditelja. Društveni par se identificira prema postotku preklapanja njihova središnjeg životnog prostora, a u ovom slučaju bi to iznosilo gotovo cijelom površinom. Mužjaci su odrednica u

formiranju grupa jer o njihovoj toleranciji ovisi članstvo grupe. Mužjak društvenog para tolerira i pušta u svoj životni prostor, samo potomke koje prepozna kao genetski vlastite te se oni mogu kretati u životnom prostoru oba roditelja, a prepoznaje ih putem mirisa. Potomke ženke društvenog para s mužjakom koji nije njen životni partner, društveni mužjak ne pušta u svoj životni prostor pa se oni ne mogu kretati niti u životnom prostoru majke. To dovodi do evolucije složenijih socijalnih sustava jer ovakav način partnerstva potiskuje višestruko parenje ženki te povećava mogućnost za razvitak društvene i genetske monogamije u gmazova. Monogamija je održivija od ženkinog promiskuiteta iz više razloga. Jedan od njih je taj što je veći rizik od smrtnosti potomstva koje nije poteklo od društvenog para zbog toga što takve potomke društveni mužjak odbacuje i napada, pa ženka mora ulagati više energije u zaštitu takvih mladunaca. Također, takvi potomci imaju smanjenu mogućnost izbora svog životnog prostora te nemaju koristi od odgođene disperzije. Za majke bi to značila povećana briga za potomstvo koje nije od njenog društvenog partnera pa tako i povećane troškove odgođene disperzije za ženke jer bi povećalo srodničku konkurenciju majki i potomaka. Ovakvo društveno uređenje u kojem je zastupljena stabilnost parova, povećava povezanost potomaka, smanjuje kompetitivnost te rezultira stvaranjem većih, monogamnih, društvenih kolonija (While i sur., 2009).

3.1.2. Primorska gušterica, *Podarcis sicula*

Šupljika (2021) u svom diplomskom radu provodi istraživanje kako socijalnost utječe na razvoj socijabilnosti kod primorske gušterice *Podarcis sicula*. Socijabilnost opisuje kao količinu motivacije jedinke da ostane u bliskom kontaktu s drugim jedinkama iste vrste, a razlikuje se od socijalnosti po tome što jedinka pokazuje kada se fokalna jedinka nalazi pored druge jedinke neovisno o kontekstu. Rezultati ovog rada pokazuju da je socijabilnost ovim gušterima urođena te da se ne mijenja pod utjecajem socijalnog okruženja jer ne postoji statistički značajna razlika među jedinkama koje su prethodno stupile u društvenu interakciju s drugom jedinkom i jedinkama koje su bile eksperimentalna skupina koja prethodno nije bila u nikakvoj interakciji. Naime, ova vrsta ima visoku razinu socijabilnosti te je dokazano da mužjaci imaju veću sklonost zadržavanja pored ženki i boravak u skloništima te samim time višu razinu socijabilnosti (Šupljika, n.d., 2021). To je zato što se mužjaci natječu za pristup ženkama te žele osigurati očinstvo u narednim sezonama, dok se ženke natječu za hranu i druge resurse (Gojak, n.d., 2020).

Socijabilnost je pod utjecajem prostorno-vremenske varijacije u okolišnim uvjetima, odnosno, jedinke koje su bolje specijalizirane u nekoj socijalnoj niši, imaju bolje očuvanu socijabilnost i između spolova jedinki iste vrste. Jedinke prilagođavaju svoju socijabilnost s obzirom na okolišne uvjete (Gojak, n.d., 2020). To je potvrđeno činjenicom da gušteri različitih tolerancija, pokazuju varijacije u osobnosti, i prema tome se bolje uklapaju u određenu (manje ili više gustu) populaciju (Cote i sur., 2008).

Kod *P. siculus*, aktivniji mužjak koji ima sklonost istraživati okoliš ima nižu razinu socijabilnosti te više energije troši za razmnožavanje jer pokriva veći teritorij i mora se više kretati kako bi pronašao ženku, a to nisu pogodne osobine za život u toj populaciji (Gojak, n.d., 2020). Čini se da selekcijski pritisak u populacijama visoke gustoće povećava udio socijabilnih mužjaka.

Jedinke primorskih gušterica, *Podarcis siculus*, koje su stanovnici otoka pod Mrčaru su, zbog dostupnosti resursa, prešle na herbivorni način života te imaju sniženu razinu kompeticije za hranu pa im se povećala tolerancija prema jedinkama iste vrste. Velika dostupnost hrane je utjecala na povećanje gustoće populacije, a selekcijski pritisak podržava socijabilnije jedinke, a djeluje protiv onih agresivnijih (Gojak, n.d., 2020). Agresivnost i socijabilnost su često negativno korelirani. Kod vinskih mušica, ako je u populaciji mnogo mužjaka koji žele kopulirati sa ženkom, dolazi do agresivnosti u mužjaka koja je također pokazatelj snižene razine socijabilnosti (Baxter i sur., 2015).

U istraživanju na marmozetima, ustanovljeno je da su ženke, generalno, aktivnije u pronalaženju hrane pa dostupnost resursa, zajedno s pogodnim mjestima za lijeganje jaja utječu na razinu njihove socijabilnosti. Uspješnije su one koje socijabilnost mogu prilagoditi promjenama u okolišu (Koski & Burkart, 2015). Taj se obrazac može primijeniti i na ženke *P. siculus*.

3.1.3. Čegrtuše, *Crotalus spp.*

Zmije se smatraju najmanje društvenim gmazovima, no i njihova društvenost je varijabilna. One ponekad stvaraju agregacije ovisno o iskustvima temeljenim na prijašnjim interakcijama (Yeager & Burghardt, 1991). Ponekad se trudne ženke i mlade jedinke agregiraju sa srodnicima (Clark i sur. 2012). Kod morskih zmija je, kao i kod krokodila, zabilježena pojava kooperativnog lova (Doody i sur., 2013). Zmije većinom nisu teritorijalne, osim nekih agresivnijih vrsta kao što su mambe (*Dendroaspis spp.*) i afričke drvne zmije (*Dispholidus typus*).

Čegrtuše (*Crotalus spp.*) su jedne od vrsta s najkompleksnijim socijalnim životima, no i među vrstama čegrtuša postoje velike razlike u stupnjevima socijalnosti. One se često skupljaju u zajedničkim skloništima te predstavljaju socijalne grupe ili kolonije. Postoje i samotna skloništa gdje jedna jedinka obitava sama. Da bi se sklonište klasificiralo kao zajedničko, moraju biti prisutne dvije ili više jedinki (Clark i sur., 2012). Za formiranje zajedničkih zmijskih skloništa, važni su čimbenici okoliša koji ih na to navode, kao što su loše vrijeme i zaštita od hladnoće.

Gregory (1984) je, neovisno o čegrtušama, postavio 3 hipoteze zašto bi zmije zajedno agregirale u skloništa. To su (1) manjak prikladnih, dostupnih brloga, (2) poboljšanje termoregulacije, jer se toplina manje gubi ako je veća brojnost jedinki te (3) povećane mogućnosti za uspješno parenje, no nedostaju podatci o socijalnom ponašanju jedinki (Gregory, 1984). Neke vrste, kao što su *C. cerberus* i *C. concolor*, koriste zajednička skloništa kao legla za rađanje (Amarello i sur., 2011). Kod nekih vrsta se do stotinu jedinki skupi u zajedničkim skloništima, no to je uglavnom u nužnim situacijama zbog preživljavanja nepogodnih uvjeta, većinom u zimskim mjesecima (Gregory, 1984).

Srodne ženke će se češće nalaziti zajedno nego ženke koje nisu rodbinski povezane. Dokazano je da čegrtuše mogu prepoznati srodnu jedinku čak i nakon dužeg perioda izolacije. Mužjaci generalno nisu socijalni (Clark, 2004). Drvne čegrtuše koje zauzimaju ista skloništa su većinom rodbinski povezane, nego one koje zauzimaju nasumična skloništa (Bushar i sur., 1998). Clarkova istraživačka grupa je otkrila da se zbog mogućnosti prepoznavanja srodnih jedinki, mladi i trudne ženke okupljaju zajedno. Kod vrste *C. atrox* zabilježeno da se jedinke tijekom jeseni vraćaju u zajednička skloništa koja su prethodno koristila.

Za analizu agregacija čegrtuša koristio se AI indeks (Whitehead, 2009).

3.2. Krokodili, red Crocodylia

Ovaj red broji 23 vrste unutar 3 porodice, a to su Crocodylidae (krokodili), Alligatoridae (aligatori) i Gavialidae (gavijali).

Kod gmazova kooperativna skrb nije česta pojava, no ženke kajmana široke njuške, *Caiman latirostris* naizmjenice čuvaju leglo. Kajmani i još neke vrste krokodila često formiraju gnijezda za koja se brine više ženki pa ih zovemo gnijezdima s više roditelja (Doody i sur., 2013). U St.

Augustine farmi za aligatore, (FL, USA) je zabilježeno da se ženke kajmana zajedno brinu o mladima sve dok ona nije dosegla dob od 17 do 33 dana starosti. Jedinke u zatočeništvu imaju minimalne troškove roditeljske skrbi jer žive u kontroliranim uvjetima i ne moraju trošiti toliku količinu energiju na obranu mladih, kao što moraju jedinke u divljini. Zbog toga bi se trebalo provesti istraživanje ovog ponašanja kod jedinka u divljini (Carl & Darlington, 2017).

Ova vrsta kajmana, ali i krokodili općenito, kooperativno love. Naime, krokodili love u skupinama od najmanje 4 jedinke, a ponekad je pritom prisutna i podjela uloga (Doody i sur., 2013). Krokodili imaju razvijenu strategiju kooperativnog lova, prikazanu na Slici 2. Podijeljeni su na one koje love i one koji čekaju u zasjedi. Lovci su uglavnom veći, a njihova uloga je da, lupanjem repa od vodu, potjeraju plijen prema obali i usmjeravaju ga prema krokodilima koji čekaju u zasjedi u plićaku. Kada lovci usmjere ribu, krokodili u zasjedi opkole plijen kružno plivajući oko njega te ga naizmjenično grabe prodiranjem u središte kruga. (Balavand, 2022).

Američki aligatori, *Alligator mississippiensis* u sezoni parenja privlače pozornost drugih jedinki svojom aktivnošću te se formiraju velike grupe jedinki tijekom perioda udvaranja. Te grupe nisu statične već se kontinuirano mijenja njihova kompozicija, ovisno o tome kako parovi emigriraju i nove jedinke imigriraju (Vliet, 1989). Udvarački ples je najupečatljivija karakteristika socijalnog ponašanja američkog aligatora. On se izvodi u vodi i u njemu sudjeluje i do stotinjak jedinki u svrhu privlačenja ženki, ali i kao prikaz dominacije i obrane teritorija u mužjaka (Doody i sur., 2013).



Slika 2. Strategija kooperativnog lova u krokodila (preuzeto sa ipernity, 2020:

<https://www.ipernity.com/doc/tigerlily5141/50923352>)

3.3. Kornjače, red Chelonia

Dosad znamo za 307 vrsta kornjača raspoređenih u podredove Cryptodira (krijovratke) i Pleurodira (vijovratke). Kornjače su vrlo izbirljive što se tiče socijalnih interakcija. Kod kopnenih kornjača nisu zabilježene posebne socijalne interakcije, osim u vrijeme parenja. Unutar područja svoje aktivnosti, rijetko ulaze u socijalnu interakciju s drugom jedinkom. Zabilježene su socijalne interakcije samo s jedinkama iste vrste, no ponekad su toliko izbirljive da se upuštaju u interakcije samo s određenim pojedincima (Brattstrom, 1974).

Slatkovodne kornjače iz porodice Emydidae često žive u skupinama mješovitih spolova ili skupinama mužjaka koje nisu nužno vezane za mjesto gniježđenja, ali se stalno vraćaju na isto mjesto kako bi polagale jaja (Clark, 2021). Česte su agonističke interakcije među mužjacima čiji intenzitet ovisi o vrsti, a najintenzivnije su uočene unutar grupe kornjača *Trachemys scripta*. Kod mužjaka ovih kornjača uobičajena je hijerarhija dominacije koja može trajati godinama, te se mora ponovno ustabiliti kada se poremeti struktura grupe. Jedna od čestih agonističkih interakcija među mužjacima jest „koalicija“ više većih mužjaka kako bi uznemiravali manjeg, novopridošlog, što se može vidjeti na Slici 3. Agresivno ponašanje nije primijećeno u interakcijama među ženkama. Kod kornjača nižeg ranga zabilježeno je obrambeno ponašanje, posebno u kontaktu s dominantnijom jedinkom koja u interakciji ispruži rep dok ga jedinka nižeg ranga uvuče kao znak obrane, iako nije napadnuta. Interakcije ovih kornjača su mnogo kompleksnije nego što se uvriježeno smatra. Naime, dvije se jedinke, neovisno kojeg spola, kad stupe u kontakt, mogu ponašati vrlo prisno. To ne mora biti nužno u svrhu udvaranja i reprodukcije, već iz mnogo razloga. Najčešće dolazi do „uzbuđenja“ u obliku veće količine aktivnosti, jer jedinci odgovara prisutnost druge jedinke kao oblik društvene interakcije. Neki od razloga su interes za istraživanjem novopridošlih pojedinaca te uspostavljanje ranga tj. hijerarhije nad njima ili oblik društvene igre. Čimbenici koji utječu na društvenu strukturu ovih vrsta su stabilnost okoliša, životna povijest vrsta (terestričke, akvatičke ili miješanog staništa) te njihova razina društvenosti. Oni određuju hoće li hijerarhija dominacije uopće postojati, a ako postoji, da li je stabilna ili u tranziciji. Potrebna su daljnja istraživanja ovih čimbenika kako bi se odredila njihova cjelovita uloga u društvenoj strukturi (Davis, 2009).



Slika 3. Uznemiravanje manje, novopridošle kornjače od strane većih mužjaka (preuzeto iz Davis, 2009)

4. Vodozemci, Amphibia

Vodozemci, Amphibia su jedan od najugroženijih razreda kralješnjaka i vrlo je bitno razumjeti njihovu ekologiju kako bi se smanjio gubitak njihove biološke raznolikosti. Specifični su po tome što imaju dvofazni životni ciklus koji uključuje metamorfozu pa možemo razlučiti razlike u ponašanju u dvjema životnim fazama (Kelleher i sur., 2018). Njihovo ponašanje je slabo istraženo, iako su kod vodozemaca, zbog prolaska kroz metamorfozu, vrlo dobri uvjeti za istraživanje kako su razlike u osobnosti povezane s razvojnim fiziološkim i morfološkim promjenama (Wilson i Krause, 2012). Većina odraslih jedinki je usmjerena na disperziju te ima velik životni prostor, no neke vrste ipak ostaju vjerne svome staništu te nemaju tendenciju previše širiti svoj životni prostor (Kelleher i sur., 2018).

Budući da su ektotermni organizmi, njihova aktivnost se mijenja ovisno o metabolizmu i vanjskoj temperaturi. Varijacije u agresivnosti i društvenosti vodozemaca još nisu dovoljno istražene. Zasad znamo da neke vrste agresivno brane resurse i pokazuju svoju kompetitivnost pomoću akustičnih i vizualnih signala. Komunikacija u žaba počiva na razvijenom akustičnom signalnom sustavu (Kelleher i sur., 2018).

Za vodozemce je dokazano da imaju razvijen osjećaj za privrženost lokalitetu na kojemu je prethodno boravio njihov srodnik, čak i kad on više nije tamo. Jedan oblik socijalnog učenja, stimulirano privlačenje, javlja se kad su pojedinci privučeni objektima za koje su svjedočili da njihovi srodnici koriste te se na taj način razvija „tradicija“ ili „kultura“ u životinja. Pomoću lokalne privlačnosti, životinje uče kako tražiti hranu, na kojim mjestima se gnijezditi i gdje su predatori. Istraživanje Chapmana i njegovih suradnika (2014) pokazalo je da punoglavci šumske žabe (*Rana sylvatica*) pokazuju privrženost određenom lokalitetu, a ličinke pjegavog daždevnjaka (*Ambystoma maculatum*) ne pokazuju. Jedan od razloga može biti taj što punoglavci žive i kreću se u velikim grupama i tako odvrću pozornost grabežljivca od pojedinca te na taj način najbolje stječu socijalne vještine i inteligenciju. Ovaj mehanizam obrane od predatora i poznavanje mjesta gdje mogu pronaći hranu pokazuje njihovu lokalnu privlačnost (Chapman i sur., 2014). Ličinke daždevnjaka izbjegavaju predatore tako što se povlače u utočišta te nisu vezani za određenu lokaciju, a za takve obrasce ponašanja lokalna privlačnost nije relevantna (Holomuzki, 1986).

Mnogi vodozemci ličinački stadij provode u gustim populacijama, a ta gustoća opada kako se odvija metamorfoza. To ukazuje da je socijalno učenje kod vodozemaca najizraženije u ranim danima života (Chapman i sur., 2014).

Većina istraživanja socijalnog ponašanja vodozemaca proučava red Anura (bezrepci), a ostalih par istraživanja red Caudata (repaši). O socijalnosti reda Apoda (beznošci) nisam našla nikakve podatke.

4.1. Bezrepci, red Anura

Red Anura sačinjava 5800 dosad opisanih vrsta unutar 31 porodice (IUCN, 2017). Socijalno ponašanje proučeno je kod 20 vrsta iz porodica Ranidae, Pipidae, Hylidae, Bufonidae i Myobatrachidae. Većina vrsta ovog reda vodozemaca je vezana za mjesto pa je prisutna i teritorijalnost kod mužjaka, često radi obrane resursa koje odabrano mjesto pruža ili radi razmnožavanja. Ženke obično nisu teritorijalne. U obrani teritorija, mužjaci često koriste akustične i vizualne signale, a ako suparnik na to ne reagira, dolazi do fizičkog obračuna. Borbe mužjaka su primijećene kod porodice Pipidae, Leptodactylidae, Dendrobatidae, Hylidae i Ranidae. U nekih vrsta, kao što su *Colostethus inguinalis* i *Eleutherodactylus coqui*, teritorijalna su oba spola (Kelleher i sur., 2018).

4.1.1. Hamiltonova žaba, *Leiopelma hamiltoni*

Ova endemska žaba Novog Zelanda pripada porodici Leiopelmatidae. Proglašena je ugroženom od strane IUCN-a jer je istrijebljena s kopna Novog Zelanda i preživjela je samo na okolnim otocima (Lamb i sur., 2021).

Zabilježena su česta asocijativna ponašanja. Suživot u skloništu ili zaklonu provode sa srodnicima u bliskom fizičkom kontaktu, iako su im u blizini dostupna prazna skloništa (Ramírez, 2017). Žive u gustim populacijama s prosječnom međusobnom udaljenosti od 0,63 m. Jedinke su primijećene kako borave jedna na drugoj u više navrata tijekom niza godina, položaj žaba u skloništu je prikazana na Slici 4. Točnije, primijećena je ženka na ženki i ženka na jedinci nepoznatog spola. Ovo nije reproduktivni položaj, odnosno amplexus. Razlog zbog kojeg jedinke tako borave, nije poznat, jedina pretpostavka je da je to oblik socijalne interakcije (Altobelli i sur. 2020).

Dokazano je da srodnike i životni prostor na kojem su oni boravili, prepoznaju putem kemijskih tragova. Uočeno je ponovno pojavljivanje parova tijekom duljeg vremenskog razdoblja (Ramírez, 2017).

Koristeći okvir socijalne mreže za analizu socijalne strukture *L. hamiltoni* s naglaskom na mjesta gdje pronalaze sklonište, ustanovljeno je da ova vrsta žaba ne samo da bira skloništa u kojima su srodnici, nego bira i jedinke s kojima će provesti vrijeme u zaklonu. Analizom je uočeno kako jedinke preferiraju ili diskriminiraju određene pojedince te prema njihovoj prisutnosti ili odsutnosti biraju mjesta za zaklon.

Ove žabe pokazuju privrženost mjestu kroz vremenski period od više godina, a njihov životni prostor nije širi od 25-30 m² te u njemu imaju društvene interakcije s istim, prethodno odabranim pojedincima (Lamb i sur., 2021). Unutar svog životnog prostora prosječno pomiču centar aktivnosti za 1.3 m po desetljeću (Altobelli i sur. 2020).



Slika 4. Primjer položaja u kojoj *L. hamiltoni* boravi u zaklonu na drugoj jedinci (preuzeto iz Lamb i sur., 2021).

4.2. Repaši, red Urodela

Ovaj se red sastoji od oko 560 vrsta iz 9 porodica (IUCN, 2017). Istražena je socijalnost kod samo 4 vrste iz porodica Plethodontidae, Salamandridae i Ambystomatidae (Kelleher i sur., 2018).

4.2.1. Crvenoleđni daždevnjak, *Plethodon cinereus*

Daždevnjaci imaju mogućnost prepoznavanja srodnika. To je dokazano kod vrste *Plethodon cinereus* na temelju opažanja kako se odrasle jedinke ponašaju prema mladima kad uđu u njihov teritorij. Mužjaci i ženke ostaju zajedno i izvan sezone parenja te se njihovi teritoriji međusobno prostorno preklapaju, dok je to rijedak slučaj za teritorije jedinki istog spola.

Parovi dopuštaju mladima da uđu u njihov teritorij u nepogodnim uvjetima u sezoni bez kiše, kad je niska mogućnost pronalaska hrane. Oba spola brane teritorije i nisu tolerantni prema drugim odraslim jedinkama (Jaeger i sur., 1995).

Dugotrajne veze između parova dovode do formiranja socijalne monogamije unutar ove vrste. Međutim, u slučaju *P. cinereus*, par je monogaman ako u blizini ne osjete miris druge jedinke koja prethodno nije sparena, tad se radi o poligamiji. Ako osjete da novopridošla jedinka na sebi nema miris partnera, spremne su izaći iz svog prvotnog partnerstva tj. privlači ih miris slobodne jedinke.

Ako osjete da novopridošla jedinka već ima svog partnera, neće im biti zanimljiva. Priroda veze ovisi i o kvaliteti teritorija. Ako uparena ženka živi na teritoriju s dovoljno hrane, za reproduktivni uspjeh joj više doprinosi monogamija nego poligamija. Zaključno, mužjaci i ženke u paru brane zajednički ili održavaju odvojene teritorije koji se preklapaju. U skladu s tim, većinski će formirati dugotrajne, monogamne asocijacije (Gillette i sur., 2000).

4.2.2. Iberski vodenjak, *Lissotriton boscai*

Lissotriton boscai je vrsta vodenjaka koja može, putem kemijskih signala svojih srodnika, procijeniti društveno okruženje i tako reagirati na potencijalnu konkurenciju ili mogućnost parenja. Teritorijalnost ove vrste nije zabilježena. Odrasle jedinke provedu cijelu godinu u vodi, osim tijekom estivacije, koju provedu na kopnu. Mužjaci i ženke različito reagiraju na podražaje okoline. Za mužjake su karakteristični agresivni sukobi tijekom sezone parenja, a za ženke kompeticija za hranu (Aragón, 2010).

Eksperiment Pedra Aragóna (2010) pokazao je kako jedinke *L. boscai* oba spola mogu razlučiti vlastiti ili miris srodnika od prostora bez mirisa. Nije pokazano da su značajno razlikovali vlastiti miris od mirisa srodnika. Najaktivniji su u okruženju u kojem ne osjete nikakav miris tj. kemijski podražaj iz okoline. U prisutnosti vlastitog mirisa ili mirisa srodnika pokazivali su nižu razinu aktivnosti.

Drugi Aragónov eksperiment (2000) pokazao je da mužjaci izbjegavaju područja bez mirisa, a preferiraju područja na kojima osjećaju vlastiti ili srodnikov miris. Miris ukazuje da je neko područje pogodno za život. Neovisno o spolu, uvijek je pozitivna korelacija u razini aktivnosti jedinki kad reagiraju na vlastiti miris i prostor bez mirisa. Kod mužjaka je pozitivna korelacija između podražaja na prostor bez mirisa i s mirisom srodnika, a kod ženki to nije slučaj (Aragón i sur., 2000).

To je dokaz da čimbenici u okolišu utječu na promjenu ponašanja jedinki kod iberskog vodenjaka, ali i postojanja razlika u aktivnosti životinja u odnosu na društvene promjene ovisno o spolu (Aragón, 2010).

5. Zaključak

Cilj ovog pregleda društvene organizacije gmazova i vodozemaca bio je prikazati kako ove, naizgled, samotne životinje funkcioniraju u društvenim interakcijama. Mnogo je teže uočiti i proučavati društvene interakcije i socijalnost kod gmazova i vodozemaca nego kod primjerice sisavaca ili ptica, jer nisu toliko pristupačni, ali kod njih socijalnost svakako postoji. U istraživanjima socijalnosti gmazova i vodozemaca su se koristile metode socijalnih mreža, kao kod Hamiltonove žabe, *Leiopelma hamiltoni* i AI indeksi kod čegrtuša, *Crotalus spp.* Nisam našla informaciju da se u ovim istraživanjima koristilo Wilsonovih 10 kvaliteta, a smatram da je to vrlo temeljita i razrađena metoda za kategoriziranje socijalnosti te da bi bila korisna u istraživanjima socijalnosti gmazova i vodozemaca.

Gmazovi i vodozemci pokazuju odlike socijalnosti, od najjednostavnijih interakcija između dvije jedinke do kompleksnijih društvenih ustrojstava kao što su proširene obiteljske grupe kod roda *Egernia*. Socijalnost nije univerzalna za sve oblike života, pa prema tome ne možemo generalizirati pojam prave socijalnosti jer ona treba biti prilagođena promatranoj skupini.

6. Literatura

Altobelli, J., Cornwell, T., Lamar, S., Bell, B., Bishop, P. (2020): *Leiopelma hamiltoni* (Hamilton's Frog): conspecific associations observed across eight years. *Herpetological Review*, 51(4):819–821.

Amarello, M., Smith, J., Slone, J. (2011): Family values: Maternal care in rattlesnakes is more than mere attendance. *Nature Precedings*. <https://doi.org/10.1038/npre.2011.6671.1>

Aragón, P. (2010): The response to the social environment reveals sex-dependent behavioural syndromes in the Bosca's newt (*Lissotriton boscai*). *Journal of Ethology*, 79–83, 29 (1).

Aragón, P., López, P., Martín, J. (2000): Conspecific chemical cues influence pond selection of male newts *Triturus boscai*. *Copeia*, 2000 (3), 874–878.

Balavand, A. (2022): Crocodile Hunting Strategy (CHS): A comparative study using benchmark functions. *Iranian Journal of Numerical Analysis and Optimization*, 12(2), 397–425.

- Baxter, C. M., Barnett, R., Dukas, R. (2015): Aggression, mate guarding and fitness in male fruit flies. *Animal Behaviour*, 109, 235-241.
- Brask, J. B., Ellis, S., Croft, D. P. (2021): Animal social networks: An introduction for complex systems scientists. *Journal of Complex Networks*, 00, 1–19.
- Brattstrom, B. H. (1974): The Evolution of Reptilian Social Behavior. *American Zoologist*, 35–49, 14 (1).
- Bushar, L. M., Reinert, H. K., & Gelbert, L. (1998): Genetic Variation and Gene Flow within and between Local Populations of the Timber Rattlesnake, *Crotalus horridus*. *Copeia*, 1998(2), 411–422.
- Carl, N., Darlington, J. (2017): Extended Parental Care in Broad-Snouted Caiman, *Caiman latirostris* (Daudin, 1801) (Crocodylia, Alligatoridae). *Herpetology Notes*, 10:127-129.
- Chapman, T. L., Holcomb, M. P., Spivey, K. L., Sehr, E. K., Gall, B. G. (2014): A test of local enhancement in Amphibians. *Ethology*, 308-314, 121(3).
- Chapple, D. G. (2003): ECOLOGY, LIFE-HISTORY, AND BEHAVIOR IN THE AUSTRALIAN SCINCID GENUS EGERNIA, WITH COMMENTS ON THE EVOLUTION OF COMPLEX SOCIALITY IN LIZARDS. *Herpetological Monographs*, 17 (1): 145–180.
- Chapple, D. G., Keogh, J. S. (2005): Group Structure and Stability in Social Aggregations of White's Skink, *Egernia whitii*. *Ethology*, 112(3):247 – 257.
- Clark R. W. (2004): Kin recognition in rattlesnakes. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 271(SUPPL. 4).
- Clark, R. W., Brown, W. S., Stechert, R., Greene, H. W. (2012): Cryptic sociality in rattlesnakes (*Crotalus horridus*) detected by kinship analysis. *Biology letters*, 8(4), 523–525.
- Clark, R. W. (2021): Book Review: The Secret Social Lives of Reptiles. *Herpetological Bulletin*, 47-48, (158, Winter 2021).
- Cote, J., Dreiss, A., & Clobert, J. (2008). Social personality trait and fitness. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 275(1653), 2851-2858.
- Davis, K. M. (2009): "Sociality, Cognition and Social Learning in Turtles (Emydidae)." PhD diss., University of Tennessee.

Doody, J. S., Burghardt, G. M., Dinets, V. (2013): Breaking the social–non-social dichotomy: a role for reptiles in vertebrate social behavior research?, *Ethology* 95-103, 119(2).

Farine, D. R., Sheldon, B. C. (2015): Selection for territory acquisition is modulated by social network structure in a wild songbird. *Journal of Evolutionary Biology*, 28(3), 547–556.

Gillette, J., Jaeger, R., Peterson, M. (2000): Social monogamy in a territorial salamander. *Animal Behaviour*, 1241-1250, 59(6).

Gojak, T. (2020): Socijabilnost u zatočeništvu populacija primorske gušterice, *Podarcis siculus* (Rafinesque, 1810), s otočića Pod Kopište i Pod Mrčaru. Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb

Gregory, P. T. (1984): Communal denning in snakes. *Vertebrate Ecology and Systematics* Pp. 57-76 In Seigel, R. A., Hunt, L. E., Knight, J. L., Malaret, L., Zuschlag, N. L. (Eds.).

Halliwell, B., Uller, T., Holland, B.R. While, G. M. (2017): Live bearing promotes the evolution of sociality in reptiles. *Nature Communications*, 8(1), 2030.

Holomuzki, J. R. (1986): Predator avoidance and diel patterns of microhabitat use by larval tiger salamanders. *Ecology*, 67, 737—748.

ipernity (2020): Cahill’s Crossing welcoming committee.

<https://www.ipernity.com/doc/tigerlily5141/50923352> (pristupljeno 1.9.2024.)

IUCN (2017) Table 4a, Red List Category summary for all animal classes and orders. IUCN redlist of threatened species version 2017.3 <http://www.iucnredlist.org> (pristupljeno 29.07.2024.)

Jaeger, R.G., Wicknick, J.A., Griffis, M.R., Anthony, C.D. (1995): Socioecology of a terrestrial salamander: juveniles enter adult territories during stressful foraging periods. Harvard University. <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/1995Ecol...76..533J/abstract> (pristupljeno 30.07.2024.)

Kappeler, P. M. (2018): A framework for studying social complexity. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 73, 13. <https://doi.org/10.1007/s00265-018-2601-8>

Kelleher, S., Silla, A., Byrne, P. (2018): Animal personality and behavioral syndromes in amphibians: a review of the evidence, experimental approaches, and implications for conservation. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 72(5).

- Koenig, W. , Dickinson, J. (2018): Animal social behaviour. Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/topic/animal-social-behaviour> (pristupljeno 25.07.2024.)
- Koski, S. E., Burkart, J. M. (2015): Common marmosets show social plasticity and group-level similarity in personality. *Scientific reports*, 5, 8878.
- Krause, J., Ruxton, G. D. (2002): *Living in groups*. Oxford University Press.
- Lamb, S. D., Altobelli, J. T., Easton, L. J., Godfrey, S. S., Bishop, P. J. (2021): Captive Hamilton's frog (*Leiopelma hamiltoni*) associates non-randomly under retreat sites: preliminary insights into their social networks. *New Zealand Journal of Zoology*, 236-251, 49(3).
- Pisor, A., Surbeck, M. (2019): The evolution of intergroup tolerance in nonhuman primates and humans. *Evolutionary Anthropology*, 210-223, 28(4).
- Prox, L., & Farine, D. (2019): A framework for conceptualizing dimensions of social organization in mammals. *Ecology and evolution*, 10(2), 791–807.
- Ramírez, P. (2017): Behavioural patterns of two native *Leiopelma* frogs and implications for their conservation (Version 1). Open Access Te Herenga Waka-Victoria University of Wellington.
- Silk, J. B. (2007): The adaptive value of sociality in mammalian groups. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 362 (1480), 539–559.
- Šupljika, J. (2021): Utjecaj socijalnog kontakta na socijabilnost guštera *Podarcis siculus* uzgojenih u zatočeništvu. Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb
- Urszán, T. J., Garamszegi, L. Z., Nagy, G., Hettyey, A., Török, J., & Herczeg, G. (2015): No personality without experience? A test on *Rana dalmatina* tadpoles. *Ecology and evolution*, 5(24), 5847–5856.
- Vliet, K. A. (1989): Social displays of the American alligator. *Integrative and Comparative Biology*. 29, 1019-1031.
- Wilson, A., Krause, J. (2012): Personality and metamorphosis: Is behavioral variation consistent across ontogenetic niche shifts?. *Behavioral Ecology*, 1316-1323, 23(6).
- While, G. M., Uller, T., Wapstra E. (2009): Family conflict and the evolution of sociality in reptiles, *Behavioral Ecology*, 245–250, 20(2).

Whitehead, H. (2009): SOCPROG programs: Analysing animal social structures. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 63(5), 765–778.

Yeager, C. P., Burghardt, G. M. (1991): Effect of food competition on aggregation: evidence for social recognition in the plains garter snake (*Thamnophis radix*). *Journal of Comparative Psychology*, 380-386, 105 (4).

8. Životopis

Moje ime je Lucija Žaja. Rođena sam 17. veljače 2002. godine u Zagrebu. Završila sam Osnovnu školu Špansko Oranice te 2016. godine upisala Gimnaziju Tituša Brezovačkog u Zagrebu. Nakon završene srednje škole, 2020. godine upisujem prijediplomski studij Znanosti o okolišu na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu u Zagrebu koji završavam 2024. godine sa završnim radom „Grupacije, zajednice i socijalnost gmazova i vodozemaca“ pod mentorstvom izv. prof. dr. sc. Duje Lisičića.