

# Utjecaj vuka (*Canis lupus*) na prisutnost čaglja (*Canis aureus*) u Hrvatskoj

---

**Kusak, Pavao**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2025**

*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:217:690196>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-01**



*Repository / Repozitorij:*

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



Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Biološki odsjek

Pavao Kusak

**Utjecaj vuka (*Canis lupus*) na prisutnost  
čaglja (*Canis aureus*) u Hrvatskoj**

Diplomski rad

Zagreb, 2025.

Ovaj rad je izrađen na Zoologijskom zavodu Biološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, pod mentorstvom prof. dr. sc. Perice Mustafića. Rad je predan na ocjenu Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu radi stjecanja zvanja magistar struke znanosti o okolišu (mag. oecol.).

# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

---

Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Biološki odsjek

Diplomski rad

## Utjecaj vuka (*Canis lupus*) na prisutnost čaglja (*Canis aureus*) u Hrvatskoj

Pavao Kusak

Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

*Sažetak:* Širenje čaglja kontinentalnom Europom i nastanjivanje u područjima na kojima obitava vuk, postavlja pitanje kako čagalj opstaje uz vuka, većeg pripadnika roda unutar kojeg postoji i kompeticija i interspecijska agresija. Pojavljivanje vukova i čagljeva na istim mjestima bilježeno je razdoblju od 01.04.2021. do 30.03.2022 s 39 automatskih kamera na području Plitvica i 35 na području Knina. Prikupljeno je 563 opažanja vukova i 857 opažanja čagljeva. Učestalost vukova bila je podjednaka u odabranim dijelovima alpinske i mediteranske biogeografske regije, a čagljeva bila je 56 puta veća u mediteranskoj regiji u odnosu na alpsku regiju. Učestalost čagljeva bila je četiri puta veća od učestalosti vukova u dijelu mediteranske regije, a 23.3 puta manja u alpskoj regiji. U mediteranskoj i alpskoj regiji vukovi i čagljevi bili su općenito noćno aktivni, što ukazuje na općenito izbjegavanje čovjeka. Tijekom razdoblja brloženja, vukovi u mediteranskoj regiji su bili aktivni noću i u sumrak, a u alpskoj tijekom dana i sumraka. Regionalne razlike u sezonskoj aktivnosti posljedica su različitih obrazaca i tipova ljudskih aktivnosti. Veći pritisak čovjeka u području mediteranske regije sužava vremensku nišu vuka na noćno razdoblje, a manji pritisak u području alpske regije omogućava aktivnost vuka ravnomjernije raspoređenu tijekom svih doba dana. Čagalj u mediteranskoj regiji izbjegava prvenstveno čovjeka tako da je aktivan noću, a onda izbjegava i vuka smanjujući aktivnost kada je vuk najaktivniji. Čagalj u alpskoj regiji upražnjava svoje životne potrebe tijekom kraćih i intenzivnijih razdoblja aktivnosti tijekom noći, ali i dana.

Ključne riječi: Canidae, oslobađanje mezopredatora, automatske kamere, aktivnost, relativna učestalost pojavljivanja, kompeticija

(42 stranice, 23 slike, 5 tablica, 86 literaturnih navoda, jezik izvornika: hrvatski)

Rad je pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici

Mentor: prof. dr. sc. Perica Mustafić

Ocjenitelji: prof. dr. sc. Davor Zanella

prof. dr. sc. Nenad Buzjak

izv. prof. dr. sc. Kristina Pikelj

Rad prihvaćen: 06.02.2024.

# BASIC DOCUMENTATION CARD

---

University of Zagreb  
Faculty of Science  
Department of Biology  
thesis

Master

## The impact of wolf (*Canis lupus*) on the presence of jackals (*Canis aureus*) in Croatia

Pavao Kusak

Rooseveltova trg 6, 10000 Zagreb, Croatia

*Abstract:* The expansion of the jackal in continental Europe and its establishment in areas inhabited by wolves raises the question of how the jackal can survive alongside the wolf, a larger member of the genus in which there is both competition and interspecific aggression. The occurrence of wolves and jackals in the same locations was recorded from 01.04.2021 to 30.03.2022 with 39 and 35 automatic cameras in the Plitvice and Knin areas, respectively. 563 wolf observations and 857 jackal observations were collected. The frequency of wolves was equal in selected parts of the Alpine and Mediterranean biogeographical regions, and the frequency of jackals was 56 times higher in the Mediterranean region than in the Alpine region. The frequency of jackals was four times higher than that of wolves in the Mediterranean region and 23.3 times lower in the Alpine region. In the Mediterranean and Alpine regions, wolves and jackals were generally active at night, suggesting that they generally avoid humans. During the denning period, wolves in the Mediterranean region were active at night and dusk, and during the day and at dusk in the Alpine region. The regional differences in seasonal activity were the result of different patterns and types of human activity. The higher human pressure in the Mediterranean region restricts the wolf's temporal niche to the night, while the lower human pressure in the Alpine region allows a more even distribution of wolf activity throughout the day. The jackal in the Mediterranean region avoids humans primarily by being active at night and then avoids the wolf by reducing its activity when the wolf is most active. The jackal in the Alpine region performs its vital functions during shorter and more intense periods of activity at night and during the day.

Keywords: canids, mesopredator release, camera traps, activity, relative frequency of occurrence, competition

(42 pages, 23 figures, 5 tables, 86 references, original in: croatian)

Thesis is deposited in Central Biological Library.

Mentor: prof. dr. sc. Perica Mustafić

Reviewers: prof. dr. sc. Davor Zanella, prof. dr. sc. Nenad Buzjak, izv. prof. dr. sc. Kristina Pikelj

Thesis accepted: 06.02.2025.

# Sadržaj

1. Uvod .....	1
1.1. Porodica Canidae .....	1
1.1.1. Klasifikacija i taksonomija porodice Canidae .....	1
1.1.2. Biologija porodice Canidae .....	2
1.2. Sivi vuk .....	4
1.2.1. Biologija vuka .....	4
1.2.2. Ekologija vuka .....	5
1.2.3. Rasprostranjenost i veličine teritorija vuka .....	8
1.2.4. Ugroženost i zaštita vuka .....	9
1.3. Zlatni čagalj .....	10
1.3.1. Biologija čaglja.....	10
1.3.2. Ekologija čaglja .....	11
1.3.3. Rasprostranjenost čaglja .....	12
1.3.4. Ugroženost i zaštita čaglja.....	14
1.4. Teorija oslobađanja mezopredatora.....	14
2. Svrha i ciljevi istraživanja .....	16
2.1. Svrha istraživanja.....	16
2.2. Hipoteza .....	16
2.3. Ciljevi istraživanja: .....	16
3. Materijal i metode .....	17
3.1 Područje istraživanja .....	17
3.1.1. Biogeografske regije i istraživana područja .....	17
3.1.2. Metode .....	18
4. Rezultati.....	23
4.1. Učestalosti pojavljivanja vuka i čaglja .....	23
4.2. Obrasci pojavljivanja i aktivnosti vuka i čaglja .....	23
4.2.1. Vuk .....	23
4.2.2. Čagalj .....	24
4.2.3. Usporedba aktivnosti vuka i čaglja.....	25
5. Rasprava.....	28
6. Zaključci .....	32
7. Literatura.....	32
8. Životopis .....	39

# 1. Uvod

## 1.1. Porodica Canidae

Psi (Canidae) su porodica unutar reda zvijeri (Carnivora), razreda sisavci (Mammalia). Oni su kopnene životinje, jedna od najšire rasprostranjenih skupina sisavaca, prisutni su na svim kontinentima osim Antarktike. Većinom su društvene životinje koje žive uglavnom u obiteljskim skupinama. Hrane se većinski predacijom na drugim sisavcima, ali mogu se hraniti i beskralježnjacima, strvinom i biljnom tvari (Castelló, 2018).

### 1.1.1. Klasifikacija i taksonomija porodice Canidae

Porodica Canidae je jedna od 16 postojećih porodica u monofiletičkom redu Carnivora (zvijeri). Zvijeri su podijeljene na dva podreda, Caniformia (psolike zvijeri) i Feliformia (mačkolike zvijeri). U podredu Caniformia, infraredu Canoidea, porodici Canidae na početku 21. stoljeća prepoznato je 39 vrsta, od čega u rodu *Canis* ima sedam vrsta, uključujući: sivi vuk (*Canis lupus* Linnaeus, 1758), zlatni čagalj (*Canis aureus* Linnaeus, 1758), kojot (*Canis latrans* Say, 1823), sjevernoafrički zlatni vuk (*Canis lupaster* Hemprich i Ehrenberg, 1832), istočni vuk (*Canis lycaon* Schreber, 1775), crevni vuk (*Canis rufus* Audubon i Bachman, 1851) i etiopski vuk (*Canis simensis* Ruppell, 1840) (Wilson i Mittermeier, 2009; Castelló, 2018).

Porodica Canidae dijeli se dalje na tri potporodice, živuću potporodicu Caninae i izumrle potporodice Borophaginae i Hesperocyoninae (Wang, Tedford, Van Valkenburgh i Wayne, 2004). Porodica Canidae je relativno genetički slična, stoga podjele unutar porodice nisu vrlo jasne. Prema većini molekularnih studija, porodica se može podijeliti na četiri skupine: kanidi nalik vuku, kanidi nalik crvenoj lisici, Južnoamerički kanidi te kanidi nalik sivoj lisici (Castelló, 2018). Za razliku od većine ostalih porodica Carnivora, u porodici Canidae broj kromosoma i njihova struktura izrazito varira između vrsta, od 36 u crvene lisice do 78 u vukova, čagljeva i kojota (Castelló, 2018).

Taksonomija unutar porodice Canidae relativno je kontroverzna. Mnoge od starijih podjela vrsta dovedene su u pitanje novijim molekularnim i genetskim istraživanjima, što dovodi do potrebe za ponovna preispitivanja podjela vrsta (Castelló, 2018). Populacije zlatnog čaglja u Euroaziji i Africi prepoznate su kao dvije monofiletske linije koje su se razdvojile pred jedan milijun godina, stoga se mogu smatrati kao dvije različite vrste (Urios Moliner i sur., 2016). Himalajski i indijski vuk, dvije ugrožene populacije vuka u Indiji i na Himalajama, prepoznate su kao dovoljno genetički odvojene od drugih populacija vukova da bi se mogle smatrati novim vrstama (Aggarwal i sur. 2007). Također veliki problem stvara klasifikacija podvrsta. S obzirom da kanidi mogu prijeći velike udaljenosti i dobro su prilagodljivi za veliki raspon staništa, razmjena gena može dovesti do manje genetske diferencijacije čak i između udaljenijih populacija (Castelló, 2018). Mnoge od podvrsta bile su davno određene i bazirane većinom na pojedinačnim uzorcima, koje ne prikazuju stvarno stanje podvrsta i populacija, koje su se od tada mogle promijeniti putem (Castelló, 2018).

Specifičnost evolucije porodice Canidae te najveći problem pri očuvanju genetskog integriteta vrsta unutar porodice jest hibridizacija, koja je mnogo više prisutna nego u bilo kojoj drugoj porodici u redu Carnivora (Castelló, 2018). Gotovo sve vrste roda *Canis* mogu se križati i dati plodno potomstvo, daljnje komplicirajući taksonomske podjele unutar porodice (Castelló, 2018).

### 1.1.2. Biologija porodice Canidae

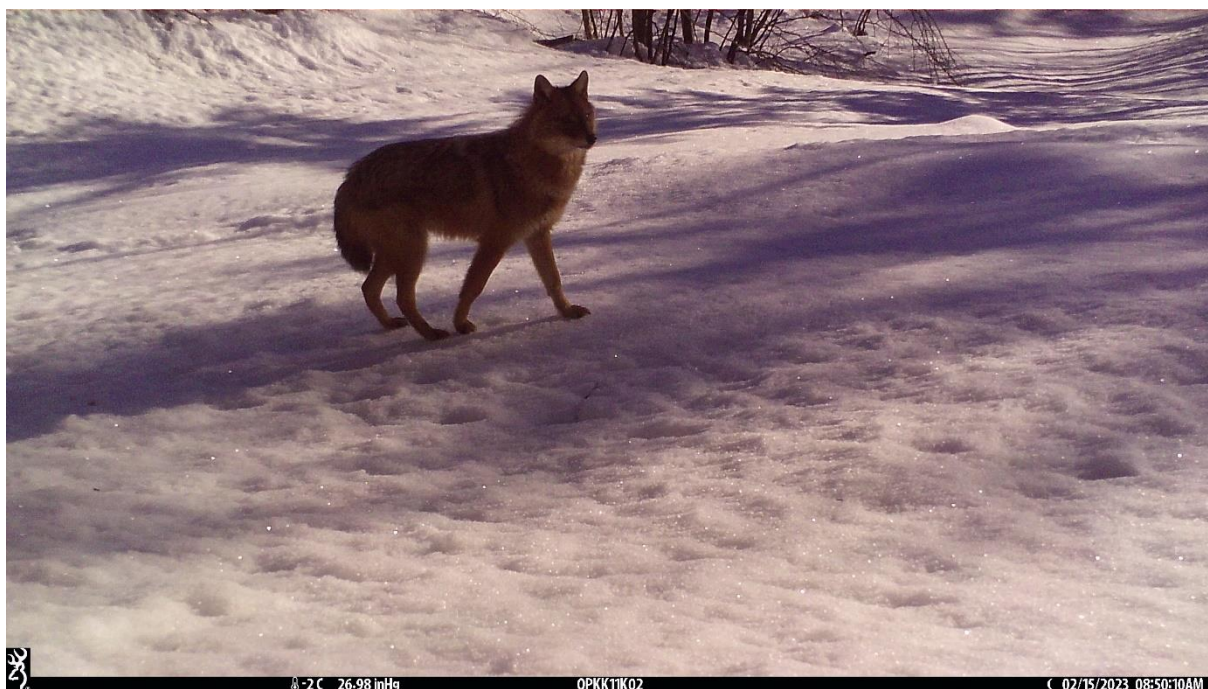
Veličine tijela variraju unutar porodice, u rasponu od 160 cm i 80 kg kod sivog vuka (*Canis lupus*) do 24 cm i manje od 1 kg kod pustinjske lisice (*Vulpes zerda* Zimmerman, 1780). Varijacije u veličini tijela sisavaca i asimptotske maksimalne veličine, veće su u produktivnijim porodicama koje brže prolaze kroz svoje životne stadije i dosežu svoji maksimalni tjelesni potencijal (npr. kitovi usani) u odnosu na manje produktivne porodice (npr. primati) (Okie i sur., 2013), a ovise i o međudjelovanju klime, urbanizacije i ekoloških čimbenika gdje u manje prikladnim staništima ili ekosustavima je lakše uzdržavati manju tjelesnu masu (Hantak i sur., 2021).

Općeniti oblik tijela u pasa je sličan, s dugačkim njuškama i zubima sposobnim za komadanje mesa i drobljenje kostiju, uspravnim uškama, laganim tijelima i dugačkim nogama sposobnim za dugi hod radi traženja hrane i trčanja za plijenom, te čupavim repovima (Heptner i sur., 1998). Spolni dimorfizam uglavnom nije prisutan, a kad postoji, tada je neznatan, sa ženkama manjim od mužjaka (Castelló, 2018). Tijelo im je pokriveno kratkim krznom, čija gustoća i debljina ovise o klimi i godišnjem dobu (Slika 1, Slika 2). Boja krzna varira, uglavnom je sivo ili smeđe, ali bijela i crna obojenja su također prisutna. Svjetlija obojenja su česta kod pustinjskih i arktičkih kanida. Većina vrsta ima jednolično obojena krzna, no točkasta i prugasta obojenja su prisutna. Ventralna strana uglavnom je svjetlije obojena od dorzalne. Rep im je uglavnom čupav, s crnim ili bijelim obojenjem na vrhu (Heptner i sur., 1998). Melanizam, koji proizvodi crna i tamno smeđa obojenja, često je prisutan u kombinaciji s bijelim obojenjem na prsima i šapama te je češće prisutan kod sjevernoameričkih kanida u usporedbi s populacijama u Europi i Aziji. Albinizam i leucizam su rijetko prisutni izvan snježnih regija, jer ne donose nikakvu adaptivnu prilagodbu, pa se stoga ne očuvaju u prirodnim populacijama. Većina kanida se linja nekoliko puta godišnje, najprimjetnije u proljeću kada otpada staro zimsko krzno (Castelló, 2018).





*Slika 1: Izgled tijela i krzna čaglja tijekom ljeta. Snimljeno u Dalmaciji, okolica Knina, 04.08.2021.*



*Slika 2: Izgled tijela i krzna čaglja tijekom zime. Snimljeno u Gorskom kotaru 15.02.2023.*

Građa kostura je dosljedna unutar porodice, što ukazuje na vrlo male razlike u općenitom načinu života. Većina vrsta u porodici pasa ima 42 zuba u zubalu, koji su specijalizirani za prehranu mesom. Lubanja im je uska i izdužena te sadrži tri osobine uobičajene za kanide: veliku entotimpanijsku bulu (okruglu kost koja nosi bubnjić), karotidne arterije bliže mozgu u usporedbi s drugim sisavcima i karakterističnim zubalom sa zubima deračima (specijalizirani četvrti gornji pretkutnjak i prvi donji kutnjak) (Heptner i sur., 1998). U mladunčadi kutnjaci nisu prisutni. Kralježnica im se sastoji od 7 vratnih, 13 do 14 prsnih, 6 do 8 slabinskih i 3 do 4 križna kralješka. U repu je prisutna najveća varijacija broja kralježaka, s 14 do 23 kralješka, što čini dugački rep koji pomaže u održavanju ravnoteže pri trčanju. Prsni koš im je velik, a prsna kost nije u potpunosti okoštala, što omogućuje širenje pri disanju. U mužjaka prisutna je kost u penisu zvana *baculum*. Kanidi su digitigradi, s četiri funkcionalna prsta na svakom udu. Dva srednja prsta puno su veća i razvijenija od ostalih, a u većine vrsta prisutan je i peti zakržljali prst s jastučićem i kandžom na prednjim udovima, koji se nalazi povišenije na udu od ostatka prstiju. Udovi su tanki i vitki, prilagođeni za trčanje. Za razliku od većine pripadnika porodice mačaka (Felidae), nisu sposobni uvući pandže. Palčana i lakatna kost u prednjim udovima su zaključane i nisu sposobne okretanju. Skifoidna i lunarna kost u zapešću su sraštene (Castelló, 2018).

## 1.2. Sivi vuk

Sivi vuk (*Canis lupus*) najveći je pripadnik porodice Canidae. Aktivni je predator koji se hrani pretežito plijenom koji je sam uhvatio. Živi u obiteljskim skupinama zvanim čopori. Najšire je rasprostranjen od svih kopnenih sisavaca, sposoban za prilagodbu na život u širokom rasponu staništa (Mech i Boitani, 2003).

U Sjevernoj Americi trenutno su prihvaćene četiri podvrste vuka: arktički vuk (*Canis lupus arctos*), nizinski vuk (*Canis lupus nubilus*), sjeverozapadni vuk (*Canis lupus occidentalis*) i meksički vuk (*Canis lupus baileyi*). U Euroaziji prisutne podvrste su euroazijski vuk (*Canis lupus lupus*), vuk tundre (*Canis lupus albus*), iberijski vuk (*Canis lupus signatus*), talijanski vuk (*Canis lupus italicus*), tibetanski i himalajski vuk (*Canis lupus chanco*), perzijski i indijski vuk (*Canis lupus pallipes*) i arapski vuk (*Canis lupus arabs*). Uz navedene podvrste, domaći pas (*Canis lupus familiaris*) smatra se podvrstom vuka. Također, australski dingo i novogvinejski pjevajući pas smatraju se divljim populacijama domaćeg psa koje su unesene od strane prapovijesnih ljudi, te trenutno postoji neslaganje u njihovoj klasifikaciji, bilo kao pojedinačne vrste (*Canis dingo* i *Canis lupus hallstromi/Canis hallstromi*) ili kao podvrste vuka ili kao divlje pasmine domaćeg psa (Koler-Matznick i sur., 2003, Castelló, 2018).

### 1.2.1. Biologija vuka

Veličina tijela kreće se u rasponu od 105 do 160 cm, s duljinom repa od 51 do 64 cm i visinom od 71 do 85 cm, te masom tijela od 32 do 80 kg (Castelló, 2018; Ciucci i sur., 2024). Boja krzna im je uglavnom siva ili smeđa, s bjelim obojenjem na grlu. Crna i bijela obojenja su rijetka, najčešće se pojavljuju kao rezultat hibridizacije s domaćim psom (*Canis lupus familiaris* Linneaus, 1758.). Krzno mijenjaju s godišnjim dobom, zimsko krzno je gusto s kratkim podkrznom i dugim zaštitnim krznom. Imaju veliku glavu s dugačkom, ali tupom njuškom, jakom čeljusti i širokim čelom (Ciucci i sur., 2024). Uši su im trokutaste i relativno male te okrenute unaprijed. Oči su im žute ili zelene. Imaju veliki, krzneni rep koji visi s trtice. Mužjaci su malo veći od ženki (Castelló, 2018). Zubna formula zubala je  $3/3-1/1-4/4-2/3=42$  (Mech i Boitani, 2004).

Pare se u siječnju i veljači, a skotnost traje 63 dana, sa štenjenjem u travnju i svibnju. Ošteni se 5 do 6 štenaca po leglu (Castelló, 2018). Štenci pri porodu imaju od 300 do 500 g tjelesne mase i rađaju se gluhi i slijepi. Oči im se otvaraju nakon 10 do 14 dana starosti. Štenci prolaze kroz tri razdoblja rasta: razdoblje najvećeg rasta (0-14 tjedana, rast 1.2 kg/tjednu u ženki i 1.5 kg/tjednu u mužjaka), razdoblje ubrzanog rasta (15-27 tjedana, 0.6 kg/tjednu i u ženki i u mužjaka), (Slika 3) i razdoblje sporog rasta (28-51 tjedan, 0.03 kg/tjednu u ženki i 0.2 kg/tjednu u mužjaka). Rast prestaje s 12 do 14 mjeseci, kada dolazi do spajanja dijelova palčane i lakatne kosti. Trajni zubi zamjenjuju mliječne s 6 do 7 mjeseci starosti. Spolnu zrelost dosežu s 22 mjeseca starosti (Packard, 2003). Mogu doživjeti prosječno 6 godina starosti u divljini i 15 u zatočeništvu (Castelló, 2018).



*Slika 3: Izgled štenca vuka u dobi od oko pet mjeseci.*

### 1.2.2. Ekologija vuka

Vukovi su društvene životinje koje formiraju obiteljske skupine zvane čopori. Čopor se sastoji od reproduktivnog para i njihovog potomstva. Reproductivni par ne mora nužno sadržavati samo dvije jedinke, moguće su i kombinacije dva mužjaka i jedne ženke ili dvije ženke i jedan mužjak (Mech i Boitani, 2003). Čopori sastavljeni od samo jednog reproduktivnog vuka također su mogući, ali rijetki i privremeni, jer traju samo dok si reproduktivni član ne nađe partnera. Osim reproduktivnog para, čopor čini i njihovo potomstvo, koje može ostati s roditeljskim čoporom od 10 do 54 mjeseca prije nego što ga napušta radi formiranja vlastitog čopora (Mech i Boitani, 2003) (Slika 4).



*Slika 4: Odrasli i mladi (u prvoj godini života) vuk tijekom ljeta, snimljeno u području NP Plitvička jezera.*

Kako je osnova svakog čopora reproduktivni par, tako vukovi koriste razne strategije pri formiranju čopora. Vukovi su teritorijalne životinje čiji čopori se rijetko preklapaju, stoga pri formiranju novog čopora ili traženju partnera jedinke moraju ili naći prazan prostor s dovoljnim izvorima hrane ili pokušati pronaći mjesto u postojećem čoporu. To mogu učiniti čekajući da se otvori mjesto za parenje ili u roditeljskom ili u susjednom čoporu; postavljajući se kao dodatna jedinica za parenje u čoporu; preuzimajući reproduktivnu ulogu od trenutne reproduktivne jedinke ili otimanjem postojećeg teritorija od drugih čopora (Mech i Boitani, 2003) (Slika 5).



Slika 5: Čopora vukova tijekom zime. Snimljeno u području NP Plitvička jezera 2017. godine.

Veličina čopora ovisi o dostupnosti plijena i učinkovitosti lova (Mech i Boitani, 2003). Na područjima gdje su prisutne populacije velikih parnoprstasa, te ponekad i neparnoprstaša, prisutni su i veliki čopori koji ih love. Na prostorima gdje su glavni izvori hrane ljudski otpadci i manje životinje, čopori su manji (Mech i Boitani, 2003). Veličine čopora ovise i o ljudskim utjecajima koji mogu ograničiti njihov rast, no općenito se pokazuje trend da prisutnost većeg plijena dovodi do nastanka većih čopora (Mech i Boitani, 2003). Također, u dovoljnoj prisutnosti plijena, moguće je prehranjivati i jedinke koje nužno ne sudjeluju u lovu, poput slabije iskusnih, godinu dana starih mladunaca. U slučaju dovoljne prisutnosti plijena, mladunci nisu protjerani iz čopora čim postanu spolno zreli i sposobni za lov, već češće ostaju s roditeljskim čoporom, gdje onda znaju paziti na nova legla i ponašati se kao dadilje za novorođene štence (Mech i Boitani, 2003).

Vukovi se hrane plijenom koji sami uhvate, a najviše hvataju najlakše uhvatljiv plijen (Mech, 1970; Mech i sur., 2015). Plijen europskog sivog vuka može biti crveni jelen (*Cervus elaphus* Linnaeus, 1758), srna (*Capreolus capreolus* Linnaeus, 1758), divlja svinja (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758), domaće životinje, zečevi (*Lepus* sp.), miševi (*Mus* sp.), ali se mogu hraniti i strvinom, ribom, vodozemcima, gmazovima, beskralježnjacima te voćem i bobicama (Mech i Boitani, 2004). Također mogu se hraniti i ljudskim otpadom, u prostorima s nedostatkom plijena i jačim ljudskim utjecajem (Mech i Boitani, 2003; Octenjak i sur., 2020; Trbojević i sur., 2020). U Sjevernoj Americi kao plijen su im dostupni i losovi (*Alces alces* Linnaeus, 1758), bjelorepi jeleni (*Odocoileus virginianus* Zimmerman, 1780), američki bizoni (*Bison bison* Linnaeus, 1758) i sobovi (*Rangifer tarandus* Linnaeus, 1758) (Peterson i Ciucci, 2003).

U lovu hvataju uglavnom najlakše uhvatljive jedinke, mladunčad, starije jedinke, bolesne ili ozlijeđene. S obzirom da, kao i svi ostali kanidi, nemaju posebno specijalizirana zubala za hvatanje plijena, u lovu nastoje iscrpiti plijen, uglavnom napadajući noge i pozadinu. Nakon uhvaćenog ulova odmah kreću s hranjenjem, kako bi izbjegli krađu od strane raznih strvinara. Uglavnom se prvo hrani reproduktivni par, a onda ostali članovi čopora (Mech i sur, 2015). Mogu se hraniti na istom ulovu u nekoliko navrata, vraćajući se na isti ulov u intervalima (Peterson i Ciucci, 2003). U zimi u hladnijim područjima tako ostavljene smrznute strvine čine važan izvor hrane. Također znaju i sakrivati dijelove ulova za kasnije u dobro sakrivenim skladištima (Mech, 1970). Ponekad se znaju i prejedati na ulovu, a onda živjeti dulja razdoblja bez hrane, vjerojatno preživljavajući i nekoliko tjedana bez ili s minimalnom hranom (Peterson i Ciucci, 2003). Štenci koji su odviknuti od majčinog mlijeka hrane se hranom koju odrasle jedinke povrate za njih (Mech i sur, 1999). Samostalni vukovi često preživljavaju na strvinama tuđih ulova (Peterson i Ciucci, 2003).

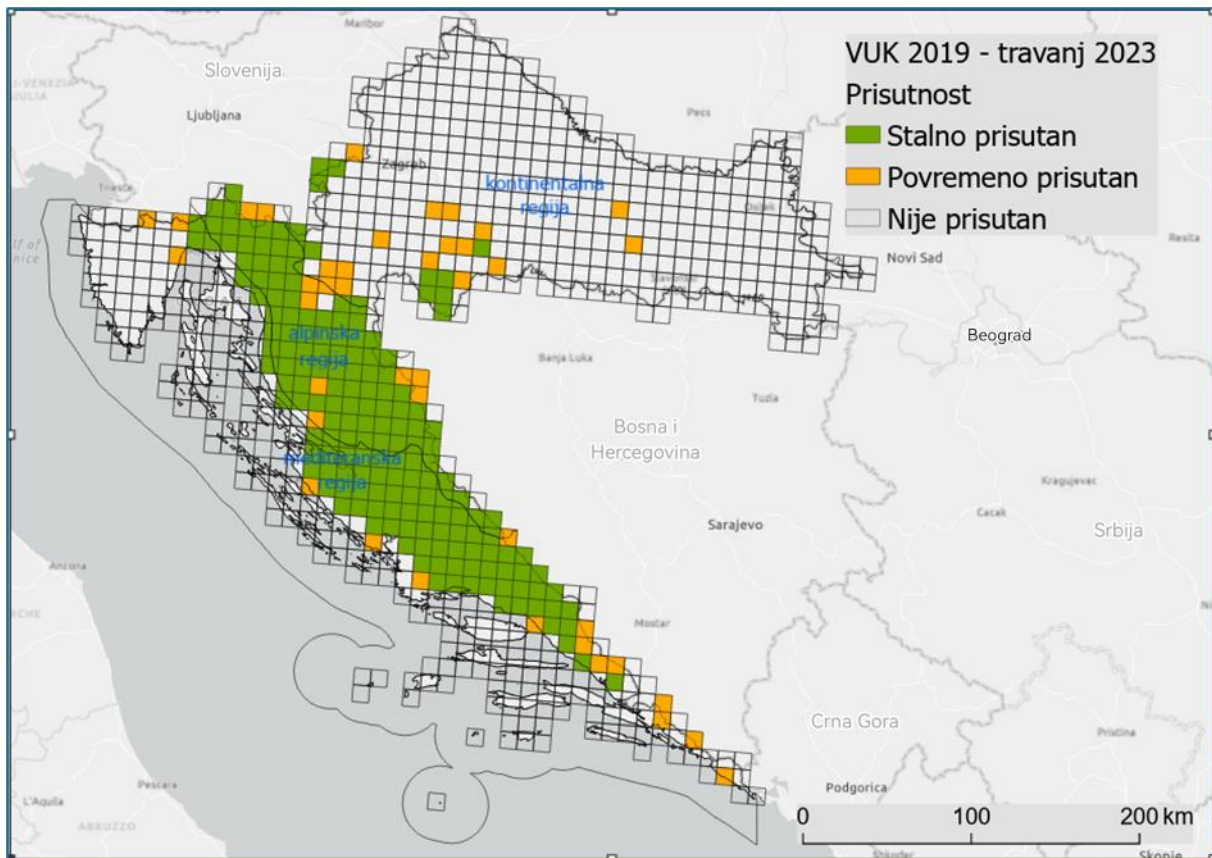
### 1.2.3. Rasprostranjenost i veličine teritorija vuka

Sivi vuk rasprostranjen je od 75° do 12° sjeverne geografske širine u Europi, Aziji i Sjevernoj Americi (Mech i Boitani, 2004). U Europi nastanjuje Skandinavski poluotok, istočnu, jugoistočnu Europu i dijelove južne Europe (Castelló, 2018), ali u zadnjih dvadesetak godina proširio se i u zemlje središnje Europe (Ciucci i sur., 2024) (Slika 6).



Slika 6: Rasprostranjenost vuka u Europi (bez europskog dijela Rusije) tijekom 2024 godine. Podaci za Bjelorusiju, Ukrajinu, sjevernu Makedoniju su okvirni (Ciucci i sur., 2024).

U Republici Hrvatskoj sivi vuk rasprostranjen je na području Gorskog kotara, Like, Dalmacije, Žumberka i Banovine (Slika 7), te čini hrvatski dio Dinarsko-balkanske populacije vukova.



Slika 7: Prostorni raspored stalne i povremene prisutnosti vukova po biogeografskim regijama, te na razini države u razdoblju od 2019. do kraja travnja 2023. godine (Kusak i sur., 2023).

Čopori žive na teritorijima čija veličina u Europi varira od 100 do 1750 km<sup>2</sup>, a koji se na godišnjoj razini neznatno preklapaju, a vukovi ih štite označavanjem na više načina. Teritoriji su veći zimi nego ljeti, jer tada cijeli čopor traži plijen, dok se ljeti kreću manje, „vezani“ u području brlogu ili na okupljalištu čopora, gdje borave štenci (Mech, 1970). Na područjima intenzivnog progona od strane ljudi, aktivni su uglavnom u zoru i sumrak ili noću (Ciucci i sur., 1997; Theuerkauf, 2009; Bojarska i sur., 2023; Blount i sur., 2024). Brojnost vukova u Hrvatskoj u 2019. godini procijenjena je na 163 jedinke u 49 čopora, ali uz nedostatan napor traženja čopora i prebrojavanje vukova (Kusak i sur., 2020).

#### 1.2.4. Ugroženost i zaštita vuka

U 60-im i 70-im godinama 20. stoljeća populacije vuka u Europi bile su na najmanjoj brojnosti i na najužoj rasprostranjenosti, no od tada su se krenule oporavljati i rasti i u broju jedinki i u području rasprostranjenosti (Chapron i sur., 2014). Prema IUCN-ovoj Crvenoj listi, sivi vuk klasificira se kao vrsta najmanje ugroženosti (LC – Least Concern), sa stabilnim populacijama globalno i u Europi (Wilson i Mittermeier, 2009; IUCN, 2018b). Globalna brojnost vukova procijenjena je na 200 do 250 tisuća jedinki (IUCN, 2018b). Na regionalnim razinama populacije su ugrožene i potrebna je zaštita (IUCN, 2018b). U Europi vuk je zaštićen Bernskom Konvencijom i Direktivom o staništima koje klasificiraju vuka kao strogo zaštićenu

vrstu i nalažu njegovu zaštitu (Ciucci i sur., 2024). Najveće prijetnje vuku su fragmentacija staništa i sukob s čovjekom, nezakonito ubijanje te hibridizacija vuka s domaćim psom (Ciucci i sur., 2024).

U Republici Hrvatskoj, sivi vuk strogo je zaštićen Zakonom o zaštiti prirode (NN 80/13, 15/18, 14/19, 127/19) i Pravilnikom o strogo zaštićenim vrstama (NN 144/13).

### 1.3. Zlatni čagalj

Zlatni čagalj (*Canis aureus*) jedan je od manjih pripadnika porodice Canidae. Živi sam, u parovima ili manjim skupinama (Castelló, 2018). Dobro se prilagođava životu uz ljude, što je dovelo do brzog širenja čaglja u Europi (Krofel i sur., 2023).

U starijoj literaturi zabilježeno je i do 13 podvrsti čagljeva, no moderna molekularna istraživanja smanjila su broj podvrsta na šest. To su perzijski čagalj (*Canis aureus aureus*), europski čagalj (*Canis aureus moreoticus*), sirijski čagalj (*Canis aureus syriacus*), indijski čagalj (*Canis aureus indicus*), šri lankanski čagalj (*Canis aureus naria*) te indokineski čagalj (*Canis aureus cruesemanni*). Sjevernoafrička podvrsta je reklasificirana u odvojenu vrstu sjevernoafrički zlatni vuk (*Canis lupaster lupaster*) (Castelló, 2018).

#### 1.3.1. Biologija čaglja

Duljina tijela kreće se u rasponu od 74 do 84 cm, s duljinom repa od 20 do 24 cm i visinom u grebenu od 44.5 do 50 cm. Masa tijela je 10 do 13 kg u mužjaka i 6.5 do 7.8 kg u ženki (Wilson i Mittermeier, 2009; Castelló, 2018). Boja krzna varira ovisno o godišnjem dobu, a obično je zlatno-smeđa, crvenkasta ili srebrnasta, s područjem crne, smeđe i bijele boje na leđima te svjetlijih nijansa oko grla (Slika 8). Njuška je izdužena i tupa, ali oštrija od njuške vuka (Castelló, 2018). Ženke su u prosijeku 12% manje od mužjaka (Jhala i Moehlman, 2004).



Slika 8: Odrasli čagalj tijekom rane jeseni. Snimljeno u Dalmaciji 2022. godine.



### 1.3.2. Ekologija čaglja

Čagljevi se pare od rane veljače, pri toplijim zimama i u kasnom siječnju, do travnja. Skotnost, kao i kod vuka traje 63 dana, a mladunci se rađaju u ožujku i travnju. Rađa se jedan do šest štenaca po leglu, koji dosežu spolnu zrelost s 11 mjeseci, ali su skloni ostati s roditeljskim parom barem godinu dana kao pomagači. Mladunci se štene u jamama koje iskopaju roditelji ili u napuštenim brlozima lisce ili jazavca (Castelló, 2018).

Čagalj je svejed i oportunist koji više traži hranu nego što ju aktivno lovi. Glavni plijen su im zečevi i sitni glodavci poput miševa, no hvata i ptice poput fazana (*Phasianus* sp.), patki (*Anas* sp.) i vrapčarki (*Passeriformes*) (Slika 9). Uz to hrane se voćem, povrćem, kukcima te ptičjim jajima. Glavni suparnici su im vuk i pas. Uglavnom love sami ili u parovima (Slika 10), no zabilježeni su i čopori od 8 do 12 jedinki od više od jedne obitelji (Castelló, 2018). Spareni parovi kreću se po teritorijima. Uglavnom su aktivni noću, često se približavaju ljudskim naseljima u potrazi za hranom, a mogu se i vidjeti po danu na mjestima s malom ljudskom aktivnosti (Castelló, 2018).



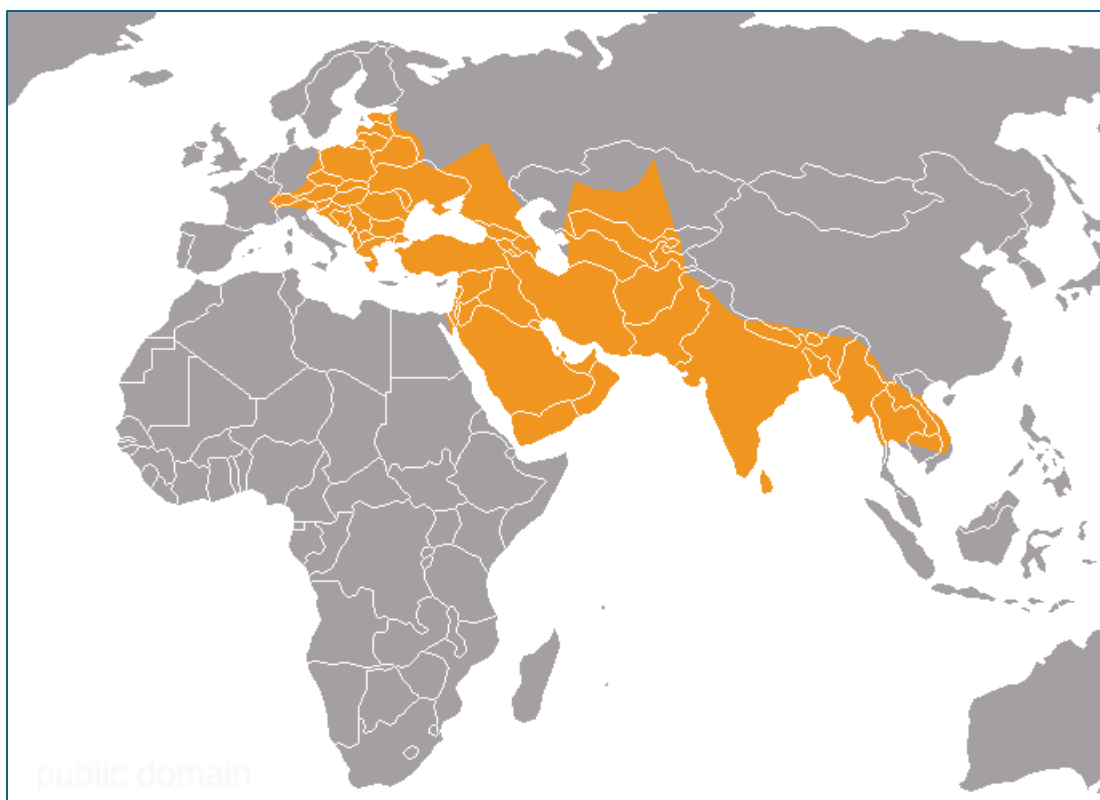
Slika 9: Odrasli čagalj s plijenom u ustima. Snimljeno u Dalmaciji 2021. godine.



*Slika 10: Par čagljeva na zapuštenoj livadi u kontinentalnoj regiji Hrvatske. Snimljeno na Banovini 2022. godine.*

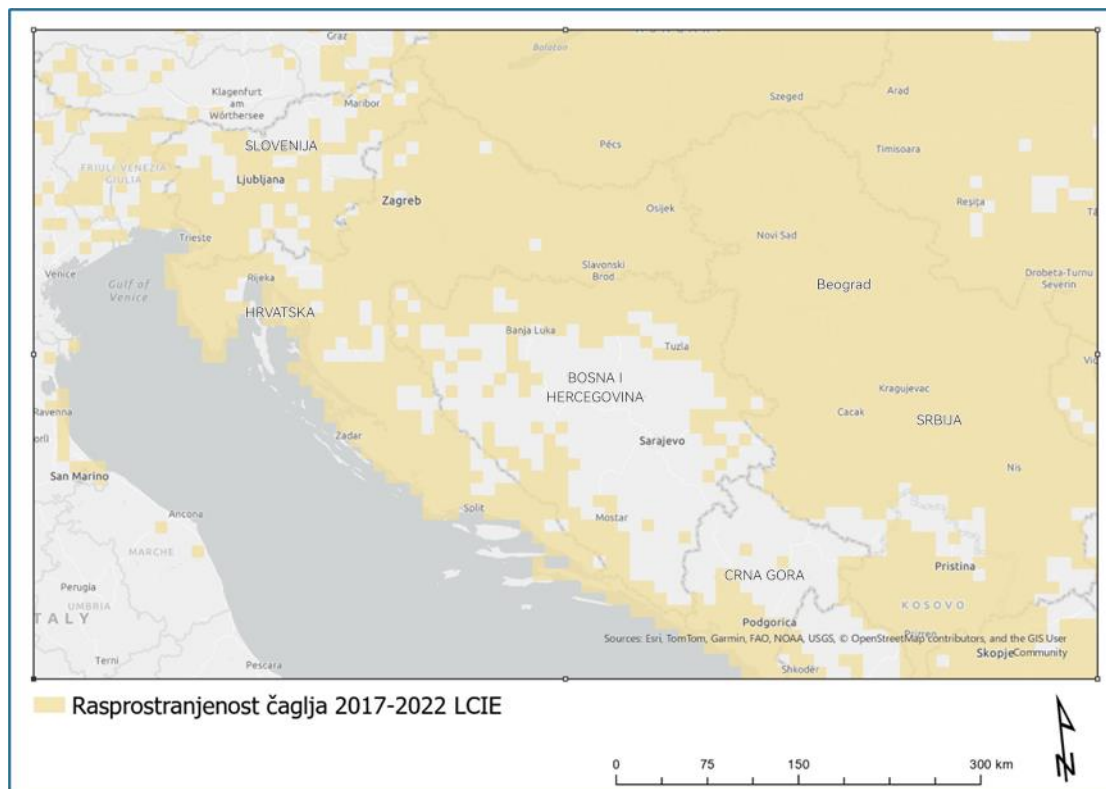
### 1.3.3. Rasprostranjenost čaglja

Rasprostranjeni su na Arapskom poluotoku, u istočnoj i jugoistočnoj Europi, Anatoliji, jugozapadnoj Aziji i sve do Indijskog poluotoka, Šri Lanke i Indokine (Jhala i Moehlman, 2004). U drugoj polovici 20. stoljeća počeli su se širiti u istočnu, središnju i sjevernu Europu (Krofel i sur., 2017). U Europi populacija čaglja je opala u 60-im godinama 20. stoljeća zbog gubitka staništa i masovnog trovanja od strane čovjeka. No u 80-im godinama 20. stoljeća populacija im se je oporavila i krenula širiti u središnju i sjevernu Europu (Castelló, 2018). Rezultat tog širenja je pojava stabilne populacije čaglja čak i u Estoniji u 2013., a jedinke su bile primijećene sve do Skandinavskog poluotoka (Yumnam i sur., 2015; Männil i Ranc, 2022a) (Slika 11).



*Slika 11: Karta rasprostranjenosti zlatnog čaglja u svijetu (Hornung, 2018).*

Glavnim uzročnikom širenja čaglja u unutrašnjost Europe smatra se nestanak vuka na tom prostoru zbog ljudskih aktivnosti i ljudskog pritiska (Krofel i sur., 2017). Populacija čaglja u Hrvatskoj prvo se je bila prisutna u južnoj Dalmaciji, a kroz 20. stoljeće proširila se u sjevernu Dalmaciju i Istru. Također, od početka 20. stoljeća prisutna je populacija u istočnoj Slavoniji, koja se je u zadnjih 25 godina širi prema zapadu u Sloveniju i dalje, imigracijom iz susjednih zemalja (Selanec i sur, 2011; Fabbri i sur., 2014; Krofel i sur., 2022). Ne postoji karta rasprostranjenosti čaglja samo za Hrvatsku, a jedina informacija o rasprostranjenosti dolazi iz lovne statistike, a koja govori da je 70% čagljeva odstrijeljeno u Mediteranskoj regiji (Pelješac, Ravni kotari, Dalmatinska zagora), a 30% u kontinentalnoj sjeveroistočnoj Hrvatskoj, dok u središtu rasprostranjenosti vuka tj. u Gorskom kotaru i Lici čagljevi nisu bili odstrijeljeni u razdoblju 2007 i 2010 (Selanec i sur, 2011). Najnoviji podaci o rasprostranjenosti vuka i čaglja na razini Europe, a koji su prikazani na mreži razlučivosti 10x10 km, ukazuju da je čagalj prisutan praktički u cijeloj Hrvatskoj, pa i u Alpinskoj regiji, središtu rasprostranjenosti vuka u Hrvatskoj (Slika 12).



Slika 12: Karta rasprostranjenosti zlatnog čaglja u Hrvatskoj i u okolnom državama (Kaczensky i sur., 2024b).

#### 1.3.4. Ugroženost i zaštita čaglja

Zlatni šagalj klasificiran je prema IUCN-ovoj Crvenoj Listi kao najmanje zabrinjavajuća vrsta (LC – Least Concern), sa stabilnom globalnom populacijom koja pokazuje trend rasta (IUCN, 2018a). Na lokalnim razinama, ponajprije u jugoistočnoj Aziji, populacija čaglja je u padu zbog nekontroliranog hvatanja zamkama, no u Europi i Izraelu populacije čaglja su stabilne unatoč lovu (IUCN, 2018a).

U Republici Hrvatskoj, prema Zakonu o lovstvu (NN 99/2018) zlatni čagalj klasificiran je kao sitna divljač. Cijena odstrela jest 15.00 eura po jedinki (hrsume.hr).

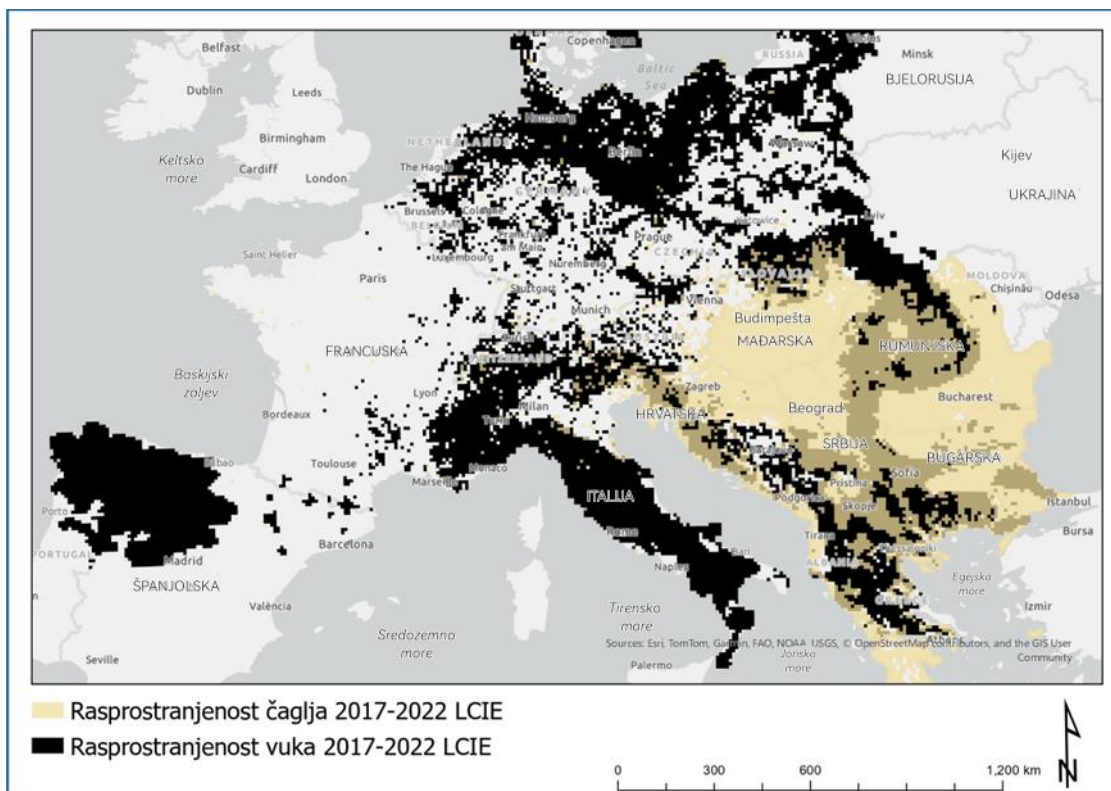
#### 1.4. Teorija oslobađanja mezopredatora

Teorija oslobađanja mezopredatora (engl. *mesopredator release*), tj. srednje velikih predatora navodi kako pri nestanku vršnih predatora u prostoru, njihovo mjesto u ekosustavu zauzimaju manji predatori. S nestankom vršnih predatora, populacije mezopredatora rastu, a s obzirom da se mezopredatori hrane manjim plijenom, povećanje populacija mezopredatora negativno utječe na populacije manjih vrsta plijena (Crooks i Soulé, 1999; Estes i sur., 2011).

Pritisak vršnih predatora poput vuka na manje pripadnike porodice Canidae poput kojota (*Canis latrans*) i lisice (*Vulpes vulpes* Linnaeus, 1758) dobro je proučen (Berger i sur., 2008; Haswell i sur., 2018). U Sjevernoj Americi populacije vitoroge antilope (*Antilocapra americana* Ord, 1815) doživjele su pad brojnosti u područjima bez prisutnosti vuka. Bez vuka, populacija kojota se povećala, a kojot se hrani manjim plijenom, poput mladunčadi vitoroge antilope. Zbog stalne visoke smrtnosti mladunčadi, populacija vitoroge antilope počela je opadati u prostorima bez prisutnosti vuka, dok je u prostorima s vukom bila stabilna. (Berger i

sur, 2008). U područjima s prisutnosti vuka, crvena lisica izbjegava mogućnost lova i hranjenja ako tim aktivnostima mogu doći u kontakt s vukom (Haswell i sur., 2018).

U Europi, čagalj se može shvatiti kao ekološki ekvivalent kojotu u Sjevernoj Americi, kao manji pripadnik porodice Canidae koji dijeli rasprostranjenost s vukom i na kojeg vuk vrši pritisak (Krofel i sur., 2017). Širenje čaglja u unutrašnjost Europe, na područja na kojima prije nije bio povijesno prisutan novi je proces, a kao posljedica više okolnosti, od koji je prva smanjenje i nestanak populacija vuka, uzrokovano djelovanjem čovjeka (Krofel i sur., 2017). Na širokoj, kontinentalnoj skali potvrđeno je izbjegavanje čaglja u područjima stalne prisutnosti vuka, ali za razumijevanje postojanja obiju vrsta na lokalnoj skali, u područjima gdje su obje vrste prisutne, potrebna su dodatna istraživanja (Krofel i sur., 2017). Ipak, i te okolnosti vjerojatno su se promijenile nakon 2017. godine. Prema nadopunjenoj karti rasprostranjenosti vuka i čaglja, a koju je izradila Europska inicijativa za velike zvijeri (European Initiative for Large Carnivores – LCIE) (Kaczensky i sur., 2024a), na mreži 10x10 km, područja rasprostranjenosti vuka i čaglja znatno se preklapaju na područjima Dinarsko-Balkanske i Karpatske populacije vukova (Slika 13). Inicijativa za velike zvijeri Europe načinila je karte rasprostranjenosti vuka i čaglja, te i ostalih velikih zvijeri na području Europe (smeđi medvjed, euroazijski ris i rusomak), bez ikakvih analiza, ali je učinila dostupnim i sirove podatke na poveznici [Dryad | Data -- Large carnivore distribution maps for Europe 2017 – 2022/23](#) (Kaczensky i sur., 2024b). Slika 13 daje dojam preklapanja područja rasprostranjenosti vuka i čaglja u razdoblju 2017-2022, a podaci temeljem kojih je karta načinjena, omogućuju i kvantificiranje preklapanja na jedinicama mreže 10x10 km (Slika 13).



Slika 13: Preklopljene karte rasprostranjenosti zlatnog čaglja i sivog vuka u Europi, karta je načinjena temeljem digitalnih podloga dostupnih od strane LCIE (Kaczensky i sur., 2024b). Tamno smeđa područja predstavljaju površine na kojima se rasprostranjenost vuka i čaglja preklapaju.

## 2. Svrha i ciljevi istraživanja

U ovom radu namjera je proučiti ima li prisutnost vuka utjecaj na prisutnost čaglja, a koji su u Hrvatskoj rasprostranjeni u alpinskoj, mediteranskoj i dijelu kontinentalne biogeografske regije.

### 2.1. Svrha istraživanja

Svrha istraživanja je razumijevanje načina suživota vuka i čaglja u staništima u kojima čagalj povijesno nije obitavao.

### 2.2. Hipoteza

Pretpostavka je da će čagalj biti manje prisutan na mjestima veće prisutnosti vuka, te da će u slučaju prisutnosti vuka, čagalj prilagođavati svoju aktivnost za izbjegavanje susreta s vukom.

### 2.3. Ciljevi istraživanja:

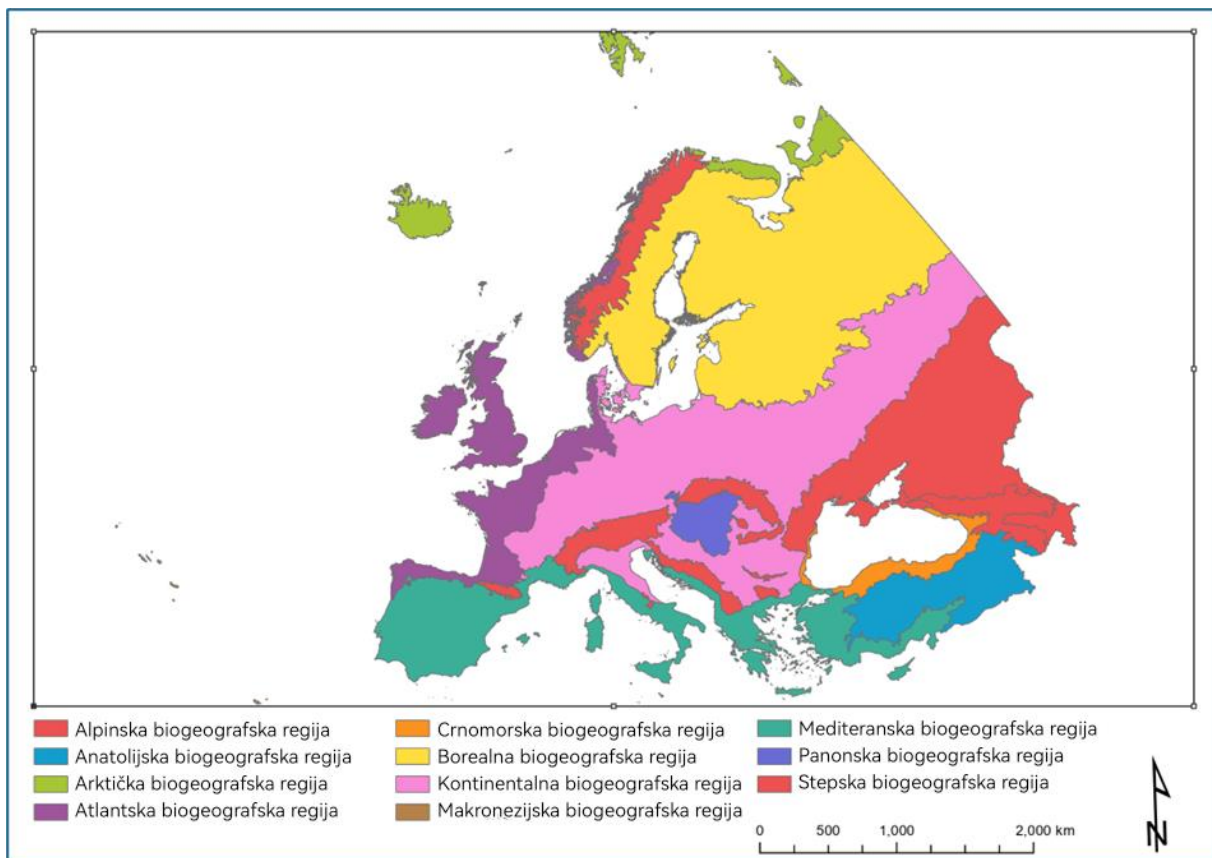
1. Odrediti prisutnost vuka i čaglja u staništima na reprezentativnom području Like i reprezentativnom dijelu Dalmacije
2. Odrediti učestalost pojavljivanja vuka i čaglja na istim mjestima (mikrolokacijama)
3. Odrediti obrasce dnevne i sezonske aktivnosti vuka i čaglja u području Like i Dalmacije
4. Usporediti razlike u dnevnim obrascima aktivnosti pojavljivanja vuka i čaglja tijekom razdoblja njihovih životnih ciklusa na istim područjima

## 3. Materijal i metode

### 3.1 Područje istraživanja

#### 3.1.1. Biogeografske regije i istraživana područja

Prema Direktivi o staništima Europske Unije (Council Directive 92/43/EEC) teritorij Europske Unije, te cijele Europe, podijeljen je na devet biogeografskih regija. Te regije određene su prema svojim obilježjima vegetacije, topografije, klime i geologije. To su alpinska, kontinentalna, mediteranska, panonska, stepska, borealna, atlantska, crnomorska i makronezijska regija (Slika 14).



Slika 14: Biogeografske regije Europe (preuzeto s [www.haop.hr](http://www.haop.hr)).

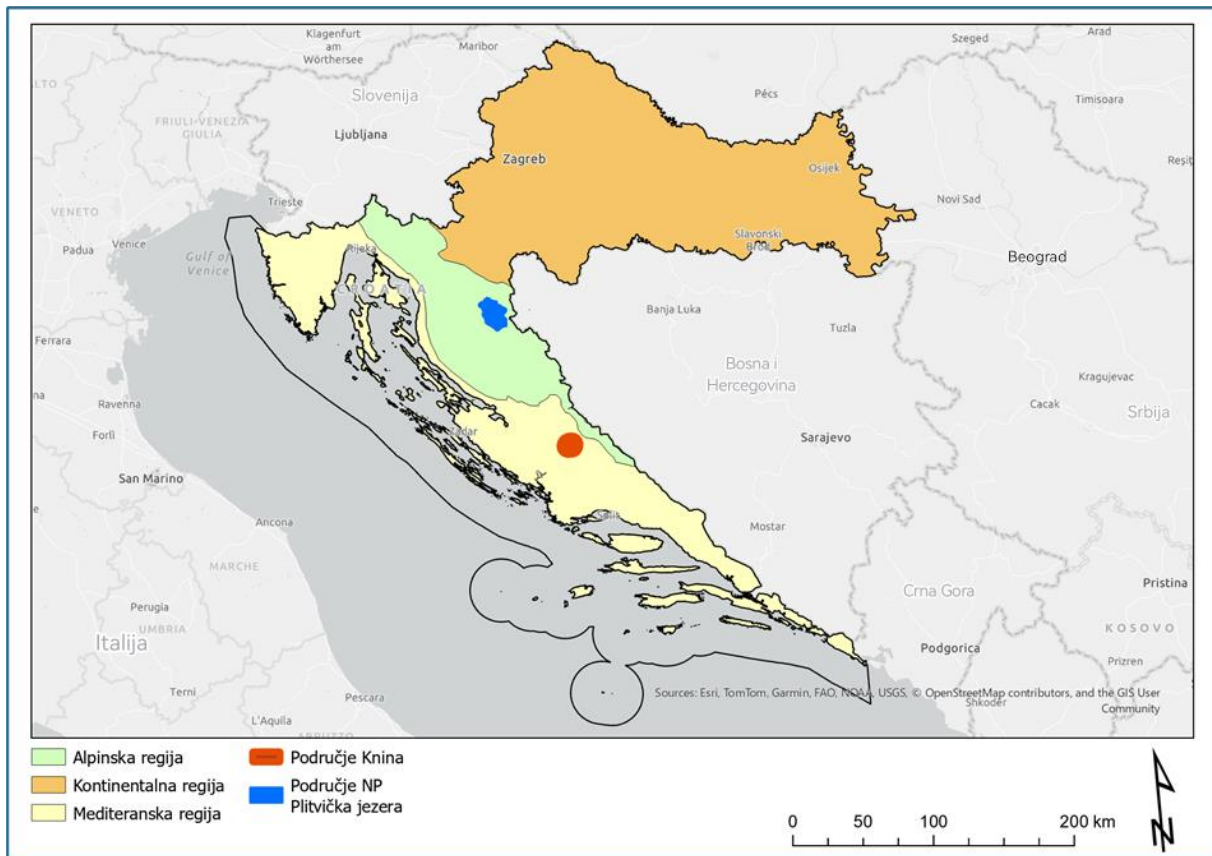
Od postojećih biogeografskih regija Europe, u Republici Hrvatskoj su prisutne alpinska, kontinentalna i mediteranska regija (HAOP 2020.) (Slika 15).

Alpinska biogeografska regija pokriva prostor Gorskog kotara, Like i unutrašnjosti Dalmacije, prateći protezanje Dinarida uz obalu Jadranskog mora. Alpinsku regiju karakterizira hladnija i oštrija klima u usporedbi s okolinom, više nadmorske visine i stratificirana podjela vegetacije. Vegetacija ovisi o manjim mikroklimatskim varijacijama koje su prisutne na raznolikom terenu planina, ali načelno se sastoji od šuma bjelogorice koje prelaze u mješovite i crnogorične šume s porastom nadmorske visine, a koje na kraju prelaze u planinske livade i rudine (*Europe's environment: the third assessment*, 2003).

Mediteranska biogeografska regija u Hrvatskoj obuhvaća priobalni pojas i otoke Jadranskog mora. Reljef je brdovit, s planinama nadmorskih visina do 1762 m (Biokovo),

pješčanim plažama na zapadu i stjenovitim obalama s mnoštvom otoka na istoku. Od vegetacije zastupljene su mediteranske i submediteranske biljne vrste, uključujući makiju, šume hrasta crnike i borove šume. Prosječne temperature kreću se u rasponu od 25°C do 30°C tijekom ljeta, dok su zimi rijetko ispod 5°C (*Europe's environment: the third assessment, 2003*).

Od navedene tri regije, podaci o zajedničkoj prisutnosti i vuka i čaglja, pronađeni su u alpskoj i mediteranskoj regiji (Selanec i sur., 2011; Kaczensky i sur., 2024b). Stoga su za ovo istraživanje odabrana dva područja u te dvije regije u kojima je primjećena prisutnost obje vrste. U području alpske regije to je bilo područje u i oko NP Plitvička jezera, a u mediteranskoj biogeografskoj regiji istraživano područje bilo je u okolici Knina (Slika 15).



Slika 15: Biogeografske regije Hrvatske (preuzeto s [www.haop.hr](http://www.haop.hr)), sa odabranim istraživanim područjima u području NP Plitvička jezera i sjeverno od Knina.

### 3.1.2. Metode

#### 3.1.2.1. Terensko prikupljanje podataka

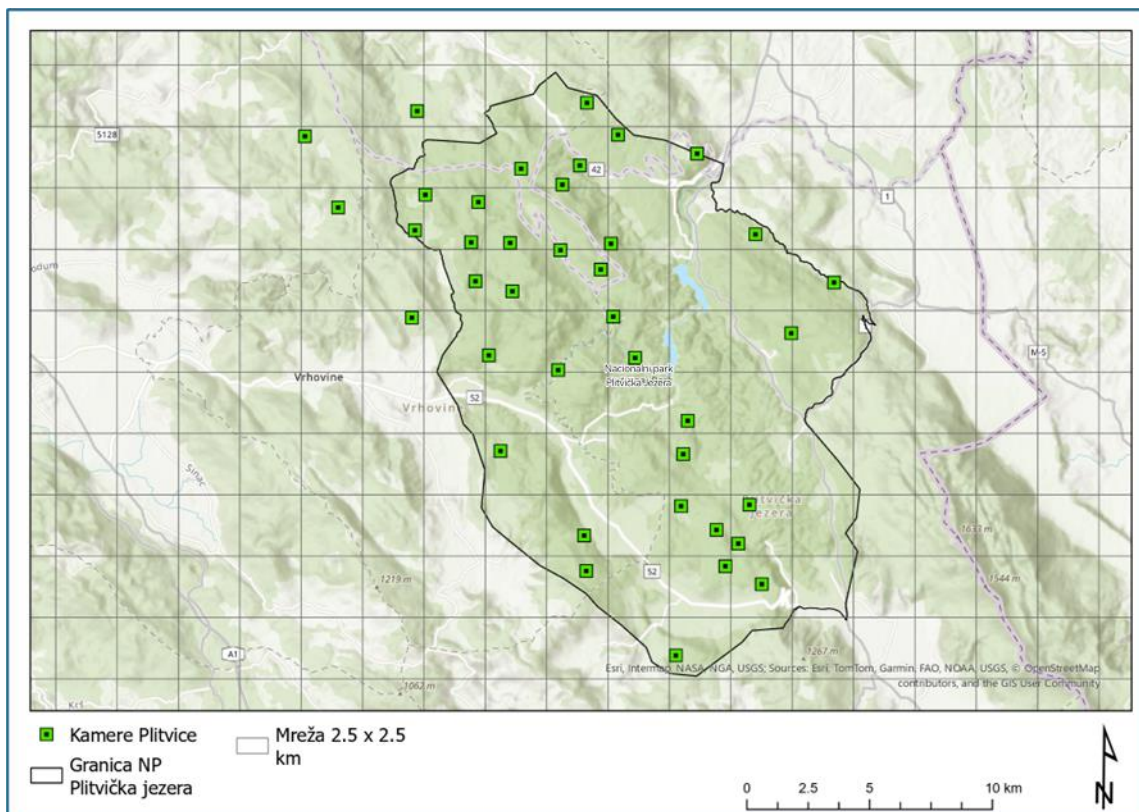
Terensko prikupljanje podataka u oba područja proveli su djelatnici Veterinarskog fakulteta, Sveučilišta u Zagrebu u okviru provedbe više ugovora o istraživanju prostorne ekologije vuka i risa u području NP Plitvička jezera, te u okviru projekta razvoja programa praćenja vuka i risa (Operativni program konkurentnosti i kohezije – OPKK), financiranog od strane Ministarstva gospodarstva i održivog razvoja.

Za istraživanje ekologije životinja, uključujući rasprostranjenost, brojnost, obrasce aktivnosti, međuodnose unutar i između vrsta, te utjecaje ljudi na život divljih životinja, česta tehnologija izbora su automatske kamere (O'Connell i sur., 2011). Za istraživanja velikih zvijeri u oba istraživana područja jedna od metoda bila je i snimanje automatskim kamerama.

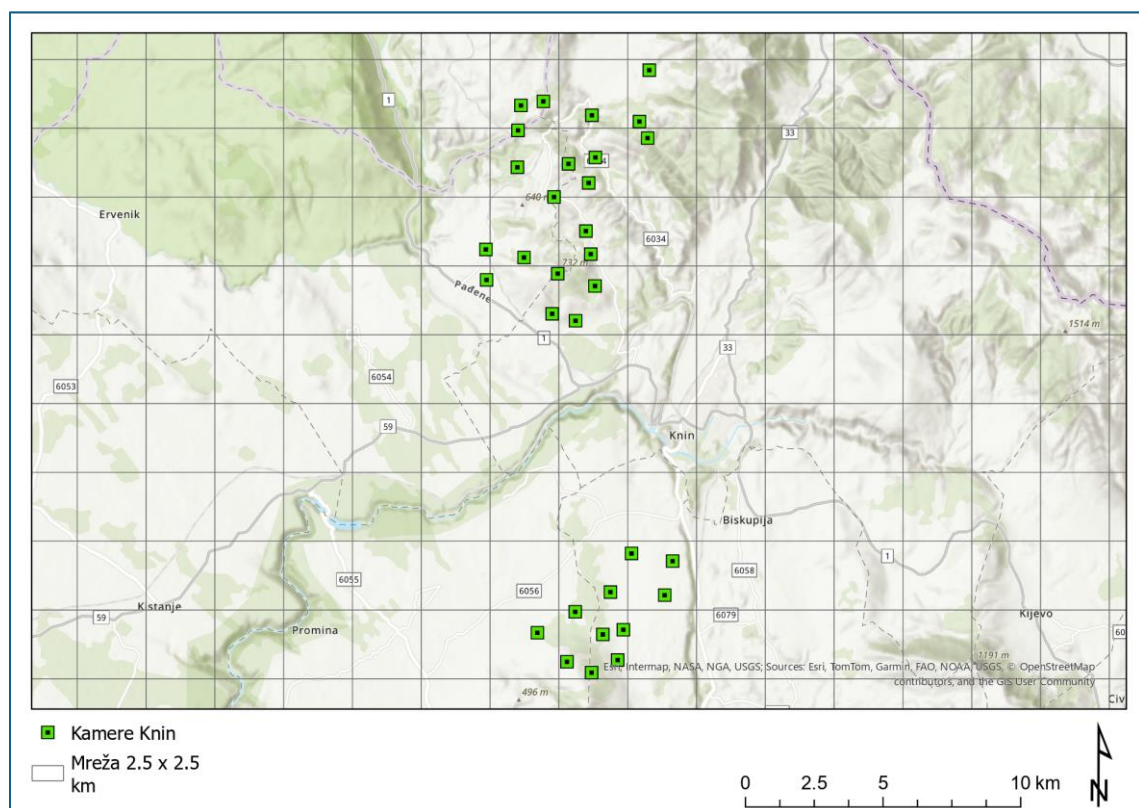


Automatske kamere sastoje se od digitalne kamere koja je povezana sa senzorom pokreta i/ili topline koji pokreće snimanje slike ili videa životinje ispred kamere (Rovero i Zimmermann, 2016). Kod istraživanja velikih zvijeri, a za izbjegavanje pogreške pristranosti, tj. da podaci ne ovise o mjestu koje je odabrao istraživač nego istraživana vrsta, automatske kamere moraju biti postavljene u tipu staništa i na mikrolokacijama koje koriste istraživane vrste (Hofmeester i sur., 2021). Stoga je prije postavljanja automatskih kamera provedeno pretraživanje istraživanih područja, te bilježenje i kartiranje znakova prisutnosti istraživanih vrsta (Long i sur., 2008). Kod pretraživanja terena i za odabir mjesta kamera korištene su i javno dostupne karte vjerojatnosti za vuka (Kusak i sur., 2016), dok za čaglja nije postojala takva podloga. Za ravnomjerno nasumično postavljanje kamera, te radi izbjegavanje prostorne auto-korelacije podataka, automatske kamere postavljane su na mreži 2.5x2.5 km, a razmak između kamera bio je 500 m ili više (Bu i sur., 2016). Automatske kamere dakle nisu bile postavljane sasvim nasumično, te time nisu ispoštovani standardi nasumičnosti istraživanja u ekologiji, a koji bi osigurali nepristrane i neovisne podatke (Bowman i sur., 2017). Kada se prikupljaju podaci o suživotu i interakcijama različitih vrsta, metoda nasumičnog uzorkovanja nije prikladna, nego za analiziranje interakcija vrsta koje žive skrovito i u maloj brojnosti, ciljano postavljanje kamera omogućuje podatke za analizu odnosa između vrsta (O'Connell i sur., 2011; Lashley i sur., 2018).

Kamere su bile postavljene na ukupno 74 mjesta, od čega u području NP Plitvička jezera na 39, a u području Knina na 35 različitih mjesta ponaosob u razdoblju od 01.04.2021. do 30.03.2022 (Slika 16 i Slika 17). Površina istraživanog područja Plitvica, izračunata kao minimalni konveksni poligon (MCP) bila je 350 km<sup>2</sup>, te je uključivala i rubna područja sjeverozapadno od NP Plitvička jezera, brdo Krivi javor. Radi toga dalje u tekstu je i zvana „područje Plitvica“. Istraživano područje kod Knina bilo je podijeljeno na dva dijela. Sjeverni dio bio je površine 90 km<sup>2</sup>, a južno od Knina bio je drugi dio površine 40 km<sup>2</sup>. Vukovi za kretanje koriste šumske ceste (Bojarska i sur., 2020), te su za istraživanje kamere postavljane u blizini šumskih cesta i životinjskih puteva kako bi se povećala vjerojatnost bilježenja njihove prisutnosti (Cusack i sur., 2015; Rovero i Zimmermann, 2016). Uz kamere nisu korišteni nikakvi mamci. Kamere su postavljene uz neasfaltirane ceste i prijelaze, na visinama 50 do 150 cm od tla, na mjestima s visokom vjerojatnosti za prolaz vuka ili čaglja, npr. gdje su otkriveni znakovi prisutnosti vukova ili čagljeva (Bischof i sur., 2014). Kamere su uklanjane samo zbog oštećenja, kvara ili krađe, inače bi ostale na terenu tijekom cijelog razdoblja uzorkovanja. Mjesta postavljenih automatskih kamera obilježena svaka tri mjeseca, te su tom prilikom po potrebi mijenjane baterije i presnimavane snimljene fotografije.



Slika 16: Mjesta automatskih kamera korištenih u području NP Plitvička jezera u razdoblju od 01.04.2021. do 30.03.2022.



Slika 17: Mjesta automatskih kamera korištenih u području Knina u razdoblju od 01.04.2021. do 30.03.2022.

### 3.1.2.2. Spremanje i tumačenje prikupljenih podataka

Presnimljene digitalne datoteke sortirane su po mjestima i razdobljima snimanja. Idući korak u obradi bio je procesiranje svih snimki pomoću „deep learning“ sustava („duboko učenje“ - Umjetna inteligencija - AI), zvanog „Mega Detector“ ([MegaDetector/megadetector.md at main · agentmorris/MegaDetector · GitHub](https://github.com/agentmorris/MegaDetector)), a koji može razlikovati prazne snimke od onih sa sadržajem, te donekle čak i prepoznavati vrste, ali ta druga mogućnost nije dovoljno pouzdana (u trenutku korištenja nije razlikovala vuka od čaglja), te nije korištena. Fotografije sa sadržajem u idućem koraku su uvožene u bazu fotografija „Camelot“ ([Camelot Project – Make camera trap image organisation quick, easy and free](https://github.com/camelot-project/camelot)), a u kojem je provedeno i prepoznavanje životinja. Nakon provedenog prepoznavanja, podaci su izvezeni iz Camelot-a u „csv“ formatu, a u idućim koracima obrada je provedena upotrebom programskih alata MS Access (dio paketa MS Office 365), ArcGIS Pro ([About Esri | The Science of Where](https://www.esri.com/en-us/about/esri/the-science-of-where)), te više skripti pokretanih pomoću „R“ programske platforme ([R: The R Project for Statistical Computing](https://www.r-project.org/)).

### 3.1.2.3. Obrada i analiza podataka

Prvi korak u obradi izvezenih podataka bio je „diskretizacija događaja“, što je objedinjavanje skupina snimki u neovisne događaje. Diskretizacijom se uklanja mogućnost tumačenja da se niz snimki jednog događaja tumači kao više neovisnih događaja, te se time uklanja mogućnost pogreške učestalosti pojavljivanja vrsta (Rovero i Zimmermann, 2016). Količina prikupljenih snimki ovisi o trofičkoj razini snimljenih vrsta, gdje se za biljojede, koji borave na jednom mjestu dok jedu, leže ili preživaju, nakuplja znatno veća količina slika, u odnosu na predatore, koji samo prođu ispred kamere (Peral i sur, 2022). Radi toga je uzeto da su sve snimke vukova ili čagljeva, a koje su nastale u vremenskom razdoblju od 30 ili manje minuta, smatrane jednim događajem.

Ukupna učestalost pojavljivanja vuka i čaglja u dva istraživana područja izračunata je kao omjer napora praćenja i broja opažanja, te pomnožena s brojem dana praćenja, tj. s 365. Razlika u ukupnoj učestalosti pojavljivanja vuka i čaglja testirana je primjenom  $X^2$  testa. Za određivanje mogućih sezonskih razlika u učestalosti pojavljivanja vukova i čagljeva na mjestima kamera, podaci su podijeljeni na sezonu odgoja potomstva (brloženje), od travnja do rujna, te ostatak vremena na sezonu bez podizanja mladunaca (bez brloženja), a kada se i vukovi i čagljevi kreću na širem području (Jedrzejewski i sur., 2001; Schmidt i sur., 2008).

Budući vrijeme izlaska i zalaska Sunca varira ovisno o godišnjem dobu i geografskoj širini, određivanje podataka o vremenu aktivnosti u satima može dovesti do pogrešnih zaključaka pri tumačenju obrazaca aktivnosti životinja tijekom duljeg razdoblja istraživanja ili u usporednim istraživanjima na područjima različitih geografskih širina (Vazquez i sur., 2019). Radi toga su vremena zabilježenih događaja standardizirana na solarno vrijeme primjenom R paketa “solaR” (Perpiñán, 2012), a nakon toga su vremenski podaci skalirani između 0-1 pretvaranjem u radijane (vrijeme\* $2\pi$ ) (Teixeira i sur., 2023).

Za testiranje uniformnosti pojavljivanja vukova i čagljeva tijekom 24 sata u danu, korišten je Rayleigh test uniformnosti (Mardia i Jupp, 2010) kroz R paket “circular” (Agostinelli i Lund, 2022), (<https://rdocumentation.org/packages/circular/versions/0.5-1>). Vrijednosti Rayleigh testa mogu biti od nula, što znači da vrijednosti nisu koncentrirane niti u

jednom razdoblju dana, do jedan, kada je aktivnost skupljena u neki dio dana i ima nejednaku raspodjelu tijekom dana.

Pojedini vidovi aktivnosti i prisutnosti na pojedinim mjestima mogu nastupiti u pojedinim razdobljima tijekom dana (Theuerkauf, 2009). Radi toga su podaci o pojavljivanju vukova i čagljeva unutar 24-sata, podijeljeni na razdoblja dana, noći i sumraka primjenom R paketa "Diel.Niche" (Gerber i sur., 2024).

Dnevni obrasci pojavljivanja vukova i čagljeva analizirani su kroz „kernel density“ ocjenu primjenom R paketa „overlap“, ver 0.3.9 (<https://cran.r-project.org/web/packages/overlap/overlap.pdf>) (Ridout i Linkie, 2009). Za usporedbu pojavljivanja obiju vrsta u dva istraživana područja, po sezonama i po razdobljima tijekom dana uziman je koeficijent raspona preklapanja pojavljivanja gdje je  $\Delta_4 = 0$ , značilo da nema preklapanja, a  $\Delta_4 = 1$ , je značilo potpuno preklapanje (Ridout i Linkie, 2009). Raspon pouzdanosti (confidence interval) od 95% ocijenjen je korištenjem standardne devijacije od 1000 „bootstrap“ ponavljanja (Linkie i Ridout, 2011). Za testiranje homogenosti raspodjele pojavljivanja vrsta između setova podataka korišten je Watson-Wheeler test ( $U^2$ ) (Zar, 2010), te  $Wald_{test}$ , za testiranje značajnosti razlike parova podataka.

## 4. Rezultati

### 4.1. Učestalosti pojavljivanja vuka i čaglja

Tijekom razdoblja istraživanja od 365 dana, napor prikupljanja podataka kamerama bio je za područje Plitvica 11250 kamera/dana, a za područje Knina 7213 kamera/dana, tj. ukupno 18463 kamera/dana (Tablica 1). Prikupljeno je ukupno 1420 neovisnih opažanja vukova i čagljeva, od čega 563 opažanja vukova, te 857 opažanja čagljeva (Tablica 1). U području Plitvica učestalost pojavljivanja vuka (n=350) uspoređena sa učestalosti pojavljivanja čaglja (n=15) bila je značajno veća ( $X^2(1df)=302.62$ ,  $p=0.000$ ). Nasuprot tome, u području Knina je učestalost pojavljivanja vuka (n=213) uspoređena sa učestalosti pojavljivanja čaglja (n=842) bila značajno manja ( $X^2(1df)=350.04$ ,  $p=0.000$ ). Nije bilo statistički značajne razlike ( $X^2(1df)=0.56$ ,  $p=0.450$ ) učestalosti pojavljivanja vukova na Plitvicama (n=350) u odnosu na područje Knina (n=213), ali je učestalost pojavljivanja čaglja bila statistički značajno veća ( $X^2(1df)=1179.99$ ,  $p=0.000$ ) u području Knina (Tablica 1).

*Tablica 1: Opažanja i učestalost pojavljivanja vukova i čagljeva u području Plitvica i Knina u razdoblju od 01.04.2021. do 30.03.2022.*

PODRUČJE	NAPOR PRAČENJA	OPAŽANJA VUKA		OPAŽANJA ČAGLJA	
	KAMERA/DANA	N	UČESTALOST	N	UČESTALOST
Plitvice	11250	350	11.36	15	0.49
Knin	7213	213	10.78	842	42.61
Ukupno/prosjek	18463	563	11.07	857	21.55

### 4.2. Obrasci pojavljivanja i aktivnosti vuka i čaglja

#### 4.2.1. Vuk

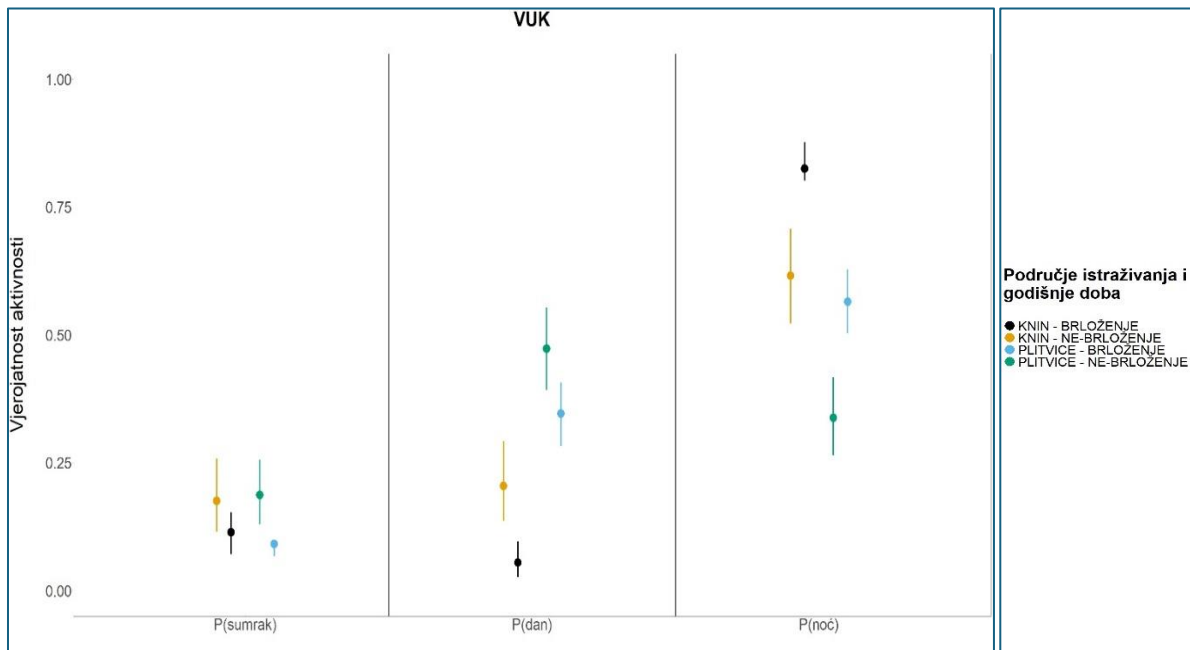
U oba područja istraživanja obrasci aktivnosti vukova bili su katemeralni, ali sa značajnim neujednačenim obrascem pojavljivanja tj. aktivnosti. Vukovi su odabirali različite dnevne niše u različitim istraživanim područjima i sezonama. U području Knina, vukovi su pokazali sveukupnu sklonost noćnom razdoblju, te pomak s noći i sumraka u razdoblju brloženja na noć u razdoblju bez brloga (Tablica 2, Slika 18).

U području Knina, uspoređujući dva godišnja razdoblja, zabilježeno je znatno preklapanje obrazaca dnevne aktivnosti vuka među sezonama [ $\Delta 4=0.78$  (0.67-0.88)] i slična ukupna aktivnost ( $Wald_{test}=2.776$ ,  $p=0.10$ ), ali uz različitu raspodjelu aktivnosti ( $U^2=0.354$ ,  $p<0.01$ ) (Tablica 2, Slika 18).

U području Plitvica vukovi su općenito bili aktivni noću, ali tijekom brloženja bili su aktivni danju i u sumrak, dok su van razdoblja podizanja mladih bili noćno aktivni, a ta razlika bila je na granici statističke značajnosti (0.211  $p<0.05$ , Tablica 2, Slika 18). U području Plitvica utvrđeno je znatno preklapanje obrazaca dnevne aktivnosti vukova između dviju sezona, [ $\Delta 4=0.84$  (0.76-0.91);  $Wald_{test}=1.655$ ,  $p=0.20$ ], ali kao i u području Knina je raspodjela aktivnosti bila različita ( $U^2=0.211$ ,  $p<0.05$ , Tablica 2).

Tablica 2: Obrasci pojavljivanja vukova u području Knina i Plitvica po sezonama godišnjeg životnog ciklusa, te tijekom dana, gdje „N“ označava broj opažanja. Rayleigh test uniformnosti uspoređuje ujednačenosti pojavljivanja u razdoblju od 24 sata, te je temeljem toga određena vremenska niša. Test preklapanja ( $\Delta 4$ ) dnevnih pojavljivanja aktivnosti između sezone brloženja i sezone bez brloga. Vrijednost  $U^2$  testa određivala je homogenost skupova podataka, a  $Wald_{test}$  testira razlike između skupova podataka. Statistički značajne razlike istaknute su podebljanim brojkama.

PODRUČJA I RAZDOBLJA	N	Rayleigh test uniformnosti i $p$ vrijednost	Odabir doba dana (vremenska niša)	Razdoblje brloženja nasuprot razdoblju bez brloženja		
				$\Delta 4$ (95% CI)	$U^2$ test ( $p$ )	$Wald_{test}$ ( $p$ )
KNIN	213	<b>0.555</b> ( <b>&lt; 0.001</b> )	Noć	-	-	-
Brloženje	93	<b>0.608</b> ( <b>&lt; 0.001</b> )	Noć i sumrak	0.78 (0.67-0.88)	<b>0.354</b> ( <b>&lt; 0.01</b> )	2.776 (0.10)
Bez brloženja	120	<b>0.548</b> ( <b>&lt; 0.001</b> )	Noć			
PLITVICE	350	<b>0.197</b> ( <b>&lt; 0.001</b> )	Noć	-	-	-
Brloženje	141	<b>0.282</b> ( <b>&lt; 0.001</b> )	Dan i sumrak	0.84 (0.76-0.91)	<b>0.211</b> ( <b>&lt; 0.05</b> )	1.655 (0.20)
Bez brloženja	209	<b>0.157</b> ( <b>&lt; 0.01</b> )	Noć			



Slika 18: Aktivnost vuka po godišnjim i dnevnim razdobljima na područjima Plitvica i Knina.

#### 4.2.2. Čagalj

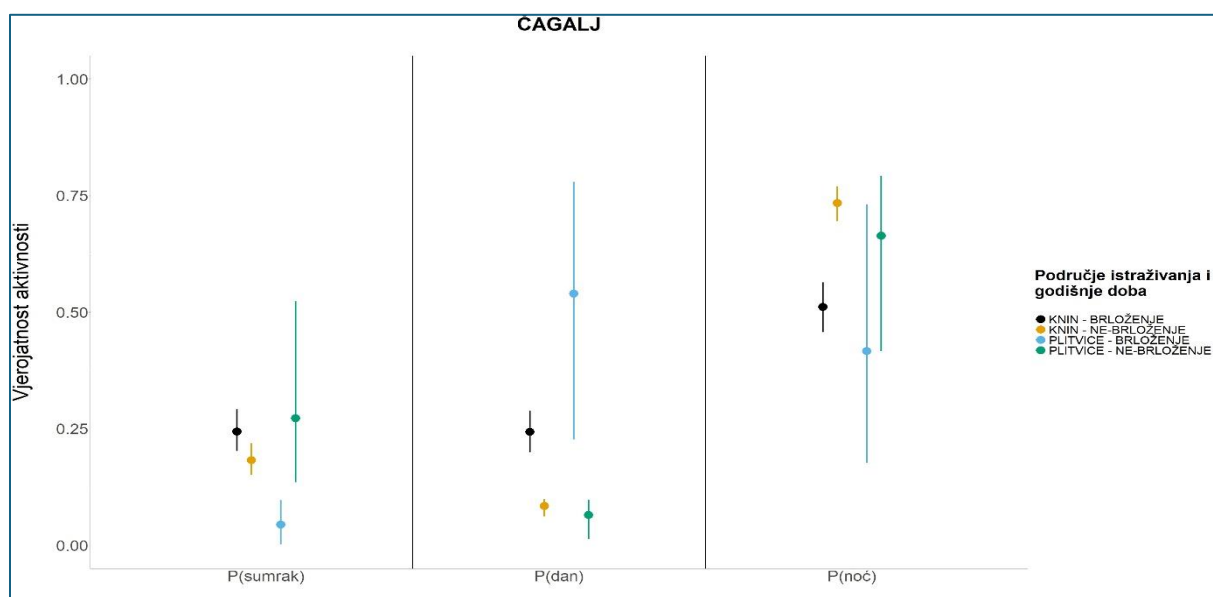
U oba istraživana područja, obrasci aktivnosti čaglja bili su katemeralni, sa značajno neujednačenim obrascem.

U području Knina čagalj je bio aktivan noću i u sumrak općenito, te tijekom obiju sezona životnog ciklusa (Tablica 3, Slika 19). Unatoč znatnom preklapanju aktivnosti tijekom dva godišnja razdoblja životnog ciklusa, [ $\Delta 4=0.79$  (0.68-0.86)], sezonska aktivnost čaglja bila je značajno različita u području Knina ( $U^2=0.487$ ,  $p<0.01$ ;  $Wald_{test}=13.489$ ,  $p<0.01$ ) (Tablica 3, Slika 19).

U području Plitvica čagalj je općenito bio aktivan noću, te s pomakom od noći izvan sezone brloženja prema dnevnoj i noćnoj aktivnosti tijekom razdoblja brloženja (Tablica 3, Slika 19). Sezonski obrasci dnevnih aktivnosti čaglja u području Plitvica malo su se preklapali [ $\Delta 4=0.40$  (0.13-0.77)], ali su pokazali sličan raspored aktivnosti između sezona (Wald<sub>test</sub>=0.288,  $p=0.59$ ;  $U^2=0.084$ ,  $p>0.10$ ) (Tablica 3, Slika 19). Rezultate aktivnosti čaglja u području Plitvica treba uzeti s oprezom, a radi malog broja opažanja.

Tablica 3: Obrasci pojavljivanja čagljeva u području Knina i Plitvica po sezonama godišnjeg životnog ciklusa, te tijekom danu, gdje „N“ označava broj opažanja. Rayleigh test uniformnosti uspoređuje ujednačenosti pojavljivanja u razdoblju od 24 sata, te je temeljem toga određena vremenska niša. Test preklapanja ( $\Delta 4$ ) dnevnih pojavljivanja aktivnosti između sezone brloženja i sezone bez brloga. Vrijednost  $U^2$  testa određivala je homogenost skupova podataka, a Wald<sub>test</sub> testira razlike između skupova podataka. Statistički značajne razlike istaknute su podebljanim brojkama.

PODRUČJA I RAZDOBLJA	N	Rayleigh test uniformnosti ( $p$ )	Odabir doba dana (vremenska niša)	Razdoblje brloženja nasuprot bez brloženja		
				$\Delta 4$ (95% CI)	$U^2$ test ( $p$ )	Wald <sub>test</sub> ( $p$ )
KNIN	842	<b>0.488</b> ( <b>&lt; 0.001</b> )	Noć i sumrak	-	-	-
Brloženje	104	<b>0.523</b> ( <b>&lt; 0.001</b> )	Noć i sumrak	0.85 (0.75-0.87)	<b>0.487</b> ( <b>&lt; 0.01</b> )	<b>13.489</b> ( <b>&lt; 0.01</b> )
Bez brloženja	162	<b>0.462</b> ( <b>&lt; 0.001</b> )	Noć i sumrak			
PLITVICE	15	0.408 (0.080)	Noć	-	-	-
Brloženje	5	0.262 (0.731)	Dan i noć	0.40 (0.13-0.77)	0.084 ( $> 0.10$ )	0.288 (0.59)
Bez brloženja	10	0.515 (0.067)	Noć			



Slika 19: Aktivnost čaglja po godišnjim razdobljima i dnevnim periodima na područjima Plitvica i Knina. Vjerojatnost aktivnosti podijeljena je prema dnevnim razdobljima.

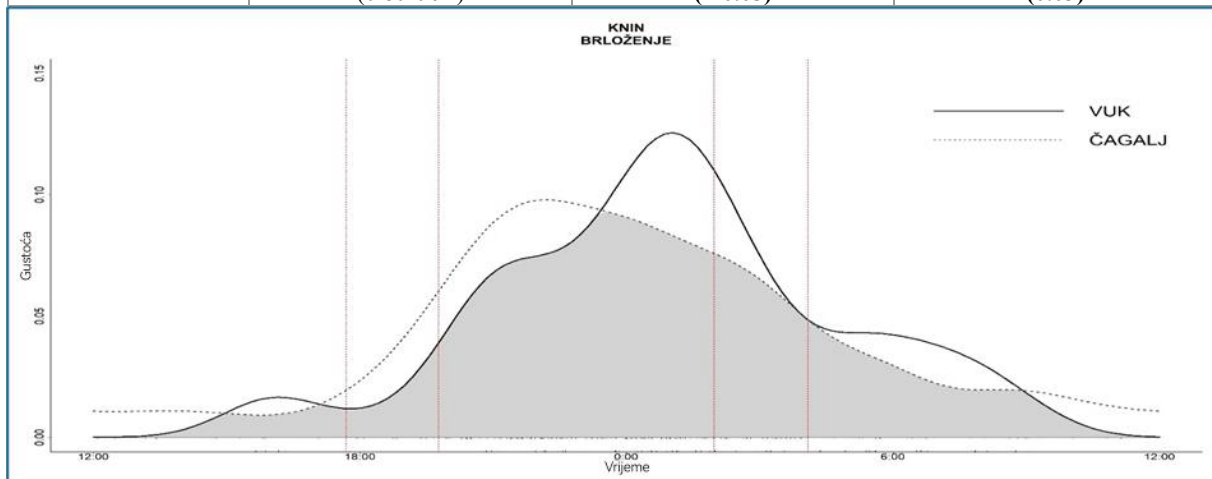
#### 4.2.3. Usporedba aktivnosti vuka i čaglja

U području Knina, ukupno godišnje preklapanje dnevnih aktivnosti vuka i čaglja bilo je znatno ( $[\Delta 4_{\text{Godišnje}}=0.92$  (0.88-0.97)], Tablica 4), a također su i obrasci aktivnosti bili slični

( $Wald_{test}=1.870$ ,  $p=0.17$ ). Vukovi su tijekom razdoblja brloženja u području Knina bili aktivni noću, s vrhuncem aktivnosti pred svitanje, od kada je aktivnost padala do sredine dana (Slika 20). Aktivnost čagljeva u istom razdoblju bila je slična, a neznatna razlika bila je u ranijem početku aktivnosti s prvim sumrakom, nešto većom aktivnosti do ponoći, te manjom aktivnosti pred svitanje, kada je aktivnost vukova bila najveća (Slika 20). U razdoblju između dva brloženja (Slika 21) vukovi su bili aktivni noću, s vrhuncem aktivnosti oko ponoći, dok su čagljevi također bili aktivni noću ali manje tijekom vrhunca aktivnosti vukova, te su održavali svoju aktivnost većom od vučje pred svitanje tijekom i nakon svitanja, a da bi je smanjili do sredine dana, do razine aktivnosti vukova. Aktivnost i vukova i čagljeva tijekom razdoblja nebrloženja sredinom dana bila je nešto viša od aktivnosti obije vrste tijekom razdoblja brloženja. Izraženo brojkama, sezonske razlike u preklapanju aktivnosti vuka i čaglja povećale su se od razdoblja brloženja [ $\Delta 4_{Brloženje}=0.84$  (0.80-0.94)] prema razdoblju između dva brloženja [ $\Delta 4_{Nebrloženje}=0.88$  (0.80-0.94)], te su u tom razdoblju bile statistički značajne ( **$Wald_{test}=4.968$ ,  $p=0.03$** , Tablica 4).

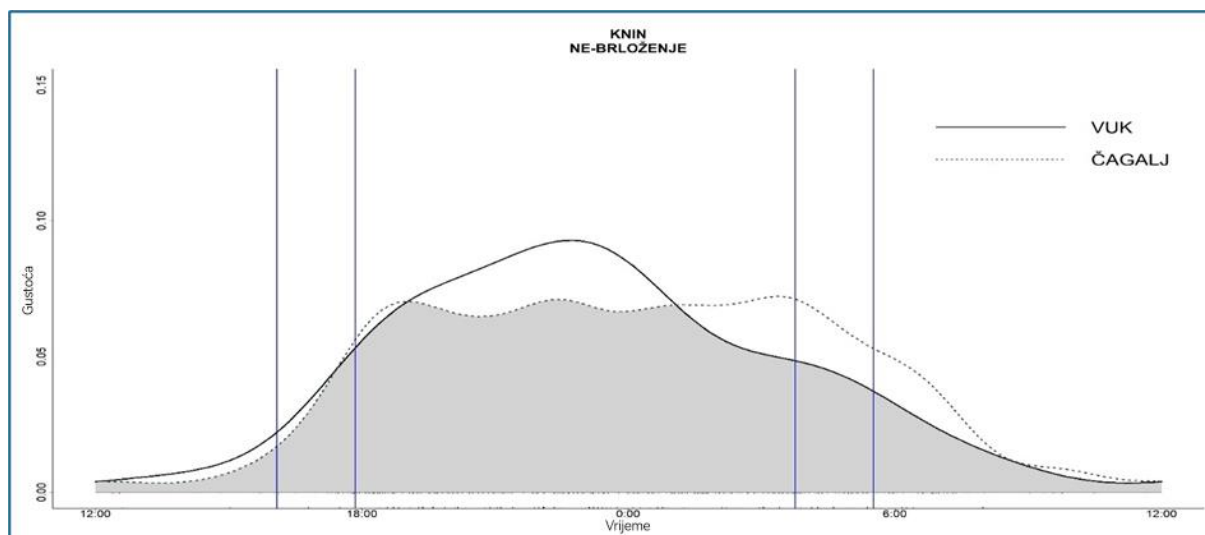
Tablica 4: Usporedba godišnjih i sezonskih obrazaca aktivnosti vuka i čaglja s područja Knina i Plitvica, gdje je  $\Delta 4$  mjera preklapanja aktivnosti vuka i čaglja,  $U^2$  je rezultat testiranja homogenosti setova podataka, a  $Wald_{test}$  vrijednosti pokazuju značajnost razlika između setova podataka.

PODRUČJE KNINA	POKAZATELJI GODIŠNJIH I SEZONSKIH OBRAZACA AKTIVNOSTI VUKOVA I ČAGLJEVA		
	$\Delta 4$ (95% CI)	$U^2$ (p)	$Wald_{test}$ (p)
Cijela godina	0.92 (0.88-0.97)	0.121 ( $> 0.10$ )	1.870 (0.17)
Brloženje	0.84 (0.74-0.91)	<b>0.223</b> ( $< 0.05$ )	2.441 (0.12)
Bez brloženja	0.88 (0.80-0.94)	<b>0.208</b> ( $< 0.05$ )	<b>4.968</b> ( <b>0.03</b> )



Slika 20: Dnevna aktivnost i preklapanje aktivnosti vuka i čaglja na području Knina u razdoblju brloženja. Apscisa prikazuje razdoblje od jednog dana, dok ordinata prikazuje gustoću aktivnosti zabilježenu kroz doba dana. Točkaste okomite linije su trenuci izlaska i zalaska sunca tijekom godine.



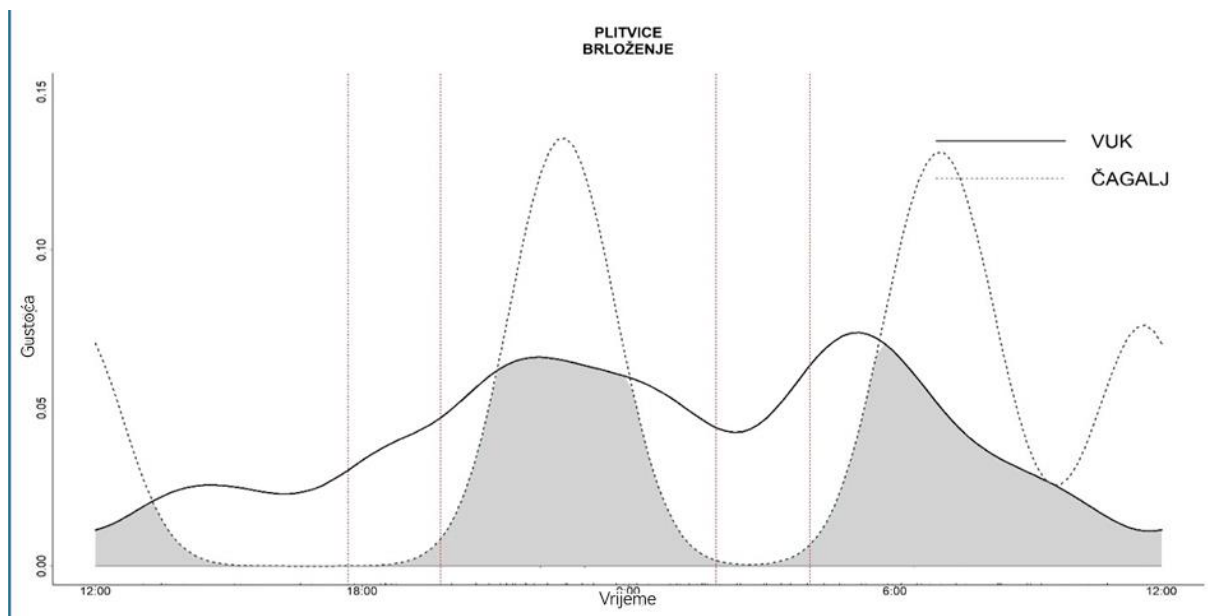


Slika 21: Dnevna aktivnost i preklapanje aktivnosti vuka i čaglja na području Knina izvan razdoblja brloženja. Apscisa prikazuje razdoblje od jednog dana, dok ordinata prikazuje gustoću aktivnosti zabilježenu kroz doba dana. Plave okomite linije su trenuci izlaska i zalaska sunca tijekom godine.

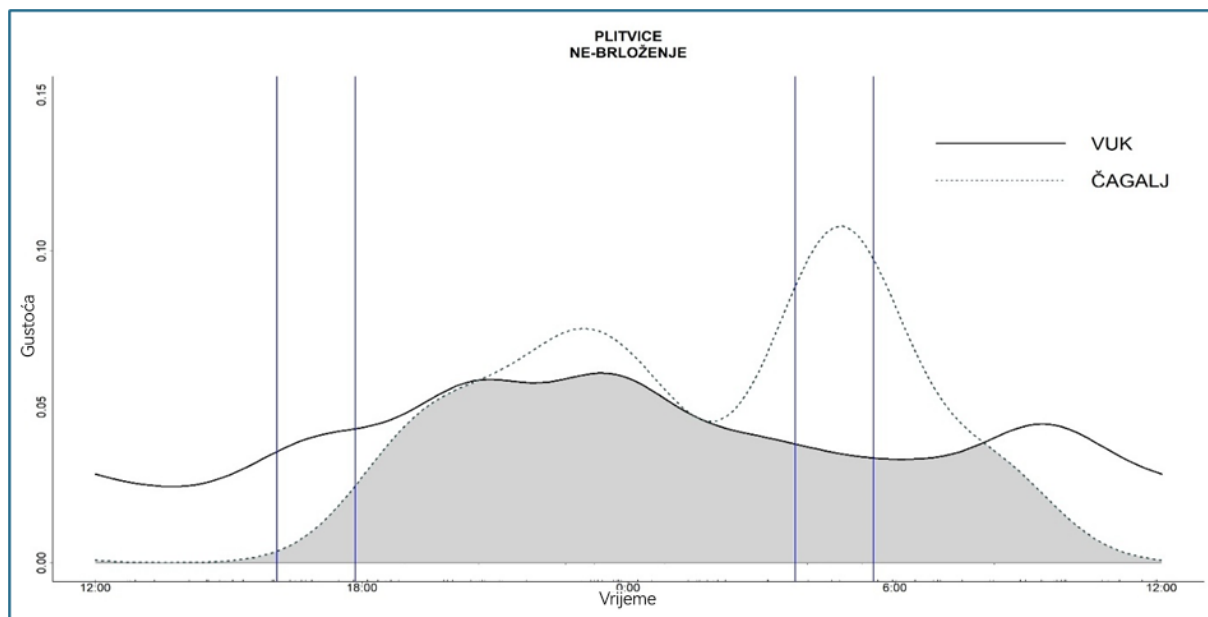
U području Plitvica na godišnjoj razini dnevna preklapanja obrazaca aktivnosti vuka i čaglja bila su umjerena ( $[\Delta 4_{\text{Godišnje}}=0.48 (0.42-0.51)]$ , Tablica 4), a razlike u obrascima aktivnosti bile su blago značajne ( $\text{Wald}_{\text{test}}=3.752, p=0.05$ , Tablica 4). Sezonske razlike u obrascima aktivnosti bile su značajne. Tijekom razdoblja brloženja (Slika 22), vukovi su bili aktivni i tijekom dana, te nešto više tijekom noći, a čagljevi su ispoljili dva vrhunca aktivnosti, jedan sredinom noći i drugi nakon svitanja. Preklapanje je bilo umjereno [ $\Delta 4_{\text{Brloženje}}=0.46 (0.37-0.51)$ ], a razlika u obrascima aktivnosti bila je značajna ( $\text{Wald}_{\text{test}}=4.524, p=0.03$ , Tablica 4.). U razdoblju između dva brloženja (Slika 23), vukovi su bili aktivni sredinom noći, nešto manje u svitanje, ali i tijekom dana, a čagljevi su bili aktivni noću kao i vukovi, ali za razliku od vukova bili su znatno aktivniji tijekom svitanja, te nimalo aktivni tijekom dana. Stoga je preklapanje aktivnosti bilo umjereno [ $\Delta 4_{\text{Ne-brloženje}}=0.45 (0.37-0.51)$ ], a razlika između obrazaca aktivnosti bila je značajna ( $\text{Wald}_{\text{test}}=6.057, p=0.01$ , Tablica 4).

Tablica 5: Usporedba godišnjih i sezonskih obrazaca aktivnosti vuka i čaglja s područja Knina i Plitvica, gdje je  $\Delta 4$  mjera preklapanja aktivnosti vuka i čaglja,  $U^2$  je rezultat testiranja homogenosti setova podataka, a  $\text{Wald}_{\text{test}}$  vrijednosti pokazuju značajnost razlika između setova podataka.

PODRUČJE PLITVICA	POKAZATELJI GODIŠNJIH I SEZONSKIH OBRAZACA AKTIVNOSTI VUKOVA I ČAGLJEVA		
	$\Delta 4$ (95% CI)	$U^2$ (p)	$\text{Wald}_{\text{test}}$ (p)
Cijela godina	0.48 (0.42-0.51)	0.078 (> 0.10)	<b>3.752</b> <b>(0.05)</b>
Brloženje	0.46 (0.37-0.51)	0.056 (> 0.10)	<b>4.524</b> <b>(0.03)</b>
Bez brloženja	0.45 (0.37-0.51)	0.115 (> 0.10)	<b>6.057</b> <b>(0.01)</b>



Slika 22: Dnevna aktivnost i preklapanje aktivnosti vuka i čaglja na području Plitvica u razdoblju brloženja. Apscisa prikazuje razdoblje od jednog dana, dok ordinata prikazuje gustoću aktivnosti zabilježenu kroz doba dana. Zbog malog broja opažanja čaglja na području Plitvica graf za čaglja pokazuje velike oscilacije. Točkaste okomite linije su trenuci izlaska i zalaska sunca tijekom godine.



Slika 23: Dnevna aktivnost i preklapanje aktivnosti vuka i čaglja na području Plitvica izvan razdoblja brloženja. Apscisa prikazuje razdoblje od jednog dana, dok ordinata prikazuje gustoću aktivnosti zabilježenu kroz doba dana. Zbog malog broja opažanja čaglja na području Plitvica dnevna aktivnost čaglja treba biti uzeta s rezervom. Plave okomite linije su trenuci izlaska i zalaska sunca tijekom godine.

## 5. Rasprava

Ukupan napor prikupljanja opažanja od 18436 kamera/dana, a s rasporedom od dvije do tri kamere po jednoj jedinici mreže, bio je više nego dovoljan za otkrivanje prisutnosti i učestalosti pojavljivanja vukova i čagljeva, jer preporučena veličina mreže za monitoring tih vrsta na razini Europe je 10x10 km (DG Environment, 2023). Ukupan broj od 1420 opažanja vukova i čagljeva

općenito bi bio dovoljan za predviđene analize. Ipak, tijekom godinu dana praćenja u području Plitvica zabilježeno je samo 15 pojavljivanja čagljeva. Tako nizak broj opažanja mogao je utjecati na predviđene analize na području Plitvica (Shimada i sur., 2021) te stoga i zaljučci vezani uz pojavljivanje čaglja na području Plitvica trebaju biti uzeti s rezervom.

Podjednaka učestalost vuka u oba istraživana područja, pokazatelj je podjednake relativne gustoće vukova u oba područja, što olakšava usporedbu utjecaja vukova na čagljeve, a koji bi mogao proizlaziti iz različitih gustoća. Slične učestalosti vukova u različitim biogeografskim regijama potvrđuju poznatu činjenicu o prilagodljivosti vukova različitim uvjetima staništa (Mech i Boitani, 2003). Uz podjednaku učestalost vuka u obije regije, učestalost čaglja bila je 56 puta veća u mediteranskoj regiji u odnosu na alpinsku regiju. Prva opažanja čaglja u području Plitvica dokumentirana su već početkom istraživanja tj. 2014. godine (Kusak, 2016), a čagalj je učestalo dokumentiran i kasnije, uključujući i hvatanje živog šteneta čaglja iznad Drakulić Rijeke (Kusak, 2022). Stoga se može zaključiti da je području Plitvica prisutna stalna populacija čaglja, unatoč tome što je područje Plitvica i Like jedno od tradicionalnih središta postojanja vukova gdje oni nisu nikada bili istrijebljeni.

Poznato je da je čagalj povijesno, tj. do oko 1500. godine dokumentiran u priobalnoj Dalmaciji i Grčkoj, te na dva mjesta u kontinentalnoj Bugarskoj (Spasov i Acosta-Pankov, 2019), dok je vuk u isto vrijeme nastanjivao cijelu kontinentalnu Europu i otok Siciliju (Boitani, 1995). Moguće objašnjenje za širenje čaglja krajem 20. i početkom 21. stoljeća, govori da je ono posljedica tamanjenja vukova u Europi (Krofel i sur., 2017). Da je samo nestanak vukova bio potreban za širenje čagljeva u kontinentalnoj Europi, tada bi se oni proširili i znatno ranije, jer vukovi su istrijebljeni iz znatnih dijelova Europe i stoljećima ranije (Boitani, 1995). Trenutno postojanje tj. suživot vuka i čaglja na općenito istim područjima (Slika 13), tj. u istim biogeografskim regijama i tipovima staništa ukazuje da je suživot tih dviju vrsta moguć, te da postojanje vukova vjerojatno nije povijesno bilo jedina prepreka za širenje čagljeva. Uzimajući u obzir da je za nastanjivanje čaglja jedna ograničavajući činitelj i klimatski činitelj kao nadmorska visina (Spasov i Acosta-Pankov, 2019; Saruhan i Sari, 2022), moguće je da je širenje čaglja u kontinentalne dijelove Europe, pa čak i do Estonije (Männil i Ranc, 2022b) posljedica i globalnih klimatskih promjena, deforestacije, razvoje mreže cesta i nastanak dodatnih izvora hrane iz ljudskih izvora (Spasov i Acosta-Pankov, 2019), to jest sveukupno posljedica raznih ljudskih utjecaja. Bolje razumijevanje suživota vuka i čaglja moglo bi doprinijeti razumijevanju i razloga za širenje čagljeva, a time i doprinijeti općim spoznajama o tome kako ljudska aktivnost mijenja prirodu.

Neposredna prisutnost ljudi kod mjesta kamera, to jest utjecaj čovjeka na aktivnost vuka i čaglja nije analiziran, ali s obzirom na mnogobrojne spoznaje o učinku prisutnosti ljudi na aktivnost velikih zvijeri (Morales-González i sur., 2020; Naderi i sur., 2021; Blount i sur., 2024), može se računati da utjecaj postoji, kao sveobuhvatni činitelj gdje čovjek djeluje kao „super predator“ (Clinchy i sur., 2016). Poznato je da je godišnji broj turista u NP Plitvička jezera prije i nakon COVID pandemije iznosio od 1.8 do dva milijuna gostiju godišnje, ali da preko 90% gostiju ne ide dalje od staza uz jezera (Stručni voditelj NP Plitvička jezera, 2023). Područje Knina nije turističko, nego se može očekivati samo prisutnost lokalnog stanovništva.

U analize nije uključena aktivnost plijena vuka i čaglja, ali poznato je da vukovi prilagođavaju svoju aktivnost aktivnosti plijena (Theuerkauf i sur., 2003), ali i prisutnosti ljudi (Sunde i sur., 2024) što bi dodatno pomoglo tumačenju dobivenih rezultata. U području Plitvica

prehrana vuka su pretežno divlji parnoprstaši (Octenjak i sur., 2020), te je pored aktivnosti čovjeka, i aktivnost plijenskih vrsta mogla utjecati na aktivnost vuka. Podaci o prehrani čaglja postoje samo za populaciju u Panonskom dijelu Hrvatske (Bošković i sur., 2013), dok takve spoznaje ne postoje za mediteranski i alpinski dio Hrvatske.

U području Knina, prevladavajuće noćna aktivnost vukova tijekom godine i u razdoblju ne brloženja, ukazuje na općenito izbjegavanje čovjeka, te se poklapa sa ranijim spoznajama o aktivnosti vukova u Dalmaciji, koji s jedne strane moraju izbjegavati čovjeka (Kusak i sur., 2005), ali jer istovremeno ovise o hrani iz ljudskih izvora (Octenjak i sur., 2020), trebaju dolaziti bliže ljudima, te to čine u doba dana kada je manja vjerojatnost susreta s čovjekom, to jest tijekom noći. Pomak od noćne prema noćno- sumračnoj aktivnosti u razdoblju brloženja poklapa se sa povratkom stoke na pašnjake i povećanjem napada na stoku (Štrbenac i sur., 2005, 2010), a također i sa smanjenom prisutnosti lovaca i lovačkih pasa, jer u tom razdoblju nema lova na divlje svinje u Dalmaciji ([Kalendar lovidbe – Hrvatski lovački savez](#)), što omogućava vukovima korištenje i doba dana s većom vidljivošću tj. sumrak i svitanje.

U području Plitvica, značajno noćna aktivnost vukova na godišnjoj razini najvjerojatnije je posljedica velike općenite prisutnosti ljudi tj. turista u području. Pomak prema dnevnoj i sumračnoj aktivnosti tijekom razdoblja brloženja može biti objašnjena slobodnijim kretanjem vukova na manjem prostoru u toj sezoni, te usklađivanju s aktivnošću divljih parnoprstaša, plijena vuka, a koji je u prirodnim staništima krepuskularno aktivan (Vazquez i sur., 2019). Vukovi u Hrvatskoj biraju mjesta za brloženje u najboljim staništima i dalje od ljudi (Passoni i sur., 2017), a vezanost za područje podizanja mladih uvjetuje sezonsko smanjenje teritorija čopora (Kusak i sur., 2005; Blount i sur., 2024; Vorel i sur., 2024), što oslobađa dnevnu i sumračnu nišu za aktivnost vukova u područjima udaljenijim od ljudi. Prelazak na prevladavajuće noćnu aktivnost tijekom razdoblja ne-brloženja također može biti objašnjeno potrebom za povećanim kretanjem, jer štenci nakon navršene dobi od pola godine počinju slijediti odrasle vukove u kretanju teritorijem (Ciucci i sur., 2024), a najlakši način kretanja je po šumskim cestama, gdje je bila i većina korištenih kamera i najveća vjerojatnost za susret s ljudima (Bojarska i sur., 2020). Postavljanje kamera samo uz šumske ceste i staze može dati pristrane podatke, te je za neke potrebe bolje koristiti druge metode istraživanja, npr. telemetrijsko praćenje (Bojarska i sur., 2023).

U području Knina, čagljevi su bili noćno sumračno aktivni na godišnjoj razini i u oba godišnja razdoblja životnog ciklusa. To je slično obrascu aktivnosti vuk, tim da je čagalj bio ipak aktivan i u razdobljima sumraka i u sezoni bez brloženja kada je vuk bio noćno aktivan. Sezonske razlike obrazaca ipak su bile statistički značajne, sa najizrazitijim noćno sumračnim obrascem tijekom razdoblja brloženja. Međuodnos veće vrste roda *Canis* na manju vrstu istog roda dobro je istražen u sustavu vuk-kojot (Switalski, 2003; Roth i sur., 2008; Merkle i sur., 2009; Miller i sur., 2012), gdje je interspecijska agresija prepoznata kao jedan od mehanizama podjele prostornih i vremenskih niša veličinom sličnih vrsta kanida. Pomak aktivnosti čagljeva u Dalmacije s noćne na noćno sumračnu ukazuje smještanje vremenske niše čaglja u vremensko razdoblje kada je aktivnost vuka bila smanjena, a aktivnost čovjeka još nije dostigla vrhunac, naročito u razdoblju brloženja, tj. kada nema lovnih aktivnosti u staništu obiju istraživanih vrsta ([Kalendar lovidbe – Hrvatski lovački savez](#)).

Odabir vremenske niše čaglja u području Plitvica na godišnjoj razini jednak je kao i kod vuka u istom području, što ukazuje na predominantan utjecaj čovjeka, bez obzira na razliku u

klimi dviju biogeografskih regija. Sezonske razlike odabira vremenskih niša čaglja na Plitvicama primijećene su ali nisu bile značajno različite, što je mogla biti i posljedica malog seta podataka.

U području Knina, noćna aktivnosti vukova u razdoblju brloženja počinjala je rasti nakon zalaska sunca, a vrhunac je bio pred svitanje. Čagljevi su počinjali biti aktivniji ranije u sumrak, te zadržavali višu razinu aktivnosti sve do porasta aktivnosti vukova pred svitanje, ali bi i ostajali aktivni tijekom dana, kada je aktivnost vukova sasvim prestajala. Ovakav obrazac pokazuje da su obje vrste odabirale doba dana kada ljudi nisu aktivni, a da čagalj još prilagođava svoju aktivnost izbjegavajući vrhunac aktivnosti vukova. U tom primjeru može se reći da čagalj donekle balansira i koristi prisutnost čovjeka kao „štit“ od vršnog predatora (Steyaert i sur., 2016). Slično preklapanja pojavljuje se i tijekom razdoblja ne-brloženja, samo je obrazac drugačiji, sa vrhuncem aktivnosti vukova oko ponoći, te sa nižom aktivnosti čagljeva sredinom noći, te produljivanjem njihove aktivnosti tijekom svitanja i jutra. Prisutnost čovjeka tijekom sezone ne-brloženja u Dalmaciji je najviše u vidu lovnih aktivnosti, te izgleda da je u tom pogledu vuk osjetljivi na ljudsku aktivnost, a da to koristi čaglju i omogućava mu produljivanje aktivnosti, a time i veći „uspjeh“ na razini populacije.

U području Plitvica tijekom sezone brloženja vukovi su bili najviše aktivni tijekom sredine noći i nakon izlaska sunca, a aktivnost se smanjivala nakon svitanja do sredine dana, ali nikada nije sasvim prestajala. Taj obrazac različit je od onog u Dalmaciji, te ukazuje na manji pritisak od strane čovjeka, dok se jutarnji vrhunac aktivnosti poklapa s aktivnosti plijena vuka (Molinari-Jobin i sur., 2004; Sunde i sur., 2024). Na ovakav cjelodnevni obrazac aktivnosti vukova na Plitvicama, čagljevi su odgovorili sa čak tri razdoblja intenzivne aktivnosti i to jednim sredinom noći, te drugim koji počinje nakon što jutarnja aktivnost vukova počinje opadati i trećim oko sredine dana. Očito je izbjegavanje vukova od strane čagljeva, ali ovaj rezultat bilo bi dobro potvrditi prikupljanjem dodatnih podataka. U razdoblju između dva brloženja, aktivnost vukova bila je noću, te nešto manja i danju, tijekom svitanja i padala do podne, ali se i zadržavala tijekom dana, dok su čagljevi bili najviše aktivni u svitanje, te prestajali biti aktivni sredinom dana. Manje turista tijekom razdoblja ne-brloženja i izostanak lovnih aktivnosti u nacionalnom parku izgleda omogućuju vukovima zadržavanje aktivnosti tijekom svih razdoblja dana, što posljedično ostavlja čagljevima manje vremena te intenzivno koriste kraća razdoblja dana kada su vukovi manje aktivni.

## 6. Zaključci

1. Učestalost vukova bila je podjednaka u odabranim dijelovima alpinske i mediteranske biogeografske regije, a učestalost čagljeva bila je 56 puta veća u mediteranskoj regiji.
2. Učestalost čagljeva bila je četiri puta veća od učestalosti vukova u dijelu mediteranske regije, a 23.3 puta manja u alpskoj regiji.
3. U mediteranskoj i alpskoj regiji vukovi su bili općenito noćno aktivni, što ukazuje na prilagodbu na prevladavajući utjecaj čovjeka i izbjegavanje ljudi
4. Tijekom razdoblja brloženja u mediteranskoj regiji vukovi su bili aktivni u noć i sumrak, a u alpskoj regiji tijekom dana i sumraka. Regionalne razlike u sezonskoj aktivnosti posljedica su različitih obrazaca aktivnosti ljudi.
5. Veći pritisak čovjeka u području mediteranske regije sužava vremensku nišu vuka na noćno razdoblje, a manji pritisak u području alpske regije omogućava aktivnost vuka ravnomjernije raspoređenu tijekom svih doba dana.
6. Čagalj u mediteranskoj regiji izbjegava prvenstveno čovjeka tako da je aktivan noću, a onda izbjegava i vuka smanjujući aktivnost kada je vuk najaktivniji.
7. Čagalj u alpskoj regiji upražnjava svoje životne potrebe tijekom kraćih i intenzivnijih razdoblja aktivnosti tijekom noći ali i dana.

## 7. Literatura

Agostinelli, C. and Lund, U. (2022) 'R package: Circular Statistics (version 0.4-3)'.

Berger, K.M., Gese, E.M. and Berger, J. (2008) 'INDIRECT EFFECTS AND TRADITIONAL TROPHIC CASCADES: A TEST INVOLVING WOLVES, COYOTES, AND PRONGHORN', *Ecology*, 89(3), pp. 818–828. Available at: <https://doi.org/10.1890/07-0193.1>.

Bischof, R. *et al.* (2014) 'Using time-to-event analysis to complement hierarchical methods when assessing determinants of photographic detectability during camera trapping', *Methods in Ecology and Evolution*. Edited by N. Yoccoz, 5(1), pp. 44–53. Available at: <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12115>.

Blount, J.D. *et al.* (2024) 'Seasonal activity patterns and home range sizes of wolves in the human-dominated landscape of northeast Türkiye', *Wildlife Biology*, p. e01257. Available at: <https://doi.org/10.1002/wlb3.01257>.

Boitani, L. (1995) 'Ecological and cultural diversities in the evolution of wolf-human relationships', in *Ecology and conservation of wolves in a changing world*. Carbyn, L. N., Fritts, S. H., and Seip, D. R.(Eds.). Edmonton: Canadian Circumpolar Institute, pp. 3–12.

Bojarska, K. *et al.* (2020) 'Opportunity and peril: how wolves use a dense network of forest roads', *Mammalian Biology*, 100(2), pp. 203–211. Available at: <https://doi.org/10.1007/s42991-020-00014-0>.

Bojarska, K. *et al.* (2023) 'Wolf activity patterns revealed by camera traps and accelerometers: What are we missing?' *Wolves Across Borders*, Stockholm, 5 October. Available at: <https://www.wolvesacrossborders.com/>.

Bošković, I. *et al.* (2013) 'Dietary habits of the golden jackal (*Canis aureus* L.) in the Eastern Croatia', *Agriculturae Conspectus Scientificus (ACS)*, 78(3), pp. 245–248.

- Bowman, W.D., Hacker, S.D. and Cain, M.L. (2017) *Ecology*. Fourth Edition. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates, Inc.
- Bu, H. *et al.* (2016) 'Spatial Co-Occurrence and Activity Patterns of Mesocarnivores in the Temperate Forests of Southwest China', *PLOS ONE*. Edited by B.L. Allen, 11(10), p. e0164271. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0164271>.
- Castelló, J.R. (2018) *Canids of the world: wolves, wild dogs, foxes, jackals, coyotes, and their relatives*. [Enhanced Credo edition]. Princeton, NJ, Boston, Massachusetts: Princeton University Press, Credo Reference.
- Chapron, G. *et al.* (2014) 'Recovery of large carnivores in Europe's modern human-dominated landscapes', *Science*, 346(6216), pp. 1517–1519. Available at: <https://doi.org/10.1126/science.1257553>.
- Ciucci, P. *et al.* (1997) 'Home range, activity and movements of a wolf pack in central Italy', *Journal of Zoology*, 243, pp. 803–819. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1997.tb01977.x>.
- Ciucci, P. *et al.* (2024) 'Wolf *Canis lupus* Linnaeus, 1758', in K. Hackländer and F.E. Zachos (eds) *Handbook of the Mammals of Europe*. Cham: Springer International Publishing (Handbook of the Mammals of Europe), pp. 1–62. Available at: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-65038-8\\_118-1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-65038-8_118-1).
- Clinchy, M. *et al.* (2016) 'Fear of the human "super predator" far exceeds the fear of large carnivores in a model mesocarnivore', *Behavioral Ecology*, p. arw117. Available at: <https://doi.org/10.1093/beheco/arw117>.
- Crooks, K.R. and Soulé, M.E. (1999) 'Mesopredator release and avifaunal extinctions in a fragmented system', *Nature*, 400(6744), pp. 563–566. Available at: <https://doi.org/10.1038/23028>.
- Cusack, J.J. *et al.* (2015) 'Random versus Game Trail-Based Camera Trap Placement Strategy for Monitoring Terrestrial Mammal Communities', *PLOS ONE*. Edited by R. Guralnick, 10(5), p. e0126373. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0126373>.
- DG Environment (2023) *Reporting under Article 17 of the Habitats Directive: Guidelines on concepts and definitions – Article 17 of Directive 92/43/EEC, Reporting period 2019-2024*. Guidelines. Brussels: European Environment Agency (EEA), p. 104. Available at: [https://cdr.eionet.europa.eu/help/habitats\\_art17](https://cdr.eionet.europa.eu/help/habitats_art17).
- Estes, J.A. *et al.* (2011) 'Trophic downgrading of planet Earth.', *Science*, 333(6040), pp. 301–306. Available at: <https://doi.org/10.1126/science.1205106>.
- Europe's environment: the third assessment* (2003). Copenhagen: European Environment Agency (Environmental assessment report, No 10).
- Fabbri, E. *et al.* (2014) 'Genetic structure and expansion of golden jackals (*Canis aureus*) in the north-western distribution range (Croatia and eastern Italian Alps)', *Conservation Genetics*, 15(1), pp. 187–199. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10592-013-0530-7>.
- Gerber, B.D. *et al.* (2024) 'A model-based hypothesis framework to define and estimate the diel niche via the "Diel.Niche" R package', *Journal of Animal Ecology*, 93(2), pp. 132–146. Available at: <https://doi.org/10.1111/1365-2656.14035>.

Hantak, M.M. *et al.* (2021) 'Mammalian body size is determined by interactions between climate, urbanization, and ecological traits', *Communications Biology*, 4(1), p. 972. Available at: <https://doi.org/10.1038/s42003-021-02505-3>.

Haswell, P.M.P.M. *et al.* (2018) 'Fear, foraging and olfaction: how mesopredators avoid costly interactions with apex predators', *Oecologia*, (0123456789), pp. 1–11. Available at: <https://doi.org/10.1007/s00442-018-4133-3>.

Heptner, V.G. *et al.* (1998) *Sirenia and Carnivora (Sea Cows; Wolves and Bears)*. English translation from 1996. USA: Smithsonian Institution Libraries and the National Science Foundation (Mammals of the Soviet Union).

Hofmeester, T.R. *et al.* (2021) 'Effects of camera-trap placement and number on detection of members of a mammalian assemblage', *Ecosphere*, 12(7). Available at: <https://doi.org/10.1002/ecs2.3662>.

Hornung, J. (2018) 'Canis aureus distribution map'. WIKIMEDIA COMMONS. Available at: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/16/Canis\\_aureus\\_distribution\\_map.png?20181215111148](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/16/Canis_aureus_distribution_map.png?20181215111148).

IUCN (2018a) 'Canis aureus: Hoffmann, M., Arnold, J., Duckworth, J.W., Jhala, Y., Kamler, J.F. & Krofel, M.: The IUCN Red List of Threatened Species 2018: e.T118264161A46194820'. Available at: <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T118264161A46194820.en>.

IUCN (2018b) 'Canis lupus: Boitani, L., Phillips, M. & Jhala, Y.: The IUCN Red List of Threatened Species 2023: e.T3746A247624660'. Available at: <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2023-1.RLTS.T3746A247624660.en>.

Jedrzejewski, W. *et al.* (2001) 'Daily movements and territory use by radio-collared wolves (*Canis lupus*) in Bialowieza Primeval Forest in Poland', *Canadian Journal of Zoology*, 79(11), pp. 1993–2004. Available at: <https://doi.org/10.1139/cjz-79-11-1993>.

Kaczensky, P. *et al.* (2024a) *Large carnivore distribution maps and population updates 2017 – 2022/23*. Support for Coexistence with Large Carnivores, B.4 Update of the distribution maps. IUCN/SSC Large Carnivore Initiative for Europe (LCIE) and Istituto di Ecologia Applicata (IEA), p. 134. Available at: <https://datadryad.org/stash/dataset/doi:10.5061/dryad.3xsj3txrc> (Accessed: 27 December 2024).

Kaczensky, P. *et al.* (2024b) 'Large carnivore distribution maps for Europe 2017 – 2022/23'. <https://datadryad.org/stash/dataset/doi:10.5061/dryad.3xsj3txrc>: Dryad. Available at: <https://doi.org/10.5061/DRYAD.3XSJ3TXRC>.

Krofel, M. *et al.* (2017) 'Golden jackal expansion in Europe: a case of mesopredator release triggered by continent-wide wolf persecution?', *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*, 28(1). Available at: <https://doi.org/10.4404/hystrix-28.1-11819>.

Krofel, M. *et al.* (2022) 'Golden jackal as a new kleptoparasite for Eurasian lynx in Europe', *Global Ecology and Conservation*, 36, p. e02116. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2022.e02116>.

Krofel, M. *et al.* (2023) 'New mesocarnivore at the doorstep of Central Europe: historic development of golden jackal (*Canis aureus*) population in Slovenia', *Mammal Research*, 68(3), pp. 329–339. Available at: <https://doi.org/10.1007/s13364-023-00686-2>.



Kusak, J. et al. (2005) 'Home ranges, movements, and activity of wolves (*Canis lupus*) in the Dalmatian part of Dinarids, Croatia', *European Journal of Wildlife Research*, 51(4), pp. 254–262. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10344-005-0111-2>.

Kusak, J. (2016) *Prostorna ekologija vukova u Nacionalnom Parku Plitvička jezera Izvješće o provedbi projekta 2014-2016*. Final report 1. Zagreb: Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, p. 43.

Kusak, J. et al. (2016) *Stručni priručnik za procjenu utjecaja zahvata na velike zvijeri pojedinačno te u sklopu planskih dokumenata Verzija 1.0 - primjer vjetroelektrane*. Zagreb: Croatian Agency for Environment and Nature. Available at: [http://www.dzpz.hr/dokumenti\\_upload/20161220/dzpz201612200857120.pdf](http://www.dzpz.hr/dokumenti_upload/20161220/dzpz201612200857120.pdf).

Kusak, J. et al. (2020) *Procjena veličine populacije vuka u Hrvatskoj za razdoblje od 01. lipnja 2018. do 01. lipnja 2019. godine*. 1. Zagreb: Ministarstvo zaštite okoliša i energetike Zavod za zaštitu okoliša i prirodu, p. 10.

Kusak, J. (2022) *Prostorna ekologija vukova u Nacionalnom Parku Plitvička jezera Izvješće o provedbi projekta 2017-2022*. Final report 2. Zagreb: Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, p. 64.

Kusak, J. et al. (2023) *Procjena parametara potrebnih za ocjenu stanja očuvanosti vuka i revizija referentnih vrijednosti*. Zagreb: Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, p. 97.

Lashley, M.A. et al. (2018) 'Estimating wildlife activity curves: comparison of methods and sample size', *Scientific Reports*, 8(1), p. 4173. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41598-018-22638-6>.

Linkie, M. and Ridout, M.S. (2011) 'Assessing tiger–prey interactions in Sumatran rainforests', *Journal of Zoology*, 284(3), pp. 224–229. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2011.00801.x>.

Long, R.A. et al. (2008) *Noninvasive Survey Methods for Carnivores*. Washington: Island Press.

Männil, P. and Ranc, N. (2022a) 'Golden jackal (*Canis aureus*) in Estonia: development of a thriving population in the boreal ecoregion', *Mammal Research*, 67(2), pp. 245–250. Available at: <https://doi.org/10.1007/s13364-021-00615-1>.

Männil, P. and Ranc, N. (2022b) 'Golden jackal (*Canis aureus*) in Estonia: development of a thriving population in the boreal ecoregion', *Mammal Research*, 67(2), pp. 245–250. Available at: <https://doi.org/10.1007/s13364-021-00615-1>.

Mardia, K.V. and Jupp, P.E. (eds) (2010) *Directional statistics*. Chichester New York: J. Wiley (Wiley series in probability and statistics).

Mech, D. (1970) *The wolf: the ecology and behavior of an endangered species*. American Museum of Natural History by the Natural History Press.

Mech, L.D. and Boitani, L. (eds) (2003) *Wolves: behavior, ecology, and conservation*. Chicago: University of Chicago Press.

Mech, L.D., Smith, D.W. and MacNulty, D.R. (2015) *Wolves on the Hunt: The Behavior of Wolves Hunting Wild Prey*. University of Chicago Press. Available at: <https://doi.org/10.7208/chicago/9780226255286.001.0001>.

Mech, L.D., Wolf, P.C. and Packard, J.M. (1999) 'Regurgitative food transfer among wild wolves', *Canadian Journal of Zoology*, 77(8), pp. 1192–1195. Available at: <https://doi.org/10.1139/z99-097>.

Merkle, J. a., Stahler, D.R. and Smith, D.W. (2009) 'Interference competition between gray wolves and coyotes in Yellowstone National Park', *Canadian Journal of Zoology*, 87(1), pp. 56–63. Available at: <https://doi.org/10.1139/Z08-136>.

Miller, B.J. et al. (2012) 'Trophic cascades linking wolves (*Canis lupus*), coyotes (*Canis latrans*), and small mammals', *Canadian Journal Of Zoology-Revue Canadienne De Zoologie*, 90(1), pp. 70–78. Available at: <https://doi.org/10.1139/z11-115>.

Molinari-Jobin, A. et al. (2004) 'Life cycle period and activity of prey influence their susceptibility to predators', *Ecography*, 27(3), pp. 323–329. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.0906-7590.2004.03862.x>.

Morales-González, A. et al. (2020) 'Large carnivores living alongside humans: Brown bears in human-modified landscapes', *Global Ecology and Conservation*, 22, p. e00937. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e00937>.

Naderi, M. et al. (2021) 'Hares, humans, and lynx activity rhythms: who avoids whom?', *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*, 32(2), pp. 147–152. Available at: <https://doi.org/10.4404/hystrix-00462-2021>.

O'Connell, A.F., Nichols, J.D. and Karanth, K.U. (eds) (2011) *Camera Traps in Animal Ecology*. Tokyo ; New York: Springer Japan. Available at: <https://doi.org/10.1007/978-4-431-99495-4>.

Octenjak, D. et al. (2020) 'Wolf diet and prey selection in Croatia', *Mammal Research* [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.1007/s13364-020-00517-8>.

Okie, J.G. et al. (2013) 'Effects of allometry, productivity and lifestyle on rates and limits of body size evolution', *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 280(1764), p. 20131007. Available at: <https://doi.org/10.1098/rspb.2013.1007>.

Passoni, G. et al. (2017) 'Framework for strategic wind farm site prioritisation based on modelled wolf reproduction habitat in Croatia', *European Journal of Wildlife Research*, 63(2), pp. 1–16. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10344-017-1092-7>.

Peral, C., Landman, M. and Kerley, G.I.H. (2022) 'The inappropriate use of time-to-independence biases estimates of activity patterns of free-ranging mammals derived from camera traps', *Ecology and Evolution*, 12(10), p. e9408. Available at: <https://doi.org/10.1002/ece3.9408>.

Perpiñán, O. (2012) '**solaR**: Solar Radiation and Photovoltaic Systems with R', *Journal of Statistical Software*, 50(9). Available at: <https://doi.org/10.18637/jss.v050.i09>.

Ridout, M.S. and Linkie, M. (2009) 'Estimating overlap of daily activity patterns from camera trap data', *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics*, 14(3), pp. 322–337. Available at: <https://doi.org/10.1198/jabes.2009.08038>.

Roth, J.D., Murray, D.L. and Steury, T.D. (2008) 'Spatial dynamics of sympatric canids: Modeling the impact of coyotes on red wolf recovery', *Ecological Modelling*, 214(2–4), pp. 391–403. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2008.03.011>.

Rovero, F. and Zimmermann, F. (eds) (2016) *Camera trapping for wildlife research*. Exeter: Pelagic Publishing (Data in the wild).

Saruhan, T.B. and Sari, A. (2022) 'Altitudinal Distribution and Habitat Use of the Golden Jackal (*Canis aureus* Linnaeus, 1758) in Trabzon, Arsin- Yanbolu Valley in Turkey', *Pakistan Journal of Zoology*, 54(4). Available at: <https://doi.org/10.17582/journal.pjz/20211217111238>.

Schmidt, K. *et al.* (2008) 'Reproductive behaviour of wild-living wolves in Białowieża Primeval Forest (Poland)', *Journal of Ethology*, 26(1), pp. 69–78. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10164-006-0031-y>.

Selanec, I., Lauš, B. and Sindičić, M. (2011) 'Golden jackal (*Canis aureus*) distribution in Croatia', in *Sixth European Congress of Mammalogy. EMC 2011 V/fh European Congress of Mammalogy*, Paris: Université P. et M. Curie - Muséum national d'Histoire naturelle, pp. 60–60.

Shimada, T. *et al.* (2021) 'Optimising sample sizes for animal distribution analysis using tracking data', *Methods in Ecology and Evolution*. Edited by T. Photopoulou, 12(2), pp. 288–297. Available at: <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13506>.

Sillero-Zubiri, E.C., Hoffmann, M. and Macdonald, D.W. (2004) 'Canids: Foxes, Wolves, Jackals and Dogs'.

Spasov, N. and Acosta-Pankov, I. (2019) 'Dispersal history of the golden jackal (*Canis aureus* moreoticus Geoffroy, 1835) in Europe and possible causes of its recent population explosion', *Biodiversity Data Journal*, 7, p. e34825. Available at: <https://doi.org/10.3897/BDJ.7.e34825>.

Steyaert, S.M.J.G. *et al.* (2016) 'Human shields mediate sexual conflict in a top predator', *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 283(1833), p. 20160906. Available at: <https://doi.org/10.1098/rspb.2016.0906>.

Štrbenac, A. *et al.* (2005) *Wolf management plan for Croatia*. Edited by A. Štrbenac. Zagreb: Državni zavod za zaštitu prirode.

Štrbenac, A. *et al.* (2010) *Plan upravljanja vukom u republici Hrvatskoj za razdoblje od 2010 do 2015*. Zagreb: Ministarstvo kulture.

Sunde, P. *et al.* (2024) 'Human avoidance, selection for darkness and prey activity explain wolf diel activity in a highly cultivated landscape', *Wildlife Biology*, 2024(6), p. e01251. Available at: <https://doi.org/10.1002/wlb3.01251>.

Switalski, T.A. (2003) 'Coyote foraging ecology and vigilance in response to gray wolf reintroduction in Yellowstone National Park', *Canadian Journal of Zoology*, 81(6), pp. 985–993. Available at: <https://doi.org/10.1139/z03-080>.

Teixeira, D.F. *et al.* (2023) 'Effect of anthropic disturbances on the activity pattern of two generalist mesocarnivores inhabiting Mediterranean forestry plantations', *Biodiversity and Conservation*, 32(4), pp. 1251–1270. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10531-023-02548-4>.

Theuerkauf, J. *et al.* (2003) 'Daily Patterns and Duration of Wolf Activity in the Białowieża Forest, Poland', *Journal of Mammalogy*, 84(1), pp. 243–253. Available at: [https://doi.org/10.1644/1545-1542\(2003\)084<0243:DPADOW>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1644/1545-1542(2003)084<0243:DPADOW>2.0.CO;2).

Theuerkauf, J. (2009) 'What drives wolves: Fear or hunger? Humans, diet, climate and wolf activity patterns', *Ethology*, 115(7), pp. 649–657. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0310.2009.01653.x>.

Trbojević, I. *et al.* (2020) 'Wolf diet and livestock depredation in North Bosnia and Herzegovina', *Mammalian Biology* [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.1007/s42991-020-00053-7>.

Urios Moliner, V. *et al.* (2016) 'The analysis of the canid mitochondrial genome studied in Morocco shows that it is neither wolf (*Canis lupus*) nor Eurasian jackal (*Canis aureus*)'. Available at: <https://doi.org/10.7287/peerj.preprints.1763v1>.

Vazquez, C. *et al.* (2019) 'Comparing diel activity patterns of wildlife across latitudes and seasons: Time transformations using day length', *Methods in Ecology and Evolution*. Edited by A. Ellison, 10(12), pp. 2057–2066. Available at: <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13290>.

Vorel, A. *et al.* (2024) 'Home range and habitat selection of wolves recolonising central European human-dominated landscapes', *Wildlife Biology*, 2024(6), p. e01245. Available at: <https://doi.org/10.1002/wlb3.01245>.

Wilson, D.E. and Mittermeier, R.A. (eds) (2009) *Handbook of the mammals of the world*. Barcelona: Lynx ed.

Yumnam, B. *et al.* (2015) 'Phylogeography of the Golden Jackal (*Canis aureus*) in India', *PLOS ONE*. Edited by A. Janke, 10(9), p. e0138497. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0138497>.

Zar, J.H. (2010) *Biostatistical analysis*. 5th ed. Upper Saddle River, N.J: Prentice-Hall/Pearson.

## 8. Životopis

### Osobni podaci

Ime i prezime: Pavao Kusak

Datum rođenja: 20. lipnja 1999.

Nacionalnost: Hrvat

Mjesto rođenja: Zagreb

Mjesto prebivališta: Aleja ruža 17, 10040 Zagreb

### Obrazovanje

2022. – trenutačno: Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, diplomski studij Znanosti o okolišu

2017. – 2022.: Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, prijediplomski studij Znanosti o okolišu

2013. – 2017.: Gimnazija Sesvete, srednjoškolsko obrazovanje

2007. – 2013.: Osnovna Glazbena Škola Ivan pl. Zajc, osnovnoškolsko glazbeno obrazovanje

2005. – 2013.: Osnovna Škola Retkovec, osnovnoškolsko obrazovanje

### Radno iskustvo

2022. - MEDILIGO d.o.o., Zagreb, Hrvatska – studentski posao, administrativni poslovi i razni pomoćni poslovi

2021. – 2024. – Razni studentski poslovi – poslovi čišćenja laboratorija, poslovi čišćenja ureda, prodoavač u supermarketu, statiranje u filmu

### Jezici

Materinji jezik: Hrvatski

Ostali jezici: Engleski i Njemački

Engleski: C2 u razumijevanju, govoru i pisanju (aktivno)

Njemački: C1 u razumijevanju, govoru i pisanju (pasivno)

### Vještine

Vozačka dozvola – B kategorija

Njemački jezik – Njemačka jezična diploma (DSD - Deutsches Sprachdiplom) drugog stupnja (DSD II, nivo B2/C1)

Rad na računalu – Windows, Microsoft Office, Camelot, GIS