

# Ptice grabljivice kao vršni predatori

---

Kočevar, Toni

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

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:217:851340>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-10**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Biološki odsjek

Toni Kočevar

# **Ptice grabljivice kao vršni predatori**

Završni rad

Zagreb, 2022.

University of Zagreb  
Faculty of Science  
Department of Biology

Toni Kočevar

**Birds of prey as apex predators**

Bachelor thesis

Zagreb, 2022

Ovaj završni rad je izrađen u sklopu studijskog programa biologije na zoološkom zavodu biološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu, pod mentorstvom doc. dr. sc. Zorana Marčića.

---

# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Biološki odsjek

Završni rad

## Ptice grabljivice kao vršni predatori

Toni Kočevar

Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

Ptice grabljivice su filogenetski nepostojeća skupina unutar razreda Aves koja obuhvaća 5 redova – Falconiformes (sokolovke), Cariamiformes (kariame), Cathartiformes (strvinari Novog svijeta ili kondori), Accipitriformes (jastrebovke) i Strigiformes (sove) (McClure i sur. 2019). Skupinu karakteriziraju oštre i duge kandže na dugim prstima, oštar i zakrivljen kljun, oštar vid te dugačka krila prilagođena različitim tehnikama lova (Venable 1996). Ptice grabljivice su predatori, preciznije vršni predatori, što podrazumijeva zauzimanje vrha hranidbenog lanca. Ishrana uključuje plijen različitih karakteristika i veličina. Najčešće se hrane malim sisavcima, gmazovima ili drugim pticama, dok rijetko u kategoriju plijena ulaze ribe, vodozemci te kukci (Venable 1996). Izuzetak su supovi i kondori koji su najznačajnije oportunističke vrste unutar grabljivica, pri čemu se njihova prehrana zasniva isključivo na strvinama (ne love živi plijen) (Svensson i sur. 2010). Određene vrste imaju mogućnost kontrole populacije plijena, specifično na populacije glodavaca, pri čemu je važno naglasiti kako su metode analize utjecaja na populacije plijena još uvijek u stadiju razvoja. Zbog izuzetne osjetljivosti na okolišne promjene izazvane antropogenim utjecajima (smanjenje staništa i populacije plijena), brojne vrste grabljivica nalaze se na IUCN-ovoj crvenoj listi (2022) kao ugrožene ili kritično ugrožene vrste, ali uz programe očuvanja grabljivice mogu doživjeti porast prirodnih populacija u skorijoj budućnosti.

Ključne riječi: Accipitriformes, Falconiformes, Strigiformes, predatorstvo, ugroženost

(38 stranica, 15 slika, 3 tablice, 76 literaturnih navoda, jezik izvornika: hrvatski)

Rad je pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici.

---

Mentor: doc. dr. sc. Zoran Marčić

## BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb  
Faculty of Science  
Department of Biology

Bachelor thesis

### Birds of prey as apex predators

Toni Kočevar

Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Croatia

Birds of prey (or raptors) are phylogenetically non-existent group in class Aves which numbers 5 orders – Falconiformes (falcons), Cariamiformes (cariamas), Cathartiformes (New World vultures or condors), Accipitriformes (hawks) and Strigiformes (owls) (McClure et al. 2019).

Raptors are characterized by long fingers ending in long sharp talons, sharp and curved beak (or bill), keen eyesight and long wings specifically shaped for specific type of hunt (Venable 1996).

Raptors are also predators, specifically apex predators, which are understood to take place at the top of the food chain. They feed mainly on small mammals, reptiles and other smaller birds, but can also feed on prey like fish, amphibians and insects (Venable 1996). All raptors hunt and feed on live prey, except of vultures who mainly feed on carrion (Svensson et al. 2010). Some species of raptors can even control prey populations (mainly rodent populations), but it is important to emphasize that exact methods of analysis of effects on prey populations are yet to be developed.

Due to their extreme sensitivity to ecological changes caused by humans (loss of habitats and decline in prey populations), raptors are known to be the most endangered group among all birds. IUCN (2022) assigned a lot of raptor species endangered or critically endangered species mark, but it is believed that populations in the wild could see a rise in near future.

Keywords: Accipitriformes, Falconiformes, Strigiformes, predation, endangerment

(38 pages, 15 figures, 3 tables, 76 references, original in: croatian)

Thesis is deposited in Central Biological Library.

Mentor: doc. dr. sc. Zoran Marčić

# SADRŽAJ

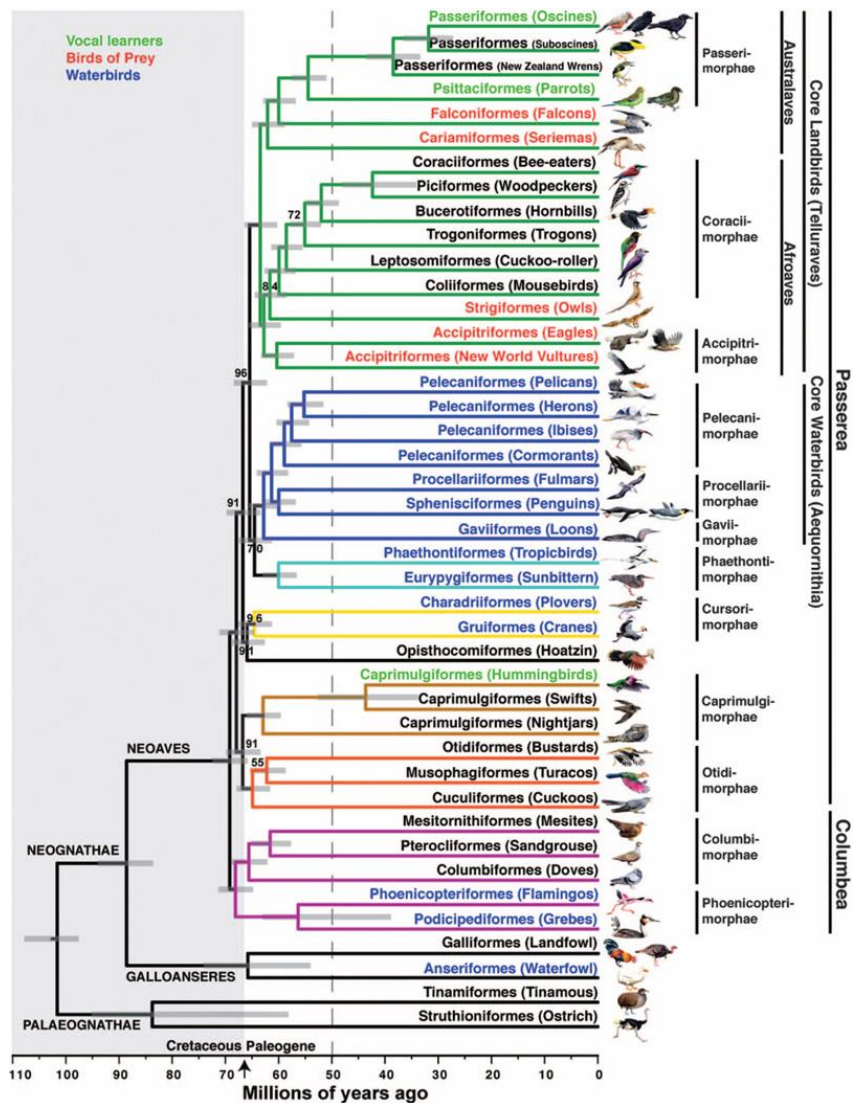
<b>1. UVOD.....</b>	<b>1</b>
1.1 Osnovne značajke razreda Aves .....	1
1.1.1 Grabljivice.....	2
1.2 Hranidbeni odnosi.....	5
1.2.1 Predatorstvo .....	7
<b>2. RAZRADA.....</b>	<b>9</b>
2.1 Prilagodbe ptica grabljivica na predatorstvo .....	9
2.1.1 Oštre kandže.....	9
2.1.2 Zakrivljen i oštar kljun .....	11
2.1.3 Oblik i veličina krila .....	12
2.1.4 Oštar vid.....	14
2.2 Plijen .....	16
2.2.1 Odabir i vrsta plijena .....	17
2.2.2 Efikasnost probave .....	18
2.2.3 Tehnike lova.....	20
2.2.4 Kontrola populacije plijena .....	21
2.3 Rasprostranjenost.....	22
2.3.1 Stanište.....	23
2.3.2 Migracije .....	24
2.4 Ugroženost.....	26
<b>3. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>29</b>
<b>4. LITERATURA.....</b>	<b>30</b>
<b>5. ŽIVOTOPIS.....</b>	<b>38</b>

# 1. UVOD

## 1.1 Osnovne značajke razreda Aves

Razred Aves (ptice) pripada potkoljenu kralješnjaka (Vertebrata) pri čemu je smatran jednim od najspecijaliziranijih razreda navedenoga potkoljena. Dijeli se na dva veća podrazreda – Paleognathae i Neognathae (Slika 1.), koji su se odvojili prije otprilike 120 milijuna godina u razdoblju Krede (Cooper i Penny 1997). Sam razred broji više od deset tisuća opisanih vrsta, pri čemu postoji mogućnost dodatnih 5-10 tisuća vrsta koje mogu proizaći iz detaljnije identifikacije opisanih podvrsta (Barrowclough i sur. 2016). U podrazred Paleognathae (staročeljuske) spadaju ptice neletačice, a sam podrazred siromašniji je vrstama (59, pri čemu je vrstama najbrojniji red Tinamiformes (IOC World Bird List 2019)). U podrazred Neognathae (novočeljuske) ubrajamo značajnije veći broj redova, pa tako i vrsta (IOC World Bird List 2019) (Jarvis i sur. 2014) (Slika 1.). Anatomska i morfološka građa većine ptica specijalizirana je za poseban način kretanja, tj. let. Najznačajnije karakteristike su perje i preobrazba prednjih udova u krila. Važno je naglasiti preobrazbu i povećanje prsne kosti te ramenoga zgloba u korist što optimalnijeg leta, dok humerus služi kao hvatište prsnih mišića nužnih za podizanje i spuštanje krila u letu. Anatomske prilagodbe podrazumijevaju usavršavanje dišnoga sustava u svrhu što veće i efektivnije opskrbe tijela kisikom, što je izuzetno važna funkcija tokom leta, višu tjelesnu temperaturu u usporedbi s ostalim kralješnjacima te redukciju pojedinih struktura (zubi) ili organa (desni jajnik i desni jajovod). Evolucija ptica ka letu rezultirala je redukcijom olfaktornog sustava u većine vrsta, ali i pojačanim razvojem vidnog sustava koji se pokazao kao oruđe od izuzetne važnosti (npr. lov u grabljivica) (Jarvis i sur. 2014).





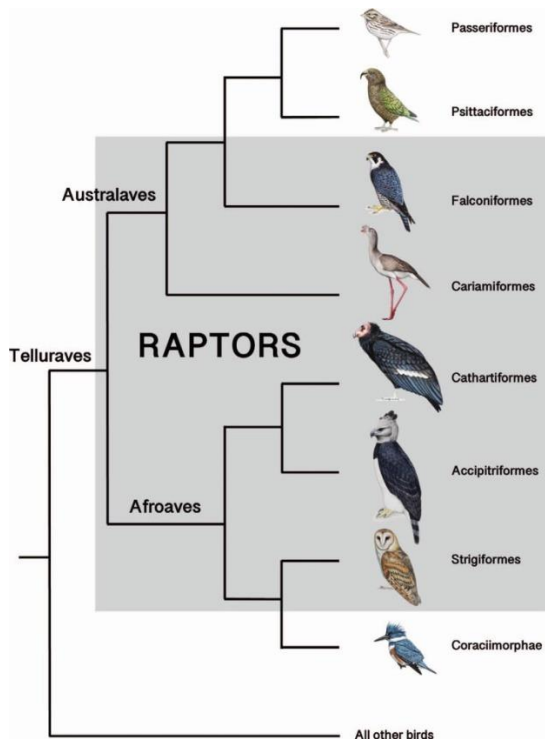
Slika 1. Evolucijska lenta filogenije razreda Aves (preuzeto iz Jarvis i sur. 2014)

### 1.1.1 Grabljivice

Povijesno, ptice grabljivice su bile svrstane unutar reda Falconiformes koji je bio podijeljen na podred Cathartae (strvinari Novoga svijeta ili kondori) i porodicama dominantniji podred Falcones (sokolovi) (Peters 1931). Novije taksonomske analize pokazale su nesrodstvene odnose porodica Accipitridae i Falconidae što je dovelo do preokrojanja filogenetskoga stabla (Fuchs i sur. 2015). Prema IOC World Bird List-u (2019) novo definirani red Accipitriformes obuhvaća jastrebove, orlove i lunje, dok unutar reda Falconiformes preostaju pravi sokolovi, šumski

sokolovi te karakare (Slika 2.). Također, novija istraživanja pokazala su kako je porodica Cathartidae (nekada podred Cathartae) sestrinska skupina redu Accipitriformes te ujedno posjeduje sličnu evolucijsku starost kao redovi Accipitriformes i Falconiformes (oko 60 milijuna godina) što je dovelo do svrstavanja porodice unutar novoga reda Cathartiformes (kondori) (Fuchs i sur. 2015; Jarvis i sur. 2014). Ostale diurnalne grabljivice kao što su sekretari i bukoči smješteni su unutar pripadajućih porodica Sagittariidae (red Falconiformes) i Pandionidae (red Accipitriformes), dok su nokturalne grabljivice uklopljene u red Strigiformes (sove) (Fuchs i sur. 2015).

Osim taksonomskih, mnogo je morfoloških i ekoloških aspekata koji su problematični prilikom ubrajanja određene ptice u sistematski nepostojeću skupinu grabljivica. Niti danas ne postoje svjetski standardizirane značajke ove skupine pa se kriteriji određuju ovisno o autorovoj subjektivnoj procjeni. Najčešći morfološki kriteriji koje ptica mora zadovoljiti kako bi bila svrstana u ovu skupinu su oštar vid, zakrivljen i oštar kljun te duge i oštre kandže, iako i unutar tih kriterija postoji iznimaka (npr. strvinari Staroga svijeta koji spadaju u red Accipitriformes nemaju oštre kandže, ali se i dalje smatraju grabljivicama) (McClure i sur. 2019). Ekološki kriterij zasniva se na tome da su sve ptice grabljivice predatori, tj. da sve ptice koje love živi plijen spadaju u skupinu grabljivica. Kriterij se nije pokazao dovoljno specifičnim zbog postojanja drugih ptica koje također love živi plijen, ali ne spadaju u grabljivice (npr. porodice Laniidae, Laridae i Ciconiidae) pa je uži kriterij značajno potreban (Brown 1971). Usprkos svim nedoumicama kroz povijest, ptice grabljivice su uspješno svrstane u prethodno navedene redove te su u današnjim zoološkim znanstvenim krugovima opće poznate. Svi bitni kriteriji za određivanje grabljivica navedeni su u Tablici 1.



Slika 2. Filogenetsko stablo ptica grabljivica sa slikama karakterističnih predstavnika (preuzeto iz McClure i sur. 2019)

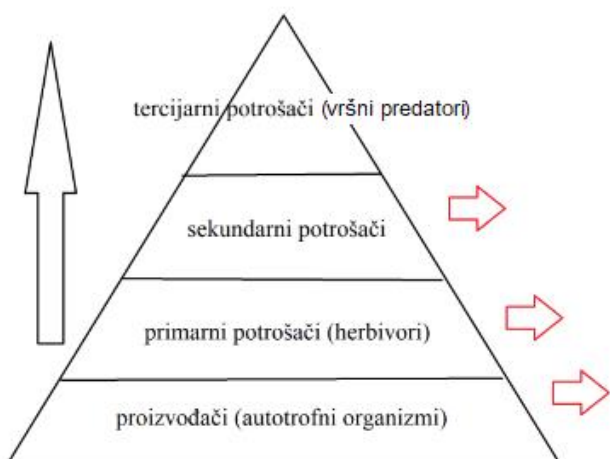
Tablica 1. Ptice koje su bile povezivane sa skupinom grabljivica u prošlosti zajedno s karakteristikama grupa ptica koje su svrstane u grabljivice (preuzeto i preinačeno iz McClure i sur. 2019)

Skupina	Red	Oštar vid	Oštre kandže	Zakrivljen kljun	Predatori	Grabljivica
Jastrebovi i orlovi	Accipitriformes	+	+	+	+	+
Sokolovi	Falconiformes	+	+	+	+	+
Karakare	Falconiformes	+	+	+		+
Sove	Strigiformes	+	+	+	+	+
Strvinari Staroga svijeta	Accipitriformes	+		+	+	+
Strvinari Novog svijeta	Cathartiformes	+		+	+	+
Kariame	Cariamiformes	+	+	+	+	+
Kormorani	Suliformes	+		+	+	
Gavrani	Passeriformes	+			+	

## 1.2 Hranidbeni odnosi

Hranidbeni odnosi glavna su pokretačka sila hranidbenog lanca koji započinje primarnim proizvođačima pri bazi (autotrofni organizmi) i završava sekundarnim, tercijarnim ili potrošačima više trofičke razine (vršnim predatorima). Unutar hranidbenog lanca određene vrste zauzimaju određene trofičke razine pri čemu povećanje njihove brojnosti proporcionalno povećava bioraznolikost ekosustava (Hecht 2020 u Wild Animal Initiative). Prilikom prelaska energije hrane iz nižih trofičkih razina ka višima dolazi do gubitka velikoga postotka (80-90 %) te energije u obliku topline. Broj potrošača koje mogu podržavati primarni producenti ovisi o duljini hranidbenog lanca pa će se brojnost jedinki određene trofičke razine smanjivati proporcionalno s porastom broja trofičke razine (Slika 3.) (Pimm 1988). Kompleksnije strukture su hranidbene

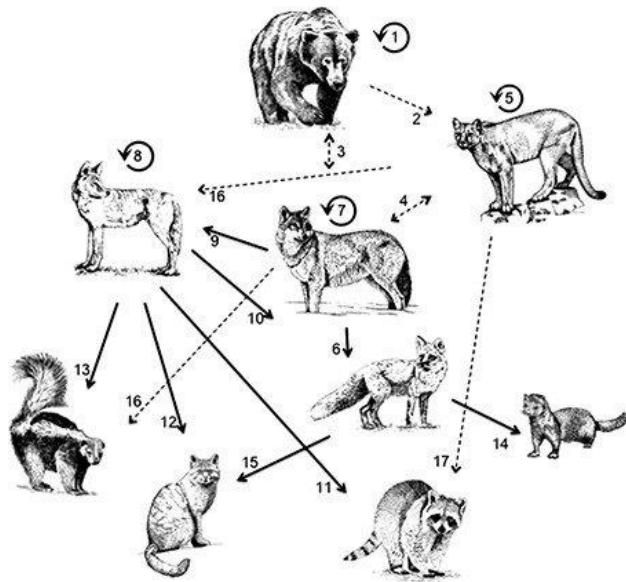
mreže koje uključuju više povezanih hranidbenih lanaca te služe kao sredstvo u istraživanju ekoloških interakcija (Cain i sur. 2008). Interakcije variraju ovisno o količini energije koja protječe trofičkim razinama te o brojnosti populacija ekosustava pa neki hranidbeni odnosi imaju važniju ulogu u njihovom određivanju nego ostali (Hui 2012). LibreTexts (2021) hranidbene odnose definira kao pojavu hranjenja jedne jedinke na štetu druge jedinke, a kao tri glavne vrste hranidbenih odnosa navode se predatorstvo, parazitizam i herbivorstvo. Predatorstvo se pojavljuje kada jedinke jedne vrste lovi, ubija i hrani se jedinkama druge vrste više puta tijekom svoga života. Parazitizam označava hranjenje jedinke parazita na štetu jedinke domaćina, a herbivorstvo označava hranjenje sesilnim autotrofnim organizmima (najčešće biljkama) (Ha i Schleiger 2021). Hranidbeni odnosi imaju važnu ulogu u strukturiranju ekoloških zajednica, a razumijevanje oblika interakcija unutar različitih hranidbenih piramida i lanaca pomaže u održavanju bioraznolikosti i očuvanju istih (Zhang i sur. 2018).



Slika 3. Hranidbena piramida koja prikazuje smanjenje broja jedinki određene trofičke razine s porastom broja trofičke razine kao i prijenos (crna strelica) te gubitak (crvene strelice) energije (preuzeto i konstruirano prema Lyman 2017)

## 1.2.1 Predatorstvo

U konceptu prijenosa energije, predatorstvo se može opisati kao prijenos kemijske energije putem hrane iz jedinke plijena u jedinku predatora. Predatorske vrste su one koje zauzimaju vršne dijelove hranidbenog lanca i okarakterizirane su manjom brojnošću jedinka unutar populacija, rjeđom gustoćom populacija te vrlo malom ukupnom biomasom (Minelli 2008). Jeschke i sur. (2021) utvrdili su kako postoje dvije različite skupine predatorskih organizama – pravi predatori (u kontekstu ovoga rada to su ptice grabljivice), koji ubijaju plijen, te drugi tip predatora koji se kreće od jednog plijena do drugog otkidajući njegove dijelove (herbivori). Predatorstvo se zato može definirati kao pozitivno-negativni hranidbeni odnos s pozitivnim učincima na populacije predatora i negativnim na populacije plijena (Jeschke i sur. 2021). U svrhu što uspješnijeg lova, predatori su poprimili određene morfološke i bihevioralne prilagodbe, a jedinke plijena razvile su različite obrambene mehanizme koji pomažu u održavanju ravnoteže između populacija predatora i plijena (Minelli 2008). Vršni ili apeks predatori su na vrhu hranidbene piramide te znatno utječu na ekosustave kontrolirajući gustoću i brojnost jedinki plijena te manjih mezopredatora (Slika 4.). Odvođenje vršnih predatora iz ekosustava dovodi do povećanja populacije mezopredatora što povećava predatorski pritisak i smanjuje bioraznolikost ekosustava (Wallach i sur. 2015). Prethodno navedene teze osnova su *top-down* regulacijske teorije koja se zasniva upravo na predatorstvu (Bunnell i sur. 2013). Vršni će predatori vrlo rijetko biti ograničeni *top-down* regulacijom, ali će zato često biti ograničeni količinom i dostupnosti plijena (*bottom-up* limitacija) (Wallach i sur. 2015). Pad brojnosti populacije vršnih predatora *bottom-up* limitacijom događa se kad pad proizvodnje primarnih proizvođača dovodi do postupnog smanjenja biomase iduće trofičke razine koja kaskadno utječe na smanjenje biomase iduće trofičke razine sve do vrha hranidbene piramide (Loreau 2015).



Slika 4. Odnosi vršnih i mezopredatora pri čemu su populacije vršnih predatora samoregulirajuće, a populacije mezopredatora regulirane vršnim predatorima (kružne strelice prikazuju samoregulirajuće populacije, pune strelice prikazuju *top-down* regulaciju, a isprekidane strelice prikazuju antagonističko djelovanje između različitih vrsta, tj. kompeticiju među vrstama) (preuzeto iz Wallach i sur. 2015)

## 2. RAZRADA

### 2.1 Prilagodbe ptica grabljivica na predatorstvo

Ptice grabljivice imaju posebne karakteristike i prilagodbe na predatorski način života kojima se ujedno i razlikuju od ostalih skupina razreda Aves. Karakteriziraju ih snažne i mišićave noge s dugačkim prstima koji završavaju dugačkim i oštrim kandžama (nisu prisutne u svih grabljivica), zakrivljen i oštar kljun koji pomaže u kidanju mesa s kostiju plijena, posebno dobro razvijen vidni sustav koji omogućava opažanje plijena s velikih udaljenosti te izuzetna sposobnost leta (Venable 1996).

#### 2.1.1 Oštre kandže

Kandže ptica vrlo su složene keratinske strukture nužne u osnovnim životnim aktivnostima kao što su održavanje ravnoteže prilikom stajanja na prečki, čišćenje perja, obrana od predatora i za grabljivice najvažnije, hvatanje, zadržavanje i ubijanje plijena (Csermely i sur. 2012). Keratinska struktura omogućuje brzo i efikasno obnavljanje kandži koje se troše prilikom odrađivanja navedenih aktivnosti (Csermely i sur. 2012). Ptice grabljivice imaju duže i oštrije kandže koje se morfološki ne razlikuju od kandži ostalih ptica. Csermely i Rossi (2006) pokazali su kako je zakrivljenost kandži u grabljivica sukladna onoj u ostalih ptica. Nadalje, rezultati prethodnoga istraživanja nisu pokazali razliku u morfološko-anatomskoj građi kandži (s naglaskom na kandže prvog i trećeg prsta), ali rezultati analize pokazali su određenu razliku u morfološkoj građi kandži sova koje bi se potencijalno mogle izdvajati. U engleskom jeziku kandže ptica grabljivica definiraju se nazivom *talons*, pri čemu se stavlja naglasak na upotrebu kandži kao oružja za hvatanje i imobilizaciju plijena, dok se za kandže ostalih ptica, kojima one ne služe primarno za lov, upotrebljava naziv *claws* (Fowler i sur. 2009). Morfološka razlika nogu ptica grabljivica koja se povijesno navodi u literaturi jest postojanje dugih članaka prstiju koji završavaju dugim i oštrim kandžama (Csermely i Rossi 2006). Također, postoji i razlika među kandžama samih ptica grabljivica na što indirektno utječe način lova i imobilizacije plijena (Slika 5.). Već spomenuti



red Strigiformes (sove) prilikom lova odabiru manji plijen pri čemu im pomažu duge i nezakrivljene kandže na kraju kraćih članaka prstiju što omogućava maksimalnu snagu stiska. Za imobilizaciju većega plijena dolazi do povećanja zakrivljenosti kandža prstiju I i II (Accipitridae) ili povećanja veličine kandža prstiju I i II (Falconidae) (Fowler i sur. 2009). Fowler i sur. (2009) navode kako je morfologija kandži unutar skupine grabljivica faktor koji korelira s veličinom plijena te načinom imobilizacije uhvaćenog plijena. Prethodnu tezu navode kao glavni uzrok razlike u morfologiji kandža. Izuzetak iz skupine grabljivica jest sekretar (*Sagittarius serpentarius* Miller 1779), terestrička vrsta iz Afrike koja nema oštre kandže (Csermely i sur. 2012). Prema stranici San Diego Zoo Wildlife Alliance (2022) najveće kandže od svih ptica grabljivica ima orao harpija (*Harpia harpyja* L. 1758) čija dužina iznosi više od 13 cm.



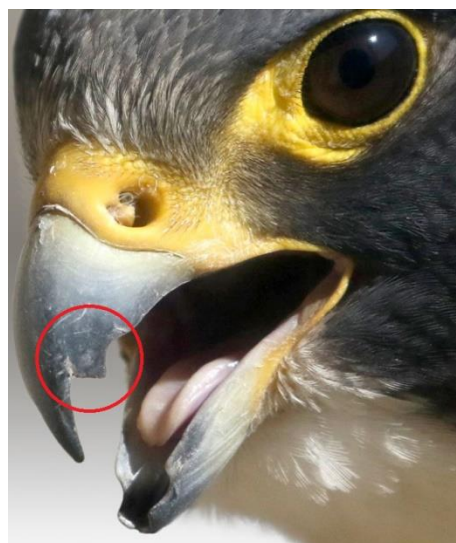
Slika 5. Noge s kandžama specifičnih predstavnika određenih skupina grabljivica – A, B – porodica Accipitridae s pojačano zakrivljenim kandžama na prstima I i II, C – porodica Falconidae s manjim kandžama (izuzetak kandže prstiju I i II), D – red Strigiformes s kratkim prstima i dugim, slabo zakrivljenim kandžama, E – porodica Pandionidae s dugim zakrivljenim kandžama (preuzeto iz Fowler i sur. 2009)

## 2.1.2 Zakrivljen i oštar kljun

Djelovanjem evolucijskih sila, ptice grabljivice razvijaju oštre kljunove po točno određenim genetskim putevima. Razvitak kljuna ovisan je o morfologiji i anatomiji vrste grabljivica, dok važnu ulogu od (Slika 6.) (Bright i sur. 2016). Delaware Valley Raptor Center (1999) navodi kako ptice grabljivice imaju zakrivljeni kljun oštih rubova koji služi kao nož prilikom komadanja plijena. Kao i u ostalih ptica sastoji od gornje i donje mandibule koje nastaju fuzijom mnogih kostiju lubanje. Oštri rubovi donje i gornje čeljusti nazivaju se gornja i donja mandibularna *tomia* te pomažu u paranju i otkidanju komada mesa s kostiju plijena. Na kljunu se nalazi pokljunica koja je zadebljala i najčešće žuto obojena. Uloga pokljunice jest zaštita nosnica, pri čemu je važno naglasiti redukciju olfaktornog sustava ptica grabljivica (Streeter 1999). Stager (1964) navodi kako je crvenoglavi strvinar (*Cathartes aura* L. 1758) jedina poznata grabljivica koja plijen traži isključivo na temelju mirisa. Nadalje, Potier (2020) navodi kako neke grabljivice, kao što je vrsta *Pernis ptilorhynchus* Temminck 1821, ima oko 80% aktivnih olfaktornih gena što podrazumijeva ulogu mirisa u lovu i komunikaciji. U kljunu grabljivica nalazi se trokutasti jezik koji slični vrhu strelice. Takav oblik jezika, zajedno s mnoštvom sitnih papila, pomaže u manipulaciji komadima hrane (Streeter 1999). Dok se sve ptice grabljivice koriste svojim kljunom prilikom hranjenja, samo manji broj koristi kljun prilikom imobiliziranja i usmrćivanja plijena (većina koristi kandže) (Streeter 1999). Kljun porodice Falconidae sadrži specifični tomialni zubčić (Slika 7.), oštru trokutastu strukturu na vanjskim rubovima gornje mandibule koji služi za usmrćivanje plijena (oštećuje vratnu kralješnicu plijena). Veličina kljuna ovisi o veličini plijena kojima se ptica hrani pa tako manje grabljivice koje se hrane manjim plijenom (vjetruše) imaju manji kljun, dok velike grabljivice koje su sposobne uhvatiti veći plijen (orlovi) imaju veće kljunove (The Peregrine Fund 2022).



Slika 6. Različiti oblici kljuna triju različitih ptica grabljivica na temelju ishrane (slijeva nadesno: suri orao – *Aquila chrysaetos* L. 1758, južna karakara – *Caracara plancus* Miller 1777, crkavica – *Neophron percnopterus* L. 1758) (preuzeto i preinačeno iz Potier 2020)

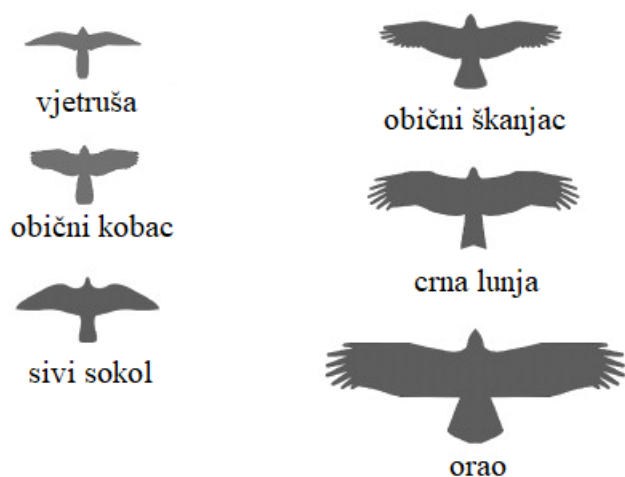


Slika 7. Tomijalni zubić sivog sokola - *Falco peregrinus* Tunstall 1771 (preuzeto iz TheCornellLab 2020)

### 2.1.3 Oblik i veličina krila

Oblik i veličina krila ptica grabljivica znatno ovise o strategiji lova. Neke grabljivice traže plijen pri velikim brzinama što traje po nekoliko minuta, dok druge pretražuju veće teritorijalne površine s manjih ili većih visina i po nekoliko sati. Ta činjenica dijeli krila grabljivica u dvije kategorije (Slika 8.) – krila prilagođena velikim brzinama, tipična za vrste koje love plijen pri

velikim brzinama (najčešće poniranjem), i krila prilagođena pasivnom jedrenju (Cooper 2002). Krila prilagođena velikim brzinama su tanka, srpasta i dugačka, iako dužina nije mjerljiva s onom krila prilagođenih za pasivno jedrenje. Vrste koje imaju ovu vrstu krila izuzetno su brze letačice te mogu održavati visoke brzine određeno vrijeme (rod *Falco* L. 1758) (TheCornellLab of Ornithology 2022). Guinness World Records (1999) navodi sivog sokola (*Falco peregrinus*) kao najbržu vrstu na Zemlji s prosječnom brzinom prilikom poniranja od 320 km/h te s mogućnošću dostizanja brzine od čak 389 km/h. Krila prilagođena pasivnom jedrenju su izrazito duga te imaju duga primarna letna pera koje se pri letu širi stvarajući veliku površinu za hvatanje okomitih strujanja vrućega zraka ili termala (Cooper 2002). Termali omogućuju podizanje ptice te održavanje u zraku uz vrlo mali utrošak energije (Akos i sur. 2010). Vrste grabljivica koje posjeduju ovaj tip krila su orlovi, strvinari i većina jastrebovki (TheCornellLab of Ornithology 2022). Gailey i Bolwig (1973), u radu o istraživanju ponašanja supova, navode *Vultur gryphus* L. 1758) ptica grabljivica s najvećim rasponom krila čija vrijednost iznosi oko 3,5 m.

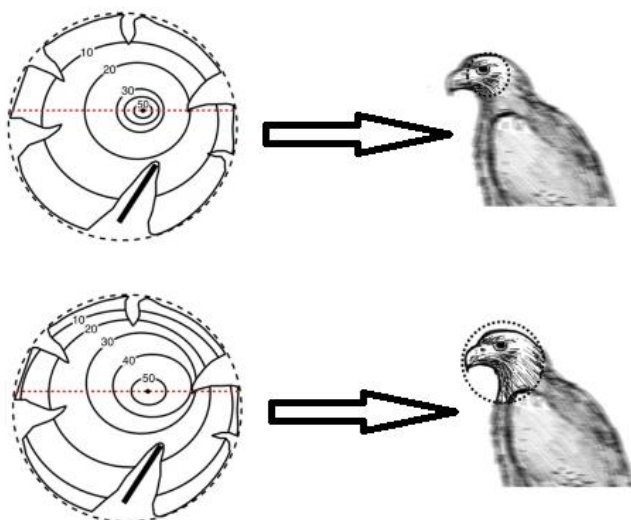


Slika 8. Oblik i veličina krila različitih grabljivica – vrste koje imaju krila prilagođena velikim brzinama (lijevo) te vrste koje imaju krila prilagođena pasivnom jedrenju (desno) (preuzeto i preinačeno iz Sachs 2007)

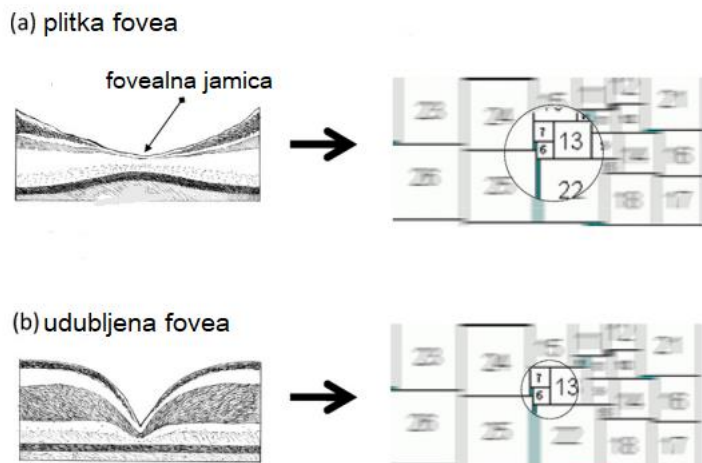
## 2.1.4 Oštar vid

Uzevši u obzir cijeli ptičji svijet, ptice grabljivice vrlo vjerojatno imaju najbolje razvijeni vidni sustav. Znanstveno je dokazano da je njihov vid do čak osam puta oštrije nego vid u ljudi. Specifična facijalna ekspresija u grabljivica objektivno daje doživljaj „namrgođenosti“ zbog vrlo izraženog obrvnog područja iznad oka. Izraženo obrvno područje služi u zaštiti oka koje je vrlo osjetljivo na pojačan intenzitet svjetlosti te na čestice prašine koje mogu oštetiti oko prilikom leta vrlo visokim brzinama (Scholz 1993). Ptice grabljivice imaju izuzetnu sposobnost izoštravanja udaljenih objekata (npr. orao može identificirati plijen udaljen oko pola kilometra) citat. Podrazumijeva se da je vid bolji što su oči veće, što se posebno ističe u sova koje imaju najveći omjer veličine očiju s cjelokupnom veličinom glave. S druge strane, velike dimenzije očiju dovode do redukcije ostalih organskih sustava glave, kao npr. mozga, što sove uspješno nadoknađuju izuzetnim vidom te sluhom. Izvana su vidljivi samo obojeni dijelovi očiju (zjenica i šarenica), dok je bjeloočnica pokrivena očnim kapcima. Oči grabljivica su slabo pomične unutar očnih duplji te su smještene lateralno na glavi, što znači da ptica mora okretati glavu kako bi postigla pravi binokularni vid. Uz binokularni vid, imaju razvijen i monokularni vid. Osim prethodno spomenutih očnih kapaka, ptice grabljivice imaju i migavicu koja ima ulogu u čišćenju i ovlaživanju oka prevlaćenjem preko njega u smjeru kljuna. Uz izuzetnu sposobnost izoštravanja, ptice grabljivice posjeduju i izuzetnu sposobnost fokusiranja udaljenih objekata, ali zato vrlo slabu sposobnost fokusiranja objekata u blizini (s naglaskom na sove). Fokusiranje omogućuju prstenasti mišići oka koji modificiraju zakrivljenost rožnice ovisno o svjetlosnim uvjetima (Streeter 2001). Oštar vid prvenstveno omogućuje posebno građena mrežnica (retina) koja je specifična zbog promjene gustoće stanica od perifernog vidnoga dijela ka središnjemu (Moore i sur. 2017). Nadalje, Moore i sur. (2017) smatraju kako nagla promjena u gustoći stanica mrežnice dovodi do smanjenja područja mrežnice koje je odgovorno za stvaranje oštine vida pri čemu su konstantnije potrebe za okretanjem glave u svrhu uspostavljanja binokularnoga vida (Slika 9.). Struktura na mrežnici koja je zaslužna za fokusiranje objekta s povećanjem udaljenosti od istoga naziva se žuta pjega ili fovea sa svjetlosnim receptorima štapićima i čunjićima. Postojanje čunjića označava mogućnost razaznavanja boja što je od velike važnosti prilikom stvaranja slike okruženja u diurnalnih grabljivica. Fovee u različitim vrsta ptica razlikuju se u dubini fovealne jamice. Vrste posjeduju ili plitku foveu s neizraženom do slabo izraženom

fovealnom jamicom ili udubljenu foveu s vrlo izraženom fovealnom jamicom. Morfološki gledano, s porastom dubine i smanjenjem širine fovealne jamice dolazi do smanjenja područja fokusiranja (Slika 10.) pa plitke fovee karakterizira relativno veliko vidno područje visoke rezolucije, dok udubljene fovee karakterizira manje vidno područje visoke rezolucije (Fernández-Juricic 2011). Fernández-Juricic (2011) navodi kako se mogućnost lokalizirane rezolucije vidnoga polja smanjuje proporcionalno sa smanjenjem udubljenosti fovee uzimajući u obzir vrste sličnih tjelesnih dimenzija i dimenzija očiju. Zanimljiva je činjenica kako neke grabljivice sadrže veću količinu receptora u gornjem dijelu oka u svrhu percepcije tla. To objašnjava okretanje glave za 180° karakteristično za grabljivice, koje navedenom radnjom postižu bolji pogled na okoliš prilikom sjedenja na grani (Slika 11.) (Streeter 2001). Viitala i sur. (1995) navode kako određene grabljivice, točnije vjetruše, imaju sposobnost percepcije UV-svjetlosti koju apsorbira izmet plijena. Mogućnost percepcije UV-svjetlosti olakšava vjetrušama pronalazak plijena prilikom pokrivanja većeg teritorija.



Slika 9. Prikaz korelacije između strukture mrežnice, tj. gustoće stanica mrežnice, s površinom područja odgovornog za stvaranje oštine vida (preuzeto i pojednostavljeno iz Moore i sur. 2017)



Slika 10. Usporedba plitke (a) i udubljene fovee (b) te njihova utjecaja na veličinu vidnog polja visoke rezolucije (preuzeto i pojednostavljeno iz Fernández-Juricic 2011)



Slika 11. Okretanje glave za 180° u svrhu što bolje percepcije okoliša karakteristično za ptice grabljivice, s naglaskom na red Strigiformes (sove) (preuzeto iz TheMirror 2013)

## 2.2 Plijen

Plijen su jedinke određene vrste u hranidbenom odnosu s jedinkom druge vrste, predatorom. New England Complex Systems Institute (2022) navodi kako je predator ključan faktor ekologije plijena i obrnuto. Nadalje, i plijen i predator se vrlo brzo prilagođavaju svojoj specifičnoj ekološkoj niši, ali njihov odnos uvijek ostaje isti (npr. kako leteći plijen ptica grabljivica postaje

brži, istodobno i sama grabljivica postaje brža što u konačnici ne utječe na međudnos). citat Istraživanja su pokazala da limitirajući resursi (prvenstveno hrana i stanište) koreliraju s smanjenjem populacije jedinki zbog pojave kompeticije. Primjerice, smanjenje populacije plijena negativno će utjecati na povećanje populacije predatora (*bottom-up* ograničavanje). Istodobno, predatori onemogućuju pretjerano povećanje brojnosti populacije plijena (*top-down* kontrola). Ova dva faktora zajedničkim djelovanjem omogućuju fluktuacije populacije plijena ili predatora u jedinici vremena (Stevens 2010).

### 2.2.1 Odabir i vrsta plijena

Ptice grabljivice su predatori na drugim vrstama životinjskoga svijeta. Njihov spektar plijena je vrlo širok i ovisi o vrsti grabljivice. Najčešće mete su mali sisavci, gmazovi ili druge ptice, iako u kategoriju plijena ulaze i ribe (najznačajniji ribolovci pripadaju porodici Pandionidae), vodozemci te kukci (Tablica 2.) (Venable 1996). Unutar skupina grabljivica dakako postoje i vrste koje su specijalizirane za lov na određenu vrstu plijena (npr. u skupini orlova orao zmijar, *Circaetus gallicus* Gmelin 1788, specifično se hrani gmazovima, a u skupini škanjaca škanjac osaš, *Pernis apivorus* L. 1758, koji se hrani gnijezdima osa). Iznimka su strvinari ili supovi koji ne hvataju živi plijen, nego se hrane životinjskim ostacima ili strvinama (Svensson i sur. 2010). Prilikom istraživanja odabira plijena od strane specifične grabljivice u prisutnosti kompeticije, Korpimäki (1985) navodi kako smanjenje brojnosti preferiranog plijena dovodi do proširenja hranidbene niše. Nadalje, grabljivica će se u slučaju odsutnosti preferiranoga plijena početi hraniti drugom vrstom plijena u svrhu maksimiziranja energije koja će dovesti do održavanja reproduktivne stabilnosti. Prijelaz iz jedne hranidbene niše u drugu sugerira pojavu kompeticije, ali dokazano je kako široki spektar plijena (Tablica 2.) ne podržava teoriju preferiranoga plijena, nego omogućuje pojavu oportunističkih predatorskih vrsta, pri čemu manje vrste grabljivica prosječno teže lovu manjega plijena, a veće vrste grabljivica lovu većega plijena (love i manji plijen, ali prosjek rezultata istraživanja teži većoj tjelesnoj masi plijena) (Jaksic i Braker 1983).



Tablica 2. Prikaz specifičnog plijena karakterističnoga predstavnika određene skupine ptica grabljivica (konstruirano prema Svensson i sur. 2010)

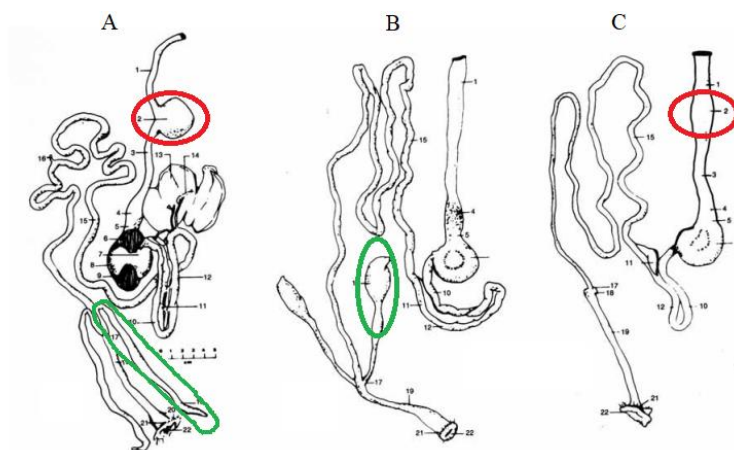
Skupina grabljivica	Karakteristični predstavnik	Plijen
Orlovi	suri orao ( <i>Aquila chrysaetos</i> )	sisavci, ptice, gmazovi, strvina
Lunje	crna lunja ( <i>Milvus migrans</i> )	manji kralješnjaci, strvina
Eje	eja močvarica ( <i>Circus aeruginosus</i> )	manje ptice, voluharice, kukci, gušteri
Škanjci	obični škanjac ( <i>Buteo buteo</i> )	mali glodavci, gušteri te različiti beskralješnjaci
Jastrebovi	jastreb ( <i>Accipiter gentilis</i> )	ptice, rijetko manji sisavci
Sokolovi	sivi sokol ( <i>Falco peregrinus</i> )	male ili srednje velike ptice

## 2.2.2 Efikasnost probave

Kako se grabljivice oslanjaju na let tijekom lova, potrebno je uskladiti količinu unesene hrane. U slučaju da jedinka odluči pojesti onoliko hrane da se popuni cijeli volumen probavnoga sustava, pri čemu će dobiti veću količinu energije u dužem vremenskom periodu, žrtvovat će efikasnost leta (grabljivica će dobiti na tjelesnoj masi te će let biti otežan i pri tome će tijelo trošiti veću količinu energije što u konačnici dovodi do „neisplativosti prejedanja“). Zato većina grabljivica odabire strategiju uzimanja manjih količina hrane pri čemu se održava maksimalna efikasnost leta koja povećava uspješnost lova. Ptice grabljivice su predatori što podrazumijeva kraći probavni sustav zbog visoke probavljivosti koja karakterizira mesne obroke (Barton 1992). Barton (1992) smatra kako u ptica grabljivica na dužinu probavnoga sustava utječe strategija lova. Prema tome, dijeli grabljivice u dvije skupine – napadači (*attackers*) i istraživači (*searchers*). Napadači su vrste koje se oslanjaju na brzinu tijekom lova te plijen love u zraku, dok istraživači jedre nebom u potrazi za sporijim sisavcima na tlu ili strvinama. Kako se napadači (npr. sivi sokol) oslanjaju na brzinu leta tijekom lova, moraju imati manje i kraće probavilo, koje ujedno dovodi do slabije efikasnosti probave hrane, pa su napadači grabljivice specijalizirani na hranjenje specifičnim plijenom. Probavilo je kraće 20-30 % od one vrijednosti koja bi bila

karakteristična za tu veličinu tijela, te 50 % kraće od probavila jedinke istraživača slične tjelesne mase (Barton 1992). Hranjenje mesom ne zahtijeva izrazitu mehaničku obradu pa grabljivice imaju jednostavan mehanički želudac koji izlučuje probavne enzime. Želučana vrijednost pH u grabljivica niža je nego u ostalih ptica što potiče sintezu veće količine pepsina, enzima zaduženog za razgradnju proteina unutar želuca. Kao primjer izrazite želučane kiselosti u grabljivica izdvaja se želudac kostoberine (*Gypaetus barbatus* L. 1758) kojoj izrazita želučana kiselost omogućuje razgradnju kostiju, koje guta cijele, do hranjive koštane srži koja se asimilira u tijelo kostoberine. Slijepa crijeva, koja sadrže mikroorganizme za razgradnju biljne hrane, reducirana su u svih grabljivica, osim u sova (Slika 12.). Kako se sove hrane gutanjem plijena cijelog, slijepo crijevo može poslužiti za razgradnju biljnog materijala prisutnog unutar plijena (Houston i Duke 2007).

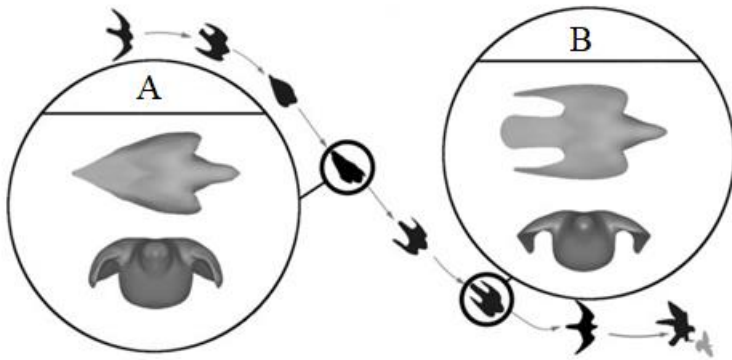
Ptice grabljivice izbacuju probavljeni plijen u obliku gvalica. One se najčešće sastoje od krzna, perja, kostiju, zubiju te ostalih neprobavljivih dijelova plijena. Najčešće su smečkaste boje, a veličina im varira ovisno o veličini same grabljivice (Venable 1996). Sakupljanje gvalica najbolji je pokazatelj prehrane ptica grabljivica. Problem u analizi predstavlja povećana zastupljenost dijelova velikoga plijena i smanjena zastupljenost dijelova manjega plijena pri čemu je vrlo problematično odrediti točnu ishranu jedinke. Metoda potrebna za takvu analizu još uvijek nije do kraja razvijena (Tornberg i Reif 2006).



Slika 12. Usporedba probavila triju različitih vrsta ptica – domaća pura (A), sjevernoamerička velika ušara (B) i crvenorepi škanjac (C), gdje je crveno zaokružena volja (nije prisutna u sova) i zeleno slijepo crijevo (preuzeto i preinačeno iz Houston i Duke 2007)

### 2.2.3 Tehnike lova

Lov u letu vrsta je lova koja zahtijeva značajan utrošak energije pa mnoge grabljivice primjenjuju različite tehnike lova u svrhu održavanja energetske ravnoteže. Svaka tehnika lova podrazumijeva drugačiji način napada plijena te postotak uspješnosti ulova. Strvinari, orlovi i škanjci prilikom lova ne zahtijevaju okretnost i veliku brzinu zbog oportunističkog načina ishrane. S druge strane, jastrebovi, kopci i sokolovi uglavnom kao plijen preferiraju druge ptice što zahtijeva brzinu i okretnost u zraku prilikom leta. Postotak uspješnosti ulova ptičjeg plijena za grabljivice karakteristično je nizak što dovodi do različitih prilagodba u tehnici lova (Barton 1992). Tehnika lova ponajprije ovisi o vrsti plijena, staništu, vremenskim uvjetima te morfološkim karakteristikama grabljivice (Dhi i sur. 1991). Kao što je prethodno navedeno, sokolovi (preciznije rod *Falco*) su skupina grabljivica prilagođeni lovu pri velikim brzinama. Imaju duga, ušiljena i srpasta krila koja im omogućavaju aktivan lov „letećega“ plijena. Ponekad upotrebljavaju tehniku niskog horizontalnog leta u svrhu prikradanja plijenu, ali najpoznatiji su po vertikalnim obrušavanjima, pri čemu „leteći“ plijen udaraju odozgo (plijen najčešće niti ne opazi sokola zbog zaklonjenosti Sunčevom svjetlošću) (Slika 13.). Druge vrste grabljivica, poput škanjaca, oslanjaju se na element iznenađenja. Najčešća tehnika lova škanjaca podrazumijeva sjedenje na stablu pri čemu upotrebljavaju izvanredan vid kako bi uočili kretanje malih sisavaca u visokoj travi livade. Kako se oslanjaju na element iznenađenja, škanjcima nije potrebna velika brzina, ali zato posjeduju snažan stisak te dugačke i oštre kandže koji onemogućuju bijeg uhvaćenoga plijena. Za razliku od škanjaca, jastrebovi ne love na otvorenim livadama, nego njihov lov podrazumijeva kretanje kroz šumu ili gusto grmlje. U kretanju kroz gustiš pomažu im kratka, zaobljena krila te dugački repovi koji im pomažu u usmjerenom letu te naglom zaustavljanju. Orlovi su jedne od najvećih grabljivica pa je u skladu s time njihovo glavno oružje snaga. Njihova tehnika lova zasniva se na pasivnom jedrenju na većim ili manjim visinama te lociranju plijena oštrim vidom. Kako se njihov lov zasniva isključivo na snazi, orlovi su ptice grabljivice poznate po ulovu plijena izrazito velikih dimenzija (zabilježeno je da su jedinke suroga orla, *Aquila chrysaetos*, kao plijen birale domaće životinje poput koza i ovaca, a ponekad su se čak hvatali u koštac s vukovima). Uz orlove, porodica Pandionidae (bukoči) se ističu svojom snagom, iako se prvenstveno hrane ribom (njihova snaga podrazumijeva odbacivanje natrag u zrak prilikom doticanja vode i hvatanja ribe) (Audubon, Lund 2017).



Slika 13. Položaj krila sivog sokola (*Falco peregrinus*) prilikom obrušavanja pri čemu je skupljeni oblik označen slovom A, a M-oblik slovom B (preuzeto i preinačeno iz Selim i sur. 2020)

## 2.2.4 Kontrola populacije plijena

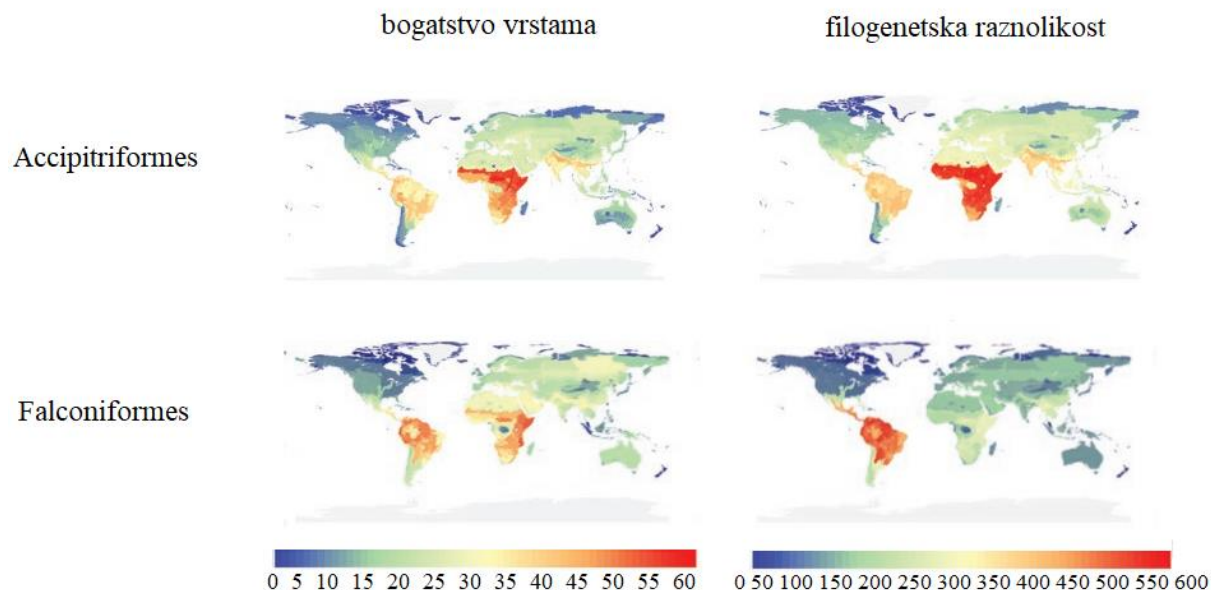
Povijesno, utjecaj predatora na distribuciju, gustoću i dinamiku populacija plijena plijenio je interes brojnih svjetskih ekologa. Pogotovo je bila zanimljiva situacija kada se spektar plijena grabljivica preklapao sa spektrom životinja koje koriste ljudi. Najspecifičniji primjer prethodno navedene situacije su utjecaji ptica grabljivica na populacije ptica nazvanih pernata divljač od strane lovaca (red Galliformes) (Park i sur. 2008). Collins Dictionary (2022) pernatu divljač definira kao ptice koje love ljudi u svrhu hrane ili sporta (npr. fazani, tetrijebi, divlje patke etc.). Tvrdnja „*Mogu li grabljivice utjecati na populacije plijena?*“ provlači se znanstvenim krugovima već desetljećima. Tradicionalno se smatralo kako predatori odstranjuju samo slabe, stare i bolesne jedinke plijena, ali novija istraživanja su pokazala kako mogu utjecati i na same populacije plijena što ih dovodi u sukob s ljudima. Većina grabljivica su oportunisti, što znači da pernatu divljač ne čini većinu njihove prehrane. Iako, postoji određeni broj vrsta koji se hrani specifično ovom vrstom plijena, ali postotak prehrane grabljivica određenim plijenom ne može ukazati na njihov utjecaj na fluktuacije gustoće samih populacija plijena (Valkama i sur. 2005). Ako grabljivice godišnje i uhvate veću količinu plijena na određenom području, ne znači da

direktno utječu na koeficijent razmnožavanja plijena. To potkrepljuje tvrdnja da se populacija određene vrste plijena godišnje može povećati nekoliko puta pa u svrhu održavanja stabilnoga broja populacije dolazi do ekstinkcije određenoga broja jedinki unutar populacije. Jednostavno rečeno, ako populacija postane prenapučena zbog povećane stope parenja, određene jedinke će morati biti uklonjene. Kako bi grabljivica značajnije utjecala na populaciju plijena tako da naruši njenu stabilnost, mortalitet uzrokovan lovom mora biti dodan na mortalitet izazvan drugim čimbenicima (prvenstveno starost jedinki). Češća je pojava da mortalitet uzrokovan lovom nadomjesti ostale mortalitete unutar populacije plijena, pri čemu ne dolazi do narušavanja njene stabilnosti. Na temelju tih saznanja, grabljivice će imati mali ili gotovo nikakav utjecaj na gustoće populacije pernate divljači prilikom sezone razmnožavanja (Newton 1993). Garratt i sur. (2012) dokazuju kako košnja otvorenih livada (visoke trave) dovodi do povećane uspješnosti lova grabljivica na male sisavce. Mali sisavci biraju otvorena mjesta sa slojevima pokošene trave kao zaklon od predatora, dok grabljivice s druge strane bolje uočavaju plijen prilikom njegova prelaska iz područja visoke trave na područje pokošene trave. Nadalje, metoda mjestimične košnje livada navodi se kao jedan od mogućih načina očuvanja ugroženih grabljivica te kontrole populacije malih glodavaca u suburbanim područjima.

## 2.3 Rasprostranjenost

Ptice grabljivice naseljavaju različita staništa svih kontinenata osim Antarktike. Prvenstveno brojnije porodice, kao što su Falconidae i Accipitridae, pripadaju toj kategoriji. Neke vrste porodice Falconidae su kozmopoliti (npr. sivi sokol, *Falco peregrinus*), dok su druge endemi manjih geografskih područja (npr. sejšelska vjetruša, *Falco araea* Oberholser 1917). Važno je istaknuti i porodicu Pandionidae (bukoči) koja broji jednu jedinu vrstu (*Pandion haliaetus*), ali usprkos tome vrsta je poznata kao kozmopolitska. Strvinari Novog svijeta (porodica Cathartidae), kao što im i samo ime govori, dominiraju područjima dviju Amerika, dok strvinari Staroga svijeta dominiraju područjima Euroazije i Afrike. Od terestričkih vrsta koje su ujedno i slabiji letači potrebno je istaknuti sekretara (*Sagittarius serpentarius*) koji je endem područja subsaharske Afrike (IUCN 2022). Najveće gustoće vrsta i filogenetske raznolikosti vrsta grabljivica zabilježene su na središnjem dijelu Južne Amerike te u Središnjoj i Južnoj Africi (Slika 14.). Red

Accipitriformes najgušće i najbrojnije naseljava područja Afrike s naglaskom na savanska područja istočnog Sudana te Velikih Viktorijinih jezera. S druge strane, red Falconiformes dominira Južnom Amerikom, specifično područjima istočnih planinskih šuma Kordiljera Real i Sjevernoandskih paramoa što ukazuje na drugačiji evolucijski postanak ovih dvaju redova (Fuchs i sur. 2015).



Slika 14. Prikaz globalne rasprostranjenosti redova Accipitriformes i Falconiformes u kriterijima bogatstva vrsta i filogenetske raznolikosti (određenom brojem jedinki po četvornome kilometru) (preuzeto i preinačeno iz Fuchs i sur. 2015)

### 2.3.1 Stanište

Zbog vrlo široke globalne rasprostranjenosti, za očekivati je kako će ptice grabljivice imati predatorske uloge širokog spektra staništa, od arktičkih tundri do pustinjskih područja (ADW 2022). ADW (2022) porodicu Accipitridae svrstava u pretežno terestrička staništa pri čemu su u popis uključena i priobalna, agrikulturna, suburbana i poneka urbana područja. Karakteristika porodice Accipitridae jest gniježđenje na najvišim točkama staništa poput vrhova planina ili stabala. Thiollay (1994) potvrđuje kako porodica Accipitridae (jastrebovke) najgušće naseljava

šumska područja (s naglaskom na tropski pojas) zbog obilja visokih stabala čiji vrhovi služe kao mjesto gniježđenja. Nadalje, navodi kako je primarni kriterij u odabiru staništa zasnovan na količini plijena, dok su ostali manje važni kriteriji utjecaj ljudi na stanište, količina lokacija za gniježđenje i sklonište. U skladu s time, ADW (2022) porodicu Falconidae također svrstava u terestrička staništa, ali s većim naglaskom na naseljavanje ljudskih urbanih naselja. Za razliku od porodice Accipitridae, porodica Falconidae (sokolovke) preferira otvorena staništa nižih nadmorskih visina, ali su brojne vrste izraziti generalisti pri čemu je primarni kriteriji dostupnost mjesta za gniježđenje. Postoje i vrste koje su specijalisti poput šumskih sokolova (potporodice Polyborinae) kojima su nužna staništa lišena antropogenog utjecaja (Snyder 2001). Prehodno navedena monospecijska porodica Pandionidae je kozmopolitska, što podrazumijeva naseljavanje svih priobalnih staništa koja sadrže obilje ribe te mjesta za gniježđenje (gnijezdo se nalazi oko 5 km od najbližeg vodenog tijela, najčešće uzdignuto od tla u krošnji stabala) (Poole 1994).

### 2.3.2 Migracije

Migracije ptica najčešće označavaju kretanje u smjeru sjever-jug, tj. prelazak iz Palearktika i Nearktika u tropska područja. Migracije se događaju prvenstveno u proljetnim i jesenskim mjesecima. Migracije pticama osiguravaju stabilne uvjete za gniježđenje te pronalazak hrane, što je u zimskim uvjetima sjevernih teritorija znatno otežano. Oko 95 % svih kopnenih ptičjih vrsta između 40. i 50. stupnja sjeverne geografske širine migrira južnije u zimskom periodu, gdje onda i provode zimu (Welty 1982). Johnsgard (1990) kao najzapaženije migratorne vrste grabljivica navodi Swainsonova jastreba (*Buteo swainsoni* Bonaparte 1838) koji migrira i do 12000 km sa sjevera Sjeverne Amerike sve do tropskih dijelova Argentine. Druga vrsta jest podvrsta sivoga sokola čije je primarno stanište tundra (*Falco peregrinus ssp. tundrius*), a sukladno prijašnjoj vrsti za zimskih mjeseci prelazi iz područja sjeverne Kanade u tropsko područje Argentine. Najpoznatija selica na kraćim udaljenostim jest crna lunja (*Milvus migrans* Boddaert 1783) afričkoga kontinenta (vrsta nastanjuje i eurposki kontinent), koja migrira iz područja polupustinja (subsaharska Afrika) u područje juga Afrike, sve do rta dobre nade (Tarboton i Pickford 1989). ADW (2022) navodi kako migratorne vrste porodice Falconidae često biraju ciljna staništa migracije na temelju sličnosti s prijašnjim staništem. Uočena je pojava da mužjaci, ženke i stariji

mladunci nekih migratornih vrsta porodice Falconidae naseljavaju različita staništa u svrhu sprječavanja prenatrpanosti određene niše. Thiollay (1994) navodi kako porodica Accipitridae na isti način bira stanište kao i prethodno navedena porodica Falconidae. Sea World Parks & Entertainment (2022) ističe kako većina diuralnih grabljivica nisu prave selice, tj. stanarice su. Manji dio grabljivica stanarica spada u kategoriju djelomičnih selica, gdje određene jedinke populacije obitavaju na određenom staništu tijekom cijele godine, dok ostale jedinke migriraju. Najbolji primjer djelomičnih selica jest sjevernoamerički bjeloglavi orao (*Haliaeetus leucocephalus*). Jedna od najvećih svjetskih godišnjih migracija grabljivica događa se u zapadnoj Gruziji, nedaleko grada Batumi (Slika 15.) te u području Gibraltara (Bensusan i sur. 2007). Batumi Raptor Count (BRC) od 2008. godine odrađuje godišnje monitoringe ovoga *bottleneck* efekta, pri čemu je u jesenskoj sezoni 2021 zabilježeno oko 1,5 milijuna jedinki različitih vrsta grabljivica (BRC 2021). Brojnošću su dominirale tri vrste – škanjac osaš (*Pernus apivorus*), obični škanjac (*Buteo buteo* L. 1758) i crna lunja (*Milvus migrans*), koje su i karakteristične vrste užeg Euroazijskog kontinenta. Početkom 50-ih godina 20. stoljeća promjene u brojnosti migrirajućih vrsta grabljivica korištene su istraživanjima okolišnih promjena. Prema Bildsteinu (2001) migrirajuće vrste grabljivica ispunjavaju 13 od 14 kriterija koji su nužni za pridavanje uloge bioindikatora. Također, Bildstein (2001) tvrdi kako globalni monitoring migracija grabljivica na različitim udaljenim lokacijama daje uvid u antropogeni utjecaj na lokalne, regionalne, kontinentalne i globalne procese u ekosustavima.



Slika 15. Lokacija euroazijske godišnje migracije grabljivica (preuzeto i prilagođeno s GoogleMaps 2022)



## 2.4 Ugroženost

Ptice grabljivice nalaze se na vrhu hranidbene piramide većine globalnih ekosustava. Iako imaju ulogu vršnog predatora, pripadaju skupini najosjetljivijih kralješnjaka. Posebno su osjetljive na negativne antropogene utjecaje na ekosustav (pretežno zbog potrebe za velikim teritorijem i niske gustoće populacije) (Sarasola i sur. 2022). Antropogeni utjecaj na ekosustave nepresušna je tema znanstvenih istraživanja. Martínez-Abraín i sur. (2010) navode kako su analize odnosa veličine tijela grabljivice i mjesta gniježđenja (vrhovi stabala ili vrhovi planina) kao funkcije snage antropogenog učinka pokazale ovisnost o blizini ljudskih prometnica. Prema tome, velike grabljivice (orlovi) koje se gnijezde na vrhovima stabala pokazale su se osjetljivijima na blizinu prometnica i antropogeni utjecaj nego vrste koje se gnijezde na obroncima planina (zbog lakšega uočavanja i lakše pristupačnosti gnijezdu ljudi). Ptice grabljivice su izuzetno osjetljive na povećanu koncentraciju teških metala (Ag, Al, As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Zn), ali su istodobno i izuzetni bioindikator za onečišćenje ekosustava teškim metalima. Kako su grabljivice većinom zaštićene, metoda analize prisutnosti teških metala uključuje može uključivati samo analizu perja (za detaljniju analizu bili bi potrebno usmrtili jedinku). Teški metali mogu se vezati za proteinske strukture perja za vrijeme rasta perja te ući u kapilare koje povezuju pero u rastu s krvožilnim sustavom. Kako pero završava proces rasta, dolazi do atrofije i degeneracije kapilara pri čemu novonastalo pero postaje potpuno odijeljeno od ostatka tijela ptice. Veća koncentracija teških metala u krvotoku ptice odstranjuje se preko paperja za vrijeme mitarenja što dovodi do problema u određivanju točne koncentracije teških metala u tijelu (Dauwe i sur. 2003). Dauwe i sur. (2003) smatraju kako je koncentracija većine teških metala u tijelu poremećena vanjskom kontaminacijom, što dokazuje činjenica povećane koncentracije teških metala u perju koje je najviše podložno vanjskim čimbenicima. U skupinu toksičnih teških metala spada i olovo (Pb) koje utječe na enzime uključene u sintezu hema. Olovo je najtoksičnije u svojem otopljenom  $Pb^{2+}$  obliku kojeg najviše akumuliraju akvatički i semiakvatički organizmi nižih trofičkih razina. Ti organizmi imaju ulogu plijena organizmima viših trofičkih razina, skupina u koju spadaju i grabljivice. Razina toksičnoga olova koju će grabljivica unijeti hranom neće uzrokovati smrt, ali unosom veće količine plijena s visokom koncentracijom olovnog iona u tijelu može dovesti do iste (Scheuhammer i sur. 2008). Istraživanja Scheuhammer i sur. (2008) pokazuju kako su ptice grabljivice puno osjetljivije na trovanje olovom ingestijom olovne sačme

ili olovnih fragmenata metaka što ponovno ukazuje na antropogeni utjecaj na smanjenje populacija grabljivica. Prethodni antropogeni utjecaji posebno negativno utječu na populacije kalifornijskog kondora (*Gymnogyps californianus* Shaw 1797) koji je jedna od kritično ugroženih vrsta grabljivica svijeta. Rezultat osjetljivosti grabljivica te pretjeranog negativnog antropogenog utjecaja je logičan – vrlo dugačak popis crvene liste svjetskih grabljivica (Sarasola i sur. 2022). Prema IUCN-u (2022) od 569 poznatih vrsta grabljivica, 64 ih je skoro pa ugroženo, 59 ih je ranjivo (populacije se postupno smanjuju), 33 ih je ugroženo i čak 18 ih je kritično ugroženo (Tablica 3.). U kritično ugrožene vrste spada i već spomenuti kalifornijski kondor (*Gymnogyps californianus*) čije su populacije u zadnjih nekoliko godina doživjele porast, što pruža svjetlu točku u očuvanju i oporavku prirodnih populacija ptica grabljivica.

Tablica 3. Prikaz kritično ugroženih vrsta grabljivica svijeta, pri čemu je najugroženija porodica Accipitridae, dok porodica Falconidae nema kritično ugroženih vrsta (unutar porodice Accipitridae najugroženiji su supovi, na čelu s rodom *Gyps* Savigny 1809) (konstruirano prema IUCN Red List 2022)

porodica	kritično ugrožene vrste grabljivica
Accipitridae	<i>Buteo ridgwayi</i>
	<i>Chondrohierax wilsonii</i>
	<i>Gyps africanus</i>
	<i>Gyps bengalensis</i>
	<i>Gyps indicus</i>
	<i>Gyps rueppelli</i>
	<i>Gyps tenuirostris</i>
	<i>Haliaeetus vociferoides</i>
	<i>Necrosyrtes monachus</i>
	<i>Nisaetus floris</i>
	<i>Pithecophaga jefferyi</i>
	<i>Sarcogyps calvus</i>
<i>Trigonoceps occipitalis</i>	
Strigidae	<i>Glaucidium mooreorum</i>
	<i>Otus feae</i>
	<i>Otus insularis</i>
	<i>Otus siaoensis</i>
Cathartidae	<i>Gymnogyps californianus</i>

### 3. ZAKLJUČAK

Ptice grabljivice pripadaju skupini najspecijaliziranijih lovaca u svijetu kralješnjaka, ne samo zbog morfoloških prilagodbi, nego i zbog tehnika lova. Slabo izražena kompeticija između vrsta grabljivica te oportunistička ishrana omogućila im je naseljavanje širokog spektra staništa te zauzimanje različitih ekoloških niša. U analizama održivosti ekosustava pokazuju se kao izvrsni bioindikator, pri čemu se ističe mogućnost razvitka različitih metoda u konzervaciji ekosustava. Također, otvorena je i tema kontrole populacije plijena kao mogućnosti istrebljivanja štetnih vrsta malih sisavaca (npr. voluharice štetne u poljoprivredi) eko-metodama, tj. bez upotrebe otrovnih kemikalija. Neke vrste pokazale su iznimnu prilagodljivost životu u suburbanim i urbanim staništima, ali usprkos svemu velika većina opstaje samo u staništima izvan dohvata ljudske ruke. Širenje antropogenih naselja dovodi do smanjenja staništa i količine plijena što su dva kriterija nužna u opstanku grabljivica. IUCN-ova istraživanja (2022) pokazala su kako većina ugroženih ptica dolazi upravo iz skupine grabljivica, pri čemu su najugroženiji supovi, pretežno zbog trovanja strvina koje su primarni izvor njihove ishrane. Ptice grabljivice smatrane su vršnim predatorima što podrazumijeva nepostojanje prirodnih neprijatelja, tj. predatora kojima bi one služile kao plijen. Pojava i širenje ljudske vrste zaslužna je za remodeliranje strukture hranidbene piramide pri čemu ljudi poprimaju funkciju vršnih predatora, dok ptice grabljivice postepeno padaju s prijestolja vladara kopnenih ekosustava.

## 4. LITERATURA

Akos, Z., Nagy, M., Leven, S. i Vicsek, T. (2010). Thermal soaring flight of birds and unmanned aerial vehicles. *Bioinspir Biomim*.

Animal Diversity Web (ADW) (2022). Accipitridae

<https://animaldiversity.org/accounts/Accipitridae/> (pristupljeno 19. 8. 2022.)

Animal Diversity Web (ADW) (2022). Falconidae

<https://animaldiversity.org/accounts/Falconidae/#794229ca751395cd946236ac362ec04f>

(pristupljeno 19. 8. 2022.)

Audubon. Lund, N. (2017). The Birdist's Rules of Birding, Birdist Rule #93: Understand How Different Raptors Are Built to Hunt Their Prey

<https://www.audubon.org/news/birdist-rule-93-understand-how-different-raptors-are-built-hunt-their-prey> (pristupljeno 18. 8. 2022.)

Barrowclough, G. F., Cracraft J., Klicka, J. i Zink, R. M. (2016). How many kinds of birds are there and why does it matter?.

Barton, N.W.H. (1992). *Morphological Adaptation and Digestion in Relation to Raptor Feeding Ecology*. Doktorski rad, University of Glasgow.

Batumi Raptor Count (BRC) (2021). Migration Count Data

<https://www.batimiraptorcount.org/data> (pristupljeno 20. 8. 2022.)

Bensusan, K.J., Garcia, E.F.J. i Cortes, J.E. (2007). Trends in Abundance of Migrating Raptors at Gibraltar in Spring, *Ardea*, 95(1), str. 83-90

Bildstein, K. (2001). Why migratory birds of prey make great biological indicators.

Bright, J., Marugán-Lobón, J., Cobb, S., Rayfield, E.. (2016). The shapes of bird beaks are highly controlled by nondietary factors. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*.

Brown, L. (1971). *African Birds of Prey*. Houghton Mifflin Books, Boston, MA, USA.

Bunnell, D.B., Barbiero, R.P., Ludsin, S.A., Madenjian, C.P., Warren, G.J., Dolan, D.M., Brenden, T.O., Briland, R., Gorman, O.T., He, J.X., Johengen, T.H., Lantry, B.F., Lesht, B.M., Nalepa, T.F., Riley, S.C., Riseng, C.M., Treska, T.J., Tsehaye, I., WALSH, M.G., Warner, D.M., Weidel, B.C. (2014). Changing Ecosystem Dynamics in the Laurentian Great Lakes: Bottom-Up and Top-Down Regulation, *BioScience*, Broj 64, Izdanje 1, str. 26-39

Cain, M. L., Bowman, W. D. i Hacker, S. D. (2008). *Ecology*. Sunderland MA: Sinauer Associate Inc.

Collins Dictionary (2022). Definition of 'game bird'

<https://www.collinsdictionary.com/dictionary/english/game-bird> (pristupljeno 18. 8. 2022.)

Cooper, A. i Penny, D. (1997). Mass Survival of Birds Across the Cretaceous-Tertiary Boundary: Molecular Evidence. *Science* (New York, N.Y.).

Cooper, J.E. (2002). *Birds of Prey: Health and Disease*, 3rd Edition. Iowa State Press, Ames, Iowa, USA, str. 19-20

Csermely, D. i Rossi, O. (2006). Bird claws and bird of prey talons: Where is the difference?, *Italian Journal of Zoology*, 73:1, str. 43-53

Csermely, D., Rossi, O. i Nasi, F. (2012). Comparison of claw geometrical characteristics among birds of prey and non-raptorial birds, *Italian Journal of Zoology*, 79:3, str. 410-433

Dauwe, T., Bervoets, L., Pinxten, R., Blust, R. i Eens, M. (2003). Variation of heavy metals within and among feathers of birds of prey: effects of molt and external contamination. *Environ. Pollut.*

Delaware Valley Raptor Center, Streeter, S. (1999). Raptor Adaptations, Hooked on beaks iz *DVRC Journal* Spring/Summer 1999

<http://www.dvrconline.org/raptoradapt.html#Beaks> (pristupljeno 15.08.2022.)

Delaware Valley Raptor Center, Streeter, S. (2001). Raptor Adaptations, The Eyes Have It (Raptor eyes that is) iz *DVRC Journal* Fall/Winter 2001

<http://www.dvrconline.org/raptoradapt.html> (pristupljeno 16. 8. 2022.)

Dhi, N., Warkentin, I. i Oliphant, L. (1991). Hunting techniques and success rates of urban merlins (*Falco columbarius*). *Journal of Raptor Research*. 25.

Fuchs, J., Johnson, J. i Mindell, D. (2015). Rapid diversification of falcons (Aves: Falconidae) due to expansion of open habitats in the Late Miocene. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 82. str. 166-182.

Fowler, D.W., Freedman, E.A., Scannella, J.B. (2009). Predatory Functional Morphology in Raptors: Interdigital Variation in Talon Size Is Related to Prey Restraint and Immobilisation Technique.

Garratt, C., Minderman, J. i Whittingham, M. (2012). Should We Stay or Should We Go Now? What Happens to Small Mammals When Grass is Mown, and the Implications for Birds of Prey. *Annales Zoologici Fennici*.

Gailey, J. i Bolwig, N. (1973). Observations on the Behavior of the Andean Condor (*Vultur Gryphus*). *The Condor*, izdanje 75, broj 1, 1973, str. 60-68

Google Maps (2022). BRC Raptor Watchpoint

<https://www.google.com/maps/place/BRC+Sakhalvasho+Raptor+Watchpoint/@41.6844939,41.7277748,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x405d7d0b1866abfb:0x505a7dcf21bb837!8m2!3d41.6844939!4d41.7299635?hl=hr> (pristupljeno 20. 8. 2022.)

Hedenström, A. i Rosén, M. (2001). Predator versus prey: on aerial hunting and escape strategies in birds, *Behavioral Ecology*, Broj 12, Izdanje 2, str. 150-156.

Houston, D.C. i Duke, G.E. (2007). Poglavlje 16: Physiology Bird. U: D.M. i Bildstein K.L. *Raptor Research and Management Techniques*, Hancock House, Raptor Research Foundation, str. 267-269

Hui, D. (2012). Food Web: Concept and Applications. *Nature Education Knowledge* 3(12):6

IOC World Bird List 2019, A higher classification of modern birds (2019).

<https://www.worldbirdnames.org/new/classification/orders-of-birds-draft/> (pristupljeno 12. 8. 2022.)

IUCN (2022). Red List of Threatened Species <https://www.iucnredlist.org/search> (pristupljeno 20. 8. 2022.)

Jaksic, F. i Braker, E. (1983). Food-niche relationships and guild structure of diurnal birds of prey: competition versus opportunism. *Canadian Journal of Zoology*.

Jarvis, E.D., Mirarab, S., Aberer, A.J., Li, B., Houde, P., Li, C., Ho, S.Y., Faircloth, B.C., Nabholz, B., Howard, J.T., Suh, A., Weber, C.C., da Fonseca, R.R., Li, J., Zhang, F., Li, H., Zhou, L., Narula, N., Liu, L., Ganapathy, G., Boussau, B., Bayzid, M.S., Zavidovych, V., Subramanian, S., Gabaldón, T., Capella-Gutiérrez, S., Huerta-Cepas, J., Rekepalli, B., Munch, K., Schierup, M., Lindow, B., Warren, W.C., Ray, D., Green, R.E., Bruford, M.W., Zhan, X., Dixon, A., Li, S., Li, N., Huang, Y., Derryberry, E.P., Bertelsen, M.F., Sheldon, F.H., Brumfield, R.T., Mello, C.V., Lovell, P.V., Wirthlin, M., Schneider, M.P., Prosdocimi, F., Samaniego, J.A., Vargas Velazquez, A.M., Alfaro-Núñez, A., Campos, P.F., Petersen, B., Sacheritz-Ponten, T., Pas, A., Bailey, T., Scofield, P., Bunce, M., Lambert, D.M., Zhou, Q., Perelman, P., Driskell, A.C., Shapiro, B., Xiong, Z., Zeng, Y., Liu, S., Li, Z., Liu, B., Wu, K., Xiao, J., Yinqi, X., Zheng, Q., Zhang, Y., Yang, H., Wang, J., Smeds, L., Rheindt, F.E., Braun, M., Fjeldsa, J., Orlando, L., Barker, F.K., Jönsson, K.A., Johnson, W., Koepfli, K.P., O'Brien, S., Haussler, D., Ryder, O.A., Rahbek, C., Willerslev, E., Graves, G.R., Glenn, T.C., McCormack, J., Burt, D., Ellegren, H., Alström, P., Edwards, S.V., Stamatakis, A., Mindell, D.P., Cracraft, J., Braun, E.L., Warnow, T., Jun, W., Gilbert, M.T. i Zhang, G. (2014). Whole-genome analyses resolve early branches in the tree of life of modern birds. *Science*. 12. 12. 2014.

Jeschke, J., Laforsch, C., Diel, P., Diller, J., Horstmann, M. i Tollrian, R. (2021). Predation.

Korpimäki, E. (1985). "Prey Choice Strategies of the Kestrel *Falco Tinnunculus* in Relation to Available Small Mammals and Other Finnish Birds of Prey." *Annales Zoologici Fennici*, broj 22, izdanje 1, str. 91–104. *JSTOR*

LibreTexts, Ha, M. i Schleiger, R. (2021). Trophic interactions [https://bio.libretexts.org/Bookshelves/Ecology/Environmental\\_Science\\_\(Ha\\_and\\_Schleiger\)/02%3A\\_Ecology/2.03%3A\\_Communities/2.3.01%3A\\_Biotic\\_Interactions/2.3.1.01%3A\\_Trophic\\_Interactions](https://bio.libretexts.org/Bookshelves/Ecology/Environmental_Science_(Ha_and_Schleiger)/02%3A_Ecology/2.03%3A_Communities/2.3.01%3A_Biotic_Interactions/2.3.1.01%3A_Trophic_Interactions) (pristupljeno 13. 8. 2022.)



- Loreau, M. (2015). Theoretical perspectives on bottom-up and top-down interactions across ecosystems.
- Lyman, R. (2017). Paleoenvironmental Reconstruction from Faunal Remains: Ecological Basics and Analytical Assumptions. *Journal of Archaeological Research*.
- Martínez-Abraín, A., Oro, D., Jiménez, J., Stewart, G. i Pullin, A. (2010). A systematic review of the effects of recreational activities on nesting birds of prey, *Basic and Applied Ecology*, Broj 11, Izdanje 4, str. 312-319.
- McClure, C.J.W., Schulwitz, S.E., Anderson, D.L., Robinson, B.W., Mojica, E.K., Therrien, J.F., Oleyar, M.D., Johnson, J. (2019). "Commentary: Defining Raptors and Birds of Prey," *Journal of Raptor Research*, 53(4), str. 419-430.
- Minelli, A.. U: Jørgensen, E.S. i Fath, B.D. (2008). *Encyclopedia of ecology*. Amsterdam ; Boston : Elsevier, str. 2923-2929.
- Moore, B., Tyrrell, L. i Pita, D. (2017). Does retinal configuration make the head and eyes of foveate birds move?. *Sci Rep* 7, 38406.
- New England Complex Systems Institute (2022). *Predator-Prey Relationships*  
<https://necsi.edu/predator-prey-relationships> (pristupljeno 17.08.2022.)
- Newton, I. (1993). *Predation and Limitation of Bird Numbers*. U: Power, D.M. (eds) *Current Ornithology*. *Current Ornithology*, broj 11. Springer, Boston, MA.
- Park, K.J., Graham, K.E., Calladine, J. and Wernham, C.W. (2008). Impacts of birds of prey on gamebirds in the UK: a review. *Ibis*, 150: 9-26.
- Parker, T.J. i Haswell, W.A. (1962). *Class Aves*. U: *Textbook of Zoology Vertebrates*. Palgrave, London, str. 555-651
- Peters, J.L. (1931). *Check-List of the Birds of the World*. Vol. 1. Harvard University Press, Cambridge.
- Pimm, S.L. (1988). *Energy Flow and Trophic Structure*. In: Pomeroy, L.R., Alberts, J.J. (eds) *Concepts of Ecosystem Ecology*. *Ecological Studies*, broj 67. Springer, New York, NY.

Poole, A. (1994). Family Pandionidae (Osprey). str. 42-50. U: del Hoyo, J., Elliott, A. i Sargatal, J. (1994). Handbook of the Birds of the World. Vol. 2. New World Vultures to Guineafowl. Barcelona: Lynx Edicions.

Potier, S. (2020). Olfaction in raptors, *Zoological Journal of the Linnean Society*, Broj 189, Izdanje 3, str. 713-721

Potier, S. (2020). Visual Adaptations in Predatory and Scavenging Diurnal Raptors. *Diversity*.

Sachs, G. (2007). Tail effects on yaw stability in birds, *Journal of Theoretical Biology*, Broj 249, Izdanje 3, str. 464-472.

San Diego Zoo Wildlife Alliance, Harpy Eagle (2022).

<https://animals.sandiegozoo.org/animals/harpy-eagle> (pristupljeno 15. 8. 2022.)

Sarasola, J.H., Gallego, D. i Martínez-Miranzo, B. (2022). Chaco Eagle Ecology and Conservation, *Imperiled: The Encyclopedia of Conservation*, Elsevier, str. 102-112

Scheuhammer, A.M., Beyer, W.N. i Schmitt, C.J. (2008). Lead, *Encyclopedia of Ecology*, Academic Press, str. 2133-2139

Scholz, F. (1993). *Birds of Prey*. Stackpole Books, 5067 Ritter Road, Mechanicsburg, PA 17055, str. 5

Selim, O., Gowree, E., Lagemann, C., Talboys, E., Jagadeesh, C., Brücker, C. (2020). The Peregrine Falcon's Dive: On the Pull-Out Maneuver and Flight Control Through Wing-Morphing.

Snyder, H. (2001). Falcons and Caracaras. str. 225-229. U: Elphick, C., Dunning, J., Sibley, D. (2001). *The Sibley Guide to Bird Life and Behavior*. New York: Alfred A. Knopf.

Stager, K.E. (1964). The role of olfaction in food location by the Turkey Vulture (*Cathartes aura*). *Los Angeles Co. Mus. Contrib. in Science* 81:1-63

Stevens, A. (2010). Dynamics of Predation. *Nature Education Knowledge* 3(10):46

Svensson, L., Mullarney, K. i Zetterström, D. (2010). *Collins Bird Guide* 2nd Edition, HarperCollins.

- Tarboton, W.R. i Pickford, P. (1989). *Southern African Birds of Prey*, New Holland Publishers.
- TheCornellLab (2022). *Birds and their Wing Shapes* <https://www.birds.cornell.edu/k12/wp-content/uploads/2018/11/Bird-Wing-Types-Handout.pdf> (pristupljeno 16. 8. 2022.)
- TheCornellLab, Anonymus (2020). *Birdword: An Illustrated Guide To Some Tongue-Twisting Ornithological Terms*  
<https://www.allaboutbirds.org/news/birdword-an-illustrated-guide-to-some-tongue-twisting-ornithological-terms/#> (pristupljeno 15. 8. 2022.)
- TheMirror, Kharpal, A. (2013). *Looking a right twit: Owl turns its head completely upside down*  
<https://www.mirror.co.uk/news/weird-news/looking-right-twit-owl-turns-1861289>  
(pristupljeno 16. 8. 2022.)
- The Peregrine Fund (2022). *Curved beaks*  
<https://www.peregrinefund.org/curved-beaks> (pristupljeno 15. 8. 2022.)
- Thiollay, J. (1994). *Family Accipitridae (hawks and eagles)*. str. 52-105. U: del Hoyo, J., Elliott, A. i Sargatal, J. *Handbook of the Birds of the World. Vol. 2. New World Vultures to Guinea fowl*. Barcelona: Lynx Edicions.
- Tornberg, R. i Reif, V. (2006). *Assessing the diet of birds of prey: A comparison of prey items found in nests and images*. *Ornis Fennica*. 84.
- Valkama, J., Korpimäki, E., Arroyo, B., Beja, P., Bretagnolle, V., Bro, E., Kenward, R., Mañosa, S., Redpath, S.M., Thirgood, S., Viñuela, J. (2005). *Birds of prey as limiting factors of gamebird populations in Europe: a review*. *Biol Rev Camb Philos Soc*.
- Venable, N.J. (1996). *Birds of Prey*. West Virginia University, Extension Service, str. 1
- Viitala J., Korpimäki E., Palokangas P. & Koivula M. (1995). *Attraction of kestrels to vole scent marks visible in ultraviolet light*. *Nature* 373: str. 425-427
- Wallach, A., Izhaki, I., Toms, J., Ripple, W. i Shanas, U. (2015). *What is an apex predator?*. *Oikos*
- Welty, J.C. (1982). *The Life of Birds*, 3rd ed., W. B. Saunders Co., Philadelphia.

Wild Animal Initiative, Hecht, L. (2020). The relevance of trophic interactions to wild animal welfare

<https://www.wildanimalinitiative.org/blog/trophicinteractions> (pristupljeno 13. 8. 2022.)

Zhang, J., Qian, H., Girardello, M., Pellissier, V., Nielsen Scott, E. i Svenning, J.C. (2018). Trophic interactions among vertebrate guilds and plants shape global patterns in species diversity. *Proc. R. Soc. B.*

## 5. ŽIVOTOPIS

Toni Kočevar rođen je 26. srpnja 2000. godine u Zagrebu. Pohađao je Osnovnu školu braće Seljan u Karlovcu te ju i završio 2015. godine. Maturirao je 2019. godine u Gimnaziji Karlovac, opći smjer. U jesen iste godine upisao je Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Fluentno govori engleski i njemački jezik.