

# Utjecaj vremenskih uvjeta na dinamiku hranjenja mladunaca crnoglave strnadice (*Emberiza melanocephala* Scopoli, 1769)

---

Petrović, Ana

Master's thesis / Diplomski rad

2021

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:217:234594>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-31**



Repository / Repozitorij:

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

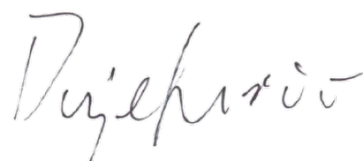


Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno – matematički fakultet  
Biološki odsjek

Ana Petrović

**Utjecaj vremenskih uvjeta na dinamiku hranjenja mladunaca  
crnoglave strnadice (*Emberiza melanocephala* Scopoli, 1769)**

Diplomski rad



Zagreb, 2021. godine

Ovaj rad, izrađen u Zavodu za ornitologiju Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti, Zagreb pod vodstvom dr. sc. Sanje Barišić, znan. sur. i doc. dr. sc. Duje Lisičića, predan je na ocjenu Biološkom odsjeku Prirodoslovno matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu radi stjecanja zvanja magistra Ekologije i zaštite prirode.

Najveće zahvale:

*Dr.sc. Sanji Barišić na profesionalnom vodstvu i svim savjetima tijekom pisanja ovog rada. Svom komentoru doc. dr. sc. Duji Lisičiću zahvaljujem na konstruktivnim komentarima i podršci. Također, hvala Andrijani i Toniju na pomoći oko statistike.*

*Marijani, Ivoni, Marinu, i svim ostalim divnim ljudima koji su mi beskrajno uljepšali moje studentske dane nebrojenim kavama i urnebesnim druženjima.*

*Katarini, Martini i Klari za toliko puno godina smijeha i nezaboravnih provala, te što su uvijek bile tu bez obzira na sve.*

*Milošu i njegovim kapima za oči bez kojih ovog diplomskog ne bi bilo. Također, na svoj ljubavi, strpljenju, podršci i sreći u zadnje tri godine.*

*Cijeloj mojoj obitelji i najboljoj kumi na svijetu koji su me uvijek bezuvjetno podržavali u svim mojim idejama i pothvatima.*

*Posebne, veće od najvećih zahvala idu mojim roditeljima Sonji i Davoru na koje sam se uvijek mogla osloniti i što su najbolji roditelji koje itko može zaželjati.*

*Mom djedu. Znam da bi bio ponosan.*

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu

Prirodoslovno-matematički fakultet

Biološki odsjek

Diplomski rad

Utjecaj vremenskih uvjeta na dinamiku hranjenja mladunaca crnoglave strnadice (*Emberiza melanocephala* Scopoli, 1769)

Ana Petrović

Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

Fitnes se može definirati kao reproduktivni uspjeh jedinke određen brojem fertilnog potomstva. Važan aspekt brige za mlade kod ptica je dinamika hranjenja mladunaca koja ovisi o ponašanju ptica, ekologiji populacije i okolišnim uvjetima. Pregled utjecaja na dinamiku hranjenja, a time i uspješnost gniježđenja, omogućava predviđanje trenda populacije uslijed potencijalnih promjena u okolišu. Cilj istraživanja bio je utvrditi postoji li utjecaj temperature, vjetra i padalina na stopu hranjenja ptica kroz dan metodom video snimki fokalnih ženki crnoglave strnadice. Istraživanje je provedeno na polju Dazlina u blizini Pirovca kroz tri godine, od 2011. do 2013. Ukupno je analizirano sedam gnijezda. Značajan utjecaj na stopu hranjenja imali su temperatura, dob ptica te godina gniježđenja. Odnos temperature i stope hranjenja mladunaca nije bio linearan, s najvećom stopom hranjenja oko 26°C. Dob ptica je pozitivno utjecala na stopu hranjenja mladunaca, dok je kroz godine prosječna stopa hranjenja opadala. Jačina vjetra i veličina legla nije imala značajan utjecaj. Ovim istraživanjem opisana su prva saznanja o utjecaju vremenskih uvjeta na dinamiku hranjenja mladunaca crnoglave strnadice na području Hrvatske. Potrebno je provesti dodatna istraživanja na ekologiji vrste kako bi se dobio uvid u trend populacije uslijed povećanja prosječnih godišnjih temperatura na prostoru Mediterana.

(27 stranica, 10 slika, 2 tablice, 83 literaturna navoda, 1 prilog, jezik izvornika: hrvatski)

Rad je pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici

Ključne riječi: temperatura, vjetar, stopa hranjenja, globalno zatopljenje, Mediteran

Voditelj: dr. sc. Sanja Barišić, znan. sur.

Suvoditelj: doc. dr. sc. Duje Lisičić

Ocjenitelji: doc. dr. sc. Duje Lisičić

prof. dr. sc. Ivana Maguire

prof. dr. sc. Antun Alegro

Rad prihvaćen: 4.2.2021.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb

Faculty of Science

Department of Biology

Graduation Thesis

Impact of weather on nestling provisioning patterns in the Black-headed Bunting (*Emberiza melanocephala* Scopoli, 1769)

Ana Petrović

Rooseveltova trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

Fitness can be defined as individual reproductive success determined by the number of fertile offspring. Provisioning is an important aspect of parental care in birds and is affected by nestling behaviour, population ecology and environmental conditions. Studying factors affecting provisioning patterns, and thus breeding success, enables estimating the effects of habitat changes on population trends. The aim of this study was to test the effects of ambient temperature, wind and precipitation on daily provisioning rates in the Black-headed Bunting by video recording focal females. The study was conducted during a three-year period, 2011-2013, in Dazlina field near Pirovac. A total of seven nests were analysed. Provisioning rate was significantly affected by temperature, nestling age and breeding year. The relationship between temperature and provisioning rate was non-linear, with provisioning rate peaking at around 26°C. The average provisioning rate was positively affected by nestling age, but decreased across study years. No significant effect was found for wind strength and brood size. This study describes the first insight into the effects of weather conditions on nestling provisioning in the Black-headed Bunting in Croatia. Further studies are necessary in order to study the ecology of Black-headed buntings and thereby provide further insights into the potential population trend regarding the rise of average annual temperatures in the Mediterranean.

(27 pages, 10 figures, 2 tables, 83 references, 1 annex, original in Croatian)

Thesis deposited in the Central Biological Library

Key words: temperature, wind, global warming, feeding rate, Mediterranean

Supervisor: Sanja Barišić, PhD, Research associate

Co-supervisor: Duje Lisičić, PhD, Assistant professor

Reviewers: Duje Lisičić, PhD, Assistant professor

Ivana Maguire, Professor

Antun Alegro, Professor

Thesis accepted: 4.2.2021.

## Sadržaj

<b>1. Uvod</b> .....	1
<b>2. Cilj istraživanja</b> .....	4
<b>3. Područje istraživanja</b> .....	5
<b>4. Materijali i metode</b> .....	7
<b>4.1. Opis vrste</b> .....	7
<b>4.2. Terensko istraživanje</b> .....	9
<b>4.3. Obrada video snimki</b> .....	11
<b>4.4. Statistička analiza</b> .....	11
<b>5. Rezultati</b> .....	13
<b>6. Rasprava</b> .....	17
<b>7. Zaključak</b> .....	21
<b>8. Literatura</b> .....	22
<b>9. Prilozi</b> .....	I

## 1. Uvod

Fitnes se može definirati kao reproduktivni uspjeh jedinke određen brojem fertilnog potomstva (Brown 1988). Jedinke optimiziraju svoj fitnes ovisno o okolišu pa je tako nastao niz različitih sustava parenja na spektru od poligamije do monogamije (Emlen i Oring 1977). Ukoliko dođe do promjena u okolišu, npr. promjena u raspodjeli resursa ili dostupnosti partnera, plastičnost u ponašanju jedinki omogućuje prelazak s jednog sustava parenja na drugi (Igl i Best 2001). Prema McFarland (1987), preko 90% ptica je monogamno, što znači da je sparivanje samo s jednim partnerom tijekom jedne sezone gniježđenja prevladavajući sustav u velike većine vrsta ptica. Međutim, monogamija kao takva ne podrazumijeva nužno da oba roditelja sudjeluju u brizi za potomstvo (Cockburn 2006). Tako npr. kod velikog broja vrsta pataka plivarica, mužjaci rijetko sudjeluju u inkubaciji i hranjenju mladih te najčešće preuzimaju aktivnu obranu ženke i gnijezda, ali se ne sparuju s drugim ženkama tijekom sezone gniježđenja (McKinney 1986). U kombinaciji s već postojećom nejednakom podjelom brige za mlade, ukoliko dođe do neravnomjernog rasporeda resursa na staništu, može doći do promijene sustava parenja (Emlen i Oring 1977; Leisler i sur. 2002; Ritchison i Little 2014). Prelazak iz monogamnog u poligaman odnosno poliginični sustav parenja naziva se fakultativna poliginija. U poliginičnom sustavu se jedan mužjak sparuje s više ženki tijekom sezone gniježđenja. Mužjak u fakultativnoj poliginiji parenjem s više ženki osigurava veći fitnes nego skupnom brigom za potomstvo s jednom ženkom (Davies i sur. 2012). U tom slučaju mužjak često brani teritorij i ženke na svom teritoriju, a ženka preuzima većinu ostalih aspekata brige za mlade (Igl i Best 2001). Postoje slučajevi kada mužjaci sudjeluju u hranjenju starijih ptica (Ritchison i Little 2014; Barišić 2015).

Trivers (1972) navodi da se briga za mlade sastoji od svih radnji kojima se povećavaju šanse za preživljavanje potomstva. Određene radnje nose i određen rizik te cijenu za roditelja koji ih izvršava. Na primjer, hranjenje i pasivna obrana gnijezda predstavljaju veći rizik od predacije u usporedbi s gradnjom gnijezda ili inkubacijom (Owens i Bennet 1994). Budući da briga za mlade nosi određenu količinu rizika, postavlja se pitanje koliko se isplati riskirati za leglo na račun vlastitog preživljavanja. Ovakva situacija opisuje se pojmom „*trade-off*“, gdje jedinka pokušava ostvariti najveću korist između dva isključujuća ishoda. U slučaju brige za mlade, roditelj se susreće s dva različita „*trade-off*“-a: 1) između kvalitete i količine mladih u jednom leglu (Lack 1966) i 2) između količine truda uloženog u ovogodišnje leglo u odnosu na buduća legla na račun vlastitog opstanka (Gustafsson i Sutherland 1988; Visser i Lessells 2001). Lack



(1966) u svojem istraživanju navodi da postoji optimalna veličina legla uzimajući u obzir mogućnosti roditelja i kvalitetu staništa. Shodno tome, Högstedt (1980) u svom istraživanju na svrakama (*Pica pica* L.) navodi da ptice iste vrste mogu imati veće ili manje leglo ovisno o kvaliteti staništa, odnosno dostupnosti hrane te sezone. Na kvalitetnijim staništima ili tijekom godina kada je dostupnost hrane veća, roditelj je u mogućnosti opskrbiti hranom veći broj ptica. Tijekom lošijih godina ili na manje kvalitetnim, rubnim staništima, ptice će imati manja legla. Kod kratkoživućih ptica veća legla su učestalija. Roditelj je također spremniji riskirati predacijske pritiske te sezone i žrtvovati svoj fekunditet sljedeće, u korist opstanka legla. Suprotno tome, dugoživuće vrste imaju manji broj potomaka po godini i lakše napuštaju gnijezdo u nepogodnim okolnostima (Linden i Møller 1989; Ghalambor i Martin 2001).

Dinamika hranjenja mladunaca ovisi o ponašanju ptica, ekologiji populacije i okolišnim uvjetima. Roditelj prvenstveno pokušava prilagoditi stopu hranjenja prema signalima koje dobiva od ptica (Kilner 1995; Price 1994). „Iskrenim“ signalima se smatraju oni signali koji „koštaju“ npr. u vidu utroška energije ili smanjene imuno-kompetencije (Loiseau i sur. 2008). „Iskreći“ signali kao takvi trebali bi prenositi stvarne potrebe ptica. Stopa hranjenja se mijenja ovisno i o veličini legla te starosti ptica. Što je veći broj ptica u leglu to će učestalost dolaska roditelja na gnijezdo biti veća (Falconer i sur. 2008; Barba i sur. 2009; Stauss i sur. 2005; ali vidi Geiser i sur. 2008). Roditelj također povećava stopu hranjenja kako ptici odrastaju (Nordlund i Barber 2005; Neudorf i sur. 2013; Ritchison i Little 2014).

Okolišni uvjeti podrazumijevaju vremenske uvjete i kvalitetu staništa. Plijen je na staništu često heterogeno raspoređen. Tako se na određenom prostoru mogu definirati „hranilišta“ kao dijelovi koje karakterizira veća količina ili dostupnost hrane od okolnih područja. Prema teoriji žarišnog pronalaženja hrane (eng. *central foraging theory*) koju su prvi opisali Orians i Pearson (1979), roditelj procjenjuje koje područje je najisplativije kao hranilište. Pri tome, uzima u obzir udaljenost od središnje točke, odnosno gnijezda, i kvalitetu hrane na hranilištu. Roditelj na putu do hranilišta troši vrijeme i riskira predaciju (Kacelnik 1984; Stauss i sur. 2005). Dakle, što je određeno područje udaljenije od gnijezda, to bi trebalo biti kvalitetnije od onog bližeg da bi ga roditelj koristio kao hranilište. Međutim, što je hranilište dalje, to je stopa hranjenja u danu manja budući da je potrebno više vremena za odlazak i povratak. Roditelj može kompenzirati manju stopu hranjenja većom količinom plijena kojeg donese u jednom dolasku (Falconer i sur. 2008). Ukupno vrijeme koje roditelj može posvetiti hranjenju mladih ograničeno je i ostalim aktivnostima roditelja, a koje uključuju kompeticiju s drugim jedinkama na prostoru, čišćenje, spavanje te grijanje/hlađenje legla.

Utjecaj vremenskih uvjeta na hranjenje predmet je istraživanja već nekoliko desetljeća. Finney i sur. (1999) te Birkhead (1978) povezali su olujno vrijeme s izmijenjenom dinamikom hranjenja tankokljunih njorki (*Uria aalge* Pontoppidan, 1763) u Velikoj Britaniji. Loši vremenski uvjeti, kao što su jak vjetar i padaline, pticama mogu otežati let i prikupljanje hrane, kao što u svojim istraživanjima navode Machmer i Ydenberg (1990) te Maccarone i sur. (2010). Niske temperature (Geiser i sur. 2008) i padaline (Shaad 2002) također su povezane s manjim donošenjem plijena tijekom hranjenja mladunaca (brojem i ukupnom biomasom). Ukoliko se radi o staništu s malom brojnošću plijena, Redpath i sur. (2002) navode nisku temperaturu kao ograničavajući čimbenik uspješnosti gniježđenja u umjerenim klimama. Više temperature također mogu značajno utjecati na dinamiku hranjenja. U hladnijim i umjerenim područjima više temperature mogu pozitivno utjecati na stopu hranjenja (Sergio 2003; Low i sur. 2008; Schifferli i sur. 2014). Međutim, na prostorima toplije i suhe klime viša temperatura može negativno utjecati na hranjenje mladunaca, a time i na fitnes jedinki. Tijekom visokih temperatura postoji fiziološka cijena pregrijavanja organizma. Olinger (2017) u svom istraživanju na pticama semi-aridnog područja navodi da se mehanizme hlađenja mogu odvijati nauštrb hranjenja mladunaca. Takve aktivnosti uključuju dahtanje, stajanje u hladu, širenje krila te povećan unos vode. Roditelj će u nepovoljnim uvjetima odabrati aktivnosti kojima će smanjiti svoj vlastiti fiziološki stres, što onda može prouzročiti rjeđe donošenje hrane mladima (Wiley i Ridley 2016; Olinger 2017; Tapper i sur. 2020). Također, stopa hranjenja se može smanjiti nauštrb hlađenja mladunaca (Horváth 1964; Lloyd i Martin 2004).

Osim vremenskih uvjeta tijekom sezone gniježđenja, na stopu hranjenja mladunaca posredno, kroz utjecaj na brojnost člankonožaca, mogu utjecati i vremenski uvjeti kroz cijelu godinu, prvenstveno neposredno prije sezone gniježđenja (Grant 2000). Shodno tome, dinamika hranjenja mladunaca se može značajno razlikovati iz godine u godinu (Hoset i sur. 2004).

Stopa hranjenja predstavlja važan čimbenik u uspješnosti gniježđenja. Pregled mogućih utjecaja na uspješnost gniježđenja omogućava predviđanje trenda populacije uslijed potencijalnih promjena u okolišu (Geiser i sur. 2008; Grant 2000). Ukoliko se radi o granici areala rasprostranjenosti vrste, i male promjene u okolišu mogu značajno utjecati na dinamiku populacije (Hoffmann i Blows 1994). Hrvatska i središnja Italija predstavljaju zapadnu granicu areala crnoglave strnadice (*Emberiza melanocephala* Scopoli, 1769) (Cramp i Perrins 1994). Ekologija i mogući okolišni utjecaji na uspješnost gniježđenja crnoglave strnadice nisu sustavno istraženi.

## **2. Cilj istraživanja**

Cilj ovog istraživanja bio je ispitati hipotezu da vremenski uvjeti utječu na dinamiku hranjenja mladunaca crnoglave strnadice video snimanjem fokalnih ženki. Uz pretpostavku da dob ptica, veličina legla i godina gniježđenja također utječu na dinamiku hranjenja mladunaca, prvenstveno je bio cilj ispitati značajnost temperature, padalina i jačine vjetra. Time se nastoji upotpuniti uvid u ekologiju ove zaštićene vrste na području Hrvatske.

### 3. Područje istraživanja

Istraživanje je provedeno na površini od 3 km<sup>2</sup> na polju Dazlina (43°51' - 43°50' N, 15°43' - 15°44' E). Polje Dazlina se nalazi na području Šibensko-kninske županije (Slika 1). Udaljeno je 6 km sjeveroistočno od mjesta Pirovac te 10 km sjeverozapadno od Vodica u sjevernoj Dalmaciji. Nalazi se u jednoj od mnogih krških udolina na ovom području smještenih između niskih brda koja se pružaju u smjeru sjeverozapad-jugoistok. Visina brda većinom ne prelazi 200 m n.v.



**Slika 1.** Položaj polja Dazlina na karti Hrvatske

Geološku podlogu čine slojevi vapnenca i dolomita nastali u kredi i paleogenu. Neogenske tvorevine šljunka i pijeska čine najviše slojeve (Mamužić 1975). Nadzemna vodena mreža nije dobro razvijena zbog propusnosti tla. Prema Köppenu (1918), tip klime ovog područja je *Csa* odnosno mediteranska s vrućim ljetima. Karakteriziraju je blage i kišovite zime te vruća i suha ljeta. Prema podacima Državnog hidrometeorološkog zavoda za period od 1984. do 2013.g, najhladniji mjesec je siječanj sa srednjom temperaturom od 7,1°C, a najtopliji srpanj s 25,5°C. Najviše oborina padne u razdoblju od listopada do ožujka.

Na ovom području vidljiva je kombinacija eumediteranske i submediteranske vegetacije. Eumediteranska vegetacija raširena je na okolnim obroncima s plitkim i siromašnim tlima u obliku degradiranih stadija. Raširene su makije s crnikom (*Quercus ilex* L.), planikom (*Arbutus unedo* L.), zelenikom (*Phillyrea latifolia* L.), smrdljikom (*Pistacia terebinthus* L.) i drugim grmolikim oblicima karakterističnih vrsta crnikove šume. Uz makije, pojavljuje se i stadij gariga s biljkama koje trebaju veću količinu svjetla kao što su bušini (*Cistus* sp.), brnistra (*Spartium junceum* L.) i sl. Makije i garizi zastupljeni su u različitim stadijima sukcesije. U dolini između obronaka, tlo je nešto bogatije te prevladava submediteranska vegetacija. Međutim, veliku površinu zauzimaju poljoprivredna zemljišta, te je karakteristična vegetacija zastupljena samo u degradiranim stadijima u obliku mjestimičnih trnjaka drače (*Paliurus spinachristi*).

Polje Dazlina vrlo je mozaično stanište obrađenih površina i zapuštenih travnjaka omeđenih trnjacima drače i ostalom grmolikom vegetacijom (Slika 2). Na obrađenim površinama prevladavaju polja ječma, pšenice i kukuruza te vinogradi, maslinici i voćnjaci. Cijelo šire područje polja presijeca mreža makadamskih puteva.



**Slika 2.** Polje Dazlina (foto: Sanja Barišić)

U skladu s trendom zabilježenim i na ostalim dijelovima Dalmacije, na ovom području je vidljivo napuštanje poljoprivrednih površina. Sukcesija se očituje u uznapredovanju zatvorenih makija.

## 4. Materijali i metode

### 4.1. Opis vrste

Crnoglava strnadica (*E. melanocephala*) pripada porodici Emberizidae (strnadice). Rasprostranjena je od Pakistana na istoku, Ukrajine na sjeveru, Izraela na jugu do Hrvatske i središnje Italije na zapadu (Cramp i Perrins 1994). U Hrvatskoj je rasprostranjena cijelom dužinom Jadranske obale, od južne Dalmacije do Istre. Pojavljuje se na heterogenim staništima mediteranskog tipa poput mozaika vinograda, maslinika, otvorene makije i polja, izbjegavajući suviše otvorena ili zatvorena staništa. Odrasle jedinke su granivorne hraneći se na tlu i niskom raslinju (Cramp i Perrins 1994, Barišić 2015). Na zimovalištima zna prouzročiti štete na poljima žitarica budući da se tada prirodno jati u velikim brojevima (Paz 1987).

Migracija crnoglavih strnadica započinje tijekom kasnog srpnja i kolovoza kada kreću prema zapadnoj i središnjoj Indiji. Na gnjezdilišta se vraćaju u travnju i svibnju (Cramp i Perrins 1994). Spolni dimorfizam se najviše očituje u bogatom obojenju mužjaka koji su veći od ženki (Slika 3). Imaju karakteristično crnu glavu, žuto grlo, prsa i donji dio tijela, te smeđa isprugana leđa i krila. Ženke su puno kriptičnijeg ruha, s isprano-žutim grlom, prsima i donjim dijelom tijela. Kao i ostale pripadnike porodice strnadica, karakterizira ih jak kljun s nepčanim zubom.

Barišić (2015) je opisala sustav razmnožavanja i biologiju gniježđenja crnoglavih strnadica. Crnoglave strnadice u Hrvatsku stižu u svibnju. Teritorijalni mužjaci se vraćaju nekoliko dana prije ženki te zauzimaju iste teritorije kao i prethodne sezone.



**Slika 3.** Spolni dimorfizam u crnoglave strnadice – gnjezdeće ruho mužjaka (lijevo) i ženke (desno) (foto: Sanja Barišić).

Relativno kratka sezona gniježđenja traje od sredine svibnja do kraja lipnja. Sukladno tome par većinom odgoji jedno leglo po sezoni. Ukoliko je pokušaj gniježđenja neuspješan, mogući pokušaji zamjenskih pologa. Sustav parenja crnoglave strnadice može se opisati kao fakultativna poliginija gdje mužjaci rijetko sudjeluju u brizi za mlade više od oglašavanja uzbune. Ženka sama gradi gnijezdo, često u vinogradima i makiji, ne više od par metara od zemlje. Inkubacija pologa s 3 do 7 jaja prosječno traje od 10 do 13 dana (Slika 4). Ženka najčešće sama hrani mlade te se prehrana ptica sastoji najviše od beskralješnjaka. Postoje iznimke kada mužjak sudjeluje u donošenju hrane, uglavnom ukoliko je ženka onesposobljena, npr. ozlijeđena ili stradala. Ptici napuštaju gnijezdo nakon 7 do 10 dana. Nakon što ptici napuste gnijezdo, mužjaci ponekad sudjeluju u njihovom hranjenju.



**Slika 4.** Leglo crnoglave strnadice s četiri jaja (lijevo) i položaj gnijezda crnoglave strnadice u borovici (*Juniperus oxycedrus* L.) (desno) (foto: Sanja Barišić)

Poznati predatori crnoglave strnadice u Hrvatskoj uključuju eju livadarku (*Circus pygargus* L., 1758), kunu bjelicu (*Martes foina* Erxleben, 1777), šaru poljaricu (*Hierophis gemonensis* Laurenti, 1768) i krivosasa (*Elaphe quatuorlineata* Lacépède, 1789) (Barišić 2015).

#### 4.2. Terensko istraživanje

Postavljanje kamera je provedeno u sklopu istraživanja Zavoda za ornitologiju Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti. Provedeno je tijekom tri godine, od 2011. do 2013. godine. Gnijezda su pronalazena praćenjem ponašanja ženki u procesu gradnje gnijezda i obilaskom potencijalnih mjesta pogodnih za gradnju gnijezda na teritorijima mužjaka. Pronalazak gnijezda bio je ograničen prohodnošću terena. Odabrana gnijezda su provjerena prosječno svaka tri dana. Prilikom provjere stanja gnijezda obratila se pažnja kako bi se što manje utjecalo na fokalnu ženku, gnijezdo i njegovu okolinu. Tijekom provjere gnijezda, za svako gnijezdo zabilježena je identifikacijska oznaka fokalne ženke, broj jaja u gnijezdu, broj i dob ptica u gnijezdu te općenito stanje gnijezda. Dob ptica je određena na osnovu morfoloških značajki opisanih u radu Barišić (2015). Odabrano je ukupno devet gnijezda za praćenje dinamike hranjenja mladunaca (Slika 5).



**Slika 5.** Položaj gnijezda crnoglavih strnadica s postavljenim kamerama u polju Dazlina (43°51' - 43°50' N, 15°43' - 15°44' E).

Korištene su dvije vodootporne infracrvene (IC) kamere modela *RYK-2B79L2* spojene na *SD* snimač *CL-640H* (Slika 6). Kamere su postavljene od trenutka pronalaska gnijezda, ali ne ranije od drugog dana starosti ptica. Snimač spojen s kamerom je bio postavljen dalje od gnijezda u vodootpornom spremniku. Punjenje snimača se odvijalo putem akumulatora. U svrhu podešavanja vidnog polja, postavki snimanja te pregledavanja snimki, snimač je po potrebi spojen s prijenosnim *DVD* reproduktorom (Slika 7). Dva gnijezda snimana su 2011., tri gnijezda



2012. i četiri gnijezda 2013. godine Svako gnijezdo je snimano kontinuirano 3 - 6 dana, dok ptiči ne bi napustili gnijezdo.



**Slika 6.** Položaj postavljene kamere u odnosu na gnijezdo crnoglave strnadice na trsu vinove loze (*Vitis vinifera* L.).



**Slika 7.** SD snimač u vodootpornoj kutiji spojen s akumulatorom i prijenosnim DVD reproduktorom.

### **4.3. Obrada video snimki**

Snimke sam analizirala u programu *Behavioral Observation Research Interactive Software* (Friard i Gamba 2016). Tijekom analize snimki bilježila sam dolazak i odlazak fokalne ženke na gnijezdo te trajanje hranjenja mladunaca. Stopu hranjenja sam odredila kao ukupni broj hranjenja po satu. Jedno hranjenje definirala sam dolaskom ženke na gnijezdo i hranjenjem jednog ili više mladunaca. Tamo gdje je bilo potrebno, podatke sam ekstrapolirala. Takav pristup sam primijenila u slučaju kada je zbog tehničkih razloga došlo do izostanka snimanja. Ekstrapolaciju sam provela na način da sam iz stvarnog broja hranjenja u snimljenom periodu izračunala stopu hranjenja po minuti, te taj iznos pomnožila sa 60. Time sam dobila procjenu stope hranjenja mladunaca po satu za slučajeve kada cijeli sat nije bio sniman. Udio ekstrapoliranih podataka u ukupnom setu podataka je iznosio 4,22%. Uz stopu hranjenja, za svaku fokalnu ženku zabilježila sam identifikacijsku oznaku, dob i broj ptića u leglu.

Na temelju snimaka, jačinu vjetra kvantificirala sam prema Beaufortovoj ljestvici vrijednostima od 0 do 12 te koristila maksimalnu kvantificiranu jačinu vjetra po satu. Maksimalnu temperaturu po satu za snimane dane zapisala sam prema podacima Državnog hidrometeorološkog zavoda (DHMZ) za mjernu postaju Šibenik. Količinu padalina na dan zapisala sam prema podacima DHMZ-a za kišomjerne postaje Pirovac i Stankovci. Dane sam zatim definirala kao „kišne“ ukoliko su u danu zabilježene padaline, odnosno „nekišne“ dane ukoliko nisu.

### **4.4. Statistička analiza**

Statističku analizu provela sam u programu Rstudio, verzija 1.3.1093 (RStudio Team 2020). Budući da stopa hranjenja i temperatura nemaju strogo linearan odnos, utjecaj temperature na stopu hranjenja analizirala sam kvadratnom regresijom koristeći paket „lme4“ (Bates i sur. 2015). Za provjeru utjecaja čimbenika na stopu hranjenja mladunaca koristila sam linearne modele mješovitih učinaka iz paketa „lme4“. Stopu hranjenja postavila sam kao zavisnu varijablu, dok sam godinu (2011.-2013.), temperaturu (°C), jačinu vjetra (0-12), veličinu legla, dob ptića (u danima), te identifikacijsku oznaku (ID) ženke definirala kao nezavisne varijable. Identifikacijsku oznaku ženke postavila sam kao nasumični učinak kako bih uzela u obzir individualnu varijabilnost među jedinkama te izbjegla pseudoreplikaciju (Millar i Anderson 2004). Ostale nezavisne varijable sam definirala kao stalne (fiksne) učinke. Definirala sam ukupno 23 modela s različitim kombinacijama nezavisnih varijabli kako bih najbolje objasnila njihov utjecaj na stopu hranjenja. Za svaki model, pomoću paketa „bbmle“ (Bolker 2009),

izračunala sam Akaikeov informacijski kriterij prepravljen za male uzorke (AICc) (Akaike 1973). Modele sam poredala prema AICc vrijednostima, od najmanje prema najvećoj. Za svaki model sam zatim izračunala  $\Delta AICc$  vrijednost, oduzimanjem najmanje AICc vrijednosti od one pridružene pojedinačnom modelu. Prema Burnham i Anderson (2002) modeli s  $\Delta AICc$  vrijednosti većom od 10 ne opisuju varijabilnost u podacima u dovoljnoj mjeri, te su vrlo slabo podržani. Za svaki model također sam izračunala relativnu Akaikeovu težinu ( $w_i$ ). Vrijednost  $w_i$  predstavlja vjerojatnost pojedinačnog modela i može iznositi od 0 do 1. Što je  $w_i$  vrijednost bliža 1, to je model vjerojatniji (Johnson i Omland 2004). Budući da je  $w_i$  vrijednost „najboljeg“ dobivenog modela bila ispod 0,9, bilo je potrebno uprosječiti modele te tako definirati prosječne procijenjene koeficijente koji će najbolje opisati odnos postavljenih varijabli (Johnson i Omland 2004). Definirala sam set modela čiji kumulativni zbroj  $w_i$  vrijednosti iznosi 0,95 te tako opisuje 95%-tni interval pouzdanosti vjerojatnosti modela. Uprosječivanjem ovog seta modela pomoću paketa „MuMIn“ (Barton 2009) dobila sam prosječne procijenjene koeficijente za svaku fiksnu varijablu unutar navedenog užeg seta modela. Također sam izračunala vjerojatnosti odabira (VO) za svaku fiksnu varijablu unutar užeg seta modela zbrajanjem  $w_i$  vrijednosti svakog modela u kojem se pojedina fiksna varijabla pojavljuje (Johnson i Omland 2004). Vjerojatnost odabira za pojedinu varijablu predstavlja vjerojatnost da se navedena varijabla pojavljuje u hipotetskom „najboljem“ AICc modelu.

## 5. Rezultati

Analizirala sam ukupno 4 087 video snimki u trajanju od 431 sata i 57 minuta. Sve fokalne ženke snimane su tijekom lipnja. Dvije ptice sam izuzela iz analize budući da je na gnijezdima parazitirala kukavica. Četiri gnijezda nisu bila uspješna zbog predacije. U tom slučaju analizirala sam snimke do prve pojave predacije na gnijezdu. Najranija pojava predacije bila je četvrtog dan snimanja.

Prosječno vrijeme ( $\pm$ SD) prvog odlaska s gnijezda ujutro je bilo u 4:52 ( $\pm$  00:07), a posljednjeg dolaska na gnijezdo navečer u 21:03 ( $\pm$  00:06). Prema tome, hranjenje mladunaca je zabilježeno u periodu od 4:00 do 22:00. Snimke iz tog perioda korištene su u analizi. Padaline su zabilježene za samo pet sati ukupnog snimljenog perioda, pa zato nisu uključene u analizu te njihov utjecaj na stopu hranjenja nije ispitan.

Set modela 95%-tnog intervala pouzdanosti sastojao se od šest najvjerojatnijih modela prema  $w_i$  vrijednostima (Tablica 1).

**Tablica 1.** Set modela 95%-tnog intervala za stopu hranjenja mladunaca crnoglave strnadice (*E. melanocephala*) za period od 2011. do 2013.godine.

Model	AICc	$\Delta$ AICc	df	$w_i$
godina + dob + temperatura + temperatura <sup>2</sup>	1602,1	0	8	0,379
godina + dob + temperatura + temperatura <sup>2</sup> + veličina legla	1602,8	0,8	9	0,259
godina + dob + temperatura + temperatura <sup>2</sup> + vjetar	1604,5	2,4	9	0,115
godina + dob + veličina legla	1605,0	2,9	7	0,090
godina + dob	1605,8	3,8	6	0,058
godina + dob + temperatura + temperatura <sup>2</sup> + vjetar + veličina legla	1606,1	4,0	10	0,052

AICc - Akaikeov informacijski kriterij prepravljen za male uzorke,  $\Delta$ AICc - razlika pojedinačne AICc vrijednosti svakog modela i najmanje AICc vrijednosti, df - stupnjevi slobode,  $w_i$  - Akaikeova težina, temperatura<sup>2</sup> - kvadrat temperature

Nasumični učinak ID ženki opisivao je približno 3% varijabilnosti u najboljem modelu (varijanca nasumičnog učinka = 0,205 ( $\pm$  0,453), rezidualna varijanca = 6,632 ( $\pm$  2,58)).

Prema vjerojatnosti odabira (Tablica 2), na stopu hranjenja mladunaca su najviše utjecali godina gniježđenja i dob ptica (VO = 0,954). Vremenski uvjeti u obliku temperature i vjetra ne utječu u jednakoj mjeri na stopu hranjenja (Tablica 2). Temperatura je imala znatnu ulogu u stopi hranjenja i bila je prisutna u približno 80% modela u užem setu (VO = 0,804,  $p < 0,05$ ).

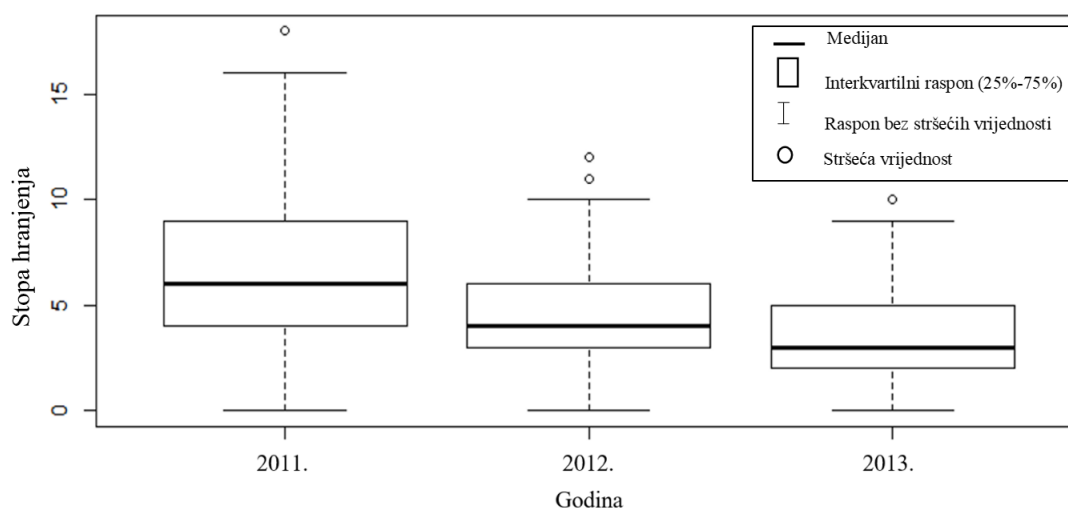
Najveća zabilježena jačina vjetra bila je 6 (39 – 49 km/h) na Beaufortovoj ljestvici. Prosječna jačina vjetra po satu je iznosila između 2,3 ( $\pm 1,4$ ) i 4,7 ( $\pm 0,7$ ). Međutim, vjetar je bio prisutan u manje od 20% odabranih modela i nije značajno utjecao na učestalost hranjenja mladunaca (VO = 0,167,  $p > 0,05$ ). Veličina legla također nije imala značajan utjecaj (VO = 0,401,  $p > 0,05$ ).

**Tablica 2.** Vrijednosti procijenjenih koeficijenata (b), standardne greške (SE),  $p$ -vrijednosti te vjerojatnosti odabira za sve nezavisne varijable uprosječenog modela stope hranjenja mladunaca crnoglave strnadice (*E. melanocephala*) u periodu od 2011-2013.godine

Nezavisna varijabla	b	SE	$p$ - vrijednost	Vjerojatnost odabira
(intercept)	-20,118	11,474	0,080	-
Godina <sub>2012.</sub>	-2,065	0,709	3,661E <sup>-03</sup> **	0,954
Godina <sub>2013.</sub>	-2,916	0,769	1,560E <sup>-04</sup> ***	
Dob ptica	0,487	0,102	2,100E <sup>-06</sup> ***	0,954
Temperatura	1,752	0,865	0,043 *	0,806
Temperatura <sup>2</sup>	-0,033	0,016	0,043 *	0,806
Veličina legla	0,175	0,265	0,511	0,401
Vjetar	0,032	0,092	0,730	0,167

Temperatura<sup>2</sup> označava kvadratnu vrijednost temperature. (Legenda značajnosti: \*\*\* = ,001, \*\* = ,01, \* = ,05).

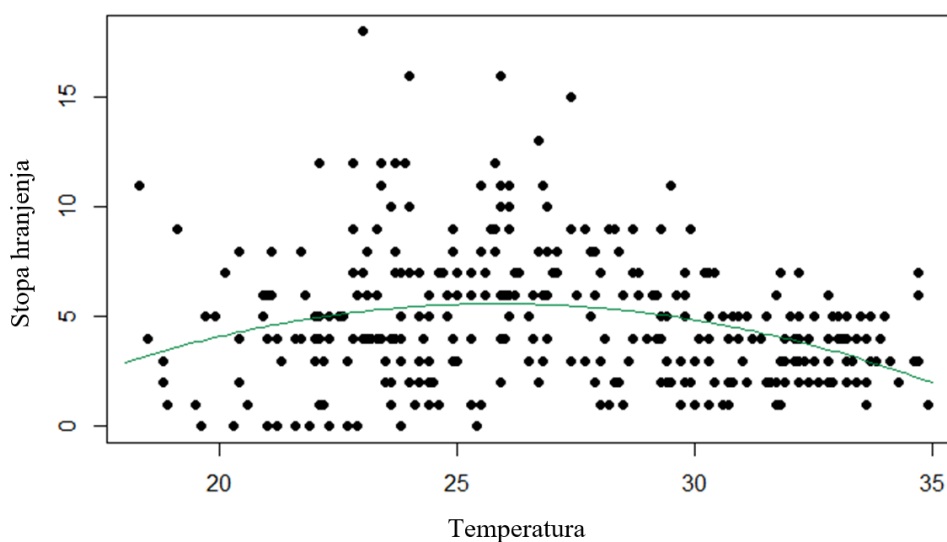
Stopa hranjenja mladunaca se kroz godine smanjivala (Slika 8). Prve godine (2011.) medijan stope hranjenja je iznosio 6 (IQR 4 – 9), druge godine (2012.) je bio 4 (IQR 3 – 6) dok je zadnje godine (2013.) iznosio 3 (IQR 2 – 5).



**Slika 8.** Prikaz stope hranjenja mladunaca crnoglave strnadice (*E. melanocephala*) za tri godine istraživanja (2011. – 2013.) (x os = godina, y os = stopa hranjenja mladunaca po satu,  $N_{2011} = 2$ ,  $N_{2012} = 3$ ,  $N_{2013} = 4$ ).

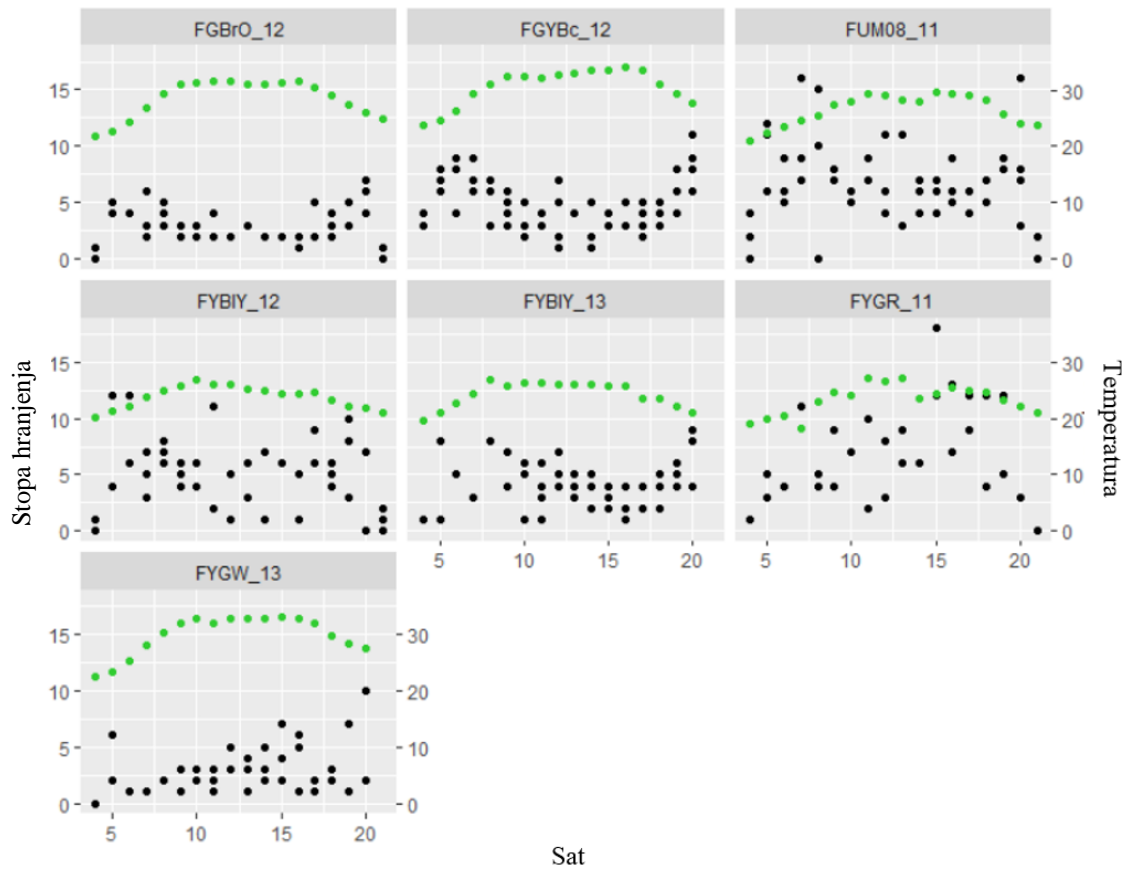
Znatni negativni utjecaj godine na stopu hranjenja također je opisan negativnim koeficijentom ( $b_{2012} = -2,065$ ,  $b_{2013} = -2,916$ ) godina u tablici 2. Suprotno tome, što su ptiči stariji, to je stopa hranjenja veća ( $b = 0,487$ ).

Utjecaj temperature i kvadrata temperature na stopu hranjenja opisan je i kvadratnom regresijom ( $Multiple R^2 = 0,0827$ ,  $p$  – vrijednost (kvadrat temperature)  $< 0,001$ ). Značajnost temperature i kvadrata temperature ukazuje na ne-linearan utjecaj temperature na stopu hranjenja. Vidljivo je da stopa hranjenja mladunaca na sat blago raste do približno  $26^{\circ}\text{C}$  nakon čega opada (Slika 9). Prema vjerojatnosti odabira (Prilog 1) modeli s linearnim odnosom temperature i stope hranjenja bili su vrlo slabo podržani ( $w_i \leq 0,002$ ).



**Slika 9.** Kvadratni model utjecaja temperature na stopu hranjenja mladunaca crnoglave strnadice od 2011.-2013. godine (x os = raspon temperature u  $^{\circ}\text{C}$ , y os = stopa hranjenja na sat,  $N_{\text{gnijezdo}} = 7$ ).

Odnos prosječne temperature na sat i stope hranjenja mladunaca kroz dan za svaku ženku prikazan je slikom 10. Prosječna jutarnja temperatura (4:00-10:00) iznosila je  $25,2^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 3,81^{\circ}\text{C}$ ), a večernja (18:00-22:00)  $26,1^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 3,30^{\circ}\text{C}$ ). Prosječna temperatura u periodu od 10:00-18:00 iznosila je  $29,5^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 3,64^{\circ}\text{C}$ ). Prosječna stopa hranjenja mladunaca bila je najviša u jutarnjim ( $4,9 \pm 3,37$ ) i večernjim satima ( $4,7 \pm 3,25$ ). Tijekom dana, prosječna stopa hranjenja iznosila je  $4,4 \pm 2,77$ .



**Slika 10.** Stopa hranjenja mladunaca crnoglave strnadice po satu (crno) prikazano za svaku fokalnu ženku u odnosu na prosječnu temperaturu kroz dan (zeleno) (x os = sat u danu,  $y_{\text{lijevo}}$  os = stopa hranjenja po satu,  $y_{\text{desno}}$  = prosječna temperatura po satu ( $^{\circ}\text{C}$ ),  $N_{\text{gnijezdo}} = 7$ ).

## 6. Rasprava

### *Utjecaj vremenskih uvjeta*

Postavljena hipoteza da vremenski uvjeti značajno utječu na dinamiku hranjenja mladunaca crnoglave strnadice je djelomično potvrđena. Temperatura je imala značajan utjecaj na stopu hranjenja mladunaca. Pozitivan utjecaj temperature na učestalost hranjenja mladunaca u skladu je s ranijim istraživanjima (Magrath i sur. 2007; Low i sur. 2008). Razlog tome može biti povećana dostupnost plijena pri višim temperaturama (Avery i Krebs 1984; Geiser i sur. 2008). Iako su odrasle jedinke crnoglave strnadice granivorne, roditelji hrane ptice beskralježnjacima, kao i kod većine drugih granivornih vrsta (Wilson i sur. 1999). Plijen se većinom sastoji od beskralješnjaka i njihovih ličinki (Cramp i Perrins 1994). Beskralješnjaci, kao poikilotermni organizmi, pokazuju veću brojnost i aktivnost na većim temperaturama (Bale i sur. 2002; Jaworski i Hilszczański 2013).

Međutim, u ovom istraživanju opažen je nelinearan odnos između temperature i stope hranjenja mladunaca. Stopa hranjenja mladunaca bila je najveća pri 26°C, nakon čega opada. Na ovakav trend stope hranjenja može utjecati nekoliko čimbenika koji nisu međusobno isključivi. Prvi uzrok može biti manja dostupnost plijena pri visokim temperaturama budući da je odnos između temperature i aktivnosti beskralješnjaka također nelinearan (Willmer 1983; Andrew et al. 2013). Cao i Ederly (2017) u svojem istraživanju na vinskoj mušici (*Drosophila melanogaster* Meigen, 1830) navode da temperature iznad 25°C mogu prouzročiti pokretanje mehanizama mirovanja radi smanjenja opasnosti od temperaturnog stresa. Drugi razlog za ovakav trend stope hranjenja mladunaca može biti opasnost od temperaturnog stresa za samog roditelja. Poput svih malih ptica (Wolf 1996), crnoglave strnadice imaju velik omjer površine i volumena tijela te su podložne pregrijavanju pri visokim temperaturama. Prema tome, do smanjenja stope hranjenja mladunaca mogu dovesti mehanizmi hlađenja koji su nužni za preživljavanje roditelja i ptica. Luck (2001), Cunningham i sur. (2013), Sadondo (2014), Wiley i Ridley (2016) te Olinger (2017) također opisuju opadanje stope hranjenja mladunaca pri visokim temperaturama. Kao razlog navode da roditelji biraju smanjiti svoj fiziološki stres držeći se hlada, dašćući i ograničavajući kretanje čak i kada je plijen dostupan. Hlađenje isparavanjem vode koje se odvija tijekom dahtanja zahtjeva veliku količinu vode. Utrošenu vodu ptice nadoknađuju hranom pa hvatanje hrane za svoje potrebe također može ograničiti hranjenje mladunaca (Olinger 2017). Osim na mehanizme vlastitog hlađenja, ženka može utrošiti vrijeme tako da svojim tijelom zasjeni gnijezdo kako bi regulirala temperaturu ptica (Horváth 1964).



Opaženi porast u stopi hranjenja mladunaca u jutarnjim satima također može biti odraz kompenzacije za noćno gladovanje (Owen 1954; Luck 2001; Geiser i sur. 2008).

Jačina vjetra nije imala značajan utjecaj na stopu hranjenja mladunaca. Istraživanja u kojima je opisan negativan odnos jačine vjetra i učestalosti hranjenja mladunaca često su provedena na pticama vezanim za vodeno stanište, gdje vjetar smanjuje vidljivost i aktivnost vodenog plijena (Birkhead 1978; Machmer i Ydenberg 1990; Finney i sur. 1999; Maccarone i sur. 2010). U istraživanju provedenom na riđoglavim lastavicama (*Petrochelidon ariel* Gould, 1843) koje se hrane kukcima u zraku (Magrath i sur. 2007), jačina vjetra je imala znatan utjecaj na stopu hranjenja mladunaca, smanjujući ju čak za 50% pri velikim brzinama vjetra. Kao uzrok tome također navode manju dostupnost plijena. Međutim, crnoglava strnadica (*E. melanocephala*) se hrani na tlu i u niskom raslinju pa je moguće da je utjecaj vjetra na dostupnost plijena puno manji. Osim na dostupnost plijena, vjetar može utjecati i na fiziologiju same jedinke. Maccarone i sur. (2008) te Shamoun-Baranes i sur. (2007) ukazuju na potencijalni negativni utjecaj vjetra na brzinu leta. Time se povećava i utrošak energije potreban za dolazak i povratak na gnijezdo. Moguće je da vjetar zabilježen tijekom ovog istraživanja nije bio dovoljno jak da bi uzrokovao negativan utjecaj na let.

Na stopu hranjenja može utjecati i količina truda kojeg je roditelj spreman uložiti s obzirom na dostupnost plijena. Sergio (2003) te Schifferli i sur. (2014) navode da stopa hranjenja raste kada je lov najisplativiji, između ostalog i zbog odluke roditelja da poveća trud u traženju hrane. Prema tome, veća učestalost hranjenja mladunaca u boljim uvjetima ne označava nužno samo veću dostupnost plijena nego i veći broj pokušaja lova.

Međutim, uzimajući u obzir mali uzorak u ovom istraživanju, ne mogu se donijeti nedvojbeni zaključci o utjecaju vremenskih uvjeta na stopu hranjenja mladunaca.

#### *Utjecaj godine gniježđenja*

Pretpostavka da godina gniježđenja utječe na stopu hranjenja mladunaca je potvrđena. Kroz godine se stopa hranjenja značajno smanjivala, s najmanjom stopom hranjenja zabilježenom 2013. godine. Mogući razlog ovom je vrlo kišno proljeće (ožujak, travanj, svibanj) te godine. Prema podacima DHMZ-a, proljeća 2011. i 2012. klasificirana su kao „vrlo sušna“ (2-9) odnosno „sušna“ (9-25), dok je proljeće 2013. godine klasificirano kao „ekstremno kišno“ (> 98). Kategorije klime procijenjene su prema odstupanju oborina od višegodišnje (1961–1990) srednje vrijednosti izraženo u percentilima. Harris i sur. (2012) ukazuju na pozitivan odnos veličine skakavaca i količine oborina, dok Hunter i sur. (2001) te Branson (2008) navode da

velike količine oborina mogu uzrokovati i porast u brojnosti skakavaca i zrikavaca. Ženka crnoglave strnadice u stanju je donijeti više od jednog plijena u kljunu prilikom dolaska na gnijezdo. Povećanje u dostupnosti i/ili veličini plijena prema tome je moglo uzrokovati smanjenje učestalosti hranjenja mladunaca budući da je manjim brojem dolazaka bilo moguće opskrbiti ptice dovoljnom količinom hrane. Tome u prilog, Redpath i sur. (2002) te Hoset i sur. (2004) zabilježili su veću stopu hranjenja u lošijim uvjetima. Sušni uvjeti tijekom 2011. i 2012. godine su prema tome mogli dovesti do povećanja stope hranjenja mladunaca od strane roditelja u svrhu kompenzacije za manju dostupnost plijena.

Treba napomenuti kako se opisani utjecaj godine gniježđenja na stopu hranjenja mladunaca temelji na vrlo malom broju testiranih ptica u pojedinačnoj godini. Zbog toga, za bolji uvid u značajnost godine gniježđenja na stopu hranjenja mladunaca, potrebno je provesti daljnja istraživanja na puno većem uzorku te potencijalno kroz veći broj godina.

#### *Utjecaj dobi ptica i veličine legla*

Pretpostavka da dob ptica značajno utječe na stopu hranjenja mladunaca je potvrđena. Dob ptica je imala značajan pozitivni utjecaj na stopu hranjenja mladunaca. Takav trend je opisan u velikom broju drugih istraživanja (Haggerty 1992; O'Neill Goodbred i Holmes 1996; Luck 2001; Stauss i sur. 2005; Falconer i sur. 2008; Barba i sur. 2009; Ritchison i Little 2014). Energetske potrebe ptica rastu s veličinom, a samim time i s dobi. Kako bi kompenzirali za dodatne potrebe mladunaca, roditelji povećavaju stopu hranjenja i/ili broj/biomasu donesenog plijena. Kilner (2001) u svojem istraživanju na kanarincima navodi da stariji ptici puno učinkovitije mole za hranu; veći su, glasniji, mašu krilima i uspravljaju se u gnijezdu puno više nego mlađi ptici. Price (1994) također opisuje veću stopu hranjenja u slučaju starijih i većih ptica.

Pretpostavka da veličina legla značajno utječe na stopu hranjenja mladunaca nije potvrđena. Veličina legla je u velikom broju istraživanja definirana kao značajan čimbenik u opaženoj stopi hranjenja mladunaca (Haggerty 1992; Wright i sur. 1998; Luck 2001; Mock i sur. 2009; Bortolotti i sur. 2011; Pagani-Núñez i Senar 2013). Međutim u ovom istraživanju, veličina legla nije pokazala značajan utjecaj na stopu hranjenja mladunaca. Ako se stopa hranjenja mladunaca ne povećava s veličinom legla, roditelj riskira opadanje mase ptica. Kako bi se izbjegao negativni utjecaj na masu mladunaca, roditelj bi trebao povećati broj i/ili veličinu plijena donesenog u jednom dolasku na gnijezdo. Prema tome, iako se ta hipoteza nije ispitala u ovom

istraživanju, moguće je da je u slučaju većih legla ženka crnoglave strnadice u jednom dolasku na gnijezdo donosila veću količinu plijena, kao što je opisano kod čvorka (*Sturnus vulgaris* L.) (Wright i sur. 1998).

Knapton (1984), Pinkowski (1978) i Geiser i sur. (2008) opisuju jednaki izostanak utjecaja veličine legla na stopu hranjenja mladunaca u svojim istraživanjima. Pinkowski (1978) u svom istraživanju na riđoprsm modrorepkama (*Sialia sialis* L.) kao uzrok navodi manje energetske potrebe u svrhu termoregulacije. Odnosno, što je veći broj ptica u gnijezdu, to pojedini ptic zahtijeva manje hrane da bi održao dovoljno visoku tjelesnu temperaturu. Međutim, možda je takvo objašnjenje manje vjerojatno u slučaju crnoglavih strnadica s obzirom na zabilježene visoke temperature preko dana. Nadalje, u ovom je istraživanju analizirano ponašanje samo sedam fokalnih ženki crnoglave strnadice. Knapton (1984) je u svojem istraživanju proučavao dinamiku hranjenja mladunaca riđokape sjeničice (*Leiothlypis ruficapilla* Wilson, 1811) na 11 fokalnih parova. Prethodno navedena istraživanja u kojima je opisan značajan utjecaj veličine legla na stopu hranjenja mladunaca su provedena na između 25 i 324 gnijezda. Prema tome, izostanak utjecaja veličine legla na stopu hranjenja mladunaca crnoglave strnadice može biti i posljedica premalog uzorka u istraživanju.

#### *Širi značaj istraživanja*

Prosječne godišnje temperature na prostoru Sredozemlja kroz zadnja su se tri desetljeća povećale za 1.4°C, te se predviđa njihov daljnji rast u budućnosti (Cramer i sur. 2018). Rezultati ovog istraživanja ukazuju na mogućnost negativnog utjecaja visokih temperatura na stopu hranjenja mladunaca crnoglavih strnadica. Potrebno je provesti dodatna istraživanja na većim uzorcima kako bi se ispitaio značaj tog odnosa. Ukoliko se daljnjim istraživanjima opiše sličan odnos temperature i stope hranjenja mladunaca, takva saznanja bi se mogla koristiti u predviđanju trenda populacije crnoglave strnadice uslijed očekivanog porasta temperatura na području Sredozemlja. Kao što je ranije navedeno, rubne su populacije najpodložnije promjenama u dinamici ukoliko dođe do promjena u okolišu. Iako su prema Crvenoj knjizi ptica Hrvatske (Tutiš i sur. 2013) na nacionalnoj razini kategorizirane kao LC (*least concern*), odnosno najmanje zabrinjavajuća, postepen rast temperatura mogao bi utjecati na populacije crnoglavih strnadica na području Hrvatske. Međutim, ekologija ove vrste još uvijek je nedovoljno istražena. Potrebna su detaljnija istraživanja utjecaja vremenskih uvjeta, načina prehrane te interspecijskih odnosa na većim uzorcima, za bolji uvid u trend ovih populacija.

## 7. Zaključak

Ovim istraživanjem opisana su prva saznanja o utjecaju vremenskih uvjeta na dinamiku hranjenja mladunaca crnoglave strnadice na području Hrvatske. Opisani rezultati su većinom u skladu s ranijim istraživanjima provedenim na populacijama ptica vrućih i suhih klima.

Postavljena hipoteza da vremenski uvjeti značajno utječu na dinamiku hranjenja mladunaca crnoglave strnadice je djelomično potvrđena. Značajan negativni utjecaj visokih temperatura na stopu hranjenja mladunaca crnoglave strnadice (*E. melanocephala*) može biti rezultat manje dostupnosti i aktivnosti plijena kako bi se izbjegla opasnost temperaturnog stresa. Nadalje, opasnost od pregrijavanja za samu ženku i mladunce crnoglave strnadice smanjuje se aktivnostima hlađenja koje se mogu odvijati nauštrb hranjenja mladunaca. Također, jedan od uzroka smanjene stope hranjenja mladunaca može biti manji broj pokušaja lova u uvjetima manje aktivnosti i dostupnosti plijena. Međutim, jačina vjetra nije imala značajan utjecaj na stopu hranjenja mladunaca.

Pretpostavke da dob ptica, veličina legla te godina gniježđenja značajno utječu na stopu hranjenja mladunaca su također djelomično potvrđene. Na stopu hranjenja mladunaca značajno je utjecala godina gniježđenja te dob ptica. Smanjenje stope hranjenja kroz godine može biti rezultat veće dostupnosti plijena tijekom posljednje godine istraživanja. Shodno tome, potencijalno je bila moguća opskrba mladunaca dovoljnom količinom hrane u manjem broju dolazaka roditelja na gnijezdo. Dob ptica je pozitivno utjecala na stopu hranjenja budući da se energetske potrebe ptica povećavaju što su ptici stariji. Međutim, veličina legla nije imala značajan utjecaj na stopu hranjenja.

Treba napomenuti kako se opisani utjecaji na stopu hranjenja mladunaca temelje na malom uzorku. Potrebno je provesti daljnja istraživanja na ekologiji crnoglave strnadice na području Hrvatske kako bi se dobio uvid u trend populacije uslijed povećanja prosječnih godišnjih temperatura na prostoru Mediterana.

## 8. Literatura

- AKAIKE, H. (1973). Information Theory as an Extension of the Maximum Likelihood Principle. U: Petrov, B. N. & Csaki, F. (ur.) *Second International Symposium on Information Theory*, Budapest: Akademiai Kiado. str. 267-281
- ANDREW, N.R., HART, R.A., JUNG, M., HEMMINGS, Z., TERBLANCHE, J.S. (2013). Can temperate insects take the heat? A case study of the physiological and behavioural responses in a common ant, *Iridomyrmex purpureus* (Formicidae) with potential climate change, *Journal of Insect Physiology*, **59**(9), 870-880.
- AVERY, M. I. I KREBS, R. (1984). Temperature and foraging success of Great Tits *Parus major* hunting for spiders. *Ibis*, **126**(1), 33–38.
- BALE, J. S., MASTERS, G. J., HODKINSON, I. D., AWMACK, C., BEZEMER, T. M., BROWN, V. K., BUTTERFIELD, J., BUSE, A., COULSON, J.C., FARRAR, J., GOOD., J.E.G., HARRINGTON, R., HARTLEY, S., JONES, T.H., LINDROTH, R.L., PRESS, M. C., SYMRNIODIS I., WATT, A.D., WHITTAKER, J.B. (2002). Herbivory in global climate change research : direct effects of rising temperature on insect herbivores. *Global Change Biology*, **8**(1), 1-16
- BARBA, E., FRANCISCO A., MARCIAL, M. MONRÓS, J.S., GIL-DELGADO, J.A. (2009). Patterns of nestling provisioning by a single-prey loader bird, Great Tit (*Parus major*). *Bird Study*, **56**(2), 187–197.
- BARIŠIĆ, S. (2015). Mating system, breeding biology and habitat selection of the Black-headed Bunting *Emberiza Melanocephala* Scopoli (Aves). Doktorska disertacija, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odjek, Zagreb.
- BARTON, K. (2009). Mu-MIn: Multi-model inference. R Package Version 0.12.2/r18. <http://R-Forge.R-project.org/projects/mumin/>
- BATES, D., MÄCHLER, M., BOLKER, B., WALKER, S. (2015). Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software*, **67**(1), 1–48.
- BIRKHEAD, T.R. (1978). Attendance Patterns Of Guillemots *Uria Aalge* at Breeding Colonies on Skomer Island. *Ibis* **120**(2), 220-229.
- BOLKER, B. (2009). bbmle: Tools for general maximum likelihood estimation. <http://CRAN.R-project.org/package=bbmle>
- BORTOLOTTI, L. E., HARRIMAN, V. B., CLARK, R. G., DAWSON, R. D. (2011). Can changes in provisioning by parent birds account for seasonally declining patterns of offspring recruitment?. *Canadian Journal of Zoology*, **89**(10), 921–928.
- BRANSON, D. H. (2008). Influence of a Large Late Summer Precipitation Event on Food Limitation and Grasshopper Population Dynamics in a Northern Great Plains Grassland. *Environmental Entomology*, **37**(3), 686–695.

- BROWN, D. (1988). Components of lifetime reproductive success. U: Clutton-Brock, T. H. (ur.) *Reproductive success*, Univ. Chicago Press, Chicago. Str, 439-453
- BURNHAM, K.P. I ANDERSON D.R. (2002). Model Selection and Multimodel Inference, A Practical Information-Theoretic Approach. Second edition, Springer-Verlag New York, New York
- CAO, W. I EDERY, I. (2017). Mid-day siesta in natural populations of *D. melanogaster* from Africa exhibits an altitudinal cline and is regulated by splicing of a thermosensitive intron in the period clock gene. *BMC Evolutionary Biology*, **17**(1), 32-49.
- CRAMER, W., GUIOT, J., FADER, M., GARRABOU, J., GATTUSO, J., IGLESIAS, A., LANGE, M. A., LIONELLO, P., LLASAT, M. C., PAZ, S., PEÑUELAS, J., SNOUSSI, M., TORETI, A., TSIMPLIS, M. N., XOPLAKI, E. (2018). Climate change and interconnected risks to sustainable development in the Mediterranean. *Nature Climate Change*, **8**(11), 972–980
- CRAMP, S. I PERRINS, C.M. (ur.) (1994). The birds of the Western Palearctic Vol IX., Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa: the birds of the Western Palearctic. Oxford University Press, Oxford
- DAVIES, N.B., KREBS, J.R., WEST S.A. (2012). An introduction to behavioural ecology. Fourth edition, Wiley-Blackwell, Chichester
- EMLEN, S. T., I ORING, L. W. (1977). Evolution of Mating Systems. *Science*, **197**(4300), 215–223.
- FALCONER, C. M., MALLORY, M. L., I NOL, E. (2008). Breeding biology and provisioning of nestling snow buntings in the Canadian High Arctic, *Polar Biology*, **31**(4), 483–489.
- FINNEY, S. K., WANLESS, S., I HARRIS, M. P. (1999). The effect of weather conditions on the feeding behaviour of a diving bird, the Common Guillemot *Uria aalge*, *Journal of Avian Biology*, **30**(1), 23-30.
- FRIARD, O., I GAMBA, M. (2016). BORIS: a free, versatile open-source event-logging software for video/audio coding and live observations. *Methods in Ecology and Evolution*. **7**(11), 1325–1330.
- GEISER, S., ARLETTAZ, R., SCHAUB, M. (2008). Impact of weather variation on feeding behaviour, nestling growth and brood survival in Wrynecks *Jynx torquilla*. *Journal of Ornithology*, **149**(4), 597–606.
- GHALAMBOR, C. K. I MARTIN, T. E. (2001). Fecundity-Survival Trade-Offs and Parental Risk-Taking in Birds. *Science*, **292**(5516), 494–497.
- GRANT, P. R., GRANT, B. R., KELLER, L. F., I PETREN, K. (2000). Effects of El Niño events on Darwin's finch productivity. *Ecology*, **81**(9), 2442–2457.
- GUSTAFSSON, L. I SUTHERLAND, W. (1988). The costs of reproduction in the collared flycatcher *Ficedula albicollis*. *Nature* **335**(6193), 813–815.

- HAGGERTY, T.M. (1992). Effects of Nestling Age and Brood Size on Nestling Care in the Bachman's Sparrow (*Aimophila aestivalis*). *The American Midland Naturalist*, **128**(1), 115-125.
- HARRIS, R., MCQUILLAN, P. I HUGHES, L. (2012). Patterns in body size and melanism along a latitudinal cline in the wingless grasshopper, *Phaulacridium vittatum*. *Journal of Biogeography*, **39**(8), 1450-1461.
- HOFFMANN, A.A. I BLOWS, M.W. (1994). Species borders: ecological and evolutionary perspectives. *Tree*, **9**(6), 223-227.
- HÖGSTEDT, G. (1980). Evolution of clutch size in birds: adaptive variation in relation to territory quality. *Science*, **210**(4474), 1148-1150.
- HORVÁTH, O. (1964). Seasonal Differences in Rufous Hummingbird Nest Height and Their Relation to Nest Climate. *Ecology* **45**(2), 235-241.
- HOSSET, K. S., ESPMARK, Y., MOKSNES, A., HAUGAN, T., INGEBRIGTSEN, M., LIER, M. (2004). Effect of ambient temperature on food provisioning and reproductive success in snow buntings *Plectrophenax nivalis* in the high arctic. *Ardea*, **92**(2), 239-246.
- HUNTER, D. M., WALKER, P. W., ELDER, R. J. (2001). Adaptations of locusts and grasshoppers to the low and variable rainfall of Australia. *Journal of Orthoptera Research*, **10**(2), 347–351.
- IGL, L. D., I BEST, L. B. (2001). On the Rarity of Food Provisioning by Male Dickcissels. *The Prairie Naturalist*, **33**(2), 111-118.
- JAWORSKI, T. I HILSZCZAŃSKI, J. (2013). The effect of temperature and humidity changes on insects development and their impact on forest ecosystems in the context of expected climate change. *Leśne Prace Badawcze (Forest Research Papers)*, **74**(4), 345–355.
- JOHNSON, J. B., I OMLAND, K. S. (2004). Model selection in ecology and evolution. *Trends in Ecology and Evolution*, **19**(2), 101-108.
- KACELNIK, A. (1984). Central Place Foraging in Starlings (*Sturnus vulgaris*). *Journal of Animal Ecology*, **53**(1), 283-299.
- KILNER, R. (1995). When do Canary Parents Respond to Nestling Signals of Need?. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, **260**(1359), 343–348.
- KNAPTON, R. W. (1984). Parental feeding of nestling nashville warblers: the effects of food type, brood-size, nestling age, and time of day. **96**(4), 594–602.
- KÖPPEN, W. (1918) Klassifikation der Klimate nach Temperatur, Niederschlag und Jahreslauf. *Petermanns Geographische Mitteilungen*, **64**, 193–203.
- LACK, D. (1966). Population Studies of Birds. Clarendon Press, Oxford.

- LEISLER, B., WINKLER, H., WINK, M. (2002). Evolution of breeding systems in Acrocephaline Warblers. *Auk*, **119**(2), 379–390.
- LINDEN, M. I MØLLER, A. M. (1989). Cost of reproduction and covariation of life history traits in birds. *Tree*, **4**(12), 367–371.
- LOISEAU, C., FELLOUS, S., HAUSSY, C., CHASTEL, O., SORCI, G. (2008). Condition-dependent effects of corticosterone on a carotenoid-based begging signal in house sparrows. *Hormones and Behavior*, **53**(1), 266-273.
- LOW, M., EGGERS, S., ARLT, D., PÄRT, T. (2008). Daily patterns of nest visits are correlated with ambient temperature in the Northern Wheatear. *Journal of Ornithology*, **149**(4), 515–519.
- LUCK, G. W. (2001). Variability in provisioning rates to nestlings in the cooperatively breeding Rufous Treecreeper, *Climacteris rufa*. *Emu*, **101**(3), 221–224.
- MACCARONE, A. D., BRZORAD, J. N., STONE, H. M. (2010). Nest-Activity Patterns and Food-Provisioning Rates by Great Egrets (*Ardea alba*). *Waterbirds*, **33**(4), 504–510.
- MACCARONE, A.D., BRZORAD, J.N., STONE H.M. (2008). Characteristics and Energetics of Great Egret and Snowy Egret Foraging Flights. *Waterbirds*, **31**(4), 541-549.
- MACHMER, M. M., YDENBERG, R.C. (1990). Weather and Osprey foraging energetics. *Canadian Journal of Zoology*, **68**(1), 40–43.
- MAGRATH, M. J. L., JANSON, J., KOMDEUR, J., ELGAR, M. A., MULDER, R. A. (2007). Provisioning adjustments by male and female fairy martins to short-term manipulations of brood size. *Behaviour*, **144**(9), 1119-1132.
- MAMUŽIĆ, P. (1975). Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, Tumač za list Šibenik K33–8. – Institut za geološka istraživanja, Zagreb (1966); Savezni geološki institut, Beograd, 37 str.
- McFARLAND, D. (1987). *The Oxford Companion to Animal Behaviour*. Oxford University Press, Oxford
- MCKINNEY, F. (1986). Ecological Factors Influencing the Social Systems of Migratory Dabbling Ducks. U: Rubenstein, D. I. i Wrangham, R.W. (ur.) *Ecological Aspects of Social Evolution (Birds and Mammals)*, Princeton, NJ: Princeton University Press. Mulder, R. A., Dunn, str. 153–171.
- MILLAR, R. B. I ANDERSON, M. J. (2004). Remedies for pseudoreplication. *Fisheries Research*, **70**(2-3), 397-407.
- MOCK, D. W., SCHWAGMEYER P.L., DUGAS, M. B. (2009). Parental provisioning and nestling mortality in house sparrows. *Animal Behaviour*, **78**(3), 677–684.
- NEUDORF, D. L. H., BRODRICK, M. J., I CURETON, J. C. II (2013). Parental Provisioning by Carolina Wrens. *The Wilson Journal of Ornithology*, **125**(1), 179-184.



- NORDLUND, C. A., I BARBER, C. A. (2005). Parental Provisioning in *Melospiza melodia* (Song Sparrows). *Northeastern Naturalist*, **12**(4), 425–432.
- OLINGER, R. (2017). How does temperature affect Fork--tailed Drongo, *Dicrurus adsimilis*, foraging effort, nestling provisioning and growth rates?. Diplomski rad, DST---NRF Centre of Excellence Percy FitzPatrick Institute, Cape Town
- O'NEILL GOODBRED, C. I HOLMES, R.T. (1996). Factors Affecting Food Provisioning of Nestling Black-Throated Blue Warblers. *The Wilson Bulletin*, **108**(3), 467-479
- ORIAN, G. H. I PEARSON, N. E. (1979). On the theory of central place foraging. U: Horn, D. J., Mitchell, R. D. i Stairs, G. R. (ur.) *Analysis of Ecological Systems*, The Ohio State University Press, Columbus, str. 154-177.
- OWEN, D.F. (1954). The Winter Weights Of Titmice. *Ibis*, **96**(2), 299–309.
- OWENS, I. P. F., I BENNETT, P. M. (1994). Mortality costs of parental care and sexual dimorphism in birds. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, **257**(1348), 1–8.
- PAGANI-NÚÑEZ, E. I SENAR, J.C. (2013). One Hour of Sampling is Enough: Great Tit *Parus major* Parents Feed Their Nestlings Consistently Across Time. *Acta Ornithologica*, **48**(2), 194-200. 2013.
- PINKOWSKI, B. C. (1978). Feeding of nestling and fledgling eastern bluebirds. *The Wilson Bulletin*. **90**(1), 84-98.
- PRICE, K. (1994). The behavioural ecology of begging by Yellow-headed Blackbird nestlings. Doktorska disertacija, Simon Fraser University, British Columbia
- REDPATH, S. M., ARROYO, B. E., ETHERIDGE, B., LECKIE, F., BOUWMAN, K., THIRGOOD, S. J. (2002). Temperature and hen harrier productivity: from local mechanisms to geographical patterns. *Ecography* **25**(5), 533–540.
- RITCHISON, G., I LITTLE, K. P. (2014). Provisioning behavior of male and female Indigo Buntings. *Wilson Journal of Ornithology*, **126**(2), 370–373.
- RSTUDIO TEAM (2020). RStudio: Integrated Development for R. RStudio, PBC, Boston, MA
- SADONDO, P. (2014). The influence of temperature on parental investment in Common Fiscal and consequences for nestling growth. Diplomski rad, DST---NRF Centre of Excellence Percy FitzPatrick Institute, Cape Town
- SCHIFFERLI, L., GRÜEBLER, M.U., MEIJER, H.A. J., VISSER, G.H., NAEF-DAENZER, B., REYNOLDS, J. (2014). Barn Swallow (*Hirundo rustica*) parents work harder when foraging conditions are good. *Ibis*, **156**(4), 777–787.
- SERGIO, F. (2003). From individual behaviour to population pattern: weather-dependent foraging and breeding performance in black kites. *Animal behaviour*, **66**(6), 1109–1117.

- SHAAD, M. (2002). Influence of weather conditions on chick provisioning activity in the Hoopoe (*Upupa e. epops*), Diplomski rad, Philosophisch-naturwissenschaftliche Fakultät, Bern
- SHAMOUN-BARANES, J., VAN LOON, E., LIECHTI, F., BOUTEN, W. (2007). Analyzing the effect of wind on flight: pitfalls and solutions. *Journal of Experimental Biology*, **210**(1), 82–90.
- STAUSS M.J., BURKHARDT J.F. I TOMIUK J. (2005). Foraging flight distances as a measure of parental effort in blue tits (*Parus caeruleus*) differ with environmental conditions. *Journal of Avian Biology*, **36**(1), 47–56.
- TAPPER, S., NOCERA, JJ., BURNES, G. (2020). Experimental evidence that hyperthermia limits offspring provisioning in a temperate-breeding bird. *Royal Society Open Science*. **7**(10)
- TRIVERS, R.L. (1972). Parental investment and sexual selection. U: Campbell, B. (ur.) *Sexual selection and the descent of man*. Aldine, Chicago. str. 136-179
- TUTIŠ, V., KRALJ, J., RADOVIĆ, D., ČIKOVIĆ, D., BARIŠIĆ, S. (ur.) (2013). Crvena knjiga ptica Hrvatske. Ministarstvo zaštite okoliša i prirode, Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb
- VISSER, M. E., I LESSELLS, C. M. (2001). The costs of egg production and incubation in Great Tits (*Parus major*), *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, **268**(1473), 1271–1277.
- WILEY, E. M., I RIDLEY, A. R. (2016). The effects of temperature on offspring provisioning in a cooperative breeder. *Animal Behaviour*, **100**(117), 187–195.
- WILLMER, P. G. (1983). Thermal constraints on activity patterns in nectar-feeding insects. *Ecological Entomology*. **8**(4), 455–469.
- WILSON, J.D., MORRIS, A.J., ARROYO, B.E., CLARK, S.C., BRADBURY, R.B. (1999). A review of the abundance and diversity of invertebrate and plant foods of granivorous birds in northern Europe in relation to agricultural change. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **75**(1-2), 13–30.
- WOLF, B. O. I WALSBERG, G. E. (1996). Thermal Effects of Radiation and Wind on a Small Bird and Implications for Microsite Selection. *Ecology*, **77**(7), 2228–2236.
- WRIGHT, J., BOTH, C., COTTON, P. A., BRYANT, D. (1998). Quality vs. quantity: energetic and nutritional trade-offs in parental provisioning strategies. *Journal of Animal Ecology*, **67**(4), 620–634.

## 9. Prilozi

**Prilog 1.** Popis svih testiranih mješovitih linearnih modela s fiksnim i nasumičnim učincima.

Model	AICc	$\Delta$ AICc	df	$w_i$
godina + dob + temperatura + temperatura <sup>2</sup> + (1 ID)	1602,1	0	8	0,379
godina + dob + temperatura + temperatura <sup>2</sup> + veličina legla + (1 ID)	1602,8	0,8	9	0,259
godina + dob + temperatura + temperatura <sup>2</sup> + vjetar + (1 ID)	1604,5	2,4	9	0,115
godina + dob + veličina legla + (1 ID)	1605	2,9	7	0,090
godina + dob + (1 ID)	1605,8	3,8	6	0,058
godina + dob + temperatura + temperatura <sup>2</sup> + vjetar + veličina legla + (1 ID)	1606,1	4	10	0,052
godina + dob + veličina legla + vjetar + (1 ID)	1608,6	6,5	8	0,0143
godina + dob + vjetar + (1 ID)	1608,8	6,7	7	0,0133
dob + temperatura + temperatura <sup>2</sup> + (1 ID)	1609,3	7,2	6	0,0103
godina + dob + temperatura + veličina legla + (1 ID)	1611,3	9,2	8	0,0037
godina + dob + temperatura + (1 ID)	1612,4	10,3	7	0,0022
dob + (1 ID)	1614,1	12	4	<0,001
godina + dob + temperatura + vjetar + (1 ID)	1614,7	12,6	8	<0,001
godina + dob + temperatura + vjetar + veličina legla + (1 ID)	1615,2	13,1	9	<0,001
godina + temperatura + temperatura <sup>2</sup> + (1 ID)	1617	14,9	7	<0,001
godina + (1 ID)	1622,6	20,5	5	<0,001
temperatura + temperatura <sup>2</sup> + (1 ID)	1623,2	21,1	5	<0,001
temperatura + temperatura <sup>2</sup> + veličina legla + (1 ID)	1624,3	22,2	6	<0,001
temperatura + temperatura <sup>2</sup> + vjetar + (1 ID)	1626,3	24,2	6	<0,001
1 + (1 ID)	1629,7	27,6	3	<0,001
veličina legla + (1 ID)	1631,1	29	4	<0,001
vjetar + (1 ID)	1633,6	31,5	4	<0,001
temperatura + (1 ID)	1635,8	33,7	4	<0,001

AICc - Akaikeov informacijski kriterij prepravljen za male uzorke,  $\Delta$ AICc - razlika pojedinačne AICc vrijednosti svakog modela i najmanje AICc vrijednosti, df - stupnjevi slobode,  $w_i$  - Akaikeova težina, temperatura<sup>2</sup> - kvadrat temperature, ID – identifikacijska oznaka ženke

## ŽIVOTOPIS

Ana Petrović rođena je 5. listopada 1996. godine u Osijeku. U istom je završila Prirodoslovno-matematičku gimnaziju 2015. godine. Iste godine upisuje Preddiplomski studij Biologije na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu u Zagrebu, a potom i Diplomski studij Ekologije i zaštite prirode 2018. godine. Za vrijeme studiranja, od 2016. do 2018. bila je član studentske udruge Bius u sklopu kojeg je sudjelovala na edukacijsko-istraživačkim projektima „Mura-Drava 2016.“ te „Insula Tilagus 2017.“. U navedenoj udruzi je imala ulogu suvoditelja Sekcije za anatomiju, morfologiju i prepariranje. 2016. godine je sudjelovala u organizaciji Drugog simpozija studenata biologije kao hostesa, te znanstvene manifestacije Noći biologije na PMF-u. Od 2018. do 2020. sudjelovala je kao volonter na ornitološkom kampu Učka dok je 2020. g. pohađala i završila BirdID edukaciju u sklopu projekta „Učka 360°“. 2019. godine volontirala je na interreg projektu „Čigra“ putem IVY (Interreg volunteer youth) europske organizacije prikupljajući podatke o uspješnosti gniježđenja na kolonijama crvenokljune čigre. Također je u sklopu istog provodila preliminarno bilježenje obrazaca ponašanja crvenokljune čigre. Iste godine je položila tečaj rukovanja laboratorijskim životinjama (kategorije LabAnim A) u trajanju od 60 sati. Također je sudjelovala na „Petoj europskoj studentskoj konferenciji o ponašanju i kogniciji“ na Bečkom sveučilištu. Sljedeće godine je volontirala na projektu BOLDeR na PMF-u sudjelujući u istraživanju ponašanja primorske gušterice (*Podarcis sicula*) i krške gušterice (*Podarcis melisellensis*). Tijekom studiranja je obavljala razne studentske poslove uključujući konobarenje i dadiljanje. Trenutno je kandidat za prstenovački ispit Zavoda za ornitologiju Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti. Ima iskustva s radom u Microsoft office suite-u (Word, Excel, Powerpoint) te programima BORIS (Behavioral Observation Research Interactive Software), QGIS te RStudio. Razina poznavanja engleskog jezika jest C2, a norveškog B1. Glavni interesi su joj bihevioralna ekologija, kognicija u životinja te biogeografija.

Dosadašnje publikacije:

Martinović, M., Kralj, J., Rubinić, T., Jurinović, L., Petrović, A., Svetličić, I. (2019). First data on breeding success of Croatian inland colonies of Common Tern *Sterna hirundo*. *Acrocephalus* **40**(180/181), 97–103.