Navigacija i orijentacija ptica u migraciji

Grlica, Ivan

Undergraduate thesis / Završni rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of biology / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:181:085238

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-21**

ODJEL ZA BIOLOGIJU
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Repository / Repozitorij:

Repository of Department of biology, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Odjel za biologiju
Preddiplomski sveučilišni studij Biologija

Ivan Grlica

Navigacija i orijentacija ptica u migraciji

Završni rad

Osijek, 2018

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA **Završni rad**

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Odjel za biologiju

Preddiplomski sveučilišni studij Biologija

Znanstveno područje: Prirodne znanosti

Znanstveno polje: Biologija

Navigacija i orijentacija ptica u migraciji

Ivan Grlica

Rad je izrađen na: Zavodu za zoologiju

Mentor: doc. dr. sc. Alma Mikuška

Kratak sažetak završnog rada: Jedna od najzanimljivijih sposobnosti ptica je njihova sposobnost orijentacije i navigacije u migraciji. Ptice migriraju kako bi imale povoljnije uvjete za gniježđenje, razmnožavanje ili zimovanje. Migracijom životinje odlaze s lokaliteta na određeno vrijeme, dok traju nepovoljni uvjeti, te se nakon pretanka nepovoljnih uvjeta vraćaju na iste lokalitete. Za ovakve poduhvate i dug let ptice su se morale genetički adaptirati. Pojedine vrste ptica prelete dugačke putanje kako bi sezonski odlazile i dolazile do mjesta gniježđenja, dok druge vrste lete kratke letove. Raseljavanjem i migracijom ptice šire svoj areal na nove lokacije. Na taj način njihova brojnost raste, ali samo ako su uvjeti za život povoljni na lokalitetima na koje su se raselili.

Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: ptice, navigacija, orijentacija, migracija

Rad je pohranjen: na mrežnim stranicama Odjela za biologiju, te u Nacionalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu

BASIC DOCUMENTATION CARD **Bachelor thesis**

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek

Department of Biology

Undergraduate university study programme in Biology

Scientific Area: Natural sciences

Scientific Field: Biology

Navigation and orientation of birds in migration

Ivan Grlica

Thesis performed at: Subdepartmant of Zoology

Supervisor: doc. dr. sc. Alma Mikuška

Short abstract: One of the most interesting aspects of birds is their ability to orient and navigate in migration. Birds migrate to have better living conditions, which are nesting, breeding and wintering. By migration animals move from one location to another and later return to the same site. For such conditions the birds had to adapt for long-flight genetically through a large period. Some birds can also travel a very long way to go seasonally to the nest, while others have short flights but can vary greatly. By displacement and migration birds also expand their area to new locations and so their numbers grow, but only if their living conditions are favorable for them to stay there.

Original in: Croatian

Key words: birds, navigation, orientation, migration

Thesis deposited: on Departmant of Biology website and Croatian Digital Theses Repository of the National and University Library in Zagreb

Sadržaj

1.UVOD…….....1

2. OSNOVNI DIO……..2

2.1. Tipovi kretanja…….2

2.2. Migracijski obrasci…….…….3

2.3. Fiziologija migracije……..……..6

2.4. Utjecaj vremenskih uvjeta na migraciju…….....7

2.4. Orijentacija i navigacija……..…....8

2.5.Evolucija migracijskih putanja……....…….....9

2.6. Raseljavanje…….....10

3. ZAKLJUČAK……..…12

4. LITERATURA……....…12

1.UVOD

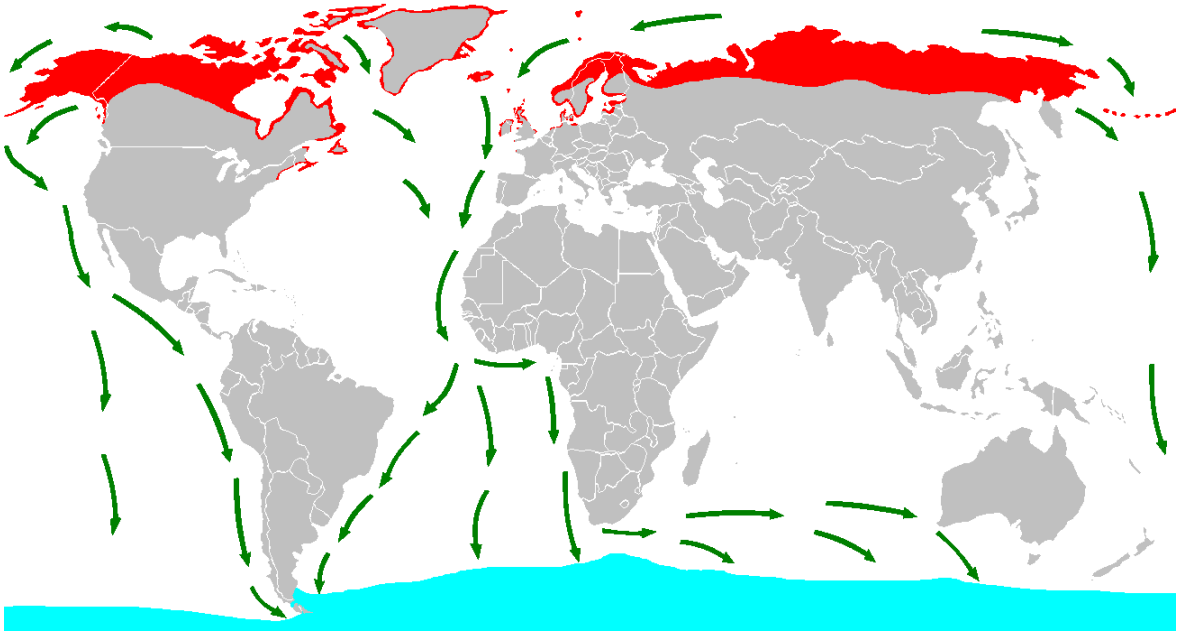
Riječ migracija dolazi od latinske riječi *migratus*, što znači promijeniti. Riječ ima posebno značenje kad se odnosi na životinje. Migracija je prostorno kretanje životinja radi razmnožavanja, gniježđenja i zimovanja. Migracija se može opisati kao sezonsko kretanje populacije između dva lokaliteta. Kod ptica je to jedna od njihovih najvažnijih obilježja. Njihova sezonska kretanja variraju među vrstama (Lovette i Fitzpatrick, 2017). Ptice migriraju velike putanje kako bi našle staništa koja imaju povoljne uvijete za njihov život. Među njima izdvajamo selidbu, kao redovito i predvidivo kretanje između područja na kojima se neka ptica gnijezdi i područja na kojima provodi razdoblje nakon gniježđenja, što je najčešće posljedica sezonskih promjena okoliša. Selidba ptica omogućuje iskorištenje prirodnih resursa u različitim geografskim i klimatskim područjima. Vrste ptica koje sele na ovaj način, te u ovim seobama sudjeluje cijela populacija koja gnijezdi na jednom području nazivaju se selice. Vrste ptica kod kojih samo dio populacije seli s područja na kojem su gnijezdile nazivaju se djelomičnim selicama. One koje uopće ne odlaze iz područja gniježđenja nazivaju se stanaricama. Razlozi seobe ptica mogu se promatrati iz različitih kutova gledanja: ekologije, fiziologije ili evolucije. Zahvaljujući selidbi one mogu boraviti u područjima u kojima tijekom određenog vremena godišnje imaju obilje hrane. U selidbenim putovima mnogih ptica prevlada smjer sjever-jug što omogućuje različitim vrstama pticama da gnijezde na sjevernoj polutci tijekom sjevernog ljeta, dok ostali dio godine provode na jugu u tropskom pojasu ili čak umjerenom. Druge se vrste sele u smjeru zapad-istok na primjer, patke (Kralj, 2013). Područja u kojima se sele skupine populacija ptica geografski se grupiraju u selidbene sustave. Selidba kopnenih ptica je podijeljena u tri globalna sustava: afričko-euro-azijski, istočnoazijsko-australski, te američki sustav (Kralj, 2013). Navedena podjela ne obuhvaća sve moguće raznolikosti selidbenih putova, pojedine vrste koriste i druge podjele primjenjive na pojedine skupine ptica, kao što su močvarice, ćurlini ili grabljivice. Unutar svakog selidbenog sustava, populacije ptica pokazuju veliku raznolikost selidbenih smjerova, strategija i prijeđenih razdaljina. Neke vrste imaju veliki areal širenja dok druge prate uske selidbene koridore. Također, udaljenost između područja gniježđenja i zimovanja može iznositi samo nekoliko stotina metara npr. gnjezdarice s planina spuštaju se u podnožje (Kralj, 2013). Ptice također, pokazuju veliku raznolikost u vremenu i brzini selidbe. Razlike postoje među vrstama, ali i među populacijama, spolovima i pticama različitih dobnih skupina (Kralj, 2013). Svaki ptičji migratorni obrazac uvjetovan je adapcijom jedinke na njezin okoliš.

Čak i kod sličnih vrsta u istom staništu neke migriraju, dok druge ne. Unutar migranta, razlike u migracijskim putanjima mogu uvjetovati i razlike u njihovoj fiziologiji (Lovette i Fitzpatrick, 2017).

2. OSNOVNI DIO

2.1. Tipovi kretanja

Kretanje ptica uključuje: migraciju (koja je dvosmjerna putanja u kojoj pojedine ptice izmjenjuju lokaciju gniježđenja i mjesta zimovanja svake godine) i raseljavanje (kretanje ptica od lokacije gdje su se izlegle do pronalaska druge lokacije za gniježđenje). Usporedbom sa migracijom raseljavanje uključuje male daljine u kretanju kod životinja (Lovette i Fitzpatrick, 2017). Jedna od bitnih sposobnosti ptica je to što iako migriraju više tisuća kilometara, pojedine jedinke svake godine vraćaju se natrag na isto područje gdje su se razmnožavali godinu dana ranije. Ova pojava naziva se filopatrija, što u prijevodu znači: ljubav prema domovini (Lovette i Fitzpatrick, 2017). Ptice poput albatrosa pređu većinu oceana, ali se i dalje vraćaju na ista mjesta za gniježđenje. Neke vrste poput arktičke čigre *Sterna paradisaea* tijekom migracije godišnje prelete i preko 100 000 kilometara, gdje na sjevernom polu gnijezde dok na južnom zimuju (Slika 1.) (Lovette i Fitzpatrick, 2017).

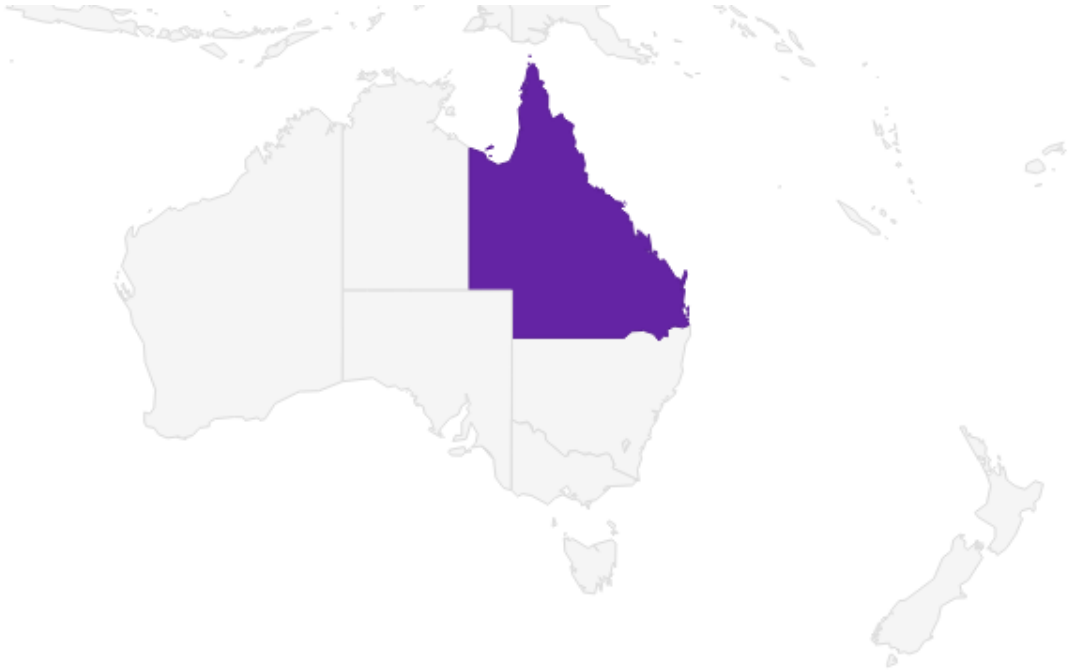


Slika 1. Migracijske putanje *Sterna paradisaea* crveno–područja gniježđenja, plavo-područja zimovanja, zeleno-migracijske putanje (Web 1).

Filopatrija se često događa i za vrijeme kada nije sezona gniježđenja, kao na primjer kod vrsta *Setophaga ruticillia*, *Setophaga caerulescens* i *Mniotilta varia* u Dominikanskoj Republici koje se često vraćaju istom teritoriju svake zime (Lovette i Fitzpatrick, 2017). Postoje različiti načini klasificiranja kretanja ptica. Jedan od načina je da se utvrdi koja je svrha tih kretanja za pticu. Ako su kretanja tijekom dana, a aktivnost ptica uključuje potragu za hranom, takva kretanja se nazivaju lokalna kretanja. Razlika između lokalnog kretanja i migracije se ne može temeljiti na duljinu puta koje su prešle (Lovette i Fitzpatrick, 2017). Neke ptice dok traže hranu prelete veći put nego neke koja migriraju. Na primjer orao krstaš (*Aquila heliaca*) u Španjolskoj može preći preko 114 km u jednom danu dok traži hranu, dok *Ardenna tenuirostris* može preletjeti 15 000 kilometara u periodu od tri tjedna dok traži hranu u južnim dijelovima oceana, prije nego što se vrati nazad gnijezdu (Lovette i Fitzpatrick, 2017). Lokalne kretnje ptica obično diktira njihovo stanište, potreba za hranom i izbjegavanje predatora (Lovette i Fitzpatrick, 2017). Postoje i ptice koje se slabo vežu za jedan određeni teritorij tijekom cijele godine. To su uglavnom ptice koje traže hranu u moru ili visoko u zraku, te imaju jako široko područje gdje traže hranu (Lovette i Fitzpatrick, 2017).

2.2. Migracijski obrasci

Svaka vrsta ptica se adaptirala svojem okolišu, neke vrste imaju dovoljno resursa da mogu biti kroz cijelu godinu na jednom lokalitetu, dok druge moraju ići na godišnja putovanje kako bi preživjele. Obrasci ovih kretanja ptica su prouzrokovane raznim biološkim utjecajima. Najbitniji razlog zbog kojeg se razlikuje ekološka raznolikosti u pojedinim dijelovima Zemlje je nagib Zemlje od 23,5 ° vertikalno od axisa. Zbog ovog nagiba imamo sezone u godini, dok je na sjevernoj polutci zima dalje je udaljena od sunca i zbog nagiba prima manje svijetlosti tijekom dana. Jedan od najkorsnijih načina da se kategoriziraju migracije je da se definiraju različiti sezonski obrasci kretanja (Lovette i Fitzpatrick, 2017). S obzirom na godišnje kretanje ptica podjelili smo na ptice stanarice, fakultativne selice, obligatne selice, parcijalne selice i nomadske ptice (Lovette i Fitzpatrick, 2017). Ptice koje godišnje ne migriraju su stanarice. Ove ptice, kada si nađu pogodan lokalitet ostaju na njemu živjeti do kraja života. Za neke ptice ovaj prostor može biti jako malen. U tropskim uvjetima stanarice su više zastupljene nego migracijske vrste. *Orthonyx spaldingii* u vlažnim šumama istočne Australije ima raspon staništa od oko 2 hektara (Jansen 1999). Zbog povoljnih uvjeta za život ove ptice ne trebaju migrirati te samo borave na određenom lokalitetu (Slika 2.).



Slika 2. Areal *Orthonyx spaldingii*, ljubačasto–područje rasprostranjenost *Orthonyx spaldingii* (Web 2.)

Fakultativna migracija znači da premještanje ovisi od izbora jedinke. Fakultativni migranti migriraju samo u određenim uvjetima, umjesto predvidljivih godišnjih ciklusa. Mogu ostati na mjestu gniježđenja tijekom zime i tek napustiti lokalitet kada uvjeti nisu toliko nepovoljni za njih. Zbog toga daljina koje fakultativni migratni godišnje pređu varira od godine u godinu (Lovette i Fitzpatrick, 2017). Najveći razlog za migraciju kod fakultativnih migranta su loši ekoloških uvjeti poput nedostatka hrane ili loših vremenskih prilika. Npr, vivak (*Vanellus vanellus*) iz Euroazije, *Turdus migratorius* iz Sjeverne Amerike i kos *Turdus merula* iz Europe ostaju na mjestu gniježđenja kada je blaga zima, ali tijekom hladnijih zima i dok im nema plijena sele se južnije (Lovette i Fitzpatrick, 2017). Obligatni migranti su vrste ptica kod kojih sve jedinke migriraju na isto područje u isto vrijeme godišnje. Ovoj kategoriji pripadaju većina ptica pjevica iz Sjeverne Amerike, Europe i Azije. Mnogi obligatni migranti tijekom zimovanja pokazuju veliku predvidljivost i teritorijalnost u njihovom ponašanju i njihovoj lokaciji zimovanja. Na primjer muški i ženski *Empidonax trailli* brane male teritorije tijekom zime u Costa Riki i svake godine dolaze na iste lokacije (Koronkiewicz 2006.). Kod obligatnih migranata mnogi aspekti migracije su genetički kontrolirani, što rezultira istim migracijskim obrascima svake godine. Na primjer, migranti su više osjetnjivi na fotoperiod nego na kratkotrajne lokalne senzitivne promjene vremenskih uvjeta. Parcijalni migranti su vrste

kod kojih jedinke unutar populacije napuste lokalitet i migriraju dok ostale jedinke ostaju na lokalitetu. Na primjer kos *Turdus merula* na različitim lokacijama u Europi je cijelu godinu rezidentna vrsta (stanarica), fakultativni migrant ili obligatni migrant (Lovette i Fitzpatrick, 2017). Nomadske vrste ptica se kreću manje predvidljivo od jednog do drugog mjesta gniježđenja, ponekod u velikom broju i često su fleksibilne u odnosu na gdje i kada gnijezde. Neke ptice se kreću cijeli život s jednog lokaliteta na drugi, to su uglavnom ptice koje nastanjuju tundru ili suhe stepe. U ovome jednostavnom ekosistemu, fluktuacije jedne populacije koja je hrana za drugu može prouzrokovati veliko kretanje ptica sa mjesta gniježđenja na novo. Na primjer, snježne sove (*Bubo scandiaca*) u arktičkim tundrama hrane se vrstom koja mijenja svoj lokalitet dosta često. Zbog ovoga razloga, ako nestaje plijena na jednoj lokaciji snježne sove će promijenit lokaciju gniježđenja (Therrien 2014).

Migracijska povezanost je procjena koliko se rasprostranjenih migracijskih populacija rasprše i pomiješaju, to je esencijalno za razumijevanje i predviđanje populacijske dimanike (Webster 2002). Ima dvije ključne prostorno povezane komponente, koje su često povezane. „Širenje populacije“ opisuje stupanj do kojeg su pojedinci iz jedne uzgojne populacije rašili tijekom sezone bez uzgoja, dok se međupopulacijsko miješanje na uzgajalištima opisuje stupanj udruživanja pojedinaca iz različitih uzgojnih populacija ili se pojavljuju tijekom uzgojne sezone.

Različite vrste ptica imaju različite duljine i trajanje migracija. Većina vrsta kada migrira napravi redovite pauze na lokalitetima da se mogu odmoriti i opskrbiti hranom (engl. :“hop“), dok neke također rade pauze ali nisu tolko redovite i između njih je veća udaljenost (engl: „skip“). Također, pojedine vrste uopće se ne odmaraju dok migriraju nego u jednom letu migriraju (engl. „jump“). Svaka od ovih strategija ima svoje pozitivne a i negativne strane (Lovette i Fitzpatrick, 2017). Riđa muljača (*Limosa lapponica*) je vrsta koja udaljenost od Aljaske do Novog Zelanda preleti u jednom letu. Na taj način smanjuje vrijeme putovanja i susret sa predatorima koji se inače nalaze na lokacijama gdje se druge vrste odmaraju tijekom migracije (Gill 2009). Da bi ptica preletjela takvu veliku udaljenost mora se adaptirati na takve uvjete fiziološki, a također na njihov put utječu i klimatski uvijeti. Ptice koje redovito rade pauzu tijekom migriranja si smanjuju rizik od umora i ne trebaju se adaptirati fiziološki, ali zato im treba više vremena za migraciju i to povećava rizik od predatora na mjestima odmaranja. Na primjer *Catharus ustulatus* u seobi se odmara i hrani na tri ili više lokacija u različitim šumskim područjima i tako dolazi do sustreta sa različitim predatorima (Wikelski 2003). Zanimljiva je i „Leap-Frog“ migracija u

kojoj jedinke iz jednog dijela areala gniježđenja vrste prelete veće udaljenosti u migraciji, od jedinki koje gnijezde u drugom dijelu areala (Buehler 2006). Također veliki utjecaj kada će neka jedinka migrirati ima njezin spol i starost. Kod mnogih vrsta mužjaci i ženke migriraju u različito vrijeme, s time da jedinka koja ima mladunče migrira kasnije (Gill 2009).

Visinka migracija je karakteristična za ptice koje žive na planinama. Ptice migriraju na niže nadmorske visine u potrazi za hranom, za vrijeme nepovoljnih uvjeta na višim nadmorskim. Na primjer prepelica (*Coturnix coturnix*) u Cataloniji na istočnom rubu Španjolske migriraju na veću nadmorsku visinu tijekom ljeta (Parts 1996). Ptice koje žive na južnoj polutci Zemlje migriraju sjeverno zbog povoljnih uvjeta za život ili razmnožavanje i takav tip migracije se naziva „australska“ migracija. U usporedbi sa pticama koje žive na sjevernoj hemisferi one imaju drugačiju putanju migracije. Kopnene lokacije na južnoj hemisferi su pretežito tropske i imaju puno manju površinu u usporedbi sa sjevernom hemisferom. Nemaju velike ekološke prepreke za preći dok migriraju i zbog toga su njihove putanje kraće. U Južnoj Americi više od 200 vrsta ptica migrira sjeverno u suptropske dijelove tog kontinenta (Chesser 1994).

2.3. Fiziologija ptica koje migriraju

Velika dužina selidbenih pravaca i ekstremni uvjeti (velika nadmorska visina, vjetrovi, niske temperature, nedostatak hrane itd. iziskuju velike fizičke napore, dakle zahtijevaju veliku energetsku učinkovitost ptičjeg organizma. Energetika migracije ptica predstavlja najzanimljiviji primjer energetike životinjskog svijeta. Očito je da su za migraciju nužne mnoge metaboličke prilagodbe koje bi omogućile takav jedan pothvat koji podrazumijeva višednevni let bez unosa hrane ili vode, gdje je metabolička aktivnost, osobito ona letnih mišića, izuzetno velika (Lovette i Fitzpatrick, 2017). Budući da mast sadrži višu energetsku vrijednost ptice su se adaptirale da akumuliraju mast kao energiju za migraciju. Ptice imaju posebne enzime da mobiliziraju mast iz masnih stanica, specijalne proteine koji prenose mast u krvotok, specijalizirane enzime koji prenose mast u mišićne stanice i u mitohondrije, gdje mast oksidira i opskrbljuje mišiće energijom. Većina ptica prije migracije ishranom poveća zalihe masti koje troše tijekom migracije. Npr.

Stenophaga striata dupla svoju težinu prije nego što migrira u Južnu Ameriku, dok *Phalaropus tricolor* unosi tolike količine hrane da neko vrijeme ne može letjeti (Jehl 1997). Iako je mast kao izvor energije povoljnija od ugljikohidrata ishrana bazirana samo na mastima ima i svojih nedostataka. Zbog povećane količine unošenja hrane organi poput želudca i crijeva su privremeno povećani. Površina crijeva i količine enzima koje pomažu pri transportu nutrijenata preko stjenke crijeva do krvotoka je povećana. Jetra transformira šećer i ostale proteine u mast koje su potom transportirane u masne naslage, kod nekih selica jetra se može povećati i do tri puta prije migracije (Lovette i Fitzpatrick, 2017).

2.4. Utjecaj vremenskih uvjeta na migracije

Vremenski uvjeti bitno utječu na migriranje ptica. Oblaci i magla mogu poremetiti orijentaciju ptica, ako se one orijentiraju prema položaju sunca ili zvijezda, dok kiša može otežati let i termoregulaciju. Međutim, vjetar najviše utječe na migraciju ptica. Ovisno o smjeru puhanja vjetra, on može biti pogodan za ptice, ako puše u smjeru kojem leti, jer u tom slučaju ptice troše manje energije za let. Negativan utjecaj vjetra je ako puše u suprotnom smjeru, te može promijeniti putanju ptice, te ptice troše više energije ili moraju potražiti zaklon. Eksperimenti sa crvendaćem (*Erithacus rubecula*) pokazuju da je vjetar jedan od glavnih faktora koji utječe na odluku jedinki hoće li migrirati ili će pričekati povoljnije uvjete (Danhardt i Lindstrom 2001; Bulyuk i Tsvey 2003.). Na primjer, tijekom perioda jakog vjetra, desetak tisuća crvenrepki (*Phoenicurus phoenicurus*) i bjeloguzi (*Oenanthe oenanthe*) su se pojavile na obalama istočne Engleske, iako to područje nije na njihovom migratornom putu (Davis 1996.). Najveća geografska prepreka ptica u migraciji iz Europe prema Africi je pustinja Sahara (Lovette i Fitzpatrick, 2017). Osim vremenskih uvjeta ptice mogu stradati i zbog predatora, bolesti ili izgubljenih staništa. Poznat je fenomen „predmigratornog nemira“ kod ptica, tj. prema ponašanju ptica prije migracije, može se zaključiti jesu li one spremne za polazak na migraciju. To specifično ponašanje je istraživano na pticama koje su zatočene u kaveze prije migracije (Gill 2014)

Ptice imaju unutarnji biološki sat koji im pomaže pratiti vrijeme u danu i dan u godini. Gledajući poziciju sunca na nebu mogu odrediti doba dana po količini svjetlosti. Također, mogu odrediti koja je sezona u godini i to bez faktora kao što je dužina dana. Kontrola i

promjena hormona regulira taj unutarnji biološki sat. Istraživane su divlje ptice u umjetnim (kontroliranim) uvjetima fotoperioda i promjene temperature. Istraživanja koja manipuliraju biološki sat ptica traju dosta dugo, i Max Plank Institut za Ornitologiju u južnoj Njemačkoj je jedan od rijetkih instituta koje se bavi ovakvim istraživanjima. Istraživanja su izvedena na malim migratornim pticama pjevicama poput grmuša (*Sylvia borin*) i (*Sylvia atricapilla*). Ptice koje su se koristile za istraživanja većinom su ulovljena dok su bile još mlade da se eliminiraju njihova osjetila za razlikovanje sezone u godini, te su periodi dana i noći u eksperimentu bili konstanti. Istraživanje ove dvije vrste koji je trajalo više od deset godina je pokazalo strogi sezonski ciklus u jatu, što je zanimljivo, jer njihov godišnji ciklus ne traje dvanaest mjeseci nego četrnaest. U prirodnim uvjetima sve ptice koriste informacije iz okoliša kako bi si kalibrirale svoj unutarnji biološki sat. Najveći utjecaj na ponašanje ptica ima fotoperiod. Eksperimenti sa zatočenim pticama su pokazali ako se poremjeni fotoperiod unutarnji sat ptica se poremeti. Na primjer, manipulacijom fotoperioda kod čvoraka (*Sturnus vulgaris*) godišnji ciklus za gniježđenje i parenje je raniji za dva mjeseca. Iako njihov unutarnji sat govori ptici kada da započne migraciju, ova radnja se može nadjačati iako kratko, ako nisu ekološki uvjeti prikladni za pticu da migrira. (Shamoun-Baranes 2006).

2.5. Orijentacija i navigacija

Sposobnost ptica da pronađu put to određene lokacije bez da se izgube je jedna od njihovih najzanimljivijih osobina. Znanstvenici su istraživali desetljećima kako ptice znaju odrediti svoj lokalitet. Jedno od bitnih pitanja je bilo: posjeduju li ptice sposobnost prave navigacije, odnosno određivanja apsolutne lokacije, i planiraju li svoj put ili samo orijentacijom mogu odrediti smjerove svijeta (Lovette i Fitzpatrick, 2017)? Ptice su sposobne osjetiti zemljino magnetsko polje na različite načine, jedan od njih je da imaju stanice na gornjim slojevima kljuna koje sadrže magnetit, odnosno magnetski mineral. Jačina magnetskog polja na Zemlji varira, najjača je na polovima dok je na ekvatoru najslabija i na temelju tih razlika ptice se mogu orijentirati u prostoru. Na primjer, mužjaci i ženke pršljivca (*Philomachus pugnax*), selice koja putuje Euroazijskim Arktikom, prikupljaju i spremaju geomagnetske informacije na različite načine. Zbog velikih varijacija u magnetskom polju tijekom njihove jesenske migracije prema jugu , mužjaci su više raspršeni od svojih putanja nego ženke (Rakhimberdiev 2014). Drugo magnetsko

osjetilo ptica je unutrašnji kompas zbog kojeg mogu odrediti smjer zemljinog magnetskog polja. Eksperimenti su također pokazali da ptičje oči pomažu u navigaciji. Eksperiment je pokazao da plavi spektar svjetlosti ima interakciju sa pigmentom kriptokromom u retini ptice. Svjetlost uzbuđuje jedan elektron molekule kripikroma, te ta molekula i neuron na koji je vezana mogu detektirati efekt magnetskog polja. Tako ptica može „vidjeti“ smjer elektromagnetskog polja zemlje (Wiltschko i Wiltschko 2009.). Položaj sunca tijekom dana je indikator za smjer kretanja. Ptice kao i ljudi koriste lokaciju sunca na nebu kako bi odredili svoj položaj i smjer kretanja. U nizu istraživanja znanstvenici su potvrdili postojanje biološkog sata kod ptica. Npr. golubovi (*Columba livia*) su tijekom jednog istraživanja držani u zatvorenom prostoru gdje im je na umjetan način simuliran fotoperiod dana. Nakon što su pušteni na slobodu, golubovi su se orijentirali prema suncu ali su letjeli u drugom smjeru od uobičajenoga (Wiltschko i sur. 2009.). Ptice se mogu orijentirati tijekom noći i pomoću zvijezda. U eksperimentu sa ulovljenim jedinkama vrste *Passerina cyanea* koje su bile izložena umjetnom ili prirodnom noćnom nebu u planetariju Emlen (1970) je pokazao da ptice ne pamte kartu zvijezda, nego očiglednu rotaciju zvijezda kako bi odredili svoj smjer kretanja. Kada gledaju noćno nebo više dana, ptica može odrediti smjer polova oko kojeg se zvijezde kreću. Jedno istraživanje je izvedeno na način da su ptice premještene na novi lokalitet (koji nije na putanji njihove migracije), te su puštene i zatim se pratio nastavak njihove migracije. Rode i vrane su se uspješno vratile na svoju početnu točku u vremenskom periodu koji implicira da su letjele u pravocrtnom kretanju. Interesantno je da iskusnije starije jedinke lakše i bolje nađu put natrag na početni lokalitet nego one jedinke koje prvi puta sele (Thorup 2007). Obzirom da ptice imaju puno osjetila za orijentaciju i navigaciju neka od njih mogu doći u konflikt, zbog toga starije i iskusnije jedinke znaju koja osjetila su točnije od ostalih i kojima treba više vjerovati (Lovette i Fitzpatrick, 2017).

2.6. Evolucija migracijskih putanja

Različiti migracijski putevi kojima se danas koriste selice, rezultat su njihove evolucijske adaptacije promjenjive uvjete u okolišu. Jedna od teorija evolucije migracije je da su migracije nastale tijekom dužeg perioda od manje ekstremnog godišnjeg kretanja ptica u potrazi za hranom ili gniježđenjem. Što je jednom bila kratka putanja do lokacije za

hranu, s vremenom je postala nepogodna za let ptica, te su ptice bile primorane promijeniti putanju (Lovette i Fitzpatrick, 2017). Jedan od ekstremnijih primjera promjene ekoloških uvjeta je otapanje leda sjeverne hemisfere koje se dogodilo prije 15,000 godina. Današnje selidbene rute su zapravo formirane kao posljedice promjene putanja leta ptica uvjetovane otapanjem leda. Može se zamisliti da svaki period kada se led topi nakon ledenog doba ptice moraju manju putanju preći do mjesta gniježđenja dok pri kraju glacijacije imaju najdužu putanju za preletjeti. Danas je jasno vidljivo kako je migracija evoluirala kroz nasljednih svojstva ptica. Jedan primjer je kod putanja bjeloguze (*Oenanthe oenanthe*). Bjeloguza je mala ptica pjevica koja gnijezdi na različitim nadmorskim visinama, od umjerenog pojasa do Arktika, ali uvijek u području oskudne vegetacije. Ova vrsta je živjela u Euroaziji, ali nakon deglacijacije rasprostranila se na Greenland, Aljasku i Kanadu u Sjevernoj Americi. Zanimljivo je, da jedinke koje sada obitavaju u Sjevernoj Americi putuju prema jugu do Meksika, kao što su u Euroaziji migrirale sa sjevera na jug prema Africi. Galapagoški škanjac (*Buteo galapagoensis*) je endem i stanarica Galapagosa. Genetička istraživanja su pokazala da je galapagoški škanjac srodan s prerijskim škanjcem (*Buteo swainsoni*) iz Sjeverne Amerike. Prerijski škanjac je selica koja seli u velikim jatima na travnjake Južne Amerike. Genetički je dokazano ne samo da su ove dvije vrste srodne, nego da su imale isti migracijski put prije oko 300,000 godina, te se pretpostavlja da su neke jedinke utjecajem vjetra promijenile svoj smjer u migraciji i završile na Galapagosu gdje je započela specijacija galapagoškog škanjca (Bollmer 2006.). Klima zemlje se kontinuirano mijenja, no danas zbog utjecaja čovjeka dolazi do brzih promjena globalne temperaturre koja se povećava, što rezultira da biljke ranije cvjetaju, kukci se ranije razmnožavaju i ptice se vraćaju sa svojih lokacija zimovanja prije nego inače. Jedan od potencijalnih problema je da zbog ovih poremećaja ptice koje migriraju nemaju dovoljno hrane (Both 2009.). Sve vrste ptica su se kroz evoluciju adaptirale razmnožavanju u određenom vremenskom periodu na određenom lokalitetu koji ima povoljne uvjete za život. No, u nekim slučajevima ekološke promjene mogu poremetiti vrijeme kada ptice gnijezde (Lovette i Fitzpatrick, 2017).

2.7. Raseljavanje

Postoje dva tipa raseljavanja kod ptica. Rasplodno raseljavanje je kada svake godine tijekom sezone parenja ptice mijenjaju lokaciju gniježđenja, dok je natalno raseljavanje prvo raseljavanje u životu ptice. Odnosno kretanje ptice od mjesta rođenja prema mjestu gniježđenja gdje će se prvi puta pokušati razmnožavati. Proučavanje raseljavanja može biti poprilično teško jer ptice koje se raseljavaju uvijek idu na nova područja te ih je teško pratiti (Lovette i Fitzpatrick, 2017). No ipak studije su pokazale da većina ptica koje se raseljavaju prelaze malu putanju. Na primjer, manje od trećine odraslih crnih lunja (*Milvus migrans*) u južnoj Španjolskoj promjene teritorije nakon gniježđenja. Kod mnogih ptica, ženke se češće od mužjaka kreću po mjestima gniježđenja kao odrasle jedinke, dok se oba spola raseljavaju ako im partner ugine (Forero, 1999.). Natalno raseljavanje je češće nego rasplodno raseljavanje. Malo vrsta ptica ima mladunce koji se ne raseljavaju od natalnog teritorija prije razmnožavanja. Također ptice koje natalno raseljavaju prelaze puno veće putanje naspram rasplodnog raseljavanja. Na primjer, crnorepa muljača (*Limosa limosa*) raseljavanjem od Nizozemske tijekom natalnog raseljavanje preleti oko dva kilometara, dok prelete samo 200 metara tijekom rasplodnog raseljavanja (Kentie 2014). Zbog raseljavanja ptice proširuju svoju rasrostranjenost u nova područja. Iako taj proces traje u razdoblju od stotinjak do tisuću godina, ipak je primijećeno i eksplozivno raseljavanje gdje se vrste vrlo brzo i efikasno šire na novo područje. U većini slučajeva prve jedinke koje dođu na novu lokaciju ostaju tamo i gnijezde se, te se njihovi potomci raseljavaju na nova područja. Kada je vrsta introducirana u novo područje ona počinje istraživati nove mogućnosti selidbenih pravaca. Na primjer, *Acridotheres tristis* je invazivna vrsta koja širi svoj areal u južnoj Africi i Australij. U populaciji ove intorducirane vrste dolazi do prostornog sortiranja, gdje jedinke koje se raseljavaju na rubovima areala neprestano šire areal (Slika 3.) (Berthouly-Salazar 2012).

Slika 3. Područje rasprostranjenosti *Acridotheres tristis*, plava boja-nativno područje, crvena boja-introducirano područje (Web 3.)

Ptice uzimaju više faktora u obzir kada odabiru svoj prostor za boravak ili gniježđenje. Faktori su vegetacija područja, količina dostupne hrane za njih i prisustvo predatora. Područje koje ptice odabiru također ovisi i o starosti jedinke ili o sezoni u godini. Na primjer, izlegle ptice koje prežive do starije dobi, dobro poznaju svoj okoliš i znaju da je povoljan za gniježđenje, dok starije jedinke imaju iskustva u drugim područjima za gniježđenje. Mnoge ptice koriste tu informaciju kako bi odredili lokaciju za gniježđenje. Također sakupljaju informacije kako druge ptice gnijezde (Part i Doligez 2003).

3. ZAKLJUČAK

Sposobnost ptica da se orijentiraju i nagiviraju u migraciji je jedna od njihovih najznačajnijih obilježja. Ptice koriste položaj sunca i zvijezda kako bi se navigirale, također koriste i razlike u jačini magnetskog polja. Tako da rijetko dođe da se ptice izgube osim ako im se ne poremete ta osjetila. Pomaže im točno odrediti svoju lokaciju i koje je razdoblje u godini, do te mjere da mogu svake godine doći na točno određenu lokaciju koju su bile prijašnjih godina i to još većinom u istom sezonskom vremenu kojem su bile prošle godine. Zbog tih razloga ptice prelete godišnje velike putanje kako bi našli povoljne uvjete za razmnožavanje i gniježđenje. Također im pomaže u proširenju svog areala kako bi izbjegle nepovoljne uvjete za život u području koji im nije povoljan za daljni opstanak.

4. LITERATURA

Ball, R. M., Jr, S. Freeman, F. C. James, E. Bermingham, i J.C. Avise. (1988) Phylogeographic population structure of Red-winged Blackbirds assessed by mitochondrial DNA. Proceedings of the Nation Academy of Science of the United States of America str.1558-1562.

Bensch, S., T. Andersson, and S. AAKesson. (1999) Morphological and molecularvariation across a migratory divide in Willow Warbles, Phylloscopus trochilus. Evolution str.1925-1935.

Berthouly-Salazar, C., B. J. Van Rensburg, J. J. Le Roux, B. J. Van Vuuren, and C. Hui. (2012) Spatial sorting drives morphological variation in the invasive bird, Acridotheris tritis. PloS One str.38145.

Bollmer, J. L., R. T. Kimball, N. K. Whiteman, J. H. Sarasola, and P.G. Parker. (2006) Phylogeography of the Galapagos Hawk (Buteo galapagoensis): a recent arrival to the GAlapagos Islands. Molecular Phylogenetics and Evolution str.237-247.

Both, C., M. Van Asch, R. G. Bijlsma, A. B. Van den Burg, and M. E. Visser. (2009) Climate change and unequal phenological changes across four trophic levels: constraints or adaptations? Journal of Animal Ecology str.73-83.

Buehler, D. M., A. J. Baker, and T. Piersma. (2006) Reconstructing palaeoflyways of the late Pleistocene and early Holocene Red Knot Calidris canutus. Ardea str.485-498.

Bulyuk V N, Tsvey A (2013) Regulation of stopover duration in the European Robin Erithacus rubecola. Journal of ornithology 154:1115-1126.

Dänhardt J, Lindström A (2001) Optimal departure decisions of songbirds from ann experimental stopover site and the significance of weather. Animal Behaviour 62:235-243.

Forero, M. G., J. A. DonazAr. J. Blas, and F. Hiraldo. (1999) Causes and consequences of territory change and breeding dispersal distance in the Black Kite. Ecology str.1298-1310.

Gill, R. E., Jr, D. C. Douglas, C. M. Handel, T. L. Tibbitts, G. Hufford, and T. Piersma. (2014) Hemispheric-scale wind selection facilitates bar-tailed godwit circum-migration of the Pacific. Animal Behaviour str.177-130.

Gill, R. E., Jr, T. L. Tibbitts, D. C. Douglas, C. M. Handel, D. M. Mulcahy, J. C. Gottschalck, N. Warnock, B. J. McCaffery, P.F. Battley, and T. Piersma. (2009) Extreme endurance flights by landbirds crossing the Pacific Ocean: ecological corridor eather than barrier? Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences str.447-457.

Jensen A (1999) Home ranges and group-territoriality in Chowchillas Condor 99:538-543

Jehl J R Jr (1997) Fat loads and flightlessnes in Wilsons Phalaropes. Condor 99:538-543.

Kentie, R., C. Both, J. C. E. W. Hooijmeijer, and T. Piersma. (2014) Age-dependent dispersal and habitat choice in black-tailed godwits Limosa limosa limosa across a mosaic of traditional and modern grassland habitats. Journal of Avian Biology str.396-405.

Koronkiewicz, T.J., M. K. Sogge, C. Van Riper III, and E.H. Paxton. (2006) Territoriality, site fidelity, and survivorship of Willow Flycatchers winthering in Costa Rica. Condor str.558-570.

Kralj J, Barišić S, Tutiš V, Ćiković D (ur.) (2013) Atlas selidbe ptica hrvatske, Croatian bird migration atlas. Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, razred za prirodne znanosti, Zavod za ornitologiju. Zagreb 250.

Lovette I.J, Fitzpatrick J.W (2017) The cornell lab of ornithology, Handbook of bird biology third edition. Wiley & Sons,West Sussex. 716

Rakhimberdiev, E., J. Karagicheva, K. Jaatinen, D.W. Winkler, J. B. Phillips, and T. Piersma. (2014) Naive migrants and the use of magnetic cues: temporal fluctuations in the geomagnetic field differentially affect male and female Ruff Philomachus pugnax during their first migration. Ibis str.864-869.

Prats, M. T., L. Palacios, S. Gallego, and M. Riera. (1996) Blood oxygen transport properties during migration to higher altitude of wild quail, Coturnix coturnix coturnix. Physiolofical Zoology str.912-929.

Piersma, T., J. Perez-Tris, H. Mouritsen, U. Bauchhinger, and F. Bairlein. (2005) Is there a „migratory syndrome“ common to all migrant birds? Annals of the New York Academy of Sciences str.282-293.

Shamoun-Baranes, J., E. Van Loon, D. Alon, P. Alpert, Y. Yom-Tov, and Y. Leshem. (2006) Is there a connection between weather at departure sites, onset of migration and

timing of soaring-bird autumn migration in Israel? Gloval Ecology and Biogeography str.541-522.

Webster, M. S., P. P. Marra, S. M. Haig, S. Bensch and R. T. Holmes. (2002) Links between worlds: unraveling migratory connectivity. Trends in Ecology and Evolution str.76-83.

Wiltschko R, Wiltschko W (2009) Avian navigation.Auk 126:717-743.

Wikelski, M., E. M. Tarlow, A. Raim, R. H. Diehl, R. P. Larkin, and G. H. Visser. (2003) Avian metabolism: costs of migration in free-flying songbirds. Nature str.704.

Winger, B. M., I. J. Lovette, and D. W. Winkler. (2012) Ancestry and evolution of seasonal migration in the Parulidae. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences str.610-618.

Therrien, J. F., G. Gauthier, D. Pinaud, and J. Bety. (2014) Irruptive movments and breeding dispersal of snowy owls: a specialized predator exploiting a pulse resource. Journal of Avian Biology str.536-544

Thorup, K., I, A. Bisson, M. S. Bowlin, R. A. Holland, J. C. Wingfield, M. Ramenofsky, and M. Wikelski. (2007) Evidence for a navigational map stretching across the continental U.S. in a migratory songbird. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America str.18115-18119.

Web stranice

1.https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/47/Sterna_paradisaea_distribution_and_migration_map.png (5.7.2018.).

2. https://avibase.bsc-eoc.org/species.jsp?lang=HR&avibaseid=A738F49ACA7421F9&sec=map (8.7.2018.).

3. https://www.thainationalparks.com/img/species/wiki/2013/07/09/7825/common-mynah-distribution-map-800x600.png (7.7.2018.).