Migracije životinja

Mandić, Krešimir

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:181:222273

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

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

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Odjel za biologiju

Preddiplomski sveučilišni studij Biologija

Krešimir Mandić

Migracije životinja

Završni rad

Osijek, 2018.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA **Završni rad**

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Odjel za biologiju

Preddiplomski sveučilišni studiji Biologija

Znanstveno područje: Prirodne znanosti

Znanstveno polje: Biologija

Migracije životinja

Krešimir Mandić

Rad je izrađen na: Zavodu za zoologiju, Odjel za biologiju

Mentor: dr. sc. Mirta Sudarić Bogojević, docentica

Kratak sažetak završnog rada:

Migracije životinja su kretanja pojedinih životinja na relativno velike udaljenosti, obično na sezonskoj osnovi. Migracija je pojava koju dijele gotovo sve vrste životinja, ribe, sisavci, ptice, pa i ljudi. Teško je pronaći neku životinjsku vrstu koja to ne čini, pa čak i u nekim razvojnim stadijima dok još ne dosegnu razinu odrasle jedinke. Životinje putuju u sve krajeve svijeta kako bi pronašle hranu ili pogodnije klimatske uvjete za svoj opstanak. Ovaj primarni instinkt za preživljavanjem i produljenjem vrste tjera ih na teške i veoma dugačke putove. Jedini razlog za migracije je taj što prednosti udaljenog putovanja višestruko nadmašuju uloženi trud i gubitke koji se dogode na putovanju. Ptice su jedna od tri skupine životinja koja je razvila sposobnost aktivnog leta. Ptice su poznate po svojim dnevnim, godišnjim ili sezonskim migracijama. U radu su opisane anatomske i fiziološke prilagodbe ptica na let te prilagodbe ponašanja za vrijeme migracija.

Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: migracije, migracijski putevi, orijentacija, let, ptice

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

Animal migrations

Krešimir Mandić

Thesis performed at: Subdepartment of Zoology, Department of Biology

Supervisor: Ph.D. Mirta Sudarić Bogojević, Assist. Prof.

Short abstract:

Animal migration is the movement of individual animals over relatively long distances, usually on a seasonal basis. Migration is a phenomenon shared by virtually all species of animals, fish, mammals, birds, and even humans. It is difficult to find an animal species that does not do it, even in some developmental stages, until it reaches the adulthood. Animals all over the world travel to find food or better climactic conditions for their survival. This primary instinct for survival and prolongation of the species is what drives them to difficult and very long journeys. The only reason for migration is that the benefits of distance travel are many times greater than the efforts and losses that occur on the journey. Birds are one of three groups of animals that have developed the ability of an active flight. Birds are known for their daily, annually or seasonal migrations. The paper describes anatomical and physiological adaptations of bird's flight and behavioural adaptation during migrations.

Original in: Croatian

Key words: migations, migration paths, orientation, fllight, birds

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

SADRŽAJ

1. Uvod 1
2. Migracije ptica 3
   2.1. Sistematika ptica 3
   2.2. Opće karakteristike ptica 3
   2.3. Razmnožavanje ptica 4
   2.4. Ekološki razlozi migracija 4
3. Adaptacije na let 6
   3.1. Perje 6
   3.2. Migracijski nemir i fiziološke adaptacije na let 7
   3.3 Orijentacija migracijskih ptica 9
4. Strategije migracija 11
5. Metode istraživanja migracija ptica 16
   5.1. Promatranje migracija 16
   5.2. Istraživanje migracija radarom 16
   5.3. Istraživanje orijentacije 17
   5.4. Analiziranje stabilnih izotopa 17
   5.5. Prstenovanje 18
   5.6. Praćenje pomoću elektroničkih uređaja 19
6. Zaštita migracijskih ptica 21
7. Zaključak 22
8. LITERATURA 23

1. Uvod

Migracije životinja su relativno duga kretanja koja su karakteristična za velik broj životinjskih vrsta. Migracija su posljedica složenih interakcija između unutrašnjih (genetika, fiziologija i ponašanje) i vanjskih čimbenika (Åkesson and Hedenström, 2007). Migracije uglavnom predstavljaju kolektivna putovanja u svrhu potrage za hranom, mjestima razmnožavanja ili radi izbjegavanja nepovoljnih uvjeta mjesta sa kojeg je putovanje počelo. Ono po čemu se razlikuje migracija od drugih oblika kretanja je da migracija obično uključuje putovanje iz jedne vrste staništa u drugu (Aidley, 1981). Migracija je adaptivni odgovor na sezonsku ili geografsku varijabilnost resursa (Gauthreaux, 1982). Godišnji ciklus godišnjih doba stvara velike razlike u trajanju i intenzitetu sunčeve energije primljene u svakoj polutki u bilo kojem trenutku. Mnogi migranti iskorištavaju povoljne uvjete hrane i vremena koji se nude u određenim područjima tijekom vrlo ograničenih vremenskih razdoblja. Na primjer, ptice selice iskorištavaju obilje hrane tijekom nekoliko tjedana u rano ljeto i iskorištavaju dugačke dane koji im omogućuju produljenje vremena potrage za hranom. Napuštanje ovih područja nakon razmnožavanja izbjegavaju sjeverne zime sa kratkim danima, niskim temperaturama i slabom hranom (Pulido, 2007). U drugim slučajevima, resursi potrebni u različitim životnim fazama mogu se naći na različitim lokacijama. Na primjer, mladi losos migrira u more kako bi iskoristio veliku količinu hrane i visoki potencijal rasta koji je tamo dostupan, no mora se jednog dana vratiti uzvodno do malih stjenovitih pritoka potrebnih za mrijest, na putovanje koje ponekad uključuje tisuće kilometara (Dingle, 1996). Migracije iziskuju posebna ponašanja, pripreme i u konačnici dolazak u nova staništa. Velika putovanja zahtijevaju posebna izdvajanja energije. Bitnu ulogu u migracijama ima evolucija te nasljeđivanje potrebe za selidbom, točnije migracijski nemir. Migracije osim što su od velike važnosti za životinje, imaju bitnu ulogu u održavanju ekosustava. Neke od migratornih životinja kruže po svojim migracijskim putevima, dok druge to ne čine. Većina migranata se intenzivno hrani prije odlaska na putovanje kako bi povećali svoje zalihe goriva. To ponašanje je poznato kao hiperfagija, koja je potaknuta unutarnjim cirkadijskim ritmom, a promatra se u vrstama koje su raznovrsne kao što su kraljevski leptiri i karibui. Glavni izvor energije koji se koristi za migraciju je masnoća. Masti pohranjuju oko 8-10 puta više energije nego ekvivalentna masa ugljikohidrata ili bjelančevina (Dingle, 1996). Migranti su sposobni za skladištenje i mobilizaciju velikih količina masnoća: ptice koje prevaljuju velike udaljenosti mogu udvostručiti tjelesnu masu prije odlaska, a monarh leptir može pohraniti masti do 125% ukupne težine svog tijela

(Dingle, 1996). Akumuliranje energetskih rezervi nije jedina fiziološka promjena koja se odvija. Budući da je migracija energično skupa, neki migranti minimiziraju višak težine i povećavaju učinkovitost leta podešavanjem veličine njihovih unutarnjih organa. U nekim ptičjim migrantima organi povezani s letom, poput mišića srca, povećavaju se u pripremi za migraciju. Nasuprot tome, organi povezani s hranjenjem (npr. želudac, crijeva, jetra i bubrezi) postaju manji prije odlaska i vraćaju se na normalnu veličinu pri dolasku, kada ptice počnu konzumirati hranu (Piersma & Gill, 1998). Slične promjene opažene su kod nekih kukaca: na primjer, leptiri monarhi koji migriraju južno preko Sjeverne Amerike u jesen nemaju spolnih organa - oni se razvijaju sljedeće proljeće kod preživjelih pojedinaca (Dingle, 1996). Zapravo, migracija ptica je vjerojatno biološki fenomen koji je privukao najviše interesa među ne-znanstvenicima, a ima jednu od najdužih tradicija znanstvenog istraživanja u biologiji (Berthold, 2001). Ovaj rad će migracije životinja objasniti i opisati promatrajući ih sa aspekta disperzije ptica. Ptice (red: Aves) su skupina kralježnjaka koja ima sposobnost aktivnog leta. Pticama selicama se nazivaju ptice koje pojedina godišnja doba provode u različitim geografskim područjima. Osnovni cilj ovoga rada je dati osvrt na anatomske, fiziološke kao i prilagodbe u ponašanju koje utječu na sposobnost aktivnog leta te ukratko prikazati i objasniti migracijske putove i sposobnosti orijentacije ptica u vremenu i prostoru. Također, objasnit će se i metode uzorkovanja ptica i praćenja njihovih migracija. Uz objašnjenje adaptacije ptica na migracije naglašene su i njihove glavne karakteristike kao i značajna uloga u ekosustavu.

2. Migracije ptica

2.1. Sistematika ptica

Ptice (red: Aves) pripadaju carstvu životinja (Animalia), koljenu Chordata te potkoljenu Vertebrata. Današnje ptice dijele se na dva nadreda: Paleognathae (većinom ptice koje ne lete, kao npr. nojevi) i izrazito raznolike Neognathae, skupina u kojoj se nalaze sve ostale ptice. Ptice iz potkoljena Neognathe su podijeljene u dva nadreda Galloanserae i Neoaves. Najveći su red vrapčarke ili pjevice *(Passeriformes)*, koji obuhvaća više od polovice poznatih vrsta. Neki su od poznatijih redova selica: rodarice *(Ciconiiformes)*, guščarice *(Anseriformes)*, kukavice (Cuculiformes*)*. Danas se razlikuje oko 9000 vrsta ptica, a oko 1000 vrsta smatra se ugroženima. (Matoničkin i sur., 2010).

2.2. Opće karakteristike ptica

Ptice su tetrapodni kralježnjaci čiji su prednji udovi preobraženi u krila i svojom građom su prilagođeni letu. Ptice dišu plućima i imaju zračne vrećice, a kosti su im ispunjene zrakom (pneumatične) što doprinosi lakoći tijela i olakšava letenje. Plućima koja ne sadržavaju alveole, nego samo sitne bronhiole obavlja se njihovo stalno prozračivanje zrakom bogatim kisikom, što je značajna prilagodba ptica na funkciju letenja jer letenje iziskuje iznimno velik rad mišića i veliku potrošnju energije. Osnovna karakteristika ptica i ono što ih razlikuje od drugih životinja je perje koje u pravilu prekriva cijelo tijelo. Perje je proizvod pousmine kože. U koži također nemaju žlijezde osim trtične. Ptice su društvene životinje i komuniciraju vizualnim signalima, glasovnim pozivima i pjevanjem, sudjeluju u društvenom ponašanju što uključuje zajednički lov, pomoć pri odgajanju podmlatka i ponašanje karakteristično za jato. Iako su ptice jedna od najbolje istraženih skupina životinja, njihovi selidbeni putovi i danas nisu do kraja razjašnjeni i potiču znanstvenike i stručnjake na istraživanje (Matoničkin i sur., 2010). Mnoge ptičje vrste svake godine kreću na migracije u udaljene krajeve, a još više njih poduzima migracije koje su kraće i manje redovne. Procjenjuje se da se godišnje seli oko 50 milijardi ptica, od toga oko 5 milijardi između Europe i Afrike (Web1).

2.3. Razmnožavanje ptica

Ptice se najčešće razmnožavaju sezonski. Gonade su aktivne samo u jednom dijelu godine. Gonada je muška ili ženska spolna žlijezda - kod mužjaka testis, a kod ženki ovarij, koja proizvodi spolne stanice (gamete). Ženka proizvodi jajne stanice, a mužjak spermije. Do kopulacije dolazi tako što se nečisnice mužjaka i ženke izvrnu prema van i pritisnu zajedno. Oplodnja je unutrašnja. Do oplodnje dolazi u najgornjem dijelu jajovoda. U stvaranju jajeta veliku ulogu ima jajovod koji stvara nekoliko ovojnica oko jajeta: albumin (bjelanjak), opnu od keratina i ljusku. Jajovod također stvara i sluz koja pomaže u nesenju jaja. S obzirom da su ptice toplokrvne životinje, svoja jaja ne mogu ostaviti bilo gdje nego moraju ležati na njima da bi održavale stalnu temperaturu jajeta. Prije ležanja ptice se mitare i na trbuhu izgube perje. To je potrebno jer koža na trbuhu postane jako prokrvljena i na taj način bolje grije jaje. Ipak, ne leže sve ptice na jajima. Neke ih zakopaju u jame pokrivene trulim lišćem i stalno provjeravaju je li temperatura optimalna. Druge podmeću svoja jaja u tuđa gnijezda da se same ne moraju brinuti o njima, npr. kukavice. Jaja ptica su uglavnom obojena tako da se uklapaju u okoliš i da su što manje vidljiva potencijalnom predatoru (zaštitna obojenost). Bijela jaja nesu ptice koje se gnijezde na zaštićenim mjestima, u duplji drveća ili visoko u krošnji. Zanimljivo je da jaja nisu pravilno okrugla nego uža na jednom kraju tako da se ne mogu otkotrljati iz gnijezda. Vrijeme ležanja je različito od vrste do vrste, a ovisi o veličini jajeta, debljini lupine i o klimatskim uvjetima.

2.4. Ekološki razlozi migracija

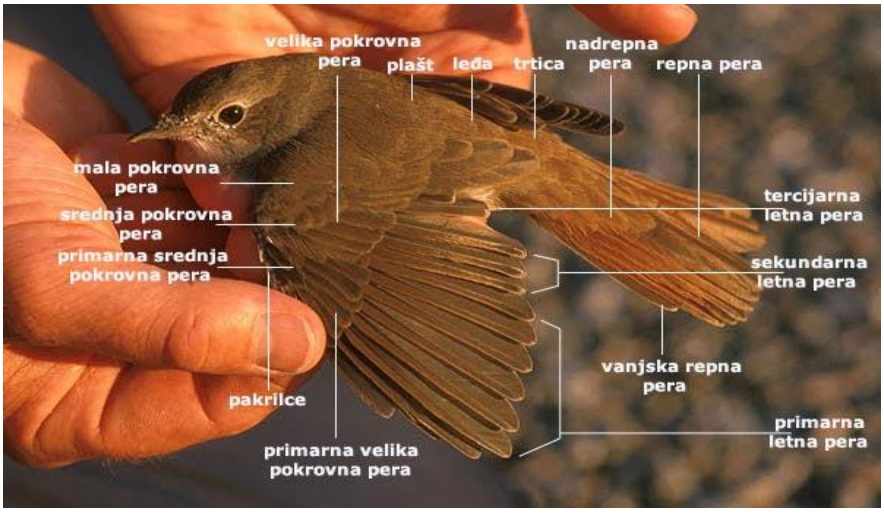
Najvažniji ekološki razlog migracija je ekstremna razlika u količini raspoložive hrane ovisno o godišnjem dobu: dok je u proljeće i ljeto u Sjevernoj i Srednjoj Europi ponuda kukaca za ptice koje se njima hrane vrlo bogata, zimi je tako hladno da ih gotovo nema, pa bi velike ptičje populacije vjerojatno ugibale zbog nedovoljno hrane i niskih temperatura. Nasuprot tome, u južnijim krajevima, u zimovalištima ptica selica, koncentracija ptica naraste do mjere da hrane nema dovoljno za polaganje jaja kao niti kasnije za podizanje mladunaca, stoga je nužna proljetna migracija natrag. Ova selidba je za ptice vrlo iscrpljujuća, pa je to evolucijska prilagodba onih vrsta koje u principu mogu opstati samo u područjima tople klime i taj oblik ponašanja razvile su tijekom svoje razvojne povijesti kako bi mogle koristiti resurse i u područjima koja ne mogu nastanjivati cijelu godinu. Jedan razlog da ptice ljeti idu na sjever

je i dužina dnevne svjetlosti. Bitno duže vrijeme insolacije omogućuje im i duže vrijeme za potragu za neophodnom hranom što je vrlo povoljno za podizanje mladunaca.

3. Adaptacije na let

3.1. Perje

Svako pero raste iz kožnog mjehurića u usmini oko kojeg se stvara keratin. Pero se razvija iz bradavica kože koje se spuštaju u mjehurić. Postoje i poprečno - prugasti mišići koji se zovu perni mišići (*arectores plumarum*) koji pokreću grupe pera pa ptice mogu podići perje. Kontrola pozicije pera bitna je zbog leta, spolnog ponašanja (neki mužjaci ptica izvode ples tj. pozivaju ženke na parenje), ali i zbog regulacije topline. Ptice trebaju održavati konstantnu unutrašnju temperaturu od oko 42°C za uobičajene aktivnosti. Da bi to postigle moraju kontrolirati gubitak topline na način da povećavaju volumen zraka koji se nalazi između kože i vanjskog perja. Perje dijelimo na dvije osnovne skupine, pahuljasto perje i velika pruživa letna pera (Slika 1). Pahuljasto perje ima ulogu u termoregulaciji i čuvanju topline, a letno perje štiti pticu i ima bitnu ulogu u letu. Postoje ptice koje su velike i ne lete, odnosno trče te njihovo perje ima zaštitnu ulogu i značajno je svojstvo pri parenju. Svako pero se sastoji od osnovne "grane" s koje polaze tisuće malih "grančica" (perca) koje su međusobno povezane tako da čine glatku površinu pera. Glatka površina perja pticama omogućuje da se lako kreću kroz zrak tijekom leta. Tipično ptičje pero ima osovinu pera koju čini batrljica (*scapus*) koja je na dužem gornjem dijelu puna i naziva se stručak (*rachis*), a na kraćem donjem dijelu čini šuplju cijev (*calamus*). Na stranama batrljice se u jednoj ravnini nalazi zastavica (*vexillum*) podijeljena njome na vanjski i unutarnji dio (prema položaju tijela). Sastavljena je od brojnih isperaka prvog reda (*rami*) koji su međusobno povezani ispercima drugog reda (*radii*) uzajamno zakačenim kukicama. Široka zastavica pera čini potpornu plohu pogodnu za let (Procházka i sur., 2008) (Slika 2).



Slika 1. Vrste perja i njihov raspored na tijelu ptica (slika preuzeta sa http://www.znanje.org)



Slika 2. Osnovna građa pera (slika preuzeta sa http://www.znanje.org)

3.2. Migracijski nemir i fiziološke adaptacije na let

Hoće li neka ptica seliti, kuda će ići i kada će nastupiti selidbeni nemir, dio je njenog genetičkog nasljeđa: smjer selidbe i trajanje leta su urođeni, točnije genetski naslijeđeni. Postoje vrste kod kojih dio populacije, dolazeći sa sjevera, obilazi Alpe leteći u smjeru jugoistoka, dok ih drugi dio obilazi u smjeru jugozapada. Ako se pare jedinke iz ovih različitih dijelova iste populacije, njihovi potomci biraju srednji pravac, ili čak lete na sjever, na britanske otoke. Nadalje, ptice koje su od trenutka izlijeganja podizane u konstantnim laboratorijskim uvjetima pa nikada nisu bile u kontaktu sa srodnicima u slobodnoj prirodi, nisu poznavale godišnja doba, ali su ipak pokazivale tipični selidbeni nemir, što znači povećanje motoričkih aktivnosti u jesen i proljeće. No razmak između jednog jesenjeg selidbenog nemira i sljedećeg najčešće je bio kraći od punih godinu dana. To se smatra dokazom da je spremnost za migraciju urođena, ali optimalni trenutak polaska bar u manjoj mjeri uvjetuju konkretni uvjeti (vremenski uvjeti i količina dnevne svjetlosti i raspoložive hrane) u okolišu te ponašanje istovrsne populacije. Vrlo

očigledan dokaz genetičke uvjetovanosti selidbenog ponašanja su kukavice. Sasvim neovisno da li su mladunče izlegli i podigli roditelji vrste stanarica, skitalica ili selica, mladunci uvijek sami nalaze put do zimovališta u istočnim dijelovima Afrike. Poznato je da proljetne migracije ptica ovise o stanju gonada, ali ne i jesenske migracije. Veza između duljine dana, godišnjeg razmnožavanja i drugih ciklusa i migracija je kod ptica dobro uspostavljena. U prirodnoj populaciji ritmovi su točno dan ili godinu dužine jer su sinkronizirani s okolišnim "davateljima vremena" ili brojačima u većini slučajeva izvedenih iz fotoperioda (vrijeme trajanja svjetlosti). Za dnevne ritmove koji su kontrolirani fotoperiodom davatelj vremena (brojač) je zora ili sumrak, a za godišnje ritmove brojač je neki oblik godišnjeg fotoperiodnog režima. Osim utjecaja okoliša, endogeni mehanizmi mjerenja vremena često imaju važnu ulogu u migracijama. Često su u interakciji s vanjskim podražajima i sinkronizirane fiziološke reakcije na sezonske ili druge promjene u okolišu. Postoje razne vrste endogenih ritmičkih ciklusa migracijskih ptica, a dva najvažnija su dnevni i godišnji ritam. Ptice koje zimuju na ekvatoru iskuse skraćivanje duljine dana koje se događa u jesen. Ptice koje zimuju do 20° južnije od ekvatora prvo iskuse skraćivanje dana, a zatim, nakon što prijeđu ekvator, počinje produljivanje dana. Ptice koje zimuju na 20° južnije od ekvatora moraju letjeti dalje tokom povratka na sjever, a to zahtijeva raniji početak migracije. Ovim pticama razdoblje mitarenja počinje već u siječnju, a povećan gonadni rast u veljači te pokazuju migracijski nemir do sredine ožujka. Suprotno, pticama koje zimuju na ekvatoru mitarenje ne počinje do veljače, a rast gonada odgođen im je do kraja travnja ili svibnja, a migracijski nemir pokazuju tek početkom svibnja, skoro 2 mjeseca kasnije nego ptice koje zimuju južnije od njih. Ovo je dokaz kako duljina dana bitno utječe na vrijeme migracija i fiziološke odgovore migracijskih ptica. Organizmi moraju biti u mogućnosti odgovoriti na promjene u okolišu kako bi mogli preživjeti i razmnožavati se. U mnogim, ako ne i većini slučajeva oni moraju mijenjati svoje fiziološke reakcije na odgovarajući način. To je sigurno osnova migracija, koje u najmanju ruku zahtijevaju pohranu energije za put. Većina migracijskih ptica oslanja se prvenstveno na masti kao gorivo za svoja putovanja. U odnosu na druge potencijalne izvore energije, mast ima veliku prednost. Kada oksidira, gram masti daje oko 9 kilokalorija energije, dok su prinosi oba ugljikohidrata i proteina samo oko pola ove vrijednost. Nadalje, svaki gram ugljikohidrata, pohranjenog u obliku glikogena, zahtijeva dodatna 3 grama vode. Nasuprot tome, mast se pohranjuje bez vode i proteina, čime se značajno smanjuje masa po jedinici proizvedene energije. Sumiranje po tim vrijednostima pokazuje da je potrebno 8 grama ugljikohidrata za proizvodnju energije koja nastaje od 1 grama masti. Ptice koje lete na velike udaljenosti, prije putovanja gotovo udvostruče svoju tjelesnu težinu nakupljanjem masti. Puno masti pak

predstavlja trošak jer ju također moraju prenositi. Ptica s 50% tjelesnih masnoća troši oko 40% više energije nego ptica koja prijeđe istu udaljenost s 10% masti. Tjelesni proteini mogu također biti iskorišteni osobito prilikom dužih zadržavanja na negostoljubivom terenu (Dungle, 1996). Nakupljanje dodatnih masnoća za migracije odvija se na tri načina. Prvo, prije migracija ptice uvelike povećaju apetit. To uključuje veći broj i češće obroke, a ne povećanje veličine obroka. Drugo, u pratnji pojačanog apetita je i pojačana sinteze lipida i brzo taloženje masti u potkožnim i visceralnim „skladištima". Ove masne naslage vidljive su ako se raširi perje i one čine vizualnu procjenu stanja ptica. Povećana proizvodnja lipida ne ovisi samo o povećanom unosu hrane, nego i o povećanoj stopi sinteze masnih kiselina u jetri. Treći čimbenik povećane akumulacije masti je promjena u prehrani. Proučavanjem vrsta i u starom i u novom svijetu, uočeno je da se jesenski migranti pretežito hrane voćnim plodovima. To je značajna prilagodba, jer su lokalni plodovi često u izobilju i lako ih je pronaći, a oni pružaju bogat izvor ugljikohidrata za podršku taloženja masti. Osim toga, plodovi u nekim regijama služe za migracijska zaustavljanja, posebno oko Mediterana, i u pravilu sadrže relativno visoke koncentracije lipida potrebnih za sintezu masti. U ekstremnim uvjetima kada nemaju dovoljne količine energije dijelom koriste i bjelančevine vlastitih unutrašnjih organa. Kod ovog procesa nazvanog i izgaranje masnoća i bjelančevina oslobađa se voda što u značajnoj mjeri smanjuje njihovu fiziološku potrebu za pijenjem. Poznato je da zadržavanje ptica u oazama Sahare ovisi o rezervama masti te se sukladno tome ptice koje su dobro uhranjene zadržavaju kraće od onih slabije uhranjenih, točnije slabije uhranjene ptice pokazuju manji selidbeni nemir (Gwinner, 1990).

3.3 Orijentacija migracijskih ptica

Za orijentiranje na svom putu selice koriste svoj unutrašnji kompas ali i položaj Sunca i zvijezda. Ptice ne koriste Sunce samo tijekom migracije i povratka, nego i za druge funkcije koje zahtijevaju orijentaciju. Novija istraživanja pokazala su da se ptice prvenstveno orijentiraju u odnosu na ravninu polarizacije, ali u njenoj odsutnosti će koristiti položaj Sunca. Problem s eksperimentima s polariziranim osvjetljenjem je taj što je iznimno teško ukloniti diferencijalnu svjetlinu od polariziranog podražaja čak i kada se koristi mat crna ili druge ujednačene površine. Činjenica da se ptice orijentiraju pomoću polarizacijske svjetlosti nije u pitanju, ali točan mehanizam njenog detektiranja za sada ostaje nedorečen, čak i ako dopustimo mogućnost da se golubovi (koji se često koriste za eksperimente) i drugi migranti mogu razlikovati u svojim

vizualnim sposobnostima (Dingle, 1996). Jedna od bitnih prilagodba ptica pri migriranju i orijentiranju u prostoru je svakako i njihova sposobnost da „vide“ UV svjetlost, što im omogućuje da se orijentiraju prema položaju Sunca čak i kad je ono prekriveno oblacima. Nasuprot tome, neki znanstvenici tvrde kako ptice radije koriste svoj „nagibni kompas“, nego polarizacijsku svjetlost. „Nagibni kompas“ im omogućuje razlikovanje ekvatora i polova, a ne sjevera i juga.

Neki izvori informacija tvrde da je pticama na raspolaganju infrazvuk ili zvuk koji stvara valove vrlo niske frekvencije, ispod 30 Hz, što se općenito smatra izvan akustična raspona. Kod golubova su pronađena vlakna u uhu koja se pomiču spontano i čija učestalost okidanja je modificirana prema infrazvučnoj frekvenciji koja može biti niska i do 1 Hz (Klinke, 1991). Infrazvuk proizlazi iz izvora kao što su udaljene grmljavine ili valovi koji se razbijaju na plaži. Pod nekim okolnostima to može pružiti usmjerene informacije korisne u navođenju ili migriranju ptica. Međutim, ne postoji izravan dokaz da se ptice doista koriste infrazvukom. "Unutrašnji kompas" je najvjerojatnije receptor za magnetno polje koje se nalazi u oku ptica. (Klinke, 1991). Nadalje, ptice se svakako orijentiraju i prema većim i prepoznatljivim objektima na površini Zemlje, kao što su na primjer planinski lanci, rijeke, jezera, a u novije vrijeme su to svakako i autoputovi, te svjetla gradova i slični orijentiri. Također, ptice se uče orijentirati u prostoru i prema položaju zvijezda.

4. Strategije migracija

Unutar svakog selidbenog sustava, populacije ptica pokazuju veliku raznolikost migracijskih smjerova, strategija i prijeđenih udaljenosti. Neke se vrste sele preko širokih područja, dok druge prate vrlo uske migracijske koridore. Na primjer, škanjci osaši (*Pernis apivorus*), koji jedre koristeći uzlazne struje toplog zraka, prate planinske lance i obalne linije te se u velikom broju okupljaju na morskim tjesnacima kao što su Gibraltar i Bospor (Slika 3).



Slika 3. Škanjac osaš (*Pernis apivorus*) (slika preuzeta sa http://www.ptice.info)

Lastavice (*Hirundo rustica*) pak lete u širokom pojasu preko Europe, Sredozemnog mora i Sahare (Slika 4).



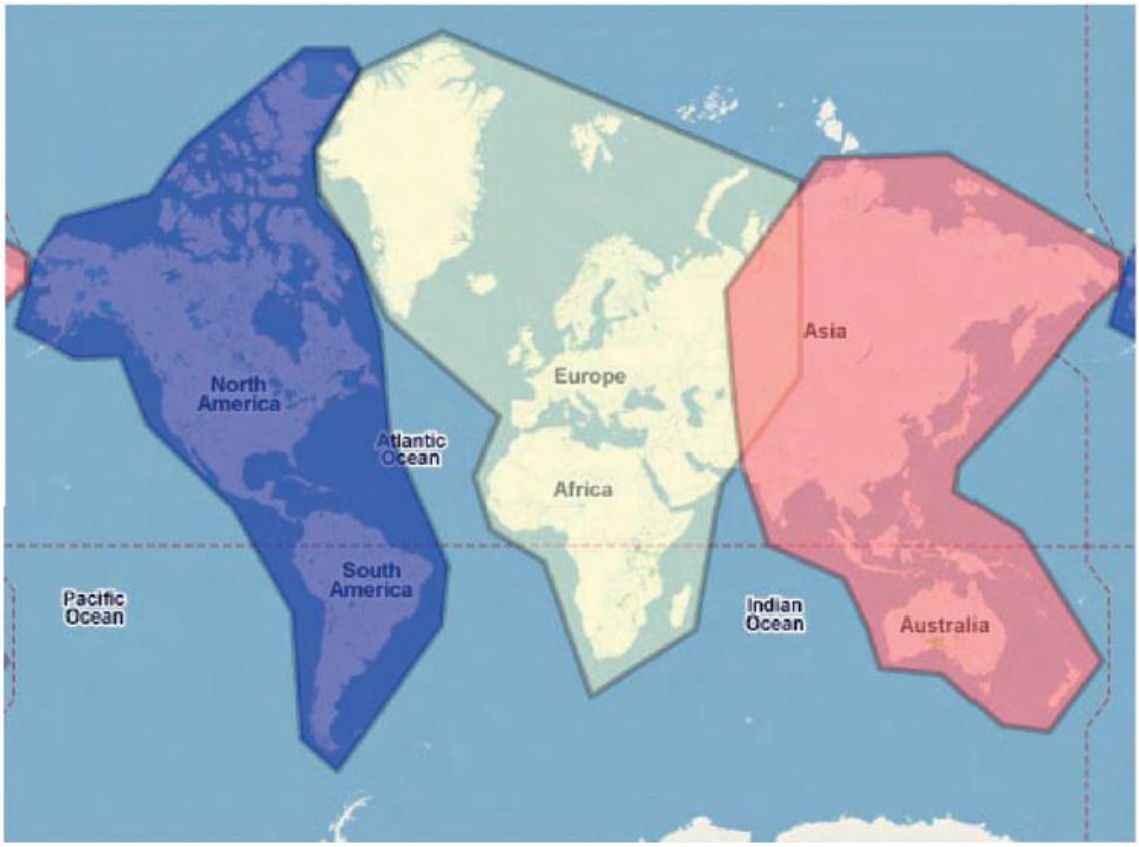
Slika 4. Lastavica (*Hirundo rustica*) (slika preuzeta sa http:// http://www.ptice.info)

Udaljenost između područja gniježđenja i zimovanja kod nekih vrsta ptica iznosi samo nekoliko stotina metara (npr. gnjezdarice planina spuštaju se u podnožja), dok se druge ptice sele više tisuća kilometara. Među pticama koje prelaze najveće udaljenosti su čigre, osobito arktička (*Sterna paradisea*) i crvenokljuna čigra (*Sterna hirundo*). Jedna prstenovana crvenokljuna čigra (*S. hirundo*) selila se od Švedske preko južne Afrike do Novog Zelanda, prešavši 25 000 km u jednom smjeru. Najdulji selidbeni put među pjevicama, kao i najdulji direktni let preko mora među pjevicama, prelazi sivkasta bjeloguza (*Oenanthe oenanthe*). Sivkaste bjeloguze gnijezde se u umjerenom i hladnom pojasu od sjeveroistočne Kanade i Grenlanda, preko Europe i Azije, sve do Aljaske. Gnjezdarice Aljaske sele se preko čitave Azije do istočne Afrike, prelazeći put od preko 13 000 km, dok se gnjezdarice Grenlanda i istočne Kanade sele preko Atlantskog oceana, prelijećući oko 3 500 km preko mora do zapadne Europe te nastavljaju selidbu prema zimovalištima u zapadnoj Africi. Dok se dio vrsta seli istim putem i pri odlasku na zimovanje i pri povratku na gnjezdilišta, druge imaju više ili manje izraženu eliptičnu (engl. loop) migraciju, što znači da u proljeće i jesen koriste različite selidbene putove. Na primjer, europski rusi svračak (*Lanius collurio*), koji zimuje u istočnoj Africi, u jesen se iz Europe seli preko Grčke i istočnog Sredozemlja, dok se pri povratku seli istočnije, preko Arapskog poluotoka. Neobičnu strategiju selidbe nalazimo i kod „preskačuće“ (engl. leapfrog) selidbe, gdje sjevernije populacije neke vrste zimuju južnije od onih koje se gnijezde južnije, te tako prelaze znatno dulji put od svojih srodnika. Te ptice prelijeću očito odgovarajuća područja da bi zimovale ponekad i više stotina kilometara južnije. Takve primjere nalazimo među vrstama koje se gnijezde u Arktiku i u umjerenom pojasu, kao što je žalar cirikavac (*Calidris alpina*). Žalari cirikavci s Islanda i Grenlanda prelijeću Britansko otočje i zimuju u zapadnoj Africi (Mauritanija i Senegal), dok se gnjezdarice Velike Britanije sele do jugozapadne Europe i sjeverozapadne Afrike, a gnjezdarice Baltika zimuju u zapadnoj Europi. Ptice također pokazuju veliku raznolikost u brzini i vremenu selidbe. Značajne razlike postoje među vrstama, ali i među populacijama, spolovima i pticama različitih dobnih skupina unutar vrste. Kod mnogih se vrsta mužjaci u proljeće vraćaju prije ženki, bilo stoga što ranije napuštaju zimovališta ili stoga što zimuju bliže gnjezdilištima (Coppack i Pulido, 2009) Mladunci se mogu seliti u jatima s roditeljima (npr. kod gusaka) ili u zasebnim jatima, kao kod prutki. Predgnijezdeća (proljetna) selidba često je brža jer ptice trebaju što ranije zauzeti povoljne teritorije, dok se poslije gnijezdeće (jesenske) selidbe mnoge ptice sele sporije, koristeći područja s bogatim izvorima hrane. Neke vrste mogu prekinuti selidbu na dulje vrijeme, ne bi li iskoristile bogate izvore hrane. Tako naše bijele rode (*Ciconia ciconia*) koje na selidbu kreću u kolovozu, u godinama s najezdama skakavaca prekidaju selidbu u Sudanu, gdje se mogu

zadržavati do prosinca, dok u godinama s malo skakavaca dolaze do zimovališta na jugu Afrike već u studenom. Rijetke su ptice koje čitav selidbeni put prelete bez zaustavljanja. Zadivljujuće je putovanje riđe muljače (*Limosa lapponica*) označene satelitskim odašiljačem, koja je preletjela 11 000 km od Aljaske do Novog Zelanda za samo osam dana neprekidnog leta (Battley i sur., 2012). Većina ptica zaustavlja se dulje ili kraće na odmorištima, na kojima se hrane i obnavljaju masne zalihe potrebne za let. Mnoge močvarice sele se u etapama: patke i guske po završetku gniježđenja odjednom mitare (mijenjaju) sve letno perje te u tom razdoblju godine ne mogu letjeti. One se nakon gniježđenja u velikom broju okupljaju na mitarilištima, da bi tek nakon završenog mitarenja krenule prema zimovalištima. Toj raznolikosti različitih tipova selidbe treba dodati i činjenicu da sve populacije iste vrste nemaju iste selidbene navike. Kod mnogih europskih gnjezdarica, poput crvendaća i kosa, zapadne i južne populacije su stanarice, dok su sjeverne i istočne selice. Selidbene navike ptica mogu se i mijenjati, a danas smo svjedoci i relativno naglih promjena selidbenih navika. Blaže zime i veća dostupnost hrane dovele su, na primjer, do toga da se dio crnokapih grmuša u Velikoj Britaniji više ne seli – štoviše ustanovljena je i genetička razlika između selidbene i rezidentne populacije (Berthold, 2001). Osim redovitih i predvidivih selidbi, postoje i znatno nepravilnija kretanja ptica. Sjeverne populacije nekih vrsta mogu, kada im ponestane hrane, poduzeti najezde prema južnijim područjima. Takve najezde zabilježene su kod kugara (*Bombicila garrulus*) i sjevernih populacija plavetne sjenice (*Cyanistes caeruleus*).

Disperzija je još jedan tip kretanja kojeg nalazimo kod mnogih vrsta. To mogu biti kretanja mladih ptica nakon osamostaljenja (natalna disperzija), pri čemu one lutaju u različitim smjerovima, ponekad na udaljenosti od nekoliko kilometara, a ponekad i više stotina kilometara. Disperziju nalazimo i kod stanarica i kod selica. Disperzivna kretanja uključuju i kretanja odraslih ptica između dva gnijezdeća lokaliteta korištena u različitim godinama (poslijegnijezdeća disperzija). Zahvaljujući disperziji, ptice u rascjepkanim staništima mogu pronaći područja u kojima će moći zadovoljiti svoje životne potrebe. U migracijskim putovima brojnih vrsta ptica prevladava smjer sjever-jug, što omogućuje pticama, poput lastavica i roda, da se gnijezde na sjevernoj polutci u vrijeme sjevernog ljeta, dok ostali dio godine provode u tropskom pojasu ili čak u umjerenom pojasu južne polutke kada tamo vlada ljeto. Druge vrste migriraju u smjeru istok-zapad, npr. patke koje se gnijezde u istočnoj Europi ili zapadnoj Aziji sele se do zapadnih europskih obala i obala Sredozemlja, zimujući u području blaže mediteranske i oceanske klime. Mnoge ptice u tropima migriraju između sjeverne i južne obratnice prateći kišnu sezonu. Albatrosi i burnice južnih mora sele se kružeći oko Antarktika

u smjeru istoka, jedreći nad valovima i hraneći se ribama, bez slijetanja na kopno sve do ponovnog gniježđenja. Područja preko kojih se sele skupine populacija ptica geografski se grupiraju u selidbene sustave. Jednostavnom podjelom, selidba kopnenih ptica podijeljena je u tri globalna sustava: afričko-euroazijski, istočnoazijsko-australski te američki sustav (Slika 5). Naše gnjezdarice, kao i ptice čije se populacije sele kroz Hrvatsku ili u njoj zimuju, pripadaju afričko-euroazijskom selidbenom sustavu.



Slika 5. Globalni selidbeni sustavi. Prema: BirdLife International (http://www.birdlife.org/flyways/index.html). Plavo - američki, žuto - afričko-euroazijski, crveno - istočnoazijski-australski sustav (slika preuzeta iz Atlasa selidbe ptica Hrvatske, Kralj, J. i sur.)

Navedena podjela selidbenih sustava međutim, ne obuhvaća sve moguće raznolikosti selidbenih puteva pojedinih vrsta pa se koriste i druge podjele primjenjive na pojedine skupine ptica, kao što su močvarice, ćurlini ili grabljivice. Za migrante koji putuju zrakom, vjetrovi mogu igrati glavnu ulogu u određivanju smjera putova, vremena putovanja i prijeđenu udaljenost. Utjecaji vremenskih oblika na migracije se proteže od događaja koji se događaju na globalnoj razini do manjih putovanja u mikroklimi. Zadnjih godina su primijećene promjene selidbenog ponašanja mnogih ptičjih populacija što neki znanstvenici dovode u vezu s promjenama klime. Sve veći broj ptica koje su se obavezno selile, u međuvremenu prezimljuje u Srednjoj Europi, kao na

primjer crnokape grmuše (*Sylvia atricapilla*) i obični zviždci (*Phylloscopus collybata*). Neke populacije čvoraka čak su smjer svoje selidbe sasvim okrenule i sele se prema sjeveru u velike gradove koji zbog djelovanja čovjeka u pravilu imaju višu temperaturu od svog okoliša što dovodi do toga da su veliki izvori hrane prisutni tokom cijele godine što pticama olakšava prezimljavanje. Moguće je, da kroz duže razdoblje poznati sistem seobe ptica Europa - Afrika i natrag promjeni svoj smjer ili potpuno nestane jer će ptice lakše doletjeti do sjevernijih gradova koji im pružaju podjednako dobro zimovalište poput onih u Africi.

5. Metode istraživanja migracija ptica

5.1. Promatranje migracija

Najranija istraživanja migracija ptica su vezana uz praćenje vremena njihovog dolaska i odlaska. Sustavna bilježenja datuma prvog pojavljivanja ptica selica u proljeće, odnosno njihovog posljednjeg opažanja organizirana su u Velikoj Britaniji već početkom 18. stoljeća. Do kraja 19. stoljeća ta se praksa raširila u mnogim europskim zemljama, a neka praćenja održala su se i više od stotinu, pa i dvije stotine godina (Lehikoinen i sur 2004). Bilježenja dolaska i odlaska ptica temelje se na mreži promatrača. Iako ta metoda na prvi pogled može djelovati subjektivno i neznanstveno, zahvaljujući dugogodišnjim podacima, uz pravilnu primjenu statističkih analiza, moguće je pratiti promjene vremena selidbe kroz više desetljeća, ovisno o promjeni temperature, tlaka ili padalina. Na taj način moguće je odrediti koji uvjeti okoliša neposredno potiču ptice na početak selidbe. Najraniji podaci o migracijama ptica s područja Hrvatske potječu iz 1882., kada je objavljen Prvi izvještaj o migraciji ptica na području Austro-Ugarske, koji je uključivao i podatke iz Dalmacije. Odaziv promatrača ptica iz Hrvatske bio je slab (Brusina, 1890), no situacija se mijenja 1901. godine nakon osnivanja Hrvatske ornitološke centrale. Osim praćenja vremena dolaska i odlaska ptica, praćenje vidljive migracije uključuje i prebrojavanja pojedinačnih ptica ili jata na nekom području, pri čemu se bilježi i točno vrijeme te smjer leta. Dakako, ovakvim promatranjima bilježe se uglavnom vrste koje migriraju tijekom dana. Na mjestima na kojima se skuplja velik broj preletnica, osobito grabljivica, roda i drugih velikih ptica, organizirana su motrišta na kojima se ti podatci sistematično prikupljaju dugi niz godina. Najpoznatija su motrišta na južnoj obali Švedske, Gibraltaru, Bosporu, Izraelu te uz atlantsku obalu Sjeverne Amerike.

5.2. Istraživanje migracija radarom

Radar se za istraživanja migracije ptica, osobito za noćnu migraciju, počeo koristiti nakon Drugog svjetskog rata (Berthold, 2001). Radarom se mogu istraživati različiti elementi migracije ptica: smjerovi migracije, područja veće koncentracije ptica, strategije prelaska većih prirodnih prepreka (planinskih lanaca, mora i sl.), visine i brzine leta, varijabilnosti u vremenu selidbe (tijekom dana i noći ili sezone), ovisnosti selidbe o vremenskim uvjetima i sl. Među važnijim nedostacima istraživanja radarom je nemogućnost identificiranja vrste ptice i otežana procjena gustoće ptica u jatu. Međutim, nekim radarima može se pratiti jedna ptica tijekom

nekoliko kilometara leta i bilježiti ritam zamaha krila što čak može omogućiti određivanje vrste ptice. Upravo zahvaljujući upotrebi radara utvrđena je složenost noćnih migracija. U Hrvatskoj istraživanja migracija ptica radarom nisu provođena.

5.3. Istraživanje orijentacije

Ispitivanja migratornog nemira i orijentacije provode se u posebno dizajniranim kavezima, a provode se na uzgojenim pticama, dok se ispitivanja smjera migracije primjenjuju i na divljim pticama ulovljenim za vrijeme migracije. Ispitivanja smjera migracije temelje se na činjenici da ptica pokušava odletjeti u smjeru u kojem migrira, naravno pod uvjetom da oko sebe ne vidi vegetaciju u koju bi se mogla skloniti. Stoga se posebno izrađeni kružni kavezi, ograđeni tankom folijom podijeljenom u segmente prema stranama svijeta smještaju unutar neprozirne ograde. Ptica se nakon prstenovanja na nekoliko minuta smješta u taj kavez te se potom pušta, a na foliji se očitava broj ogrebotina koje je ptica napravila kljunom ili kandžama. Analizom broja ogrebotina u određenom segmentu može se pretpostaviti smjer selidbe te vrste s određenog lokaliteta (Busse, 1995). Brojna istraživanja orijentacije provođena su u planetarijima, kao i na selicama koje su u sezoni gniježđenja ili za vrijeme migracije prenesene iz svog uobičajenog boravišta u područja udaljena više stotina kilometara, te je praćeno njihovo kretanje. Velik broj istraživanja načina orijentacije proveden je na golubovima, testirajući njihovo korištenje vida, sluha, mirisa ili magnetnih valova.

5.4. Analiziranje stabilnih izotopa

Stabilni izotopi ugljika (δ13C), dušika (δ15N), kisika (δ18O), sumpora (δ34S) i vodika (δD) u prirodi se nalaze mnogo rjeđe nego lakši izotopi istih elemenata. Štoviše, udio takvih težih izotopa u prirodi razlikuje se u pojedinim područjima, kao rezultat različitih biokemijskih procesa. Najčešće se to odnosi na razlike između vodenih i kopnenih ekosistema, obalnih i pučinskih voda, suših i vlažnijih kopnenih staništa, prosječne količine oborina i sl. Na temelju omjera pojedinih izotopa izrađene su izotopne karte. Taj omjer izotopa jednak je u čitavoj hranidbenoj mreži nekog područja – od biljaka, preko kukaca do ptica ili drugih predatora. Metabolički inertna tkiva, kao što su perje, dlaka ili kandže, zadržavaju udio izotopa hranidbene mreže onog područja na kojem su se razvili. To znači da ptica, koja je mitarila u istočnoj Africi u svom novom perju nosi udio izotopa kakav se nalazi u hranidbenoj mreži tog područja. S obzirom da se udjeli izotopa mnogih elemenata razlikuju između istočne i zapadne Afrike,

moguće je, analizom sastava izotopa u perju te ptice, odrediti u kojem je području zimovala. Takvim istraživanjima ustanovljeno je da hrvatska gnijezdeća populacija trstenjaka cvrkutića (*Acrocephalus scirpaceus*) zimuje u istočnoj Africi (Procházka i sur., 2008).

5.5. Prstenovanje

Pojedinačnim obilježavanjem ptica dobivaju se informacije o kretanju točno određene jedinke. Prstenovanje je kao znanstvena metoda u svijetu započelo 1899. godine kada je danski profesor Hans Christian Cornelius Mortensen prstenovao 165 čvoraka metalnim prstenovima s ugraviranim jedinstvenim brojem i adresom. Uskoro je ta metoda prihvaćena, a u Europi su se počele organizirati prstenovačke centrale. Prva prstenovačka centrala u Hrvatskoj osnovana je 1910. godine (Slika 6). Europske prstenovačke centrale okupljene su u EURING, organizaciju osnovanu 1963. godine radi koordinacije prstenovanja i olakšavanja znanstvene suradnje vezane uz proučavanje migracije ptica. Tijekom 20. stoljeća, organizirano prstenovanje ptica raširilo se na sve kontinente te je preraslo u najrašireniju metodu istraživanja neke skupine životinja. Velik napredak postignut je osnivanjem prstenovačkih stanica i programa u kojima se prstenovanje na nekom području jednakim naporom provodi dugi niz godina. U tim su programima broj i raspored mreža, dinamika njihovog obilaska te postupak prstenovanja dobro definirani. Za svaku prstenovanu pticu, osim uobičajenih podataka o vrsti, starosti i spolu, bilježi se i duljina krila i repa, masa ptice, količina masti, vrijeme (sat) kad je ptica ulovljena, pa čak i stadij mitarenja. Na temelju količine masti i mase ptica računa se standardizirana masa ptice, koja ukazuje na veličinu ptice, bez obzira na stupanj nakupljanja masnog tkiva. Takav detaljan pristup omogućuje brojne analize koje daju uvid u dinamiku migracije, razlike u vremenu dolaska pojedinih populacija (s obzirom na varijabilnost veličine ptica pojedinih populacija unutar vrste), spolova ili starosnih grupa ptica, njihovu duljinu boravka na nekom odmorištu i slično (Busse, 1995). Prstenovanje se najčešće provodi u sezoni gniježđenja na definiranim staništima uz korištenje standardiziranih metoda. Cilj mu je praćenje dugoročnih demografskih promjena unutar gnijezdećih populacija široko rasprostranjenih vrsta ptica. Rezultati mogu ukazivati na različite promjene u populacijama: promjene broja odraslih ptica ukazuju na promjene veličine populacija, udio ptica ulovljenih sljedeće godine na stopu preživljavanja odraslih ptica, a promjene udjela mladunaca u broju ulovljenih ptica neke vrste na uspješnost gniježđenja ili preživljavanje mladunaca (Gwinner 1990). Posljednjih nekoliko desetljeća, sve se više koriste prsteni u boji i druge oznake (vratni prsteni i krilne oznake), čime

se znatno povećao broj nalaza jer se oznake mogu očitati i s veće udaljenosti bez potrebe ponovnog lova ptica. Na taj se način može steći bolji uvid o kretanjima ptica, npr. duljini boravka na nekom odmorištu ili udaljenosti koje ptice prelijeću od noćilišta do hranilišta i slično. Višestruka promatranja iste jedinke omogućuju usporedbu korištenja istog odmorišta ili zimovališta tijekom godina.



Slika 6. Prsteni Hrvatske prstenovačke centrale, arhiva Zavoda za ornitologiju (slika preuzeta iz Atlasa selidbe ptica Hrvatske, Kralj, J. i sur.)

5.6. Praćenje pomoću elektroničkih uređaja

U korak s vremenom i razvojem tehnologije postalo je moguće ptice označavati radio-odašiljačima, satelitskim odašiljačima i geolokatorima. Takvi uređaji omogućuju praćenje jedne jedinke tijekom duljeg razdoblja i dobivanje spoznaja o stvarnim putovima kretanja, brzinama selidbe i slično. Odašiljači su u početku korišteni samo na većim pticama, poput roda, ždralova i grabljivica (Slika 7), no današnja tehnologija omogućuje njihovo korištenje i na pjevicama. Odašiljači pričvršćeni na leđa ili rep ptice odašilju visokofrekventne radio-valove koje putem antene prima radio-prijamnik ili satelit. Radio-odašiljači koriste se za praćenje

lokalnih kretanja ptica, dok se satelitski odašiljači koriste za praćenje kretanja na širem području, uključujući i migracijska kretanja.



Slika 7. Radio-odašiljač pričvršćen za leđa grabljivice (slika preuzeta sa http://www.ptice.info)

Za razliku od odašiljača, geolokatori podatke ne odašilju, nego prikupljaju. Pticu je stoga potrebno ponovno uloviti kako bi se s geolokatora preuzeli podaci. Osim podataka o položaju ptice, ti uređaji mogu prikupljati podatke o svojstvima okoliša, poput tlaka, temperature i sl. (Millspaugh i Marzluff, 2001).

6. Zaštita migracijskih ptica

Čovjek svojim djelovanjem i nesavjesnim ponašanjem može poremetiti smjer, brzinu i/ili čak prekinuti selidbe migratornih ptica te tako utjecati i na njihovu brojnost. Migracije pticama omogućuju premještanje s jednog područja na drugo i olakšavaju izbor odgovarajućeg staništa, no istovremeno predstavljaju izazov za njihovu zaštitu. Da bi se uspješno zaštitila neka migracijska vrsta, nije dovoljno očuvati područja na kojima se razmnožava, već je potrebno očuvati i područja na kojima zimuje, kao i odmorišta koja koristi pri selidbi. Recentno je zabilježeno značajno smanjivanje brojnosti mnogih vrsta migracijskih ptica, stoga detaljno poznavanje njihove migracije, što uključuje identificiranje selidbenih putova, važnih odmorišta, razloga ugroženosti i stope preživljavanja tijekom pojedine faze životnog ciklusa, predstavlja osnovu njihove uspješne zaštite (Kralj, J. i sur. , 2013.). Na međunarodnom planu često se planiranje strategija zaštite ptica veže uz migracijske sustave, kako bi se koordiniranim mjerama u državama kroz koje se ptice sele, osigurala odgovarajuća zaštita tih vrsta i njihovih staništa. Koordinaciju tih mjera osigurava Konvencija za zaštitu migratornih vrsta divljih životinja (ili Bonska konvencija) sa sporazumima i akcijskim planovima izrađenim za pojedine skupine ptica (močvarice, grabljivice i slično).

7. Zaključak

Migracije životinja su fenomen koji privlači pažnju brojnih znanstvenika današnjice. Migracije su relativno velika skupna životinjska kretanja koja su najčešće sezonski uvjetovana. Od životinja iziskuju veliku pripremu prije samog migriranja kao što je nakupljanje energije te promjena u ponašanju. Iznimno je bitna životinjama moći iskoristiti energiju na najbolji način, stoga je najčešće gorivo mast koja ima iznimno visoku energetsku vrijednost i prednjači pred bjelančevinama i ostalim izvorima energije. Naravno, brojne morfološke prilagodbe migratornih životinja utječu i na samu uspješnost migracija. Bitnu ulogu u početku migracije i kako će se ona odvijati ima evolucija te naslijeđeni migracijski nemir. Migracijski nemir nastaje kao posljedica fizioloških promjena te promjena u ponašanju. Životinje su tokom vremena također razvile i sposobnost orijentiranja u prostoru što uvelike određuje smjer i putanju migracija te definira migracijske putove. Iako su migracije ptica najpoznatiji oblik životinjskih migracija i imaju najdužu tradiciju znanstvenih istraživanja i promatranja, još uvijek ima prostora za nova otkrića i spoznaje. Dakako, razvojem tehnologije i otkrivanjem novih načina promatranja i prikupljanja podataka omogućen je brži i točniji pristup istraživanjima. Migracije ptica imaju, kao i općenito migracije životinja, bitnu ulogu u održavanju ekosustava. Njihovim razumijevanjem i daljnjim istraživanjem možemo pospješiti njihovo očuvanje i shvatiti njihovu važnost pri samoj zaštiti životinja koje su ugrožene jer su im migracijski putevi poremećeni od strane čovjeka.

8. LITERATURA

1. Aidley, D. J. (1981.) Animal Migration. Cambridge, Velika Britanija, Cambridge University Press

2. Åkesson, S., Hedenström, A., (2007.) How migrants get there: migratory performance and orientation, BioScience

3. Battley, P.F., Warnock, N., Tibbitts, T.L., Gill R.E., Piersma, T., Hassell, C.J., Douglas, D.C., Mulcahy, D.M., Gartrell, B.D., Schuckard, R., Melville, D.S., Riegen, A.C. (2012.) Contrasting extreme long-distance migration patterns in bar-tailed godwits *Limosa lapponica*. Journal of Avian Biology

4. Berthold, P. (2001.) Bird migration. A general survey,. Oxford Univ. Press.

5. Brusina, S. (1890.) Motriocem ptičjeg svijeta. Naputak i popis domaćih ptica. Glasnik Hrv. Naravoslov

6. Busse, P. (1995.) New technique of a field study of directional preferences of night passerine migrants

7. Coppack, T., Pulido, F. (2009.) Proximate control and adaptive potential of protandrous migrationin birds, Integrative and Comparative Biology

8. Dingle H. (1996.) Migration: The Biology of Life on the Move, New York, OXFORD UNIVERSITY PRESS

9. Gauthreaux, Jr., S. A. (1982.) The ecology and evolution of avian migration systems, Avian Biology

10. Gwinner, E., (1990.) Bird Migration: Physiology and Ecophysiology, Berlin, Springer-Verlag

11. Kralj, J., Barišić, S., Tutiš, V., Ćiković, D. (2013.) Atlas selidbe ptica Hrvatske, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti; Zavod za ornitologiju

12. Lehikoinen, E., Sparks T.H., Zalakevicius M. (2004.) Arrival and departure dates, Elsevier Academic Press

13. Matoničkin, I., Klobučar, G., Kučinić, M. (2010.) Opća zoologija, Zagreb, Školska knjiga

14. Millspaugh, J.J., Marzluff, J.M. (2001.) Radio tracking and animal populations, San Diego, Academic Press

15. Piersma, T. & Gill, R. E. J. (1998.) Guts don't fly: small digestive organs in obese Bar-tailed Godwits

16. Procházka, P., Hobson, K.A., Karcza, Z., Kralj, J. (2008.) Birds of a feather winter together: migratory connectivity in the Reed Warbler *Acrocephalus scirpaceus*

17. Pulido, F. (2007.) The genetics and evolution of avian migration, *BioScience*

18. Web1:http://www.ptice.info/

19. Web2:http://www.ptice.net/

20. Web3:http://info.hazu.hr/hr/o-akademiji/jedinice/zavod_za_ornitologiju/znanstveno_prstenovanje_ptica

21. Web4:http://www.birdlife.org

22. Web5: http://www.znanje.org

23. Web6: https://www.nature.com/scitable/knowledge/library/animal-migration-13259533