

ПЛОВДИВСКИ УНИВЕРСИТЕТ „ПАИСИЙ ХИЛЕНДАРСКИ”  
БИОЛОГИЧЕСКИ ФАКУЛТЕТ  
КАТЕДРА „ЕКОЛОГИЯ И ОПАЗВАНЕ НА ОКОЛНАТА СРЕДА”

---

ВЛАДИМИР ДАМЯНОВ ДОБРЕВ

ИЗСЛЕДВАНЕ МИГРАЦИИТЕ НА ЕГИПЕТСКИЯ ЛЕШОЯД (*NEOPHRON  
PERCNOPTERUS* LINNAEUS, 1758)

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

на дисертационен труд  
за присъждане на образователната и научна степен  
„Доктор”

Област на висше образование: **4. Природни науки, математика и информатика**

Професионално направление: **4. 3. Биологически науки**

Докторска програма: **Екология и опазване на екосистемите**

Научни ръководители:

Дилян Гоергиев, доц. д.б.н.

Георги Попгеоргиев, доц. д-р

Пловдив 2018

Дисертационният труд съдържа 134 страници и включва: 8 таблици, 13 фигури, 2 приложения и 290 литературни източника, от които 6 на кирилица и 284 на латиница.

Дисертационният труд е обсъден и предложен за публична защита на разширено заседание на катедра „Екология и ООС”, Биологически факултет при ПУ „Паисий Хилендарски” (Протокол № 199 от 28.11.2018 г.).

Защитата на дисертационния труд ще се състои на 28.02.2019 г. от..... часа в ..... на Биологическия факултет при ПУ „Паисий Хилендарски”, ул. „Тодор Самодумов” № 2.

Материалите по защитата са на разположение на интересуващите се в катедра „Екология и ООС” и библиотеката на ПУ „Паисий Хилендарски”

### Списък на използваните съкращения в автореферата

| Съкращение/Термин                  | Описание                                                                                                              |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ГИС                                | географски информационни системи                                                                                      |
| GPS                                | глобална позиционна система                                                                                           |
| GSM                                | глобална система за мобилна комуникация                                                                               |
| смъртност                          | процент на индивидите, загиващи за определен период                                                                   |
| df                                 | степени на свобода                                                                                                    |
| sd                                 | стандартно отклонение                                                                                                 |
| Max.                               | максимална стойност                                                                                                   |
| Mean                               | средна стойност                                                                                                       |
| Min.                               | минимална стойност                                                                                                    |
| m/s                                | метра в секунда                                                                                                       |
| SD                                 | стандартно отклонение                                                                                                 |
| Std. Err.                          | стандартна грешка                                                                                                     |
| „known-fate“ модел                 | статистически модел, изчисляващ вероятността за оцеляване на даден индивид във времето                                |
| Hot spot анализ                    | пространствен анализ на определена съвкупност от локации, очертаващ местата с най-голяма плътност                     |
| mbar                               | атмосферно налягане                                                                                                   |
| random forest model                | статистически модел, претеглящ тежестта на различни фактори                                                           |
| minimum convex polygon             | мярка за площ, линията заграждаща множество от точки в пространството, мери се в $\text{km}^2$                        |
| Оценка за плътност на Кернел (kde) | измерва плътността на групиране на точки в пространството в зависимост от обхвата на множеството – 50%, 75%, 90%, 95% |
| UD – utilization distribution      | утилизационно разпространение                                                                                         |
| backpack configuration             | тип на прикрепване „раница“ на предавател                                                                             |

## Увод

Движенията при животните са привличали и разпалвали интереса и въображението на човека в продължение на хиляди години, от самото раждане на човешката цивилизация. Птиците са една от най-широко разпространените групи гръбначни животни, чиито представители се срещат от Арктика до Антарктида. Най-отличителната черта за повечето от тях е способността им да летят. Тази особеност им придава изключителна мобилност и контрол върху техните движения. Много видове могат да изминават бързо огромни разстояния – от порядъка на няколко хиляди километра, а ако се налага дори с това да прелитат над морета, пустини или планини. Птиците разполагат и с изключителни способности за навигация и ориентация, като са способни да запомнят и намерят отново места, които вече веднъж са посетили. Следователно те могат да заемат много отдалечени едно от друго места през различните сезони, извършвайки периодични придвижвания между тях - миграции. Благодарение на това се приспособяват и развиват специфично поведение, недостъпно за по-малко подвижни групи организми (NEWTON 2008).

Миграцията е *„стратегия за усилване до най-голяма степен на физическите способности в рамките на сезонна среда“* (ALERSTAM *et al.* 2003). В нея се включват регулярните и сезонните придвижвания между местата за размножаване и зимуване, които се проявяват по едно и също време всяка година.

Тези придвижвания се появяват като отговор на сезонни промени в обилието на хранителни ресурси, като най-често извънразмножителния период се прекарва в по-малки географски ширини (NEWTON 2008). По този начин мигриращите видове могат да използват достатъчно ресурси през цялата година, фокусирайки се на оцеляването през зимата, за да могат да се възпроизвеждат през лятото (MELLONE 2013).

Новата ера на миграционната екология се управлява основно от нашия интерес към определен харизматичен вид. В този смисъл, лешоядите представляват много специфична група. Тя се характеризира със сложни между- и вътревидови взаимоотношения, изключителна екологична пластичност и невероятни умения за използване на средата и извършване на дълги миграционни движения (ALARCON & LAMBERTUCCI 2018). Лешоядите се разделят на 2 големи групи: лешояди на Новия свят и лешояди на Стария свят, като последната група е представена от 16 вида, разпространени в Европа, Азия и Африка (FERGUSON-LEE *et al.* 2001, FORSMAN 2003). В Европа са разпространени 4 вида лешояди, като единствено египетския лешояд (*Neophron percnopterus* Linnaeus 1758) е типичен далечен мигрант (FERGUSON-LEE *et al.* 2001). Като голяма част от останалите видове лешояди на Стария свят, египетският е застрашен от изчезване не само в Европа, а и в световен мащаб (BIRDLIFE INTERNATIONAL 2017). Проучване върху миграционната екология на египетския лешояд би означавало не само разкриване на нови аспекти от биологията и екологията на вида, но и стъпка към разработването на адекватни консервационни мерки за опазването на този изчезващ вид (ALARCON & LAMBERTUCCI 2018).

## Литературен преглед

### Миграция, зимуване, фенология

Родът *Neophron* е монотипен (представен е само от един вид – *Neophron percnopterus*), като са описани 3 подвида: *N. p. percnopterus* (Linnaeus 1758), *N. p. ginginianus* (Latham 1970) and *N. p. majorensis* (DONÁZAR *et al.* 2002). Номинантният подвид (*N. p. percnopterus*) е разпространен в южна Европа, Близкият Изток, северна Африка, островите Зелени нос и Сахел, югозападна и централна Азия, на изток до планините Тян Шан, Пакистан и Индия. Подвидът *N. p. majorensis* е характерен за Канарските острови, а подвидът *N. p. ginginianus* е ограничен в Индия и Непал (IÑIGO *et al.* 2008).

Популацията на вида намалява в границите на почти целият му ареал (BIRDLIFE INTERNATIONAL 2017) с изключение на някои от изолираните островни популации (FERGUSON-LEES *et al.* 2001, PORTER & SULEYMAN 2012, ANGELOV *et al.* 2013). Оценката на глобалната популация на вида е между 12 000 и 38 000 възрастни птици (BIRDLIFE INTERNATIONAL 2017). Основната част от европейската популация е съсредоточена на територията на Испания; в близкия Изток – Турция, Йемен, Иран; Кавказ и в Индия, в най-източната част на ареала на вида (IÑIGO *et al.* 2008, NIKOLOV *et al.* 2016).

С изключение на островните популации на вида, където числеността на египетския лешояд е стабилна или дори нарастваща (DONÁZAR *et al.* 2007, PORTER & SULEYMAN 2012, ANGELOV *et al.* 2013) в по-голямата част от ареала си вида е с намаляваща численост на популацията (BIRDLIFE INTERNATIONAL 2017). В това число и непрелетната и постоянно обитаваща популация на вида в Африка с отчетен спад в числеността от 5,9 % на година за периода на последните 29 – 36 години (OGADA *et al.* 2016). В по-голямата част от Африка, където зимуват размножаващите се птици от Европа и Азия, ареалът на зимуване на вида се припокрива с ареала на местната немигрираща популация. Числеността на зимуващите птици, които вероятно произхождат от различни части на Европа и Азия надхвърлят числеността на местните птици (THIOLLAU 2006, 2007). Популациите на мигриращите видове птици като египетския лешояд намаляват в много по-голяма степен от тези на немигриращите (FERGUSON-LEES *et al.* 2001). Затова, от изключително значение за опазването им е намирането на отговори на фундаментални въпроси като: „Къде зимуват размножаващите се в Европа птици“, „Кои са най-важните места с тесен фронт на миграция, откъдето преминава цялата популация на вида“, „Какви скитания извършват младите птици в Африка и колко време остават там“.

Сателитната телеметрия се превърна в най-мощният инструмент за изследване на миграцията и миграционната екология на все повече видове хищни птици и лешояди, включително и египетския лешояд (MEYBURG *et al.* 1995a, 1995b, 2004). Поради широкия си ареал, най-вече в Европа и Азия, мигриращите птици използват различни миграционни коридори и стратегии за достигане на местата за зимуване в Африка (BIRDLIFE INTERNATIONAL 2017). При своите редовни придвижвания от местата за размножаване до местата за зимуване и обратно, египетският лешояд мигрира директно в посока юг или север, съответно при есенна или пролетна миграция (NEWTON 2008).

Египетският лешояд е реещ се мигрант, който разчита до голяма степен на възходящите топли течения за да мигрира (BILDSTEIN 2006, MANDEL *et al.* 2008) и избягва пресичането на големи водни повърхности (GARCÍA RIPOLLÉS *et al.* 2010). Следователно миграцията през средиземноморския басейн е концентрирана около няколко тесни протока, служещи като мостове между двата континента – Гибралтар (Испания), Месинския пролив (Италия), островите Крит и Антикитира (Гърция), проливите Дарданели и Босфор (Турция) (CAMERON *et al.* 1967, EVANS & LATHBURY 1973, CORSO 2001, SECCOLINI *et al.* 2009, GARCÍA-RIPOLLÉS *et al.* 2010, MELLONE *et al.* 2012, 2013, LUCIA *et al.* 2011).

Реещият полет изисква термални потоци от въздух, които се образуват само над сушата и през светлата част от деня, което прави тези мигранти много по-зависими от орографските характеристики и конвекцията на въздуха в сравнение с птиците използващи активен полет при миграцията си (KERLINGER 1989, MELLONE *et al.* 2012). Те мигрират само през деня, когато се образуват термалите над сушата, и тъй като отсъстват над големи водни повърхности, избягват пресичането на такива (NEWTON 2008). При лешоядите и някои видове хищни птици, скоростта и разстоянията които изминават се различават през пролетта и есента. Тези разлики се определят точно от типа на полета, който използват и също така от наличието на асистирани типа полет ветрове през различните сезони на годината (MELLONE *et al.* 2012, VANSTEELANT *et al.* 2014). По същия начин и индивидуалните способности на индивидите, техният опит допринасят също в голяма степен за успешното завършване на миграцията и преодоляването на големи и сложни бариери (морета, проливи) дори в условията на тежки метеорологични условия (LÓPEZ-LÓPEZ 2010, MELLONE 2011, 2012, NEWTON 2008, VANSTEELANT 2014).

Местата за почивка и хранене по пътя на миграция могат да играят изключително важна роля за поддържането на популациите на птиците (NEWTON 2008). Заради високите енергийни изисквания, пред които миграцията изправя птиците, те имат нужда от по-големи дневни енергийни запаси, отколкото през останалото време от годината. Значението на местата за почивка и хранене по пътя на миграция за птиците се определя от количеството и качеството на наличната храна, конкуренцията, нивата на безпокойство, както и от присъствието на други заплахи (NEWTON 2008).

Като повечето мършоядни видове птици, лешоядите са еволюирали в контекста на непредвидимост на хранителния ресурс (използването на трупове на умрели животни). Независимо от това, ролята на предвидими източници на храна формира и пространственото поведение на лешоядите (LÓPEZ-LÓPEZ *et al.* 2014a). По-голямата част от популацията на вида е мигрираща като птиците използват различни миграционни коридори, за да достигнат до местата за зимуване (BUECHLEY *et al.* 2018a, GALLAGHER 1989, LÓPEZ-LÓPEZ *et al.* 2014b). И докато до голяма степен са изследвани индивидуалните участъци на вида в част от местата за зимуване (BUECHLEY *et al.* 2018a, GARCÍA-RIPOLLÉS *et al.* 2010), а също и в местата за размножаване (LÓPEZ-LÓPEZ *et al.* 2014a), липсва пълна информация за местата за почивка и хранене по време на миграция.

## Индивидуални участъци

По-голямата част от популациите на видовете живеят в сравнително компактни територии. Тези места се наричат индивидуални участъци (POWELL 2000). В границите им индивидите се придвижват свободно, хранят, почиват и размножават. Придвижванията засилват способностите на индивида да маневрира в средата и му помагат да се справя със заплахите (STAMPS 1995). На еволюционно ниво пребиваването в позната и компактна територия има и енергиен смисъл за видовете, тъй като пестят енергия за търсене на храна и защита (POWELL 2000).

Възрастните египетски лешояди проявяват силна привързаност не само към териториите, в които се размножават, но също така са и консервативни по отношение на местата където зимуват (GARCÍA-RIPOLLÉS *et al.* 2010, LÓPEZ-LÓPEZ *et al.* 2014a). Размерът на индивидуалния участък при хищните птици е свързан основно с оползотворяването на хранителния ресурс (неговото обилие и достъпност), но също така има значение свързано със защитаването на гнездовата територия през размножителния сезон. При египетския лешояд с възрастта намалява размера на индивидуалния участък (BUECHLEY *et al.* 2018a).

## Заплахи и предприети необходими мерки за опазване на вида

Намаляващата популация на египетския лешояд се дължи на много фактори, като основно те са антропогенни и представляват комплекс от заплахи, които действат в местата за размножаване, зимуване и по миграционния път (BIRDLIFE INTERNATIONAL 2017). Добрите репродуктивни параметри в много части от ареала на вида в Европа (GRANDE 2006, МАТЕО-ТОМАС *et al.* 2010, ARKUMAREV *et al.* 2018) подкрепят тезата че причините за намаляването на вида не са естествени, а предизвикани от човека и са свързани с висока смъртност, както при младите, така и при възрастните птици (VELEVSKI *et al.* 2014, SARAVIA *et al.* 2016). Те се класифицират в 4 големи групи (NIKOLOV *et al.* 2016):

- Заплахи, които причиняват директна смъртност – нелегално използване на отрови, отстрел, преследване на вида, токови удари и стълкновения със съоразения на електропреносната мрежа, жертви на автомобилния трафик, хищничество, естествени бариери
- Заплахи, които водят до ниска продуктивност – безпокойство, недостиг на храна, загуба на местообитание, конкуренция, ниска плътност на популацията
- Заплахи, които засягат здравословния статус на индивидите – опасни ветеринаро-медицински продукти, оловно отравяне, болести, ниско генетично разнообразие;
- Екологични и демографски стохастични фактори поради намаляване на популацията

## Цел и задачи

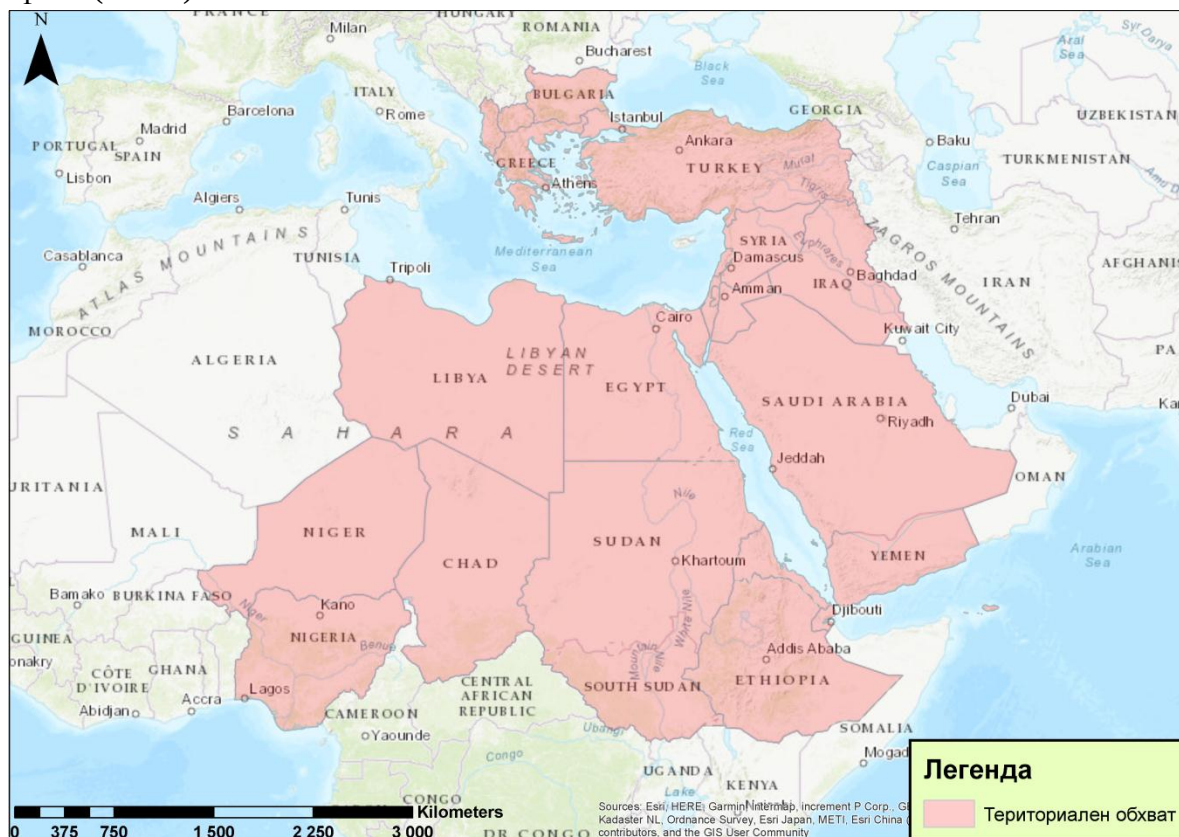
Целта на настоящата дисертация е да се проучи миграцията на гнездящата на Балканския полуостров популация на египетския лешояд (*Neophron percnopterus*).

За постигането на тази цел си поставихме следните задачи:

- Маркиране и проследяване на възрастни и млади египетски лешояди със сателитни предаватели;
- Изследване на характеристиките на миграцията на вида: основни места с тесен фронт на миграция, миграционни коридори, места за зимуване, почивка и хранене;
- Анализ на смъртността на младите птици по време на миграция и изчисляване на вероятността за оцеляването им;
- Определяне на индивидуалния участък при млади и възрастни птици;
- Разработване на мерки за опазване на египетския лешояд на Балканския п - ов.

## Географски обхват на проучването

Проучването има широк географски обхват –от Балканите до Близкия Изток и Африка (Фиг.1).



Фиг. 1. Географски обхват на проучването.

## Материали и методи

### Миграция и места за зимуване

#### Маркиране и проследяване на възрастни и млади египетски лешояди със сателитни предаватели

С цел маркирането на младите птици със сателитните предаватели, същите са уловени и изведени от гнездото на около 65 дневна възраст, маркирани и върнати обратно. При всички птици са измервани тегло, дължина на опашката, дължина на черепа и на коста тарзометатарзус. След това на гърба на всяка една птица са прикрепени 45 грамове GPS сателитни предаватели (MICROWAVE TELEMETRY; [www.microwavetelemetry.com](http://www.microwavetelemetry.com)) с помощта на тефлонови презрамки в конфигурация раница (*backpack configuration*). Сателитният предавател и тефлоновите презрамки не превишават 3% от телесната маса на птиците, което означава и малка вероятност за повлияване на миграционното усилие и предизвикване на смъртност (KLAASSEN *et al.* 2014). Сателитните предаватели са настроени да записват точните географски координати на всяка птица през 2 часа между 04:00 и 22:00 часа. Данните от сателитните предаватели са записвани чрез сателитната система ARGOS и съхранявани в Movebank ([www.movebank.org](http://www.movebank.org)).

Всички възрастни птици са улавяни по 2 начина – птици намерени в безпомощно състояние, след което рехабилитирани, маркирани със сателитен предавател и освободени обратно в природата или птици уловени с помощта на капан.

### **Изследване върху характеристиките на миграцията на вида - основни места с тесен фронт на миграция, миграционни коридори, места за зимуване, почивка и хранене**

За определяне на местата с тесен фронт на миграция и очертаване на миграционните коридори, които използва вида при миграцията си от Балканите към Африка са използвани данните от сателитните предаватели на маркираните млади и възрастни птици.

За да характеризираме миграционната стратегия на младите и възрастни египетски лешояди изчислихме началото и края на миграция, миграционното разстояние и скоростта на миграция на база GPS координатите на всеки индивид.

Миграционното разстояние определяме като кумулативното разстояние между всички последователни локации на даден индивид по време на миграционния период. Скоростта на миграция е изчислена на база следната формула (ALERSTAM 2003):

$$V = M/D$$

където:

$V$  – Скорост на миграция

$M$  – Изминато разстояние

$D$  – Брой дни от миграцията

Периодът на зимуване е дефиниран като времето между края на първата есенна миграция и началото на пролетната миграция.

Направена е дескриптивна статистика за описание на характеристиките на миграцията. Беше използван параметричен t-тест за сравнение на скоростта на миграция между отделните индивиди по време на пролетната и есенната миграция, както и броят дни за миграция през пролетта и есента. Statistica for Windows, Release 7 (STATSOFT INC. 2004). За значими са считани резултати при  $p < 0,05$  [ $\alpha = 5\%$ ]

### **Анализ на смъртността на младите птици по време на миграция и определяне на вероятността за оцеляването им**

За да изчислим месечната и годишната вероятност за оцеляемост на маркираните със сателитни предаватели млади птици през първите 2 години от живота им, използваме “known-fate capture recapture methods”(MURRAY 2006). Приемаме че месечната оцеляемост до края на първата есенна миграция (до 3 месеца след напускането на гнездото, август - октомври) е с по-ниска стойност от оцеляемостта след това (MCINTYRE *et al.* 2006, DEMERDZHIEV *et al.* 2014, STOYCHEV *et al.* 2014) и включихме тази временна структура в моделите за оцеляване. Годишната оцеляемост е изчислена чрез умножаване на съответната оценка на месечната оцеляемост през първата и втората година от живота на птиците (POWELL 2007).

За да разберем факторите, които влияят върху смъртността на младите птици по време на миграция, първо класифицираме птиците като „успешни“ или „неуспешни“ мигранти в зависимост от това дали успешно птиците са мигрирали до местата за зимуване в Африка или са загинали по пътя. След това правим оценка на това дали вероятността за успешна миграция е свързана с произхода на птиците, датата на която

са напуснали гнездото, датата на която са поели по миграционния път, скоростта им на придвижване, морфометричните данни за птиците в момента на поставяне на предавателите, или променливи свързани с метеорологичните условия, за които е известно че повлияват старта на миграцията и миграционният маршрут при реещите се хищни птици (SHAMOUN-BARANES *et al.* 2006, DODGE *et al.* 2014, VANSTEELANT *et al.* 2014b)

### Индивидуален участък

За оценка на утилизационното разпространение на младите египетски лешояди в рамките на индивидуалният им участък използваме Kernel Density Estimate (Оценка на плътност на Кернел - kde) (WORTON 1989). При анализа е използван софтуерът ArcGIS 10.2 (ESRI 2014) и пакетът Geospatial Modelling Environment (GME) (BEYER 2012) в комбинация с R version 3.0.363.

Зимният индивидуален участък за всяка птица е изчислен като 100% минимален конвексен полигон (Minimal convex polygon 100%), за да може да бъде сравнен с предишни проучвания (MEYBURG *et al.* 2004). Също така 50% и 95% Индекс на Кернел за утилизация са изчислени за всяка птица за местата на зимуване с цел характеризиране на сърцевинната зона и индивидуалния участък (GARCÍA-RIPOLLÉS *et al.* 2010). Изчислихме индивидуалните зони на движение и индивидуалните участъци чрез R пакетът “adehabitatHR” използвайки ad hoc анализ, за да определим смутинг параметъра (CALENGE 2011)

За изчисляване на индивидуалния участък на всяка възрастна птица в местата за размножаване и местата за зимуване използваме контури на плътност с 95%, 90%, 70% и 50% на индивидуалния участък, като фиксирахме разделителната способност на утилизационно разпространение на 40 m.

Допълнително изчислихме утилизационното разпространение (kde) на всички възрастни птици на Балканите и в местата за зимуване в Африка, като използвахме контури на плътност с 95%, 90%, 70% и 50% на индивидуалния участък. При този анализ фиксираме разделителната способност на утилизационно разпространение на 100 m. Беше изчислен Minimum Convex Polygon (MCP) за всички птици с помощта на пакета Generate MCP (genmcp) на GME (Bayer 2012). Всички стойности са представени като средни (mean)  $\pm$  стандартно отклонение (standard deviation - sd).

За търсене на разлика в големината на индивидуалните участъци (при 50% и 95% утилизационно разпространение по Кернел) между отделните индивиди в местата за размножаване, а също и в местата за зимуване е използван  $\chi^2$  тест. За значими са считани резултати при  $p < 0,05$  [ $\alpha = 5\%$ ].

## Резултати и обсъждане

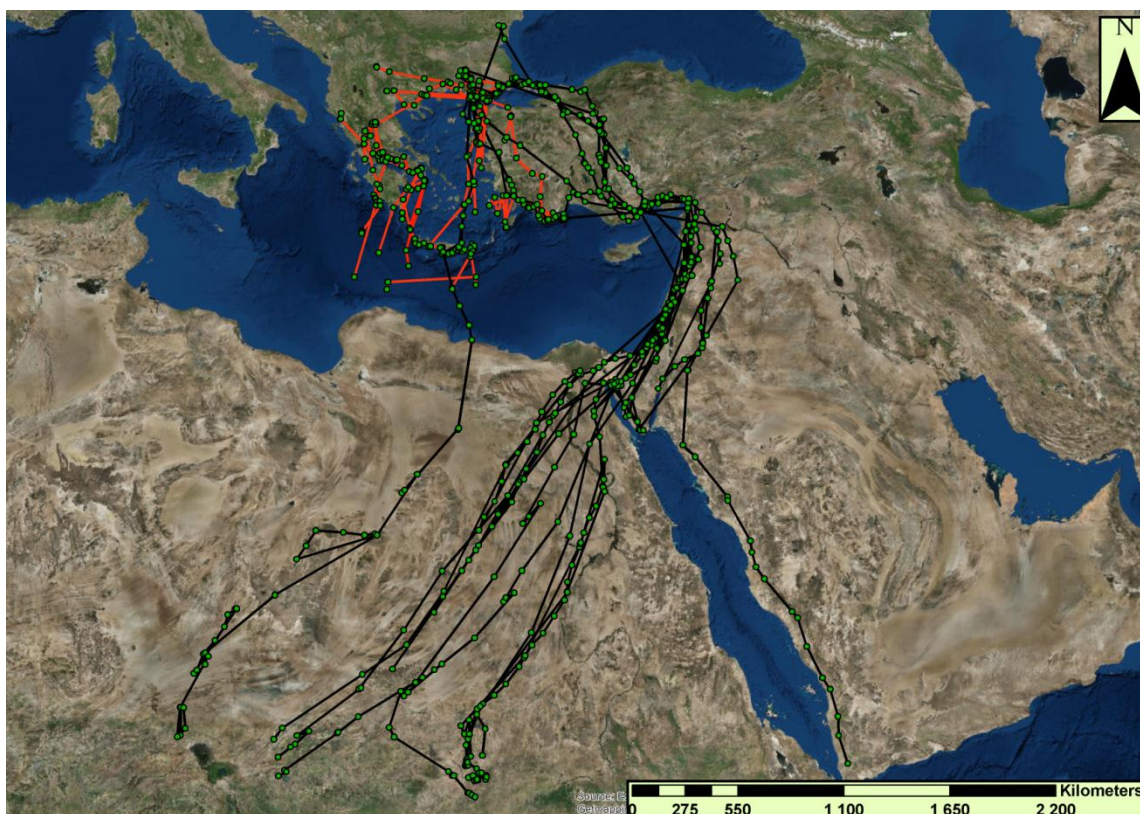
### Миграция и места за зимуване

#### Маркиране и проследяване на възрастни и млади египетски лешояди със сателитни предаватели

В периода 2010 – 2013 г. са маркирани със сателитни предаватели общо 19 млади птици от България (n=10), Гърция (n=6), БЮРМ (n=2), Албания (n=1). В периода 2012 – 2015 г. са маркирани със сателитни предаватели общо 5 възрастни птици от България (n=3), Гърция (n=1), Албания (n=1).

#### Изследване върху характеристиките на миграцията на вида: основни места с тесен фронт на миграция, миграционни коридори, места за зимуване, почивка и хранене

Всички успешно мигрирали млади египетски лешояди (n=9) следват източният Средиземноморски миграционен път, като само една птица пресече Средиземно море през островите в Егейско море. Всички останали 8 птици навлязоха в Турция през Босфора (n=5) или Дарданелите (n=3), преминавайки през Искендерун и следвайки класическият миграционен път по източното Средиземноморие.



Фиг. 2. Карта на есенната миграция и движения в местата за зимуване на 19 млади египетски лешояди от Балканите между 2010 – 2014. Червените линии показват неуспешно мигриралите, а черните линиии успешно мигриралите птици

Само една (12,5%) от 8 птици навлезе в Африка през Баб ел Мандеб, следвайки източното крайбрежие на Червено море, докато останалите 87,5% от птиците (n=7) навлязоха в Африка през Синайския полуостров (Суец) (фиг. 3). Общо 8 (89%) от младите птици успешно завършили първата си миграция зимуват в Сахелския пояс на Африка – Нигер (n=1), Чад (n=3), Судан (n=3), посещавайки и райони в Нигерия, Камерун, Етиопия. Само една птица (11%) зимува в Йемен, Арабския п-ов (n=1) (фиг. 2)



Фиг. 3. Карта на важните места с тесен фронт на миграция за младите птици.

Илюстрирани са общият брой преминавания през всяко идентифицирано място

Възрастните птици следват източният Средиземноморски миграционен път, използвайки Босфора и Дарданелите, районът на Саримазъ в Турция, след което миграционният коридор продължава по брега на източното Средиземноморие и се разделя на две – през Суец или по източния бряг на Червено море и след това през Баб ел Мандеб към Етиопия. От общо 26 миграционни пътувания на 5 възрастни птици в периода на проучване, 65% от преминаванията (n=17) от и към Африка са осъществени през Суец, а 35% (n=9) през Йемен и проливът Баб ел Мандеб. Идентифицирани са 2 основни места за зимуване на възрастните птици от Балканите – Чад и Етиопия.

## **Движение по време на миграция и през зимата на младите възрастни птици**

Птиците мигрирали успешно пристигат в местата за зимуване между 24 септември и 7 ноември. Средното разстояние изминато по време на миграция за всички млади птици е 5275 km, като преодоляването му отне средно 35 дни със средна миграционна скорост от 172 km/ден. Максималната поддържана скорост на полета е регистрирана при един от индивидите в рамките на 4 часов интервал на 18 септември, 2012 година в южна Турция и северна Сирия, развивайки средна скорост от 81 km/h, подпомогнат от попътен вятър (6.7 m/s). Най-дългото изминато разстояние за един ден е 632 km, регистрирано на 26 май 2014 г. при скитане на една от младите птици и прекосяването на северозападен Судан. Същата млада птица на 22-ри и 23-ти юни, 2014 г. измина разстоянието от 1128 km между Египет и Судан.

Анализирани са общо 26 миграции на 5 възрастни птици (11 през пролетта и 15 през есента). Птиците пристигат в местата за зимуване между 4 септември и 9 октомври, а в местата за размножаване между 17 март и 21 април. Средното разстояние изминато по време на миграция за всички възрастни птици е 5292 km, като преодоляването му отнема средно 23 дни със средна миграционна скорост от 240 km/ден (Таблица 2). Най-дългото изминато разстояние за един ден е 560 km, регистрирано на 24 септември 2017 г. между централен Египет и северен Судан. Същата възрастна птица изминава 494 km на следващият ден, което е и най-дългото изминато разстояние от възрастна птица за 2 дни – 1055 km. Възрастните египетски лешояди имат по-висока миграционна скорост през есента отколкото през пролетта ( $p < 0,005$ ,  $t = 4,568$ ), като закономерно есенната миграция отнема по-малък брой дни в сравнение с пролетната ( $p < 0,005$ ,  $t = -3,099$ ).

### **Места за почивка и хранене по пътя на миграция (Stopover sites)**

Възрастните птици мигрират по едни и същи миграционни пътища като не спират за почивка или хранене по пътя на миграция. При успешно мигриралите млади птици 4 (44%) не спираха за почивка и хранене, докато 5 (56%) от тях спряха. Всички 5 птици спряха да се хранят поне веднъж за средно  $7,6 \pm 3,29$  дни (min 3, max 12 дни) в 5 различни района – централна Турция, Ливан, Йордания, централен Египет и североизточен Чад. Синайският п-ов е сериозна географска бариера и 3 от младите птици прекараха съответно 6, 22 и 24 дни преди да намерят изход към местата за зимуване.

### **Анализ на смъртността на младите птици по време на миграция и изчисляване на вероятността за оцеляването им**

От общо 19 млади египетски лешояди от Балканите, които проследихме, един загина близо до територията, в която беше излюпен преди започване на есенната миграция, 9 (47%) загинаха по време на първата си миграция и 9 (47%) успешно завършиха своята първа миграция до Африка.

Годишната вероятност за оцеляване за египетския лешояд е много ниска през първата година от живота им и нарасна през втората. От общо 10 случая, в които

можехме да определим причината за смъртност с точност, само в 2 от тях тя се дължи на човека (отстрел в Африка), докато при останалите случаи причината за смъртност се дължи на естествени фактори.

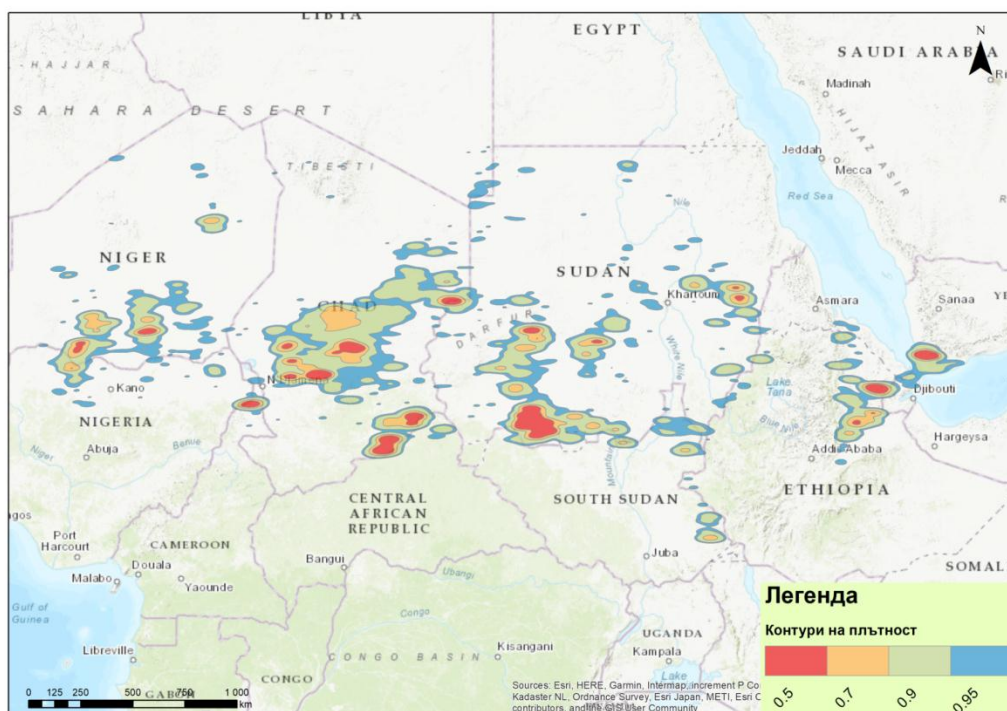
От общо 14 индивидуални и променливи на средата, използвани да предвидят дали младите птици успешно ще завършат първата си миграция, географската дължина свързана с произхода е с най-голяма тежест (вариация обяснена от „random forest model” = 97,8%). Всички млади птици маркирани в гнезда западно от 22° източна дължина загинаха по време на миграция, докато същата съдба имат само 3 от общо 12 птици маркирани на изток от 22-я меридиан

## Индивидуален участък

### Индивидуален участък на младите птици

Младите египетски лешояди остават в местата за зимуване минимум 1,5 години, като не правят опит за пролетна миграция след първият си зимен период в Африка. В този период зимните индивидуални участъци на движение са големи и включват множество центрове на активност, в които птиците остават по няколко седмици преди да се преместят в алтернативни такива. Средната сърцевинна зона при 50% утилизационно разпространение е 28000 km<sup>2</sup>, но варираше от < 5000 до >90000 km<sup>2</sup> сред всички индивиди. Зимните индивидуални участъци на движение (при 100% minimum convex polygon) варират в широки граници между отделните индивиди, като средната стойност е 310180 km<sup>2</sup>. Местата за зимуване се простират от югозападната част на Йемен до Нигерия със сърцевинни зони за зимуване в южен Чад и Судан.

Средната сърцевинната зона на всички млади птици (50% утилизационно разпространение по Кернел) е 2967,0 km<sup>2</sup> като варира между 13,6 km<sup>2</sup> и 19169,5 km<sup>2</sup>. Средният размер на индивидуалният участък на всички птици при 95% утилизационно разпространение по Кернел е 7219,4 km<sup>2</sup>, но също варира в широки граници (от 2,9 km<sup>2</sup> до 291689,5 km<sup>2</sup>) (фиг. 4).



Фиг. 4. Карта на утилизационно разпространение на 9 млади египетски лешояда, по време на зимуване

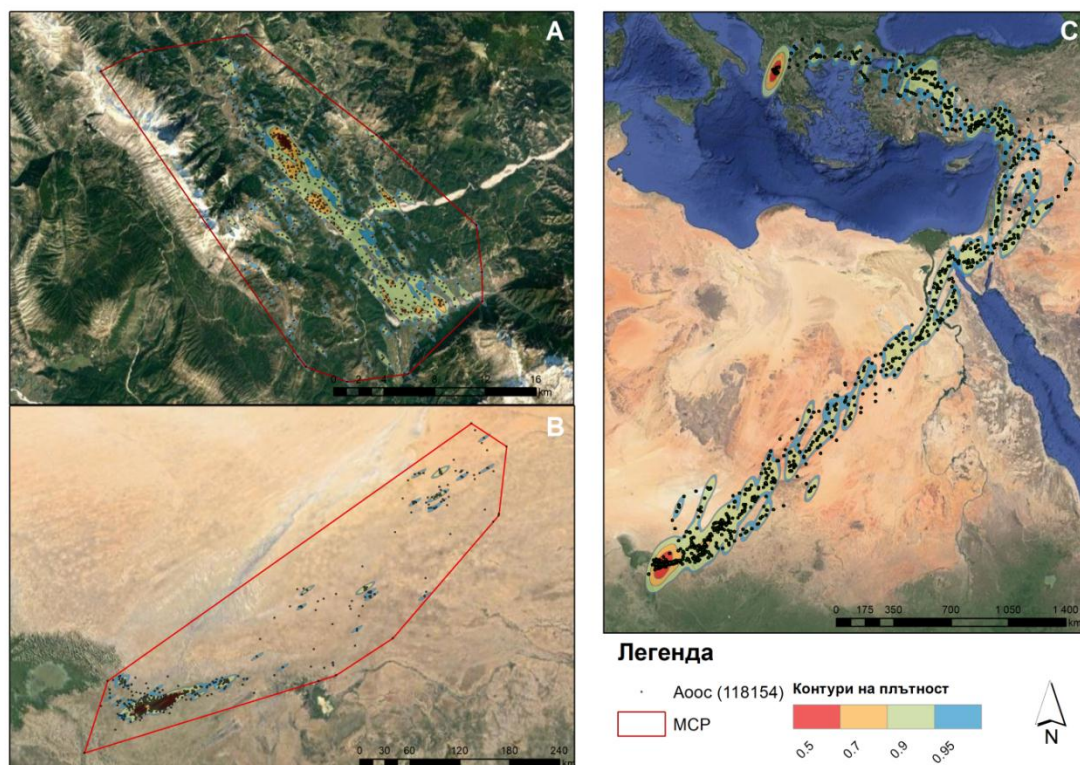
#### Индивидуален участък на възрастните птици

Сърцевинната зона (при 50% контури на плътност на Кернел) в местата за размножаване на възрастната птица Аоос е  $0,68 \text{ km}^2$ , индивидуалният участък е  $91,32 \text{ km}^2$  (при 95% контури на плътност на Кернел), а максималната територия на пребиваване  $444,32 \text{ km}^2$  (при 100% MCP) (фиг. 5).

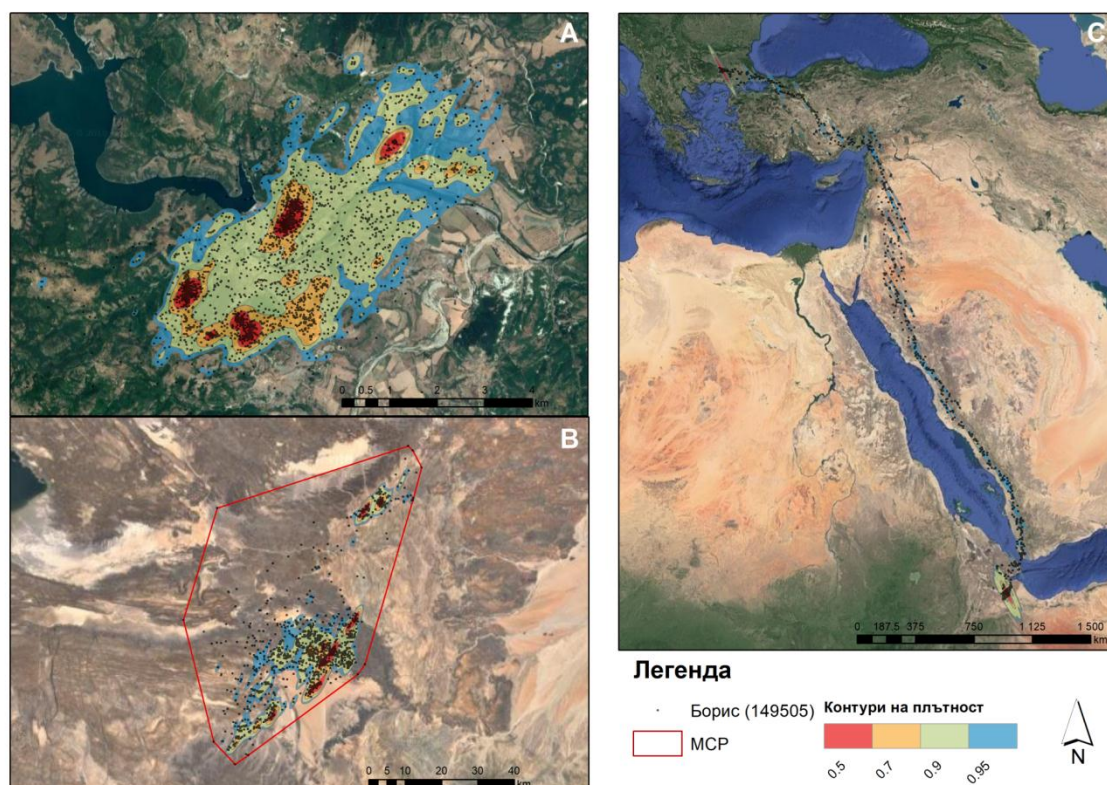
Сърцевинната зона (при 50% контури на плътност на Кернел) в местата за размножаване на възрастната птица Борис е  $1,11 \text{ km}^2$ , индивидуалният участък е  $24,02 \text{ km}^2$  (при 95% контури на плътност на Кернел), а максималната територия на пребиваване  $548,18 \text{ km}^2$  (при 100% MCP) (фиг. 6).

Сърцевинната зона (при 50% контури на плътност на Кернел) в местата за размножаване на възрастната птица Кастор е  $42,39 \text{ km}^2$ , индивидуалният участък е  $584,27 \text{ km}^2$  (при 95% контури на плътност на Кернел), а максималната територия на пребиваване  $2659,36 \text{ km}^2$  (при 100% MCP) (фиг. 7).

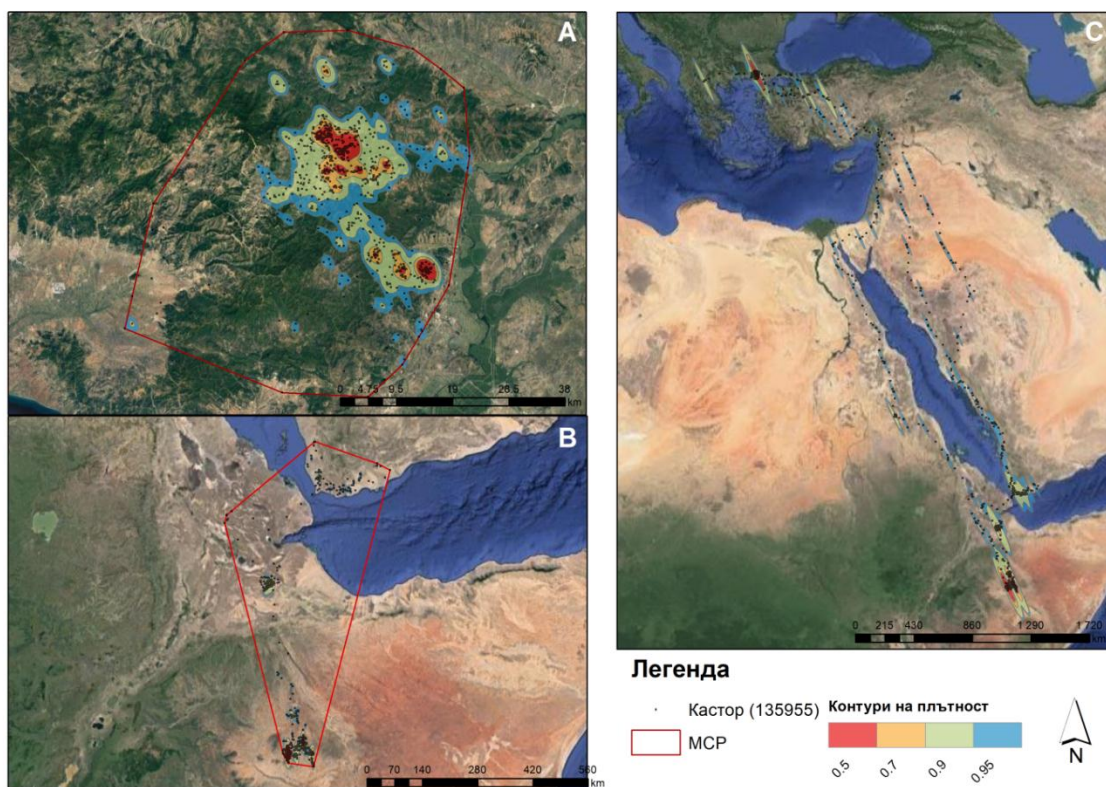
Сърцевинната зона (при 50% контури на плътност на Кернел) в местата за размножаване на възрастната птица Джени е  $34,12 \text{ km}^2$ , индивидуалният участък е  $520,40 \text{ km}^2$  (при 95% контури на плътност на Кернел), а максималната територия на пребиваване  $6367,55 \text{ km}^2$  (при 100% MCP) (фиг. 8).



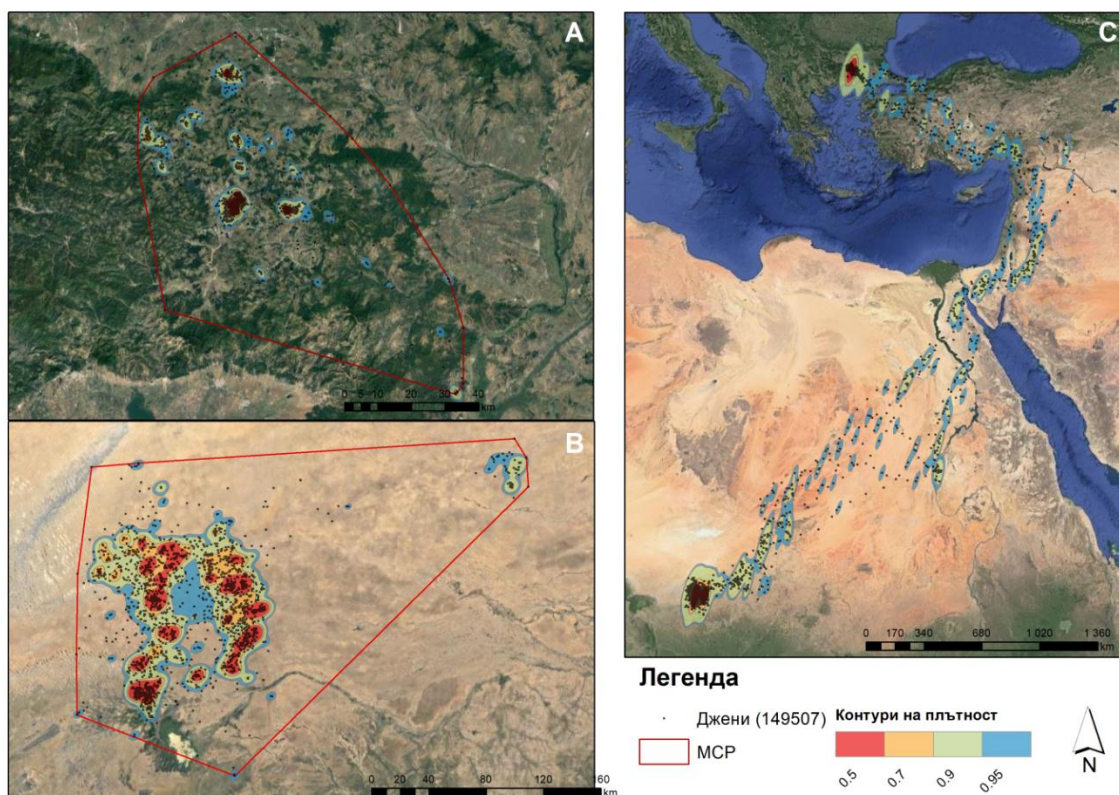
Фиг. 5. Карта на сърцевинната зона, индивидуалния участък и максимална територия на пребиваване по време на размножаване (А), зимуване (В), миграция (С)



Фиг. 6. Карта на сърцевинната зона, индивидуалния участък и максимална територия на пребиваване по време на размножаване (А), зимуване (В), миграция (С)

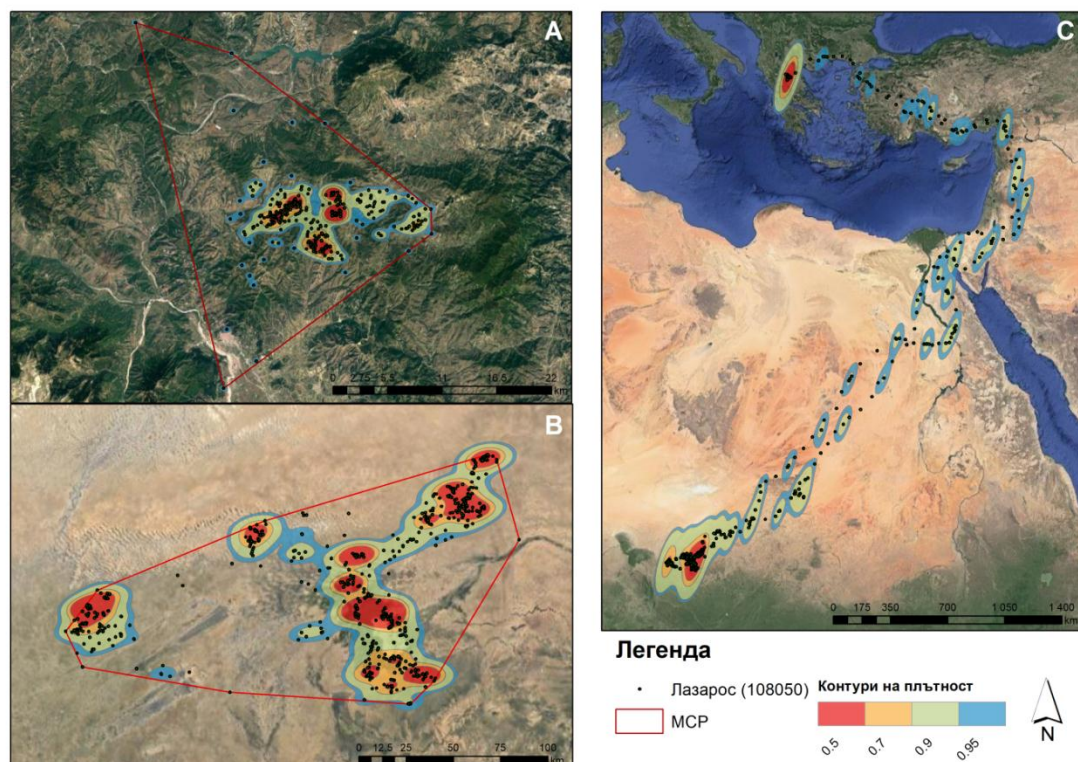


Фиг. 7. Карта на сърцевинната зона, индивидуалния участък и максимална територия на пребиваване по време на размножаване (А), зимуване(В), миграция(С)



Фиг. 8. Карта на сърцевинната зона, индивидуалния участък и максимална територия на пребиваване по време на размножаване (А), зимуване (В), миграция (С)

Сърцевинната зона (при 50% контури на плътност на Кернел) в местата за размножаване на възрастната птица Лазарос е  $11,08 \text{ km}^2$ , индивидуалният участък е  $102,54 \text{ km}^2$  (при 95% контури на плътност на Кернел), а максималната територия на пребиваване  $537,20 \text{ km}^2$  (при 100% МСР)(фиг.9).



Фиг. 9. Карта на сърцевинната зона, индивидуалния участък и максимална територия на пребиваване по време на размножаване (А), зимуване (В), миграция (С)

В местата за зимуване средният размер на сърцевинната зона (50% контури на плътност) на възрастните египетски лешояди е  $988,07 \pm 912,74 \text{ km}^2$ , като най-малката по размер е  $47,97 \text{ km}^2$ , а най-голямата  $2114,5 \text{ km}^2$ . От друга страна средният размер на индивидуалният участък (при 95% контури на плътност на Кернел) беше  $6659,55 \text{ km}^2$  (min  $659,91 \text{ km}^2$ , max  $11115,7 \text{ km}^2$ ).

Открита е статистически значима разлика в размера на индивидуалния участък (при 95% UD) на отделните възрастните птици между местата за размножаване и местата за зимуване ( $p < 0,05$ ). Не е установена разлика в размера на сърцевинната зона на индивидуално ниво между зимуване и размножаване.

## Мерки за опазване на египетския лешояд на Балканския п-ов

### Установени заплахи за вида в местата за размножаване, по миграционният път и в местата за зимуване

За младите птици, основната заплаха е свързана с намаляващата популация на вида и произхождащата от това погрешна навигация към местата за зимуване (Глава I, т. 1.1. от Резултати). Извън естествените причини за смъртност, за младите птици преодолели първата миграция и достигнали успешно Африка (n=9) основната причина за смъртност през следващите 6 години е отстрелът по 2 основни подбуди – суеверия и хранаване на фетиш пазарите в Нигерия (n=3). За по-голямата част от загиналите в Африка птици (n=5) в периода 2012 – 2018 г. не са идентифицирани причините за смъртност.

Най-сериозната заплаха регистрирана за възрастните птици е незаконното използване на отровни примамки, което бе причината за смъртност при една от възрастните птици. Друга възрастна птица загина в местата за зимуване в Етиопия през 2015 година, като причините не са установени.

### Предприети необходими мерки за опазване на египетския лешояд

Най-голямата инициатива за опазването на вида на Балканите и по миграционният му път е стартирането на LIFE проекта „Нова надежда за египетския лешояд“, чиято основна цел е подсилване на източната популация на египетския лешояд чрез прилагането на спешни мерки срещу елиминирването на главните заплахи в местата за размножаване, миграционният път и местата за зимуване. Целите на проекта са в съгласие с плана за действие за опазване на източната популация на египетския лешояд (NIKOLOV *et al.* 2016), целящ опазването на балканската и централно азиатската популация на вида. Този план има 3 основни цели:

1. Да намали смъртността при възрастните птици чрез:

- намаляване на загубата на възрастни птици заради умишлено или случайно отравяне, сблъсък с електропреносната мрежа в местата за гнездене;
- осигуряването на безопасна и достъпна за вида храна в местата за гнездене;
- овладяване на заплахите - намаляване на загубата на възрастни птици заради отравяне, сблъсък с електропреносната мрежа по миграционният път и местата за зимуване

2. Подсилване на размножаващата се на Балканите популация чрез разгръщане на рестокинг програма с цел възстановяването на вида

3. Повишаване на осведомеността за нуждата от опазване на египетския лешояд и ангажиране на различни групи от хора

## **Изводи**

1. Най-важните места за зимуване на балканската популация на египетския лешояд са страните от Сахелския пояс – Чад, Судан и Етиопия.
2. Главният миграционен коридор на вида минава по източното Средиземноморие, след което се разделя на 2 подкоридора – през полуостров Суец и към Арабския полуостров.
3. Най-важните места с тесен фронт на миграция за балканската популация на египетския лешояд са – Саримазъ, Турция и Суец, Египет.
4. Централна Турция е ключово място за възрастните птици от балканската популация на вида.
5. Липсва разлика в средните разстояния на възрастните и младите птици в рамките на миграционния път - средно за младите птици (5275 km) и средно за възрастните (5292 km).
6. Египетският лешояд мигриращ от Балканите към Африка има значително по-дълъг и сложен миграционен път в сравнение с останалите популации на вида.
7. Мнозинството от младите птици спират по време на миграция за почивка и хранене поне веднъж средно  $7,6 \pm 3,29$  дни.
8. Годишната вероятност за оцеляване за младите египетски лешояди от Балканите е много ниска през първата година от живота им и нараства през втората.
9. Географската дължина свързана с произхода има най-голяма тежест при предвиждане на това дали младите птици от Балканите успешно ще завършат първата си миграция.
10. Младите птици имат значително по-голям среден размер на сърцевинната зона в местата за зимуване ( $28000 \text{ km}^2$ ) за разлика от възрастните птици ( $988,07 \text{ km}^2$ ).
11. Сърцевинната зона в местата за размножаване е значително по-малка ( $17,88 \text{ km}^2$ ) от тази в местата за зимуване ( $988,07 \text{ km}^2$ ).

## **Приноси**

### **1. Оригинални приноси**

- 1.1. Разкрита е най-значимата причина за смъртност при младите египетски лешояди по време на първата им есенна миграция.
- 1.2. Идентифицирани са основните миграционни коридори, места с тесен фронт на миграция и места за почивка и хранене по миграционния път за балканската популация на египетския лешояд.
- 1.3. Определени са местата за зимуване на вида.
- 1.4. Изчислена е големината на индивидуалният участък на младите птици в местата за зимуване и на възрастните птици, както в местата за зимуване, така и в местата за размножаване на балканската популация на вида.

## **2. Потвърдителни приноси**

- 2.1. Изчислена е вероятността за оцеляване на младите птици по време на миграция.
- 2.2. Изяснени са аспекти от миграционната фенология на вида на Балканите.
- 2.3. Сателитният предавател на една от птиците помогна за разкриването на един от нелегалните канали на пренос на убити египетски лешояди и други видове мършоядни птици за нуждите на така наречените фетиш пазари в Нигерия.

## **3. Приноси с научно-приложен характер**

- 3.1. Идентифицирани са някои от основните заплахи за египетския лешояд в местата за размножаване, по миграционния път и в местата за зимуване.
- 3.2. Разкрити са причините за смъртност при някои от загиналите птици.
- 3.3. Начертани са препоръки за бъдещото опазване на вида.

## Публикации по темата на дисертационния труд

- Evan R. Buechley, Oppel, S., Beatty, W.S., Nikolov, S.C., **Dobrev, V.**, Arkumarev, V., Saravia, V., Bougain, C., Bounas, A., Kret, E., Skartsi, T., Cagan H. Sekercioglu 2018. Identifying critical migratory bottlenecks and high-use areas for an endangered migratory soaring bird across three continents. *Journal of Avian Biology*: in press.
- Dobrev, V.** 2017. First records of Egyptian Vultures *Neophron percnopterus* from Bulgaria occurring in Serbia. *Ciconia* 24/25.
- Oppel, S., **Dobrev, V.**, Arkumarev, V., Saravia, V., Bounas, A., Kret, E., Veleviski, M., Stoychev, S., Nikolov, SC 2015. High juvenile mortality during migration in a declining population of a long-distance migratory raptor. *Ibis* 157:545-557.
- Arkumarev, V., **Dobrev, V.**, Abebe, Y.D., Popgeorgiev, G. & Nikolov, S.C. 2014. Congregations of wintering Egyptian vultures *Neophron percnopterus* in Afar, Ethiopia: present status and implications for conservation. *Ostrich*, 85(2): 139 – 145.

## Използвана литература в автореферата

- ALARCON, A. E. & S. A. LAMBERTUCCI. 2018. A three-decade review of telemetry studies on vultures and condors. *Movement ecology*. 6:13. <https://doi.org/10.1186/s40462-018-0133-5>
- ALERSTAM, T., HEDENSTRÖM A., ÅKESSON, S. 2003. Long-distance migration: evolution and determinants. *Oikos*. 103: 247–260.
- ANGELOV, I., YOTSOVA, C., SARRAUF, M. & MCGRADY, M. 2013a. Large increase of the Egyptian vulture *Neophron percnopterus* population on Masirah island, Oman. *Sandgrouse*. 35: 140–152.
- ARKUMAREV, V., DOBREV, V., STOYCHEV, S., DOBREV, D., DEMERDZHIEV, D. & NIKOLOV, S.C. 2018. Breeding performance and population trend of the Egyptian Vulture *Neophron percnopterus* in Bulgaria: conservation implications. *Ornis Fennica*.
- BEYER, H. L. 2012. *Geospatial Modelling Environment*, Version 0.7.2. RC2. 152 pp.
- BILDSTEIN, K. 2006. *Migrating raptors of the world: their ecology and conservation*. Comstock Publishing Associates.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL. 2017. Species factsheet: *Neophron percnopterus*. Downloaded from: <http://www.birdlife.org> on 11/09/2018.
- BUECHLEY, E., MCGRADY, M. J., COBAN, E. & ŞEKERCIOĞLU, C.S. 2018a. Satellite tracking a wide-ranging endangered vulture species to target conservation actions in the Middle East and East Africa. *Biodiversity Conservation*. <https://doi.org/10.1007/s10531-018-1538-6>
- CALENGE, C. 2011. Home Range Estimation in R: The adehabitatHR Package. R package version 0.4.4. The Comprehensive R Archive Network, [project.org/web/packages/adehabitatHR/index.html](http://project.org/web/packages/adehabitatHR/index.html)
- CAMERON, R. A. D., CORNWALLIS, L., PERCIVAL, M. J. L. & SINCLAIR, A. R. E. 1967. The migration of raptors and storks through the Near East in autumn. *Ibis*. 109: 489–501.

- CECCOLINI G., CENERINI, A. & AEBISCHER, A. 2009. Migration and wintering of released Italian Egyptian Vultures *Neophron percnopterus*. First results. – Avocetta, 33: 71–74.
- CORSO, A. 2001. Raptor migration across the Strait of Messina, southern Italy. British Birds. 94: 196–202
- DEMERDZHIEV, D., STOYCHEV, S., DOBREV, D., SPASOV, S. & OPPEL, S. 2014. Studying the demographic drivers of an increasing Imperial Eagle population to inform conservation management. Biodiversity Conservation 24: 1–13.
- DODGE, S., BOHRER, G., BILDSTEIN, K., DAVIDSON, S. C., WEINZIERL, R., BECHARD, M. J., BARBER, D., KAYS, R., BRANDES, D., HAN, J. & WIKELSKI, M. 2014. Environmental drivers of variability in the movement ecology of turkey vultures (*Cathartes aura*) in North and South America. Philosophical Transactions of the Royal Society of London B Biological Sciences. 369: 20130195.
- DONÁZAR, J.A., NEGRO, J.J., PALACIOS, C.J., GANGOSO, L., GODOY, J.A., CEBALLOS, O., HIRALDO, F. & CAPOTE, N. 2002. Description of a new subspecies of the Egyptian vulture (Accipitridae: *Neophron percnopterus*) from the Canary Islands. Journal of Raptor Research. 36: 17–23.
- DONÁZAR, J. A., PALACIOS, C. J., GANGOSO, L., CEBALLOS, O., GONZALEZ, M. J. & HIRALDO, F. 2007. Conservation status and limiting factors in the endangered population of Egyptian vulture (*Neophron percnopterus*) in the Canary Islands. Biological Conservation. 107(1): 89–97.
- EVANS, P. & LATHBURY, G. 1973. Raptor migration across the Straits of Gibraltar. Ibis 115: 572–585
- FERGUSON-LEES, J., CHRISTIE, D. A., FRANKLIN, K., MEAD, D. & BURTON, P. 2001. Raptors of the World. Houghton Mifflin Company, Boston.
- FORSMAN, D. 2003. The Raptors of Europe and the Middle East – a Handbook of Field Identification. 2nd edition. Christopher Helm, London.
- GALLAGHER, M. 1989. Vultures in Oman, eastern Arabia. Vulture news. 22: 4–11.
- GARCÍA-RIPOLLÉS C., L. PASCUAL & V. URIOS. 2010. First description of migration and wintering of adult Egyptian Vultures *Neophron percnopterus* tracked by GPS satellite telemetry. British Trust for Ornithology, – Bird Study. 57: 261–265.
- GRANDE, J. M. 2006. Natural and human induced constraints on the population dynamics of long-lived species: the case of the Egyptian Vulture (*Neophron percnopterus*) in the Ebro Valley.—PhD thesis. University of Seville, Spain. (In Spanish with English summary).
- IÑIGO, A., BAROV, B., ORHUN, C. & GALLO-ORSI, U. 2008. Action plan for the Egyptian Vulture *Neophron percnopterus* in the European Union. BirdLife International & European Commission, Brussels.
- KERLINGER, P. 1989. Flight strategies of migrating hawks. Chicago. University Press.
- KLAASSEN, R.H.G., HAKE, M., STRANDBERG, R., KOKS, B.J., TRIERWEILER, C., EXO, K.-M., BAIRLEIN, F. & ALERSTAM, T. 2014. When and where does mortality occur in migratory birds? Direct evidence from long-term satellite tracking of raptors. Journal of Animal Ecology 83: 176–184.

- LUCIA, G., AGOSTINI, N., PANNUCIO, M., MELLONE, U., CHIATANTE, G., TARINI, D. & EVANGELIDIS, A. 2011. Raptor migration at Antikythira, in southern Greece. *British Birds* 104. Short paper: 266–270.
- LÓPEZ-LÓPEZ P., LIMINANA R., MELLONE U. & URIOS V. 2010. From the Mediterranean Sea to Madagascar. Are there ecological barriers for the long-distance migrant Eleonora's falcon? *Landscape Ecology*. 25: 803–813.
- LÓPEZ-LÓPEZ, P., GARCIA-RIPOLLES, C. & URIOS, V. 2014a. Food predictability determines space use of endangered vultures: implications for management of supplementary feeding. *Ecological Applications*. 24:938–949. <https://doi.org/10.1890/13-2000.1>.
- LÓPEZ-LÓPEZ, P., GARCÍA-RIPOLLÉS, C. & URIOS, V. 2014b. Individual repeatability in timing and spatial flexibility of migration routes of trans-Saharan migratory raptors. *Current Zoology*. 60: 642–652.
- MCINTYRE, C. L., COLLOPY, M. W. & LINDBERG, M. S. 2006. Survival probability and mortality of migratory juvenile Golden Eagles from interior Alaska. *The Journal of Wildlife Management*. 70: 717–722.
- MANDEL, J. T., BILDSTEIN, K. L., BOHRER, G. & WINKLER, D. W. 2008. Movement ecology of migration in turkey vultures. – *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America*. 105: 19102–19107.
- MATEO-TOMAS, P., OLEA, P. P. & FOMBELLIDA, I. 2010. Status of the Endangered Egyptian Vulture *Neophron percnopterus* in the Cantabrian Mountains, Spain, and assessment of threats. *Oryx*. 44: 434–440.
- MELLONE, U. 2013. Movement ecology of long-distance migrants: insights from the Eleonora's falcon and other raptors. PhD thesis, University of Alicante.
- MELLONE, U., KLAASSEN, R., GARCÍA-RIPOLLÉS, C., LIMINANA, R., LOPEZ-LOPEZ, P., PAVON, D., URIOS, V., VARDAKIS, M. & ALERSTAM, T. 2012. Interspecific Comparison of the Performance of Soaring Migrants in Relation to Morphology, Meteorological Conditions and Migration Strategies. *PloSOne*. Volume 7. Issue 7: 1–11.
- MEYBURG, B-U, SCHELLER, W., MEYBURG, C. 1995a. Zug und Überwinterung des Schreiadlers *Aquila pomarina*: Satellitentelemetrische Untersuchungen. *Journal of Ornithology*. 136: 401–422.
- MEYBURG, B-U, MENDELSON, J. M., ELLIS, D. H., SMITH, D. G., MEYBURG, C. & KEMP, A. C. 1995b. Year-round movements of a Wahlberg's eagle *Aquila wahlbergi* tracked by satellite, *Ostrich*. 66:135–140.
- MEYBURG, B. U., GALLARDO, M., MEYBURG, C. & DIMITROVA, E. 2004a. Migrations and sojourn in Africa of Egyptian vultures (*Neophron percnopterus*) tracked by satellite. *Journal of Ornithology*. 145: 273–280.
- MURRAY, D. L. 2006. On improving telemetry-based survival estimation. *The Journal of Wildlife Management*. 70: 1530–1543.
- NEWTON, I. 2008. The migration ecology of birds. Elsevier Academic press. First edition, London. 985pp.
- NIKOLOV, S. C., BAROV, B., BOWDEN, C. & WILLIAMS, N. P. (Eds.). 2016. Flyway Action Plan for the Conservation of the Balkan and Central Asian Populations of the

- Egyptian Vulture *Neophron percnopterus* (EVFAP). BSPB Conservation Series No. 32, Sofia, CMS Raptors MoU Technical Publication No. 4, Abu Dhabi. 124 p.
- OGADA, D., SHAW, P., BEYERS, R. L., BUIJ, R., MURN, C., THIOLLAY, J. M., BEALE, C. M., HOLDO, R. M., POMEROY, D., BAKER, N., KRÜGER, S. C., BOTHA, A., VIRANI, M. Z., MONADJEM, A. & SINCLAIR, A. R. E. 2016. Another Continental Vulture Crisis: Africa's Vultures Collapsing toward Extinction. *Conservation Letters* 9: 89–97.
- PORTER, R. & SULEIMAN, A. S. 2012. The Egyptian Vulture *Neophron percnopterus* on Socotra, Yemen: population, ecology, conservation and ethno-ornithology. *Sandgrouse*. 34: 44–62.
- POWELL, L.A. 2000. Animal Home Ranges and Territories and Home Range Estimators. In: Boitani, L. & Fuller, T. 2000. *Research techniques in Animal Ecology*. Columbia University press, 476 p.
- POWELL, L. A. 2007. Approximating variance of demographic parameters using the delta method: a reference for avian biologists. *Condor* 109: 949–954.
- SANDERSON, F. J., DONALD, P. F., PAIN, D. J., BURFIELD, I. J. & VAN BOMMEL, F. P. J. 2006. Long-term population declines in Afro - Palearctic migrant birds. *Biology Conservation*. 131: 93–105.
- SARAVIA, V., KRET, E., DOBREV, V., NIKOLOV S. C. 2016. Assessment of mortality causes for the Egyptian Vulture (*Neophron percnopterus*) in Bulgaria and Greece (1997–2015) — Fact sheet under action A1 of the LIFE+ project “The Return of the Neophron” (LIFE10NAT/BG/000152). HOS, Athens. 6 pp.
- SHAMOUN-BARANES, J., VAN LOON, E., ALON, D., ALPERT, P., YOM-TOV, Y. & LESHEM, Y. 2006. Is there a connection between weather at departure sites, onset of migration and timing of soaring-bird autumn migration in Israel? *Global Ecology and Biogeography*. 15: 541–552.
- STAMPS, J. 1995. Motor learning and the value of familiar space. *American Naturalist* 146: 41–58.
- STATSOFT INC. 2004. STATISTICA (data analysis software system), version 7. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).
- STOYCHEV, S., DEMERDZHIEV, D., SPASOV, S., MEYBURG, B.-U. & DOBREV, D. 2014. Survival rate and mortality of juvenile and immature Eastern Imperial eagles from Bulgaria studied by satellite telemetry. *Slovak Raptor Journal* 8: 53–60.
- THIOLLAY, J. M. 2006. Severe decline of large birds in the northern Sahel of West Africa: a long-term assessment. *Bird Conservation International*. 16: 353–365.
- THIOLLAY, J. M. 2007 Raptor population decline in West Africa. *Ostrich*. 78: 405–413.
- VANSTEELANT, W., VERHELST, B., SHAMOUN-BARANES, J., BOUTEN, W., VAN LOON, E. E. & BILDSTEIN, K. L. 2014a. Effect of wind, thermal convection, and variation in flight strategies on the daily rhythm and flight paths of migrating raptors at Georgia's Black Sea coast. *Journal of Field Ornithology* 85: 40–55.
- VANSTEELANT, W., BOUTEN, W., KLAASSEN, R., KOKS, B., SCHLAICH, A., VAN DIERMEN, J., VAN LOON, J. & SHAMOUN BARANES, J. 2014b. Regional and seasonal flight speeds of soaring migrants and the role of weather conditions at hourly and daily scales. *Journal of Avian Biology* 45: 001–015, 2014, doi: 10.1111/jav.00457.

- VELEVSKI, M., GRUBA, B., TOMOVIC, L. 2014: Population Viability Analyses of the Egyptian Vulture *Neophron percnopterus* in Macedonia and Implications for Its Conservation. – Acta Zoologica Bulgarica. 66(1): 43–58.
- WORTON, B. J. 1989. A review of models of home range for animal movement. Ecological Modelling 38 (3):277–298.

## Благодарности

Изказвам искрени благодарности на колегите от катедра „Екология и опазване на околната среда“ за гласуваното доверие и предоставената ми възможност за разработване на настоящата тема.

Благодаря на проф. д-р Велчева за подкрепата, доверието и напътствията по време на моята работа.

Изказвам моите най-дълбоки и сърдечни благодарности специално на моят научен ръководител доц. д.б.н. Дилиан Георгиев за неограничаваната подкрепа и безкрайно търпение, за напътствията и помощта при реализирането на дисертационния труд.

Изказвам огромни благодарности на доц. д-р Георги Попгеоргиев, мой учител, за подкрепата, безценните съвети и помощта през изминалите години.

Изказвам специална благодарност на д-р Димитър Демерджиев за съветите и напътствията при реализирането на дисертационния труд, и за всички съвети и дискусии, които сме водили за екологията и биологията на хищните птици.

Специални благодарности на Димитър Плачийски за безценната помощ и съдействие, за подкрепата при реализирането на всички проекти, в които съм участвал.

Благодаря на моят проектен ръководител д-р Стоян Николов за доверието и подкрепата при реализирането на дисертацията.

Изказвам най-сърдечни благодарности и на моите приятели: Ивайло Ангелов, Волен Аркумарев, Добромир Добрев, Георги Герджиков, Десислава Костадинова, Емил Йорданов, Здравка Тасева, Йорданка Горанова, Клементин Богейн, Николай Терзиев, Петра Мухич, Полина Христова, Стоян Иванов, Стойчо Стойчев и Христо Христов за тяхната подкрепа, приятелство и вдъхновение. Без разбирането и тяхната помощ моите усилия биха били напразни.

Големи благодарности и на моето семейство за проявеното разбиране, лишения и търпение през всички тези години.

Благодаря и на целия екип на Българско дружество защита на птиците (БДЗП)/Birdlife Bulgaria, както и на LIFE проект „Спешни мерки за опазване на египетския лешояд в България и Гърция“ (LIFE10 NAT/BG/00152), в рамките на който беше проведено цялостно проучване върху египетския лешояд и без чиято финансова рамка проучването не би било възможно. Благодаря на екипите на Гръцкото орнитологично дружество, WWF Гърция, MES Македония и PPNEA Албания за теренната помощ при реализиране на сателитното проучване, в частност на Виктория Саравия, Димитрис Вавилис, Тасос Бунас, Харитакис Папайонау, Василис Сидерис, Теодора Скартци, Елзбиета Крет, Джанис Хондрос, Антонис Вройкос, Ангелос Евангелидис, Мирян Топи, Златко Ангелевски, д-р Методя Велевски. Изказвам безкрайни благодарности на моите партньори при хващането на възрастните птици в България Емил Йорданов, Джени Уестън, Иън Уестън. Никога няма да забравя юлското лято на 2015 и

безкрайните дни. Благодаря още на Димитър Градинаров, Наташа Питърс, Клементин Богейн, Майк Макгрейди, Сание Мюмюн. Благодаря на Светослав Спасов, Волен Аркумарев и Добромир Добрев за помощта и съдействието при поставянето на предаватели на младите птици.

Изказвам своите сърдечни и специални благодарности на всички онези, помогнали за осъществяването на настоящия труд и които съм пропуснал да изброя.

# MIGRATION OF THE EGYPTIAN VULTURE (*NEOPHRON PERCNOPTERUS* LINNAEUS, 1758)

## SUMMARY

The phenomenon of bird migration has long fascinated its human observers, who have been continually impressed by the sheer scale and regularity of the movements (NEWTON 2008). Migration is “a strategy to maximise fitness in a seasonal environment” (ALERSTAM *et al.* 2003), e.g. regular and seasonal movements between breeding and wintering grounds, occurring roughly during the same period each year (MELLONE 2013). Populations of many migratory species are decreasing (SANDERSON *et al.* 2006). Hence, studies on the migration ecology of birds by the means of modern day satellite tracking would greatly benefit the conservation of species (MELLONE 2013). Study on the migration ecology of the Egyptian vulture is one of the milestones to understand species' biology and ecology and to identify threats in the breeding grounds, along the flyway and in the wintering grounds. Especially in the context of the vanishing population of the species in the Balkans.

The recent study was conducted in the Balkan range of the species between 2010 and 2018. We equipped juvenile (n=19) and adult (n=5) birds with solar-powered 45-g GPS satellite transmitters (Microwave Telemetry; [www.microwavetelemetry.com](http://www.microwavetelemetry.com)) in order to understand their flyway, bottlenecks, migration phenology, mortality during migration and their home ranges. All successful juvenile migrants (n=9) followed the Eastern mediterranean flyway, and only one bird successfully crossed the Mediterranean. Sarimazi in Turkey and Suez are the most important bottlenecks for the juveniles from the Balkans (8 and 7 birds respectively passed through). Juveniles winter in a wide range across the Sahel – from Niger to Ethiopia, and even Yemen. Adult birds follow the Eastern mediterranean flyway too. They enter Africa through two main bottlenecks –Suez and Bab el Mandeb (17 crossings vs 9). The main wintering areas where adults settle are in Chad and Ethiopia. Adult birds follow conservative migratory routes across years.

Juveniles that migrated successfully arrived in wintering regions between 24 September and 7 November. The average distance travelled on migration was 5275 km, and migration took on average 35 days with a mean migration speed of 172 km/day. The maximum sustained flight speed of any bird occurred during a 4-h interval on 18 September 2012 in southern Turkey and northern Syria, when one vulture flew with an average speed of 81 km/h assisted by tailwind (6,7 m/s). The longest distance travelled by a bird in a single day was 632 km on 26 May 2014 crossing northern Sudan.

Adults arrived in wintering regions between 4 September and 9 October. The average distance travelled on migration was 5292 km, and migration took on average 23 days with a mean migration speed of 240 km/day. The longest distance travelled by a bird in a single day was 560 km on 24 September 2017 between central Egypt and northern Sudan. Adult Egyptian vultures migrate faster in the Autumn than in the spring ( $p<0,005$ ,  $t=4,568$ ), and the autumn migration is respectively shorter compared to the spring migration ( $p<0,005$ ,  $t=-3,099$ ). Adult birds don't stop at stopover sites during migration. They follow narrow migratory corridors and routes across years. About 56% of the juveniles used stopover sites during their first autumn migration. The mean time for a stop is  $7,6 \pm 3,29$  days. Furthermore,

geographical barriers such as Sinai peninsula become traps for some of the juveniles, some of which spent up to 24 days to find a way out.

Only 9 juveniles survived during their first migration. Nine birds perished either at sea after unsuccessful attempts to cross the Mediterranean ( $n = 7$ ) or on islands in the Mediterranean ( $n = 2$ ). We did not record any mortality on migration across the Sahara desert. The average monthly survival probability over the first 3 months (August–October, autumn migration) was lower than after the first autumn migration had been completed. Of 14 individual and environmental variables used to predict whether juvenile birds successfully completed their first migration, the longitude of origin was the most influential (variance explained by random forest model = 97,8%). All juveniles tagged in nests west of 22°E died on migration, whereas only three of 12 birds from further east suffered the same fate.

Juvenile Egyptian Vultures remained in wintering regions for at least 1.5 years and did not attempt spring migration in the year after their first arrival in Africa. During this time, winter movement ranges were large and included multiple centres of activity, in which birds remained for several weeks before exploring alternative areas. The average core 50% utilization distribution was 28 000 km<sup>2</sup>, but ranged from < 5000 to > 90 000 km<sup>2</sup> among individuals. Winter movement ranges (100% minimum convex polygon) were more than an order of magnitude larger (> 310 000 km<sup>2</sup>), with similarly large variation among individuals.

The mean size of the core area of the adults in the breeding grounds (50% KDE) was 17,88 km<sup>2</sup> (ranging from 0,68 km<sup>2</sup> to 42,39 km<sup>2</sup> between individuals. The mean home range size (95% KDE) was 264,51 km<sup>2</sup> (min 24,02 km<sup>2</sup> , max 584,27 km<sup>2</sup> ). The mean size of the core area of the adults in the wintering grounds was 988,07 km<sup>2</sup> (from 47,97 km<sup>2</sup> to 2114,5 km<sup>2</sup>). The mean home range size (95% KDE) was 6659,55 km<sup>2</sup> (min 659,91 km<sup>2</sup> , max 11115,7 km<sup>2</sup> )