



**Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“  
Биологически факултет  
Катедра „Екология и опазване на околната среда“**

---

**Волен Станиславов Аркумарев**

**Придвижване и индивидуален участък на белоглавия  
лешояд (*Gyps fulvus* *Hablizl, 1783*) в България**

**ДИСЕРТАЦИОНЕН ТРУД**

за придобиване на образователна 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:

**доц. д-р Дилян Георгиев Георгиев д.б.н.**

**проф. д-р Златозар Николаев Боев д.б.н.**

Пловдив, 2019

Дисертационният труд съдържа 143 страници и включва: 15 таблици, 35 фигури, 3 приложения и 349 литературни източника, от които 33 на кирилица и 316 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 № 207 от 30.10.2019 г.).

Защитата на дисертационния труд ще се състои на ..... 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”

**Научно жури:**

Проф. д-р Златозар Николаев Боев, д.б.н.

Проф. д-р Николай Добринов Начев

Доц. д-р Георги Сашев Попгеоргиев

Доц. д-р Ивелин Алдинов Моллов

Доц. д-р Гана Минкова Гечева

## Увод

Познати са две групи облигатно мършоядни птици – лешояди на Новия свят и лешояди на Стария свят (Ferguson-Lees & Christie 2001). Те имат различно еволюционно начало, но по пътя на конвергентната еволюция в резултат на приспособяване към общ трофичен ресурс, са развили сходни морфо-физиологични и поведенчески адаптации (Houston 1985, Campbell 2014). Лешоядите на Новия свят са 7 вида от сем. Cathartidae разпространени в Северна и Южна Америка. Лешоядите на Стария свят са 16 вида от сем. Accipitridae, които са разпространени в Европа, Африка и Азия (Mundy *et al.* 1992, Ferguson-Lees & Christie 2001).

През последните две десетилетия популациите на лешоядите намаляват с бързи темпове и днес те са най-заstraшената от изчезване група птици в света (Buechley & Şekercioğlu 2016). В рамките на 10 години популациите на 3 вида лешояди в Южна Азия намаляват с повече от 96 % (Gilbert *et al.* 2002, Green *et al.* 2004). В Африка числеността на 8 вида лешояди е намаляла средно с 62 % за период от 50 години (Ogada *et al.* 2012, 2015). От срещашите се в Европа 4 вида лешояди, популациите на белоглавия (*Gyps fulvus*), черния (*Aegypius monachus*) и брадатия лешояд (*Gypaetus barbatus*) се увеличават, а числеността на египетския лешояд (*Neophron percnopterus*) намалява в почти всички страни, в които се среща (Botha *et al.* 2017). В България черният и брадатиият лешояд са изчезнали като гнездящи видове от орнитофауната на страната, числеността на египетския лешояд намалява и единствено популацията на белоглавия лешояд показва тенденция към увеличение през последните 30 години (Янков 2007, Demerdzhiev *et al.* 2014, Arkumarev *et al.* 2018). Автохтонната популация на белоглавия лешояд в страната обитава територията на Източните Родопи, а във Врачански Балкан, Кресненското дефиле и Котленска планина видът е реинтродуциран (Stoynov *et al.* 2018).

Лешоядите са единствените облигатни мършояди сред гръбначните животни и осигуряват значими екосистемни услуги като в някои екосистеми консумират до 90 % от труповете (Houston 1986, Pain *et al.* 2003, Botha *et al.* 2017). Намаляването на числеността на лешоядите има значими последствия върху екосистемите и причинява редица икономически, санитарни, здравни и културни проблеми (Botha *et al.* 2017). Изследванията върху екологията и заплахите за лешоядите днес са изключително актуални в контекста на бързите темпове, с които техните популации намаляват в световен мащаб и необходимостта от прилагането на спешни и ефективни природозащитни мерки за тяхното опазване.

Придвижванията на животните са привличали вниманието на изследователите от векове (Holyoak *et al.* 2008). Използването на GPS предаватели се превръща в незаменим инструмент за изучаване на поведението, хранителните навици, предпочитаните местообитания и редица други аспекти от екологията на животните (Alarcon *et al.* 2018). Лешоядите представляват особен интерес за изследване поради сложното си поведение, ролята, която изпълняват в екосистемите, степента на заstraшеност и едрите си размери, които позволяват маркиране със сравнително тежки GPS предаватели. Тези проучвания разширяват познанията ни върху екологията на лешоядите и служат за информиране на конкретни природозащитни мерки, сред които обявяване на защитени територии, изолиране на рискови електропроводи, планиране изграждането на ветрогенератори и борба с отровите (Phipps *et al.* 2013, Vasilakis *et al.* 2016, Morales-Reyes *et al.* 2017a).

Като се има предвид неблагоприятният природозащитен статус на лешоядите и малкия брой подобни проучвания на Балканския п-в, настоящият труд има за цел да разшири познанията за придвижванията и някои аспекти от екологията на белоглавия лешояд и да даде насоки за необходимите мерки за опазване на вида.

## Цел и задачи

Целта на настоящото изследване е да се проучат придвижванията на белоглавите лешояди от автохтонната популация на вида в България.

За постигане на тази цел си поставихме следните задачи:

1. Маркиране и проследяване на белоглави лешояди от всички възрастови групи чрез методите на GPS телеметрията;
2. Установяване на размера на индивидуалните участъци на белоглавите лешояди от различни възрастови групи и размера на обитаваната от популацията територия;
3. Изследване на придвижванията, местата за нощуване и идентифициране на ключовите за вида територии в Източните Родопи;
4. Изследване на придвижванията, миграциите и местата за зимувне на младите белоглави лешояди;
5. Определяне на местата за хранене и влиянието на площадките за подхранване върху придвижванията на белоглавите лешояди;
6. Определяне на причините за смъртност и мерките за опазване на вида.

## Литературен обзор

### Изследвания върху миграцията на белоглавия лешояд

Възрастните белоглави лешояди не извършват миграции, но значителна част от младите индивиди от популациите в северните части на ареала извършват далечни миграции и зимуват в Африка и Близкия Изток (del Hooy *et al.* 1994, Botha *et al.* 2017). Donazar (1993) отбелязва, че 30 % от младите белоглави лешояди в Испания извършват миграции през първата си година. Terrasse (2006) също съобщава, че голям брой млади лешояди от Франция се присъединяват към испанските мигриращи лешояди и зимуват заедно с тях в Южна Испания и Западна Африка. Според Griesinger (1998) близо 90 % от ювенилните лешояди напускат гнездовите колонии през втората половина на октомври и се отправят на юг и около 30 % мигрират към Африка през първата си година. Според Susic (2000) до края на септември всички млади и лешояди в преходно оперение (immature, subadult) напускат гнездовите колонии в Хърватия и мигрират на юг, достигайки Италия, Гърция, България, Израел и дори Чад.

Младите белоглави лешояди навлизат в Африка през 3 точки с тесен фронт на миграция, в които разстоянието над открита водна повърхност е най-малко – протока Гибралтар (между Испания и Мароко), протока Баб ел-Мандеб (между Йемен и Джибути) и над суша през Ейлат и Суец (към Египет). През Гибралтар мигрират птиците с произход от Франция, Испания и Португалия (Terrasse 2006, Griesinger 1998). Броят на мигриращите през Гибралтар белоглави лешояди постепенно нараства през последните 40 години, което е резултат от увеличението на популацията на вида на Пиренейския п-в (Ramirez 2017). През 1970 г. при проследяване на есенната миграция са установени едва 600 индивида, но през последните години броят им достига 8 000 (Pineau & Giraud-Audine 1974, Ramirez 2017). Проследяване на есенната миграция на хищните птици над протока Баб ел-Мандеб свидетелства, че броят на белоглавите лешояди зимуващи в Източна Африка е твърде нисък. Видът не е регистриран по време на 17 дневно проучване през 1985 г. (15 октомври-1 ноември). През 1987 г. в периода 3 октомври-9 ноември са установени 3 индивида и това са първите публикувани данни доказващи присъствието на вида в Джибути (Welch & Welch 1988). Белоглави лешояди не са наблюдавани при проследяване на пролетната миграция над протока през месец март 1990 г., 1998 г. и 2013 г. (Welch & Welch 1998, McGrady *et al.* 2013). Първото съобщение за мигриращи белоглави лешояди през Суец е от 1947 г., когато в началото на октомври за 7 дни са установени близо 3 800 индивида (Goodwin 1949). През 1980 г. за същия период са преброени едва 87 лешояда (Meininger *et al.* 1980). Година по-късно за 2 месеца наблюдения (23 септември-5 ноември) са установени 1 284 лешояда, от които 97 % са в ювенилно и преходно оперение.

Смята се, че младите белоглави лешояди от Балканския п-в прелитат основно над Босфора, където се формира тесен фронт на миграция. Nisbet & Smout (1957) са наблюдавали 165 лешояда над Босфора през втората половина на септември. През 2008 г. над Босфора са регистрирани 55 белоглави лешояда мигриращи на юг, а 2 години по-късно за приблизително същия период е наблюдаван само 1 индивид, а при Дарданелите видът не е установен (Fulop *et al.* 2014, Panuccio *et al.* 2017). По време на пролетна миграция между март и май 2006 г. над Босфора са наблюдавани 9 белоглави лешояда (Uner *et al.* 2010).

Местата за зимуване на европейската и средноазиатските популации не са добре проучени, но редица наблюдения свидетелстват, че белоглавите лешояди зимуват в обширни райони на Сахел в Африка, както и на Арабския п-в (Shirihai 1996, McGrady & Gavashelishvili 2006, Jennings 2010, Munoz *et al.* 2016). Млад белоглав лешояд маркиран в Хърватия е наблюдаван няколко месеца по-късно в Чад (Susic 2000). Наблюдения на

вида през зимните месеци се съобщават и от Централен Судан (Hogg *et al.* 1984). Има данни и за зимуващи белоглави лешояди в северните и централни части на Саудитска Арабия (Jennings 1995, McGrady & Gavashelishvili 2006).

### **Изследвания върху индивидуалния участък на белоглавия лешояд**

Първите изследвания върху придвижванията на белоглавите лешояди започват през 70-те години на XX век (Glutz *et al.* 1971, Elosegui & Elosegui 1977). Лешоядите се проследяват чрез визуални наблюдения, маркиране с пръстени и крилни марки, а по-късно започва използването и на радиопредаватели (Arroyo & Garza 1997, Gil *et al.* 2009, Xirouchakis & Andreou 2009). Първите радиопредаватели се използват в Израел в края на 80-те години и се превръщат в ефективен метод за изучаване на преживяемостта, размера на индивидуалния участък, използването на местообитанията и ефективността при търсене на храна при белоглавия лешояд (Bahat 1992, 1995, 1997). С развитието на технологиите се разработват нови, по-точни и независими системи за маркиране и проследяване на животинските видове. Разработват се GPS сателитни и GPS-GSM предаватели, чието приложение е широко застъпено в съвременните изследвания върху придвижванията на птиците (Alarcon *et al.* 2018). Чрез използването на сателитни предаватели Garcia-Ripollez *et al.* (2011), потвърждават направените открития десетилетия по-рано, че белоглавите лешояди изминават средно в търсене на храна 48 km, а максималните дневни разстояния варират между 38 и 120 km. Формата на индивидуалния участък при белоглавия лешояд е неправилна и издължена към посоката, в която най-често търси храна (Monsarrat *et al.* 2013). Размерът на индивидуалния участък варира в широки граници между отделните индивиди в популацията в зависимост от възрастта и гнездовия им статус (Monsarrat *et al.* 2013). Средната площ на индивидуалния участък, изчислен на базата на данни от 8 неразмножаващи се възрастни лешояда в Испания е 7 419 km<sup>2</sup> (MCP), а размерът на най-често обитаваната територия (50 % кернел индекс) е 489 km<sup>2</sup> (Garcia-Ripollez *et al.* 2011). За сравнение площта на индивидуалния участък установен на о-в Крит е между 390 и 1 300 km<sup>2</sup> (MCP), а на ядрото на обитаваната територия – 64 km<sup>2</sup> (Xirouchakis & Andreou 2009). Във Франция на базата на данни от 28 маркирани белоглави лешояда е установена средна площ на най-често обитаваната територия от 109 km<sup>2</sup> (Monsarrat *et al.* 2013). През повечето време белоглавите лешояди търсят храна на разстояние до 15 km от местата за ношуване (Gil *et al.* 2009, Xirouchakis & Andreou 2009, Garcia-Ripollez *et al.* 2011). Сходни резултати са получени и при изследването на придвижванията на гнездящи капски лешояди в Южна Африка и черни лешояди в Испания, съответно 20 и 30 km (Vamford *et al.* 2007, Moreno-Oro *et al.* 2010).

Peshev *et al.* (2018) изследват придвижванията на неразмножаващи се белоглави лешояди освободени в рамките на програма за реинтродукция на вида в България. Техните резултати сочат, че белоглавите лешояди изминават средно 25 km дневно в търсене на храна, средният размер на индивидуалния участък на маркираните лешояди е 28 350 km<sup>2</sup> (MCP), а площта на най-често обитаваната територия е 772 km<sup>2</sup> (50 % кернел).

### **Изследвания върху начина на използване на местообитанията и хранителните ресурси**

Лешоядите от род *Gyps* се хранят с трупове на едри животни, чието наличие в обитаваната територия е непредвидимо (Deugout *et al.* 2010). Белоглавият лешояд е obligatно мършояден вид, който гнезди колониално и търси храната си групово (Elosegi 1989). Поради едрите си размери лешоядите разчитат на възходящите топли въздушни

течения (термики), за да пестят енергия по време на полет и да изминават големи дневни разстояния в търсене на храна (Bahat 2008, Ruxton & Houston 2004). Всички индивиди от колонията участват при търсенето на храна, което увеличава ефективността и възможностите за оцеляване на групата (Buckley 1996). Основните фактори определящи начина, по който лешоядите използват местообитанието са наличието на хранителни източници, тяхната предвидимост и достъпност (Blazquez *et al.* 2009). По тази причина лешоядите не търсят храна равномерно в обитаваната територия, а концентрират усилията си в открити територии, в които пашуват голям брой тревопасни (Bahat 1995). Изследване върху придвижванията на лешоядите в Африка свидетелстват, че те не следват мигриращите стада, а за начина по който използват местообитанието водещо значение има не числеността, а смъртността на тревопасните животни (Kendall *et al.* 2014).

Лешоядите могат да преживяват над две седмици без да се хранят, тъй като са способни да пестят енергия чрез понижаване на метаболизма и контролиране на терморегулацията (Bahat 1995, Prinzinger *et al.* 2002). Spiegel *et al.* (2013a) изследват стратегиите за преживяване на дълги периоди без хранене и установяват, че лешоядите превключват между две поведенчески стратегии в зависимост от продължителността на периода на гладуване. През първите пет дни на гладуване белоглавите лешояди търсят храна по-интензивно като летят по-дълго време и на по-големи разстояния, претърсвайки по-голяма територия. След петият ден лешоядите променят стратегията си като целят да минимизират разхода си на енергия. През този период, те прекарват по-дълго време качнали на местата за почивка и нощувка и разчитат на получаването на информация за наличието на храна от други членове на колонията, които се струпват на тези места след хранене (Spiegel *et al.* 2013a). Голям брой лешояди се струпват в местата за нощувка. Тези места служат като информационни центрове за предаване на информация между индивидите. Хипотезата за информационният център предполага, че неинформираните индивиди могат да извлекат полза от тези, които имат информация за местоположението на определен хранителен ресурс като ги последват до него (Ward & Zahavi 1973).

Белоглавите лешояди се хранят основно с вътрешностите и мускулите от трупове на едри селскостопански и диви животни, а в редки случаи са наблюдавани да се хранят и с трулове на птици, риба и насекоми (Fernandez 1975, Cramp & Simmons 1980, Elosegі 1989). В изключително редки случаи при дълги периоди на гладуване и поради липса на друга храна белоглави лешояди са наблюдавани да започват да се хранят с живи, но умиращи животни както и с малки на копитни по време на раждането им (Саміа, 1995). Изследвания върху хранителния спектър на белоглавия лешояд чрез директни наблюдения, анкети с животновъди и ловци, анализ на погадки са правени в Испания, Сърбия, Северна Македония, на о-в Крит, Кавказ, Армения, Казахстан и Узбекистан (Корелов 1962, Fernandez 1975, Abuladze 1979, Marco & Garcia 1981, Митропольский и др. 1987, Elosegі 1989, Khokhlov & Vitovichu 1990, Grubac 1991, Donazar 1993, Ghasabian & Aghababian 2004, Xirouchakis 2005, Gavashelishvili & McGrady 2006, Грубач 2008, Xirouchakis & Andreou 2009).

Трупове на тревопасните животни са ценен хранителен ресурс, който често се появява на случайно място в средата, но предоставя голямо количество храна за кратък период (Yang *et al.* 2008). Намалването на дивите тревопасни животни и подобряването на санитарните практики в Европа довеждат до намаляване на достъпните за лешоядите хранителни ресурси (Deugout *et al.* 2010). Това налага, в районите обитавани от лешояди, да се изградят площадки за подхранване, на които се изнасят трупове на умрели селскостопански и диви животни съгласно приетите санитарни изисквания (Oro *et al.* 2008, Mateo-Tomas *et al.* 2019). Осигуряването на достъпна за лешоядите храна на специално изградени за целта площадки за подхранване е природозащитен инструмент,

чрез който се осигурява безопасна храна в райони, в които тя е оскъдна като по този начин се подпомага заемането на гнездови находища от които видът е изчезнал (Meretsky & Mannan 1999), подпомагат се програми за реинтродукция (Sarrazin *et al.* 1996, Terrasse *et al.* 1994), цели се увеличаване на преживяемостта на лешоядите (Piper *et al.* 1999, Lieury *et al.* 2015, Margalida *et al.* 2014) или повишаване на гнездовия успех на хищните птици (Gonzalez *et al.* 2016). Според редица автори съществуването на площадки за подхранване оказва и негативен ефект върху някои мършоядни видове птици като променя естественото им поведение за търсене на храна (Cortes-Avizanda *et al.* 2016, Piper 2014). Kane *et al.* (2016) изразяват опасения, че лешоядите могат да станат зависими от площадките за подхранване и това да намали ефективността им при търсене на храна в дивата среда. Освен това проучванията показват, че площадките за подхранване привличат птици с влошено физическо състояние или концентрират голям брой неразмножаващи се индивиди, които конкурират гнездящите в района двойки и по този начин понижават техния гнездови успех (Carrete *et al.* 2006, Garcia-Heraz *et al.* 2013). Повишава се и междувидовата конкуренция, което е в полза на по-едрите и доминантни видове (Carrete *et al.* 2010). Белоглавите лешояди са сред най-едрите мършоядни птици и се хранят групово, поради което монополизират хранителния ресурс и ограничават възможностите за хранене на по-дребните видове. При експерименти с осигуряване на храна на предвидими (площадки за подхранване) и случайни места (в подходящо местообитание от обитаваната територия) е установено, че видовото разнообразие е по-високо на трупове разположени на случайно място. На площадките за подхранване броят на видовете е по-малък, но числеността на всеки вид е по-висока като белоглавите лешояди са доминантният вид (Cortes-Avizanda *et al.* 2012).

Белоглавите лешояди показват предпочитание към площадки за подхранване на които периодично се доставя храна и които са в близост с голям брой други площадки от същия тип (Moreno-Oro *et al.* 2015a). Когато в обитаваната територия е налично голямо количество естествена храна и условията за летене са добри, лешоядите предпочитат да използват малките площадки за подхранване пред интензивните (Duriez *et al.* 2012, Monsarrat *et al.* 2013). Изследване върху начина на използване на хранителните местообитания попадащи в индивидуалните участъци на белоглавите лешояди показва, че те предпочитат да посещават площадките за подхранване пред това да търсят храна в други местообитания, където вероятността да намерят такава е по-малка. Тази зависимост е особено добре изразена когато са налице влошени условия за летене и ниско количество естествена храна в обитаваната територия (Monsarrat *et al.* 2013).



## Материали и методи

### Период и обхват на проучването

Проучването е проведено в периода 2016-2019 г. и обхваща автохтонната популация на белоглавия лешояд в България, чието гнездово разпространение обхваща долината на р. Арда между гр. Кърджали и яз. „Ивайловград“ в Източните Родопи (Demerdzhiev *et al.* 2014).

### Улавяне и маркиране на белоглави лешояди

В рамките на изследването 25 белоглави лешояда са уловени и маркирани с GPS предаватели. Лешоядите са разпределени в 3 възрастови групи според фазите в оперението по Blanco *et al.* (1997) и Clark (2004) – възрастни, птици в преходно оперение (между втора и пета календарна година) и млади (първа календарна година). Разпределението на маркираните белоглави лешояди по възрастови групи е 10 възрастни, 8 в преходно оперение и 7 млади. Младите лешояди са маркирани в гнездата си на възраст между 90-110 дни. Възрастните и птиците в преходно оперение са уловени със стандартен капан тип клетка с плъзгаща се врата с размери 5 x 5 x 2 m. Улавянето и маркирането на белоглавите лешояди е извършено съгласно разрешителни 675/14.04.2016, 710/25.05.2017, 738/16.03.2018 издадени от Министерството на околната среда и водите.

Всеки белоглав лешояд е маркиран с GPS предавател, стандартен метален орнитологичен пръстен, зелен пластмасов пръстен с бели символи и синя крилометка с оранжев надпис с уникален код, който позволява индивидуалното разпознаване на лешоядите от разстояние. Предавателят е прикрепен на гърба на лешояда с помощта на тefлонови презрамки в конфигурация тип раница (Fuller *et al.* 2005). Сумарното тегло на предавателя, пръстените и крилометката е под 3 % от теглото на лешояда, което е в рамките на максималните допустими стойности при птиците (Kenward 2001).

Всички млади белоглави лешояди са маркирани с GPS-Argos сателитни предаватели с тегло 70 g. Тези предаватели изпращат събраната информация посредством сателитна връзка, което осигурява получаването на данни дори от отдалечени райони като пустини и морета, в които липсват телекомуникационни връзки. Възрастните лешояди и тези в преходно оперение са маркирани с GPS-GSM предаватели с тегло 40-57 g, които изпращат събраната информация посредством GSM мрежата.

Всички предаватели са настроени да събират данни през светлата част на денонощието и до 3 часа след стъмняване за установяване на местата за нощувка на лешоядите. В допълнение Е-обс GPS-GSM предавателите имат вграден акселерометър и събират информация за позицията на тялото на птицата в пространството, скоростта на движение и надморската височина. Всички данни са събирани и съхранявани в онлайн базираната платформа за съхранение на пространствени данни от маркирани животни Movebank ([www.movebank.org](http://www.movebank.org)).

### Определяне на индивидуалния участък

Индивидуалният участък се определя на базата на събраната информация за точното местонахождение на индивида в пространството за определен период. За характеризиране на начина на използване на индивидуалния участък от индивида е необходимо да се определят териториите, в които има различна степен на вероятност той да се намира в даден момент. За целите на изследването бе избран plug-in кернел за определяне на индивидуалния участък. На базата на изчисления индекс на кернел са

генерирани контури ограждащи териториите, в които вероятността индивидът да се намира в даден момент от времето е 50 %, 75 %, 95 % и 99 %. С цел сравнимост на резултатите с предходни проучвания, индивидуалният участък на всеки индивид е определен и чрез минимален конвексен полигон (MCP), който се образува при свързването на най-въшните географски координати, в които индивидът е регистриран. За извършване на процедурите е използвана програмата R (R Core Team 2018) и пакетите “adehabitatLT”, и “move” (Calenge 2006, Kranstauber 2018). За всеки маркиран индивид определихме индивидуалният участък и изчислихме неговия размер в km<sup>2</sup> за всеки годишен сезон, а при възрастните лешояди и спрямо 5 периода свързани с размножаването.

За локализиране на гнездата на маркираните възрастни белоглави лешояди и установяване на техния гнездови статус са проведени наблюдения от стационарни точки (Bibby *et al.* 1999). Наблюденията са провеждани минимум 3 пъти в рамките на гнездовия сезон. Направено е сравнение на размерите на индивидуалните участъци през различните периоди на размножаването между индивиди, които се размножават успешно и такива чиито опит за размножаване е неуспешен или не са се размножавали през съответната година.

За определяне на местата използвани за нощувка от белоглавите лешояди са използвани локациите получени от предавателите през тъмната част на денонощието. Различени са 4 типа субстрат за нощуване – скала, дърво, стръмен каменист склон и земя. Изчислен е коефициент на използване за нощувка на скалите и скалните комплекси в обитаваната територия през различните сезони.

### **Изследване на миграцията и местата за зимуване**

За изследване на миграцията на младите белоглави лешояди са определени началната и крайната дата на миграцията, изминатото разстояние и скоростта на миграция. Периодът на зимуване е времето между края на есенната миграция и началото на следващата пролетна миграция.

Миграционното разстояние е изчислено като сума на разстоянията между всички последователни локации по време на миграция. Скоростта на миграцията е изчислена по формулата (Alestram 2003):

$$V = M \setminus D,$$

където:

V – скорост на миграция

M – сумарното разстояние изминато между първия и последния ден на миграцията

D – брой дни, в които индивидът мигрира

Определени са местата с тесен фронт на миграция на белоглавите лешояди и периодите на преминаване през тях. Ширината на миграционния коридор е определена за всеки градус географска ширина между 41° и 27° с.ш. като е измерено разстоянието между двете най-отдалечени една от друга траектории на миграция на маркираните белоглави лешояди. Направено е сравнение на размера на миграционния фронт между белоглави и египетски лешояди маркирани с GPS предаватели.

За определяне на индивидуалните участъци на младите белоглави лешояди в местата за зимуване е използван минимален конвексен полигон (MCP) и plug-in кернел с генериране на 50 %, 75 %, 95 % и 99 % контури на плътност. За определяне на използваните от белоглавите лешояди местообитания в местата за зимуване е използван слой с класификация на местообитанията Globe Cover (GC), който е актуален към 2009 г. и наличен за всички държави. При този анализ е използван вече определения чрез plug-in кернел индивидуален участък на всеки лешояд в местата зимуване. GC слой е изрязан по контурите на сърцевинната зона на обитание в индивидуалния участък (50 % кернел)

и по контурите на територията при кернел 95 %. Типовете местообитания са обединени в 9 основни категории.

### **Изследване върху местата за хранене на белоглавия лешояд**

За изследване на търсенето на храна и местата използвани за хранене от белоглавите лешояди в Източните Родопи са използвани данните получени от 12 белоглави лешояда маркирани с E-обс GPS-GSM предавателя (8 възрастни и 5 в преходно оперение), които записват локации с точни географски координати през кратък интервал от време (5-10 минути) и акселерометрични данни, показващи положението на предавателя в пространството. Акселерометричните измервания дават възможност да се определи поведението на лешоядите (Nathan *et al.* 2012). За целта е използван софтуерът AcceleRator (Resheff *et al.* 2014). За установяване на посещенията на маркираните лешояди на места за хранене е използван комбиниран подход между поведенчески модели определени на база акселерометрични измервания и дистанционно наблюдение и оценка на получените от предавателя точни географски координати. Като посещения на места за хранене са класифицирани случаите, в които някое от следните условия е изпълнено или е налице комбинация от тези условия: 1) данните от акселерометричните измервания показват хранително поведение, 2) индивидът е кацнал на площадка за подхранване на мършоядни птици, 3) индивидът е кацнал на земята извън местата традиционно използвани за нощувка или почивка и прекарва там повече от 15 минути, 4) два или повече маркирани индивида са кацнали на земята извън местата традиционно използвани за нощувка или почивка, 5) индивидът е кацнал на земята в дълбоко дърво, гориста или силно обрасла с растителност местност, открито пространство в подножието на скали или отвесни брегове, които представляват нетипични места за почивка.

За да се оцени значението на площадките за подхранване за задоволяване на хранителните нужди на популацията на белоглавия лешояд в Източните Родопи, за всеки маркиран лешояд е определен броя на посетените места за хранене извън площадките за подхранване и броя на посещенията на площадка за подхранване. С цел верифициране на резултатите получени чрез дистанционните методи за определяне на случаи на хранене извън площадки за подхранване, в рамките на 1-6 дни след проявеното от индивидите хранително поведение на случаен принцип са посетени 42,8 % от локациите в България определени като места за хранене. За всеки маркиран белоглав лешояд са определени процентно храненията на площадки за подхранване и извън тях спрямо годишните сезони. За възрастните белоглави лешояди тези показатели са оценени и спрямо периодите на гнездене

За да се оцени усилието, което лешоядите полагат при търсене на храна сравнихме изминатите дневни разстояния, максималното преместване и индекса за директен полет между дните, в които лешоядите са посетили място за хранене и дните, в които не са се хранили. За да оценим значението на площадките за подхранване като предвидими източници на храна върху дневната дисперсия на лешоядите, сравнихме същите три показателя между дните, в които лешоядите са се хранили на площадка за подхранване и дни, в които са се хранили извън такава. За всеки случай на посещение на място за хранене са отчитани датата, часа на пристигане и напускане на мястото (UTC+2), продължителността на престоя в минути, точните географски координати и дали мястото е на площадка за подхранване или извън такава.

За изследване на значимостта на различните фактори върху храненето на лешоядите е използван общ смесен линеен модел (GLMM). Моделът, който обяснява най-добре вариацията в изследваните променливи, е определен чрез информационния критерий на Akaike (AIC). Стойността на AIC е изчислена за всеки от получените модели.

Моделите с най-ниска стойност на AIC имат най-добра обяснителна способност. За всеки модел е изчислен  $\Delta AIC$  по формулата:

$$\Delta AIC = AIC_i - AIC_{\min}$$

където:

$AIC_i$  – стойността на AIC на всеки получен модел

$AIC_{\min}$  – модела с най-ниска стойност на AIC

Най-добрият модел е определен чрез изчисляване на теглото на всеки модел (AIC weights  $w_i$ ) по формулата:

$$w_i = \exp(-0,5 \times \Delta AIC_c) / \sum_{r=1}^R \exp(-0,5 \times \Delta AIC_r)$$

При изследването на значимостта на различните фактори върху храненето на лешоядите е използван GLMM с биномиална структура на разпространение. Зависимата променлива е с две категории – дни, в които лешоядът е посетил място за хранене (1) и дни, в които лешоядът не се е хранил (0). Подбрани са 3 качествени категорийни променливи – възраст (възрастни и в преходно оперение), сезон (пролет, лято, есен и зима) и гнездови статус (успешно гнездящ и негнездящ) както и 8 количествени променливи характеризиращи метеорологичните условия и придвижванията на маркираните лешояди – облачност (CL), средна дневна скорост на вятъра (WI), сумарно дневно количество валежи (PR), средна дневна температура (TMP), изминато дневно разстояние (D), максимално дневно преместване (DPL), индекс за директен полет (STR), изминато разстояние до най-далечна точка (DP). Предварителен анализ на количествените променливи е направена чрез мултивариационен анализ на главните компоненти (PCA).

## Статистическа обработка на данните

Статистическата обработка на данните е извършена с програмите R (R Core Team 2018) чрез R Studio (RStudio Team 2016) и Statistica Release 10 (StatSoft Inc. 2010). Обработката на пространствените данни е извършена чрез Многофункционалният високопроизводителен изчислителен комплекс „Авитохол“ на ИИКТ – БАН. Данните са анализирани за нормалност чрез теста на Shapiro-Wilk (Shapiro *et al.* 1968). Данните, които нямат нормално разпределение са трансформирани чрез логаритмуване с функцията  $\log(x+1)$  за постигане на близко до нормалното разпределение (Fowler & Cohen 1992). За сравняване на променливи с нормално разпределение на данните е използван параметричният тест еднофакторна ANOVA (one-way ANOVA) и t-тест (тест на Стюдънт). При сравняване на променливи с ненормално разпределение на данните са използвани непараметрични тестове: Mann-Whitney U-test и Kruskal-Wallis test. Множествена регресия (R) е използвана за анализ на влиянието на метеорологичните фактори върху придвижванията на лешоядите. За установяване на минималните, максималните, средните стойности и стандартното отклонение на анализирани променливи е използвана дескриптивна статистика. При всички направени тестове за статистически значими са приети стойностите на  $p < 0,05$ . Средните стойности са представени  $\pm$  стандартно отклонение (SD). За обработване на данните от GPS предавателите, визуализация и изготвяне на картите е използвана програмата QGIS (QGIS Development Team 2015).

## Резултати и обсъждане

### Изследване върху придвижванията и размера на обитаваната територия

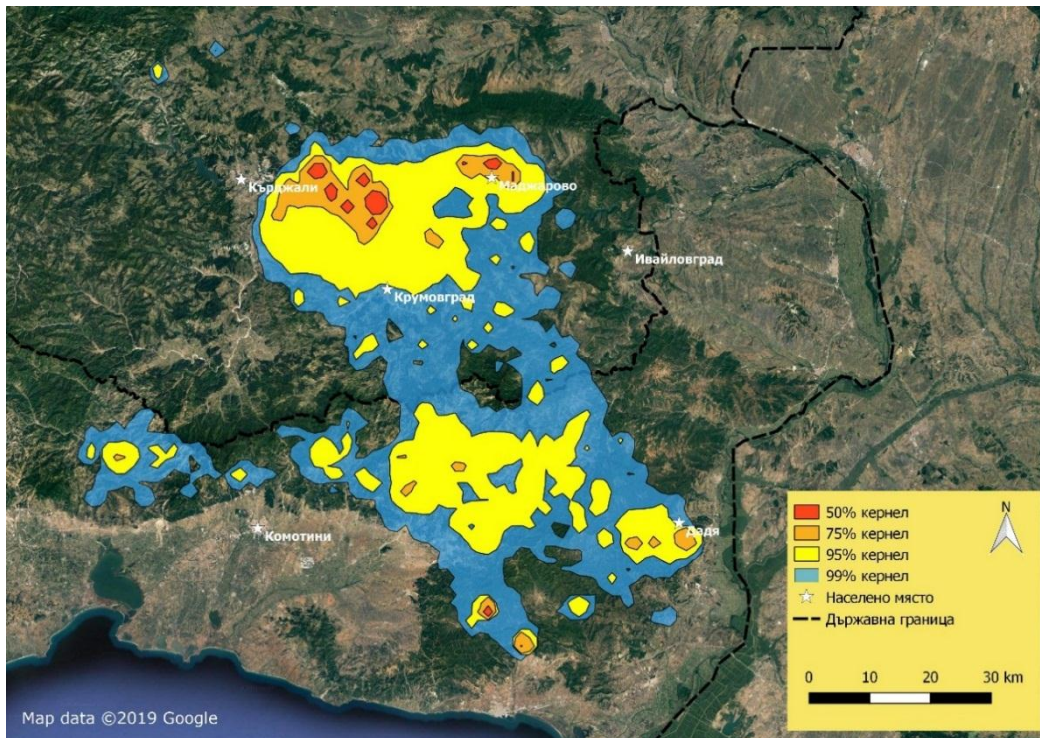
#### Размер на обитаваната територия

При настоящото изследване с GPS предаватели са маркирани 25 белоглави лешояда, от които са получени общо 836 061 GPS локации или средно  $33\,442 \pm 33\,085$  локации от индивид (минимум 532, максимум 81 062). Лешоядите са проследявани в рамките на  $439 \pm 251$  дни (минимум 58 дни, максимум 914 дни) в периода 30 юни 2016 г.-15 юни 2019 г.

Площта на обитаваната от белоглавите лешояди територия в Източните Родопи е  $1\,491,5 \text{ km}^2$  (95 % кернел). Сърцевинната зона на обитаваната територия (50 % кернел) е с площ  $32,17 \text{ km}^2$  и обхваща района около най-често използваните скали за гнездене и почивка по долината на р. Арда и яз. „Студен кладенец“ между с. Звезделина и гр. Маджарово, както и района на Бойник планина (фиг. 1). През лятото лешоядите обитават най-голяма територия с площ  $1\,587,1 \text{ km}^2$ , а през зимата обитаваната територия е с площ едва  $491,8 \text{ km}^2$  (табл. 1). Статистически значима разлика е установена в размера на обитаваната от лешоядите територия между годишните сезони при 50 % кернел ( $\chi^2_{(3)} = 19,13$ ,  $p < 0,05$ ), 95 % кернел ( $\chi^2_{(3)} = 739,7$ ,  $p < 0,05$ ) и МСР ( $\chi^2_{(3)} = 16\,175$ ,  $p < 0,05$ ).

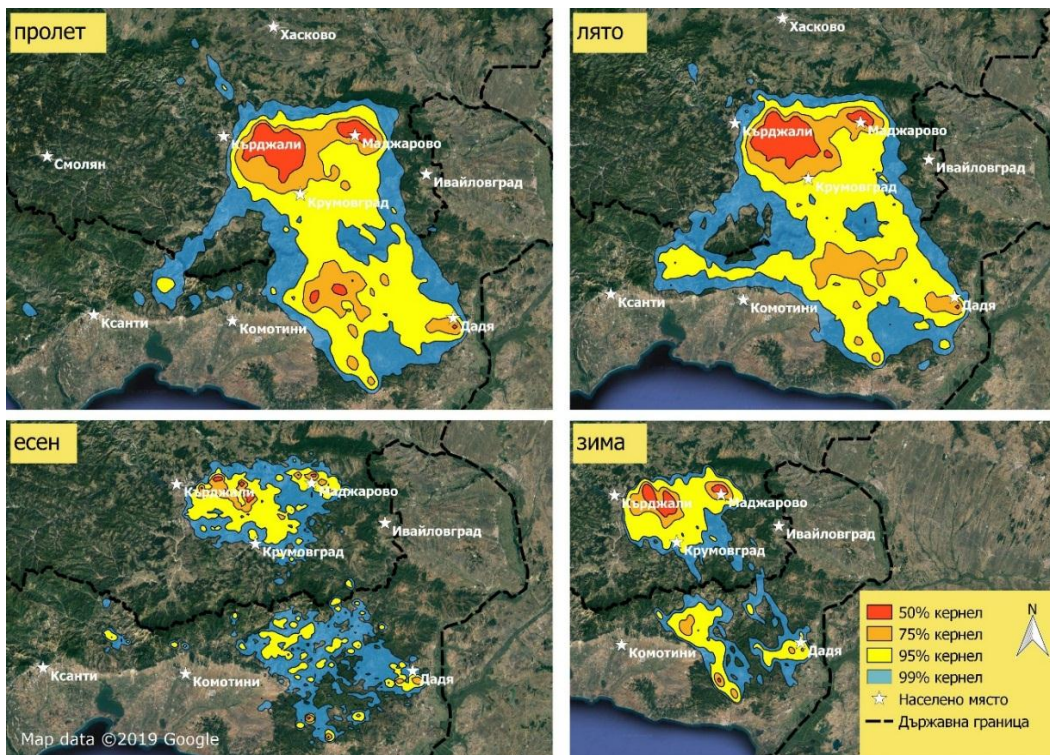
Табл. 1. Размер на обитаваната от белоглавите лешояди територия по сезони

Сезон	50% кернел (km <sup>2</sup> )	95% кернел (km <sup>2</sup> )	МСР (km <sup>2</sup> )
Пролет	16,65	1 372	17 692,1
Лято	37,3	1 587,1	25 830,5
Есен	12,9	772	9 022,7
Зима	14,6	491,8	6 189,2



**Фиг. 1.** Карта на обитаваната от белоглави лешояди територия в Източните Родопи

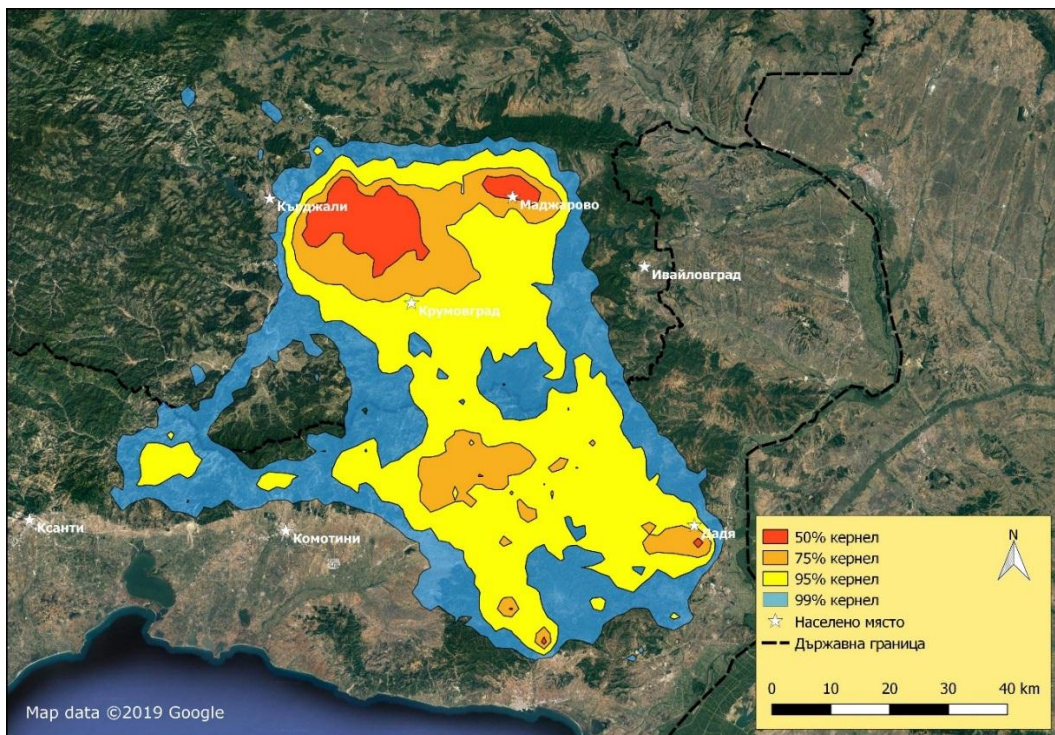
През лятото лешоядите търсят храна над най-обширна територия с площ 3 166,2 km<sup>2</sup>, а през зимата в територия, която е над 2 пъти по-малка по площ – 1 327,7 km<sup>2</sup> (фиг. 2). Установена е статистически значима разлика в размера на територията, в която лешоядите търсят храна през различните годишни сезони при 50 % кернел ( $\chi^2_{(3)} = 119,6$ ,  $p < 0,05$ ), 95 % кернел ( $\chi^2_{(3)} = 833,8$ ,  $p < 0,05$ ) и MCP ( $\chi^2_{(3)} = 16 175$ ,  $p < 0,05$ ).



**Фиг. 2.** Карта на територията използвана от белоглавите лешояди при търсене на храна през различните сезони

Площта на територията, в която белоглавите лешояди търсят храна е 2 958,4 km<sup>2</sup> при 95 % кернел), а сърцевинната зона е с площ 231,6 km<sup>2</sup> (50 % кернел). Сърцевинната зона в която лешоядите търсят храна обхваща териториите южно от яз. „Студен кладенец“ до с. Неофит Бозвелиево и с. Летовник, Бойник планина, долината на р. Крумовица след с. Горна кула, както и района между с. Бряговец и опашката на яз. „Ивайловград“. В Гърция обхваща района около площадката за подхранване в НП „Дадя“ и района около с. Езохи и с. Смигада по долината на р. Филиури (фиг. 3).

Белоглавите лешояди използват три основни коридора, по които се придвижват от районите на гнездене по долината на р. Арда към местата използвани за търсене на храна в северна Гърция (фиг. 3). Най-западният коридор е и най-тесен с ширина едва 3,5 km. По този въздушен коридор белоглавите лешояди се придвижват към долината на р. Компсатос с център на активност около с. Астреа и с. Калампаки. Коридорът следва първоначално долината на р. Върбица със стеснение между с. Птичар и с. Светлен, общ. Момчилград. При с. Върли дол лешоядите напускат долината на реката и продължават на юг над билните части на рида Гюмюрджински снежник. Коридорът се разширява близо до границата с Гърция, южно от с. Горно Къпиново. Централният коридор е най-тесен в участъка между с. Голям Девесил и с. Черничево, общ. Крумовград. По него белоглавите лешояди преминават от рида Ирантепе към централния дял на рида Мъгленик с център на активност около с. Езохи, с. Смигада и с. Монастири по долината на р. Филиури в северна Гърция. В най-тесният си участък този коридор е широк 10,8 km. Най-източният коридор е с ширина 6,7 km в най-тясната си част между с. Ботурче и с. Меден бук. Белоглавите лешояди следват долината на р. Бяла река и в района на с. Ботурче и с. Меден бук продължават на юг към билото на рида Мъгленик като пресичат държавната граница югоизточно от с. Горни Юруци. Белоглавите лешояди следват този въздушен коридор най-често, за да достигнат до площадката за подхранване на мършоядни птици разположена в НП „Дадя“. Белоглавите лешояди избягват да прелитат над района заключен между селата Черничево, Стражец и Горни Юруци, където се намира най-високият връх на рида Мъгленик – връх Ветрен.



**Фиг. 3.** Карта на територията използвана от белоглавите лешояди при търсене на храна и използваните въздушни коридори

Сърцевинната зона на индивидуалния участък при възрастните белоглави лешояди е средно  $9,32 \pm 9,6 \text{ km}^2$ , докато при индивидите в преходно оперение тази зона е значимо по-голяма и има площ  $46,7 \pm 53,8 \text{ km}^2$  ( $Z = -2,15$ ,  $p = 0,03$ ). Младите белоглави лешояди имат по-голяма територия на обитание представена като МСР ( $Z = -3,34$ ,  $p < 0,01$ ), но при 95 % кернел разликата не е статистически значима ( $Z = -1,77$ ,  $p = 0,075$ ).

При сравнение на индивидуалните участъци между възрастните и лешоядите в преходно оперение по сезони, статистически значима разлика е установена единствено в размера на обитаваната територия (изчислена като МСР) през лятото ( $Z = -2,39$ ,  $p = 0,02$ ). Белоглавите лешояди в преходно оперение имат средно по-големи индивидуални участъци през всички сезони, но разликите в другите сезони не са статистически значими (табл. 2).

**Табл. 2.** Сравнителна таблица на размера на индивидуалните участъци на възрастни и белоглави лешояди в преходно оперение

Сезон	Възрастни			В преходно оперение		
	50%	95%	МСР	50%	95%	МСР
Пролет	$9,4 \pm 9,6$	$577,6 \pm 406,2$	$3259 \pm 1367,6$	$12 \pm 11,4$	$788,5 \pm 400$	$6945,7 \pm 5819$
Лято	$19 \pm 19$	$743,4 \pm 525,3$	$4079 \pm 2265,3$	$46,6 \pm 60$	$1029,6 \pm 47,7$	$7822 \pm 5274,1$
Есен	$5,9 \pm 8,6$	$270,4 \pm 200$	$2406,6 \pm 1261$	$16,3 \pm 23$	$372,6 \pm 271,8$	$3594,2 \pm 752,8$
Зима	$3,4 \pm 5$	$176,3 \pm 131,5$	$1801,8 \pm 977,5$	$15,1 \pm 25,1$	$277,8 \pm 289,1$	$2423,9 \pm 1252$

**Табл. 3.** Сравнителна таблица на размера на индивидуалния участък през различните периоди на гнездене при успешно и неуспешно гнездящи белоглави лешояди (PrB – предгнездови период, Inc – период на мътене, ECh – ранен период на отглеждане на малко, LCh – късен период на отглеждане на малко, PB – следгнездови период)

Период	Успешно гнездящи			Неуспешно гнездящи		
	50%	95%	МСР	50%	95%	МСР
PrB	$3,3 \pm 2,8$	$195,7 \pm 179,7$	$1\ 475,7 \pm 951,6$	$2,7 \pm 4,1$	$87,7 \pm 61,5$	$825,7 \pm 562,7$
Inc	$8,7 \pm 7,9$	$278,6 \pm 181,9$	$1\ 745 \pm 1\ 050,5$	$7 \pm 10,4$	$210,8 \pm 155,5$	$1\ 779,1 \pm 1\ 034$
ECh	$6,1 \pm 1,8$	$658,7 \pm 148$	$2\ 976,5 \pm 1\ 153$	$8,8 \pm 9,9$	$416,4 \pm 316,3$	$2\ 843,7 \pm 752$
LCh	$28 \pm 22,5$	$1\ 002,5 \pm 569$	$4\ 015,3 \pm 1\ 306$	$14,9 \pm 20$	$560 \pm 501,4$	$4\ 059 \pm 3\ 454,5$
PB	$13,9 \pm 10$	$835,6 \pm 411,3$	$4\ 361,7 \pm 492,2$	$9,6 \pm 12$	$428,3 \pm 338$	$3\ 112,4 \pm 2\ 397$



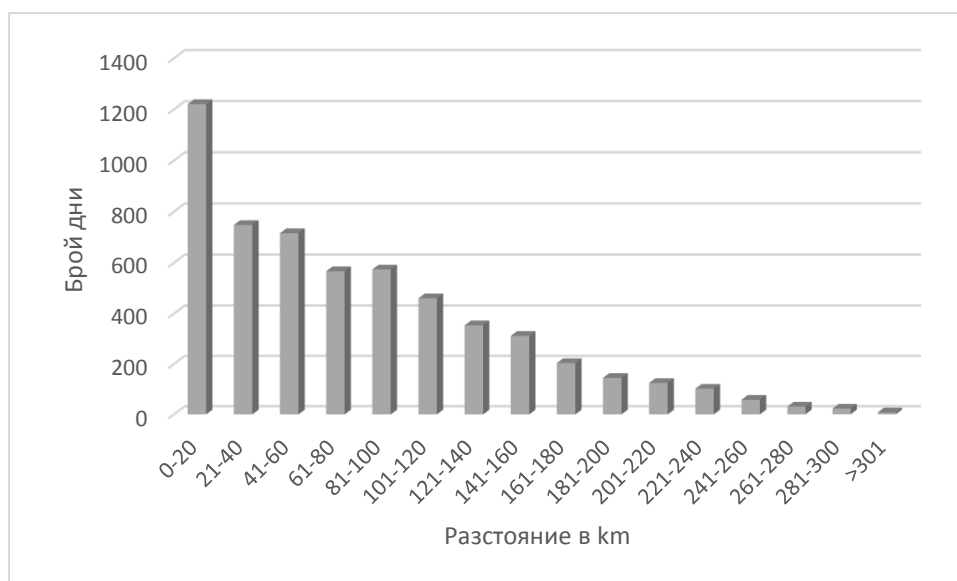
Белоглавите лешояди, които са гнездили успешно имат по-голям среден размер на индивидуалните си участъци (при 50 %, 95 % кернел и МСР) в сравнение с възрастните лешояди, които не са се размножавали или са претърпели гнездови неуспех, но разликите не са статистически значими. Най-голяма е разликата в периода преди излитането на малките, когато успешно гнездили лешояди обитават територия с площ средно  $1\,002,5 \pm 568,8 \text{ km}^2$ , а индивидите, които не са гнездили успешно обитават територия с площ едва  $560 \pm 501,4 \text{ km}^2$  (при 95 % кернел) (табл. 3).

### **Придвижвания на белоглавите лешояди**

Белоглавите лешояди, които се размножават успешно изминават средно  $89,5 \pm 71,9 \text{ km}$  дневно в търсене на храна, а възрастните лешояди, които не гнездят или са претърпели гнездови неуспех през съответния гнездови сезон изминават средно  $65,7 \pm 65,9 \text{ km}$  като разликата е статистически високо значима ( $t = 4,37, p < 0,05$ ). През предгнездовия период и периода на мътене не са установени статистически значими разлики в изминатите дневни разстояния между двете групи възрастни лешояди ( $t = -1,04, p > 0,05$ ;  $t = 0,28, p > 0,05$ ). В ранните етапи на отглеждане на малките, обхващащи месеците април и май, възрастните белоглави лешояди, които отглеждат малки изминават средно  $111,7 \pm 69,3 \text{ km}$ , а лешоядите, които не се размножават успешно изминават значимо по-къси дневни разстояния –  $87,4 \pm 53 \text{ km}$  ( $t = 2,61, p < 0,05$ ). През късния период на отглеждане на малките отново е установена статистически значима разлика между двете сравнявани групи ( $t = 4,96, p < 0,05$ ) като успешно размножаващите се лешояди изминават средно  $127,5 \pm 70,2 \text{ km}$  на ден, докато индивидите от другата група изминават средно  $94,17 \pm 56,9 \text{ km}$ . Успешно размножилите се белоглави лешояди изминават по-големи дневни разстояния и през следгнездовия период ( $t = 5,22, p < 0,05$ ).

При обединяване на данните от всички възрасти и всички сезони се установява, че белоглавите лешояди, обитаващи Източните Родопи изминават средно  $79,1 \pm 64,9 \text{ km}$  на ден. Средното максимално разстояние, на което се отдалечават от местата за ношуване (максимално преместване) е  $21,4 \pm 20,5 \text{ km}$ . Най-дългото изминато разстояние в рамките на един ден е  $364,6 \text{ km}$ . Това разстояние е изминато от лешояда в преходно оперение 4V на 07 май 2017 г., когато лешоядът излита от мястото за ношувка в района на яз. „Студен кладенец“, посещава гнездовата колония край гр. Маджарово, след това се връща в района на язовира, след което продължава на юг и достига НП „Дадя“ в Гърция, след което се връща отново да ношува на скала близо до с. Лисиците край яз. „Студен кладенец“.

Установена е статистически значима разлика в максималното дневно разстояние, на което лешоядите се отдалечават от мястото за ношувка (максимално преместване) през различните сезони ( $F_{3,2000} = 187,12, p < 0,01$ ). През пролетта лешоядите се отдалечават средно на  $27,65 \pm 21,9 \text{ km}$  от местата за ношувка, а през лятото тази стойност достига  $29,24 \pm 22,2 \text{ km}$ . През есента лешоядите се отдалечават средно на  $13,8 \pm 14,7 \text{ km}$  от местата, а през зимата на едва  $11,7 \pm 15,2 \text{ km}$ . Установена е статистически значима разлика и в изминатите дневни разстояния през различните сезони ( $F_{3,2000} = 299,24, p < 0,01$ ). Белоглавите лешояди изминават най-големи дневни разстояния през лятото ( $117,3 \pm 64,7 \text{ km}$ ) и пролетта ( $100,12 \pm 64,7 \text{ km}$ ), а най-кратки през есента и зимата съответно,  $46,6 \pm 43 \text{ km}$  и  $35,7 \pm 37,8 \text{ km}$ . В 21,6 % от дните ( $n = 5\,649$ ) белоглавите лешояди изминават под  $20 \text{ km}$ , а в едва 6,1 % от дните изминават над  $200 \text{ km}$  (фиг. 4). Изминатото дневно разстояние се влияе значимо от метеорологичните условия – сумарно дневно количество валеж, сила на вятъра, облачност и средна дневна температура ( $R^2 = 0,4, p < 0,05$ ).



**Фиг. 4.** Изминати дневни разстояния от маркираните белоглави лешояди

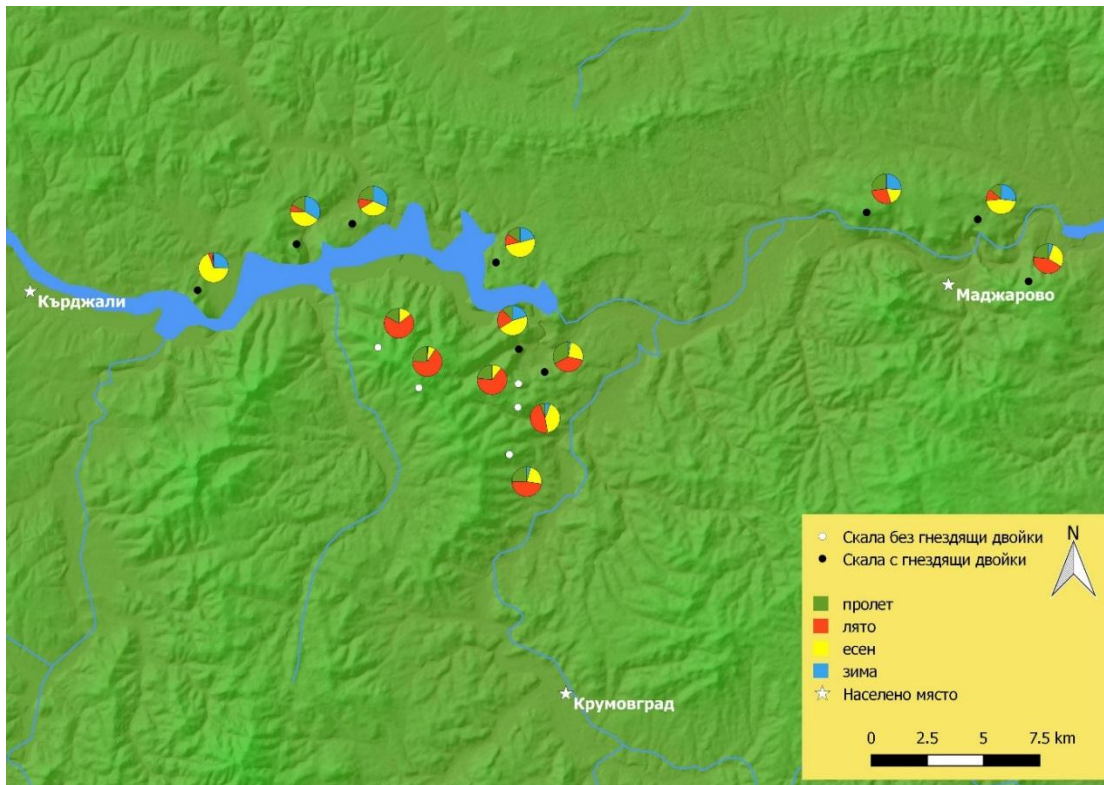
Белоглавите лешояди в преходно оперение изминават по-големи средни дневни разстояния в сравнение с възрастните, съответно  $85 \pm 66,06$  km и  $76,82 \pm 64,5$  km ( $t = -6,05$ ,  $p < 0,01$ ). При сравнение по сезони се установява, че през зимата белоглавите лешояди в преходно оперение изминават средно  $45,8 \pm 41,7$  km докато възрастните изминават средно  $29,9 \pm 31,3$  km ( $t = -5,37$ ,  $p < 0,01$ ). Статистически значима разлика в изминатите дневни разстояния между двете възрастови групи е установена и през есента, когато възрастните изминават средно  $36,6 \pm 42,8$  km, а лешоядите в преходно оперение –  $51 \pm 44$  km ( $t = -5,45$ ,  $p < 0,01$ ). През пролетта и лятото лешоядите в преходно оперение отново изминават по-големи дневни разстояния, но разликата с възрастните не е статистически значима (пролет –  $t = -1,69$ ,  $p > 0,05$ ; лято –  $t = -1,53$ ,  $p > 0,05$ ).

### Места за нощуване

Местата за нощувка и използваният субстрат са определени в 8 120 случаи на нощуване в рамките на изследването. Белоглавите лешояди нощуват основно на скали като това е предпочитаният субстрат за нощуване в 85,62 % от случаите ( $n = 8\ 120$ ). В 14,05 % от случаите лешоядите нощуват на дървета, а в 0,31 % на стръмни каменисти склонове. Установени са и два случая, в които лешояд остава да нощува на земята или на много нисък храст. И двата случая са в района на с. Смигада в Гърция. Средно в  $77,45 \pm 26,9$  % от времето лешоядите нощуват в България и съответно в  $22,54 \pm 26,9$  % от случаите нощуват в Гърция.

В българската част на Източните Родопи основният субстрат за нощуване на белоглавите лешояди са скалите. Лешоядите нощуват на дървета в едва  $5,2 \pm 3,9$  % от случаите, а на скали в  $94,6 \pm 3,9$  % от регистрираните случаи. В гръцката част на планината белоглавите лешояди нощуват на дървета в  $78,7 \pm 24,4$  % от случаите, а на скали в едва  $20,3 \pm 24,4$  % от нощите.

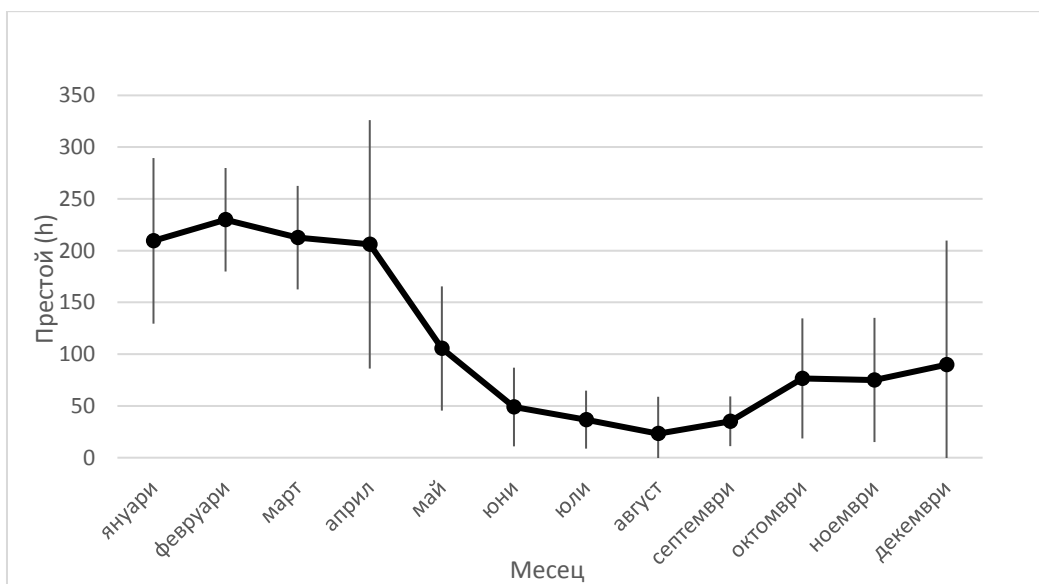
През есента и зимата белоглавите лешояди нощуват на скали с гнездящи двойки съответно в  $80,1 \pm 24,2$  % и  $88 \pm 24,8$  % от случаите. През пролетта нощуват на скали с гнездящи двойки в  $59,4 \pm 25,3$  %, а през лятото този процент е най-нисък –  $45,8 \pm 24,8$  %. През летните месеци лешоядите предпочитат да нощуват на някои скали в Източните Родопи, на които няма гнездящи двойки (фиг. 5).



**Фиг. 5.** Карта на местата за нощуване и използването им спрямо сезона

### Посещения и престой в гнездото

Белоглавите лешояди, които се размножават прекарват най-много време в гнездото си през месец февруари, когато сумарно престоят им в гнездото е средно  $229,9 \pm 95,7$  часа. През месеците март и април лешоядите прекарват в гнездото съответно  $212,6 \pm 92,5$  и  $206,1 \pm 124,2$  часа. През месец май се наблюдава драстичен спад във времето прекарано в гнездото до  $105,5 \pm 70,4$  часа. През следващите месеци тенденцията се запазва, за да достигне най-ниски стойности през месец август, когато лешоядите прекарват в гнездото си средно едва  $23,2 \pm 35,7$  часа. През есента се наблюдава постепенно увеличение на престоя в гнездото и през месец декември достига средно  $89,7 \pm 120$  часа (фиг. 6).



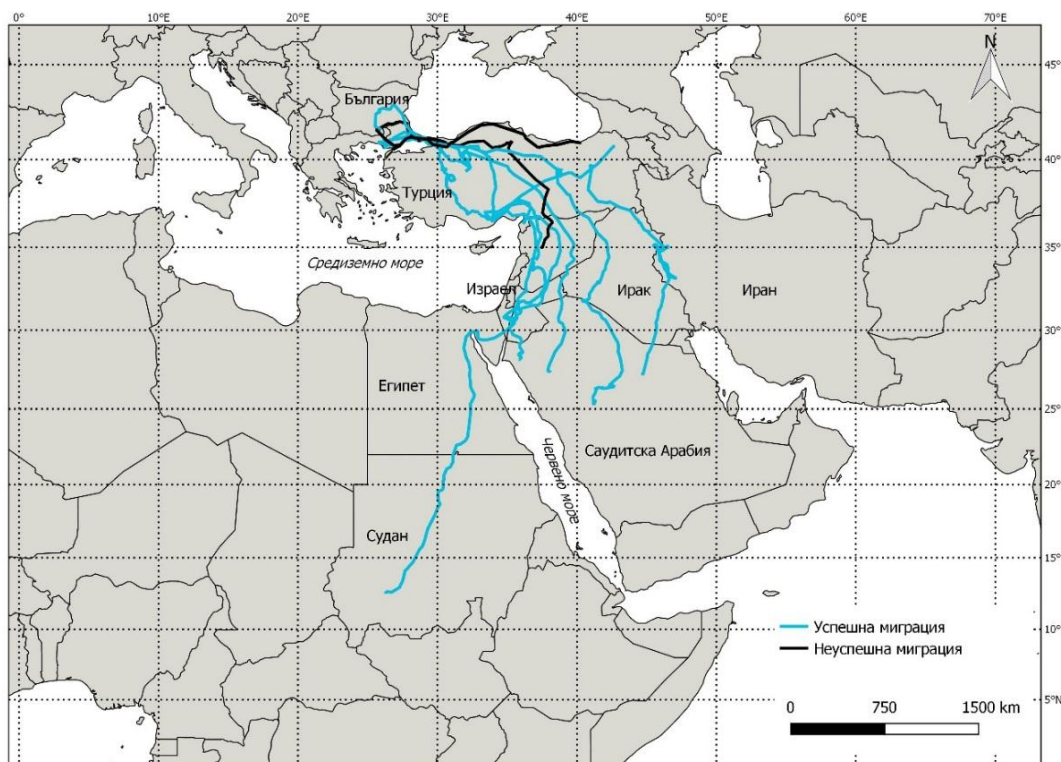
**Фиг. 6.** Престой (в часове) на гнездящите белоглави лешояди в гнездото по месеци

## Изследване на миграцията и местата за зимуване на младите белоглави лешояди

В периода 2016-2018 г. са маркирани 7 ювенилни белоглави лешояда, излюпени в Източните Родопи. Есенна миграция предприемат 71,5 % (n = 5) от тях, а 28,5 % (n = 2) остават през зимата в района на колонията. От 7 маркирани белоглави лешояда в преходно оперение на възраст между 2 и 5 к.г. есенна миграция предприема само 1 индивид. Анализирани са общо 10 успешните миграции на 4 белоглави лешояда (4 през пролетта и 6 през есента).

### Характеристики на есенната миграция

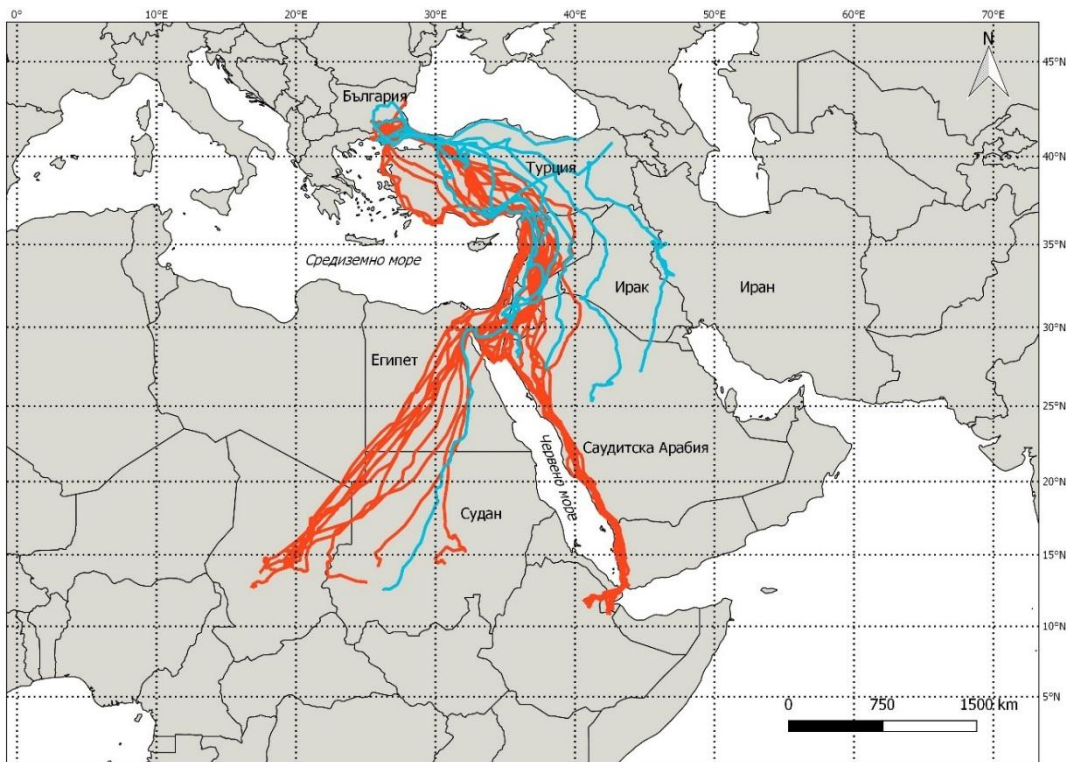
Есенната миграция при белоглавия лешояд започва между 19 септември и 29 октомври, а при египетските лешояди от Източните Родопи между 23 август и 25 септември. Белоглавите лешояди мигрирали успешно пристигат в местата за зимуване между 25 октомври и 4 декември. Средното разстояние изминато от белоглавите лешояди по време на есенна миграция е  $3\,602 \pm 1\,137$  km, което белоглавите лешояди изминават за средно  $38 \pm 12$  дни със средна миграционна скорост от  $100,7 \pm 32$  km/ден. Най-дълго разстояние по време на есенна миграция (5 727 km) изминава лешоядът 6К, при миграционна скорост от 136 km/ден. Най-дългото изминато разстояние в рамките на един един е 374 km, регистрирано на 30 октомври 2017 г. когато лешоядът 6G пресича Босфора и достига района на град Гереди в Северна Турция (фиг. 7).



**Фиг. 7.** Карта на успешните и неуспешните есенни миграции на млади белоглави лешояди от България

Най-тесен е коридорът при  $41^\circ$  с.ш. (346 km), където преминават над Босфора. При египетските лешояди миграционният коридор в този участък е по-широк, тъй като част от тях преминават над Дарданелите. За разлика от тях всички маркирани белоглави лешояди преминават над Босфора по време на есенната си миграция. Фронтът на

миграция се разширява и при 38° с.ш. достига 722 km като се простира от региона Испарта на запад до региона Диарбекир на изток. При 36° с.ш. лешоядите мигриращи през Западна Турция поемат на изток, за да заобиколят Средиземно море близо до залива Искендерун в региона Хатай, където се наблюдава стеснение на миграционния коридор. За разлика от тях 91 % от египетските лешояди мигриращи през Турция прелитат над Искендерун и тук миграционният коридор е широк едва 321 km. След тази точка египетските лешояди продължават миграцията си в тесен фронт до достигане на Ейлат, където част от лешоядите продължават по източното крайбрежие на Червено море, а друга част навлизат в Африка. При белоглавите лешояди между 36° с.ш. и 32° с.ш. фронта на миграция е широк между 398 km и 490 km. При 31° с.ш. започва ново разширение на миграционния фронт като лешоядите преминаващи по-близо до Средиземно море остават да зимуват в Израел или се отклоняват в западна посока, за да преминат през протока Суец на Червено море и да навлязат в Африка. Един от маркираните белоглави лешояди (6К) преминава над Суец, следвайки един от трите основни миграционни пътища на рещите се птици от Палеарктика към Африка (фиг. 8).



**Фиг. 8.** Есенна миграция на белоглави (в синьо) и египетски (в червено) лешояди маркирани в Източните Родопи

### Характеристики на пролетната миграция

Пролетната миграция на белоглавите лешояди започва между 22 март и 7 май и завършва между 21 април и 17 май. Средното изминато разстояние по време на пролетна миграция е  $2\,340 \pm 737$  km, което белоглавите лешояди преодоляват за  $13 \pm 6$  дни със средна миграционна скорост от  $176,3 \pm 61,8$  km/ден. Най-дългото изминато разстояние за един ден е 346 km, изминато от лешояда 6W на 06 април 2019 г. между градовете Гюлшехир в Кападокия и Михалчък, разположен източно от Анкара. Белоглавите лешояди имат по-висока миграционна скорост през пролетта в сравнение с есента ( $t = 2,50$ ,  $p < 0,05$ ) и завършват миграцията си за по-кратко време ( $t = -3,06$ ,  $p < 0,05$ ).

Изминатото разстояние по време на пролетната и есенната миграция е сходно ( $t = 0,15$ ,  $p > 0,05$ ).

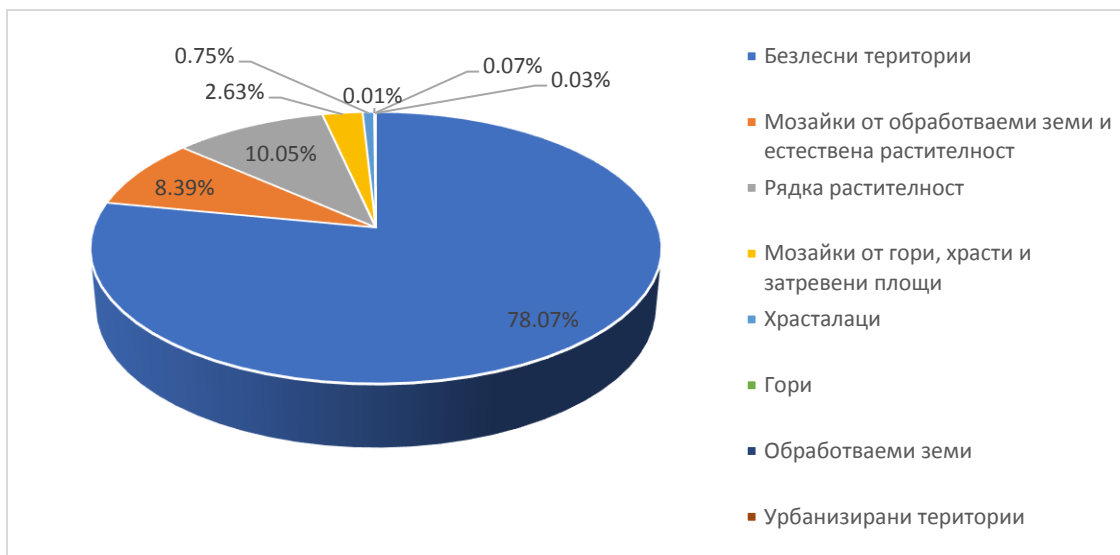
От 8 проследени опита за есенна миграция 75 % са успешни и лешоядите достигат до местата за зимуване. Два от младите белоглави лешояди загиват по време на есенната си миграция – 3М и 6Р. 3М загива в Северна Турция след изминати 1 488 km за 21 дни. 6Р загива в Сирия след изминати 1 759 km за 41 дни. Проследени са и 5 опита за пролетна миграция, от които 80 % са успешни и един завършва с неуспех. Един от лешоядите е заловен от браконieri в Саудитска Арабия 8 дни след началото на пролетната миграция.

### **Местообитания и размер на обитаваната територия в местата за зимуване**

Установени са местата за зимуване на 4 белоглави лешояда, които предприемат далечна миграция извън Източните Родопи – 3С, 6G, 6К и 6W. Лешоядът 3С зимува в Саудитска Арабия в три последователни години, а през пролетта мигрира на север и прекарва летните месеци в централна и Източна Турция. 6G също зимува една година в Саудитска Арабия. 6W завършва своята есенна миграция в Израел, където презимува и през април се завръща отново в Източните Родопи. 6К е единственият от маркираните белоглави лешояди, който достига до Африка и остава да зимува в Сахел близо до границата между Судан и Южен Судан. Лешоядът загива месец след достигане на зимовището и данните за обитаваната от него територия през зимния сезон остават непълни.

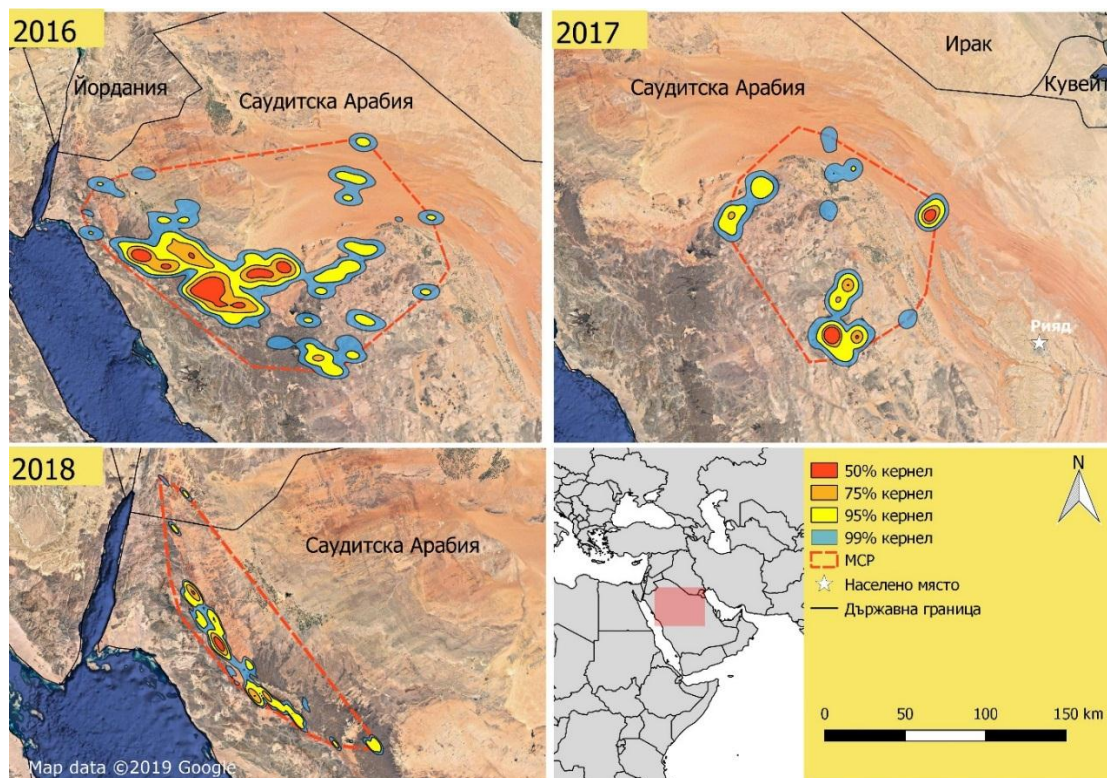
Средният размер на сърцевинната зона на индивидуалния участък (50 % кернел) на младите белоглави лешояд в местата за зимуване е  $1\,876 \pm 2\,001,4 \text{ km}^2$ , но варира в широки граници от  $88,7 \text{ km}^2$  до  $2\,349 \text{ km}^2$ . Средният размер на обитаваната от лешоядите територия по време на зимуване (95 % кернел) е средно  $18\,933 \pm 13\,314 \text{ km}^2$  и също варира в широки граници между различните индивиди и отделните години (от  $2\,017$  до  $41\,365 \text{ km}^2$ ). Маркираните белоглави лешояди зимуват в обширни райони на Централна и Североизточна Саудитска Арабия, Израел и регионите Южен Дарфур и Северен Бар ел Газал съответно в Судан и Южен Судан.

Безлесните територии заемат 78,07 % от площта в сърцевинните зони на индивидуалните участъци на белоглавите лешояди в местата им за зимуване. Това са предимно пустинни райони със скалисти планински вериги. Едва 10,05 % от площта на обитание се заема от територии с разредена растителност и 8,39 % от мозайки от обработваеми земи и естествена растителност (затревени площи, храсти и дървета). Останалите типове местообитания заемат сумарно под 5 % от площта на сърцевинната зона на обитание (фиг. 9). В индивидуалният участък при 95 % кернел безлесните територии съставляват 83,41 % от площта докато териториите заети от разредена растителност и мозайки от обработваеми земи и естествена растителност (затревени площи, храсти и дървета) заемат съответно 5,28 % и 5,03 %.



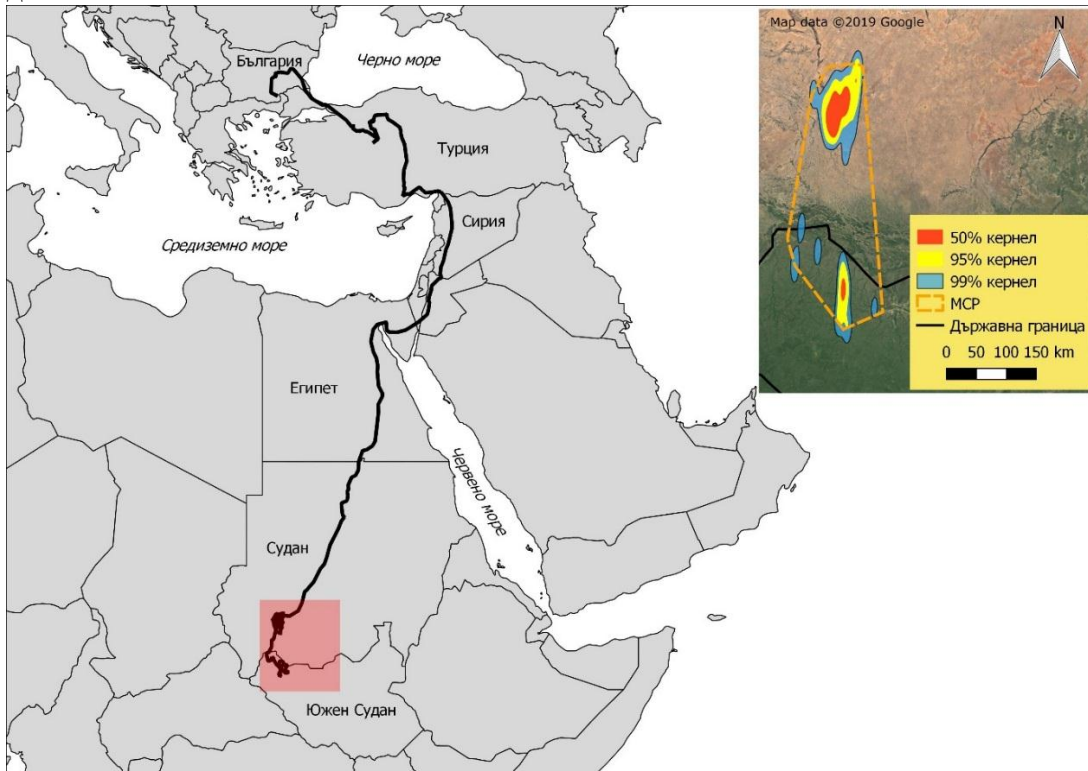
**Фиг. 8.** Типове местообитания в сърцевинната зона на индивидуалния участък на младите белоглави лешояди в местата за зимуване

Белоглавият лешояд маркиран с крилометка 3С зимува в Саудитска Арабия в три последователни години (фиг. 10). Най-голям е индивидуалният му участък през 2016 г., когато птицата е нулевогодишна. Размерът на сърцевинната зона е 5 579 km<sup>2</sup>, а на обитаваната територия при 95 % кернел – 41 365 km<sup>2</sup>. Установена е тенденция към намаляване на размера на индивидуалния участък през годините като през 2018 г. размера на сърцевинната зона е 88,7 km<sup>2</sup>, а при 95 % кернел е едва 2 017 km<sup>2</sup>. Установена е ниска степен на припокриване на местата за зимуване през отделните години.



**Фиг. 10.** Карта на индивидуалния участък на белоглавия лешояд 3С по време на зимуване

Белоглавият лешояд 6К достига Сахел в Африка и се установява да зимува в административните региони Северен и Южен Кордофан в Судан (фиг. 11). На 21 ноември 2017 г. 6К се придвижва 150 km на юг и навлиза на територията на Южен Судан. Най-южната географска точка, която лешоядът достига е при 8°80' северна ширина. На 02 декември 2017 г. предавателят започва да излъчва сигнал от една и съща позиция, което вероятно свидетелства за смъртта на птицата. Размерът на сърцевинната зона на индивидуалния участък е 2 349 km<sup>2</sup>. При 95 % кернел площта на обитаваната територия достига 14 299 km<sup>2</sup>.



**Фиг. 11.** Карта на миграцията и индивидуалния участък на белоглавия лешояд 6К

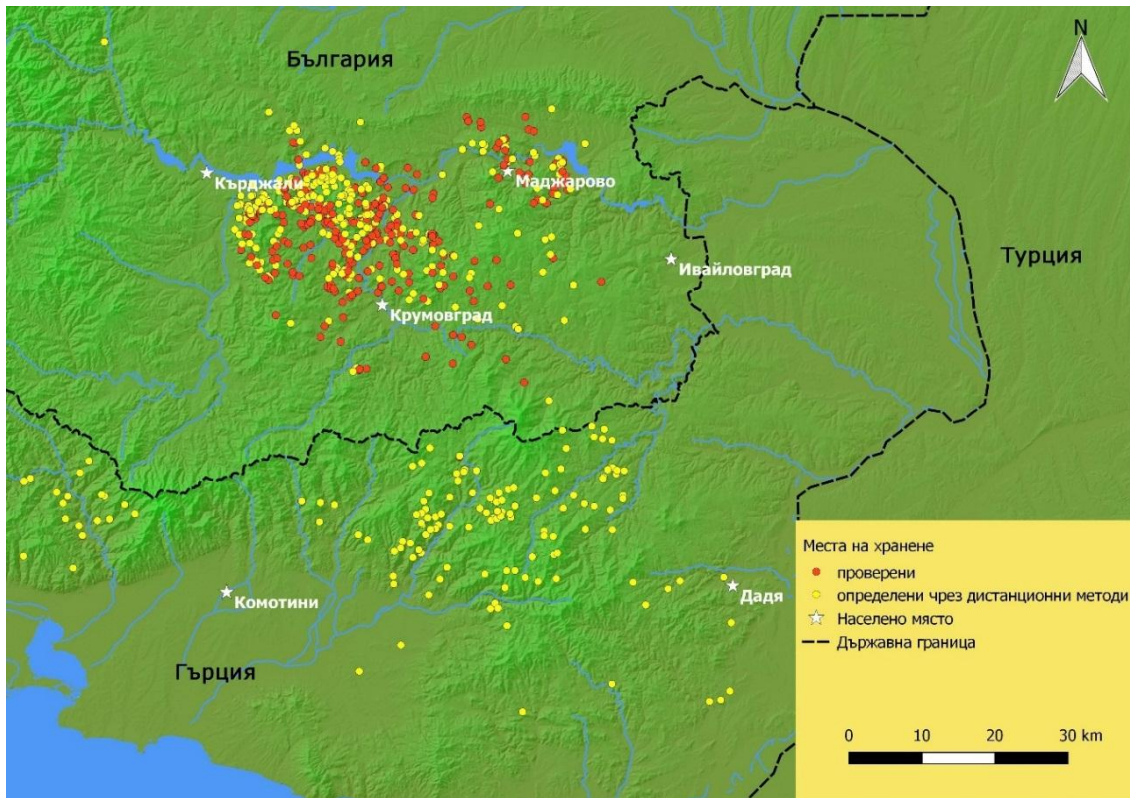
## Изследване върху местата за хранене на белоглавия лешояд

### Хранене на площадки за подхранване и извън тях

В периода юни 2017-декември 2018 г. чрез дистанционни методи са идентифицирани 1 036 случая, в които маркираните белоглави лешояди са посетили места за хранене. От тях 802 (77,4 %) са извън площадките за подхранване на мършоядни птици в Източните Родопи (фиг. 12).

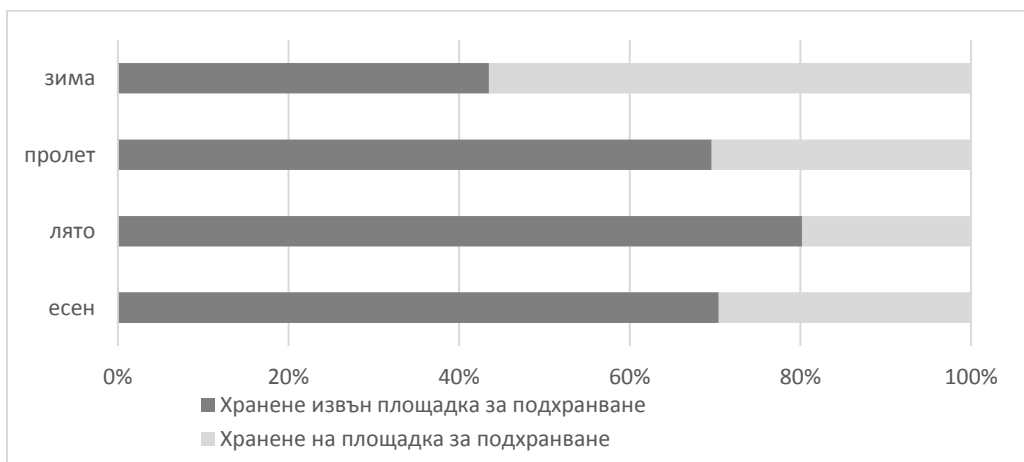
На терен са проверени 42,8 % ( $n = 343$ ) от тези места и наличието на храна е потвърдено в 90,1 % от случаите. В останалите 9,9 % лешоядите са кацали на земята на удобни места за почивка или места, с пряка видимост към потенциален източник на храна, но по различни причини не са се хранили. В рамките на изследвания период средно в 73,1 %  $\pm$  7,1 от случаите птиците се хранят извън площадките за подхранване и в 26,9 %  $\pm$  7,1 от случаите посещават площадките за подхранване в България и Гърция.





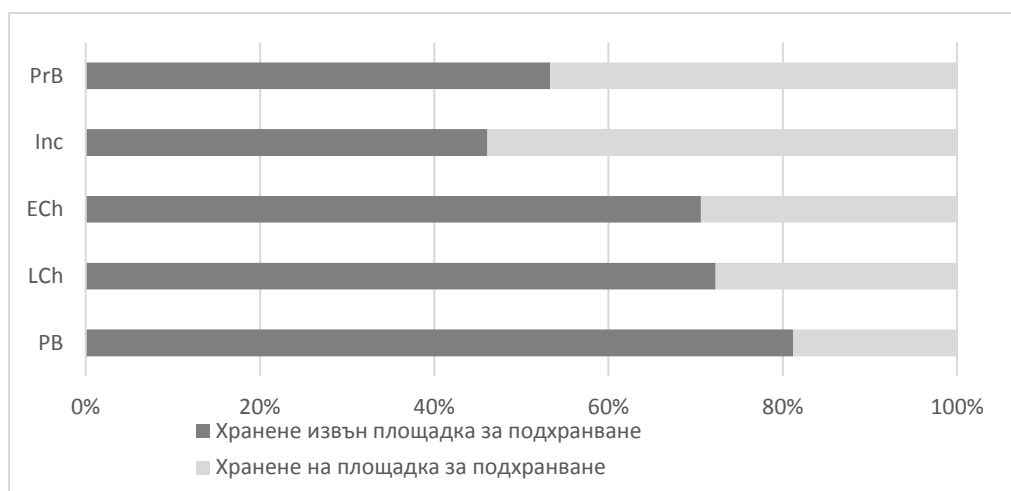
**Фиг. 12.** Карта на местата, на които белоглавите лешояди са се хранили в периода 2017-2019 г.

Установена е статистически значима разлика в сезонното използване на площадките за подхранване ( $H_{3,52} = 24,81$   $p < 0,01$ ). Най-често белоглавите лешояди се хранят на площадките за подхранване през зимата ( $56,5 \% \pm 16,1$ ), а най-рядко през лятото ( $19,82 \% \pm 8$ ). През пролетта и есента се хранят на площадките за подхранване средно в  $30,4 \% \pm 10$  и  $29,56 \% \pm 11,4$  от случаите (фиг. 13).



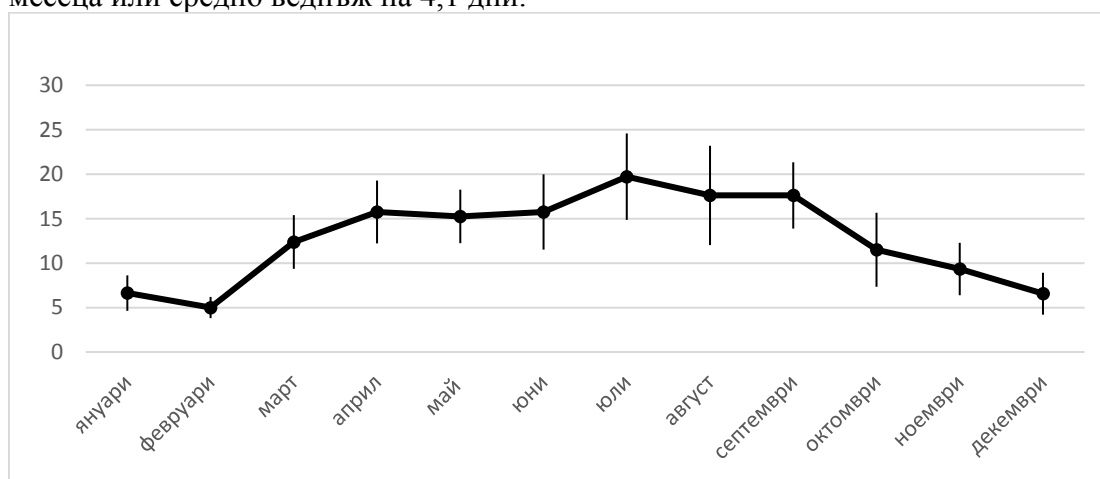
**Фиг. 13.** Процентно съотношение на храненията на белоглавите лешояди на площадки за подхранване и извън площадки за подхранване спрямо годишните сезони

Възрастните белоглави лешояди, които се размножават се хранят на площадките за подхранване основно през предразмножителния период и периода на мътене, съответно в  $53,9 \%$  и  $46,6 \%$  от случаите. През другите периоди от размножаването посещават предимно места за хранене извън площадките за подхранване (фиг. 14).



**Фиг. 14.** Процентно съотношение на храненията на белоглавите лешояди на площадки за подхранване и извън площадки за подхранване спрямо периода на гнездене (PrB – предгнездови период, Inc – мътене, ECh – ранен период на отглеждане на малко, LCh – късен период на отглеждане на малко, PB – следгнездови период)

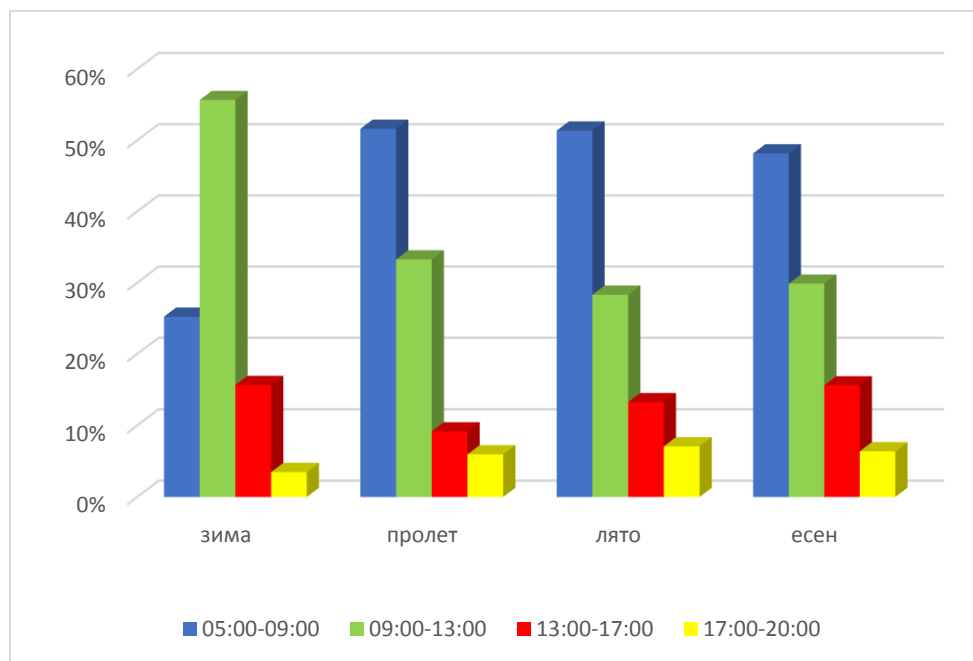
При изследване на месечната динамика на храненията се установява, че лешоядите посещават най-голям брой места за хранене през юли ( $19,7 \pm 4,9$ ) и най-малък брой през февруари ( $5 \pm 1,2$ ). След февруари броят на местата за хранене, които лешоядите посещават месечно рязко се увеличава до  $12,4 \pm 3$  през март и  $15,8 \pm 3,5$  през април (фиг. 15). Максималният брой различни места за хранене, които един лешояд посещава в рамките на един ден е 4. Такива случаи са регистрирани през пролетните и летните месеци от годината. Всеки белоглав лешояд посещава място за хранене в  $42,8 \pm 13,7$  % от дните в месеца, но стойността на този показател варира в широки граници между отделните месеци. С най-голяма честота птиците се хранят през юли, когато посещават места за хранене в  $62,6 \pm 17,9$  % от дните или средно веднъж на всеки 1,6 дни. Най-рядко се хранят през януари и февруари, съответно в  $23,4 \pm 18,4$  % и  $22,8 \pm 18,3$  % от дните в месеца или средно веднъж на 4,1 дни.



**Фиг. 15.** Брой хранения на белоглавите лешояди по месеци

Установени са сезонни различия във времето, в което белоглавите лешояди посещават местата за хранене. През зимните месеци, на площадките за подхранване в България, лешоядите най-често кацат да се хранят във времеви интервал 09:00-13:00 ч. (55,7 %,  $n = 115$ ), а в 25,2 % от случаите в интервала 05:00-09:00 ч. През пролетта, лятото и есента лешоядите посещават площадките за подхранване предимно в интервала 05:00-09:00 часа, съответно в 51,6 %, 51,4 % и 48,2 % от регистрираните случаи (фиг. 16).

Извън площадките за подхранване лешоядите се хранят най-често в сутрешните и следобедните часове (09:00-13:00, 13:00-17:00 ч.) независимо от сезона. Едва  $20 \pm 2,1$  % от храненията са в ранните сутрешни часове (05:00-09:00 ч.). Късните следобедни часове са най-малко предпочитаното време за хранене, както на площадките за подхранване така и извън тях.



**Фиг. 16.** Сезонни изменения в часовия интервал, в който белоглавите лешояди посещават площадките за подхранване в България

В рамките на изследвания период е изчислена продължителността на престой на белоглавите лешояди на местата за хранене в 520 случая на хранене на площадки за подхранване и 505 случая на хранене извън площадки за подхранване. През всички сезони белоглавите лешояди остават значително по-дълго време около трупове, с които се хранят, когато те са разположени на площадка за подхранване в сравнение със случаите, в които се хранят в естествената среда (табл. 4).

**Табл. 4.** Сравнение на времето на престой на белоглавите лешояди на местата за хранене спрямо сезона (ХПП – хранене на площадка за подхранване, ХИПП – хранене извън площадка за подхранване)

Сезон	Valid N ХПП	Valid N ХИПП	Mean ХПП ± SD	Mean ХИПП ± SD	t	p
Пролет	106	118	60,7 ± 49	41,1 ± 28,8	-8,57	<b>0,001*</b>
Лято	158	245	52,6 ± 45,8	38,2 ± 29,4	-8,02	<b>0,001*</b>
Есен	119	82	54,7 ± 50,4	49,2 ± 40,7	-5,35	<b>0,001*</b>
Зима	137	60	92 ± 78	68 ± 54,4	2,57	<b>0,01*</b>

\*Статистически значимите резултати при  $p < 0,05$  са маркирани в **Bold**

## Придвижвания за търсене на храна

Сравнени са изминатото дневно разстояние, максималното преместване и индекса за директен полет между дните, в които лешоядите са посетили площадка за подхранване ( $n = 812$ ) и дните, в които са се хранили извън площадките за подхранване ( $n = 793$ ). Белоглавите лешояди изминават по-дълги дневни разстояния в дните, в които се хранят извън площадките за подхранване в сравнение с дните, в които посещават площадките, като разликата е статистически високо значима ( $t = -11,6$ ,  $p < 0,001$ ). Стойностите на този параметър в дните с хранене извън площадка за подхранване варират в широки граници от 2,6 km до 342 km, средно  $96,7 \pm 57,4$  km. В дните, в които лешоядите посещават площадките за подхранване изминават средно  $70,6 \pm 59,7$  km. В дните с хранене на площадки за подхранване, лешоядите имат по-директен полет и разликата по този показател също е статистически високо значима ( $t = 5,9$ ,  $p < 0,001$ ). По-голямо максимално преместване се установява в дните с хранене извън площадките за подхранване ( $t = -7,33$ ,  $p < 0,001$ ) като средната стойност на този показател е  $22,7 \pm 17,7$  km, а в дните, в които се хранят на площадка за подхранване е  $20,9 \pm 23,1$  km.

Сравнение по тези три показателя е направено и между 1 000 дни, в които лешоядите не се хранят и същият брой дни, в които се хранят независимо дали това става на площадка за подхранване или извън такава. Лешоядите изминават средно  $80,3 \pm 53,3$  km в дните, в които се хранят и  $69,8 \pm 58,4$  km в дните, в които не успяват да намерят храна като разликата по този показател е статистически високо значима ( $t = -10,3$ ,  $p < 0,001$ ). Статистически значима разлика е установена и по отношение на максималното преместване като в дните без хранене средната стойност на този показател е  $19,12 \pm 16,4$  km, а в дните с хранене средната му стойност е  $20,61 \pm 22,1$  km ( $t = -8,5$ ,  $p < 0,001$ ).

За определяне на факторите със значение за храненето на лешоядите построихме общ смесен линеен модел (GLMM), който включва следните променливи – възраст (AGE), гнездови статус (BS), сезон (SE), изминато дневно разстояние (D), средна дневна температура (TMP), облачност (CL), средна дневна скорост на вятъра (WI) и сумарно дневно количество валеж (PR). Най-добрият модел ( $\Delta AIC = 0,00$ ,  $weight = 0,46$ ) включва всички променливи с изключение на облачността (табл. 5). Сезонът и възрастта на лешояда имат най-висока значимост (съответно Wald stat. = 137,23,  $p < 0,0001$  и Wald stat. = 77,32,  $p < 0,0001$ ) и са основните фактори, които определят колко успешни са лешоядите в намирането на храна.

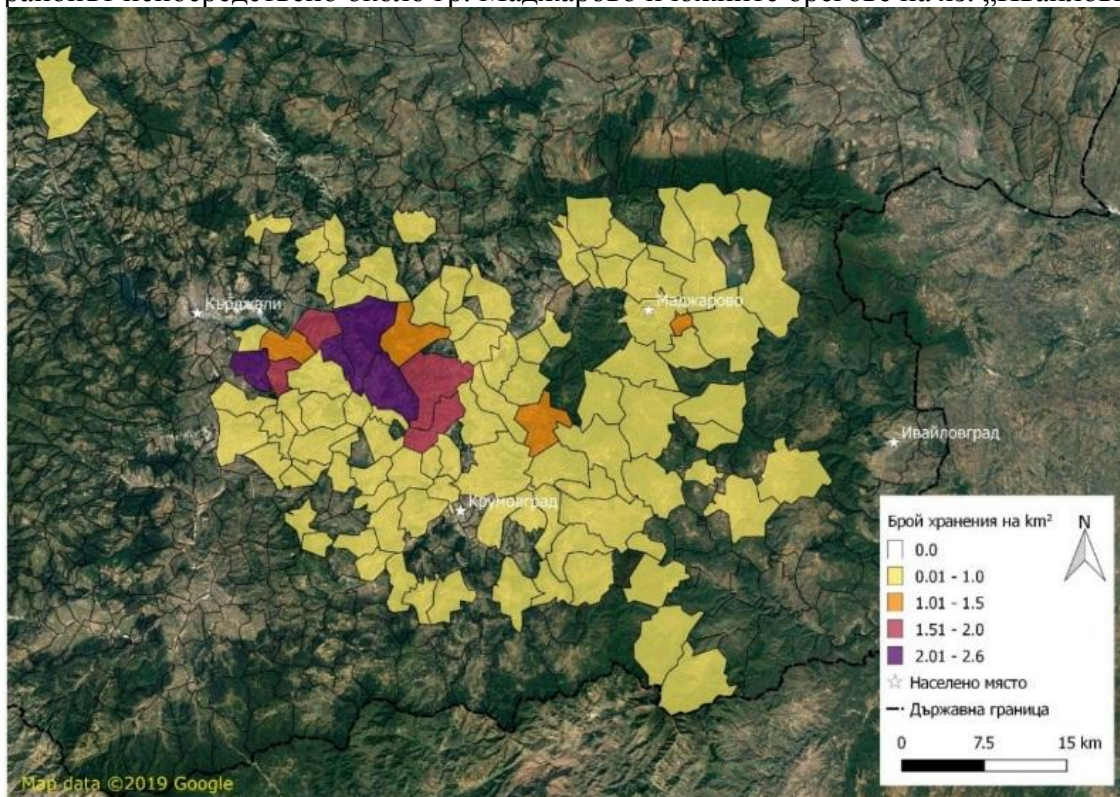
**Табл. 5.** Структура и значимост на получените модели (GLMM), които включват факторите оказващи влияние върху храненето на белоглавите (RI – относителна значимост на модела)

Структура на модела	AIC	$\Delta AIC$	Weights	RI
D + TMP + PR + WI + BS + SE + AGE	6550,549	0,000	0,46	1
D + TMP + PR + CL + WI + BS + SE + AGE	6551,038	0,489	0,36	0,78
D + PR + CL + WI + BS + SE + AGE	6552,533	1,984	0,17	0,37

## Райони, в които белоглавите лешояди намират храна

Общият брой на определените чрез дистанционни методи места за хранене на лешоядите извън площадките за подхранване е 802. От тях 81,4 % са в България, а 18,6 % в Гърция. На терен са проверени 343 локации с цел изследване на хранителния спектър на вида и за оценяване на количеството на достъпната за лешоядите естествена храна в обитаваната територия.

Най-висока плътност на храненията (2-2,6 хранения/ $\text{km}^2$ ) е установена в землищата на селата Гургулица, Момина сълза, Девинци и Летовник, които са разположени на южния бряг на яз. „Студен кладенец“ (фиг. 17). Този показател има високи стойности и в землищата на селата Чомаково, Зорница, Стари чал и Долна Кула (1,51-2 хранения/ $\text{km}^2$ ). Територията, в която броят на храненията на единица площ е над 0,5 обхваща Бойник планина, долното течение на р. Крумовица, възвишението Ирантепе, долината на Душундере, районът между яз. „Студен кладенец“ и Момчилград, както и районът непосредствено около гр. Маджарово и южните брегове на яз. „Ивайловград“.



Фиг. 17. Плътност на установените случаи на хранене на белоглавите лешояди в землищата на селата в Източните Родопи

## Хранителен спектър

Хранителният спектър на вида е представен от 13 таксона с общо открити 305 екземпляра. Индексът на разнообразие на Shannon за изследвания период е 1,56. Най-висок дял в храната на белоглавия лешояд по представеност на екземплярите имат говедата (*Bos taurus*) (47 %,  $n = 148$ ), следвани от овце (*Ovis aries* Linnaeus, 1758) и кози *Capra aegagrus hircus* Linnaeus, 1758) (28 %,  $n = 94$ ) и елени и сърни (Cervidae) (11,5 %,  $n = 35$ ). В храната на белоглавия лешояд са установени всички видове диви чифтокопитни (Artiodactyla) животни, които се срещат в Източните Родопи – елен лопатар (*Dama dama* Linnaeus, 1758), сърна (*Capreolus capreolus* Linnaeus, 1758), благороден елен (*Cervus elaphus*, Linnaeus, 1758) и дива свиня (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758). От хищните бозайници са намерени по един индивид от видовете лисица (*Vulpes vulpes*

Linnaeus, 1758) и чакал (*Canis aureus* Linnaeus, 1758) и 5 кучета (*Canis familiaris* Linnaeus, 1758). В 4,6 % (n = 14) от случаите лешоядите са се хранили с кланични отпадъци, които са депонирани на нерегламентирани за целта места.

Най-висок индекс на разнообразие на хранителния спектър на белоглавия лешояд е установен през зимата (H = 1,66), а най-нисък през пролетта (H = 1,24). През лятото и есента стойностите на този показател са сходни, съответно 1,48 и 1,46. Наблюдава се сезонно изменение в дела на овцете и козите в хранителния спектър на белоглавия лешояд ( $\chi^2_{(3)} = 23,17$ ,  $p < 0,05$ ). През пролетта тази група съставлява 36,14 % от храната на лешоядите, а през зимата едва 11,3 %. При говедата липсва сезонно изменение ( $\chi^2_{(3)} = 0,64$ ,  $p > 0,05$ ) като те съставляват средно  $49,95 \pm 3,3$  % от храната на вида през различните сезони. При дела на дивите животни в храната на белоглавия лешояд също се установява сезонна промяна ( $\chi^2_{(3)} = 8,56$ ,  $p < 0,05$ ). През есента дивечът съставлява 23,8 % от храната на лешоядите, през лятото и зимата съответно 11,3 % и 12,9 %, а през пролетта има най-нисък дял – 9,6 %.

Делът на селскостопанските животни в хранителния спектър на белоглавия лешояд в Източните Родопи възлиза на 91,9 % от биомасата. Говедото като хранителен компонент съставлява 72,3 % от биомасата. Овце и кози, както и коне и магарета (*Equus africanus asinus* Linnaeus, 1758) съставляват по 9,8 % от биомасата. Едва 3,5 % от биомасата се осигурява от диви животни. В рамките на изследвания период на площадките за подхранване в Източните Родопи са осигурени 90 530 kg храна за лешоядите, от които 59,7 % е осигурена на площадката за подхранване в Гърция и 40,3 % на площадките в България. На база верифицираната на терен информация, количеството на достъпната за лешоядите биомаса е екстраполирана за общия брой места за хранене, които лешоядите са посетили в периода на изследването. По този начин е изчислено, че общата биомаса достъпна за лешоядите извън площадките за подхранване възлиза на минимум 104 800 kg. От площадките за подхранване се осигуряват 46,3 % от биомасата, която е достъпна за лешоядите, а останалите 53,7 % от биомасата осигуряват трупове на животни, които лешоядите сами намират в обитаваната територия в България и Гърция.

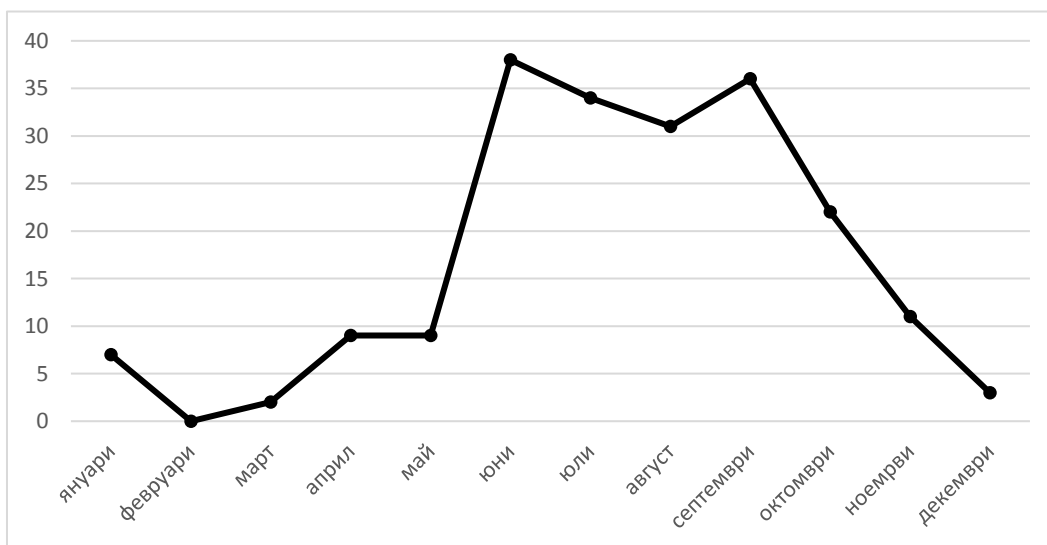
### **Причини за смъртност на животните използвани за храна**

Причината за смъртта е установена за 30,5 % (n = 93) от животните, които са използвани за храна от маркираните белоглави лешояди. Информация за причините за смъртта е получена от собствениците на животните и служители на ДЛС „Студен кладенец“. В останалият процент от случаите животните са умрели на отдалечени от селата места, собственикът не е открит или няма информация за причините за смъртта. В 60,2 % (n = 56) от известните случаи животните са били нападнати и убити от хищници – вълци, чакали или скитащи кучета. В други 37,6 % (n = 35) от случаите смъртта е настъпила в резултат на естествени причини, сред които заболяване, трудно раждане, събаряне от други животни от стадото, заклещване в живи плетове и др. Браконьерство е съобщено като причина за смъртта в едва 2,2 % (n = 2) от случаите. В единият случай жертва на браконьерски отстрел е елен лопатар в близост до ДЛС „Студен кладенец“, а при вторият случай се касае за незаконен отстрел на кон (*Equus ferus caballus* Linnaeus, 1758).

### **Посещения на места за водопой**

Установени са 5 често използвани от лешоядите места за водопой, две от които са в Гърция и три в България. Едно от местата използвани за водопой в Гърция е чешма

разположена на открит хълм край с. Монастири, а второто място е извор в близост до с. Смигада. В България едно от местата също представлява извор разположен на западния склон на билото на Бойник планина над с. Постник. Другите две места са чешми, една от които е разположена в близост до махала Алибей на билото на Бойник планина, а втората е разположена в близост до с. Долна кула на източния склон на планината. В рамките на изследвания период са регистрирани 202 посещения на местата за водопой. В 34,2 % (n = 69) от случаите, лешоядите посещават чешмата край махала Алибей на билото на Бойник планина, а в 32,2 % (n = 65) от случаите посещават извора край с. Постник. В 13,8 % от случаите за водопой и къпане лешоядите използват извора край с. Смигада в Гърция. През месец февруари не са установени посещения на местата за водопой. Броят на посещенията постепенно се увеличава през месеците март, април и достига до 9 през май. Най-голям брой посещения на местата за водопой са регистрирани през летните месеци с пик през юни, а след септември броят им рязко се понижава до едва 3 през месец декември (фиг. 18).



**Фиг. 18.** Месечна динамика на посещенията на белоглавите лешояди на местата за водопой

### Заплахи и препоръки за опазване

В рамките на изследването 7 от маркираните с GPS предаватели белоглави лешояди загиват. От тях 3 загиват в Източните Родопи и 4 по пътя на миграцията или в местата за зимуване. Белоглавите лешояди, които умират в Източните Родопи са 1 възрастен (3P), който умира в резултат на хронично оловно натравяне; 1 нулевогодишен (3F), който умира в резултат на силно опаразитяване довело до загуба на пера и настъпило в резултат на това измръзване и 1 лешояд в преходно оперение (6V), който умира в резултат на сблъсък с ветрогенератор в гръцката част на Източните Родопи. Всички белоглави лешояди, които умират по пътя на миграцията или в местата за зимуване са ювенилни – 6K, 3M, 6G и 6P. Лешоядът 6K спира да излъчва сигнал в Южен Судан, но причината за смъртта не е установена. 3M е намерен мъртъв в Турция като вероятната причина за смъртта е изтощение, но трупът е иззет от турските власти и не са проведени аутопсия или лабораторни анализи за доказване причините за смъртта. 6G е заловен от хора в Саудитска Арабия и вероятно е използван за търговия. 6P спира да излъчва сигнал в Сирия по време на есенната си миграция, но съдбата му остава неизяснена.

При нашето изследване са установени районите, които лешоядите посещават при търсене на храна, основните коридори за придвижване, миграционни пътища и места за

зимуване. Тази информация може да бъде използвана за прилагането на ефективни мерки за опазване на лешоядите в местата за гнездене и зимуване, както и по миграционния път. Необходимите мерки за опазване на вида в България са заложи в приетия „Национален план за действие за опазване на белоглавия лешояд“ (Стойнов и др. 2016). Белоглавият лешояд е включен и в „Международния план за действие за опазване на лешоядите в Африка и Евразия“ (Botha *et al.* 2017), който е приет от Секретариата на Конвенцията за мигриращите видове (Бонската конвенция). Тези стратегически документи предоставят насоки за опазване на вида в значителна част от ареала му на разпространение. Нашето изследване предоставя допълнителни данни за заплахите за вида и някои насоки за практическото приложение на заложените в плановете за действие мерки за опазване на белоглавия лешояд.



## Изводи

1. Размерът на индивидуалния участък при белоглавия лешояд варира в зависимост от възрастта, сезона, гнездовия статус и обилието на хранителните ресурси в обитаваната територия;
2. Съществуват индивидуални особености по отношение на размера на индивидуалния участък и местата, в които лешоядите търсят храна в рамките на обитаваната от цялата популация територия.
3. Белоглавите лешояди в преходно оперение изминават значимо по-големи дневни разстояния през есента и зимата като стойностите на този показател са сходни с тези на възрастните през пролетта и лятото;
4. Възрастните белоглави лешояди, които се размножават успешно, търсят храна по-активно като изминават значително по-дълги дневни разстояния в сравнение с индивидите, които са претърпели гнездови неуспех или не са се размножавали;
5. Над 70 % от младите белоглави лешояди мигрират на юг през първата си година, индивиди в преходно оперение също извършват сезонни миграции, а възрастните белоглави лешояди остават в района на гнездовата колония целогодишно;
6. Най-важните места с тесен фронт на миграция за вида са Босфора и района на залива Искендерун в Турция;
7. Младите белоглави лешояди от България зимуват в обширни райони в Израел и Саудитска Арабия, а някои индивиди достигат и Сахел в Африка;
8. В местата за зимуване лешоядите обитават предимно сухи пустинни райони и територии с разрежена растителност и минимално количество валежи;
9. В Източните Родопи белоглавите лешояди намират по-голямата част от храната си извън площадките за подхранване;
10. Белоглавите лешояди разчитат на площадките за подхранване в периода, когато отглеждат малки и през зимните месеци;
11. Белоглавите лешояди предпочитат да изминават по-големи разстояния, за да достигнат до територии, в които вероятността да намерят храна е по-голяма пред това да търсят храна в райони разположени в близост до колонията, но бедни на хранителни ресурси;
12. Основните заплахи за белоглавите лешояди в Източните Родопи са използването на отровни примамки срещу хищници, сблъсък с ветрогенератори, оловно натравяне, сблъсък с електропроводи. По пътя на миграцията и в местата за зимуване основните заплахи за вида са незаконният отстрел, използването на отровни примамки, улов с цел търговия.

## Приноси

### Оригинални приноси

1. За първи път на Балканския п-в чрез методите на GPS телеметрията са изследвани придвижванията и размера на индивидуалните участъци на белоглави лешояди от всички възрастови групи;
2. Определени са основните въздушни коридори, които белоглавите лешояди използват при придвижванията си между районите, в които търсят храна;
3. Описана е миграционната фенология на младите белоглави лешояди и са определени основните миграционни коридори, местата за почивка и хранене по време на миграция;

4. Установени са местата за зимуване на младите белоглави лешояди и са определени основните типове местообитания в тях;
5. За първи път са предоставени данни за размера на индивидуалния участък на вида в местата за зимуване;
6. За първи път е установено, че млади белоглави лешояди от България достигат до Южен Судан. Това е първото документирано присъствие на вида в страната и един от най-южните записи на вида в Африка;
7. За първи път в Европа е проведено проучване, което предоставя количествени данни за значението на площадките за подхранване за изхранване на популация на белоглавия лешояд;
8. Определени са районите в Източните Родопи, в които белоглавите лешояди се хранят и са предоставени данни за хранителния спектър на вида.
9. За първи път е документиран случай на оловно натравяне на белоглав лешояд в България.

### **Потвърдителни приноси**

1. Размерът на индивидуалния участък при белоглавия лешояд зависи от възрастта, сезона и наличието на храна в територията;
2. През летните месеци лешоядите търсят храна по-интензивно, изминават големи дневни разстояния и се хранят по-често;
3. Нашите резултати потвърждават, че индивидуалните участъци на белоглавите лешояди, не са кръгови с център около колонията, а са издължени в определена посока, в която лешоядите предпочитат да търсят храна;
4. Значителна част от младите белоглави лешояди извършват сезонни миграции;
5. По време на есенна миграция белоглавите лешояди прелитат над Босфора и не мигрират над Дарданелите;
6. Белоглавите лешояди търсят храна основно над райони с голям брой екстензивно отглеждани селскостопански животни или висока численост на диви животни;
7. Установено е, че наличието на площадки за подхранване в обитаваната територия не променя значително хранителните навици и способността на лешоядите сами да намират храна;
8. Нашето изследване потвърждава, че ветрогенераторите изградени в обитаваната от белоглавите лешояди територия причиняват смъртност в резултат на сблъсък с роторите.

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

1. Установени са най-често обитаваните от белоглавите лешояди райони в Източните Родопи и основните коридори, които използват при придвижванията си в територията. Тази информация следва да се използва при планиране на инфраструктурни проекти като изграждане на нови електропроводи или ветроенергийни паркове, за да се избегне риска за лешоядите;
2. Установени са основните райони, в които лешоядите се хранят и са направени препоръки за опазването им в тези места и прилагането на превантивни антиотровни дейности;
3. Изследвана е естествената хранителна база за лешоядите в Източните Родопи и е определено значението на площадките за подхранване за подпомагане на популацията на вида. Направени са препоръки за увеличаване на достъпната

храна за лешоядите чрез изграждане на малки площадки за подхранване в моделни ферми. По този начин ще се увеличи стойността на екосистемните услуги, които лешоядите извършват;

4. Определени са периодите, в които лешоядите се нуждаят от по-голямо количество храна и са направени препоръки за по-ефективно управление на съществуващите площадки за подхранване;
5. Представени са възможностите, които GPS предавателите предоставят за регистриране на случаи на смъртност. Направени са препоръки, за по-широко приложение на GPS телеметрията в програмите за мониторинг и опазване на лешоядите и прилагане на системи за ранно сигнализиране при случаи на отравяне;
6. Установени са местата с тесен фронт на миграция и зимуване на младите белоглави лешояди. Тази информация може да се използва за планиране и прилагане на мерки за опазване на вида по миграционния път;
7. Определени са някои заплахи за вида и са формулирани практически подходи за смекчаването им.

### Публикации по темата на дисертационния труд

1. **Arkumarev, V.**, Dobrev, D., Stamenov, A. 2019. First record of Eurasian Griffon Vulture (*Gyps fulvus*) from the Balkans migrating to South Sudan revealed by GPS tracking. *Scopus* 39(2): 27-35.
2. Buechley, E., Oppel, S., Beatty, W., Nikolov, S., Dobrv, V., **Arkumarev, V.**, Saravia, V., Bougain, C., Bounas, A., Kret, E., Skartsi, T., Sekercioglu, C. 2018. Identifying critical migratory bottlenecks and stopover sites for endangered migratory soaring birds across three continents. *Journal of Avian Biology*. DOI 10.1111/jav.01629. IF:2.49

### Участия в конференции

1. **Аркумарев, В.**, Добрев, Д., Добрев, В., Стойчев, С., Христов, Х. 2015. Опазване на лешоядите в Източни Родопи. Юбилейна научна конференция на РИМ-Кърджали – „50 години музейно дело в Източните Родопи – проучвания, изследвания и перспективи – Кърджали, България.
2. **Arkumarev, V.**, Dobrev, D. 2016. First results from GPS tracking of Griffon Vultures (*Gyps fulvus* *Hablizl*, 1783) in Bulgaria. National PhD Conference on Biology – Plovdiv, Bulgaria.
3. **Arkumarev, V.**, Stamenov, A., Terziev, N., Delchev, A., Stoychev, S., Dobrev, D. 2019. Griffon Vulture dependence on feeding stations under natural high food availability conditions. The European Vulture Conference – Algarve, Portugal.

## Благодарности

Изказвам своите 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 Илиана Велчева за подкрепата и доверието оказани по време на моята работа.

Изказвам своите сърдечни благодарности на моите научни ръководители доц. д.б.н. Дилян Георгиев и проф. д.б.н. Златозар Боев за полезните съвети и напътствия, търпението, отделеното време и безрезервната подкрепа и доверие, които ми оказаха при реализиране на дисертационния труд.

Благодаря на д-р Димитър Демерджиев и Ивайло Ангелов за предоставените литературни източници, безценните съвети, проведени дискусии и бележки, които значително подобриха качеството на настоящия труд, както и за търпението, с което през всички години досега са споделяли и предавали знанията си за хищните птици.

Безкрайно благодаря и на моето семейство, което винаги ме е подкрепяло безрезервно във всяко мое начинание!

Изказвам най-сърдечни благодарности на моите приятели: д-р Добромир Добрев, Николай Терзиев, Антон Стаменов, Стойчо Стойчев, Атанас Делчев, д-р Владимир Добрев, Вера Алексеева, Христо Христов и Десислава Костадинова за тяхната подкрепа, вдъхновение, приятелство и за това, че споделиха с мен всички щастливи, но и всички тежки моменти по време на теренните дейности. Не бих забравил да благодаря и на кучето Барс, който бе незаменим помощник при намирането на трупове, използвани за храна от лешоядите.

Благодаря на Марин Куртев, инж. Георги Шереметев, Теодора Скартси и Силвия Закак за предоставените данни за извършените от тях похдранвания на лешояди в Източните Родопи.

Благодаря и на целия екип на Българското дружество за защита на птиците (БДЗП)/BirdLife Bulgaria, както и на LIFE проект „Опазване на черния и белоглавия лешояд в трансграничната планина Родопи“ (LIFE14 NAT/NL/901), без чиято финансова помощ това проучване не би било възможно.

## Movement pattern and home range of Griffon Vultures (*Gyps fulvus*) from Bulgaria (Summary)

Animal movements and bird migration have always fascinated humans (Holyoak *et al.* 2008). With the fast technology advancement in the past 20 years new systems and methods were developed allowing animals to be tracked for longer periods and significant amount of data to be collected, stored and analysed (Cooke *et al.* 2004, Cagnacci *et al.* 2010). Vultures are obligate scavengers which consume up to 90 % of the carcasses in some ecosystems providing significant ecosystem services. By efficiently disposing the carcasses they prevent the spread of diseases and save costs from transportation and incineration of animal carcasses (Houston 1986, Pain *et al.* 2003). However, vulture populations are experiencing dramatic declines worldwide and their conservation is a priority in many areas (Botha *et al.* 2017). Due to their conservation status and role in the ecosystems more studies on vulture movements and ecology are needed to inform efficient conservation strategies.

The recent study was conducted on the autochthonous Griffon Vulture population in the Eastern Rhodopes, Bulgaria. In the period 2016-2019 we equipped with solar-powered GSM-GPS and Argos-GPS transmitters adult ( $n = 10$ ), immature ( $n = 8$ ) and juvenile ( $n = 7$ ) Griffon Vultures in order to study their home range, movements, foraging behaviour and migration pattern. The foraging home range of the species was  $2\,958.4\text{ km}^2$  (95% KDE) with core area of  $231.6\text{ km}^2$  (50% KDE). Foraging home range size was maximal in summer and minimal in winter ( $3\,166.2\text{ km}^2$  and  $1\,327.7\text{ km}^2$  respectively). Adult vultures had significantly smaller core areas compared to immatures ( $Z = -2.15$ ,  $p = 0.03$ ). The daily travel distance with all seasons and all individuals pooled was  $79.1 \pm 64.9\text{ km}$  while displacement was  $21.4 \pm 20.5\text{ km}$ . The longest daily distance was recorded on 07<sup>th</sup> May when an immature vulture travelled  $364.4\text{ km}$  within the Eastern Rhodopes. Successful breeders travelled longer daily distances than the adults which were not breeding or failed at different stage of their breeding attempt ( $89.5 \pm 71.9\text{ km}$  and  $65.7 \pm 65.9\text{ km}$  respectively,  $t = 4.37$ ,  $p < 0.05$ ). The mean daily distance travelled by the immature vultures was  $85 \pm 66.06\text{ km}$  while adults travelled  $76.82 \pm 64.5\text{ km}$  ( $t = -6.05$ ,  $p < 0.01$ ). The difference between the two age classes was most prominent during winter and autumn when immatures travelled  $45.8 \pm 41.7\text{ km}$  and  $51 \pm 44\text{ km}$  respectively while adults had significantly shorter daily distances  $29.9 \pm 31.3\text{ km}$  and  $36.6 \pm 42.8\text{ km}$  ( $t = -5.37$ ,  $p < 0.01$ ;  $t = -5.45$ ,  $p < 0.01$ ).

Griffon Vultures were roosting mostly on cliffs (85.62 %,  $n = 8\,120$ ), in 14.05 % of the cases they were roosting on trees and twice ground roosts were recorded. In the Bulgarian part of the Eastern Rhodopes vultures were roosting on cliffs in  $94.6 \pm 3.9\%$  of the cases while in the Greek part of the mountain they were roosting mostly on trees -  $78.7 \pm 24.4\%$ . Our results indicated high variance in the preferences of roosting cliffs according to the season. In autumn and winter vultures were roosting on cliffs with breeding pairs in  $80.1 \pm 24.2\%$  and  $88 \pm 24.8\%$  of the cases respectively while this percentage dropped significantly in spring and summer when vultures preferred to roost on cliffs with no breeding pairs ( $59.4 \pm 25.3\%$  and  $45.8 \pm 24.8\%$ ).

The recent study showed that 71.5 % of the juvenile Griffon Vultures migrate south in their first autumn while only 14 % of the immatures started migration and none of the tracked adults. We followed 8 vultures during autumn migration and 5 during the spring migration. Autumn migration started in the period 19<sup>th</sup> September-29<sup>th</sup> October. The average distance travelled on migration was  $3\,602 \pm 1\,137\text{ km}$ , covered for  $38 \pm 12$  days with an average migration speed  $100.7 \pm 32\text{ km/day}$ . The longest daily distances travelled on migration was 374

km on 30<sup>th</sup> October when the juvenile vulture 6G crossed the Bosphorus and reached the region of Gerede in Turkey. Spring migration started in the period 22<sup>th</sup> March-7<sup>th</sup> May. The mean distance travelled was  $2\,340 \pm 737$  km and migration took on average  $13 \pm 6$  days with an average migration speed  $176.3 \pm 61.8$  km/day. Griffon vultures had greater migration speed during the spring than the autumn ( $t = 2.50$ ,  $p < 0.05$ ). During autumn migration vultures used different stopover sites along the flyway where they spent between 3 and 50 days. The majority of the stopover sites were in Turkey, one was in Iraq and one on the border area between Iraq and Iran. All vultures followed the Eastern Mediterranean flyway through Turkey and Middle East. The most important bottlenecks for the juvenile and immature Griffon Vultures were the Bosphorus and Iskenderun in Turkey.

The main wintering areas were in central and north Saudi Arabia, Israel. One juvenile vulture reached South Sudan which is the first record of the species for the country and one of the southernmost records in Africa. The home range in the wintering areas was  $18\,933 \pm 13\,314$  km<sup>2</sup> (95 % KDE) and the size of the core area was  $1\,876 \pm 2\,001.4$  km<sup>2</sup> (50 % KDE). The size of the home range varied among the individuals and the years. In the wintering grounds 78.07 % of the area inhabited by the vultures had no vegetation e.g. deserts and rocky mountains. Only 10.05 % were covered by sparse vegetation and 8.39 % were natural grasslands or arable lands.

Griffon Vultures were feeding at natural carcasses found in the wild in the Eastern Rhodopes in 77.4 % ( $n = 1036$ ) of the recorded cases. In winter 56.5 % of the feedings were at the vulture feeding stations while in the summer 80.2 % of the feeding events were on occasional carcasses found in the wild. The breeding Griffon Vultures were feeding at the vulture restaurants mostly during the pre-breeding and incubation period (54% and 46.6 % respectively). During the post-breeding period 81.6 % of the feedings were in the wild. Vultures were landing on the feeding stations on average 53.2 h after carcass disposal. In summer and autumn this period was prolonged up to 10-12 days. Griffon vultures were feeding in 42.8 % of the days in the month. In the summer they were feeding on average once per 1.6 days and in winter once per 4.1 days. One vulture can visit up to 4 feeding locations per day.

The recent study revealed that Griffon Vultures travel significantly longer distances in days when they were feeding on carcasses found in the wild compared to days when feeding at vulture restaurants ( $t = -11.6$   $p < 0.001$ ). In addition, they have less straight flight and reach lower displacement when feeding on occasional carcasses ( $t = 5.9$ ,  $p < 0.001$ ;  $t = -7.33$ ,  $p < 0.001$ ). The average daily distances travelled were  $80.3 \pm 53.3$  km in days when vultures were feeding and only  $69.8 \pm 58.4$  km in days when they did not manage to find food. Our model showed that the season and the age of the vultures determine the most their success in finding food. The other factors which showed correlation were the daily travelled distance, daily displacement, temperature, daily precipitation and wind speed.

In 47 % of the cases ( $n = 305$ ) vultures were feeding on cattle carcasses in the wild. In 28 % sheep or goats were used for food and wild ungulates were found in 11.5 % of the cases. Other species consumed by the vultures were fox, jackal, dog, wild boar, hare, horse and donkey. In 4.6 % of the cases vultures were feeding at places where offal from slaughter houses was illegally dumped. The most common reason for the death of the animals consumed by the vultures was carnivore attack (60.2 %) while in 37.6 % of the cases animals died due to natural causes. However, in 2 occasions death was attributed to poaching.