



Пространствено разпределение и характеристика на
гнездовите местообитания при скалния орел (*Aquila chrysaetos*),
белоопашатия мишелов (*Buteo rufinus*) и
сокола скитник (*Falco peregrinus*)
в Стара планина

АВТОРЕФЕРАТ

НА ДИСЕРТАЦИЯ

за придобиване на научна и образователна степен „Доктор“

Докторантска програма
„Екология и опазване на екосистемите“

Докторант:
Надежда Джоргова

Научен ръководител:
доц. д-р Борис Николов

Научен консултант:
проф. д-р Васил Попов

София, 2022 г.

Дисертацията е обсъдена и насочена за защита на заседание на НС на ИБЕИ - БАН, състояло се на 15.04.2022 г.

Дисертацията съдържа 120 стр., в които 24 фигури, 20 таблици и 17 стр. литература, включваща 236 заглавия.

Защитата на дисертацията ще се състои на 2022 г. от часа на заседание на научно жури в състав:

1. доц. д-р Димитър Димитров (ИБЕИ-БАН)
2. доц. д-р Борис Николов (ИБЕИ-БАН)
3. проф. дбн Златозар Боев (НПМ-БАН)
4. доц. д-р Божидар Иванов (пенсионер)
5. доц. д-р Венцеслав Делов (СУ-БФ)

Материалите за защитата са на разположение в канцеларията на База 1 на адрес ул. „Майор Юрий Гагарин“ 2 и на интернет страницата на ИБЕИ.

Автор: **Надежда Иванова Джоргова**

Заглавие: **Пространствено разпределение и характеристика на гнездовите местообитания при скалния орел (*Aquila chrysaetos*), белоопашатия мишелов (*Buteo rufinus*) и сокола скитник (*Falco peregrinus*) в Стара планина.**

1. УВОД

Разпространението на различните видове хищни птици зависи от изискванията им към храна, климат, растителност, орография, антропогенно влияние и други фактори (Арабаджиев, 1962). Определянето на водещите характеристиките на средата е основа за прогнозиране на загубата и/или деградацията на местообитанията им (Fielding, 1994). Познаването за факторите, определящи избора на гнездово местообитание в условията на засилено човешко влияние е в основата на ефективни консервационни планове.

Проучванията върху избора на местообитание при хищните птици обикновено са концентрирани върху характеристиките на околната среда – такива като структура на растителността, топография, подходящи места за гнездене и за почивка, наличие на плячка. Типът земно покритие повлиява обилието на плячка и ловния успех на едрите хищни птици (Tjernberg, 1983; Marzluff *et al.*, 1997; McGrady, 1997). Над планинските била се образуват възходящи въздушни потоци, улесняващи реещите се птици, като скалния орел и белоопашатия мишелов, при демонстриране на териториално поведение (McLeod *et al.*, 2002). Ловният успех при сокола скитник в много случаи зависи от топографските характеристики на терена (Jenkins & Hockey, 2001). Земеползването повлиява обилието на плячка, както и нейното откриване и улавяне (Bird *et al.* (eds.), 1996; Watson, 1997; Berry *et al.*, 1998; Ontiveros *et al.*, 2005). Присъствието на хора в близост до гнездото причинява безпокойство на гнездящите двойки (Рединов, 2010; Watson, 1957; Tjernberg, 1983; Anderson *et al.*, 1990; Watson & Dennis, 1992; Alivizatos *et al.*, 1998; Pedrini & Sergio, 2001; Wightman & Fuller, 2006; Spaul & Heath, 2016, 2017; Perona *et al.*, 2019).

Достъпността за хората в определена степен определя въздействието им върху екосистемите (Trombulak & Frisell, 2000). Тя зависи от наклона на терена, проходимостта на растителното покритие и водните бариери. Инструментите Cost Distance и Cost Path в ArcGIS дават възможност за по-усъвършенстван подход при количественото определяне на достъпността като се вземе предвид наклонът на терена. Моделите за достъпност са подходящи при анализ на човешкото въздействие върху защитените територии при определяне на мерки за управление и защита (Esteves *et al.*, 2011).

Европейската екологична мрежа Натура 2000 е основен инструмент за опазване на много видове птици и техните местообитания в Европейския

съюз, чиято основна цел е да обхване най-подходящите зони за оцеляване и възпроизводство на целевите видове птици в защитени територии (Fernandez & Gurrutxaga, 2010). Защитените територии (най-вече паркове и резервати) формират ядрото на опазването на биологичното разнообразие в България. Проучванията върху избора на гнездови местообитания при защитени видове птици във връзка с достъпа на човека до техните територии могат да бъдат полезни при създаването на ефективни планове за опазване и при проектирането на защитени зони.

Хранителният ресурс е сред най-важните компоненти на местообитанието. Наличието на подходяща плячка е основен фактор, който оказва влияние върху избора на гнездова територия и предопределя успешното размножаване и дългосрочното заемане на територията. Двойките хищни птици често са равномерно разпределени при равномерно разпределен хранителен ресурс, а при струпване на хранителен ресурс някои видове могат да гнездят дори колониално. Пространственият модел се определя и от разпределението на подходящи места за гнездене (Newton, 1979). Пространственото разпределение на териториите при хищните птици е показател за състоянието на популациите и местообитанията им. Гнездящите двойки се стремят да минимизирани конфликтите, породени от вътревидовата конкуренция. При стабилна популация, след заемане на всички подходящи местообитания се достига до равномерно пространствено разпределение (Newton, 1979). При силно понижение в плътността на популацията, равномерният модел изчезва (Solonen, 1993). Преминаването към случайно разпределение или групиране е индикатор, че популацията е под влияние на загуба на местообитания или недостиг на подходящи места за гнездене (Tjernberg, 1985).

Междувидовите взаимоотношения при хищните птици включват споделяне на хранителни ресурси и места за гнездене и могат да окажат съществено влияние върху популационната им демография, върху размера на територията и пространственото им разпределение. Взаимодействията между различни видове хищни птици със сходни изисквания към местообитанието могат да повлияят върху избора на територия, шансовете за оцеляване и гнездовия успех и са обект на проучване и оценка в редица изследвания (Martinez *et al.*, 2008; Evans *et al.*, 2010).

Идентифицирането на качеството на местообитанието е ключова цел при опазване на видовете като това позволява по-ефективна защита и управление (Pedrini & Sergio, 2002). Спешното определяне на

висококачествените местообитания за застрашените видове в Европа се налага, поради високите темпове на промените в околната среда (Pain & Pienkowski, 1997; Sergio & Bogliani, 2000). Използването на дистанционни методи за определяне на важните райони за съответните видове, чрез модели за пригодността на местообитанията открива нови възможности (McLeod *et al.*, 2002). Хабитатните модели се основават на връзката между характеристиките на местообитанието и разпространението на видовете (McLeod *et al.*, 2002; Lopez-Lopez *et al.*, 2007). Тези модели имат все по-важна роля при изучаване разпространението на организмите (Guisan & Thuiller, 2005), мониторинг на редки видове, оценяване на вероятности за промени в ареала, идентифициране на подходящи локализации за реинтродукция (Yanez & Floater, 2000), дизайн на защитени територии (Li *et al.*, 1999; Larson *et al.*, 2004) и подпомагане на управлението им (Bradbury *et al.*, 2000; Nams, Mowat & Panian, 2006), оценка на процеси с глобално влияние като климатичните промени (Berry *et al.*, 2002; Thuiller, 2003; Skov & Svenning, 2004).

Хищните птици заемат висока позиция в хранителната пирамида, имат дълъг живот, обитават голяма територия и са чувствителни към промени в местообитанията, поради което са добър индикатор за антропогенно влияние (Newton, 1979; Russo, 2006; Sergio *et al.*, 2006; Carette *et al.*, 2009). В повечето случаи те са с неблагоприятен конзервационен статус и са приоритетни за опазване.

Скалният орел, белоопашатият мишелов и соколът скитник в България са защитени от Закона за биологичното разнообразие и са включени в Червената книга – скалният орел и белоопашатият мишелов в категория "Уязвим" (VU), а соколът скитник в категория "Застрашен" (EN) (Ватев *и др.*, 2015; Петров *и др.*, 2015; Стоянов *и др.*, 2015). Задълбоченото характеризиране на местообитанията посредством съвременни методи е рядкост за тези три вида в страната (Demerdzhiev *et al.*, 2014).

2. ЛИТЕРАТУРЕН ПРЕГЛЕД

Литературният преглед е структуриран в осем части: Таксономична принадлежност и разпространение; Пространствена организация и размер на гнездовата територия; Разположение на гнездата; Пространствено разпределение на гнездовите територии; Характеристика на гнездовите местообитания - влияние на фактори с естествен произход; Характеристика

на гнездовите местообитания - влияние на фактори с антропогенен произход; Хранителен спектър; Ловно поведение.

3. ЦЕЛ И ЗАДАЧИ

Целта на настоящото изследване е да се проучи ролята на ключови естествени фактори на средата, на човешкото присъствие в близост до гнездата и на трофичния потенциал на гнездовите територии при избора на гнездово местообитание при скален орел, белоопашат мишелов и сокол скитник в Стара планина, както и да се направи оценка на състоянието на популации им въз основа на пространственото разпределение на гнездовите им територии.

За постигането на поставената цел са определени следните задачи:

1) Идентифициране на естествени фактори, които имат ключово значение при избора на гнездово местообитание при целевите видове.

2) Идентифициране на влиянието на достъпността върху избора на гнездово местообитание при целевите видове и сравняване на отношението им към човешко присъствие в гнездовите територии.

3) Оценка на предпоставките за наличие на хранителен ресурс във връзка с избора на гнездово местообитание при целевите видове чрез използване на пространствени модели на видове от техния хранителен спектър.

4) Установяване на пространственото разпределение на гнездовите територии при целевите видове.

4. МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

4.1. Район на проучване

Стара планина е най-голямата планина в България с площ от 11596 км², с дължина около 530 км и широчина - между 15 и 45 км. Средната надморска височина е 722 м с най-висок връх Ботев - 2376 м. Районът се характеризира с планински умерено континентален климат. Разпределението на валежите по сезони показва, че Стара планина принадлежи към области с умереноконтинентален валежен режим. Преобладават широколистни гори от обикновен бук (*Fagus sylvatica* (L., 1753), габър (*Carpinus betulus* (L., 1753), горун (*Quercus petraea* (Liebl., 1784), на места мизийски бук (*Fagus sylvatica moesiaca* (L., 1753), обикновен кестен (*Castanea sativa* (Mill., 1768), цер (*Quercus cerris* (L., 1753)

и благуи (*Quercus frainetto* (Ten.)). Иглолистните гори не образуват непрекъснат пояс. Преобладават гори от смърч (*Picea abies* (H. Karst, 1881), по-малко от бял бор (*Pinus sylvestris* (L., 1753) и остатъци от гори от бяла мура (*Pinus peuce* (Griseb., 1846)). В най-високите части е разпространена алпийска тревна растителност (Копралев, 2002, 1988). Във фаунистично отношение Стара планина се характеризира със значително видово разнообразие. Най-голям дял имат представителите на горската фауна. Във високопланинския пояс се срещат и алпийски видове (Груев и Кузманов, 1994).

4.2. Полева работа

Събирането на данните за местоположението на гнездовите находища на скален орел (*Aquila chrysaetos*), белоопашат мишелов (*Buteo rufinus*) и сокол скитник (*Falco peregrinus*) на територията на Стара планина е осъществено през размножителните сезони (март-август) в периода 2006 - 2010 година. Използвана е стандартна методика за мониторинг на скално гнездящи дневни хищни птици (Шурулинков и др., 2013). Потенциалните места за гнездене (скални гнезда и единични скали) са набелязани след предварително проучване на топографски карти и карти от Google Earth TM и при отчитане на публикувани данни. Огледът на скалите е осъществен с помощта на бинокъл с лазерен далекоммер и зрителна тръба. Центровете на гнездовите територии са определени въз основа на открити гнезда или косвено, когато не е възможно определяне на точното местоположение на гнездото, поради топографските характеристики на терена и/или поради риск от безпокойство за птиците. Косвеното определяне на центровете на гнездовите територии е основано на поведението на птиците (регистрация на териториално поведение, защита на вероятното място за гнездене от други хищни птици, ухажване, възрастни птици, посещаващи вероятното място за гнездене, възрастни птици, носещи храна). Центровете на гнездовите територии са картирани с помощта на GPS, лазерния далекоммер на бинокъла и компас чрез триангулиране. Координатите на центровете на гнездовите територии се записват и впоследствие се въвеждат в ArcGIS за по-нататъшна обработка. Установени са 38 територии на скален орел (29 локализирани гнезда), 54 – на белоопашат мишелов (38 гнезда) и 20 – на сокол скитник (шест гнезда) (Фиг. 1 в Приложение).

4.3. ГИС анализи

ГИС анализите и картите са направени с ArcGIS Desktop 10.6 (ESRI, Redlands, CA, USA).

4.3.1. Входящи слоеве

- Центрове на гнездови територии – точков слой създаден е по GPS координатите.

- Гнездови територии (полигонен слой) – условно представени с форма на кръг около центъра на гнездовата територия. Всяка гнездова територия включва три припокриващи се концентрични зони:

- ✓ **Nest area** – кръг с условен радиус 500 м около центъра на гнездовата територия. Включва **Nest Area (NA)** или гнездовата територия в тесен смисъл. **Nest Area** се дефинира като района, непосредствено заобикалящ гнездото. Често съдържа алтернативни гнезда, които може да бъдат използвани посменно през годините. Това е районът, който птиците отбелязват най-енергично (Tapia *et al.*, 2007).

- ✓ **Core area** – кръг с условен радиус 3000 м при *A. chrysaetos* и 2000 м при *B. rufinus* и *F. peregrinus* – включва **Nest Area (NA)** и **Post-fledgling Family Area (PFA)**. **PFA** е районът, който обгражда **Nest Area** и се използва от семейната група от момента, в който малките излетят от гнездото, докато все още зависят от родителите за храна (Tapia *et al.*, 2007). В **Core area** птиците прекарват повече от 50% от времето си (McGrady *et al.*, 2002; McLeod *et al.*, 2002).

- ✓ **Breeding territory** – кръг с условен радиус 6000 м при *A. chrysaetos* (McGrady *et al.*, 2002) и 4000 м при *B. rufinus* (Alivizatos & Gounter, 1997) и *F. peregrinus*. Включва **Nest Area (NA)**, **Post-fledgling Family Area (PFA)** и **Foraging Area (FA)**. **Foraging Area (FA)** или ловната територия е районът, използван от възрастните за осигуряване на храна и обикновено включва останалата част от територията през гнездовия сезон. Това е районът, който двойката защитава в най-ниска степен и даже понякога споделя с други хищни птици (Tapia *et al.*, 2007).

- CORINE Land Cover (2006).

- Digital Elevation Model (DEM) – растер с размер на пиксела 30 м, трансформиран в UTM35N и преработен в растер с размер на пиксела 20 м. (Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) <https://earthdata.nasa.gov/nasa-shuttle-radar-topography-mission-srtm-version-3-0-global-1-arc-second-data-released-over-asia-and-australia>).

- Slope (наклон на склона) – произведен растер от DEM с размер на пиксела 20 м.
- Aspect (изложение) – произведен растер от DEM с размер на пиксела 20 м.
- Terrain Ruggedness Index (TRI) (Riley et al., 1999).
- Населени места - точков слой, създаден по GPS координати. За целта е използван JICA_Core_DB.mdb.
- Пътища – линеен слой, създаден след детайлизиране с използване на топографска карта - JICA_DB_TopoMap_2500 и JICA_Core_DB.mdb/T_BgRoad.
- Стартови точки на пътищата – точков слой, създаден от точки, получени след изчисляване на най-близкото разстояние между центровете на гнездовите територии и пътищата. За целта е използван модифицираният слой на пътищата и слой с центровете на гнездовите територии.
- Хижи - точков слой, създаден по GPS координати от няколко специализирани портала (www.bulgarian-mountains.com; www.btsbg.org/; <http://www.tourism-bg.net/>; <https://www.planinite.info/>; <https://opoznai.bg/>; <http://www.hiji.tourism-bg.net/>).
- Пешеходни маршрути (туристически маршрути и пътеки) – линейни слоеве, взети от www.bgmountains.org (туристически маршрути) и JICA_Core_DB.mdb/T_BgRoad (пътеки).
- Стартови точки на пешеходните маршрути – точков слой, създаден от точки, получени след изчисляване на най-близкото разстояние между центровете на гнездовите територии и пешеходните маршрути. За целта е използван слой на пешеходните маршрути и слой с центровете на гнездовите територии.
- Центрове за религиозен туризъм (манастири и параклиси) – точков слой, създаден по точки, взети от топографска карта JICA_DB_TopoMap_25000.
- Кариери/мини – точков слой, създаден по GPS координати (www.mi.government.bg/bg).
- Стартови точки за рекреационни дейности - зимни и екстремни спортове
 - ✓ скално катерене - точков слой, създаден по GPS координати от www.climbingguidebg.com;

✓ делта и парапланеризъм - точков слой, създаден по GPS координати от www.skynomad.com;

✓ пещери – точков слой, създаден по точки, взети от топографска карта JICA_DB_TopoMap_25000;

✓ водопади – точков слой, създаден по GPS координати от (Николов, 2013);

✓ лифтни станции – точков слой, създаден по точки, взети от топографска карта JICA_DB_TopoMap_25000.

- Обединен слой с антропогенни точки – точков слой, в който са обединени всички включени в изследването и изброени по-горе антропогенни точки.

- Натура 2000 зони - Special Protection Areas (SPA) - N2000_BG_120_ptici_2019.shp (<http://natura2000.moew.government.bg/Home/Documents>).

- Натура 2000 зони - Sites of Community Importance (SCI) - N2000_BG_234_mestoobitania_2019.shp (<http://natura2000.moew.government.bg/Home/Documents>).

- Защитени територии по ЗЗТ (паркове и резервати) - zpo_all.shp http://eea.government.bg/zpo/bg/index_download.jsp.

- Пространствени модели на 16 вида от хранителния спектър на скалния орел, белоопашатия мишелов и сокола скитник: дива коза (*Rupicapra rupicapra*); европейски заек (*Lepus europaeus*); европейски лалугер (*Spermophilus citellus*); обикновена полевка (*Microtus arvalis*); водна бърбрия (*Anthus spinoletta*); полска чучулига (*Alauda arvensis*); планински кеклик (*Alectoris graeca*); гривяк (*Columba palumbus*); пъдпъдък (*Coturnix coturnix*); яребица (*Perdix perdix*); имелов дрозд (*Turdus viscivorus*); шипобедрена костенурка (*Testudo graeca*); шипоопашата костенурка (*Testudo hermanni*); медянка (*Coronella austriaca*); смок стрелец (*Dolichophis caspius*); зелен гущер (*Lacerta viridis*).

4.3.2. Пространствени модели на трофични видове

За целите на настоящото изследване са използвани пространствени модели на 16 потенциални трофични вида. Всички модели са изготвени с използване на MaxEnt (Phillips *et al.*, 2006; Phillips & Dudik, 2008; Phillips *et al.* 2017) на базата на действителни данни за присъствие на дадените видове плячка, както в целевия район, така и извън него. Моделът на обикновената полевка е с размер на пиксела 30 метра и е публикуван

(Поров, 2015). Моделите на европейския лалугер и на дивата коза са с размер на пиксела 20 метра и са изготвени от проф. В. Попов по проект „Картиране и определяне на природозащитното състояние на природни местообитания и видове – фаза I“ по оперативна програма „Околна среда 2007-2013“ на МОСВ. Моделите на останалите 13 трофични вида, включени в изследването са с размер на пиксела 40 метра и са изготвени от Г. Попгеоргиев за целите на настоящото изследване. Данните за локациите на птиците са предоставени от БДЗП, а данните за останалите видове са от архив на авторите на статиите по темата на дисертацията. Броят локации за всеки трофичен вид, използвани при изготвянето на моделите е както следва: *Lepus europaeus* - 560, *Anthus spinoletta* - 350, *Alauda arvensis* - 1690, *Alectoris graeca* - 45, *Columba palumbus* - 980, *Coturnix coturnix* - 380, *Perdix perdix* - 850, *Turdus viscivorus* - 1830, *Testudo graeca* - 1458, *Testudo hermanni* - 2865, *Coronella austriaca* - 680, *Dolichophis caspius* - 129, *Lacerta viridis* - 12 380.

Моделирането е направено на базата на 23 променливи:

- ✓ Биоклиматични променливи от WorldClim v.2, осреднени за периода 1970 – 2000 г., с оригинален размер $\approx 1 \text{ km}^2$ на пиксел (Fick & Hijmans, 2017) - 19 броя.

- ✓ Топографски променливи – надморска височина (м), изложение ($^{\circ}$) и наклон ($^{\circ}$), изчислени със Spatial Analyst в ArcGIS. За целта е използван цифров модел на релефа (DEM) с разделителна способност 20 м.

- ✓ CORINE Land Cover - CLC 2006.

Унифицирането на променливите е базирано на цифровия модел на релефа - 20 м, като е използвано “cubic convolution” resampling in ArcGIS. Във всички анализи е използвана метрична проекционна координатна система WGS 84, UTM zone 35N. За финалния вариант на модела са заложени 100 повторения с „Bootstrap“ модел и 25% от точките, избрани на случаен принцип за верификация на всяка една репликация. Използвани са 100 000 бекграунд точки и логистичен стандарт за изходните данни, с цел по-лесното им тълкуване.

4.3.3. ГИС инструменти - Cost Distance и Cost Path

В това проучване достъпността е разгледана като интегрална характеристика, която е обратно пропорционална на усилията, които хората трябва да положат, за да достигнат определена точка. Достъпността

на определена точка (например център на гнездова територия) се определя от дадена начална точка (например населено място) и е обратно пропорционална на сумата от наклона по най-равния път между двете. За изчисляване на „пътя с най-ниска цена“ в ArcGIS се използват инструментите Cost Distance и Cost Path. В конкретния случай в Cost Distance за всеки пиксел от картата се отчита неговият наклон. Наклонът на склона е най-важният параметър за изчисляване на общата „енергийна цена“ при придвижването от стартовата точка в условията на планините в умерените географски ширини и при височини до 2000 м (Minetti *et al.* 2002; Jobe & White 2009). Първо с помощта на инструмента ArcGIS Slope въз основа на растера за надморската височина се създава нов растер за наклона на склона. За всеки пиксел инструментът изчислява промяната в надморската височина от този пиксел до съседните му пиксели в посока изток-запад (ос x) и в посока север-юг (ос y) и използва тригонометрия за определяне на общия наклон в градуси. Като резултат накрая се създава „пътят с най-ниска цена“ от изходна точка до крайна дестинация. Алгоритъмът работи чрез итеративно разширяване на съседните пиксели на изходната точка и крайната дестинация като кръгови вълни и преизчисляване на най-ниските разходи, необходими за достигане до тях, предвид новия фронт на вълната.

За изчисляване на *Cost Distance*, в зависимост от конкретната задача, формулата му трябва да се адаптира, за да се получи резултат, при който може да се търси връзка с екологията на вида и анализирания параметри и фактори на средата. В настоящия случай изходната формула за *Cost Distance* е:

$$Cost\ Distance = \min_{pa} \sum_{ant}^{rp} Slope(input_pixel) * Multiplier(active_population)$$

Където: *rp* - result pixel; *ant* - antropogenic point; *pa* – path

Множителят *Multiplier* е функция на *Active_population* и определя силата на връзката между *Cost Distance* и *Active population*. Връзката между *Multiplier* и *Active population* е обратно пропорционална. В най-простия случай зависимостта се описва с функцията $1/x$:

$$Multiplier(x) = 1/x$$

В настоящата извадка активните жители по населени места са от 1 до 77 411. В случая с по-големите населени места (над 10000 жители),

функцията $1/x$ придава толкова силно значение на големия брой жители, че тези населени места напълно доминират над останалите населени места при определяне на безпокойствието върху гнездящите двойки в резултат на човешко присъствие (при използване на *Cost Distance* и *Cost Path*). За да се коригира тази аномалия и да се достигне до по-обективна оценка на въздействието, при определяне на *Multiplier* за по-големите населени места с над 10 000 жители е направено допускането, че с увеличаването на населението над 10000 жители безпокойството нараства пренебрежимо малко. За това за тях се въвежда ограничителен праг 10000:

$$\textbf{Multiplier} = \frac{1}{\min(\textit{Active_population}, 10,000)} \quad (1)$$

В сортираната извадка (без повторения) съотношението r между две последователни стойности е от 1 до 2,5. В този модел влиянието на източниците с най-ниски числености е пренебрежимо малко и на практика не може да се отчете. За достигне на по-обективна оценка на въздействието е необходимо да се минимизира съотношението r . Влиянието на източника на въздействието е във всички посоки и може да се приеме за кръг (двумерен обект). *Multiplier*-ът е скалар (1-мерна величина) отразяващ виртуалното „отдалечаване“ от гнездото. Най-директната връзка между тях се явява корен квадратен. Така съотношението r ще варира между 1 и $\sqrt{2,5} \approx 1,58$ и формулата (1) придобива вида:

$$\textbf{Multiplier} = \frac{1}{\sqrt{\min(\textit{Active_population}, 10,000)}} \quad (2)$$

Получените по тази формула (2) стойности са в интервала от 0,01 до 1. За получаване на стойности в интервала от 1 до 100 се прилага формулата:

$$\textbf{Multiplier} = \frac{100}{\sqrt{\min(\textit{Active_population}, 10,000)}} \quad (3)$$

При прилагане на тази формула (3), това се отразява в геометрията на *Cost Path* като нарастване на вероятността за свързване на по-близко разположени и същевременно по-малки населени места с центъра на гнездовата територия, в сравнение с получените *Cost Path* без да е използван корен квадратен.

За да се направи общ анализ за определяне безпокойството, което оказват всички антропогенни точки, присъдените им стойности за

Multiplier трябва да са съпоставими. В нашия случай за основа е взет показателя *Active population*, за който има точни данни за числеността на населението в населените места. При непълнота на тези данни за другите антропогенни точки, както и при наличие на непреки данни, са определени експертни стойности.

4.3.4. *Параметри за определяне на пространственото разпределение*

Разстояние до най-близкия съсед - NND (The Nearest Neighbouring Distance) (м). Дефинира се като най-малкото разстояние между центровете на две съседни гнездови територии, заети от представители на *A. chrysaetos*, *B. rufinus* и *F. peregrinus* (Tjernberg, 1985).

4.3.5. *Параметри за характеризиране на гнездовото местообитание във връзка с влиянието на фактори с естествен произход*

Площи на отделните типове местообитания за всяка зона на гнездовата територия. Типовете местообитания в голяма степен съответстват на класовете CORINE Land Cover (ниво 2). Разликата е в обособяването на типове „Пасища и естествени ливади“, „Дървесно-храстови и храстово-тревни растителни съобщества“ и „Площи без или с разпръсната растителност“. Типовете местообитания са определени според екологичните предпочитания на трите вида и възможността да бъдат съотнесени към групи, съставени от класовете CORINE Land Cover (ниво 3). Групирането на класовете от ниво 3 в типове местообитания е показано в таблица 1 в Приложение.

- Процентно участие на отделните типове местообитания за всяка зона на гнездовата територия.
- Минимално разстояние от центъра на гнездовата територия до воден източник (м).

За гнездата с точно установено местоположение са отчетени следните параметри:

- Надморска височина (м) за пиксела с гнездото при DEM с размер на пиксела 20 м.
- Процентно разпределение на гнездата по хипсометрични пояси.
- Наклон на склона на пиксела с гнездото (°) - отчетен с използване на DEM с размер на пиксела 20 м.

- Процентно разпределение на гнездата по степента на наклона на склона.
- Изложение за пиксела с гнездото (°) - отчетен с използване на DEM с размер на пиксела 20 м.
- Процентно разпределение на гнездата според изложението.
- Позиция на гнездото спрямо околния ландшафт – описана чрез индекс, който представлява съотношение между надморската височина на гнездото и максималната надморска височина в околния ландшафт, изчислен за всяка зона на гнездовата територия (Watson & Dennis, 1992).

4.3.6. *Параметри за характеризиране на гнездовото местообитание във връзка с влиянието на фактори с антропогенен произход – достъпност на гнездовите територии и човешкото присъствие*

- Cost Path анализи.

Cost Path анализите са представени в таблица 2 в Приложение.

- Местоположение на гнездовите територии по отношение на Натура 2000 зоните - Special Protection Areas (SPA) и Sites of Community Importance (SCI).
- Процентно разпределение на гнездовите територии по отношение на Натура 2000 зоните - Special Protection Areas (SPA) и Sites of Community Importance (SCI).
- Местоположение на гнездовите територии по отношение на защитените територии - паркове и резервати. В случаите когато гнездовата територия попада едновременно в двата типа защитени територии, преимуществено е отчетена защитената територия с по-висок статут.
- Процентно разпределение на гнездовите територии по отношение на защитените територии - паркове и резервати.

4.3.7. *Параметри за характеризиране на гнездовото местообитание във връзка с влиянието на предпоставките за наличие на хранителен ресурс*

В анализите са включени осем вида потенциална плячка за скален орел, девет вида - за белоопашат мишелов и седем вида - за сокол скитник, представени в таблица 3 в Приложение. Подборът на видовете от хранителния спектър на трите вида хищни птици за настоящото изследване е направен на базата на: литературни данни за хранителния спектър на

трите вида хищни птици в рамките на ареалите им, оскъдните литературни данни за хранителния спектър в изследвания район и експертна оценка за присъствието, обилието и степента на припокриване на хабитатните предпочитания на видовете от хранителния спектър с откритите пространства, които са предпочитани ловни територии и за трите вида хищни птици.

- Кумулативна площ (m^2) на местообитанията, в които вероятността за наличие на трофичен вид е над 50% – сумата от площите на местообитанията на всеки трофичен вид, изчислена за всяка гнездова територия на скален орел, белоопашат мишелов и сокол скитник.

- Процентно участие на кумулативните площи на местообитанията на трофичните видове в териториите на скалния орел, белоопашатия мишелов и сокола скитник, изчислено спрямо площта на гнездовата територия.

- Площи (m^2) на местообитанията, в които вероятността за наличие на конкретен трофичен вид е над 50%. Отчетени са индивидуално за всеки от трофичните видове във всяка гнездова територия на скален орел, белоопашат мишелов и сокол скитник.

- Процентно участие на площите за местообитания, изчислено индивидуално за всеки трофичен вид спрямо кумулативните площи в гнездовите територии на целевите видове хищни птици.

- Процентно разпределение на гнездовите територии на скален орел, белоопашат мишелов и сокол скитник според видовото разнообразие на плячката.

- Процентно участие на кумулативните площи на местообитанията на трофичните видове в териториите на трите вида хищни птици в Западна, Средна и Източна Стара планина, изчислени спрямо площта на гнездовата територия.

- Процентно участие на площите на местообитанията в Западна, Средна и Източна Стара планина, изчислено индивидуално за всеки трофичен вид спрямо кумулативните площи в гнездовите територии на целевите видове хищни птици.

- Площи (m^2) на местообитанията с трофичен ресурс, който двойките ползват самостоятелно и на местообитанията, които споделят с птици от същия вид или с птици от другите два вида, отчетени за всяка гнездова територия на скален орел, белоопашат мишелов и сокол скитник.

- Процентно участие на площите на местообитанията с трофичен ресурс, който двойките ползват самостоятелно и на площите на местообитанията, които споделят с птици от същия вид или с птици от другите два вида, изчислено спрямо кумулативните площи на местообитанията на трофичните видове в териториите на скален орел, белоопашат мишелов и сокол скитник.

4.3.8. Статистически анализи

За определяне на пространственото разпределение на гнездовите територии на скален орел, белоопашат мишелов и сокол скитник е използвана G-статистика (Brown, 1975). За всеки вид е изчислен G-index (G), който приема стойности от 0 до 1, като при стойности по-високи от 0,65 разпределението на гнездовите територии се счита за равномерно.

$$G = \text{Geometric mean of NND}^2 / \text{Arithmetic mean of NND}^2$$

Степента на хетерогенност на местообитанието в гнездовите територии е охарактеризирано чрез функцията на Shannon-Wiener (H) в PAST software (Hammer *et al.*, 2001).

За определяне на топографската хетерогенност на местообитанието в гнездовите територии е използван Terrain Ruggedness Index (TRI) (Riley *et al.*, 1999).

За изчисляване на средно аритметично, минимум, максимум и стандартно отклонение са използвани дескриптивни статистики в STATISTICA ver. 12 (StatSoft inc., 2014). Непараметричният вариант на one-way ANOVA в STATISTICA ver. 12 (StatSoft inc., 2014) беше приложен за сравняване на характеристиките на гнездовите територии на трите вида хищни птици, на трите зони на гнездовите територии, както и на трите дяла на Стара планина. Клъстерен анализ беше използван за класифициране на антропогенните обекти в относителни групи. Беше изчислен корелационният коефициент на Spearman, за да се определи наличие или отсъствие на корелация между променливите, характеризиращи антропогенно влияние.

Видовото разнообразие на пляката в гнездовите територии е определено чрез функция на Shannon-Wiener (H) в PAST (Hammer *et al.*, 2001).

5. РЕЗУЛТАТИ

Установени са 38 територии (с 29 локализирани гнезда) на скални орли, 54 територии (с 38 локализирани гнезда) на белоопашати мишелови и 20 територии (с шест локализирани гнезда) на соколи скитници.

5.1. *Разстояние до най-близкия съсед (NND) (м)*

Измерените разстояния до най-близкия съсед (NND) (м) от същия вид и от конкурентните видове са представени в таблица 4 в Приложение.

Статистически достоверни различия по отношение на минималното разстояние до център на гнездова територия на скален орел се установяват между скален орел и белоопашат мишелов и между скален орел и сокол скитник, както и по отношение на минималното разстояние до център на гнездова територия на сокол скитник - между сокол скитник и белоопашат мишелов.

5.2. *G-index за пространствено разпределение*

Стойността на G-index за пространствено разпределение на гнездовите територии е по-висока от 0.65 при скален орел (n=37) – **0.74** и при сокол скитник (n=15) – **0.73**, докато при белоопашат мишелов (n=51) е по-ниска от 0.65 - **0.53**.

5.3. *Типове земно покритие в гнездовите територии на целевите видове, привързани към класове от CORINE Land Cover - ниво 3*

В териториите на скалния орел и белоопашатия мишелов бяха установени 21 класа земно покритие от Ниво 3, групирани в 7 типа местообитания. В териториите на сокола скитник бяха установени 19 класа земно покритие от Ниво 3, групирани в 6 типа местообитания. Сред типовете местообитания на последния вид не са установени пътища и железопътни мрежи (в рамките на резолюцията на CLC2006), нито водни обекти. Процентното участие на площите на отделните типове земно покритие при скалния орел, белоопашатия мишелов и сокола скитник за **Nest area**, **Core area** и **Breeding territory** са представени на фиг. 2, 3 и 4 в Приложение.

Статистически достоверни различия за процентното участие на различните типове местообитания между **Nest area**, **Core area** и **Breeding territory** при скален орел, белоопашат мишелов и сокол скитник бяха

установени за антропогенните обекти, земеделските земи, пасищата и естествените ливади и горите.

Статистически достоверни различия за процентното участие на типовете местообитания между скален орел, белоопашат мишелов и сокол скитник в **Nest area**, **Core area** и **Breeding territory** бяха установени за горите, дървесно-храстовите и храстово-тревните растителни съобщества и земеделските земи.

5.4. Хетерогенност на местообитанието – Shannon-Wiener (H)

Стойностите на Shannon-Wiener (H) за гнездовите територии са както следва: скален орел - mean = 1.77, SD = 0.27, range 1.22 – 2.18, n = 38; белоопашат мишелов - mean = 1.85, SD = 0.24, range: 0.89 - 2.22, n = 54; сокол скитник - mean = 1.78, SD = 0.35, range: 0.95 - 2.16, n = 20. Липсват статистически достоверни различия между трите вида по този показател (Kruskal-Wallis test: $H_{2, 112} = 1.83$, $p = 0.4005$).

5.5. Топографска хетерогенност на местообитанието – Terrain Ruggedness Index (TRI) (m)

Най-високи стойности на Terrain Ruggedness Index (TRI) са установени в близост до центровете на гнездовите територии. Териториите на скалния орел и белоопашатия мишелов са с по-начупен релеф. Стойностите на TRI за **Nest area**, **Core area** и **Breeding territory** при скален орел, белоопашат мишелов и сокол скитник са представени в таблица 5 в Приложение.

Статистически достоверни различия по този показател се установяват за **Nest area** и **Core area** между скален орел и белоопашат мишелов и между сокол скитник и белоопашат мишелов. За **Breeding territory** няма достоверни различия по отношение на TRI.

5.6. Разстояние до воден източник

Разстоянието от центровете на гнездовите територии до воден източник е както следва: скален орел - mean = 1541 м, SD = 1314 м, range: 0 – 4574 м, n = 38; белоопашат мишелов - mean = 1703 м, SD = 1444 м, range: 91 – 6450 м, n = 54; сокол скитник - mean = 1546 м, SD = 1441 м, range: 122 – 4451 м, n = 20. Липсват статистически достоверни различия между трите вида по този показател.

5.7. Разположение на гнездата

Всички установени гнезда на трите вида в изследвания район са разположени на скали.

5.8. Надморска височина на гнездата и разпределение на гнездата (в %) по хипсометрични пояси

Надморската височина на гнездата на видовете в изследвания район е както следва: скален орел - mean = 911 м; SD = 371 м; range: 181 – 1592 м; n = 29; белоопашат мишелов - mean = 823 м, SD = 362 м, range: 204 – 1471 м, n = 38; сокол скитник - mean = 859 м, SD = 211 м, range: 647 – 1189 м, n = 6. Няма статистически достоверни различия между трите вида (Kruskal-Wallis test: $H_{2,73} = 1.42$, $p = 0.4917$). Повечето от гнездата на белоопашат мишелов и сокол скитник са разположени между 600 – 1000 м, докато тези на скален орел – между 1000 – 1600 м.

5.9. Наклон на склона с гнездото и разпределение на гнездата (в %) според степента на наклона на склона

Наклонът на склона, на който са разположени гнездата са както следва: скален орел - mean = 31.7°; SD = 8.4°; range: 12.3 – 44.9°; n = 29; белоопашат мишелов - mean = 23.4°, SD = 9.2, range: 7.6 – 46.6°, n = 38; сокол скитник - mean = 35°, SD = 5°, range: 30.3 – 43.3°, n = 6. Установиха се статистически достоверни различия по този параметър между скален орел и белоопашат мишелов и между белоопашат мишелов и сокол скитник (Kruskal-Wallis test: $H_{2,73} = 16.962$, $P=0.0002$). По-голямата част от гнездата на скален орел и сокол скитник са разположени на склон с наклон над 31°, докато тези на белоопашат мишелов – под 30°.

5.10. Разпределение на гнездата (в %) според изложението на скалите

Анализите на получените данни за изложението на скалите, използвани за гнездене от скален орел, белоопашат мишелов и сокол скитник показват голямо разнообразие по този показател. При скален орел е установен най-висок процент скали с източно изложение (24.1%), докато при белоопашат мишелов се наблюдава преимуществено гнездене на скали, чието изложение включва южна компонента (57.8%), но няма статистически достоверни различия между трите вида по този параметър.

5.11. Индекс за позиция на гнездото

Най-високи стойности на индекса за позиция на гнездото бяха установени в близост до гнездата. Стойностите на индекса за позиция на гнездото за Nest area, Core area и Breeding territory при скален орел, белоопашат мишелов и сокол скитник са представени в таблица 6 в Приложение. Няма статистически достоверни различия между трите вида по този показател.

5.12. Cost Path

И при трите вида максималните средни стойности за *Cost Path*, получени като резултат в това проучване, принадлежат на кариерите и мините, което отразява най-слабото им потенциално въздействие върху репродуктивното поведение на трите изследвани вида. Най-силно въздействие вероятно може да се очаква от населените места и туристическите маршрути. Най-ниски стойности за *Cost Path* бяха установени при белоопашатия мишелов, което е показател, че потенциалното въздействие на антропогенните обекти е най-силно при този вид. Максимални стойности за *Cost Path* бяха получени при скален орел, респективно потенциалното въздействие на антропогенните обекти е най-слабо при този вид (Таблица 7 в Приложение).

Групирането на антропогенните обекти въз основа на стойностите на *Cost Path* е представено на фиг. 5 в Приложение.

При сравняване на трите вида, най-изразени разлики бяха открити между белоопашатия мишелов и скалния орел. Изборът на гнездови територии по отношение на достъпността при тези два вида се различава значително и отразява различната им реакция по отношение на човешкото присъствие близо до гнездото. Липсата на статистически достоверни разлики между сокола скитника и скалния орел предполага, че двата вида имат много сходни изисквания за местоположението на гнездови територии по отношение на достъпността.

5.13. Разпределение на гнездовите територии (в %) по отношение на Натура 2000 зоните и защитените територии

Анализите върху разпределението на гнездовите територии на скален орел, белоопашат мишелов и сокол скитник по Натура 2000 зоните и защитените територии в Стара планина показват, че в Натура 2000 зоните са включени 84% от териториите на скален орел в изследвания район, 81%

- на белоопашат мишелов и 90% - на сокол скитник. В защитени територии попадат 50% от гнездовите територии на скален орел, 29% - на белоопашат мишелов и 60% - на сокол скитник.

5.14. Предпоставки за наличие на хранителен ресурс

Най-висок среден процент кумулативни площи е установен при сокола скитник - 65.51% (SD=60.49; n=20), следван от белоопашатия мишелов, който е с много близък резултат - 63.07% (SD=53.97; n=54) и скалния орел - 31.13% (SD=26.78; n=38).

Установени са статистически достоверни различия между скален орел и белоопашат мишелов (Kruskal-Wallis test: $H_{2, 112} = 11.866$, $P=0.0027$).

В териториите на скалния орел е установен най-висок среден процент за площите на пригодните местообитания на *A. graeca* - 29.13% (SD=21.89; n=38), следван от *C. coturnix* - 27.31% (SD=20.97; n=38) и *S. citellus* - 25.03% (SD=31.49; n=38). За яребицата, европейския заек, шипоопашатата костенурка и дивата коза стойностите са изключително близки - *P. perdix* - 4.88% (SD=5.19; n=38), *L. europaeus* - 4.74% (SD=10.28; n=38), *T. hermanni* - 4.51% (SD=14.36; n=38) и *R. rupicapra* - 4.34% (SD=5.60; n=38). Местообитания, подходящи за шипобедрената костенурка почти не са налични в териториите на скалния орел - *T. graeca* 0.06% - (SD=0.37; n=38) (Фиг. 6 в Приложение).

В териториите на белоопашатия мишелов с убедително най-високи стойности е средният процент за площите на пригодните местообитания на *M. arvalis* - 42.55% (SD=17.65; n=54), следван от *S. citellus* - 14.11% (SD=17.99; n=54), *A. graeca* - 14.05% (SD=13.46; n=54) и *C. coturnix* - 12.99% (SD=14.32; n=54). По-нисък процент е отчетен за пригодни местообитания на *C. austriaca* - 7.48% (SD=7.29; n=54), *L. viridis* - 4.00% (SD=11.62; n=54), *L. europaeus* - 2.57% (SD=5.75; n=54) и *P. perdix* - 1.99% (SD=2.57; n=54). Процентът на местообитанията, подходящи за наличие на голям стрелец в териториите на белоопашатия мишелов е пренебрежимо нисък - *D. caspius* - 0.25% (SD=1.16; n=54) (Фиг. 7 в Приложение).

В териториите на сокола скитник е установен най-висок процент местообитания, подходящи за *T. viscivorus* - 35.96% (SD=10.70; n=20), следвани от такива, пригодни за *C. palumbus* - 27.13% (SD=13.29; n=20), *A. graeca* - 19.03% (SD=13.30; n=20) и *C. coturnix* - 10.91% (SD=15.70; n=20). Най-малко е процентното участие на местообитанията, подходящи за *A.*

spinoletta – 3.41% (SD=5.42; n=20), *A. arvensis* – 2.77% (SD=2.24; n=20) и *P. perdix* – 0.80% (SD=1.13; n=20) (Фиг. 8 в Приложение).

Средната стойност за Shannon-Wiener (H) на гнездовите територии при скален орел е 1.03 (SD=0.34; range 0 – 1.66; n=38), при белоопашат мишелов е 1.25 (SD=0.24; range 0.54 – 1.53; n=54) и при сокол скитник е 1.30 (SD=0.27; range 0.74 – 1.74; n=20). Процентното разпределение на гнездовите територии на скален орел, белоопашат мишелов и сокол скитник според видовото разнообразие на плячката е представено в таблица 8 в Приложение.

Резултатите, показващи наличието на пригодни местообитания за потенциалната плячка в териториите на скален орел, белоопашат мишелов и сокол скитник в трите дяла на Стара планина са представени съответно на фиг. 9, 10 и 11 в Приложение.

При сравнение на предпоставките за наличие на хранителен ресурс в териториите на скален орел, разположени в трите дяла на планината, се установяват статистически достоверни различия между западната и източната и централната и източната част на планината при *A. graeca* (Kruskal-Wallis test: $H_{2,38} = 15.539$, $P=0.0004$), *S. citellus* (Kruskal-Wallis test: $H_{2,38} = 13.161$, $P=0.0014$), *P. perdix* (Kruskal-Wallis test: $H_{2,38} = 12.620$, $P=0.0018$) и *R. rupicapra* (Kruskal-Wallis test: $H_{2,38} = 15.789$, $P=0.0004$). По отношение на кумулативните площи, статистически достоверни различия се отчитат между Западна и Източна Стара планина (Kruskal-Wallis test: $H_{2,38} = 7.089$, $P=0.0289$). Между Централна и Източна Стара планина по този параметър различията са много близки до достоверните.

При сравнение на процентното участие на местообитанията с потенциална плячка в териториите на белоопашат мишелов в Западна, Средна и Източна Стара планина се установяват статистически достоверни различия при *S. citellus* между западния и централния дял на Стара планина (Kruskal-Wallis test: $H_{2,54} = 14.605$, $P=0.0007$), при *C. austriaca* между западния и централния и между западния и източния дял (Kruskal-Wallis test: $H_{2,54} = 13.462$, $P=0.0012$), при *L. europaeus* между западния и централния и централния и източния дял (Kruskal-Wallis test: $H_{2,54} = 19.014$, $P=0.0001$) и между западния и източния дял при *M. arvalis* (Kruskal-Wallis test: $H_{2,54} = 6.923$, $P=0.0314$) и при *P. perdix* (Kruskal-Wallis test: $H_{2,54} = 7.893$, $P=0.0193$). Статистически достоверни различия при кумулативните площи има между Западна и Централна Стара планина (Kruskal-Wallis test: $H_{2,54} = 14.402$, $P=0.0007$).

При сравнение на предпоставките за наличие на хранителен ресурс в териториите на сокол скитник, разположени в трите дяла на Стара планина, се установяват статистически достоверни различия само при два от включените в анализите видове – при *C. palumbus* между Западна и Централна и Западна и Източна Стара планина (Kruskal-Wallis test: $H_{2, 20} = 10.929$, $P=0.0042$) и при *T. viscivorus* между Западна и Централна Стара планина (Kruskal-Wallis test: $H_{2, 20} = 8.643$, $P=0.0133$). Не се установиха достоверни различия по отношение на кумулативните площи между трите дяла на Стара планина.

При сравнение на кумулативните площи с наличие на плячка в Западна, Централна и Източна Стара планина, между трите вида се установяват статистически достоверни различия в западния и източния дял на планината. В Западна Стара планина различията са между скален орел и белоопашат мишелов (Kruskal-Wallis test: $H_{2, 44} = 7.209$, $P=0.0272$). В Източна Стара планина са отчетени такива между скален орел и белоопашат мишелов и между белоопашат мишелов и сокол скитник (Kruskal-Wallis test: $H_{2, 15} = 10.906$, $P=0.0043$).

В териториите си скалният орел ползва самостоятелно средно 58.84% ($SD=22.23$; $n=38$) от площите с плячка и средно 41.16% ($SD=22.23$; $n=38$) от площите с плячка споделя с други хищни птици - 16.60% ($SD=13.96$; $n=38$) с птици от същия вид и 24.56% ($SD=19.12$; $n=38$) с птици от друг вид. В териториите на белоопашатия мишелов, площите, които видът ползва самостоятелно са средно 53.39% ($SD=21.58$; $n=54$), а тези, които споделя са средно 46.61% ($SD=21.58$; $n=54$), от които 10.49% ($SD=9.48$; $n=54$) – с птици от същия вид и 36.12% ($SD=23.27$; $n=54$) – с птици от друг вид. В своите територии соколът скитник ползва самостоятелно средно 77.17% ($SD=12.27$; $n=20$) от площите с плячка и средно 22.83% ($SD=12.27$; $n=20$) са споделени – 16.67% ($SD=13.38$; $n=20$) с птици от същия вид и 6.17% ($SD=10.78$; $n=20$) с птици от друг вид. Статистически достоверни различия се установяват между скален орел и сокол скитник, както и между белоопашат мишелов и сокол скитник по отношение на площите с плячка, които ползват самостоятелно и на споделените площи (Kruskal-Wallis test: $H_{2, 112} = 19.010$, $P=0.0001$). Различия има при площите, споделени с птици от друг вид (Kruskal-Wallis test: $H_{2, 112} = 28.881$, $P<0.0001$), но не и при тези, споделени с птици от същия вид.

6. ОБСЪЖДАНЕ

6.1. *Пространствено разпределение на гнездовите територии*

В някои райони недостигът на места за гнездене ограничава гнездовата популация на сокола скитник и двойките са разпределени неравномерно, в зависимост от наличието на скали или други подходящи места за гнездене. В райони с излишък на места за гнездене, се наблюдава равномерно разпределение в пространството на гнездящите двойки (Newton, 1979; 1988). Данните за скален орел от различни части на ареала му сочат изключително равномерно разпределение на териториите (Newton, 1979; Bergo, 1984; Tjernberg, 1985; Watson & Rothery, 1986; Watson, 1997; Pedrini & Sergio, 2001; Perdini & Sergio, 2002; Martinez *et al.*, 2008; Fernandez & Gurrutxaga, 2010).

Получените при нашите анализи стойности за G-index при скален орел и сокол скитник дават основание да се твърди, че териториите на тези два вида са равномерно разпределени в изследвания район, което потвърждава установената при тези два вида закономерност в други части от ареала им. Средната стойност на NND, отчетена между съседни двойки скални орли е значително по-висока от стойностите, отчетени между двойки скални орли и двойки от конкурентните видове белоопашат мишелов и сокол скитник, което е показател, че вътревидовата конкуренция при този вид е с водещо значение, докато междувидовата се явява второстепенен фактор при избора на гнездова територия (Katzner *et al.*, 2003; Martinez *et al.*, 2008; Evans *et al.*, 2010). Подобна зависимост се установява и при сокола скитник. Аналогично със скалния орел, вътревидовата конкуренция при сокола скитник е с водещо значение при избора на гнездова територия. Установените от нас равномерни модели при скален орел и сокол скитник показват, че популациите на тези два вида на територията на Стара планина са в относително стабилно състояние, с наличие на достатъчно подходящи местообитания и без недостиг на места за гнездене.

При белоопашатия мишелов, обаче, се установява случайно разпределение на териториите в изследвания район. Средната стойност на NND, отчетена между съседни двойки белоопашати мишелови е по-ниска от тази между двойки белоопашати мишелови и конкурентните видове скален орел и сокол скитник, което предполага, че вътревидовата конкуренция при този вид е второстепенен фактор, а междувидовата е с водещо значение при избора на гнездова територия. Случайното разпределение на територии при белоопашатия мишелов може да се дължи

на водещата роля на междувидовата конкуренция при избора на гнездово местообитание или на факта, че видът се установява като гнездящ и разширява ареала си на север (включително и в България) едва през последните десетилетия. Съобщава се за увеличение на популацията (Демерджиев *и др.*, 2007), но през последното десетилетие тенденцията се нарушава и дори се регистрира локално понижение в числеността (непубликувани данни). Вероятно е популацията му все още да не е достигнала стабилно състояние. За съжаление няма данни за пространственото разпределение на териториите на белоопашат мишелов в други части на ареала му, което изключва възможността за сравнение.

6.2. Характеристика на гнездовите местообитания – фактори с естествен произход

При сравняване на трите вида по отношение на процентното участие на класовете земно покритие в *Nest area* се отчитат статистически достоверни различия между скален орел и белоопашат мишелов - най-висок процент гори има при скален орел, а най-нисък – при белоопашат мишелов, а обратното съотношение се установява за храсталачните местообитания. Земята и пасищата и ливадите са с незначително по-големи площи при белоопашатия мишелов. В *Nest area* антропогенни местообитания се наблюдават предимно при белоопашатия мишелов, макар и в нисък процент (1,56%), при сокола скитник са приблизително три пъти по-малко (0,60%), а при скалния орел напълно отсъстват. С отдалечаването от центровете на гнездовите територии се запазва тенденцията за най-висока степен на гористост при скалния орел и най-ниска при белоопашатия мишелов. Въпреки, че процентът на горите в териториите на скалния орел намалява за сметка на откритите местообитания – пасища, естествени ливади и култивирани земи, чиито процент се увеличава, може да се каже, че горското покритие в териториите на скален орел в Стара планина е относително високо. Вероятно видът в този район не ловува в близост до гнездото и откритите пространства, в които си набавя плячка са съсредоточени предимно в периферните части на територията. В същото време гнездата, разположени на скали, заобиколени от гора и храсталаци са по-трудно достъпни, съответно и по-защитени. Висока степен на гористост в територии на скален орел е установена и от други автори (Takeuchi *et al.*, 2006; Evans *et al.*, 2010; Miller *et al.*, 2017). При сокола скитник в близост до гнездото се установява нисък

процент антропогенни местообитания и обработваеми земи. Установените от Sergio *et al.*, (2004), Brambilla *et al.*, (2006) предпочитания на вида към обработваеми площи и урбанизирани райони, поради по-висока подсигуреност със синантропни видове жертви вероятно се дължи на адаптация на вида в райони където естествените му местообитания са недостатъчни. Пасищата и естествените ливадите, както и откритите местообитания с малко или без растителност са слабо представени. Преобладава горското покритие и в по-малка степен - храсталачните местообитания. С отдалечаване от гнездото по-чувствително намалява процентът на храсталачните местообитания, докато горите намаляват незначително като процентното им участие в териториите на сокол скитник остава много високо – около и над 50%. Висока степен на гористост в териториите на сокол скитник е установена и в други изследвания (Jenkins, 1994; Ragyov *et al.*, 2008; Brambilla *et al.*, 2010). С отдалечаването от гнездото тенденцията за най-голямо процентно участие на храсталачните местообитания в териториите на белоопашат мишелов, спрямо това при другите два вида също се запазва. Появяват се и статистически достоверни различия между скален орел и белоопашат мишелов по отношение на процентното участие на обработваемите земи. При белоопашатия мишелов в **Core area** и **Breeding territory** прави впечатление рязкото увеличаване на процента на обработваемите земи, чиято площ е почти два пъти по-голяма от тази на пасищата и ливадите, което не съвпада с публикувани данни, от други райони, според които в заетите от белоопашат мишелов територии процентът на обработваемите земи е нисък (Demerdzhiev *et al.*, 2014) или почти равен на откритите площи с естествена растителност (Iezekiel *et al.*, 2016). Възможно е обработваемите земи да имат съществено значение като източник на плячка за белоопашатия мишелов в изследвания район, въпреки твърденията на редица автори, че видът ловува предимно в пасища и само частично в обработваеми земи (Snow & Perrins, 1998; Friedemann *et al.*, 2016). Установените различия могат да се отдадат и на различията по отношение на интензивността на земеделието, размера на обработваемите блокове и вида на отглежданите култури в различните райони. С отдалечаване от центровете на гнездовите територии, процентът на пасищата и ливадите става незначително по-висок при скалния орел и сокола скитник.

Въз основа на получения резултат за функцията на Shannon-Wiener (H), може да се твърди, че териториите на скален орел, белоопашат

мишелов и сокол скитник в Стара планина се характеризират с относително ниска степен на хетерогенност.

Въпреки, че хищните птици задоволяват нуждата си от течности предимно от своите жертви (Watson, 1997), потоците осигуряват чиста вода за пиене и къпане (Kochert *et al.*, 2002). В настоящото изследване е установено наличие на воден източник във всяка територия на скален орел, в 93% от териториите на белоопашат мишелов и в 90% от териториите на сокол скитник. Най-голямо средно разстояние до воден източник е отчетено при белоопашатия мишелов. Установените от някои автори предпочитания на вида към гнездене в близост до вода могат да се дължат на факта, че тези наблюдения не са в резултат на целенасочено проучване на планинските гнездови територии на вида (Мичев *и др.*, 1984; Симеонов *и др.*, 1990; Vatev, 1987) или се отнасят за равнинни райони (Южна Украйна) с наличие на големи реки и множество стоящи водоеми, покрай които има стари и високи дървета, подходящи за гнездене (Рединов, 2010). Според Vatev (1987) белоопашатият мишелов позиционира гнездото си на около 500 м от вода. В настоящото изследване разстоянието до воден източник при този вид варира в широки граници (range 91- 6450 m, n=54) и установеното средно разстояние от 1703 м по-скоро навежда на мисълта, че близостта на вода до центъра на гнездовата територия не е задължително условие при избора на място за гнездене за този вид.

Скалните орли гнездят и ловуват в райони, чиято топография подпомага реещия полет, което дава възможност на птиците да демонстрират териториално поведение (Chalmers, 1997) и благоприятства динамиката на техния полет като увеличава енергетичната му ефективност (McGrady, 1997). Освен това в много планински райони по-начупеният терен е предпоставка за по-ниска степен на човешко безпокойство, което вероятно е предпочитано от скалните орли (Watson, 1997). Смята се, че топографските характеристики са определящ фактор при избора на гнездово местообитание и за сокола скитник (Карякин и Николенко, 2009; Jenkins, 1994; 2000; Gainzarain *et al.*, 2000; Sergio *et al.*, 2004; Brambilla *et al.*, 2006; 2010). Според Jenkins & Hockey (2001) ловният успех при скитниците често зависи от топографията. Подобно на скалния орел и белоопашатият мишелов често използва реещ полет, което предполага, че характеристики на терена, които подпомагат този полет оказват влияние при избора на гнездово местообитание, но данните за предпочитанията на този вид към топографията са оскъдни.

В настоящото изследване и при трите вида се установяват най-високи стойности на Terrain Ruggedness Index (TRI) в близост до гнездото. Това дава основание да се смята, че тези птици разполагат гнездата си в тази част от територията, която се характеризира с най-висока степен на пресеченост на релефа. Пресечен релеф в близост до гнездото при скален орел е установен и от Moss (2015). Предполага се, че по-начупеният терен в близост до гнездото осигурява по-добрата защита от хищници и по-благоприятни възможности за ловуване (Jenkins, 2000; Sergio *et al.*, 2004). При сравнение между трите вида въз основа на TRI се установява, че териториите на скален орел и сокол скитник се характеризират с по-комплексна топография. Най-ниска степен на пресеченост на релефа се отчита при белоопашатия мишелов. Различията между белоопашатия мишелов и другите два вида по този показател са статистически достоверни в близост до гнездото и в **Core area**, докато в периферните части стават незначителни.

В района на Стара планина и трите изследвани вида гнездят на скали. При сравнение между трите вида се установява, че на най-голяма средна надморска височина са разположени гнездата на скален орел, а най-ниско – тези на белоопашат мишелов. Преобладаващата част от гнездата на скален орел в изследвания район попадат в среднопланинския (41,4%) и в нископланинския пояс (37,9%). Макар и по-рядко, видът гнезди и на по-малка надморска височина – в хълмистия (17,2%) и дори в низинния пояс (3,5%). Гнезда на скален орел в изследвания район са установени в най-широк диапазон от надморски височини, което предполага, че видът проявява най-голяма пластичност по отношение на надморската височина. Повечето от гнездата на белоопашатия мишелов попадат в нископланинския пояс (47,4%). Останалите са разположени в среднопланинския (28,9%) и в хълмистия (23,7%) пояс. Липсват гнезда в низинния пояс, което е озадачаващо, тъй като има данни за гнездене на вида под 200 м надм. вис. в други райони на България (Демерджиев *и др.*, 2007), както и в Румъния, където обаче като вероятна причина за това се посочва по-студеният климат (Baltag & Bolbeacă, 2014). В Стара планина гнездата на сокола скитник са разположени предимно в нископланинския пояс (66,7%), а по-малка част (33,3%) – в среднопланинския пояс. При нито един от трите вида няма установени гнезда във високопланинския пояс, вероятно поради факта, че тази зона на Стара планина е по-слабо представена.

Предполага се, че наклонът на склона оказва влияние върху енергетичните разходи, свързани с ловуването, с демонстрирането на териториално поведение и с охраната на гнездото при хищните птици, поради което играе роля при избора на място за гнездене (McGrady, 1997; Watson, 1997; McLeod *et al.*, 2002; DiVittorio & Lopez-Lopez, 2014). В настоящото изследване се установява, че повечето гнезда на скален орел (51,7%) са разположени на много стръмен склон, а 37,9% - на стръмен. Само 10,4 % са на наклонен склон. Въпреки наличието на данни за гнездене на вида на дървета в равнинните райони на Северна Европа (Tjernberg, 1983; Watson & Dennis, 1992; Sulkava *et al.*, 1998), няма установени гнезда на полегат или равен терен в изследвания район. Видът определено демонстрира предпочитание към гнездене на стръмни скали. Повечето гнезда на белоопашат мишелов са разположени на стръмен склон (44,7%) и на наклонен склон (31,6%). Има дори гнезда на полегат склон (5,3%). На много стръмен склон са разположени едва 18,4% от гнездата. Очевидно видът предпочита да гнезди на по-стръмен склон, но е склонен да разполага гнездата си и на по-полегат склон, което навежда на мисълта, че степента на наклона на склона не с водещо значение при избора на място за гнездене за белоопашатия мишелов. Като вземем предвид и многобройните данни за гнездене на вида на дърво, на стълб, в кариери и дори на земята, при отсъствие на скали (Yi-Qun *et al.*, 2008; Milchev, 2009; Friedemann *et al.*, 2011; Demerdzhiev *et al.*, 2014), може да се каже, че белоопашатият мишелов е адаптивен по отношение на мястото, на което разполага гнездото си (Рединов, 2010). Предпочитанията на сокола скитник към гнездене на отвесни скали, разположени на стръмни терени са установени в редица изследвания (Карякин и Николенко, 2009; Важов, 2012; Jenkins, 1994; 2000; Gainzarain *et al.*, 2000; Sergio *et al.*, 2004; Brambilla *et al.*, 2006; 2010). В настоящото изследване по-голяма част от гнездата на сокол скитник (83,3%) са разположени на много стръмен склон, а останалите 16,7% - на стръмен склон. Няма установени гнезда на наклонен или полегат склон, както и на равен терен. В изследвания район видът показва ясно предпочитание за гнездене на много стръмни скали. При сравнение на средния наклон на склона, на който са разположени гнездата се наблюдават статистически достоверни различия между белоопашат мишелов и другите два вида. Установява се, че соколът скитник предпочита да гнезди на най-стръмен склон, а най-полегат склон за гнездене избира белоопашатият мишелов. Процентното разпределение на гнездата според степента на

наклона на склона определя белоопашатия мишелов като най-пластичен по отношение на този показател.

В редица изследвания при различни хищни птици са установени предпочитания към определени изложения. Подходящото изложение на скалите с гнездата осигурява адекватна защита от неблагоприятни климатични условия, които биха могли да намалят възможностите за лов, като също така са и пряка причина за смъртност при малките (Ratcliffe, 1993). В настоящото изследване обаче не се забелязват ясно изразени предпочитания към определено изложение при нито един от трите вида, както и статистически достоверни различия помежду им. Все пак при скалния орел най-висок е процентът на скали с гнезда с източно изложение (24,1%). Данни за предпочитания на вида към източно изложение има и за други райони (Watson & Dennis, 1992; Moss, 2015; Shafaepour, 2015). В повечето случаи скалите, върху които са разположени гнездата на белоопашатия мишелов са с изложение, което включва предимно южна компонента (57,8%). Предпочитание към южно и западно изложение и избягване на северно е установено и от Milchev (2009). Отчетените изложения на скалите, използвани за гнездене от сокола скитник в изследвания район съдържат източна, южна и западна компонента. Може да се каже, че видът избягва скали със северно изложение. Скалният орел, белоопашатият мишелов и соколът скитник не проявяват висока степен на консерватизъм по отношение на изложението на скалите, които използват за гнездене и този фактор не е с водещ характер при избора на място за гнездене в изследвания район, но следва да се отбележи, че повечето установени гнезда в изследвания район са разположени по южните склонове на Стара планина.

Високите стойности на индекса за позиция на гнездото дават основание да се смята, че и трите вида предпочитат доминантна позиция на гнездото спрямо заобикалящата го територия. Предполага се, че такова разположение на гнездото най-вероятно дава предимство на птиците по отношение на осигуряване на по-добра защита на гнездото или по отношение на по-нисък разход на енергия във връзка с ловуването или с преноса на пляката към гнездото (Watson & Dennis, 1992). При сокола скитник е установено, че доминантната позиция улеснява ловуването като птицата има по-широк поглед върху по-голяма площ, което дава възможност за по-ефективно набелязване и изненаждане на жертвата, по-добра преценка на тактиката и постигане на екстремна скорост при атаката,

което е предпоставка за по-ниски енергетични разходи и по-успешен лов, като в същото време може да демонстрира присъствието си и да осигури по-надеждна охрана на гнездото (Newton, 1988; Jenkins, 2000). Предполагаме, че основното предимство на доминантната позиция на гнездото по-вероятно е свързано с по-добрата охрана и своевременното прогонване на „натрапници“, отколкото с ловуването. Изясняването на конкретните причини за предпочитаната доминантна позиция на гнездото при скалния орел, белоопашатия мишелов и сокола скитник в изследвания район би било възможно след провеждането на допълнителни изследвания.

6.3. Характеристика на гнездовите местообитания – влияние на фактори с антропогенен произход

Въз основа на средните стойности на *Cost Path* за различните антропогенни точки се наблюдава сформирание на три групи антропогенни точки. В първата група попадат кариерите/мините и центровете за религиозен туризъм. Втората група включва хижите, пътищата и стартовите точки за рекреационни дейности, докато в третата група са населените места и пешеходните маршрути. Антропогенните обекти от първата група имат най-високи стойности за *Cost Path* и при трите вида птици. Това са антропогенните точки с „най-висока цена“, което означава, че центровете на гнездовите територии са най-трудно достъпни от тези точки. Респективно кариерите и мините и центровете за религиозен туризъм оказват най-слабо влияние и са с най-ниска степен на значимост като източник на антропогенна инвазия към гнездовите територии на птиците. Антропогенните обекти от втората група се характеризират със сходни, но по-ниски стойности за *Cost Path*. Антропогенните обекти от третата група се отличават с най-ниски стойности за *Cost Path*, т. е. това са антропогенните точки с „най-ниска цена“. Центровете на гнездовите територии са най-лесно достъпни от тези точки, поради което те се приемат за най-значими и оказващи най-силно влияние върху трите вида птици в изследвания район. Това се подкрепя и от анализите на стойностите на *Cost Path All*, получени при използването на обединения слой, включващ всички антропогенни точки.

В редица изследвания скалният орел е охарактеризиран като много чувствителен към човешко безпокойство вид (Anderson *et al.*, 1990; Watson, 1997). В настоящото изследване установените за скален орел най-високи средни стойности на *Cost Path*, както и най-високи средни стойности за

Cost Path All в обединения слой, го характеризират като вида с най-ниска степен на толерантност по отношение на човешко присъствие, заемащ най-трудно достъпните територии. По-голямата част от гнездовите територии на скален орел (84 %) в Стара планина се намират в Натура 2000 зоните, но само половината от териториите се покриват от защитените територии. Това е крайно недостатъчно, предвид неблагоприятния консервационен статус на вида в България, чувствителността на скалния орел към антропогенни влияния и факта, че основната част от българската популация на вида е съсредоточена в Стара планина (46,7%) (Петров *и др.*, 2015; Ватев *и др.*, 2015).

В района на Стара планина при белоопашатия мишелов се установяват най-ниски средни стойности на *Cost Path* за всички антропогенни обекти, с изключение на хижите. Най-високите стойности на *Cost Path* за хижите при този вид вероятно се дължат на специфики в местоположението на хижите и са инцидентно отклонение от основната тенденция, наблюдавана при този вид. Смятаме, че заемането на гнездови територии от белоопашатия мишелов не е функция на безпокойство от страна на хижите. Получените резултати дават основание да се смята, че в изследвания район белоопашатият мишелов разполага гнездовите си територии така, че те са най-лесно достъпни за хора, в сравнение с другите два вида и може да бъде окачествен като най-толерантен по отношение на човешко присъствие. По-голяма част от гнездовите територии на белоопашат мишелов (81 %) се намират в Натура 2000 зоните и само 29 % от териториите са в защитени територии. Това е твърде недостатъчно предвид неблагоприятния консервационен статус на вида в България и факта, че основната част от европейската популация на белоопашатия мишелов е на Балканския полуостров (Mrlik & Landsfeld, 2002; Stoychev & Demerdzhiev, 2020).

Въпреки сведенията за гнездене на соколи скитници в населени места и в кариери (Moore *et al.*, 1992; Crick & Ratcliffe, 1995; Cade *et al.*, 1996; Emison *et al.*, 1997; Moore *et al.*, 1997; Stoyanov, 2003; Brambilla *et al.*, 2006), получените средни стойности на *Cost Path* за антропогенните обекти в изследвания район са относително високи. Средните стойности за *Cost Path* отреждат на сокола скитник по-скоро междинна позиция по отношение на толерантността му към човешко присъствие в сравнение с другите два вида, но са по-близки до тези, отчетени при скалния орел. Това би могло да е резултат от продължилото десетилетия преследване на вида в България (Ragyov *et al.*, 2008). Повечето гнездови територии на сокола скитник (90

%) са в Натура 2000 зоните, а 60 % са в защитени територии, което поставя вида в по-благоприятна ситуация, в сравнение с другите два вида. Вероятно фактът, че повечето гнездови територии на вида са в защитени територии има положителен ефект върху възстановяването на популацията, наблюдавано през последните години (Стойнов *и др.*, 2007; Ragyov *et al.*, 2008).

6.4. Характеристика на гнездовите местообитания – влияние на предпоставките за наличие на хранителен ресурс

Скалният орел е вид с широк хранителен спектър, способен да използва алтернативни хранителни ресурси, когато неговата предпочитана плячка е с по-ниска численост (Moss, 2011) и да приспособява храната си в отговор на антропогенни промени в околната среда (Watson *et al.*, 1993), притежава многобройни и адаптивни ловни умения (Sulkava *et al.*, 1998). В настоящото изследване анализите на площите на оценените като пригодни за трофичните видове местообитания сочат като основен хранителен ресурс за скалния орел в Стара планина планинския кеклик, пълдпъдка и лалугера. Разглеждайки данните за трите дяла на Стара планина, въз основа на вероятността за присъствие установяваме, че с водеща роля като хранителен ресурс за скалния орел в Западна и Средна Стара планина се очертават пълдпъдъкът и планинският кеклик, а в източната част на планината убедително, с най-висока степен на вероятност като достъпен хранителен ресурс се явява ключовият вид от хранителния спектър на тази хищна птица – лалугерът, чието наличие в средния дял на планината е доста по-ниско, а в западния – силно ограничено. Костенурките, посочвани като основен вид в хранителния спектър на скалния орел на Балканския полуостров, вкл. и в България (Арабаджиев, 1962; Боев, 1980; Симеонов *и др.*, 1990; Домусчиев, 2008; Grubač, 1986; Watson, 1992; Georgiev, 2009) са с изключително ограничено разпространение в териториите на вида в изследвания район. Това дава основание да се приеме, че в изследвания район костенурките нямат съществен принос като хранителен източник за скалния орел.

Белоопашатият мишелов е вид с широк хранителен спектър – храната му включва представители на почти всички групи гръбначни животни (Cramp & Simmons (eds.), 1980; del Hoyo *et al.*, 1994; Snow & Perrins, 1998). Смята се, че е способен да се адаптира към локалното обилие на плячка (Mrlik & Landsfeld, 2002) и да преминава към алтернативни хранителни

източници (Demerdzhiev *et al.*, 2014). Като възможен хранителен ресурс с най-голямо процентно участие на пригодни местообитания в териториите на белоопашатия мишелов в изследвания район се откроява обикновената полевка. Най-високи средни стойности за местообитания, подходящи за този вид се отчитат в източния дял на планината (над 60%). Вероятността за присъствие на вида е висока и в другите два дяла (около 40%). Лалугерът, който се посочва като ключов вид от хранителния спектър на мишелова (Мичев *и др.*, 1984; Рединов, 2010; Alivizatos & Gounter, 1997; Milchev, 2009) има по-осезаемо присъствие в териториите в Средна и Източна Стара планина и е с много ограничено разпространение в Западна Стара планина. В тази част на планината изглежда, че след обикновената полевка на второ място като присъствие на пригодни местообитания в териториите на белоопашатия мишелов, респективно като възможен хранителен ресурс е пъдпъдъкът. В много изследвания в други части на ареала на белоопашатия мишелов, често се установява присъствие на влечуги в хранителния спектър на вида (Alivizatos & Gounter, 1997; Grubač, 1999; Hosseini-Zavarei *et al.*, 2008; Yi-Qun *et al.*, 2008; Friedemann *et al.*, 2016). Поради планинския характер на изследвания район, местообитанията, подходящи за тази група животни са по-ограничени. Местообитания, които предполагат наличието на медянка и на зелен гушер (често споменаван като вид от хранителния спектър на мишелова) (Мичев *и др.*, 1984; Симеонов *и др.*, 1990; Vatev, 1987; Milchev, 2009) има предимно в Западна Стара планина и то с невисок процент, което навежда на мисълта, че влечугите не могат да бъдат разглеждани като надежден хранителен източник за популацията на белоопашатия мишелов в Стара планина.

Характерно за сокола скитник е, че в храната му доминират птици, които са с най-голямо обилие в конкретния район (Карякин и Николенко, 2009). В териториите на вида в Стара планина най-голямо процентно участие имат местообитанията, подходящи за имелов дрозд, следвани от тези на гривяка и в по-малка степен на планинския кеклик и пъдпъдък. При сравнение между териториите на сокол скитник в трите дяла на Стара планина, основано на процентното участие на подходящите местообитания, важен хранителен ресурс в Западна и Източна Стара планина би могъл да бъде имеловият дрозд. В Средна Стара планина също има предпоставки за наличие на този вид, макар и с по-нисък процент пригодни местообитания. В Източна Стара планина има наличие на подходящи местообитания и за планинския кеклик като стойностите са

много близки до тези на имеловия дрозд. Присъствието на гривяка в териториите на скитника е с най-голяма вероятност в Западна Стара планина, както и в Средна Стара планина, макар и с по-нисък процент, докато в източния дял може да се каже, че липсват подходящи местообитания за този вид. Подходящите местообитания за пъдпъдъка в териториите на сокола скитник в западната част на планината са изключително оскъдни. Роля като източник на хранителен ресурс този вид би могъл да има в другите два дяла на планината, като вероятността за присъствието му в териториите на скитника е около 17%. Както е известно, соколът скитник често използва за храна и полудиви гълъби (*Columba livia f. domestica*) (Mearns, 1983; Stoyanov, 2003; Ragyov *et al.*, 2008) и макар да не е включен в анализите в настоящото изследване, този вид е възможен хранителен източник в териториите, разположени в близост до населени места. Въпреки, че при някои двойки има данни за сравнително високо процентно участие на бозайници в хранителния спектър на сокола скитник (около 33% от биомасата на плячката му) (Bradley & Oliphant, 1991), поради недостиг на информация относно присъствието на бозайници в хранителния спектър на сокола скитник в изследвания район представители от този клас не бяха включени като потенциална плячка при анализите в настоящото изследване. Наличието на бозайници в храната на този вид би могло да бъде предмет на допълнителни проучвания в бъдеще.

В резултат на проведените анализи се установява, че кумулативните площи на подходящите за наличие на плячка местообитания са важен параметър за оценка на предпоставките за наличие на хранителен ресурс и съществено значение има не толкова каква част от територията на хищната птица включва местообитания на потенциална плячка, а колко вида потенциална плячка има върху тази площ.

Скалният орел има широк хранителен спектър, но в различните райони само някои основни видове плячка играят важна роля в неговата храна (Georgiev, 2009). Според видовото разнообразие на плячката, териториите на скалния орел варират от изключително хомогенни, в които има само един трофичен вид (2,63% от териториите) до територии, в които има предпоставки за присъствие на седем от осемте трофични вида, включени в анализите (7,89% от териториите). Преобладаващата част от териториите (60,53%) са с вероятност за присъствие на шест вида плячка. Белоопашатият мишелов ловува разнообразна плячка, но дребните гризачи са важна част от храната му (Arabadzhiev, 1962; Petrov, 1964). В

изследвания район според видовото разнообразие на плячката териториите на вида варират от такива с предпоставки за присъствие на четири трофични вида (9,26%) до такива с девет от деветте хранителни вида, включени в изследването (3,70% от териториите). В повечето територии (48,15%) има предпоставки за присъствие на осем вида от хранителния спектър. Видовото разнообразие на хранителния ресурс в териториите на сокола скитник варира от три вида (в 10% от териториите) до седем вида (в 60% от териториите), т.е. в преобладаващата част от териториите има предпоставки за присъствие на всички трофични видове, включени в анализите. Като вземем предвид факта, че в района на Стара планина, освен включените в анализите основни видове плячка, има и други, които също са потенциална плячка за трите вида хищни птици, може да се каже, че гнездовите територии на целевите видове в изследвания район са с добър трофичен потенциал.

Стойностите на Shannon-Wiener (H) са най-високи при сокола скитник, което предполага, че неговите територии са с най-висока степен на хетерогенност, що се отнася до разнообразието на местообитания, подходящи за различни видовете плячка, докато тези на скалния орел се характеризират с най-ниска степен на хетерогенност. Средната стойност на Shannon-Wiener (H) в териториите на белоопашатия мишелов е по-близка до тази, установена при сокола скитник.

При сравнение на кумулативните площи на местообитанията, подходящи за наличие на плячка в трите дяла на Стара планина, при скалния орел се установяват по-добри предпоставки за наличие на хранителен ресурс в Западна и Средна Стара планина. Данните сочат, че териториите на вида в Източна Стара планина са най-бедни на хранителен ресурс, което може да бъде обяснение за по-малкия брой гнездови територии, установени в тази част на изследвания район.

При сравнение между териториите на белоопашат мишелов категорично с най-голям потенциал за наличие на хранителен ресурс са тези, разположени в западната част на планината. Териториите на вида в Източна Стара планина се характеризират с доста по-добри предпоставки за наличие на хранителен ресурс, в сравнение с тези на другите два вида в същия дял. Въпреки това и при белоопашатия мишелов, както и при другите два вида, в тази част на Стара планина е регистриран най-малък брой гнездови територии, което предполага, че причината за най-ниска

численост на вида в тази част на изследвания район не е недостигът на храна.

При сокола скитник няма установени статистически достоверни различия между трите дяла на Стара планина, но вероятно това е свързано и с малкия брой територии, които видът заема в Източна Стара планина. Въпреки това като най-богата на хранителни ресурси се очертава Средна Стара планина, следвана от Западна Стара планина.

Не се установява зависимост между кумулативните площи на местообитанията, подходящи за наличие на хранителен ресурс и броя на гнездовите територии в трите дяла на Стара планина. Това потвърждава тезата, че заемаването на гнездовите територии зависи не само от достъпността на хранителните ресурси, а и от множество други фактори (Djorgova *et al.*, 2021; Djorgova *et al.*, in press).

Въз основа на установените статистически достоверни различия при кумулативните площи между скален орел и белоопашат мишелов, можем да твърдим, че белоопашатият мишелов обитава територии в изследвания район, които са чувствително по-богати на местообитания, подходящи за наличие на плячка в сравнение със скалния орел.

Споделянето на хранителен ресурс е съществен аспект на вътревидовите и междувидовите конкурентни взаимоотношения при хищните птици, който може да окаже влияние при избора на гнездова територия и е обект на проучване и оценка в редица изследвания (Martinez *et al.*, 2008; Evans *et al.*, 2010). При скалния орел е установено, че няма ясно изразени граници между ловните територии и те се застъпват значително като понякога две или три двойки орли ловуват на един и същи хълм по различно време (Watson, 1957). Припокриване на територии е отчетено и при сокола скитник като тенденцията е соколи от различни двойки да не ловуват в един и същ район по едно и също време (Jenkins & Benn, 1998). При сравнение между трите вида, при скален орел и белоопашат мишелов се установяват сходни резултати за процентно участие на площите на местообитанията с трофичен ресурс, който ползват самостоятелно и споделените местообитания с хранителен ресурс (с птици от същия вид и с птици от друг вид). И двата вида ползват самостоятелно над 50% от площите с плячка в териториите си и над 40% са тези със споделено ползване. Наблюдава се известно различие между процента на площите, споделени с птици от същия вид (по-високи средни стойности са отчетени при скалния орел) и с птици от друг вид, където процентът е по-висок при

белоопашатия мишелов, но различията не са статистически достоверни. При сокола скитник се отчита най-висок процент „собствени“ площи с плячка (77,17%), респективно процентът на споделените площи е най-нисък (22,83%), от които 16,67% са споделени с птици от същия вид и само 6,17% - с птици от другите два вида. Тези резултати, получени за сокола скитник може да бъдат обяснени с различията в хранителния спектър между него и другите два вида. Соколят скитник има три, включени в анализите трофични вида на територията на Стара планина, които ползва съвместно със скалния орел и белоопашатия мишелов, докато броят на общите трофични видове от анализирания при скалния орел и белоопашатия мишелов е пет, което неминуемо е причина за по-ниски нива на конкуренцията за плячка между сокола скитник и другите два вида, докато конкуренцията за храна между скалния орел и белоопашатия мишелов е по-силно изразена.

7. ИЗВОДИ

- 1) Популациите на скален орел и сокол скитник на територията на Стара планина са с равномерно разпределение на гнездовите територии и са в относително стабилно състояние, с наличие на достатъчно подходящи местообитания и без недостиг на места за гнездене. Популацията на белоопашат мишелов на територията на Стара планина е със случайно разпределение на гнездовите територии. От една страна това може да се дължи на междувидовата конкуренция, а от друга страна - на колебанията в числеността на популацията му в България през последните две-три десетилетия.
- 2) Териториите на скален орел и сокол скитник в Стара планина се характеризират с висока степен на гористост и с присъствие на пасища и естествени ливади, докато тези на белоопашат мишелов се отличават с по-голямо присъствие на храсталачни местообитания и земеделски земи. В по-голямата част от териториите на трите вида има наличие на воден източник, но близостта на вода до центъра на гнездовите територии не е задължително условие при избора на място за гнездене.
- 3) Всички установени гнезда на скален орел, белоопашат мишелов и сокол скитник в Стара планина са разположени на скали. И трите вида предпочитат доминантна позиция на гнездото спрямо заобикалящата го територия.

4) Териториите на скален орел и сокол скитник са разположени на по-голяма надморска височина и се характеризират с по-комплексна топография в сравнение с тези на белоопашат мишелов. Скалният орел и соколът скитник демонстрират предпочитания за гнездене на много стръмен склон, докато белоопашатият мишелов е склонен да разполага гнездата си и на по-полегат склон. И трите вида не проявяват висока степен на консерватизъм по отношение на изложението на скалите, които използват за гнездене и този фактор не е с водещ характер при избора на гнездово местообитание в изследвания район, но гнездата са разположени предимно по южните склонове на Стара планина.

5) Белоопашатият мишелов разполага гнездовите си територии в най-лесно достъпните райони, в сравнение със скалния орел и сокола скитник, така че би могло да се смята, че видът е най-толерантен към човешко безпокойство и най-адаптивен към антропогенно присъствие в гнездовите си местообитания. Скалният орел заема най-трудно достъпните територии и в най-висока степен избягва близост с човека, което го определя като най-чувствителния към антропогенна инвазия в гнездовите му местообитания. Като толерантност към човешко присъствие в гнездовите му територии, соколът скитник заема междинна позиция, в сравнение с другите два вида, но по отношение на този критерий е по-близък със скалния орел.

6) Населените места и пешеходните маршрути са с най-голямо значение като източник на човешко влияние. Кариерите/мините и центровете за религиозен туризъм оказват най-слабо влияние върху заемаването на гнездовите територии. Хижите, пътищата и стартовите точки за рекреационни дейности са със средна степен на значимост.

7) Покритието на Натура 2000 е благоприятно и при трите вида – повечето от техните гнездови територии попадат в Натура 2000 зоните. Разположението на гнездовите територии на трите вида по отношение на защитените територии – паркове и резервати, се оказва недостатъчно като ситуацията при скалния орел и белоопашатия мишелов е особено неблагоприятна. Препоръчително е всички постоянно заети територии на скален орел, белоопашат мишелов и сокол скитник да бъдат включени в системата на защитените територии.

8) Данните от моделирането показват, че в Стара планина с най-голяма вероятност скалният орел използва за храна основно три вида от хранителния си спектър – планински кеклик, пъдпъдък и лалугер, като се

наблюдават вариации в разпространението на всеки от тях в трите дяла на планината. Като основен хранителен източник за белоопашатия мишелов се очертава обикновената полевка, която е широко разпространен вид в този район и в по-малка степен – лалугера, планинския кеклик и пъдпъдък. Соколет скитник най-вероятно ловува основно 3-4 вида плячка – имелов дрозд, гривяк, планински кеклик и в по-малка степен пъдпъдък. Наличието на предпоставки за присъствие на поне няколко трофични вида в рамките на една територия в по-голяма част от случаите предполага, че поне що се отнася до хранителния ресурс, в изследвания район като цяло има условия за установяването на стабилни популации на скалния орел, белоопашатия мишелов и сокола скитник.

9) Скалният орел и белоопашатият мишелов ползват самостоятелно малко над 50% от местообитанията с наличие на плячка в териториите си. В териториите на сокола скитник процентът на самостоятелно ползваните местообитания с плячка е най-висок, което може да бъде обяснено с различията в хранителния спектър между него и другите два вида.

10) Белоопашатият мишелов показва голяма екологична пластичност, по отношение на мястото за гнездене и гнездовото местообитание, толерантен е към човешко присъствие в гнездовите си територии и използва като хранителен ресурс широко разпространени видове. Тази негова адаптивност вероятно му дава предимство и улеснява наблюдаваното през последните десетилетия разширяване на ареала на вида на север.

8. ПРИНОСИ

8.1. Научно-приложни

1) Използване на съвременни ГИС инструменти (*Cost Distance* и *Cost Path*) за количествено определяне на достъпността за хората до гнездовите територии при трите вида и оценка на антропогенно влияние. Чрез *Cost Distance* и *Cost Path* се определя енергийно най-ефективният маршрут от изходни точки (антропогенни обекти) до гнездото, като се отчита наклонът на терена и се избира най-малкият наклон.

2) Използването на пространствени модели на основни видове от хранителния спектър, като индиректен метод за оценка на предпоставките за наличие на хранителен ресурс за хищни птици. Методът е достатъчно надежден алтернативен подход, който позволява да се установят основните тенденции във възможния принос на отделни видове от хранителния спектър на хищните птици в определен район и това да послужи като

основа за по-целенасочено надграждане на данните с допълнителни изследвания. Този подход би бил особено приложим за райони, в които все още има недостиг на конкретни данни за числеността и разпространението на трофичните видове. Методът е особено полезен в случаите, когато целевите видове хищни птици са с широк хранителен спектър, с големи гнездови територии, изследването обхваща обширен район с пресечен терен, а проучването трябва да се извърши със силно ограничени ресурси.

8.2. Научни

- 1) Детайлизиране на описанията на гнездовите местообитания на скален орел, белоопашат мишелов и сокол скитник в Стара планина с използване на ГИС-инструментариум.
- 2) Подробно характеризирание местообитанията на белоопашатия мишелов, който все още е недостатъчно проучен вид в Европа поради своето ограничено разпространение основно на Балканския полуостров.
- 3) Разширяване и допълване на наличните данни за местообитанията на скалния орел и сокола скитник за територията на България.

9. БИБЛИОГРАФИЯ

Библиографията е дадена в дисертацията.

Публикации по темата на дисертацията:

- Djorgova N., Ragyov D., Biserkov V., Naumov B. & Nikolov B.P. (2021). Breeding habitat characteristics of Golden Eagle *Aquila chrysaetos* (Linnaeus, 1771), Long-legged Buzzard *Buteo rufinus* (Cretzschmar, 1829) and Peregrine Falcon *Falco peregrinus* Tunstall, 1771 in the Balkan Mountain Range, Bulgaria. Acta Zoologica Bulgarica 73 (3): 357-370. <http://www.acta-zoologica-bulgarica.eu/2021/002451.pdf>
- Djorgova N., Ragyov D., Biserkov V., Biserkov J. & Nikolov B.P. (2021). Habitat preferences of diurnal raptors in relation to human access to their breeding territories in the Balkan Mountain Range, Bulgaria. Avian Research 12: 29. <https://doi.org/10.1186/s40657-021-00265-6>

Цитирания на публикациите по темата на дисертацията:

- Публикация: Djorgova N., Ragyov D., Biserkov V., Biserkov J. & Nikolov B.P. (2021). Habitat preferences of diurnal raptors in relation to human access to their breeding territories in the Balkan Mountain Range, Bulgaria. Avian Research 12: 29. <https://doi.org/10.1186/s40657-021-00265-6>
- Цитирания: Demerdzhiev D. (2022). Breeding parameters and factors influencing the reproduction of an expanding Long-legged Buzzard (*Buteo rufinus*) population under high breeding density conditions. Journal of Ornithology 163: 405-415. <https://doi.org/10.1007/s10336-022-01967-4>

Участия в научни форуми:

Семинар по екология – април 2017 г. – участие с постер със заглавие „Nest-site selection of Long-legged Buzzard (*Buteo rufinus*) in the Balkan Mountains“

Научен семинар на ИБЕИ-БАН – март 2022 г. – доклад на тема „Пространствено разпределение при три вида дневни хищни птици в Стара планина“.

SUMMARY

Spatial distribution and breeding habitat characteristics of Golden Eagle (*Aquila chrysaetos*), Long-legged Buzzard (*Buteo rufinus*) and Peregrine Falcon (*Falco peregrinus*) in the Balkan Mountain Range

The present study aims to evaluate some natural factors that are key to the selection of breeding habitats of the golden eagle, peregrine falcon and long-legged buzzard in the Balkan Mountain Range, their habitat preferences in relation to human access and human presence in the breeding territories, the prerequisites for the availability of foraging resources in the breeding territories and the status of the populations and the habitats of these three species in the study area based on spatial distribution of the breeding territories. Data about the nest locations were collected. Analyses and maps were created using ArcGIS 10.6. Descriptive statistics, standard parametric and nonparametric tests in STATISTICA ver. 12 were used for the statistical analyses. The degree of heterogeneity of the habitat and prey species diversity in the breeding territories were characterised by a Shannon-Wiener (H) function in PAST software. To determine the topographical heterogeneity of the habitat in the breeding territories, the Terrain Ruggedness Index (TRI) was used. The “least cost path” was defined using the Cost Path tool. Cluster analysis was used to classify anthropogenic objects into relative groups. The prerequisites for the availability of foraging resources in the breeding territories were assessed, applying spatial models of species from their food spectrum.

Territories of golden eagle and peregrine falcon had high degree of woodland and pasture and natural grasslands, while those of the long-legged buzzard exhibited a greater presence of shrubby habitats and arable areas. Territories of the three species in the studied area showed low degree of heterogeneity. Golden eagle and peregrine falcon territories were located at higher elevation and had more complex topography than those of the long-legged buzzard. In the studied area, all three species located their nests on cliffs, preferring dominant position of the nests to the surrounding area. Golden eagle and peregrine falcon showed clear preference for nesting on steep cliffs. Long-legged buzzard tended to nest on more sloping terrains. Golden eagle, long-legged buzzard and peregrine falcon did not exhibit a high degree of conservatism regarding the exposure of the nesting cliffs and this factor was not a leading feature in the selection of nesting site in the studied area, however, the nests were found mainly on the southern slopes of the Balkan Mountain Range.

The lowest values of the Cost Path were established for long-legged buzzard and the highest values were estimated for golden eagle. Intermediate Cost Path values for peregrine falcon were found. The long-legged buzzard could be considered as the most tolerant to human presence in its breeding territories. The golden eagle have the lowest degree of tolerance and the peregrine falcon is ranked in an intermediate position compared to the other two species, but closer to golden eagle. In the study area the most probable foraging resources for the golden eagle were the rock partridge, the common quail and the European ground squirrel, for the long-legged buzzard – the common vole, and for the peregrine falcon – the mistle thrush and the common wood pigeon. In the most territories of the three species of birds of prey there were prerequisites for the presence of at least several prey species. Reptiles did not make a significant contribution of a food source for the golden eagle and the long-legged buzzard in the Balkan Mountains. Using spatial models as an indirect method for assessing the preconditions for the availability of foraging resources in the territories of birds of prey can be applied as a reliable alternative approach. We found a regular spatial pattern in golden eagle and peregrine falcon and a random spatial distribution in long-legged buzzard territories. On the basis of the regular patterns found in golden eagle and peregrine falcon, it can be argued that the populations of these two species on the territory of the Balkan Mountain Range are in a relatively stable condition, with an availability of sufficiently suitable habitats, and without shortage of nesting sites. The random distribution of the territories of the long-legged buzzards in the study area may be due to pressure by golden eagle and peregrine falcon when occupying breeding territories, as well as to the fact that in the last several decades the population trend of this species in Bulgaria is fluctuating. The long-legged buzzard showed great ecological plasticity in terms of its nesting sites and breeding habitats, it is tolerant of human presence in its breeding territories and uses widespread species as a foraging resource. This adaptability, along with other factors, may favour the observed range expansion to the north over the past few decades.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ТАБЛИЦИ

Таблица 1. Типове местообитания за трите целеви вида, получени от групиране на класове от *CORINE Land Cover* от клас 3.

Тип местообитание	CORINE Land Cover, level 3
Антропогенни обекти	112 Населени места със свободно застрояване 121 Индустриални или търговски обекти 122 Пътна и жп мрежи и сервитут 131 Кариери и открити рудници 141 Зелени площи в населени места 142 Места за отдих и спорт
Земеделски земи	211 Ненапоявана обработваема земя 221 Лозя 222 Овощни и ягодови насаждения 242 Комплекси от раздробени земеделски земи 243 Земеделски земи със значителни участъци стествена растителност
Пасища и естествени ливади	321 Пасища 321 Естествени ливади
Гори	311 Широколистни гори 312 Иглолистни гори 313 Смесени гори
Дървесно-храстови и храстово-тревни растителни съобщества	322 Растителни съобщества на храсти и треви 324 Преходна дървесно-храстова растителност
Площи без или с разпръсната растителност	332 Голи скали 333 Площи с рядка растителност
Водни обекти	512 Водни площи

Таблица 2. *Cost Path* анализи

<i>Cost Path</i> анализи
<i>Cost Path</i> от населени места до центровете на гнездовите територии *
<i>Cost Path</i> от пътища до центровете на гнездовите територии
<i>Cost Path</i> от работещи хижи до центровете на гнездовите територии **
<i>Cost Path</i> от пешеходни маршрути до центровете на гнездовите територии

<i>Cost Path</i> анализи
<i>Cost Path</i> от центрове за религиозен туризъм до центрoвете на гнездовите територии
<i>Cost Path</i> от работещи кариери или мини до центрoвете на гнездовите територии
<i>Cost Path</i> от стартови точки за рекреационни дейности (скали, използвани за скално катерене, стартови точки за делта и парапланеризъм, пещери, водопади и лифтени станции) до центрoвете на гнездовите територии
<i>Cost Path All</i> - <i>Cost Path</i> от който и да е антропогенен обект в обединения слой до центрoвете на гнездовите територии

* Броят на населението на населените места беше зададен като допълнително условие при изчисляването на *Cost Path*. За целта бяха използвани данни от преброяването на населението през 2011 г. на Националния статистически институт (www.nsi.bg), като се вземе предвид броят на активното население, което включваше хора на възраст от 5 до 70 години.

** Капацитетът на хижите в Стара планина като брой легла е определен като допълнително условие при изчисляването на *Cost Path*.

Таблица 3. Потенциални видове плячка, включени в анализите за скален орел, белоопашат мишелов и сокол скитник.

Nº	Видове плячка	<i>Aquila chrysaetos</i>	<i>Buteo rufinus</i>	<i>Falco peregrinus</i>
1	<i>Alauda arvensis</i>			x
2	<i>Alectoris graeca</i>	x	x	x
3	<i>Anthus spinoletta</i>			x
4	<i>Columba palumbus</i>			x
5	<i>Coronella austriaca</i>		x	
6	<i>Coturnix coturnix</i>	x	x	x
7	<i>Dolichophis caspius</i>		x	
8	<i>Lacerta viridis</i>		x	
9	<i>Lepus europaeus</i>	x	x	
10	<i>Microtus arvalis</i>		x	

Таблица 4. Разстояния до най-близкия съсед (NND) (м) от същия вид и от конкурентните видове.

NND (m)	<i>Aquila chrysaetos</i>				
	N	Mean	SD	Min.	Max.
до <i>A. chrysaetos</i>	37	7233	2880	3055	15337
до <i>B. rufinus</i>	36	5162	4428	320	19352
до <i>F. peregrinus</i>	32	5604	3932	884	15101
NND (m)	<i>Buteo rufinus</i>				
	N	Mean	SD	Min.	Max.
до <i>A. chrysaetos</i>	54	4257	2739	320	14981
до <i>B. rufinus</i>	51	3202	1894	720	7697
до <i>F. peregrinus</i>	50	5141	3602	73	13873
NND (m)	<i>Falco peregrinus</i>				
	N	Mean	SD	Min.	Max.
до <i>A. chrysaetos</i>	18	3334	2158	1363	9081
до <i>B. rufinus</i>	19	3319	3186	73	11247
до <i>F. peregrinus</i>	15	7773	3073	3172	11471

Таблица 5. Terrain Ruggedness Index (TRI) при скален орел, белоопашат мишелов и сокол скитник (*NA – Nest area, CA – Core area, BT – Breeding territory*)

Зони	Скален орел (n=38)				Белоопашат мишелов (n=54)				Сокол скитник (n=20)			
	Mean	SD	Min.	Max.	Mean	SD	Min.	Max.	Mean	SD	Min.	Max.
NA	195	61	52	303	164	39	58	230	206	34	152	300
CA	167	59	47	266	140	34	34	192	169	31	110	254
BT	143	54	41	242	133	43	16	229	157	34	105	245

Таблица 6. Индекс за позиция на гнездото за *Nest area (NA)*, *Core area (CA)* и *Breeding territory (BT)* при скален орел, белоопашат мишелов и сокол скитник.

Зони	Скален орел (n=29)				Белоопашат мишелов (n=38)				Сокол скитник (n=6)			
	Mean	SD	Min.	Max.	Mean	SD	Min.	Max.	Mean	SD	Min.	Max.
NA	0.83	0.08	0.58	0.95	0.83	0.10	0.64	0.99	0.84	0.07	0.73	0.93
CA	0.63	0.12	0.40	0.87	0.68	0.17	0.40	0.99	0.68	0.10	0.59	0.85
BT	0.58	0.12	0.30	0.82	0.61	0.20	0.36	0.94	0.54	0.10	0.44	0.72

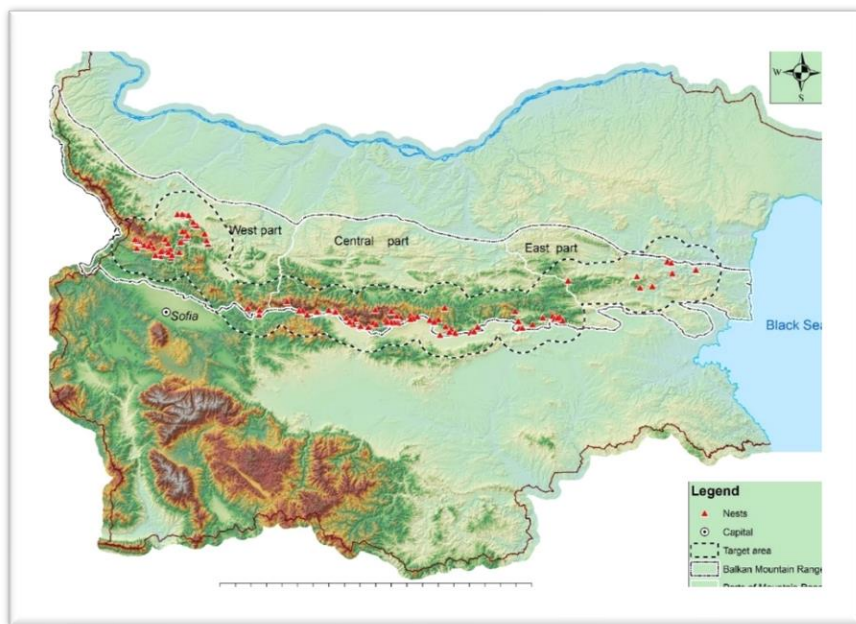
Таблица 7. Минимални, максимални стойности и стандартно отклонение за *Cost Path* за различните точки на въздействие (антропогенни обекти), изчислени за трите вида хищни птици, включени в изследването.

Видове	<i>Cost Path</i>	Населени места	Хижи	Пътница	Пешеходни маршрути	Кариери/Мини	Центрове за религиозен туризъм	Стартови точки за рекреационни дейности	Антропогенни обекти от обединения слой
<i>A. chrysaetos</i> (n=38)	Mean	90609	572636	772518	133723	2352757	1357485	688855	71433
	SD	55517	233616	536853	80500	1413244	619713	371224	37897
	Min.	22440	139370	154350	13197	533792	177925	116479	13197
	Max.	280375	1005450	2120293	306222	5816220	2818153	1615979	149412
<i>B. rufinus</i> (n=54)	Mean	59465	716139	405925	80627	1585221	920064	534988	42604
	SD	39839	239448	296832	65269	840781	481457	320524	30751
	Min.	5587	188531	16532	4863	183749	90372	18901	4863
	Max.	170656	1316020	1535778	265758	3637854	2138050	1397080	130039
<i>F. peregrinus</i> (n=20)	Mean	75266	563885	611835	138805	2203449	1456415	556976	64827
	SD	47958	309488	510412	83476	1195145	768204	361736	33508
	Min.	22156	126458	83041	31999	213645	458864	67935	22390
	Max.	223431	1185330	1995407	374660	4897610	3881310	1487392	128624

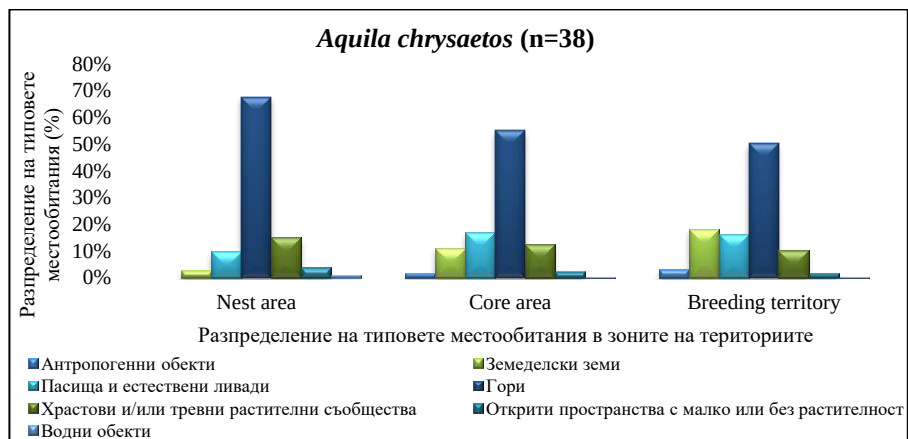
Таблица 8. Процентно разпределение на гнездовите територии на скален орел, белоопашат мишелов и сокол скитник според потенциалното видово разнообразие на плячката.

Видово разнообразие на плячката в гнездовите територии	Разпределение на гнездовите територии (%)		
	<i>A. chrysaetos</i> (n=38)	<i>B. rufinus</i> (n=54)	<i>F. peregrinus</i> (n=20)
Един вид плячка	2.63	0	0
Два вида плячка	7.89	0	0
Три вида плячка	5.26	0	10
Четири вида плячка	0	9.26	10
Пет вида плячка	15.79	1.85	10
Шест вида плячка	60.53	12.96	10
Седем вида плячка	7.89	24.07	60
Осем вида плячка	0	48.15	
Девет вида плячка		3.7	

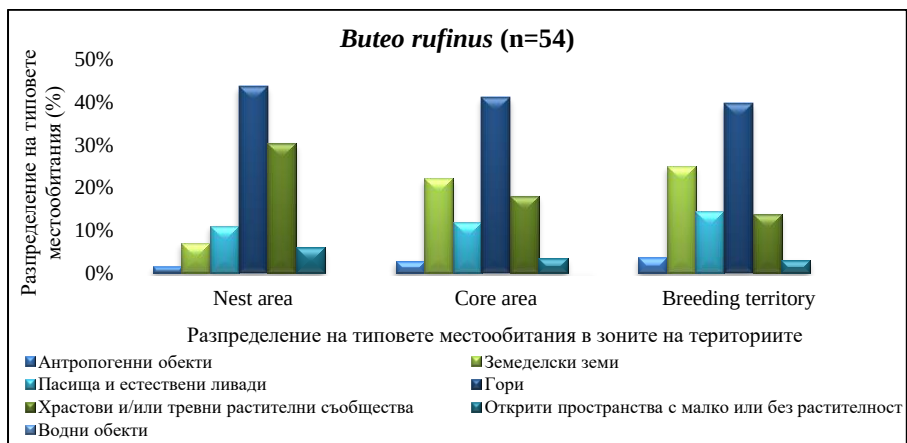
ФИГУРИ



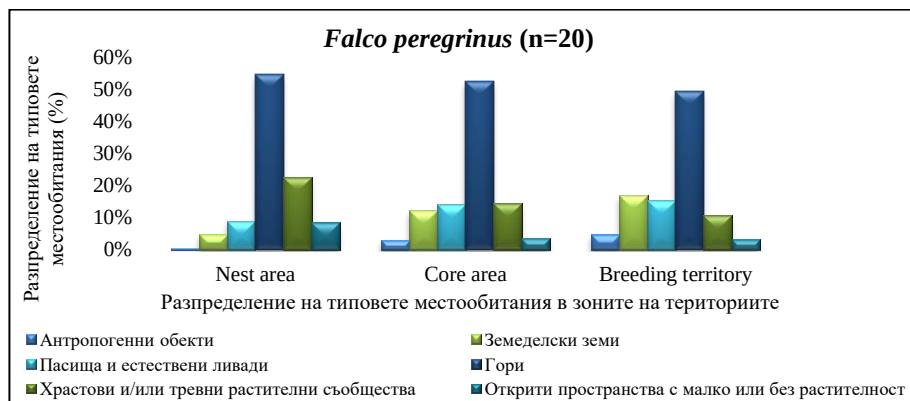
Фиг. 1. Карта на изследвания район с гнездовите територии на трите проучвани вида.



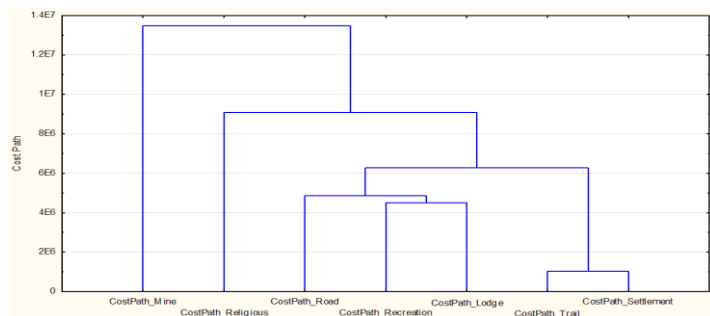
Фиг. 2. Процентно участие на различните типове местообитания при скалния орел.



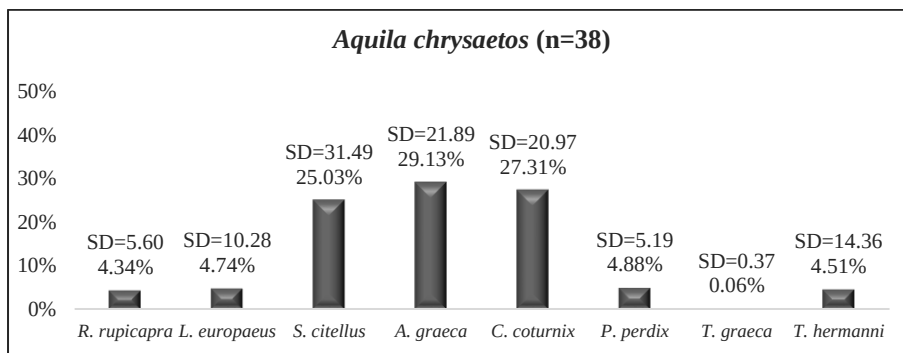
Фиг. 3. Процентно участие на различните типове местообитания при белоопашатия мишелов.



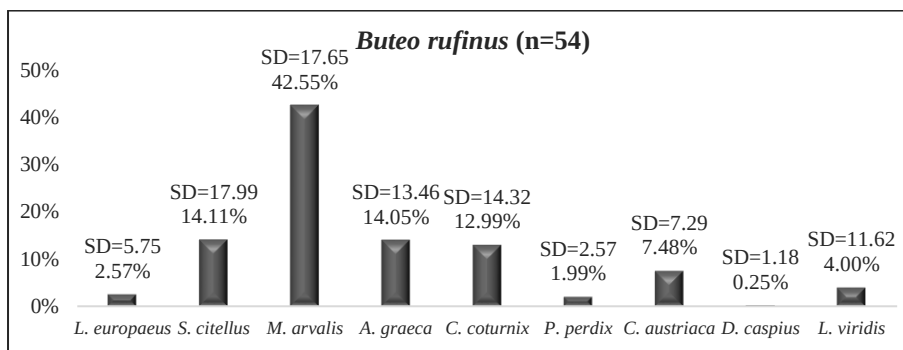
Фиг. 4. Процентно участие на различните типове местообитания при сокола скитник.



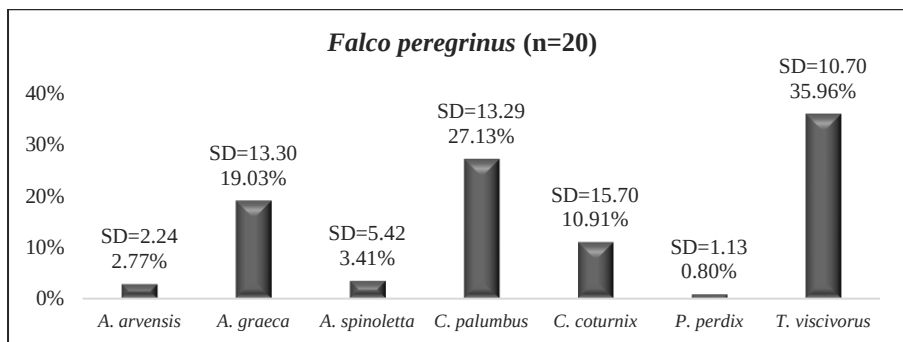
Фиг. 5. Групиране на антропогенните точки, въз основа на *Cost Path*.



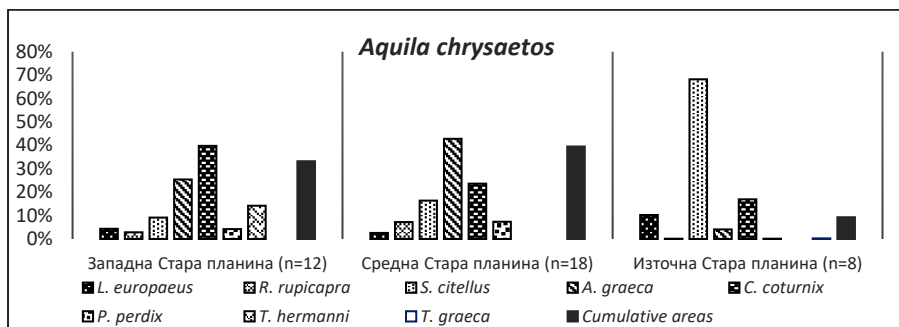
Фиг. 6. Процентно участие на площите на пригодните местообитания на осем трофични вида в териториите на скален орел.



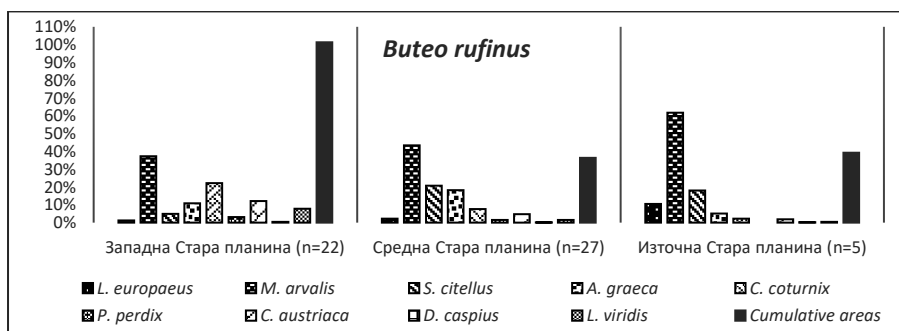
Фиг. 7. Процентно участие на площите на пригодните местообитания на девет трофични вида в териториите на белоопашат мишелов.



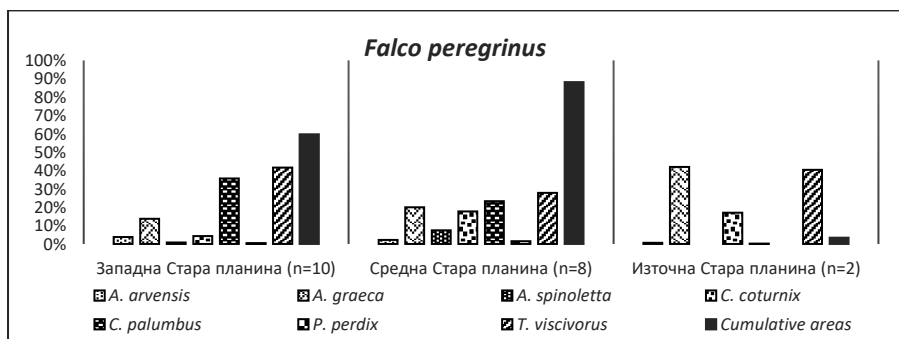
Фиг. 8. Процентно участие на площите на пригодните местообитания на седем трофични вида в териториите на сокол скитник.



Фиг. 9. Процентно участие на кумулативните и индивидуалните (за всеки вид плячка) площи на пригодните местообитания за осем вида потенциална плячка в териториите на скален орел в Западна, Средна и Източна Стара планина.



Фиг. 10. Процентно участие на кумулативните и индивидуалните (за всеки вид плячка) площи на пригодните местообитания за девет вида потенциална плячка в териториите на белоопашат мишелов в Западна, Средна и Източна Стара планина.



Фиг. 11. Процентно участие на кумулативните и индивидуалните (за всеки вид плячка) площи на пригодните местообитания за седем вида потенциална плячка в териториите на сокол скитник в Западна, Средна и Източна Стара планина.