

# Д О К Л А Д

Относно

**„ХАБИТАТЕН МОДЕЛ НА МАЛКИЯ КРЕСЛИВ ОРЕЛ (*CLANGA ROMARINA*) В ЮГОИЗТОЧНА БЪЛГАРИЯ“**



**Изготвили: д-р Димитър Демерджиев, д-р Георги Попгеоргиев**

## **Съдържание**

<b>1. Въведение.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Материали и методи .....</b>	<b>3</b>
<b>3. Резултати и дискусия .....</b>	<b>7</b>
<b>3.1. Микроместообитания на вида .....</b>	<b>7</b>
<b>3.2. Хабитатен модел на малкия креслив орел.....</b>	<b>11</b>
<b>4. Изводи.....</b>	<b>18</b>
<b>5. Литература .....</b>	<b>19</b>

## 1. Въведение

Малкият креслив орел е Палеарктичен вид разпространен в Европа на север до Литва, Латвия, Естония, Беларус, Ленинградска област, на запад до Източна Германия и Полша, на юг до Балканите и Мала Азия, а на изток ареала му достига Кавказ и северен Иран (BirdLife International 2016). Зимува основно на юг от Екватора, но също и в Източна Африка. В България видът е гнездящо-прелетен и преминаващ като близо 50% от популацията му (450-520 гн. дв.) е концентрирана в Югоизточна България: Сакар, Дервентските възвишения и Странджа, Източните Родопи и долното течение на р. Тунджа. Наличието на подходящи места за гнездене е често най-важният фактор, лимитиращ гнездовата плътност, а от там и размера на популацията (Newton, 1988; Donazar *et al.* 1989, Jenkins 1994, Wightman 2001). Хищните птици обитават територии, включващи разнообразни местообитания (Newton 1979, Watson 1997, Pedrini & Sergio, 2002, Sergio *et al.* 2003). Характеристиките на типа растителност, релефа, човешката преса и наличието на жертви са важни компоненти от избора на гнездова територия (McGrady *et al.* 2002; Sergio *et al.* 2004).

## 2. Материали и методи

Хабитатният модел е генериран, чрез програмата **MaxEnt** (Phillips *et al.* 2006). MaxEnt е широко използвана програма с отворен код, служеща за моделиране на потенциалното разпространение на видове, на базата на данни за тяхното присъствие. MaxEnt намалява относителната нестабилност (ентропията) между две вероятни плътности (едната изчислена от данните за наличието на вида, а другата – от произволни точки от ландшафта), дефинирани в ковариационно пространство. MaxEnt работи с всички налични данни (точни географски координати) за присъствието на вида. Програмата избира на случаен принцип процент от данните, които да използва за верифициране на генерирания модел и определяне на силата на параметрите, значими за разпространението на вида. MaxEnt също така може да генерира общ модел на разпространението, на базата на определен брой повторения, на преизчисления на наличните данни и избиране на различни точки за верифициране на модела. MaxEnt е широко използвана програма за моделиране на потенциалното разпространение, както на множество видове, така и на големи територии. За крайното описание на потенциалното разпространение се използват резултатите от модела по долната граница на CI (доверителен интервал). Въпреки, че моделиране може да се извършва и

с много малко точки ( $< 20$ ), за повишаване на точността на модела е препоръчително да се работи с повече точки, от хабитати с разнообразни характеристики, обхващащи цялата реализирана ниша на вида. За генерирането на модела са използвани 100 повторения като 25% от точките (избирани на случаен принцип) са използвани за верификация при всеки цикъл.

За крайното описание на потенциалното разпространение сме използвали резултатите от модела по максималната и средната граница. Резултатите за потенциалната пригодност на всеки пиксел се представят в интервала от 0 до 1, като максималната стойност на модела се приравнява с 1.

Резултатите от модела за площите на потенциалното разпространение са разделени на 4 категории на пригодност:

1. отсъствие – 0;
2. слабо пригодни – от 0.1 до 0.330;
3. пригодни – от 0.331 до 0.660;
4. оптимални – от 0.661 до 1.

Използваният метод, в комбинация с климатичните променливи, дава възможност да се отчетат и изискванията на вида към тях.

***За целите на моделирането са използвани следните слоеве***

- 1) Географски данни за разпространението на вида;
- 2) Слой за типове на ползване на земята генериран въз основа на Горска база данни, 2011, СИЗП физически блокове, CLC, 2006;
- 3) Набор от слоеве с климатични променливи на WorldClim версия 1.4r3;  
BIO1 = Годишна средна температура  
BIO2 = Среден дневен диапазон (Средната стойност за месеца (максимална температура - минимална температура))  
BIO3 = Изотермалност (BIO2/BIO7) (\*100)  
BIO4 = Температурна сезонност (стандартното отклонение \*100)  
BIO5 = Максимална температура през най-горещия месец на годината  
BIO6 = Минимална температура през най-студения месец на годината  
BIO7 = Годишен температурен диапазон (BIO5-BIO6)  
BIO8 = Средна температура през най-дъждовната четвърт на годината  
BIO9 = Средна температура през най-сухата четвърт на годината

BIO10 = Средна температура през най-топлата четвърт на годината  
BIO11 = Средна температура през най-студената четвърт на годината  
BIO12 = Годишни валежи  
BIO13 = Валежи през най-дъждовния месец на годината  
BIO14 = Валежи през най-сухия месец на годината  
BIO15 = Сезонност на валежите (коефициент на вариация)  
BIO16 = Валежи през най-дъждовната четвърт на годината  
BIO17 = Валежи през най-сухата четвърт на годината  
BIO18 = Валежи през най-топлата четвърт на годината  
BIO19 = Валежи през най-студената четвърт на годината

- 4) Производни цифрови модели на релефа - надморска височина (DEM 20 m pix)  
изложение и наклон;

DEM = цифров модел на релефа  
ASPECT = изложение на релефа  
SLOPE = наклон на релефа

- 5) Слоеове с таксационни параметри на горите:

land\_use = слоя представлява информация за основен дървесен вид,  
комбиниран извън горските местообитания с Corine Land Cover 2012  
age\_cat = възрастови класове на основния дървесен вид  
diam = диаметър на основния дървесен вид  
Height = височина на основен дървесен вид

Всички слоеве са конвертирани към растери с размер 20 m pix. За генерирането на модела са използвани 100 повторения като 25% от точките (избрани на случаен принцип) са използвани за верификация при всеки цикъл.

Хабитатният модел е генериран на база на 84 реални гнезда на малък креслив орел.

**За отчитане микро-местообитанията на вида за всяко намерено гнездо е събирана следната информация по време на полевите изследвания:**

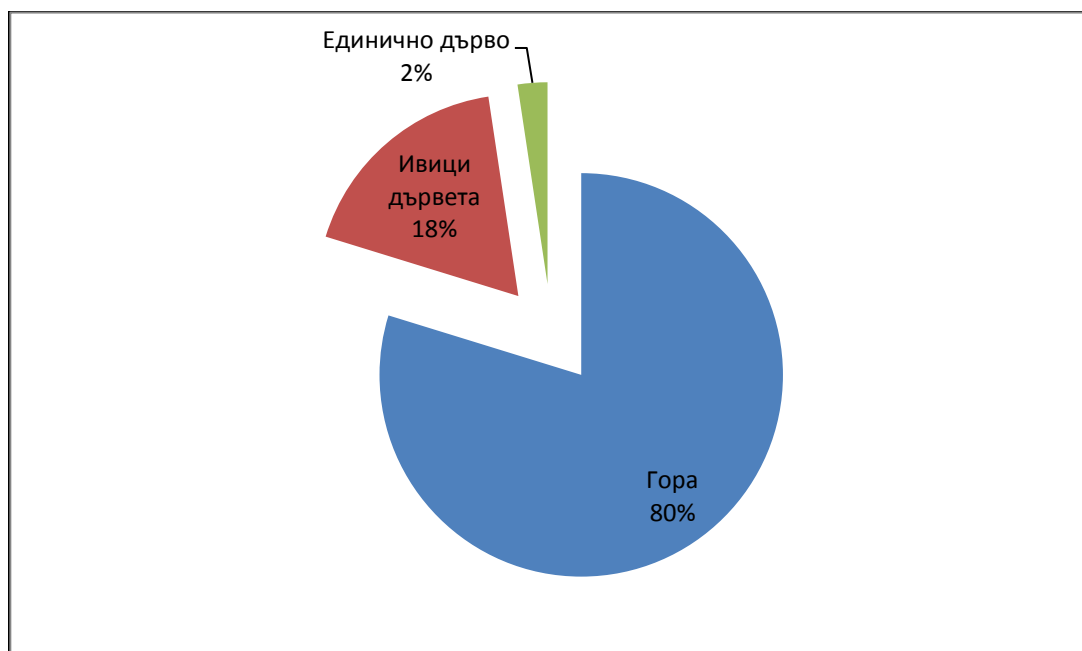
Изчислява се окомерно склопа в %. Констатацията се прави за гората в радиус от 30 m около дървото с гнездото. Описва се наличието на тревна покривка, храсти и подлес в радиус 30 m около дървото с гнездото. Изчислява се окомерно в %. Описва се

разположението на гнездовото дърво според това дали е на склон или равно място. Описва се местоположението на гнездовото дърво според това дали е в гора; ивици дървета покрай реки (крайречна растителност); единични дървета. Посочва се биологичният вид на дървото с гнездото като се изписва родовото и видовото име. Отбелязва се къде е построено гнездото: на страничен клон; до ствола; на върха на дървото. Диаметърът на ствола на дървото (**DBH**) се измерва откъм върха на склона посредством ролетка на височината на гърдите от земната повърхност. Измерва се с GPS разстоянието до най-близкият горски/полски път или туристическа пътека ако има такива в радиус 300 метра от гнездото. Ако в посоченият радиус липсва горски/полски път или туристическа пътека полето се оставя празно. Височината на дървото с гнездото се отчита окомерно. Измерва се височината от основата на дървото до гнездото в метри. Използва се ролетка. За всяка намерено дърво с гнездо в съответната графа от полевия протокол се посочва процента участие на доминантния (основен) дървесен вид. Доминантния дървесен вид се описва в радиус от 30 m около всяко дърво с гнездо. Оценката се прави окомерно (Bollmann *et al.* 2005). За всяко намерено дърво с гнездо в съответната графа от полевия протокол се посочва процента участие на други (второстепенни) дървесни видове. Тяхното процентно участие също се описва окомерно в радиус от 30 m около дървото с гнездо.

### 3. Резултати и дискусия

#### 3.1. Микроместообитания на вида

Видът предпочита да гнезди в крайнини на гори ( $n = 67$ ) и в по-малка степен ивици дървета покрай реки ( $n = 15$ ) (Фиг. 1). Два случая на гнездене са регистрирани на единични дървета.

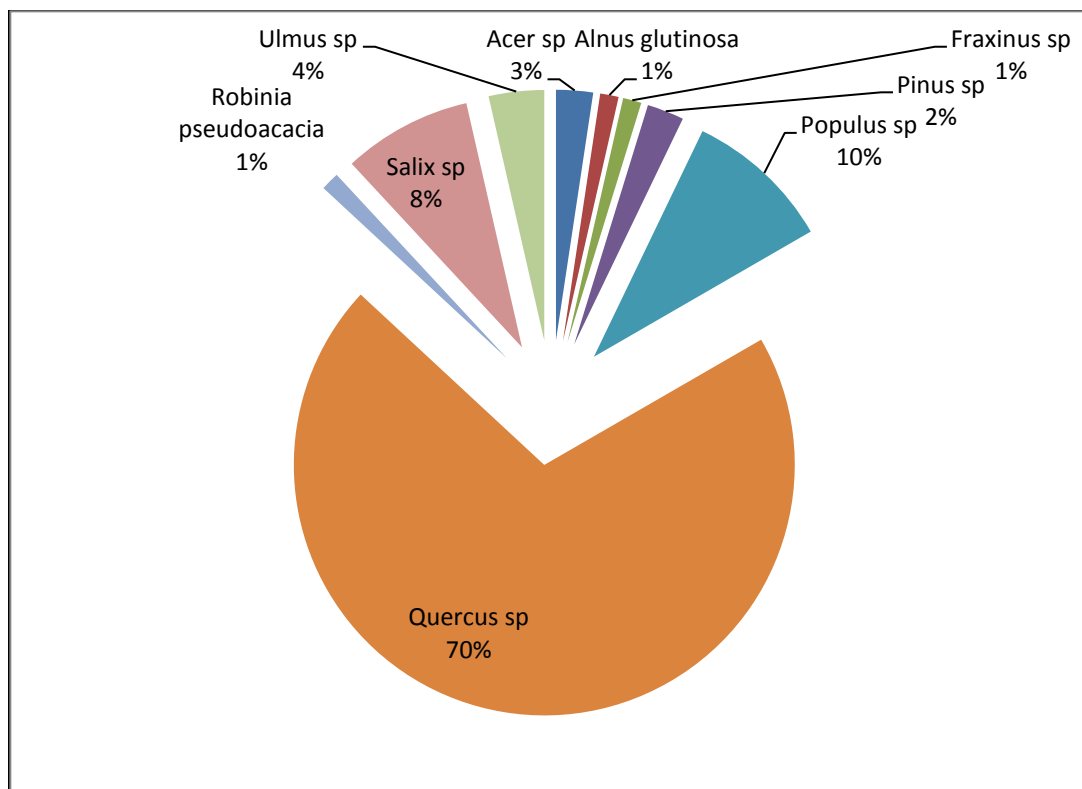


**Фигура 1.** Местоположение на гнездовото дърво при малък креслив орел

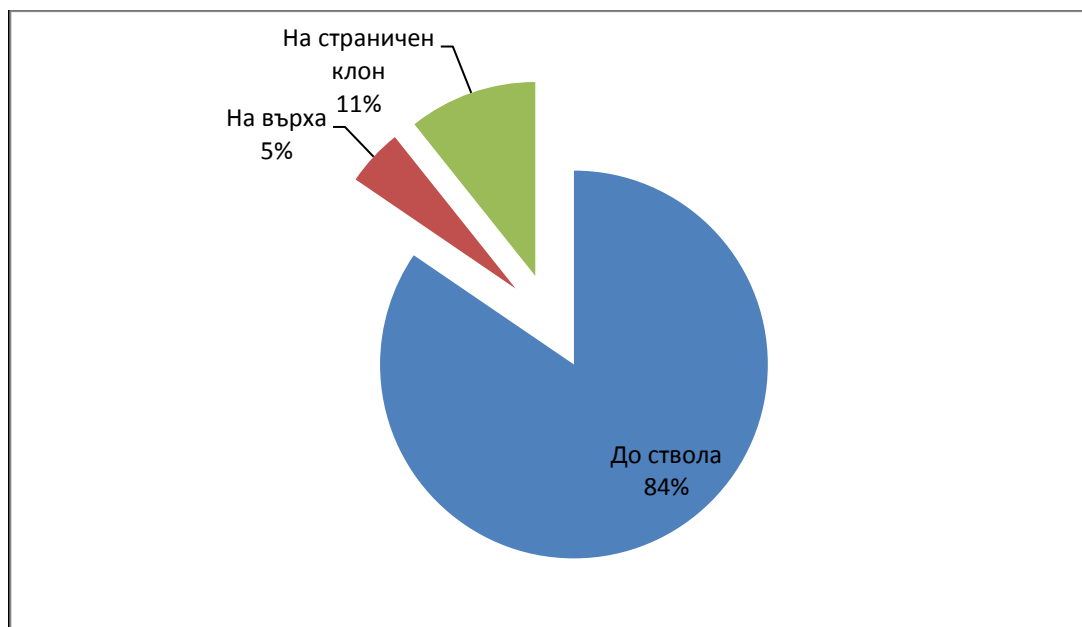
За гнездови субстрат, най-често се използват различните видове дъб (*Quercus sp.*), съставляващи над  $2/3$  от използваните дървета за гнездене (фиг. 2). Следващите предпочитани дървета са тополите (*Populus sp.*) и върбите (*Salix sp.*).

Видът разполага своите гнезда най-често до стъблото на дървото ( $n = 71$ ), по-рядко на страничен клон ( $n = 9$ ) и понякога на върха на дървото ( $n = 4$ ) (фиг. 3).

Диаметъра на използваните от малкия креслив орел за гнездене дървета е средно  $1.3 \text{ m} \pm 0.61$  (Таблица 1). Този показател варира между  $0.73 \text{ m}$  и  $3.2 \text{ m}$ . Най-високата стойност е измерена при хибридна топола (*Populus sp.*), а най-ниската при елша (*Alnus sp.*).



**Фигура 2.** Гнездови субстрат използван за гнездене от малкия креслив орел



**Фигура 3.** Разположение на гнездото на малкия креслив орел спрямо гнездовото дърво



**Таблица 1.** Дискриптивна статистика на диаметъра на гнездовото дърво, използвано от малкия креслив орел

Гнездово дърво	n	Средна стойност	Минимум	Максимум	Стандартно отклонение
Acer sp.	2	1,26	0,81	1,70	0,63
Alnus sp.	1	0,73	0,73	0,73	
Pinus nigra	1	0,97	0,97	0,97	
Populus sp.	4	1,87	0,00	3,20	1,36
Quercus sp.	50	1,31	0,40	2,48	0,46
Robinia pseudoacacia	1	1,08	1,08	1,08	
Salix sp.	7	0,86	0,00	1,67	0,81
Ulmus sp.	3	1,76	1,03	2,20	0,64
<b>ОБЩО</b>	<b>69</b>	<b>1,30</b>	<b>0,73</b>	<b>3,20</b>	<b>0,61</b>

Височината на използваните за гнездене дървета е средно 15.07 m  $\pm$  4.38 m (Таблица 2). Височината на дърветата варира от 7.3 m до 27 m. Най-високото използвано дърво е хибридна топола, а най-ниското благун (*Quercus fraineto*).

**Таблица 2.** Дискриптивна статистика на височината на гнездовото дърво, използвано от малкия креслив орел

Гнездово дърво	n	Средна стойност	Минимум	Максимум	Стандартно отклонение
Acer sp.	2	14,50	14,00	15,00	0,71
Alnus sp.	1	14,00	14,00	14,00	
Pinus nigra	1	17,00	17,00	17,00	
Populus sp.	4	24,00	20,00	27,00	2,94
Quercus sp.	50	14,19	7,30	25,00	3,71
Robinia pseudoacacia	1	15,00	15,00	15,00	
Salix sp.	7	16,71	9,00	25,00	5,82
Ulmus sp.	3	14,00	11,00	16,00	2,65
<b>ОБЩО</b>	<b>69</b>	<b>15,07</b>	<b>7,30</b>	<b>27,00</b>	<b>4,38</b>

Малкия креслив орел разполага гнездата си на височина от 4.5 m до 23 m, средно 10.03  $\pm$  4.08 m. Най-ниско разположеното гнездо е на дъб, а най-високото е на хибридна топола (Таблица 3).

**Таблица 3.** Дискриптивна статистика на височината на гнездото, използвано от малкия креслив орел

Гнездово дърво	n	Средна стойност	Минимум	Максимум	Стандартно отклонение
Acer sp.	2	11,00	10,00	12,00	1,41
Alnus sp.	1	11,00	11,00	11,00	
Pinus nigra	1	12,00	12,00	12,00	
Populus sp.	4	17,00	9,00	23,00	6,06

Гнездово дърво	n	Средна стойност	Минимум	Максимум	Стандартно отклонение
Quercus sp.	50	9,36	4,50	17,00	3,07
Robinia pseudoacacia	1	10,00	10,00	10,00	
Salix sp.	7	11,00	5,00	22,00	7,26
Ulmus sp.	3	8,00	7,00	9,00	1,00
<b>ОБЩО</b>	69	10,03	4,50	23,00	4,08

Малкия креслив орел предпочита не силно склопени гори, средно  $71.67\% \pm 25.75\%$ . Най-висок склон е отчетен при култура от черен бор (*Pinus nigra*) (Таблица 4).

**Таблица 4.** Дискриптивна статистика на склопа на гората, използвана за гнездене от малкия креслив орел.

Гнездово дърво	n	Средна стойност	Минимум	Максимум	Стандартно отклонение
Acer sp.	2	80,00	80,00	80,00	0,00
Alnus sp.	1	80,00	80,00	80,00	
Pinus nigra	1	100,00	100,00	100,00	
Populus sp.	4	65,00	20,00	90,00	33,17
Quercus sp.	50	77,50	20,00	100,00	19,17
Robinia pseudoacacia	1	90,00	90,00	90,00	
Salix sp.	7	19,29	5,00	30,00	10,97
Ulmus sp.	3	81,67	70,00	95,00	12,58
<b>ОБЩО</b>	69	71,67	5,00	100,00	25,75

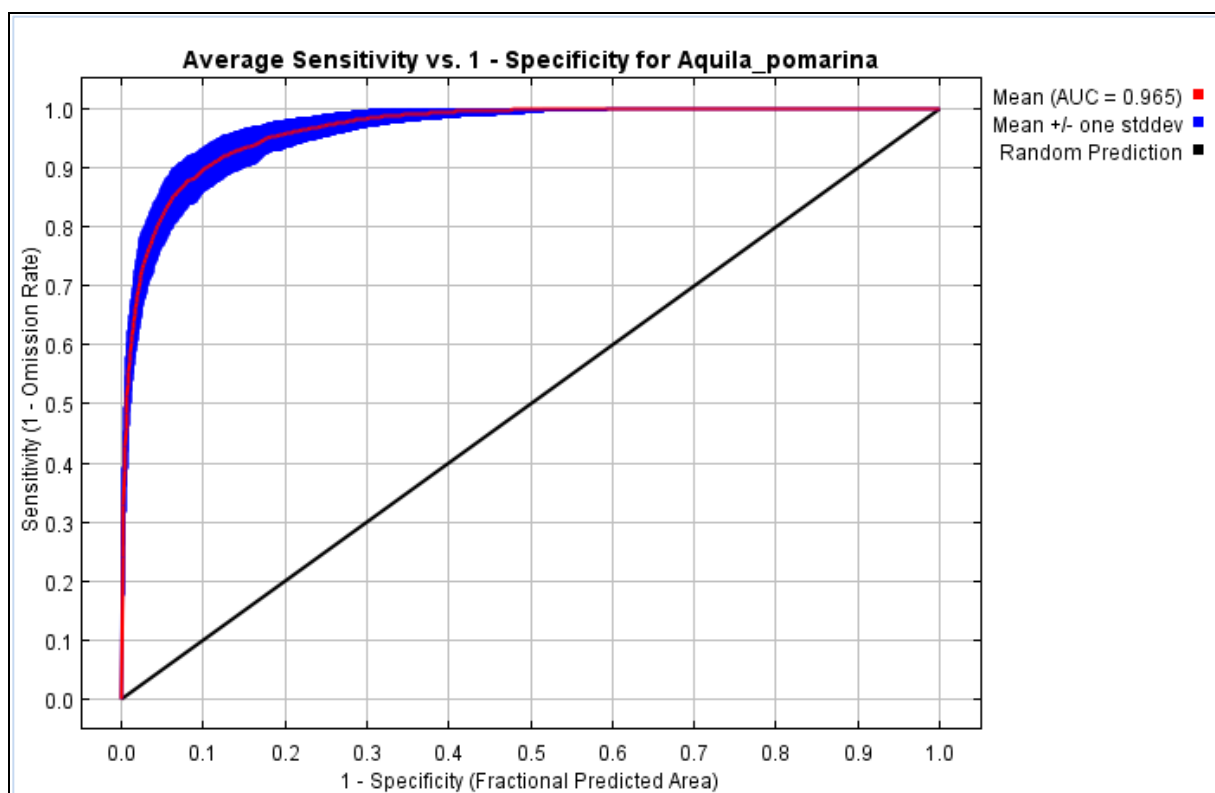
В района на гнездата наличието на храсти или подлес е средно  $37.03\% \pm 35.74\%$ . Най-плътно покритие от храстова растителност е установено при гнезда от дъб (Таблица 5).

**Таблица 5.** Дискриптивна статистика на наличието на храсти, подлес, при местата използвани за гнездене от малкия креслив орел

Гнездово дърво	n	Средна стойност	Минимум	Максимум	Стандартно отклонение
Acer sp.	2	22,50	5,00	40,00	17,50
Alnus sp.	1	30,00	30,00	30,00	0,00
Pinus nigra	1	0,00	0,00	0,00	0,00
Populus sp.	4	38,75	0,00	80,00	36,46
Quercus sp.	50	40,70	0,00	100,00	37,19
Robinia pseudoacacia	1	30,00	30,00	30,00	0,00
Salix sp.	7	31,43	0,00	80,00	34,71
Ulmus sp.	3	13,33	5,00	20,00	6,24
<b>ОБЩО</b>	69	37,03	0,00	100,00	35,74

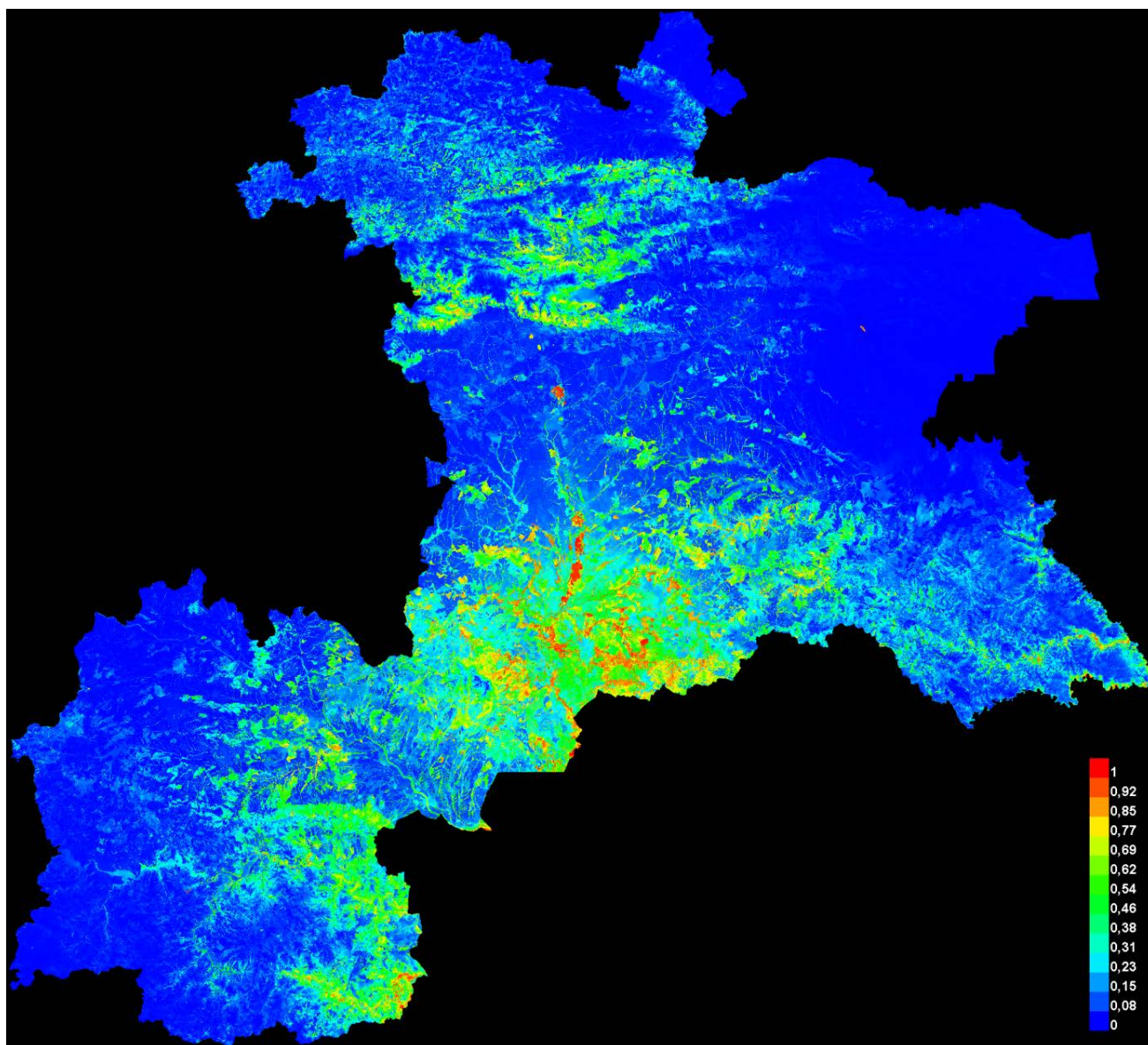
### 3.2. Хабитатен модел на малкия креслив орел

За изчисляване на пригодните площи, генерирани от модела са използвани средните стойности на получените резултати. Променливите тествани в модела са отнесени към три основни категории: географски, климатични и биологични. За верифициране достоверността на модела се взема стойността на величината средна стойност под кривата (AUC). Колкото тази стойност е по-близко до 1, толкова модела е по-представителен. При генерирания модел на малкия креслив орел  $AUC = 0.956 \pm 0.000$  (Фигура 4).



**Фигура 4.** Графично представяне на величината средна стойност под кривата (AUC), генерирана при хабитатния модел на малкия креслив орел

Хабитатният модел според максималните стойности на тестваните параметри показва като най-пригодна територията на Централен Сакар, Дервентските възвишения, долното течение на р. Тунджа и долното течение на р. Бяла река до държавната граница с Република Гърция (Фигура 5). Подходящи условия за обитаване от вида съществуват и в рида Гората в Източните Родопи, района северно от Дервентските възвишения, Западна Странджа, поречието на р. Велека в Странджа, Котленския и Сливенския Балкан.



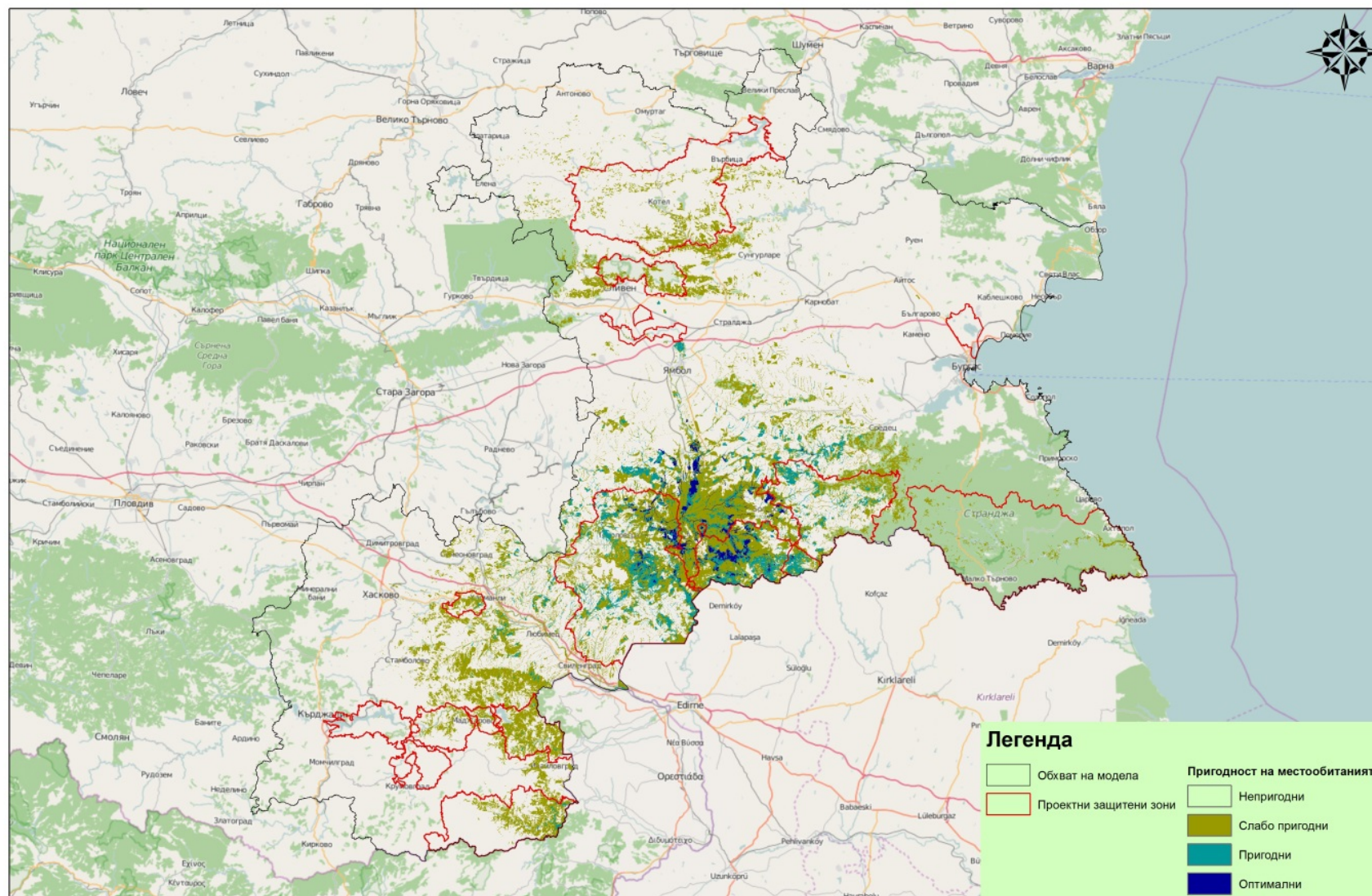
**Фигура 5 (А).** Карта на пригодните територии за разпространение на малкия креслив орел според максималните стойности на модела.





# Модел на разпространението на малкия креслив орел (*Clanga pomarina*)

LIFE12 NAT/BG/001218 Горите на орела



Фигура 5 (В). Карта на пригодните територии за разпространение на малкия креслив орел според средните стойности на модела

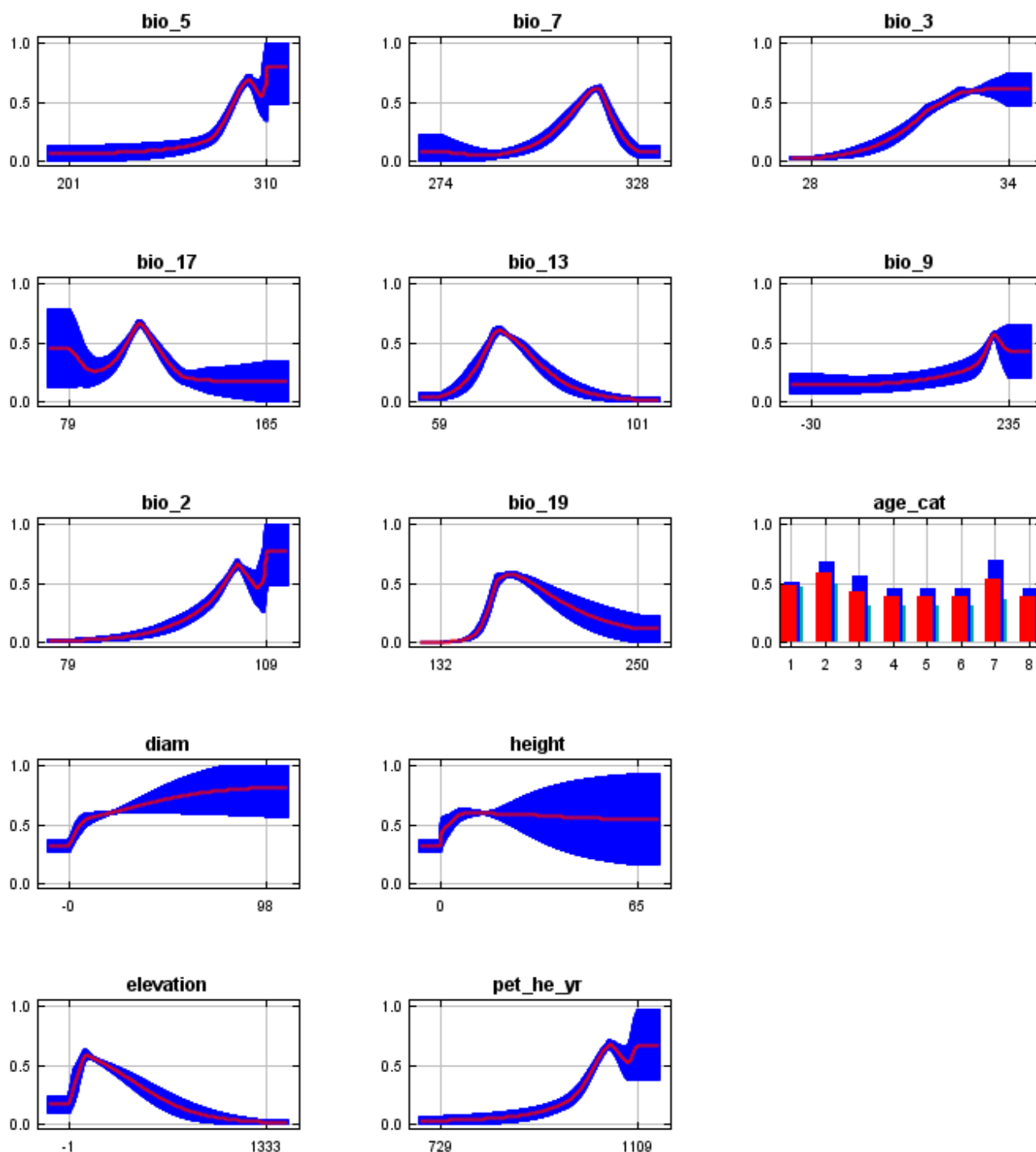
Четиринадесет от тестваните показатели, описват 95.7% от факторите формиращи хабитатния модел на малкия креслив орел (**Таблица 6**) (фиг. 6).

**Таблица 6.** Показатели участващи във формирането на хабитатния модел на малкия креслив орел

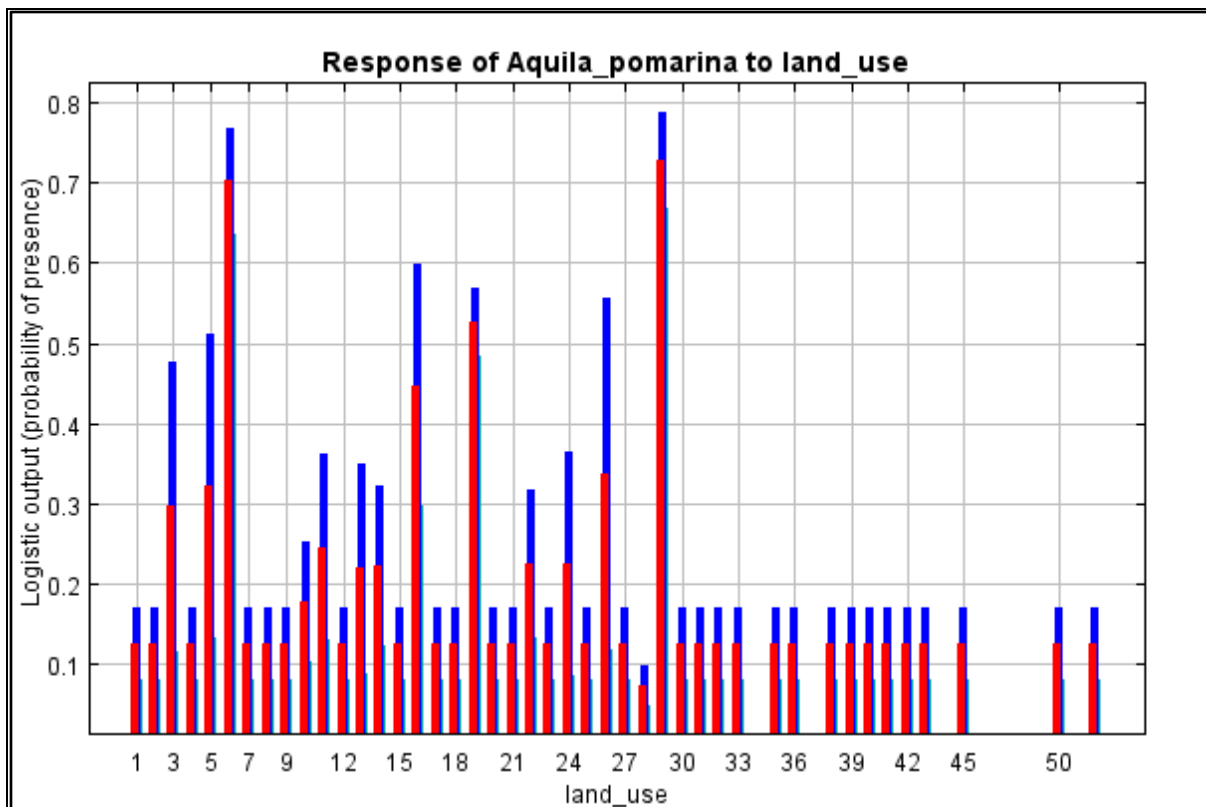
Показател	Процент на участие
Ползване на земите	23,9
Максимална температура през най-горещия месец	15,4
Валежи през най-сухата четвърт на годината	11,7
Среден дневен диапазон	10,9
Диаметър на основния дървесен вид	7,2
Годишен температурен диапазон	5,4
Валежи през най-дъждовния месец на годината	4,7
Валежи през най-студената четвърт на годината	4,7
Височина на основния дървесен вид	3,1
Евапотранспирация	2,5
Изотермалност	1,7
Средна температура през най-сухата четвърт от годината	1,6
Възраст на гората	1,5
Надморска височина	1,4

С най-голямо значение, формиращ почти 1/3 от процентите на участие (23.9%) в хабитатния модел на малкия креслив орел е факторът ползване на земите (фиг. 7). С най-голяма сила са водните течения. Малкия креслив орел предпочита да гнезди в близост до реки и потоци. От голямо значение е и наличието в територията на различни по тип и вид микроязовири и водоеми, където видът се изхранва. Орлите често ловуват земноводни и дребни влечуги, изобилстващи около малките водоеми и потоци. Следващия по важност показател за формирането на хабитатния модел са широколистните гори и по-специално дъбовите и горските територии с келев габър. В Югоизточна България, видът гнезди в чисти дъбови или в смесени дъбово-габарови гори. Последния показател формиращ земеползването като фактор това са земеделските земи със значителни участъци на естествена растителност. На практика те се явяват едно от основните местообитания за ловуване на малкия креслив орел. В този тип местообитание се срещат дребни гризачи, влечуги и безгръбначни, с които видът се изхранва. Останалите показатели формиращи хабитатния модел на малкия креслив орел са предимно климатични: максимална температура през най-горещия месец (15.4%), валежи през най-сухата четвърт на годината (11.7), среден дневен диапазон (10.9%), годишен температурен диапазон (5.4%), валежи през най-дъждовния месец на годината (4.7%), валежи през най-студената четвърт на годината (4.7%). Важен фактор за формирането на модела е и диаметъра на основния дървесен вид (7.2%). Както, бе

разгледано и при микрохабитатните изисквания на вида, той избира да гнезди върху сравнително дебели дървета. От значение за гнезденето на вида е и височина на основния дървесен вид, формиращ 3.1% от генерирания модел. Видът разполага своите гнезда предимно на високоствълбени дървета. Възрастта на гората не е определяща за присъствието на малкия креслив орел, формирайки едва 1.5% участие в хабитатния модел на вида.



**Фигура 6.** Графично представяне на основните показатели, участващи във формирането на хабитатния модел на малкия креслив орел

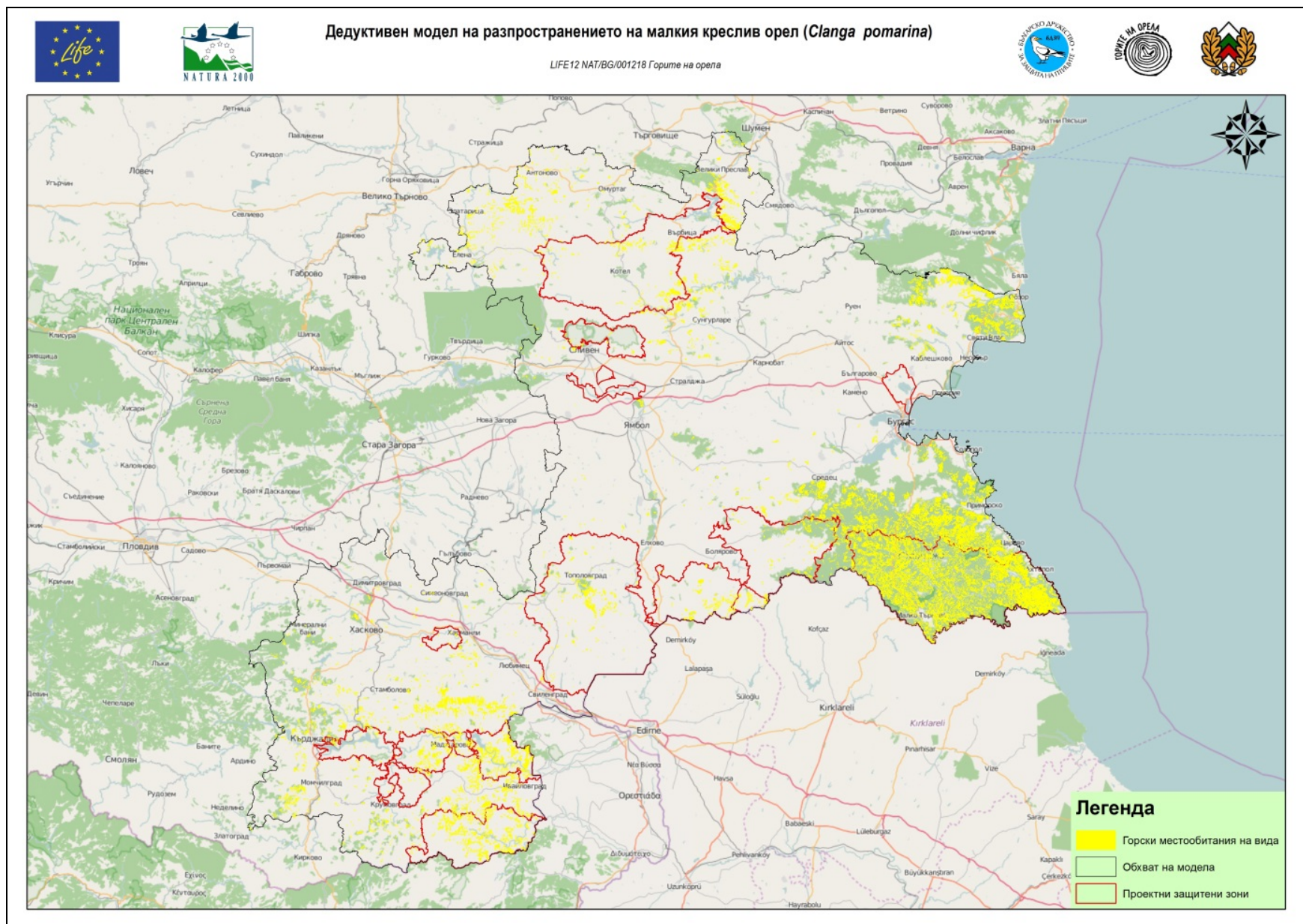


**Фигура 7.** Показатели от ползването на земите имащи значение за формирането на модела

Изготвен е и примерен дедуктивен модел за гнездовите местообитания на вида на база горската база данни, използвайки гнездовите параметри (Фиг. 8). Модела не е достатъчно представителен поради следните факти:

- Модела представя единствено горските местообитания на вида, не включвайки откритите територии, важни за изхранването на малките кресливи орли.
- Този модел не обхваща реално географското местоположение на установените гнездови находища и по този начин води до недоверие на резултатите.





Фигура 8. Графично представяне на дедуктивният модел за гнездовите местообитания на малкия креслив орел, генериран на база горската база данни

## 4. Изводи

- Малкия креслив орел гнезди основно в крайнини на гори
- В Югоизточна България видът предпочита за гнездови субстрат различни видове дъб
- Малкия креслив орел предпочита не силно склопени гори, средно  $71.67\% \pm 25.75\%$ .
- Хабитатният модел за Югоизточна България на малкия креслив орел според максималните стойности на тестваните параметри показва като най-пригодна територията на Централен Сакар, Дервентските възвишения, долното течение на р. Тунджа и долното течение на р. Бяла река до държавната граница с Република Гърция. Подходящи условия за обитаване от вида съществуват и в ридата Гората в Източните Родопи, района северно от Дервентските възвишения, Западна Странджа, поречието на р. Велека в Странджа, Котленския и Сливенския Балкан.
- Четиринадесет от тестваните показатели, описват 95.7% от факторите формиращи хабитатния модел на малкия креслив орел. С най-голямо значение, формиращ почти 1/3 от процентите на участие (23.9%) в хабитатния модел на малкия креслив орел е факторът ползване на земите.
- Най-важни за формирането на хабитатния модел на малкия креслив орел са показателите водни течения, наличието на широколистни гори, земеделските земи със значителни участъци на естествена растителност.
- От съществено значение за гнезденето на вида е височината и дебелината на дървесния вид, а не възрастта на гората.

## 5. Литература

- Beukema, W., P. de Pous, D. Donaire, D. Escoriza, S. Bogaerts, A.G. Toxopeus, C.A.J.M. de Bie, J. Roca & S. Carranza. 2010. Biogeography and contemporary climatic differentiation among Moroccan *Salamandra algira*. *Biological Journal of the Linnean Society* 101:626–641.
- BirdLife International 2016 Species factsheet: *Clanga pomarina*. Downloaded from <http://www.birdlife.org> on 31/05/2016. Recommended citation for factsheets for more than one species: BirdLife International (2016) IUCN Red List for birds. Downloaded from <http://www.birdlife.org> on 31/05/2016.
- Bollmann K., P. Weibel & R. Graf 2005 An analysis of central Alpine capercaillie spring habitat at the forest stand scale. – *Forest Ecology and Management* 215 (1-3): 307-318.
- Donazar, J., O. Ceballos, C. Fernandez 1989. Factors influencing the distribution and abundance of seven cliff-nesting raptors: a multivariate study. – In Meyburg B-U, Chancellor RD (eds). *Raptors of the modern world*. World Working Group of Birds of Prey and Owls, Berlin, pp 545 – 549.
- Elith, J., S.J. Phillips, T. Hastie, M. Dudík, Y.E. Chee & C.J. Yates. 2011. A statistical explanation of MaxEnt for ecologists. *Diversity and Distributions* 17 (1): 43–57.
- Graham, C.H. & Hijmans, R.J. 2006. A comparison of methods for mapping species ranges and species richness. *Global Ecology & Biogeography* 15(6): 578–587.
- Hijmans, R.J., S.E. Cameron, J.L. Parra, P.G. Jones & A. Jarvis. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25: 1965–1978.
- Jenkins, A. 1994. The influence of habitat on the distribution and abundance of peregrine and lanner falcons in South Africa. – *Ostrich* 65: 281-290 p.
- Martínez-Freiría, F., N. Sillero, M. Lizana & J.C. Brito. 2008. GIS-based niche models identify environmental correlates sustaining a contact zone between three species of European vipers. *Diversity and Distributions* 13 (3): 452–461.
- McGrady M., J. Grant, I. Brainbridge, D. McLeod 2002. A model of Golden Eagle (*Aquila chrysaetos*) ranging behavior. – *J. Raptor Res.* 36 (Suppl.): 62–69 p.

- Newton, I. 1979. Population ecology of raptors. T. And A.D. Poyser, Berkhamsted, U.K.
- Newton, I. 1988. Population regulation in peregrines: an overview. – In: Cade TJ, Enderson JH, Thelander CG, White CM (eds). *Peregrine falcon population: their management and recovery*. The Peregrine Fund, Boise, pp 761–770.
- Pedrini, P., F. Sergio 2002. Regional conservation priorities for a large predator: Golden Eagles (*Aquila chrysaetos*) in the Alpine range. – *Biology and Conservation*. **103**: 163-172 p.
- Phillips, S.J. & M. Dudík. 2008. Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*, 31, 161–175.
- Phillips, S.J., R.P. Anderson & R.E. Schapire. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190, 231–259.
- Sergio, F., L. Marchesi, P. Pedrini 2004. Integrating individual habitat choices and regional distribution of a biodiversity indicator and top predator. – *J. Biogeogr.* **31**: 619-628 p.
- Sergio, F., P. Pedrini, L., Marchesi 2003. Adaptive selection of foraging and nesting habitat by black kites (*Milvus migrans*) and its implications for conservation: a multi-scale approach. – *Biology and Conservation* **112**: 351-362 p.
- Watson, J. 1997. The golden eagle. T. & A. D. Poyser, London.
- Wightman, C. 2001. Patterns associated with habitat selection by peregrine falcons in central West Greeland. MSc thesis, Boise State University, Boise.