

GIS MAPPING OF PLANT BIODIVERSITY HOTSPOTS IN THE BULGARIAN FLORISTIC REGION BLACK SEA COAST

Abstract: Hotspots are defined as geographic areas which are threatened by habitat loss and with high species richness, especially endemic species. GIS-based biodiversity hotspot models are an effective tool for vulnerability assessment, annual monitoring of status, distribution and conservation of plants, and for establishing long-term plant resource conservation strategies in regional scale. The aim of the present study is to create a dynamic map of plant biodiversity hotspots of the Bulgarian floristic region Black Sea Coast. A GIS model, as well as a weighted value scheme for scoring each taxon, were created in order to identify, locate, and quantify the hotspots. The identified areas were categorized into five classes, based on the cumulative weighted value scheme, and were indicated on the map using color scale. An attempt to refine the borders of the floristic region and sub-regions was made.

Author information:

Stoyan Vergiev
Senior Assistant Professor, PhD
Department of Plant Production
Technical University of Varna
✉ stvergiev@gmail.com
🌐 Bulgaria

Keywords:

Biodiversity hotspots, floristic region, Black Sea Coast, Geographic information system (GIS)

Acknowledgements. Част от научните изследвания, резултатите от които са представени в настоящата публикация, са извършени по проект НП11/2018 „Създаване на ГИС модел за оценка на зависимостите полен-растителност и полен-климат в агроценози“ в рамките на присъщата на ТУ-Варна научноизследователска дейност, финансирана целево от държавния бюджет.

Увод

Правилното разпределение и целесъобразно използване на публичните финансови ресурси е важна цел в дейностите по защитата и опазването на растителните видове и техните хабитати [1]. Основната задача при определяне "къде и кои видове трябва да бъдат защитени" е да се идентифицират и приоритизират т. нар. „горещи точки“ [2]. „Горещите точки“ (Hot spots) на растителното биоразнообразие се дефинират като географски области, характеризиращи се с голямо видово разнообразие и висока концентрация на ендемични видове и същевременно са застрашени от загуба на местообитания [3]. Концепцията за „Горещите точки“ на растителното биоразнообразие (Plant biodiversity hotspots) попада в групата на методите за бърза оценка на уязвимостта и е развита в серия от изследвания [2, 4, 5], в резултат на което са определени общо 35 глобални горещи точки [6]. С подобряване на системите за оценка, се дава възможност за прилагането на тази концепция и в локален и регионален мащаб [5] при оценка на уязвимостта на хабитатите, годишен мониторинг на състоянието, разпространението и опазването на растенията, както и за създаване на дългосрочни стратегии за развитие и опазване на фиторесурсите и хабитатите [7].

Класическите модели за определяне и приоритизиране на конзервационно значимите територии се основават на интуитивна интерпретация на разпространението и концентрацията на видовото разнообразие и неговия природозащитен статут [1]. За разлика от обявените с нормативни актове защитени зони и територии, горещите точки са динамични области, при

определянето на които се използва кумулативна критерийна схема за оценка на растителните таксони, срещани се в изследваната територия [8]. Тази количествена оценка дава възможност да се изготвят ГИС базирани модели, в които се интегрират и анализират всички форми на данни, а с изготвената оценъчна скала да се изчертаят динамични географски карти на местообитанията [9]. Основавайки се на тази концепция може да се изготви и регионална схема на база на която да бъдат определени горещите точки на локалното фиторазнообразие. Този модел е приложен за първи път на територията на България, като е изготвена оценъчна схема за флористичния подрайон Северно черноморско крайбрежие [1].

Целта на настоящото изследване е да се изготви регионална схема за оценка и класификация на природните територии на база концепцията за „горещите точки“ на растителното биоразнообразие, както и ГИС базиран модел, който да интегрира масивите от данни и да доведе до изготвяне на карта за флористичния район Черноморско крайбрежие.

Материал и методика

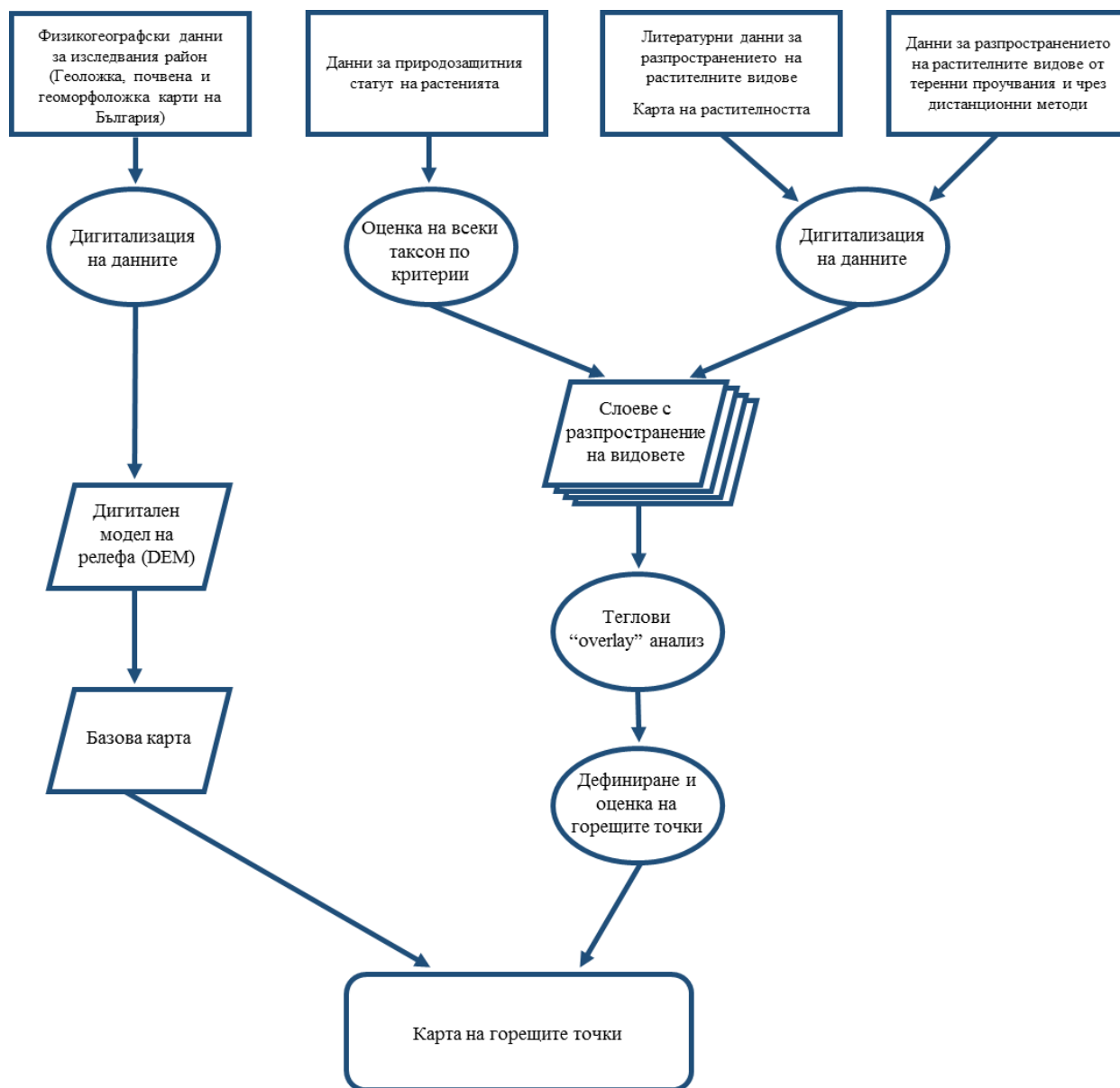
Изследван район. Китанов [10] отнася крайбрежната ивица на Черно море към Евксинската провинция и я отделя в самостоятелен Западнокрайбрежен Черноморски окръг. Този окръг се характеризира с разнообразие на растителността и флорните елементи, като освен характерните за окръга евксински видове тук са налице и множество степни елементи, а в южната част и средиземноморски флорни елементи. Този окръг се поделва на два геоботанически района – Южен и Северен. Флористичният подрайон Северно черноморско крайбрежие обхваща крайбрежната ивица от границата с Румъния до билото на Еминската планина при н. Емине, а район Южно крайбрежие обхваща крайбрежната ивица от билото на Еминската планина при н. Емине до р. Резовска.

Исходни данни. За нуждите на настоящото изследване са използвани литературни данни за разпространението на растителните видове в изследвания район [11, 12, 13, 14, 15], данни от собствени непубликувани теренни проучвания проведени в периода 2008 – 2018 г., както и данни от дистанционни изследвания. Природозащитният статут е определен според [12, 16, 17, 18, 19], а ендемитите и реликтите са определени по [11, 20].

ГИС методика. Получените масиви от данни са организирани и структурирани в атрибутивни таблици и отнесени към слоевете във векторен формат посредством релационни класове с помощта на ArcGIS v.10.0 (ESRI Inc.). При изчертаване на картите са използвани: Картографска проекция UTM Zone 35 North, Земна координатна система WGS84 и Балтийската височинна система.

Резултати и обсъждане

С цел идентифицирането, оценката и картирането на горещите точки във флористичния район черноморско крайбрежие беше изграден и приложен ГИС базиран модел (Фиг. 1).



Фиг. 1. Алгоритъм на ГИС модела.

Първият етап от работата беше свързан с предварителен анализ на наличните данни: съществуващи карти (Геоложка, почвена и геоморфоложка карти на България) и прилежащите им бази данни. В основата на идентифицирането на горещите точки стои адекватна инвентаризация на флористичния състав на изследвания район. Беше изготвен списък на растителността по литературни данни, както и непубликувани собствени проучвания. За основа е използвана и дигитализирана Карта на растителността на България в мащаб 1:600000 [21]. Имайки предвид съществените недостатъци на тази карта, полигоните за разпространението на видовете са допълнени по литературни данни и прецизирани с резултатите от теренни изследвания проведени в периода 2008-2018 г., както и с данни от сателитни снимки и дистанционни изследвания с помощта на дрон. Тъй като границите на флористичните райони в България са условни, за настоящото изследване е приета границата определена във Флора на България [13, 14, 15].

През втория етап беше изготвена регионална схема за оценка на растителните видове на база концепцията за „горещите точки“ на растителното биоразнообразие. Тя е основана на 3 групи критерии, които отразяват разпространението и природозащитния статут на растителните таксони. Обобщената схема е представена в Табл. 1.

Табл. 1. Обобщена схема на критериите за оценка на растителните таксони.

CR – Критично застрашени, EN – Застрашени, VU – Уязвими, NT – Почти застрашени, LC – Слабо засегнати, DD – С недостатъчно данни, NE – Неоценяван; Приложения II и V на Директива 92/43/ЕЕС на Съвета на Европейската Общност за опазване на природните местообитания и на дивата флора и фауна, Приложение I на Конвенция за опазване на дивата европейска флора и фауна и природните местообитания (Бернска конвенция), Приложение II на Конвенция по международната търговия със застрашени видове от дивата фауна и флора (CITES), Приложения III и IV на Закон за биологичното разнообразие – ЗБР (2002).

Разпространение	C1	Критерий „Разпространение на вида във флористичните райони и подрайони“					
	Категории	Само в изследвания район		От 2 до 15 района		От 16 до 29 района	
	Оценка	5		3		0	
	C2	Критерий „Фрагментираност на популациите“					
	Категории	Силно фрагментирани		Слабо фрагментирани		Нефрагментирани	
Оценка	5		3		0		
Национален статут	C3	Критерий „Национален природозащитен статут“ (Включен в ЗБР)					
	Категории	Включен в Приложение 2		Включен в Приложение 3		Невключен	
	Оценка	2		2		0	
	C4	Критерий „Червена книга“					
	Категории	CR	EN	VU	NT	LC DD NE	N/A
	Оценка	4	3	2	1	0	0
	C5	Ендемизъм, реликтност					
	Категории	Ендемит		Реликт		N/A	
	Оценка	3		2		0	
	C6	Международен природозащитен статут					
Категории	IUCN	Директива 92/43/ЕЕС	Бернска конвенция	CITES	N/A		
Оценка	2	2	2	2	0		

Оценката на всеки отделен таксон беше получен като сума от точките от всеки един от критериите, след прилагане на съответни коефициенти на значимост на критериия съгласно формулата:

$$A_i = 0,5 \times C1_i + 0,5 \times C2_i + 1,25 \times C3_i + 1 \times C4_i + 1,25 \times C5_i + 1,5 \times C6_i$$

x

където,

A_i – обща оценка на таксона i

$C1_i$ – $C6_i$ – оценките по критериите от C1 до C6 за таксона i

Третият етап е свързан с дигитализация на всички получени данни и интегрирането им в ГИС среда, като в резултат на това се получиха слоеве на разпространението на видовете и прикачената към тях обща оценка на всеки таксон.

През четвъртия етап беше изграден динамичен ГИС базиран модел с помощта на модула Model Builder на ArcView Spatial Analyst (ArcGIS v.10.0 ESRI Inc.). Моделът е проектиран да оцени местата на припокриване на полигоните на разпространение на видовете, като идентифицира площите, където има концентрация на видове и същевременно изчислява сумата на точките им по формулата:

$$E = \frac{\sum_{k=1}^n A_n}{n}$$



където,

E – обща оценка на съответната територия

A – обща оценка на всеки отделен таксон

n – общ брой на оценените таксони в съответната територия.

Така се получава минимална и максимална оценка, на база на която е изготвена и обобщена теглова схема в 5 класа (фиг. 2).

Малко видово разнообразие		Голямо видово разнообразие		
				
Ниска степен на застрашеност		Висока степен на застрашеност		
				
V	IV	III	II	I
< 37 точки	38 - 71 точки	72 - 97 точки	98 - 126 точки	> 127 точки

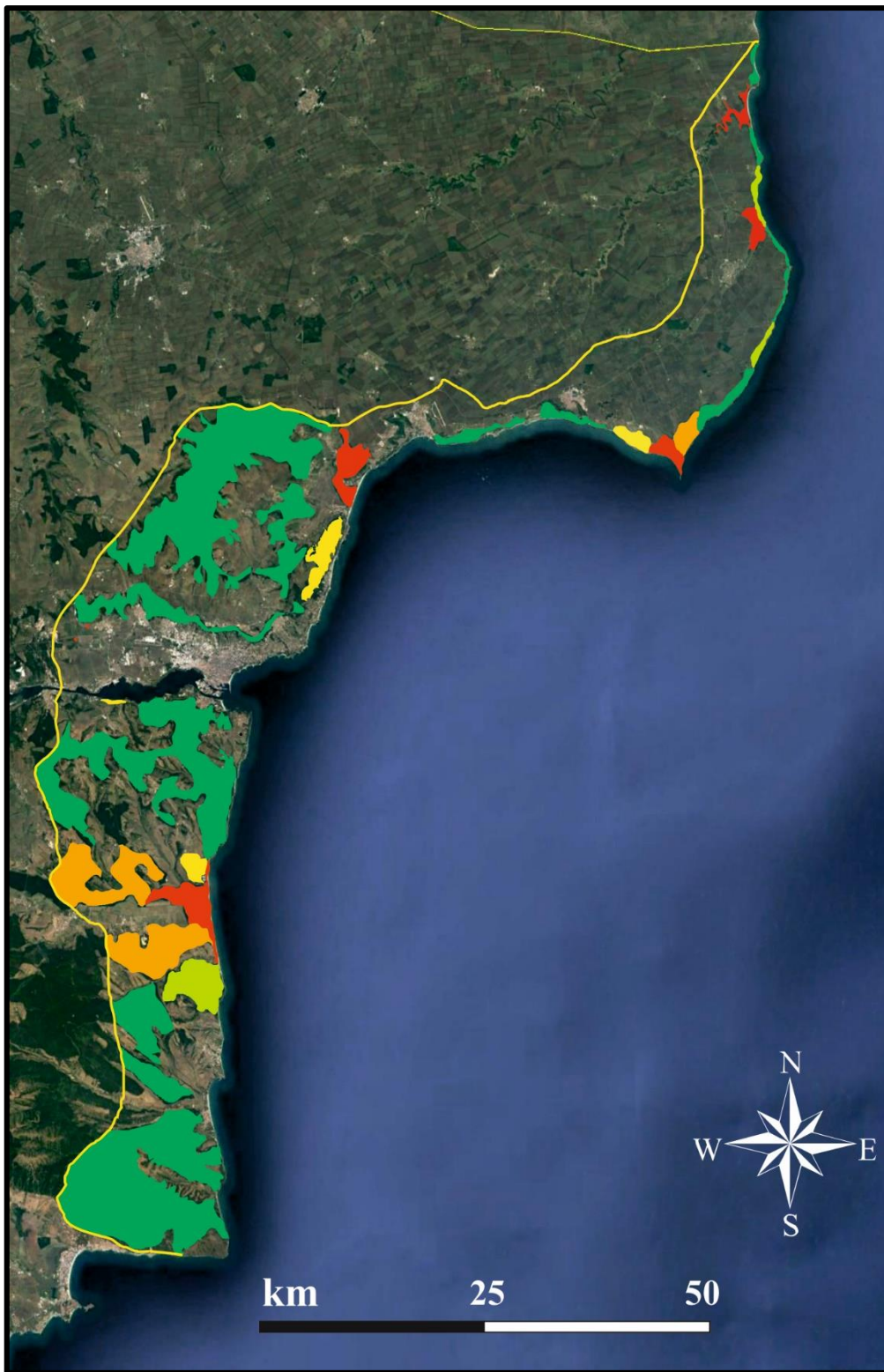
Фиг. 2. Обобщена теглова схема в 5 класа и цветовото им представяне.

Моделът е проектиран да интегрира тази регионална схема и в резултат на тегловия “overlay” анализ бяха обобщени всички стойности в рамките на областите на припокриване на полигоните и бяха локализирани „горещите точки“ на биоразнообразието (Табл. 2).

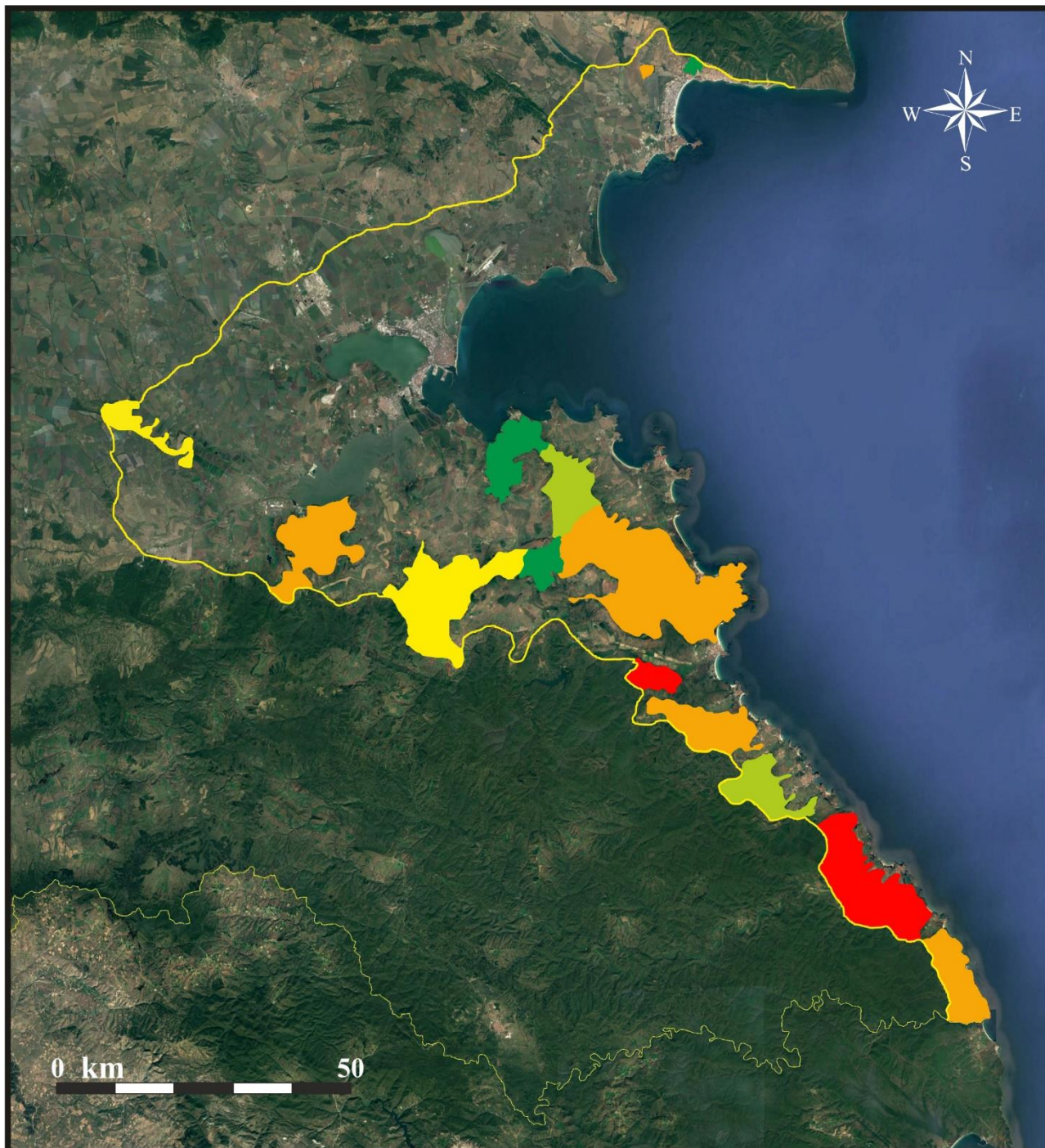
Табл. 2. Брой дефинирани „горещи точки“.

Изследвана територия		Категория					Общо
		I	II	III	IV	V	
Подрайон	Северно черноморско крайбрежие	7	3	4	3	13	30
	Южно черноморско крайбрежие	2	5	2	2	3	14
Общо за район Черноморско крайбрежие		9	8	6	5	16	44

В последния, заключителен етап се осъществи обобщаване на всички данни и изготвянето на карти на горещите точки на биоразнообразието за флористичния подрайон Северно черноморско крайбрежие (Фиг. 3) и за флористичния подрайон Южно черноморско крайбрежие (Фиг. 4). В резултат на изготвената карта беше прецизирана и границата на флористичния район и двата подрайона.



Фиг. 3. Карта на „горещите точки“ на биоразнообразието във флористичния подрайон Северно черноморско крайбрежие (Base map: Google Earth 2017, TerraMetrics; CNES/Airbus)



Фиг. 3. Карта на „горещите точки“ на биоразнообразието във флористичния подрайон Южно черноморско крайбрежие (Base map: Google Earth 2017, TerraMetrics; CNES/Airbus)

Изводи:

Дефинираните „горещи точки“ на фиторазнообразието във флористичния район „Северно черноморско крайбрежие“ са повече на брой и с по-голяма площ в сравнение с „горещи точки“ в подрайона „Южно черноморско крайбрежие“. На юг преобладават териториите с клас II на разнообразие и застрашеност, за разлика от северния район, където преобладава клас V. Това може да бъде обяснено с по-голямата урбанизираност на южното в сравнение със северното Черноморие.

References:

1. **Vergiev, S., Niyazi, D. M. Filipova-Marinova. 2017.** GIS mapping of plant biodiversity hotspots in the Bulgarian floristic region Southern Black Sea coast. Proceedings of the 5th SSC “Ecology and environment, 47-55.
2. **Mittermeier, R. A., N. Myers, J. B. Thomsen, G. A. da Fonseca, S. Olivieri. 1998.** Biodiversity hotspots and major tropical wilderness areas: Approaches to setting conservation priorities, *Conserv. Biol.*, 12:516-520.
3. **Myers, N., 1988.** Threatened biotas: “hotspots” in tropical forests, *The Environmentalist*, 8(3):187-208.
4. **Myers, N., 1990.** The biodiversity challenge: expanded hot-spots analysis, *The Environmentalist*, 10(4):243-256.
5. **Myers, N., R. A. Mittermeier, C. G. Mittermeier, G. A. da Fonseca, J. Kent, 2000.** Biodiversity hotspots for conservation priorities, *Nature*, 403:853-858.
6. **Williams, K. J., A. Ford, D. Rosauer, N. De Silva, R. Mittermeier, C. Bruce, F. W. Larson, C. Margules, 2011.** Forests of East Australia: the 35th biodiversity hotspot. In Zachos, F.E. and J.C. Habel (Eds) *Biodiversity Hotspots: Distribution and Protection of Conservation Priority Areas*. Springer, Heidelberg, Baden-Württemberg.
7. **Vergiev, S., 2017.** The impact of sea water immersion on the viability of psammophilous species *Carex colchica* and its capacity as dune stabilizer. *Comptes Rendus de l’Academie Bulgare Des Sciences*. 71(5)648-654.
8. **Haydu, K., 2012.** Mapping Plant Biodiversity Hotspots at the County Scale: A New Tool for Establishing Resource Conservation Strategies, PhD thesis, Cal Poly State University San Luis Obispo.
9. **Salem, B. B., 2003.** Application of GIS to biodiversity monitoring, *Journal of Arid Environments*, 54:91-114.
10. **Kitanov, B., 1976.** Vegetation, Prof. M. Drinov Acad. Publ., Sofia, (in Bulgarian).
11. **Asyov, B., A. Petrova, D. Dimitrov, R. Vasilev, 2012.** Conspectus of the Bulgarian vascular flora. Distribution maps and floristic elements, Bulgarian Biodiversity Foundation, Sofia, (in Bulgarian).
12. **Peev, D. (Main ed.), 2011.** Red Data Book of Republic of Bulgaria. Vol. 1. Plants and Fungi, IBER – BAS & MEW, Sofia, (in Bulgarian).
13. **Jordanov, D. (Main ed.), 1963–1979.** Flora of the Republic of Bulgaria, Vol. 1-9, Prof. M. Drinov Acad. Publ., Sofia, (in Bulgarian).
14. **Kozuharov, S. (Main ed.), 1995.** Flora of the Republic of Bulgaria, Vol. 10, Prof. M. Drinov Acad. Publ., Sofia, (in Bulgarian).
15. **Peev, D. (Main ed.), 2013.** Flora of the Republic of Bulgaria, Vol. 11, Prof. M. Drinov Acad. Publ., Sofia, (in Bulgarian).
16. **Directive 92/43/EEC**, Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the Conservation of Natural Habitats and of Wild Fauna and Flora, Appendix II, OJ L 206, 22.07.1992.
17. **Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats**, Appendix I, 2002, <https://rm.coe.int/CoERMPublicCommonSearchServices/DisplayDCTMContent?documentId=0900001680304354>.
18. **Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora**, 2017, <https://cites.org/eng/app/appendices.php>.
19. **Biodiversity Act. Annex III and Annex IV**, State Gazette number 77, 9 August 2002, pp. 9–42. Last amended in State Gazette number 27, 15 March 2013 (in Bulgarian)
20. **Peev, D., St. Kozuharov, M. Anchev, A. Petrova, D. Ivanova, S. Tzoneva, 1998.** Biodiversity of Vascular Plants in Bulgaria, In: Meine, C. (Ed.), *Bulgaria's Biological Diversity: Conservation Status and Needs Assessment*, Volumes I and II, Washington, D.C., Biodiversity Support Program.
21. **Bondev, I., 1991.** Vegetation of Bulgaria. Map M 1:600 000. Prof. M. Drinov Acad. Publ., Sofia (in Bulgarian).