

ПРОСЛЕДЯВАНЕ НА ПРОМЕНИ ВЪВ ВОДНИ ПЛОЩИ В ГРАНИЦИТЕ НА ЗАЩИТЕНИ ЗОНИ НА БАЗАТА НА ДАННИ ОТ ПРОГРАМА КОПЕРНИК

Камелия Радева¹, Силвия Кирилова²

¹Институт за космически изследвания и технологии – Българска академия на науките

²Университет по архитектура, строителство и геодезия

e-mail: Kamelia.Radeva@space.bas.bg; silvia79kirilova@abv.bg

Ключови думи: дистанционни изследвания, спътникови данни, програма „Коперник“, междинен екологичен мониторинг (МЕМ), водни обекти, защитени зони, парникови газове от сектор земеползване, промени в земеползването и горското стопанство (ЗПЗГС),

Резюме: Целта на изследването е да се проследят промените във водни повърхности и тела, разположени в защитени зони, като се използват данни за дистанционно наблюдение от програмата Copernicus. Проучването включва водни повърхности и тела в защитени територии (ЗЗ) Ропотамо - BG0001001, Караагач BG0000143, Атанасовско езеро BG0000270, Бургаско езеро BG0000273. Изследването е направено въз основа на данни от Sentinel 2 и Landsat 5 и Landsat 8 за период между 2012-2019 г. Резултатите показват, че промените в площта на водните обекти в съответствие с Плана за управление на речните басейни, вследствие от изменението на климата, което влияе върху количеството на повърхностните и подземните води, отразяващи състоянието на флората и фауната в защитените територии, могат да бъдат наблюдавани въз основа на дистанционни изследвания. Резултатите могат да бъдат използвани при изпълнението на Междинен екологичен мониторинг (МЕМ) като допълнителна информация за екологичното състояние на защитени зони в България. Освен това резултатите могат да осигурят подкрепа за вземащите решения с оглед мониторинг на защитените територии, управление на риска от наводнения и мониторинг и проверка на емисиите на парникови газове от сектор „Земеползване, промени в земеползването и горското стопанство (LULUCF)“.

TRACKING CHANGES IN WATER SURFACES IN PROTECTED AREAS BASED ON REMOTE SENSING DATA FROM COPERNICUS PROGRAM

Kameliya Radeva¹, Silvia Kirilova²

¹Space Research and Technology Institute – Bulgarian Academy of Sciences

²University of Architecture, Civil Eng. and Geodesy – Sofia

e-mail: : Kamelia.Radeva@space.bas.bg; silvia79kirilova@abv.bg

Keywords: Remote sensing, satellite data, Copernicus programme, interim ecological monitoring(IEM), water bodies, protected areas, GHG emissions from LULUCF

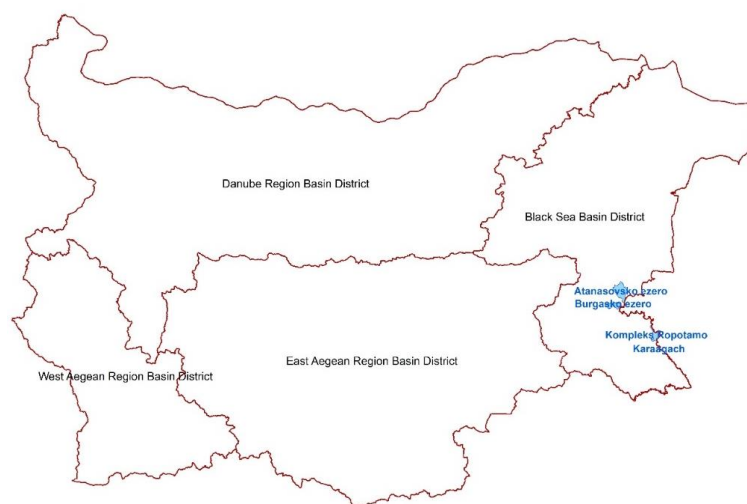
Abstract: The aim of the study is to track changes in water surfaces and bodies situated in protected areas using remote sensing data from Copernicus program. The study includes water surfaces and bodies in protected areas (PA) Ropotamo - BG0001001, Karaagach BG0000143, Atanasovsko lake BG0000270, Bourgas lake BG0000273. The investigation is made based on Sentinel 2 and Landsat 8 OLI, Landsat 5-ETM data for time period between 2012-2019. The results show that changes in “Area” of water bodies with accordance with River basin Management Plan, as a consequence of climate change that influences the quantity of surface and underground water reflecting the flora and fauna status in protected areas, can be monitored based on remote sensing. The results can be used in implementation of Interim Ecological Monitoring(IEM) as additional information for the ecological status of protected areas in Bulgaria. Further, the results can provide support for decision makers with a view to protected areas monitoring, flood risk management and monitoring and verification of GHG emissions from LULUCF.

Въведение

Площта на водни обекти в обхвата на защитени зони и територии е важен фактор за функционалността им. Данни за промяна на площта на водни обекти, осигурени вследствие на прилагане на дистанционните изследвания, е възможно да осигурят или подпомогнат отговорните институции при вземане на решения за разработване или актуализиране на планове и стратегии в областта на мониторинг на околната среда – мониторинг на водни обекти (превенция от наводнения), мониторинг на промени в защитени зони/територии. Резултатите от проследяване на площта на водни обекти в обхвата защитени/ влажни зони могат да подпомогнат процеса на инвентаризация на емисии на парникови газове от сектор „Земеползване, промени в земеползването и горското стопанство“.

Обект на изследване

Изследването включва водни обекти, които попадат в Източна България, в обхвата на Черноморската Басейнова Дирекция за управление на водите и на териториите на защитена зона (33) Ропотамо (BG0001001) и 33 „Комплекс Ропотамо“ (BG0002041), 33 Караагач (BG0000143), 33 Атанасовско езеро (BG0000270), 33 Бургаско езеро (BG0000273). На фиг. 1 са показани местоположенията на изследваните обекти.



Фиг. 1. Местоположение на изследваните обекти в обхвата на териториите на 33 Ропотамо (BG0001001) и 33 „Комплекс Ропотамо“ (BG0002041), 33 Караагач (BG0000143), 33 Атанасовско езеро (BG0000270), 33 Бургаско езеро (BG0000273)

Бургаското езеро попада в защитена зона Бургаско езеро. То е най - голямото естествено езеро в страната. Разположено е в сърцето на гр. Бургас и във водното тяло се вливат три характерни реки Айтоска, Съндър дере и Чакърлийка, както и други по малки реки и дерета. Атанасовското езеро попада в защитена зона Атанасовско езеро. То също е разположено в пределите на гр. Бургас. Езерото е част от Бургаският езерен комплекс. В него не се вливат много реки, само няколко дерета – Петмез дере, Дермен дере и Мешели дере. Лимана на р. Ропотамо, който е разположен в 33 Ропотамо (BG0001001) и 33 „Комплекс Ропотамо“ (BG0002041). Атлиманското блато е бивша крайбрежна лагуна разположено югоизточно от гр. Китен. На север блатото граничи с р. Караагач, в която при високи в оди блатото се запълва с вода. Подхранването му се осъществява от непостоянни течащи води, който през лятото често пресъхват и намаляват доста водния обем на Атлиманското блато. Те са част от защитена зона „Караагач“.

Съгласно плана за управление на речните басейни (ПУРБ) на Черноморската басейнова дирекция, изследваните повърхностни водни тела, които попадат в защитени зони имат следните основни характеристики, посочени в Таблица 1.

Таблица 1. Основни характеристики на изследваните водни обекти

Речен басейн	Име на повърхностното водно тяло	Код на водното тяло, което попада в защитената зона	Водна площ (km ²)/ Дължина* (км)	Европейски идентификационен код на защитената зона
Севернобургаски реки	Бургаското езеро	BG2SE900L037	27,6	BG0000273
Севернобургаски реки	Атанасовско езеро	BG2SE900L027	14,74	BG0000270
Южнобургаски реки	Атлиманско блато		0,05	BG0000143
	р. Караагач	BG2IU600R1013	4,06	
Южнобургаски реки	р. Ропотамо	BG2IU200R1005	8,97	BG0001001 BG0002041

*Дължина на река в обхвата на посочената защитена зона.

Материали и методи

За целите на настоящото изследване са използвани ортофото изображения (2012, 2013, 2016, 2017) и спътникови изображения от спътниците Landsat 5-ETM (2012), Landsat 8-OLI (2013-2017) и Sentinel 2 A, B (2018-2019) и хидроложки данни за сумарните валежи от метеорологична станция „Бургас“ (2012-2019).

Избор на подходящи спътникови изображения за визуализиране на водните площи в защитените зони на територията на югоизточна България е осъществен според наличните и достъпните за ползване изображения от двата спътника, подходящи за настоящото изследвания. Данните са взети от Коперникус хъб: <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>, и от <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Данните за водите са заимствани от План за управление на речните басейни (ПУРБ)** на Черноморската басейнова дирекция. Векторните данни и растерните изображения са заимствани от база данни на проект за интегрирано управление на водите разработен от JICA за МОСВ.

Извършена е първична (а) и вторична(б) обработка на спътниковите данни, които включват (а) създаване на композитни изображения; създаване на мозайка от изображения за водните площи; Векторизиране на водните площи в района на защитените зони; Векторизиране на всяка водна площ по отделно за съответния период и (б) Визуализиране на всяка една от водните площи в защитените зони по години, за периода 2012-2019 г.

Векторизацията е направена на базата на композитните спътникови изображения от спътниците Landsat и Sentinel 2. Изборът е направен въз основа на налични и достъпни сцени, както и с отсъствието на облачна покривка.

Таблица 2. Спътникови данни

Година	Спътник	Дата	Година	Спътник	Дата
2012	Landsat 5 ETM	19/08 – сцена 181-030	2016	Landsat 8 OLI	11/06 – сцена 181-030
2013	Landsat 8 OLI	19/07 – сцена 181-030	2017	Landsat 8 OLI	A 16/08
2014	Landsat 8 OLI	08/07 – сцена 181-030	2018	Sentinel 2 L2A	26/08
2015	Landsat 8 OLI	28/08 – сцена 181-030	2019	Sentinel 2 L2B	27/07

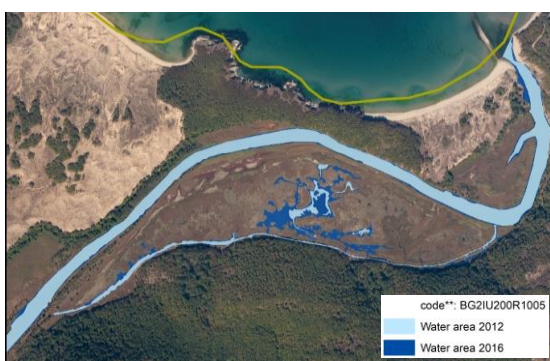
Информационният масив от данни за месечната сума на валежите за изследвания период (2012-2019) е взета от интернет страницата <https://www.stringmeteo.com/synop/>.

Таблица 3. Метеорологични данни за месечната сума на валежите от метеорологична станция „Бургас“ (2012-2019)

Период	08.2012	07.2013	07.2014	08.2015	06.2016	08.2017	08.2018	07.2019
Месечна сума на валежите МС Бургас	22.9	34.2	107	18.4	21.4	37.4	19.9	63.2

Резултати

Резултатите, представени в Таблица 4, представят данни за изменение на площта на водните обекти в 33 Ропотамо, 33 Караагач и 33 Бургаско езеро използвайки данни от ортофото изображения и Sentinel данни. Информацията е достатъчна за установяване на постоянна/непостоянна или устойчива/неустойчива промяна в площта на водните обекти. (Фиг. 2, Фиг. 3 и Фиг. 4).



Фиг. 2. Изменение на водните площи на воден обект в 33 Ропотамо (BG0001001) и 33 „Комплекс Ропотамо“ (BG0002041)



Фиг. 3. Изменение на водните площи на воден обект в 33 Караагач (BG0000143)



Фиг. 4. Изменение на водните площи на воден обект в 33 Бургаско езеро (BG0000273)



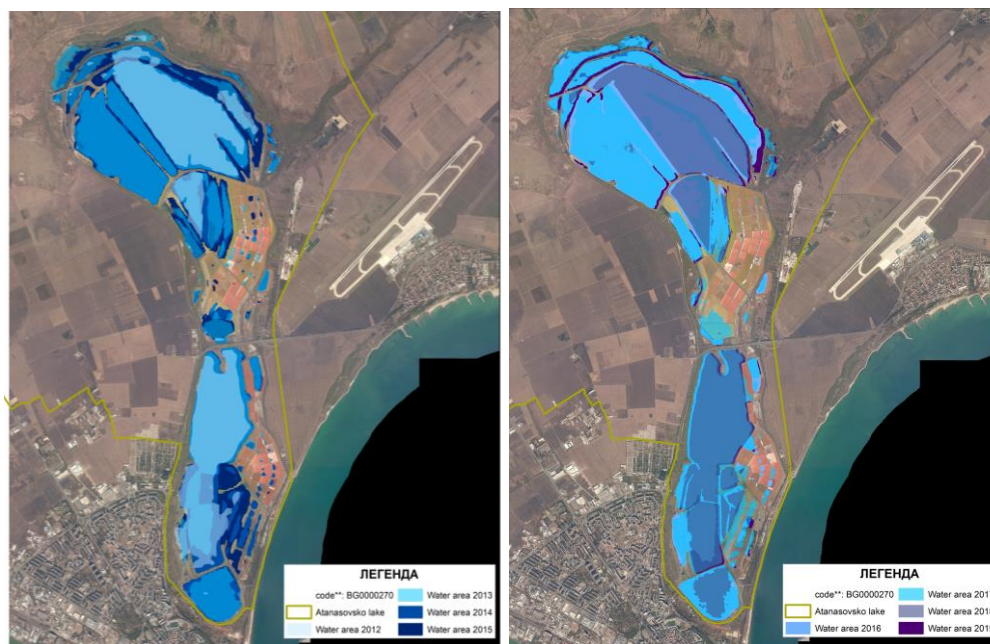
Фиг. 5. Изменение на водните площи на воден обект в 33 Атанасовско езеро (BG0000270)

За проследяване изменението на водните площи в 33 Ропотамо (BG0001001) и 33 „Комплекс Ропотамо“ (BG0002041), 33 Караагач (BG0000143), 33 Бургаско езеро (BG0000273) са използвани данни от ортофото изображения и Sentinel 2. Базирайки се на тези данни, резултати показват, че не се наблюдава драстично изменение на промяна в площта на водния обект за разглеждания период.

За проследяване на изменението на водните площи в 33 Атанасовско езеро (BG0000270) са използвани също и данни от Landsat 5-ETM и Landsat 8-OLI за допълване на информацията за изменение на площта на водните обекти за целия период 2012-2019 г. Създадената времева серия се използва за визуализация и последваща обработка на площта на водния обект в защитената зона 33 Атанасовско езеро (BG0000270). Резултати показват постоянна промяна в площта на водния обект за разглеждания период. (Фиг. 6).

Таблица 4. Площ на изследваните водни обекти за периода 2012-2013, 2016-2017 и 2012-2019 г.

Код повърхностно водно тяло	Наименование на водния обект	Водна площ за 2012 г.	Водна площ за 2013 г.	Водна площ за 2014 г.	Водна площ за 2015 г.	Водна площ за 2016 г.	Водна площ за 2017 г.	Водна площ за 2018 г.	Водна площ за 2019 г.
		km ²	km ²	km ²	km ²	km ²	km ²	km ²	km ²
BG2SE900L037	Бургаско езеро	24,16	х	х	х	23,3	х	х	х
Неприложимо	Атлиманското блато	х	0,0135	х	х	х	0,024	х	х
BG2IU600R1013	Р. Караагач	х	0,033	х	х	х	0,036	х	х
BG2IU200R1005	Р. Ропотамо	0,145	0,213	х	х	0,139	0,2	х	х
BG2SE900L027	Атанасовското езеро	4,55	7,47	9,85	7,59	8,0	7,73	5,45	8,32



Фиг. 6. Визуализация на промени във водната площ на 33 Атанасовско езеро по години 2013, 2014, 2015, 2017, 2018, 2019

Получените резултати могат да се използват при прилагане на методика за междинен екологичен мониторинг, както на изследваните водни обекти за промяна в площта на водни тела и установяване на промени в екологично състояние на защитени зони.

$$(1) \Delta A_{t_j, t_m}^i = A_{t_j}^i (P_1^i, P_2^i, \dots, P_k^i) - A_{t_m}^i (P_1^i, P_2^i, \dots, P_k^i) \quad , \text{където}$$

$\Delta A_{t_j, t_m}^i$ – Оценка на времеви интервали преди и след прилагане на междинен екологичен мониторинг за даден вид екосистема (i)

$A_{t_j}^i$ – Оценка на времеви интервали преди прилагане на междинен екологичен мониторинг за даден вид екосистема (i)

$A_{t_m}^i$ – Оценка на времеви интервали в периода на прилагане на междинен екологичен мониторинг (i)

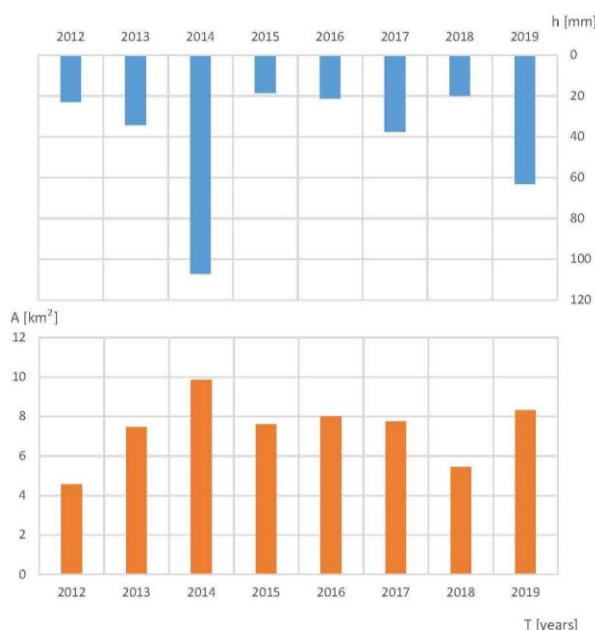
$P_1^i, P_2^i, \dots, P_k^i$ – индекси от група параметри 1), 2), 3)

$$(2) \Delta A_{\text{юли}_{2012}\text{юли}_{2019}}^{33 \text{ Ат.езеро}} = A_{\text{юли}_{2012}}^{33 \text{ Ат.езеро}} (P_1^{33 \text{ Ат.езеро}}) - A_{\text{юли}_{2019}}^{33 \text{ Ат.езеро}} (P_1^{33 \text{ Ат.езеро}}), \text{ където } P_1 - \text{водна}$$

площ на изчислена на базата на данни от дистанционни методи

За установяване на зависимостта между изменение на площта на водния обект в 33 Атанасовско езеро и влиянието на климатичните промени са използвани метеорологични данни за сумарните валежи от метеорологична станция „Бургас“ (2012-2019). Графично данните са показани на Фиг. 7. Графиката изразява зависимостта на валежа [mm] (горе) и водните площи [km²] (дол) в отделните месеци през годините, в които са използвани спътникови данни.

Графиката ясно изразява поведение на увеличение на валежа с увеличение на водната площ на 33 „Атанасовско езеро“ и обратно. Анализът е извършен на базата на месечната сума на валежа без отчитане на изпарението от водна повърхност поради липса на контролно измервателни уреди.



Фиг. 7. Графично представяне на сумарния месечен валеж с водната площ по години за 33 „Атанасовско езеро“

Заклучение

Изменението на площта на водни обекти в обхвата на защитени зони и територии е възможно да се изследва използвайки данни от програма „Коперник“. Резултати е възможно да се използват като допълнителна информация към други модели за изследване и оценка на състоянието на екосистеми.

Литература:

1. Nedkov, R. Assessment of information efficiency and data quality from microsatellite for the need of ecological monitoring, Bulgarian Academy of Sciences. Space Research and Technology Institute. Aerospace Research in Bulgaria. 24, 2012, Sofia
2. Мардиросян, Г. Аерокосмически методи в екологията и изучаването на околната среда, ISBN: 954-430-939-X(1), 204 стр, 2003
3. Kirilova, S., R Nedkov., S. Modev., K. Radeva, E. Ivanova. Ecohydrological monitoring on the river maritsa basin, limited from sources to belovo city, using gis on the base of satellite, gps and ground data“, Ecological engineering and environment protection, 4, 2011, pp. 5–13
4. Toner, M, P.Keddy. River Hydrology and Riparian Wetlands: A Predictive Model for Ecological Assembly. Ecological Applications 7 (1),1997, pp. 236–246.
5. Radeva, K. Aspects and perspective of Interim Ecological Monitoring application on ecosystems by means of Remote sensing, Ecological engineering and environment protection, 2, 2018, pp. 26–34