

БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ
ИНСТИТУТ ЗА КОСМИЧЕСКИ ИЗСЛЕДВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ
СЕКЦИЯ: “Аерокосмическа информация”

Ива Бонева Иванова

**ИЗСЛЕДВАНЕ ДИНАМИКАТА НА ПЛВАЩИТЕ ТРЪСТИКОВИ ОСТРОВИ В
ПОДДЪРЖАНИЯ РЕЗЕРВАТ „СРЕБЪРНА“ И ЕЗЕРОТО ЛУМИНА ОТ ЕЗЕРНИЯ
КОМПЛЕКС РОШУ–ПУЮ–ЛУМИНА В БИОСФЕРНИЯ РЕЗЕРВАТ „ДЕЛТАТА НА
РЕКА ДУНАВ“, НА БАЗАТА НА СПЪТНИКОВИ, НАЗЕМНИ И GPS ДАННИ**

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

За получаване на образователна и научна степен

„Доктор“

В областта на висшето образование

4. „Природни науки, математика и информатика“

професионално направление 4.4. „Науки за Земята“

научна специалност „Дистанционни изследвания на Земята и планетите“,

шифър 01.04.12

Научен ръководител:

проф. д-р инж. Румен Недков

Научно жури

проф. д.т.н. Гаро Мардиросян – ИКИТ-БАН

проф. д-р инж. Румен Недков – ИКИТ-БАН

доц. д-р Георги Железов – НИГГГ-БАН

доц. д-р Таню Мичев – ИБЕИ-БАН

доц. д-р Теньо Мешинев – ИБЕИ-БАН

София

2014

1. УВОД

1.1. АКТУАЛНОСТ НА ТЕМАТА

Плаващите тръстикови острови (наричани в България като „кочки“ и в Румъния като „плаури“) представляват специфични формирания от плаващи фрагменти от почва, гниеши листа, коренища и стъбла от тръстика, разположени в акватории с ниво на водата, по високо от 2 m. Те представляват слой с дебелина от 1-6 m, които са изградени от комбинация на тръстикови ризоми и корени и други водни растения, смесени с органика и соли (Ivanova, 2012). Растителността върху островите е представена основно от тръстика (*Phragmites australis*), която се развива много добре върху островите и е много гъста и висока. В състава им участват два дървесни вида – сива върба (*Salix cinerea*) и ракета (*Salix purpurea*) и различни видове тревисти растения: широколистен папур (*Typha latifolia*), обикновено ленивче (*Lysimachia vulgaris*), червено кучешко грозде (*Solanum dulcamara*), коприва (*Urtica dioica*), блатна папрат (*Thelypteris palustris*), живениче (*Scrophularia palustris*) и др. (Камбурова, 2004).

Плаващите тръстикови острови са:

подвижни – движещи се под действието на водните и въздушните течения;

фиксиранни – неподвижно прикрепени към дъното чрез тръстикови коренища. Те са способни при изменение на водното ниво да извършват вертикални движения, при което се образува воден слой под тях, който е отлична среда за някои видове риби (Ivanova, 2010).

Първоначално тръстиковите острови са неподвижни. При покачване на нивото на водата те се отделят от брега или дъното на водния басейн и се превръщат в плаващи острови с различни размери и форма, които под влияние на водните и въздушните течения се движат по повърхността на водоема.

Плаващите тръстикови острови имат изключително важно значение за гнезденето на различни видове водолюбиви птици, някои от които световно застрашени видове. В Европа плаващите тръстикови острови като местообитания на водолюбиви птици са единствено представени в езерото Сребърна и Делтата на р. Дунав (Ivanova, 2010).

Целенасочени изследвания върху площните и пространствени изменения на плаващите тръстикови острови досега не са провеждани. Причини за това са трудната им достъпност и липсата на данни за тяхната динамика. Дистанционните методи и средства дават възможност да се изследва движението на островите за многогодишен период.

1.2. ОБЕКТ И ПРЕДМЕТ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

Обект на изследването са езерото Сребърна и езерото Лумина, и двете са част от два биосферни резервата – „Сребърна“ (прекатегоризиран в поддържан резерват) и „Делтата на река Дунав“. И двата резервата са рамсарски обекти и са част от европейската екологична мрежа Natura2000 със защитени зони по Директивата за птиците (2009/147/ЕО) и Директивата за местообитанията (Директива 92/43/ЕИО).

Предметът на изследване в работата е динамиката на плаващите тръстикови острови през относително дълъг период от време в поддържан резерват (ПР) „Сребърна“ (от 1978 г. насам) и езерото Лумина от езерния комплекс Рошу-Пую-Лумина в биосферен резерват (БР) „Делтата на р. Дунав“ (от 1972 г. насам).

1.3. ЦЕЛ И ЗАДАЧИ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

Целта на настоящото изследване е динамиката на формата, площта и местоположението на плаващите тръстикови острови през годините в езерата Сребърна и Лумина на базата на спътникови, наземни и GPS данни. За реализирането на целта се решават следните задачи:

1. Създаване на база от спътникови, наземни и GPS данни. Георефериране на данните, генериране на цифрови модели на релефа и отделни векторни слоеве, необходими за извършване на изследването.
2. Създаване на архив от топографски карти на изследваните езера.
3. Разработване на методика за изследване на пространствено и времеви изменения на плаващите тръстикови острови в обектите на изследване.
4. Характеризиране на хидрографията и хидробиологията на езерата.
5. Изследване и анализ на измененията в площта, формата и местоположението на плаващите тръстикови острови на базата на разработената методика за периодите 1979 – 2013 г. за езерото Сребърна, и 1972-2013 г. за езерото Лумина.

2. ЛИТЕРАТУРЕН ОБЗОР

Проучвания конкретно върху динамиката на формата, площта и местоположението на плаващите тръстикови острови в езерото Сребърна и езерото Лумина, от български и чужди автори не са открити.

Изследвания върху динамиката на плаващите тръстикови острови в езерото Сребърна са направени за първи път от Иванова и др. (2007) на базата на аерокосмическа, GPS и наземна информация, където се установява изменения във формата, площта и местоположението на някои от плаващите острови в езерото. Езерото Сребърна е единственото място в България, където

понастоящем може да се наблюдават плаващите тръстикови острови. Те ограждат централното водно огледало на езерото. (Иванова, Недков, 2007).

В миналото плаващи тръстикови острови е имало и в бившето Баташко блато и в бившето Мандренско езеро, понастоящем и двете превърнати в язовири (Michev, Stoyneva, 2007).

Изследвания върху влажните зони в България са направени от Michev, Stoyneva, Nedkov et al. (2007), където е описано езерото Сребърна с неговите точни координати и местоположение.

Характеристика на еутрофикационните процеси в системата от влажни зони „Сребърна“ е направена от Железов, (2008), където се разглеждат процесите на еутрофикация в ПР „Сребърна“. Влажната зона е част от водосбора на р. Дунав. Промените във водния баланс на езерото са свързани с измененията на нивото на реката. Основния фактор за подхранване на езерото са карстовите води в региона, а допълнителен – реките с непостоянен режим в югоизточната и югозападната част на езерото. Връзката между растителната продуктивност и седиментацията се оказва ключова при анализ на съвременното състояние на системата. Отложената органика е основа за разпространението и експанзията на тръстиковите съобщества в езерото. Този процес е водещ при трансформирането на водното тяло.

Научни изследвания върху гнездовата орнитофауна в езерото Сребърна, и по конкретно върху гнезденето на къдроглавия пеликан в езерото са направени от Мичев и Камбурова (2007, 2012) и е създаден план за действие за опазване на къдроглавия пеликан (*Pelecanus crispus*) в България, както и в Плана за управление на ПР „Сребърна“ от 2001 г., на който предстои актуализиране.

Изследвания върху историческото развитие на езерото и неговите основни морфометрични и хидрологични характеристики са извършени от Модев (1994) и Железов (2008).

Изследвания върху плаващите тръстикови острови, като местообитания на световно застрашени видове птици също са направени. Установено е че в езерото Сребърна се наблюдава уникална за страната и рядка в Европа и на Балканския полуостров гнездова колония от къдроглави пеликани (*Pelecanus crispus*), също и единствено традиционно гнездово находище на голямата бяла чапла в България. Понастоящем къдроглавият пеликан (*Pelecanus crispus*) в България гнезди само в ПР „Сребърна“ (Мичев, Куцаров, 2007). Гнезди в самостоятелни колонии (в редки случаи с розови пеликани), разположени в труднодостъпни, изолирани тръстикови масиви по плаващи острови от тръстика. Характерна особеност на плаващите тръстикови острови е тяхната способност да следват промените във водното ниво, поради което изградените върху тях гнезда на птици не се наводняват (Мичев, Камбурова, 2012).

Изследвания в БР „Делтата на река Дунав“ са намерени основно за тръстиковите масиви. Тръстиката е доминиращ вид и тръстиковите блатата обхващат повече от 220 000 ha (Hanganu et al., 2002). Според картата на Hartley (1886), делтата на река Дунав се разделя на четири области от тръстика (Чатал, Латеа, Св. Георги и Дранов) и тръстиковите блатата изглеждат по-обширни,

отколкото в наши дни. Първите налични данни за практиките по събиране на реколтата в делтата на Дунав показват, че през 1908 г. се открива завод за целулоза в Браила и по-късно, през 1942 г. е създаден и закон за хартията, свързани с капитализация на областите от тръстикови острови и папур (Oosterberg, W. et al., 1997). В комбинация с тези данни Hanganu et al. (2002 г.), определят 9 тръстикови екологични типа, от които 5 са подходящи за събиране на реколтата. Преглед на осем годишни изследвания (2002 – 2010 г.) от Covaliov et al. (2010), включва информация за основен икономически ресурс категоризирани в тези пет тръстикови екологични типа.

В двете части на БР „Делтата на река Дунав“ – румънската и украинската са извършени две подробни проучвания на колониално гнездящите водолубиви птици от разредите пеликаноподобни, щъркелоподобни и дъждосвирици (Pelecaniformes, Ciconiiformes и Charadriiformes), по време на размножителния им сезон през 2001 г. и 2002 г. През 2002 г. е извършено най-пълното проучване на птиците в БР „Делтата на река Дунав“. Открити са общо 209 колонии, почти 40 000 гнездящи птици от 13 вида. Около 60 местообитания са открити в наводнените тръстикови масиви 16 върху тръстикови легла с редки дървета, 10 върху плаващите тръстикови острови и 2 върху плаваща водна растителност (Platteeuw M. et al., 2004). От 1993 г. Холандския институт по управление и пречистване на отпадъчни води (RIZA), румънският Националният институт за Делтата на река Дунав (DDNI) и румънската делта на река Дунав (DDBRA) обединяват усилията си в една обширна кооперативна програма за научни изследвания насочени към хидрология, геоморфология и екологията на големи и относително неповредени Европейски влажни зони като делтата на река Дунав (Drost & Stiuca, 1998; Munteanu, 2004). Един от първите резултати на съвместните изследвания е публикуването на цялостна карта на растителността на цялата румънската част от делтата на река Дунав (Hanganu et al., 1994). Делтата на Дунав разполага с една от най-добрите и най-богати масиви от блатисти местности и водолубиви птици в Европа (Paspaleva et al., 1985; Munteanu et al., 1994; Marinov & Hulea, 1996). Другаде в Европа, такива естествените влажни зони в долното течение на реките са толкова намалели и силно модифицирани от човека, че блатистите местности и водолубивите птици са намалели или дори изчезнали поради унищожаване и фрагментация на местообитания. Размерът на целия БР „Делтата на река Дунав“ е огромен и трудно достъпен и всеки опит за цялостен преглед на размножаващите се колониално гнездящи птици в района трябва да включва и наблюдения от въздуха. Въздушните изследванията са проведени за четири дни през два размножителни сезона през 2001 г. (8 юни) и 2002 г. (8 май, 13 май и 6 юни) (Platteeuw, 2004). Карта на растителността съставена от Hanganu et al., 2002 за целия трансграничен район на БР „Делтата на река Дунав“ е използвана като фон за тълкуване на избор на място от колониалните птици. За всички гнездовища на колониите от разредите пеликаноподобни и щъркелоподобни (Pelecaniformes и Ciconiiformes) намерени през 2001 г. и 2002 г. е установено върху какъв вид хабитат са разположени. Установени са пет типа хабитати, използвани за места за гнездене, едни от които са плаваща растителност (плаващи тръстикови острови); С изключение на двата вида пеликани, голямата бяла чапла и

ръждивата чапла, които предимно разполагат гнездата си върху плаващите тръстикови острови и залети тръстикови масиви, дърветата са най-предпочитани като местообитание за гнездене от другите колониално-гнездящи видове (Platteeuw, 2004).

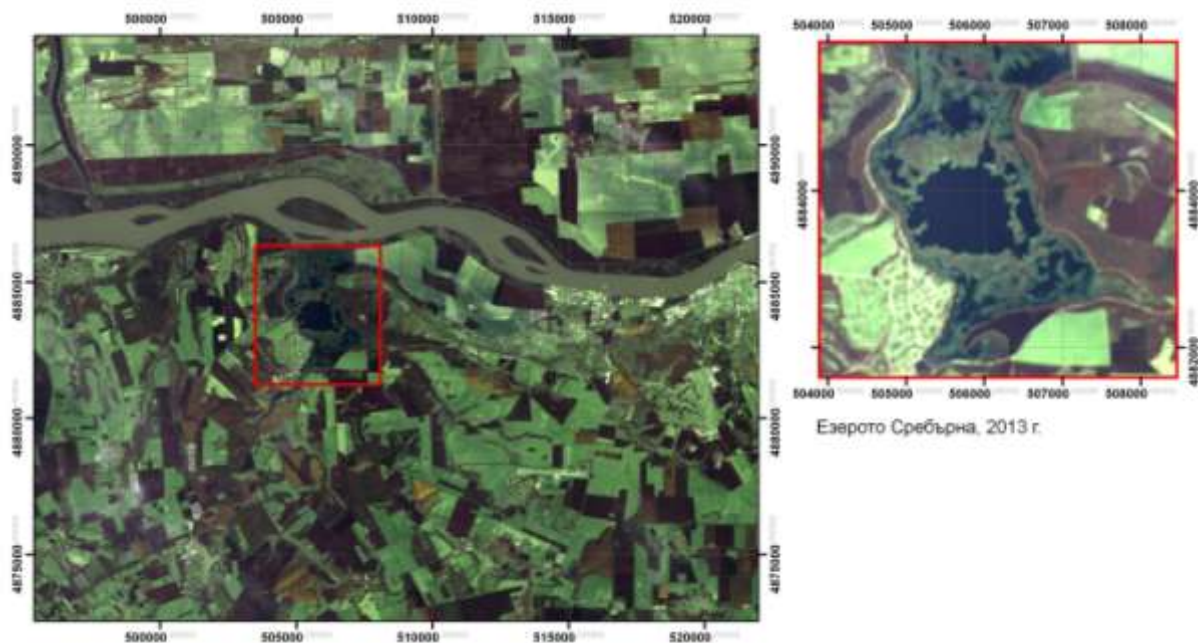
3. СЪВРЕМЕННО СЪСТОЯНИЕ

3.1. СЪВРЕМЕННО СЪСТОЯНИЕ НА ПР „СРЕБЪРНА“

3.1.1. Местоположение и природозащитен статус

Поддържаният резерват (ПР) „Сребърна“ е разположен на брега на р. Дунав между R.km 391 R.km 393 (44°07 N, 27°04 E; UTM grid NJ 08) и надморска височина между 10 m и 13.2 m) (Мичев. и др., 2002. Иванова, 2007). Хидрогеографските характеристики на водосборната област и морфометричните характеристики на езеро Сребърна участват пряко във формирането на неговия воден режим. С тях са свързани процесите на формиране на повърхностния отток, подземния отток, а така също и положението на водното ниво в езерото (Модев, 1994).

В природозащитно отношение езерото Сребърна е обявено за резерват през 1948 г. с постановление на Министерския съвет № 11931, а през 1975 г. за влажна зона с международно значение по Рамсарската конвенция. През 1977 г. е утвърден за биосферен резерват по програмата на ЮНЕСКО като обект на световното природно и културно наследство. От 1989 г. защитената територия е „Орнитологично важно място”, а през 1999 г. е прекатегоризирана в поддържан резерват (Заповед № РД-367 от 15.10.1999 г. на МОСВ).



Фиг.1. Спътниково изображение на езерото Сребърна от месец юни 2013 г., Landsat 8

Изследваната част от ПР „Сребърна” включва акваторията на цялото езеро, което се състои от езерно огледало с площ около 1 km² и два основни тръстикови масива (северен и южен) (фиг. 1). Тези тръстикови масиви са съставени от два типа – така наречената „редина“ – тръстика, която израства от дъното на езерото и е прикрепена за него неподвижно и плаващи тръстикови острови с различна големина. Те може да се движат както в хоризонтална, така и във вертикална посока.

3.1.2. Хидрогеографска и хидроложка характеристика на езерото Сребърна

Хидрогеографските характеристики на водосборната област на езеро Сребърна участват пряко във формирането на неговия воден режим. С тях са свързани процесите на формиране на повърхностния отток, подземния отток, а така също и положението на водното ниво в езерото (Модев, 1994, Железов, 1998).

Основни хидрогеографски характеристики на водосборната област на езеро Сребърна са:

Формата на басейна е приблизително трапецовидна, с малка основа на трапеца на север и дължина около 2.2 km, голяма основа на юг – с дължина около 59 km, и височина на трапеца около 16.7 km.

Площта на водосборната област е 1070 km². Тази площ се формира от водосборните басейни на реките Сребърненска, Бабукска и дере Кълнежа. Налице е несъвпадение на повърхностния и подземния водосборни басейни. Водите от южната част на повърхностния водосбор за реките Сребърненска и Бабукска практически не достигат езерото, а се оттичат към карстовия басейн, поради което ефективната площ на техния повърхностен водосборен басейн се редуцира до 362 km².

Площта на водосборната област за дере Кълнежа е 40 km² (Модев, 1994).

Средната надморска височина на ефективната част от водосборния басейн е 178 m (Модев, 1994);

Средния наклон на ефективния водосборен басейн е около 12% (Модев, 1994);

Гъстотата на речната мрежа е около 0.26 km/km² (Модев, 1994).

Основните причини за хоризонталните премествания и за вертикалните движения на плаващите тръстикови острови (кочки), подредени по важност са следните:

- колебанията на водното ниво през годините;
- преобладаващите ветрове, които в района са североизточни и северозападни;
- сливането и разцепването на островите в резултат на ветровете.

Така напр. през пролетта на 2006 г. водното ниво в езерото е имало своя максимум от 1949 г. насам.

3.1.3. Основни местообитания и биоразнообразие

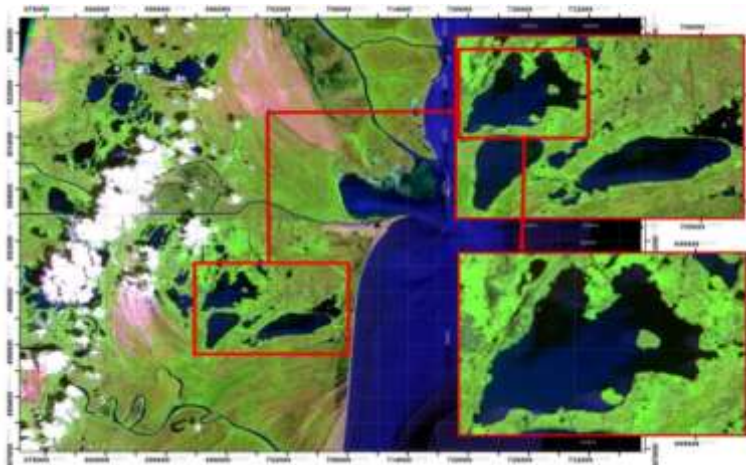
Като основа за определяне на местообитанията в настоящата работа е използвана класификацията, възприета от Съвета на Европа за местообитанията в Палеарктика (Devilliers & Devilliers-Terschuren, 1996), съответно адаптирана към условията на България (Мешинев и др., 1993). На територията на ПР „Сребърна” и неговите околности са определени 13 типа местообитания. Следните типове местообитания са обект на изследване в дисертационния труд: тръстикови масиви (*Phragmiteta australis*) (53.1111 Freshwater Phragmites beds) и централно водно огледало.

Според Uzunov et al. (2012) към март 2012 г., общо 3132 таксона от видовата група са съобщени за ПР „Сребърна“, сред които 1123 вида, вариетети и форми водорасли, 17 вида гъби, 15 вида лишеи, 280 вида висши растения, 108 вида първаци (протозои), 1263 вида безгръбначни и 326 вида гръбначни животни.

3.2. СЪВРЕМЕННО СЪСТОЯНИЕ НА ИЗСЛЕДВАНИЯТА, СВЪРЗАНИ С ДИНАМИКАТА НА ПЛАВАЩИТЕ ТРЪСТИКОВИ ОСТРОВИ В БР „ДЕЛТАТА НА РЕКА ДУНАВ”

3.2.1. Местоположение

БР „Делтата на река Дунав“ е разположена в Добруджа на брега на Черно море. Мястото се намира между река Чилия на украинската граница и разклоненията Сулина и ръкава Св. Георги от основното течение. Мястото също включва комплекса Разелм-Синое от езерата Разелм, Синое, Змеица и Головита намиращи се южно на делтата. Централни координати на мястото: Румъния: 44°20' -45°27'N; 28°10' -29°42'E Украина: 45°13' -45°34'N; 29°23' -29°46'E . Площта на резервата е 580 000 ha (ЮНЕСКО списъка за световно наследство, 2008). Тенденцията е площта ѝ да се увеличава всяка година с 40 m² морски наноси.



Фиг.4. Спътниково изображение на езерото Лумина от езерния комплекс Рошу-Пую-Лумина в БР „Делтата на река Дунав“ от 13 май 2003 г., сензор на ASTER

Обектът на изследването в дисертационния труд езерото Лумина от езерният комплекс Рошу-Пую-Лумина попада в буферната зона на резервата Лумина-Ватафу (Ivanova, Nedkov, 2012).

3.2.2. Историческо развитие и природозащитен статус

Произхода на делтата може да се проследи от края на Вюрма, и въпреки че са силно деградирани, неговите хидроложки и екологични системи са непокътнати. Исторически хиляди тона на алувиалните наноси са били внасяни в делтата на река Дунав всяка година, в резултат на постоянно преобразуване на речните брегове и пясъчни наноси. Тръстиката в делтата, която покрива влажната зона, формира най-голямата природна система за пречистване на вода в Европа, която включва постоянно обновяваща се и филтрираща речната утайка, хранителни вещества и замърсители, преди да достигнат до Черно Море (UNESCO-MAB, 1998). В природозащитно отношение БР „Делтата на река Дунав“ е обявен за от ЮНЕСКО за биосферен резерват през 1991 г. През 1991 г. делтата на река Дунав е обявена за Рамсарско място, а през 1998 г. делтата е представена като трансграничен биосферен резерват на ЮНЕСКО, включвайки и резерват „Дунайски“ в Украйна (46.403 ha).

3.2.3. Основни местообитания и биоразнообразие

Основните типове местообитания в БР „Делтата на река Дунав“ са квалифицирани по системата на EUNIS (European Nature Information System) като включва Natura2000 и Corine Land Cover класификация (Navodaru I., 2007).

Доминиращият тип местообитание са тръстиковите масиви, които обхващат над 50% от площта на делтата на река Дунав. За целта на дисертационния труд основно значение имат вътреконтинентални повърхностни води – блата, мочурища и тресавища, обградена с водна растителност – Плаващи тръстикови масиви (плаур), които са обект на изследването (Янчев, Иванова, 2011).

Флората в БР „Делтата на река Дунав“ е представена от 2 383 таксона, 70% от доминиращата растителност е тръстиката (*Phragmites australis*) и папур (*Typha angustifolia*), и тръстика върху плаващите формации. Поради благоприятните условия, създадени от голямото разнообразие на сухоземните и водните местообитания, както и близостта на някои палеарктически региони (средиземноморски, Евроазиатски, Черноморски), фауната в БР „Делтата на река Дунав“ е представена от 4 029 видове, от които 3 477 безгръбначни и 522 гръбначни.

Районът е световно известен като място за гнездене на голяма част от популацията на розовия пеликан (*Pelecanus onocrotalus*), къдроглавия пеликан (*Pelecanus crispus*) и малкия корморан (*Phalacrocorax pygmeus*).

4. ИЗХОДНА ИНФОРМАЦИЯ И МЕТОДИ ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ ДИНАМИКАТА НА ПЛАВАЩИТЕ ТРЪСТИКОВИ ОСТРОВИ

4.1. ИЗХОДНА ИНФОРМАЦИЯ ЗА ПРОСЛЕДЯВАНЕ НА ДИНАМИКАТА НА ПЛАВАЩИТЕ ТРЪСТИКОВИ ОСТРОВИ

В исторически аспект най-ранна информация за езерото Сребърна дава топографската карта от 1877 г. Картата е изработена от Хайнрих Киперт, (известен немски картограф, археолог и историк), отпечатана в издателството Дитрих Раймер в Берлин. Картографски сведения за езерото Сребърна и езерото Лумина се откриват и в топографска карта от 1901 г. в „Общ наръчен атлас“ на Рихард Андре (126 основни и 139 допълнителни карти). Езерото Сребърна е отбелязано и още върху Австрийска военно-топографска карта на от 1914 г. и в Румънска топографска карта на езерото Сребърна от 1917 г. Топографска карта за езерото Лумина е представена след 1900 г.

За целите на дисертационния труд са използвани спътникови изображения от спътниците Landsat, IKONOS, QuickBird, ASTER, IRS за различни години и дати (табл.1., фиг.10 А, Б, В, Г).

Таблица 1. Източници на данни

Езерото Сребърна			Езерото Лумина		
Спътник	Година	Дата	Спътник	Година	Дата
Landsat MSS	1979	26 юни	Топогр. карта, М 1:25000	1972	26 юни
Landsat 5-TM	1988	7 юли	Landsat MSS	1976	01 юли
Landsat 5-TM	1992	4 септември	IRS	1986	20 юли
Landsat 7-ETM	2000	14 юни	Landsat TM	1989	20 август
IKONOS	2001	6 април	Landsat TM	1990	16 август
IKONOS	2005	5 април	Landsat TM	2000	02 юли
Аерофото изображение	2011	юли	ASTER	2003	13 май
Landsat 8	2013	2 юни	Landsat ETM	2005	05 май
			QuickBird	2009	7 юли
			Landsat 8	2013	1 юни

Наземни данни

За изходната информация са използвани топографски карти в мащаб 1:25000. (фиг.11) за ПР „Сребърна и за БР „Делтата на река Дунав“. За визуализиране на плаващите тръстикови острови са използвани цветни фотоснимки.

4.2. МЕТОДИКА НА ИЗСЛЕДВАНЕ НА ДИНАМИКАТА НА ПЛАВАЩИТЕ ТРЪСТИКОВИ ОСТРОВИ

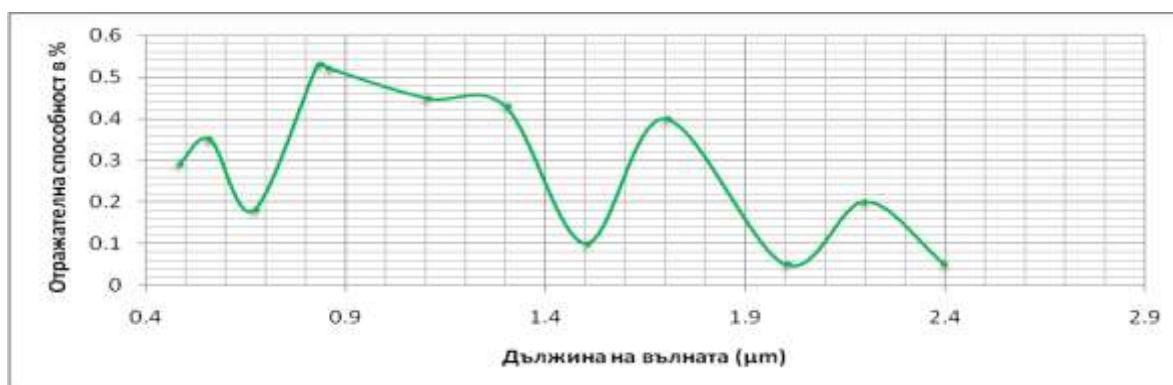
4.2.1. Интерпретация и анализ на входните данни

За количествена оценка на състоянието на плаващите острови е необходимо всички входни данни да бъдат преобразувани в цифров вид и геореферирани. Това означава, че подобрите изображения и картен материал трябва да бъдат привързани (геореферирани) към една и съща координатна система (Nedkov et al., 2005).

Геореферирането на входните данни е в **UTM (Universal Transversal Mercator- 35T)**, WGS 84, 35 зона.

Спектралните отражателни характеристики на растителността са динамични и зависят както от условията на попадане и отражение на излъчената от слънцето енергия, така и от състоянието на самите обекти – влажност на почвата, вегетационен период.

Информация за обектите се получава на базата на техните спектрални отражателни характеристики, характера на които има важно значение за избора на спектралния диапазон, в който се използват дистанционните методи за дадено изследване (Nedkov et al, 2001).



Фиг. 3. Спектрална отражателна характеристика на растителността от 1988 г. на спътника Landsat в ПР „Сребърна“

Плаващите тръстикови острови като растителни формации, се разпознават от спътникови изображения във видимия и инфрачервения диапазон на спектъра. Като най-категорично е разпознаването им в инфрачервения диапазон на спектъра.

4.2.2. Генериране на цифрови модели на релефа

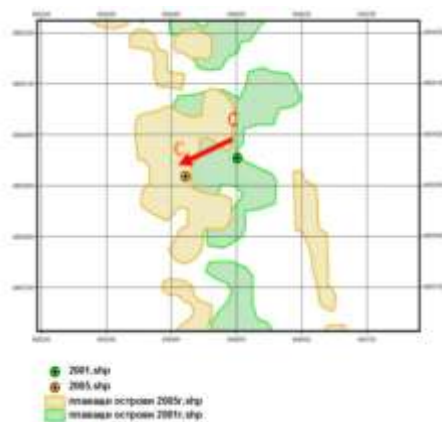
Цифровите модели на релефа са генерирани на базата на хоризонталите от топографската карта. Векторизирани са речната мрежа и селищата в отделни слоеве, като са съвместени с цифровите модели на релефа на двата обекта на изследване.

4.2.3. Генериране на съответните векторни слоеве, необходими за проследяване на динамиката на плаващите тръстикови острови

- генериране на векторни слоеве за различни времеви периоди на отделните компоненти върху растерни изображения;
- плаващи тръстикови острови,
- водно огледало на езерата;
- генериране на векторни слоеве на реки, канали и населени места;
- съвместяване на получените векторни слоеве от различните години и определяне на площта на плаващите тръстикови острови и площта на водното огледало съответно в езерото Сребърна, и езерото Лумина в делтата на река Дунав.

4.2.4. Определяне координатите на местоположението на плаващите тръстикови острови

Тъй като плаващите острови представляват сложни геометрични фигури, координатите на местоположението им се определят по аналогия на метода за определяне центъра на масата, като вместо масата се използва площта (Метод на определяне на координатите на центроид). Уравненията за изчисляване на координатите на центъра на плаващите острови са дадени по-долу:



$$C_x = \frac{\sum A_i x_i}{\sum A_i} \quad (1)$$

$$C_y = \frac{\sum A_i y_i}{\sum A_i} \quad (2)$$

Фиг. 4. Местоположение на центъра на плаващ остров през две различни години в ПР „Сребърна”

Където:

x_i е разстоянието от центъра на квадрата на мрежата с площ A_i до координатната ос y ;

y_i разстоянието от центъра на квадрата на мрежата с площ A_i до координатната ос x ,

$C_i(x_i, y_i)$ са центровете на базисните клетки на мрежата с площ A_i .

Този метод на определяне на координатите дава възможност да се проследят всички възможни случаи на движение (абсолютно относително), тъй като на практика между тези два вида движение не съществува рязка граница, използваният метод е оптимален, тъй като дава количествена оценка за реалната динамика.

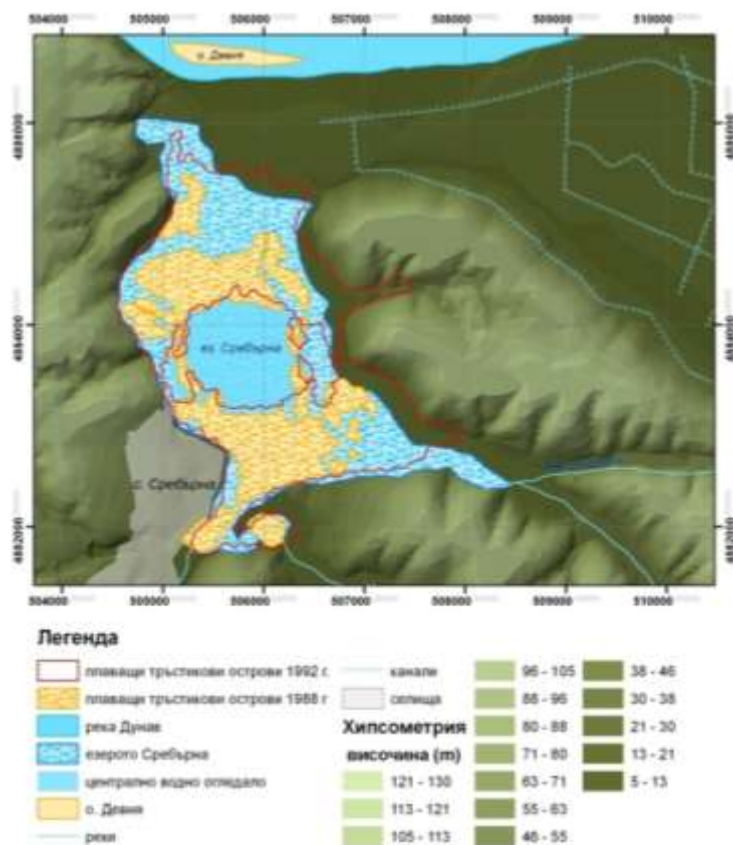
Динамиката на плаващите тръстикови острови може да се изрази в промяна на тяхната площ, вследствие изменение нивото на водата, в резултат островът може да стане по-малък или по-голям. Също така, самият остров с течение на времето може да се разкъса и от него да се отдели част, която ще стане нов плаващ остров с определена площ и форма. Има и вероятност самият плаващ остров да се слее с друг, при което площта му се увеличава и формата му се променя.

5. АНАЛИЗ НА ПОЛУЧЕНИТЕ РЕЗУЛТАТИ

5.1. АНАЛИЗ НА ПОЛУЧЕНИТЕ РЕЗУЛТАТИ ЗА ЕЗЕРОТО СРЕБЪРНА

5.1.1. Сравнителен анализ на разположението на плаващите тръстикови острови през наблюдаваните години за периода 1979-2013 г.

Фиг. 5. изобразява сравнение на разположението на плаващите острови през 1992 г. спрямо 1988 г. Вижда се, че има значително изменение в площта и разположението на островите. Техният брой през 1988 г. е бил 14, а през 1992 г. само 4. Наблюдава се сливане на плаващите острови вследствие спад на водното ниво, разрастване на тръстиковите масиви и увеличение на тяхната площ. Площта на островите през 1988 г. е била 168.08 ha, а през 1992 г. – 507.11 ha, от където следва, че за този период от четири години площта им е нараснала с 339.03 ha.

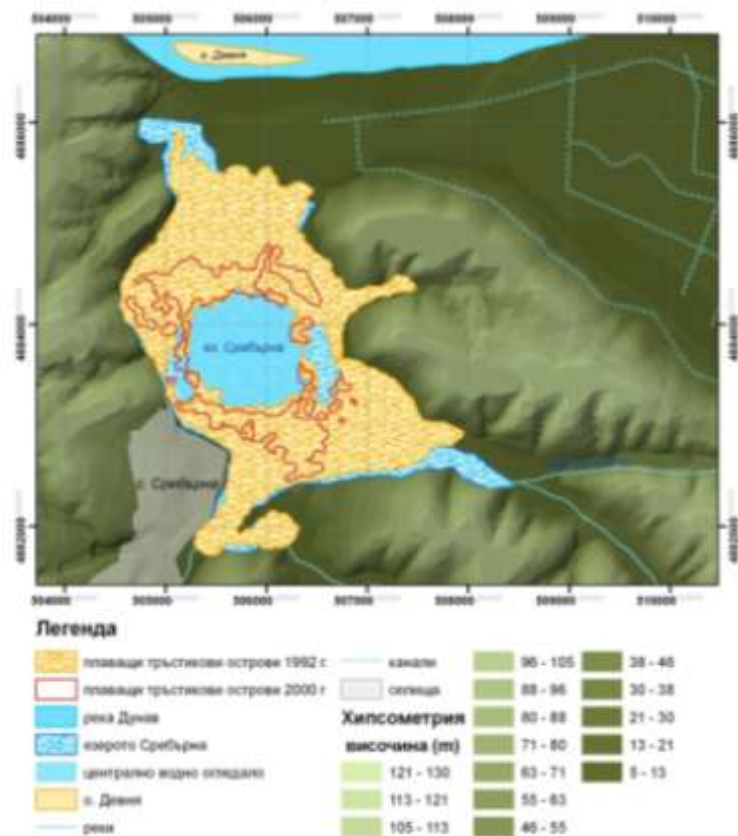


Фиг. 5. Цифров модел на състоянието на плаващите тръстикови острови и централното водно огледало в езерото Сребърна от 1992 г. сравнен със състоянието им през 1988 г.

Площта на централното водно огледало е намаляла – през 1988 г. е била 112.26 ha, а през 1992 г. – 106.84 ha, т.е. намаляла е с 5.42 ha. Също така от фигурата се вижда че има и движение на плаващите острови, като посоката на движението е в посока североизток.

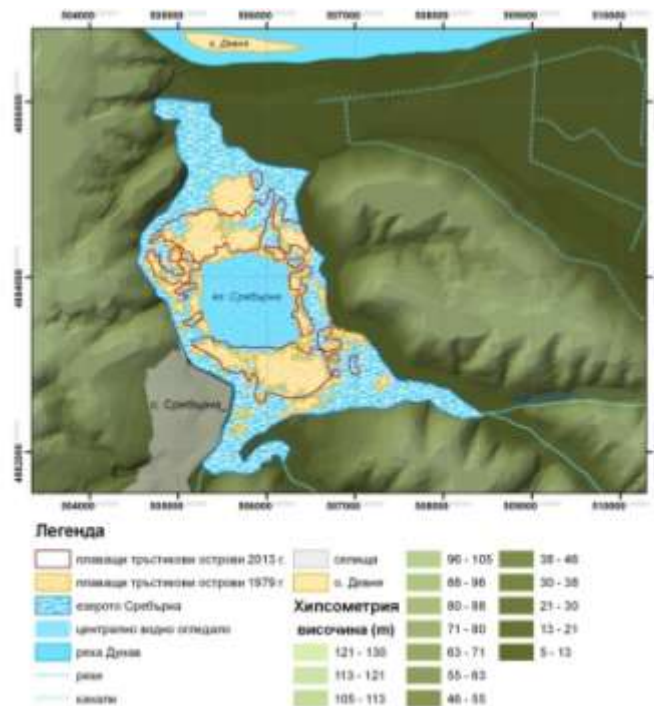
Разположението на островите през 2000 г. и сравнено с 1992 г. е показано на фиг. 6. Тук също се наблюдават значителни разлики, площта на островите намалява, те се разкъсват в следствие увеличение нивото на водата през тази година, броят им в сравнение с 1992 г, където са били само четири сравнително големи острови, сега те са се разкъсали и са 14 на брой. Площта на островите намалява значително за този период от време, намалението е с 39.72 ha.

Площта на централното водно огледало през 2000 г. е 110.81 ha, от където следва, че тя се е увеличила с 3.97 ha.



Фиг. 6. Цифров модел на състоянието на плаващите тръстикови острови и централното водно огледало в езерото Сребърна от 2000 г. сравнен със състоянието им през 1992 г.

На тематичната карта на езерото Сребърна, фиг. 7. може да се направи сравнение между последното наблюдавано състояние на езерото през 2013 г. и базовата година за сравнение – 1979 г. През 2013 г. площта на плаващите тръстикови острови малко се е увеличила. Увеличението е с 9.94 ha. Но на фигурата се забелязва по-значително намаляване на общия брой на островите в езерото. През 1979 г. общият им брой е 36, а през 2013 е намалял на 16. Площта на централното водно огледало на езерото Сребърна се е увеличила в сравнение с площта му през 1979 г. През 1979 г. площта му е била 110.00 ha, а през 2013 г. – 138.50 ha. Увеличението на площта на водното огледало на езерото при сравнението на тези две години е с 28.49 ha.



Фиг. 7. Цифров модел на състоянието на плаващите тръстикови острови и централното водно огледало в езерото Сребърна от 2013 г. сравнен със състоянието им през 1979 г.

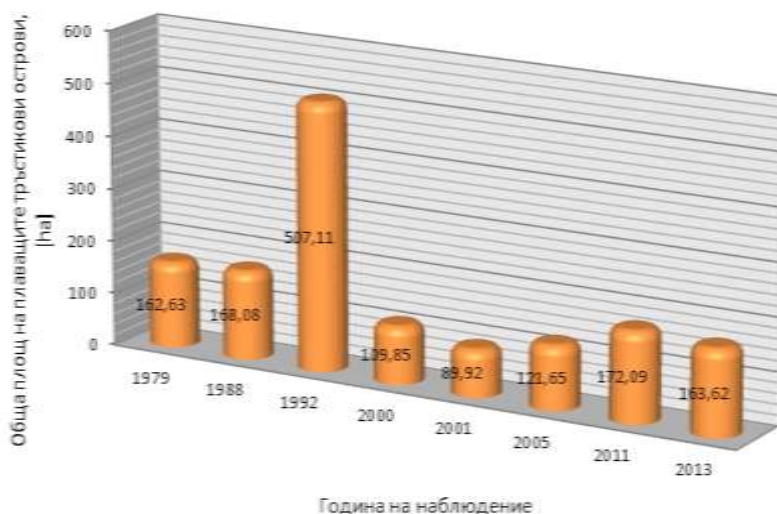
5.1.2. Изследване динамиката на плаващите тръстикови острови в езерото Сребърна чрез изчисляване на тяхната площ

Общите площи на плаващите острови и централното водно огледало през годините на наблюдение са дадени в таблица 2:

Табл. 2. Площи на плаващите тръстикови острови и централното водно огледало в езерото Сребърна през наблюдаваните години

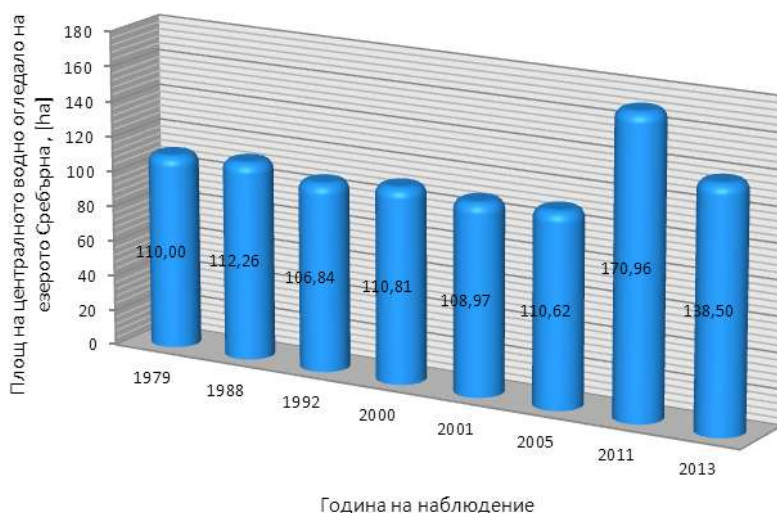
Година	Площ на плаващите острови, [ha]	Площ на централното водно огледало, [ha]
1979	162.63	110.00
1988	168.08	112.26
1992	507.11	106.84
2000	109.85	110.81
2001	89.92	108.97
2005	121.65	110.62
2011	172.09	170.96
2013	163.62	138.50

От таблицата и фиг. 8 се вижда, че най-голяма обща площ на плаващите тръстикови острови е през 1992 г., когато е било и засушаването в езерото Сребърна – 507.11 ha. През останалите години на наблюдение, площта на островите е сравнително постоянна, не се наблюдават толкова значителни вариации в общата им площ. През 2011 г. се забелязва увеличаване на тяхната площ, което се запазва и през 2013 г.



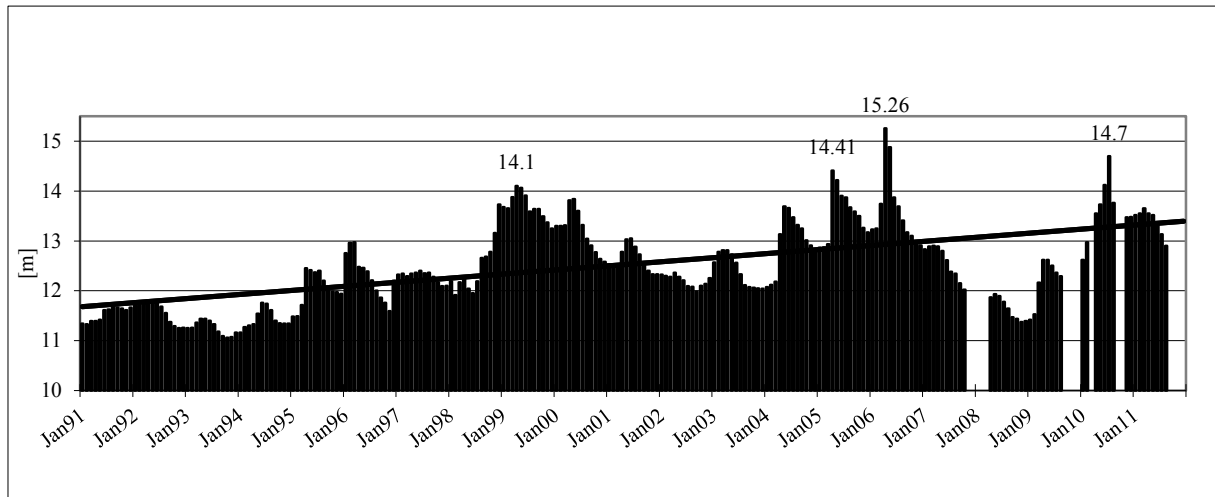
Фиг. 8. Общи площи на плаващите тръстикови острови в езерото Сребърна през годините на наблюдение в ha

На фиг. 9 се вижда че площта на централното водно огледало в езерото Сребърна е най-малка съответно през 1992 г. – 106.84 ha .но това намаляване на неговата площ не е драстично. Централното водно огледало сравнително си запазва площта през наблюдаваните години.



Фиг. 9. Площи на централното водно огледало на езерото Сребърна през годините на наблюдение в ha

Може да се установи корелация между площта на плаващите тръстикови острови и площта на централното водно огледало на езерото Сребърна с колебанията на водното ниво на езерото. През 1992 г. когато водното ниво на езерото е било едно от най-ниските се наблюдава най-голяма площ на плаващите тръстикови острови, и съответно най-малка площ на централното водно огледало от наблюдаваните години.



Фиг. 10. Колебания на водното ниво в езерото Сребърна за периода 1991-2011 г.(Vasilev, Ivanova et al., 2012)

През 1992 г. се наблюдава едно от най-ниските състояния на водното ниво в езерото. През тази година поради засушаване, тръстиковите масиви се разрастват, и площта на плаващите тръстикови острови значително нараства.

През 2000 г. и 2005 г. когато се наблюдава покачване на водното ниво в езерото Сребърна, се установява намаляване на площта на плаващите тръстикови острови и увеличаване площта на централното водно огледало на езерото. Намаляването на общата площ на плаващите тръстикови острови може да се дължи на тяхното разпокъсване, вследствие от високото ниво на водата, което води и до значително движение и промяна местоположението на островите. Високото ниво на водата може да доведе и до потъване на някои по-малки плаващи островчета.

През 2011 г. отново увеличение на водното ниво в езерото води до увеличение на площта на централното водно огледало, но тогава се наблюдава увеличаване на площта на плаващите тръстикови острови. Повишаването на водното ниво на езерото през тази година не е довело до разпокъсване и потъване на някои от островите, а до сливането им едни с други, което води до увеличение на площта им.

5.1.3. Изследване динамиката на плаващите тръстикови острови

За да изследваме движението на плаващите острови в езерото Сребърна, трябва да проследим тяхното разположение и изменение през годините, т.е. през изследвания от нас период 1979 г. – 2013 г. За целта избираме няколко острова, които имат сравнително постоянна форма и са ясно различими през отделните години. Тяхното разположение е избрано така, че да обграждат централното водно огледало на езерото. В случая са избрани пет от островите, които са класифицирани в отделни класове, обозначени като: К1, К2, К3, К4 и К5.



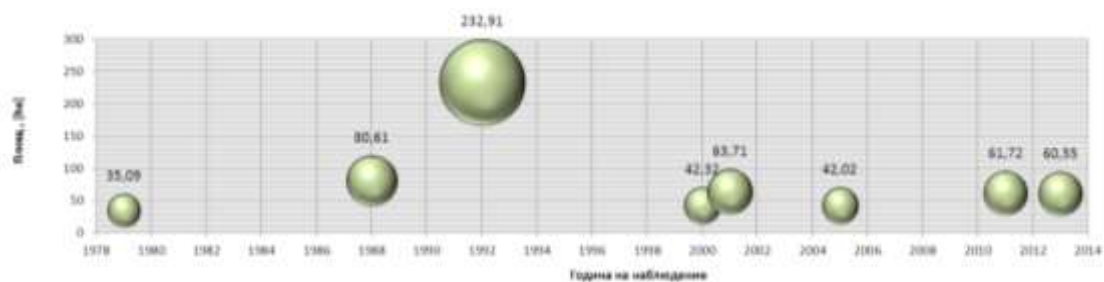
Фиг. 11. Схема на разположението на изследваните плаващи тръстикови острови

За да се проследи динамиката през изследвания времеви период, за всеки отделен остров се изчислява неговата площ, след което се прави сравнение на площите през отделните години. Определя се и техния коефициент на относителната им площ като местообитания, спрямо централното водно огледало на езерото (КМ).

Табл. 3. Площ на плаващи тръстиковите острови и коефициентът на относителната площ на местообитанията спрямо централното водно огледало

Година	К1		К2		К3		К4		К5	
	Площ, [ha]	КМ %	Площ, [ha]	КМ %	Площ, [ha]	КМ %	Площ, [ha]	КМ %	Площ, [ha]	КМ %
1979	35.09	32	5.51	5	3.78	4	4.29	3	38.02	30
1988	80.61	72	7.52	6	8.40	7	4.04	4	67.50	61
1992	232.91	217	-	-	-	-	3.22	3	268.49	250
2000	42.31	38	5.28	4	3.27	2	3.30	3	34.60	30
2001	63.70	58	4.50	4	3.19	3	4.68	4	59.30	54
2005	42.02	37	5.26	5	2.35	2	3.75	3	40.12	36
2011	61.72	36	1.58	0.9	6.82	1	8.96	5	59.33	34
2013	60.55	43	3.34	2	8.97	7	9.95	7	51.92	37

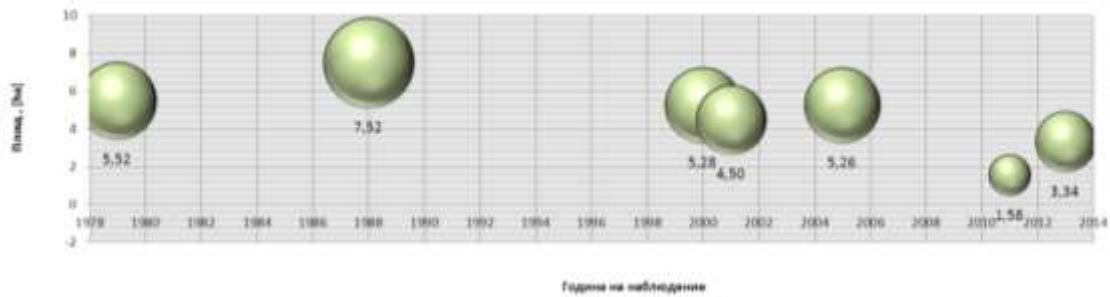
На фиг. 12 е показано изменението на площта на плаващ остров К1 през периода 1979 г. – 2013 г. От фигурата се вижда, че има значителни изменения в площта на острова. В първата година от нашето изследване площта на острова е била 35.09 ha; следващия период – 1988 г. площта му е нараснала на 80.61 ha, но най-значително увеличение на площта му се наблюдава през 1992 г. – 232.91 ha, което е почти три пъти в сравнение с предходната година. През 2000 г. площта му отново намалява и тогава тя е 42.32 ha. През периода 2000-2005 г. не се наблюдават значителни изменения в площта на плаващ остров К1, площите им са приблизително еднакви, съответно 42.32 ha през 2000 г., 63.71 ha през 2001 г. и 42.02 ha през 2005 г. През 2011 г. площта на плаващ тръстиков остро К1 нараства на 61.72 ha, а през 2013 г. остава почти непроменена – 60.55 ha.



Фиг. 12. Изменение на площта на плаващ тръстиков остров К1, за периода на наблюдение от 1979 г до 2013 г.

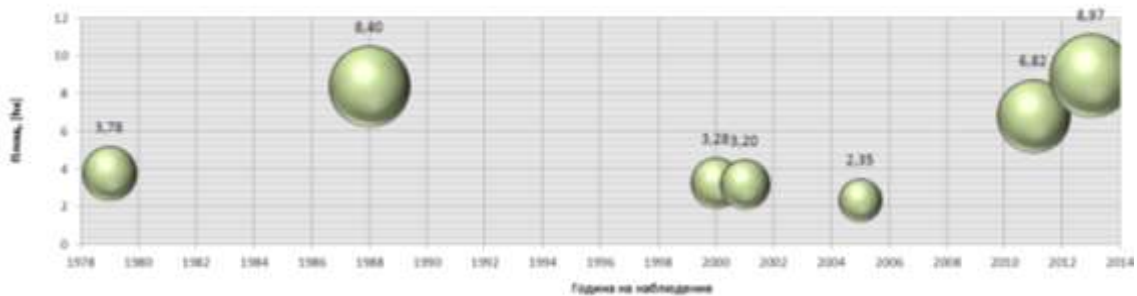
Коефициентът на относителната площ на местообитанията спрямо централното водно огледало (КМ) показва отношението на площта на местообитанието към площта на централното водно огледало. КМ е количествена оценка за динамиката на местообитанията в ПР „Сребърна“. За остров К1 и остров К5 КМ е най-висок през 1992 г., когато се наблюдава най – ниско водно ниво в езерото Сребърна. За остров К1, КМ е 217 %, което показва увеличаване на площта на местообитанието приблизително два пъти.

Площта на плаващ тръстиков остров К2 през годините и показана на фиг. 13. През 1988 г. площта му е 7.52 ha. През 1992 г. този остров не се наблюдава, като причината може да е сливането му с друг остров (най-вероятно се е слял с плаващ остров К5), което прави неясно разграничаването му. Като цяло площта на този остров не се е изменяла значително. За времевия период 2000-2005 г. площта на острова си остава почти непроменена – през 2000 г. тя е изчислена на 5.28 ha, през 2001 г. е намалява – 4.50 ha, а през 2005 г. е отново 5.26 ha. През 2011 г. се наблюдава разкъсване на остров К2 на по-малки островчета и тяхната обща площ е значително намалява на 1.58 ha, а през 2013 г. се увеличава до 3.34 ha, като отново се наблюдава същото разкъсване на няколко по-малки островчета.



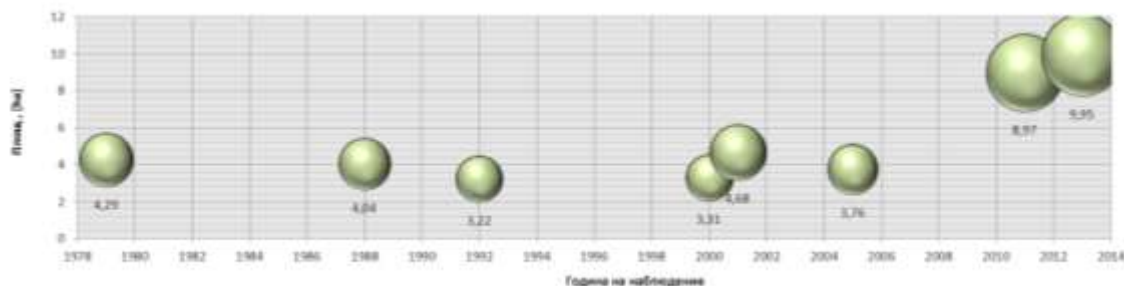
Фиг. 13. Изменение на площта на плаващ тръстиков остров К2, за периода на наблюдение от 1979 г до 2013

Изменението на площта на плаващ остров К3, през различните времеви периоди, е изразено на фиг. 14. Той не се наблюдава през 1992 г., вижда се, че се е обединил с по-големия – К5. Причината може да е обединяването му с други острови при покачване на водното ниво на езерото и разрастване на тръстиковите масиви при спад на водното ниво, което също би довело до сливането му с други островчета. Площта му е най-голяма през 1988 г. – 2013 г. – 8.40 ha през 1988г., която за разлика от 1979 г., където площта е била 3.78 ha е нараснала повече от два пъти. През 2000 г. площта му отново намалява на 3.27 ha, а за периода 2000 г. – 2005 г. площта намалява още до 2.35 ha и остава сравнително постоянна. През 2011 г. се наблюдава отново увеличаване на неговата площ, и през 2013 г. площта му нараства до 8.97 ha.



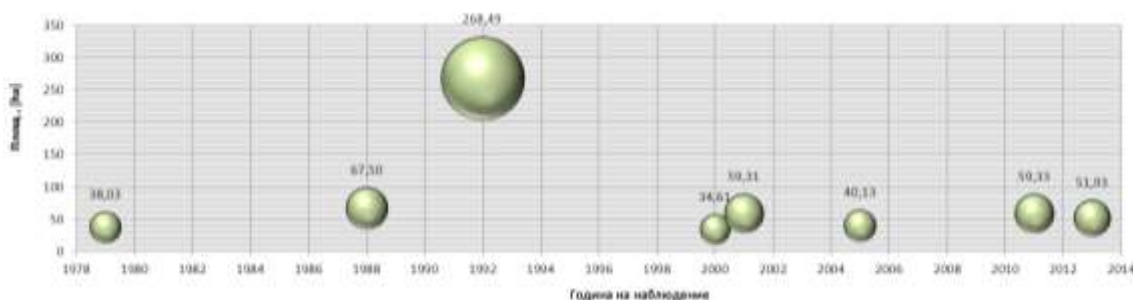
Фиг. 14.Изменение на площта на плаващ тръстиков остров К3, за периода на наблюдение от 1979 г до 2013

На фиг. 15. е показано изменението на площите на плаващ тръстиков остров К4, Островът е разположен в източната част на езерото Сребърна (фиг. 11.). Площта на острова остава относително постоянна, без големи вариации за периода от 1979 г. до 2005 г. Драматични промени в площта му през този период не се наблюдават. През 1979 г. площта на плаващия остров е била 4.28 ha, през 1988 г. – 4.04 ha, като разликата е незначителна през двете години. През следващата – 1992 г. площта му намалява на 3.22 ha, през 2000 г. остава почти непроменена – 3.30 ha, а през 2001 г. нараства до 4.68 ha, и до 2005 г. отново намалява до 3.75 ha. Нарастване на остров и увеличаване на площта му се наблюдава през 2011 г., тогава площта му е изчислена на 8.96 ha, а през 2013 г. достига до 9.95 ha.



Фиг. 15. Изменение на площта на плаващ тръстиков остров К4, за периода на наблюдение от 1979 г до 2013

Плаващ тръстиков остров К5 през 1992 г. се е слял с плаващ остров К3. През 1979 г. неговата площ е била 38.02 ha, следващата година се увеличава на 67.50 ha, а най-драстично увеличение на неговата площ се наблюдава също през 1992 г., както и при остров К1. Тогава площта му значително нараства на 268.49 ha. Това увеличение на площта е приблизително пет пъти, което може да се дължи на спадането на водното ниво на езерото и разрастване на тръстиковите масиви. През 2000 г. площта му намалява – 34.60 ha. През 2001 г. и 2005 г. площите му са съответно 59.31 ha и 40.13 ha. През последните години на наблюдение на острова - 2011 г. площта му нараства до 59.33 ha, а през 2013 г. почти се запазва и остава 51.92 ha.



Фиг. 16.Изменение на площта на плаващ тръстиков остров К5, за периода на наблюдение от 1979 г до 2013 г.

Коефициентът на относителната площ на остров К5 като местообитание спрямо централното водно огледало (КМ) е най-висок също през 1992 г. (засушаване на езерото Сребърна). За остров К5 относителното изменение като местообитание е 250%.

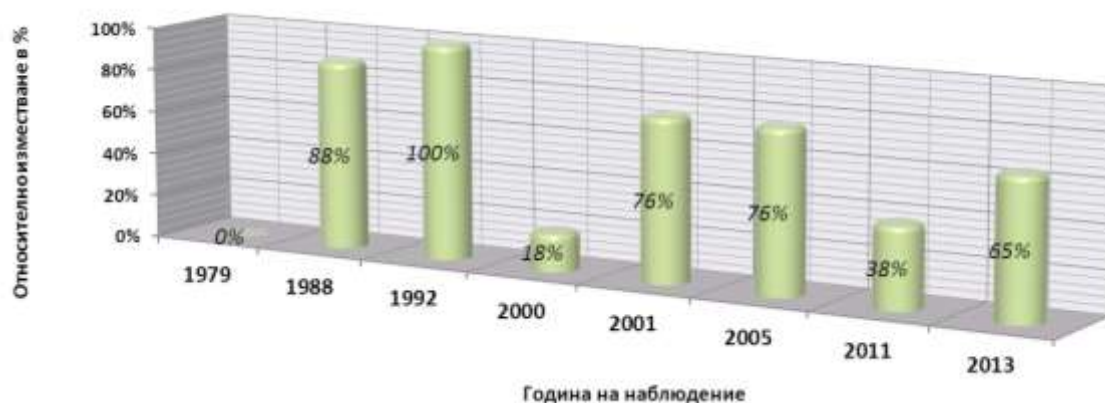
Тъй като плаващите острови представляват сложни геометрични фигури, по аналогия на метода за определяне на координатите на центъра на масите се определят координатите на плаващите острови като координати на центроид, като в аналитичния израз за определяне координатите вместо маса се използва площта.

На следващите фигури и табл. 4 е показано изместването на центъра на плаващите тръстикови острови в сравнение с базовата година. Използваме същите пет острова, чието разположение е изобразено на фиг. 11.

Табл. 4. Относително изместване на центъра на плаващите тръстикови острови, за периода на изследване 1979 – 2013 г., спрямо базовата 1979 г.

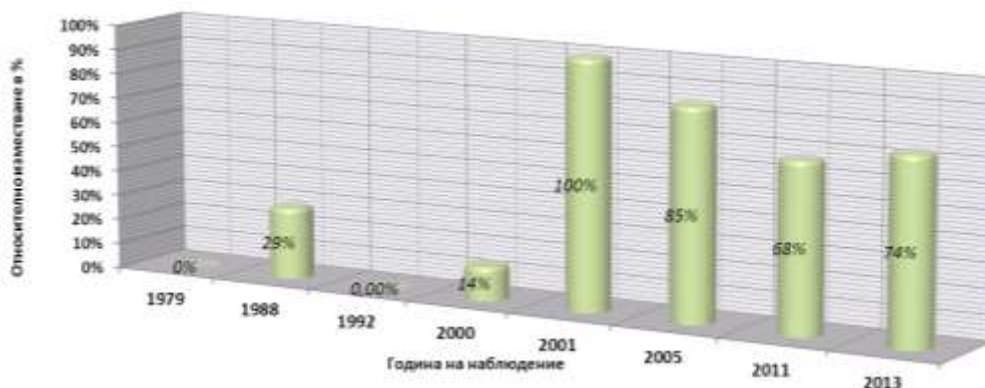
Година	Относително изместване на центъра на плаващите тръстикови острови, %				
	K1	K2	K3	K4	K5
1979	0	0	0	0	0
1988	88	29	100	35	23
1992	100	0	0	90	100
2000	18	14	38	21	9
2001	76	100	64	94	29
2005	76	85	68	99	27
2011	38	68	75	125	11
2013	65	74	95	124	15

На фиг. 17. се вижда с колко процента се е изместил центъра на плаващ остров K1 през периода на изследването в сравнение с базовата година 1979 г., където се приема че изместването е 0%. За 100% приемаме най-силното изместване, което се наблюдава през избрания времеви период. През следващата 1988 г. е имало значително изместване спрямо предходната година – 88%, което вероятно се дължи на увеличение на неговата площ. През 1992 г. се наблюдава максималното изместване на центъра на плаващ остров K1 в сравнение с 1979 г., което се приема за 100%. Островът значително увеличава площта си – близо три пъти, в следствие на сливането му с други острови, спад на водното ниво и др. При сравнение на разположението на центъра на плаващ остров K1 през 2000 г. спрямо 1979 г. се наблюдава изместване, изчислено на 18%. През 2001 г. и 2005 г. изместването на острова, сравнено с 1979 г. е еднакво и е с 76%. Изместването на плаващия остров през 2011 г. е изчислена на 38%, а през 2013 г. е по-голямо – 65 %.



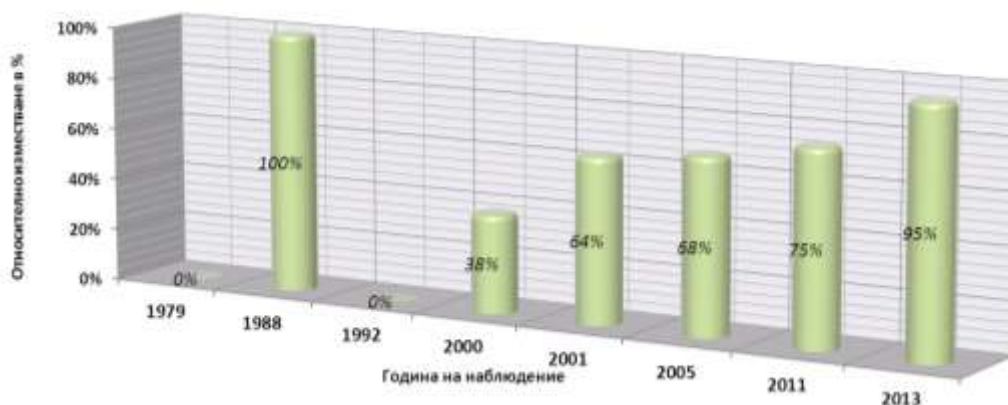
Фиг. 17. Относително изместване на центъра на плаващ тръстиков остров K1, за периода на изследване 1979 – 2013 г., спрямо базовата 1979 г.

Изместването на центъра на плаващ остров К2 през годините на изследване, сравнено с 1979 г. е показано на фиг. 18. През 1992 г. този, същият остров, който е класифициран през 1979 г. не се наблюдава, което може да се дължи на сливането му с някой по-голям или сливането му с няколко други островчета, които образуват общ значително голям остров. През 2001 г. се наблюдава максималното изместване през периода, което се приема за 100%, а през 2005 г. изместването е с 85%. През последните години на наблюдение на острова, изместването е съответно с 68 % през 2011 г. и 74 % през 2013 г.



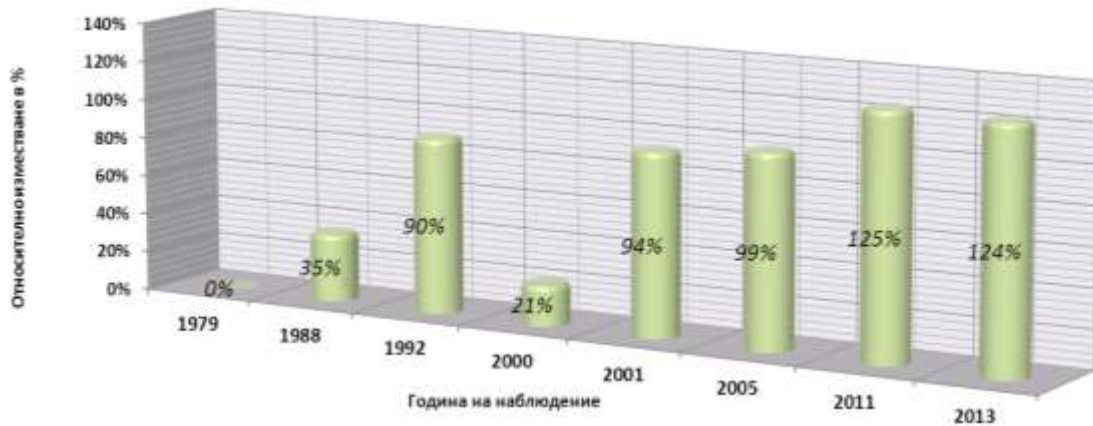
Фиг. 18. Относително изместване на центъра на масите на плаващ тръстиков остров К2, за периода на изследване 1979 – 2013 г., спрямо базовата 1979 г.

На фиг. 19. е представено изместването на центъра на плаващ остров К3 през годините. Островът е разположен в северозападната част на езерото и е сравнително малък (фиг. 11.). През 1992 г. островът не се наблюдава, поради сливането му с по-големия К5. Значително изместване на неговия център е през 1988 г. което се приема за 100%. През тази година и площта му е нараснала, спрямо 1979 г. През 2000 г. площта на острова намалява и съответно неговият център се измества с 38% спрямо 1979 г. През 2005 г. площта му намалява отново и спрямо 1979 г. и спрямо 2000 г., и центърът му се измества с 68%. През 2011 г. относителното изместване на остров К3 се е увеличило и е изчислено на 75%, а през 2013 г. достига до 95 %.



Фиг. 19. Относително изместване на центъра на масите на плаващ тръстиков остров К3, за периода на изследване 1979 – 2013 г., спрямо базовата 1979 г.

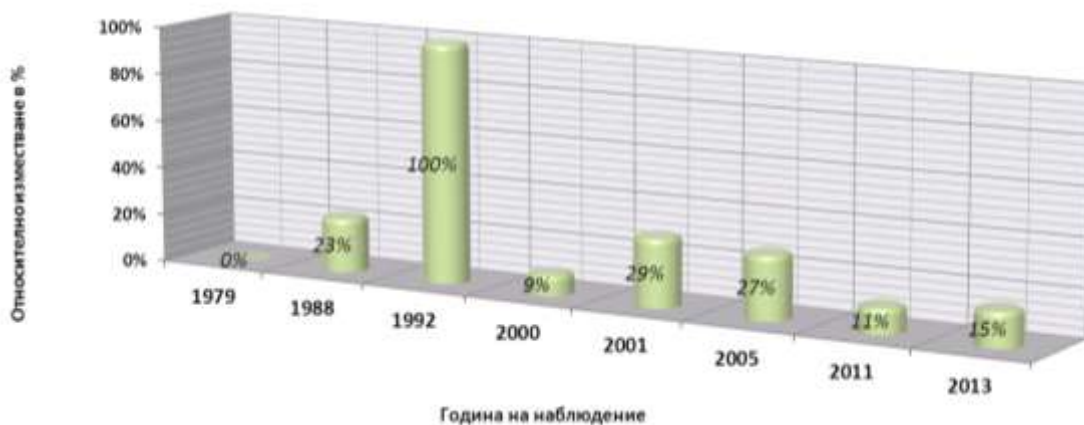
Относителното изместване на центъра на плаващ остров К4 е показано на фиг. 20. През 1988 г. изместването на центъра спрямо 1979 г. е с 35%, през 1992 г. изместването е 90%. През 2000 г. се наблюдава по-малко изместване с 21%, а през 2001 г. и 2005 г. отново е съответно 94% и 99%. През следващите две години на наблюдение, изместването на центъра на острова е достига до 125% през 2011 и 2013 г.



Фиг. 20. Относително изместване на центъра на масите на плаващ тръстиков остров К4, за периода на изследване 1979 – 2013 г., спрямо базовата 1979 г.

Фиг. 21. представя изменението на центъра на плаващия остров К5 в проценти. Значително изместване спрямо 1979 г. се наблюдава отново през 1992 г., което се приема за 100%. Това изместване е свързано и с увеличение на неговата площ. През останалите години на изследването относителните измествания на центъра са малки

През 2001 г. и 2005 г. изместването е съответно с 29% и 27% спрямо положението на острова през 1979 г. През 2011 и 2013 г. изместването на центъра е съответно 11% и 15%.



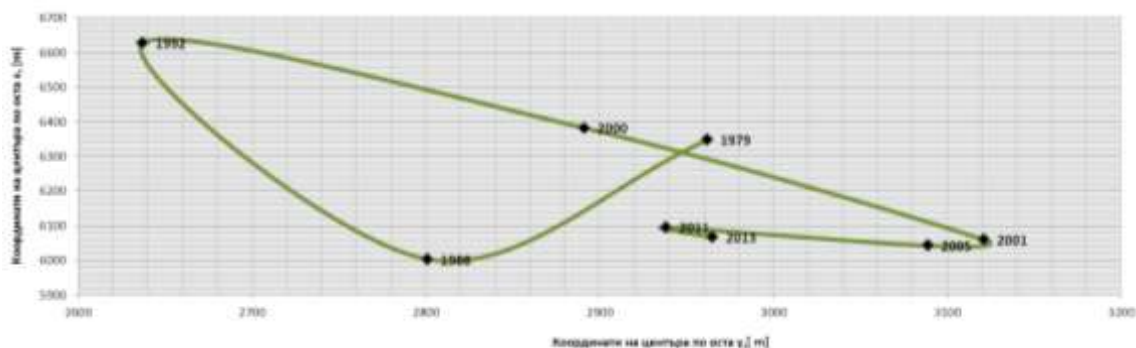
Фиг. 21. Относително изместване на центъра на плаващ тръстиков остров К5, за периода на изследване 1979 – 2013 г., спрямо базовата 1979 г.

Движението на плаващите острови може да се проследи чрез определяне на местоположението на островите по координати и определяне на техните центрове на базата на избраната методика и след това проследяване на изменението на положението на центрoвете. За тази цел се построяват графики по координатната система (x, y) в m. От тях ясно се вижда движението на островите и посоката, в която се извършва това движение през периода изследването.

Табл. 5. Изместване местоположението на центъра на плаващите тръстикови острови

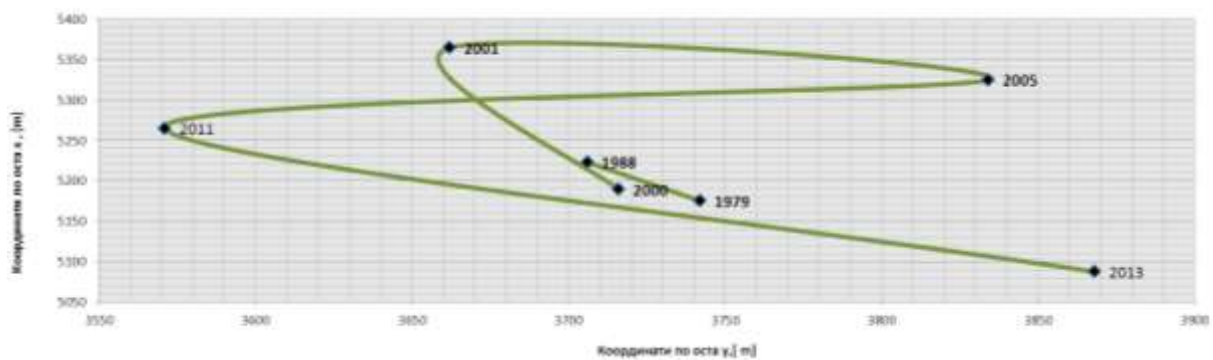
Година	Изместване на центъра на плаващите тръстикови острови, [m]				
	K1	K2	K3	K4	K5
1979-1988	150	35	130	40	60
1988-1992	180	-	-	70	150
1992-2000	250	20	65	120	200
2000-2001	200	90	50	130	200
2001-2005	40	250	50	60	150
2005-2011	150	250	110	285	80
2011-2013	30	300	40	20	40

Движението на плаващия остров K1 е показано на фиг. 22. Неговата площ е сравнително голяма в сравнение с останалите острови. От фигурата се вижда, че за периода от 1979 г. до 1988 г. островът е извършил движение в посока юг-югозапад. Това изместване на положението на центъра е със 150 m. От 1988 г. до 1992 г. също се наблюдава движение, което е в посока север-северозапад и това преместване е в рамките на 180 m. За периода 1992 г. – 2000 г. островът се е придвижил с 250 m в посока югоизток. От 2000 г. до 2001 г. изместването на центъра е с около 200 m отново в югоизточна посока, а от 2001 г. до 2005 г. отново се вижда, че има преместване с 40 m в посока запад. Изместването на центъра на плаващ тръстиков остров K1 от 2005 г. до 2011 г. е със 150 m, като движението се наблюдава към източна посока, а от 2011 г. до последната 2013 г. е извършил движение с 30 m в обратна посока – на запад.



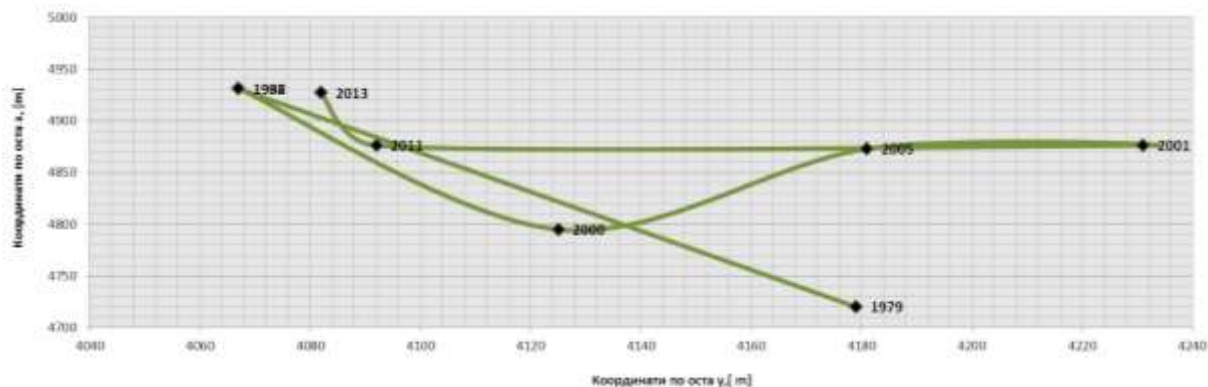
Фиг. 22. Изместване местоположението на центъра на плаващ тръстиков остров K1 за наблюдаваните години от периода 1979 – 2013 г.

На фиг. 23. може да се проследи движението на плаващ остров К2 през годините, разположен в западната част на езерото (фиг. 11.). Този остров не се наблюдава през 1992 г. За периода от 1979 г. до 1988 г. че центърът на острова се е изместил и е извършил движение в посока северозапад. Това преместване е с 35 m. От 1988 г. до 2000 г. изместването на плаващия остров е с 20 m в югоизточна посока, а от 2000 г. до 2001 г. се наблюдава движение в северозападна посока а изминатото разстояние е 90 m. За периода от 2001 г. до 2005 г. центърът на острова се измества с 200 m, но в посока към изток. От 2005 г. до 2011 г. се наблюдава значително изместване на центъра на масите на остров К2 – посока изток-североизток и е с около 250 m, а до 2013 г. се наблюдава движение на острова в обратна посока, а изминатото разстояние е изчислено на 300m.



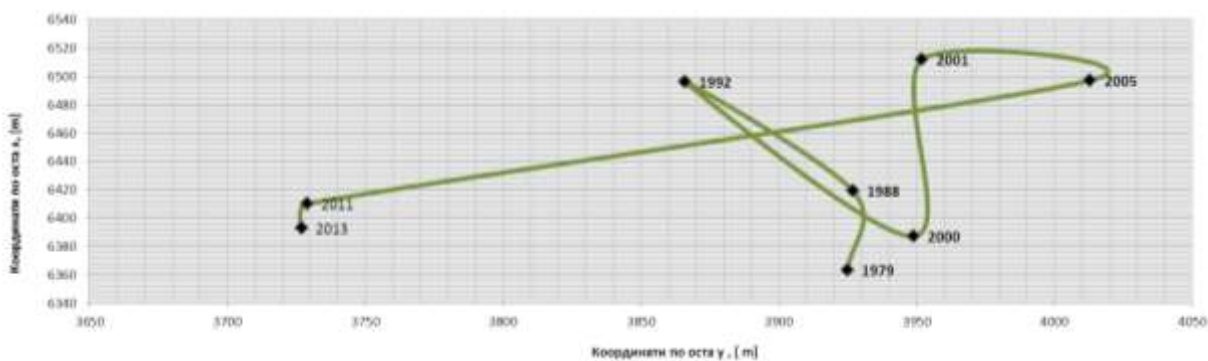
Фиг. 23. Изместване положението на центъра на плаващ тръстиков остров К2 за наблюдаваните години от периода 1979 – 2013 г.

Движението на плаващ остров К3 може да се проследи от фиг. 24. От 1979 г. до 1988 г. островът се е преместил с около 130 m в посока север-североизток. През 1992 г. този остров не се наблюдава, поради сливането му с по-големия К1. Изместването му от 1988 г. до 2000 г. е в югоизточна посока, с 65 m. За периода от 2000 г. до 2001 г. центърът на островът отново се измества с около 50 m към североизточната част на езерото и през 2005 г. посоката на движение към изток, а разстоянието на изместването е с 50 m. От 2005 г. до 2011 г. се наблюдава значително изместване на остров К3, той се премества в западна посока с 110 m. Тогава се наблюдава и разпокъсване на острова на по-малки. До 2013 г. островът се е преместил с 40 m към северната част на езерото Сребърна.



Фиг. 24. Изместване местоположението на центъра на плаващ тръстиков остров К3 за наблюдаваните години от периода 1979 – 2013 г.

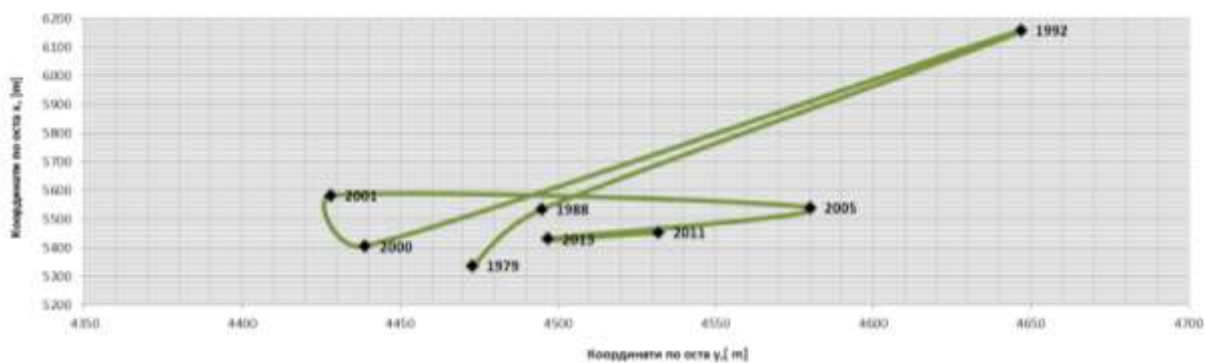
Изместване на положението на центъра на плаващия остров К4 е показано на фиг. 25, От 1979 г. до 1988 г. се установява, че центърът на острова се е изместил на север и това изминато разстояние е с около 40 m. След това, до 1992 г., също се наблюдава движение в северозападна посока, като разстоянието на което се е изместил е пак с около 70 m. От 1992 г. до 2000 г. изместването на центъра е с около 120 m, а посоката на изместването е юг-югоизток. За периода 2000 г. – 2001 г. центърът на острова се е придвижил отново в северна посока, на разстояние с около 130 m от предходната година. От 2001 г. до 2005 г. изместването е с около 60 m в посока изток. От 2005 г. до 2011 г. се наблюдава изместване на местоположението на острова – с 285 m към югозападната част на езерото, а до 2013 г. островът се измества с 20 m към южната посока.



Фиг. 25. Изместване местоположението на центъра на плаващ тръстиков остров К4 за наблюдаваните години от периода 1979 – 2013 г.

Движението на плаващ остров К5 е представено на фиг. 26. От 1979 г до 1988 г. изместването на плаващ тръстиков остров К5 е с около 60 m в северозападна посока. За периода от 1988 г. до 1992 г. центърът на острова се е изместил с 150 m, като е продължил да се движи в северозападна посока. За следващия период 1992 г. – 2000 г. изместването му е в

противоположна посока – югоизток и придвижването му се изчислява на около 200 m, а от 2000 г. до 2001 г., придвижването е в посока север, а разстоянието на изместването е с около 200 m. От 2001 г. до 2005 г. остров К5 се е придвижил на изток с 150 m, а до 2011 г. се е придвижил в обратна посока – на запад, като е извършил движение с около 80 m. За последната година на наблюдение на острова, той се е придвижил с 40 m в обратна посока – на изток.

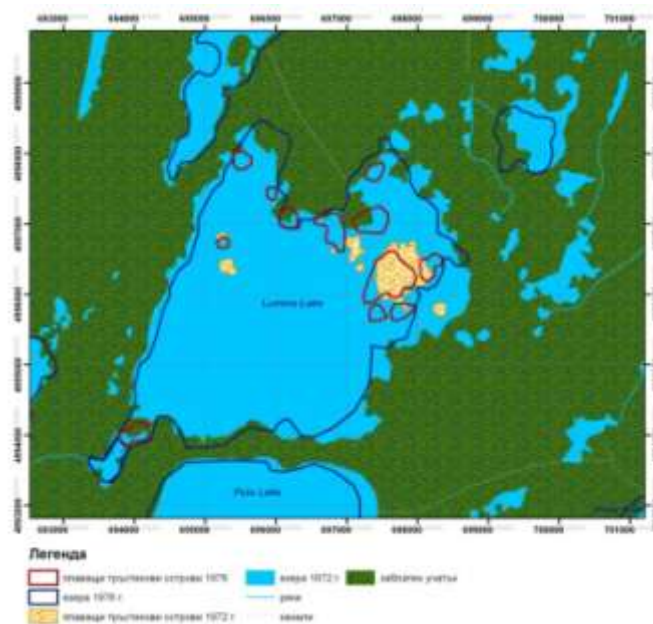


Фиг. 26. Изместване местоположението на центъра на плаващ тръстиков остров К5 за наблюдаваните години от периода 1979 – 2013 г.

5.2. АНАЛИЗ НА ПОЛУЧЕНИТЕ РЕЗУЛТАТИ ЗА ЕЗЕРОТО ЛУМИНА

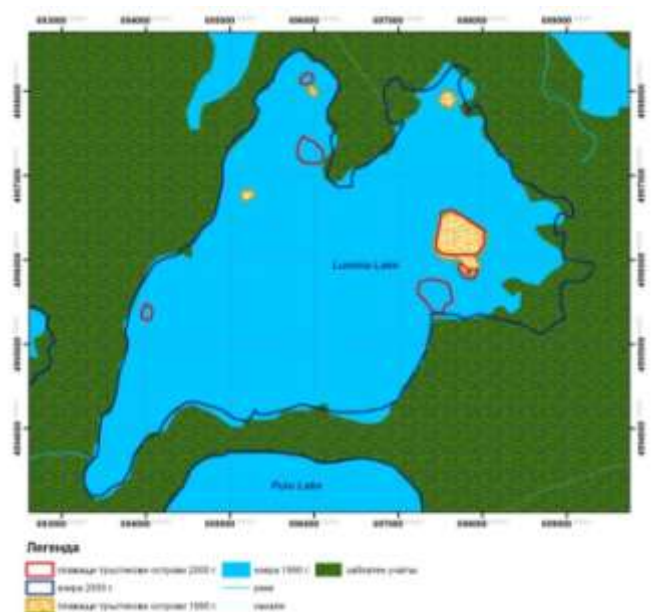
5.2.1. Сравнителен анализ на разположението на плаващите тръстикови острови по години за периода 1972-2013 г.

На фиг. 27. е сравнено местоположението на наблюдавания район през базовата година 1972 г. с това през 1976 г. През 1976 г. броят на наблюдаваните плаващи тръстикови острови се увеличава на 12, през базовата година 1972 г. са били 7. Наблюдават се островчета, които са се откъснали от бреговете на езерото Лумина, основно в северната част на езерото, също и няколко в северозападната. Площта им се увеличава през 1976 г. – от 58.81 ha през 1972 г. на 72.77 ha. Площта на езерото Лумина намалява през 1976 г. с 109.79 ha (табл. 6).



Фиг. 27. Цифров модел на границите на водното огледало на езерото Лумина и плаващите тръстикови острови в него през 1976 г. сравнено с 1972 г.

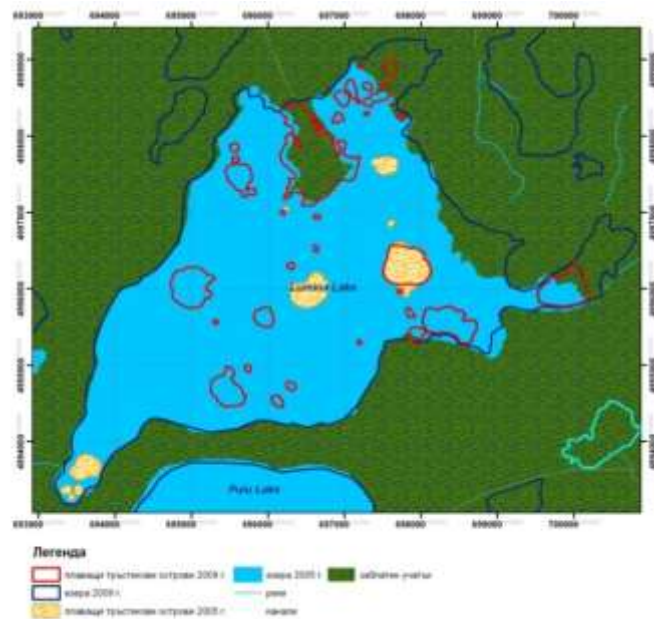
От фиг. 28 се вижда, че няма значителни промени във формата и площта на езерото Лумина, както и формата и местоположението на плаващите тръстикови острови в езерото при сравнението между двете години – 1990 – 2000 г. Площта на островите се увеличава на 47.91 ha. Формата на езерото Лумина остава почти непроменена, по-значителни промени се забелязват в североизточната част. Площта на езерото за сравнителния период от 10 години нараства до 1478.36 ha.



Фиг. 28. Цифров модел на границите на водното огледало на езерото Лумина и плаващите тръстикови острови в него през 2000 г. сравнена с 1990 г.

На фиг. 29. са представени местоположението на плаващите тръстикови острови през 2005 г. сравнено с това през 2009 г. Общата им площ от 64.78 ha за 2005 г. драстично се увеличава до 227.27 ha през 2009 г. Техният брой също се променя. През 2009 г. се наблюдават 33 плаващи тръстикови острови в езерото Лумина, сравнено с 2005 г. те са били 9. Наблюдават се няколко големи и множество по-малки острови, разположени основно в централната, северната и източната част на езерото. Следователно за периода от 2005 до 2009 г. се наблюдава разпокъсване, отделяне и движение на плаващите тръстикови острови в езерото Лумина.

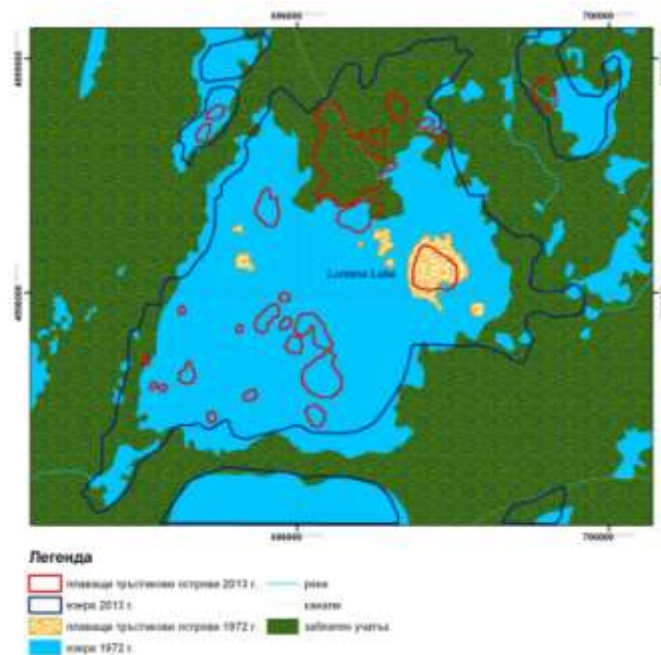
Площта на водното огледало на езерото Лумина нараства през 2009 г. на 1824.02 ha.



Фиг. 29. Цифров модел на границите на водното огледало на езерото Лумина и плаващите тръстикови острови в него през 2009 г. сравнена с 2005 г.

При сравнение на базовата 1972 г. с последната година на изследване – 2013 г. (фиг. 30.) се вижда, че през 2013 г. броят и площта на островите нараства спрямо 1972 г. – наблюдавани са 26 плаващи острова с обща площ 208.40 ha. Площта и броят им нараства спрямо базовата година. Значителна концентрация на острови се наблюдават основно в южната и северната част на езерото. Много от плаващите тръстикови острови са се образували чрез откъсване от бреговете на езерото Лумина, а някои от разкъсване на самите острови през годините, вследствие изменение нивото на водата и различни атмосферни условия.

Площта на водното огледало на езерото Лумина нараства през 2013 г. спрямо базовата година – 1716.07 ha.



Фиг. 30. Цифров модел на границите на водното огледало на езерото Лумина и плаващите тръстикови острови в него през 2013 г. сравнена с 1972 г.

5.2.2. Изследване динамиката на плаващите тръстикови острови в езерото Лумина чрез изчисляване на тяхната площ

Информация за площта и броя на плаващите острови в езерото Лумина и площта на водното огледало през изследвания период 1972 – 2013 г. е дадена в таблицата долу.

Таблица 6. Площ на плаващите тръстикови острови (ha) в езерото Лумина, площ на водното огледало (ha) на езерото, брой на плаващите тръстикови острови през изследваните години.

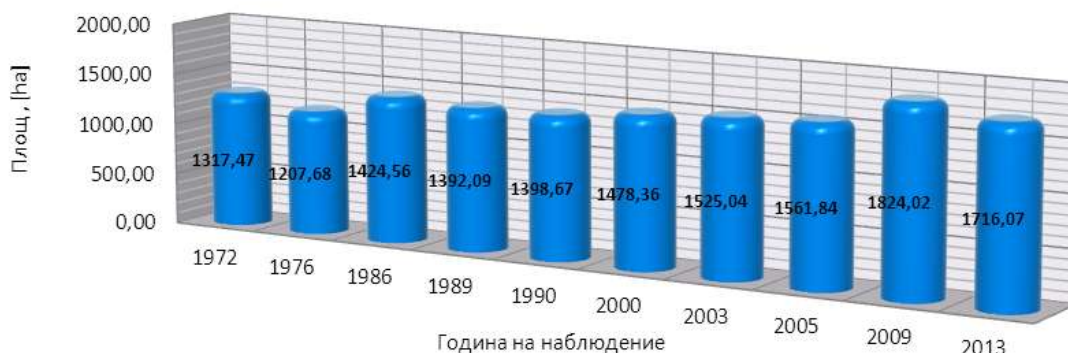
Година	Площ на водното огледало, [ha]	Площ на плаващите тръстикови острови, [ha]	Брой на плаващите тръстикови острови
1972	1317.47	58.81	7
1976	1207.68	72.77	12
1986	1424.56	41.40	10
1989	1392.09	29.81	4
1990	1398.67	33.77	4
2000	1478.36	47.91	6
2003	1525.04	40.48	2
2005	1561.84	64.78	9
2009	1824.02	227.27	33
2013	1716.07	208.40	26

От фиг. 31. се вижда, че най-голяма обща площ на плаващите тръстикови острови в езерото Лумина през годините на изследване. Най-голяма обща площ на островите се наблюдава през 2009 г. – 227.27 ha. През тази година се забелязва и увеличение на площта и броят им. Най-малка е площта им през 1989 г. – 29.81 ha.



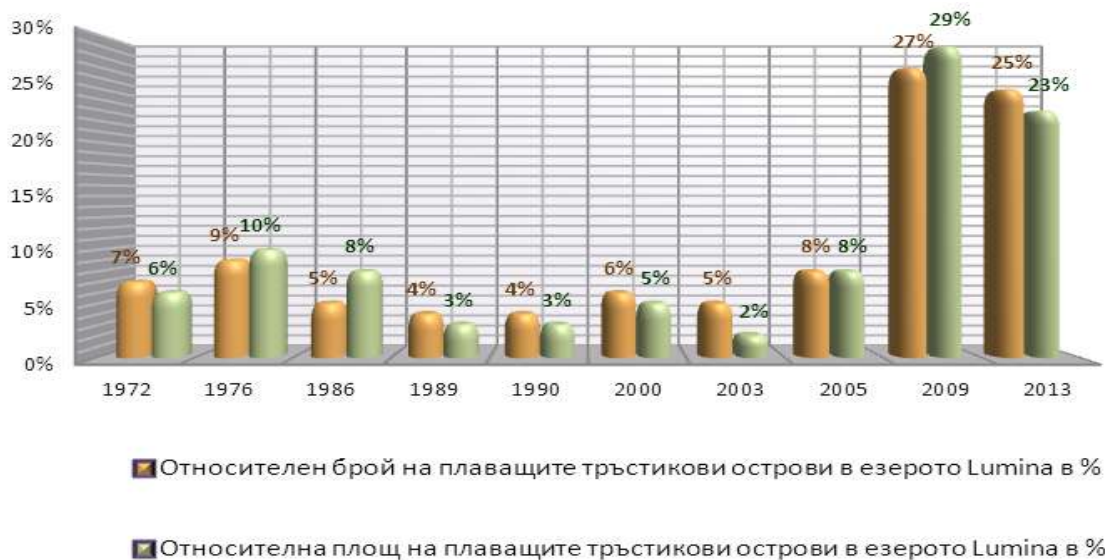
Фиг. 31. Площ на плаващите тръстикови острови през наблюдаваните години за периода 1972 – 2013 г.

От измервания на водното ниво в Делтата на Дунав от станцията в гр. Тулча от 2006 до 2009 г. в съответствие със спътникови времеви данни, е установено високо водно ниво в делтата през 2009 г. (фиг. 32), което е довело до увеличаване на площта на водното огледало на езерото Лумина. Важни външни и вътрешни годишни вариации на нивото на водата може да се наблюдава чрез анализиране на исторически водните нива и измервания на речните изхвърляния. Сезонни вариации се характеризират с максимум през април – юни и минимум през септември до ноември. Четири години са избрани за съставяне на набор от данни от дистанционно наблюдение – 2006 е една нетипична година с високо водно ниво и огромни наводнения в басейна на делтата; 2007 г. е друга нетипична година с много ниски нива на водата и без значителни наводнения; 2008 г. е една „типична“ година с ниво на водата много близко до средното; 2009 г.(фиг. 32) е една година също близо до средното и с изключение на един бърз „връх на наводнение“ регистриран през лятото (Güttler et al., 2013).



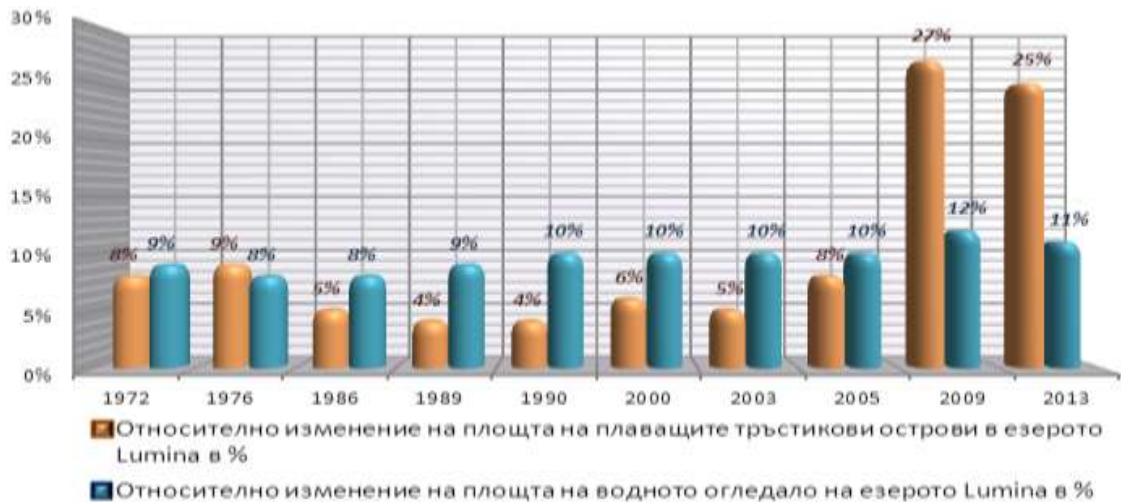
Фиг. 32. Площ на водното огледало на езерото Лумина през наблюдаваните години за периода 1972 – 2013 г.

На фиг. 33. е показано относителното изменение на площта на плаващите тръстикови острови и техния брой в езерото Лумина през изследваните години. През 1976 г. площта на плаващите тръстикови острови в езерото нараства със 10% спрямо 1972 г., техният брой също нараства с 9%. През периода 1986 г. – 2005 г. относителния брой на плаващите тръстикови острови намалява, тяхната относителна площ също намалява. През 2009 г. се наблюдава значително увеличение на броя и площта на плаващите тръстикови острови в езерото – броят им нараства с 27%, а площта с 29%. През 2013 г. процентите остават високи, със слабо намаляване, съответно относителният им брой е 25%, а площта – 23%.



Фиг. 33. Относителен брой и относителна площ на плаващите тръстикови острови в езерото Лумина в %

На фиг. 34 е показано сравнителен анализ на относително изменение на площта на плаващите тръстикови острови и площта на водното огледало на езерото Лумина сравнено по години през изследвания период 1972-2013 г. Значително относително изменение на площта на плаващите тръстикови острови в езерото Лумина се забелязва през 1976 г., изменението е с 9%, в същото време относителното изменение на площта на водното огледало на езерото е с 8%. Относително изменение на площта на водното огледало на езерото се наблюдава за периода 1990 – 2005 г. – с 10 %, като това не води до увеличение на относителното изменение на площта на плаващите тръстикови острови през същия период на изследване. През 2009 г. относителното изменение на площта на езерото е с 12 %. Тогава се наблюдава и най-голям процент на относителното изменение на площта на плаващите тръстикови острови – 27 %. Това се дължи на високото водно ниво и регистрирания пик в делтата на река Дунав, измерено през 2009 г. През 2013 г. тези проценти се запазват високи.

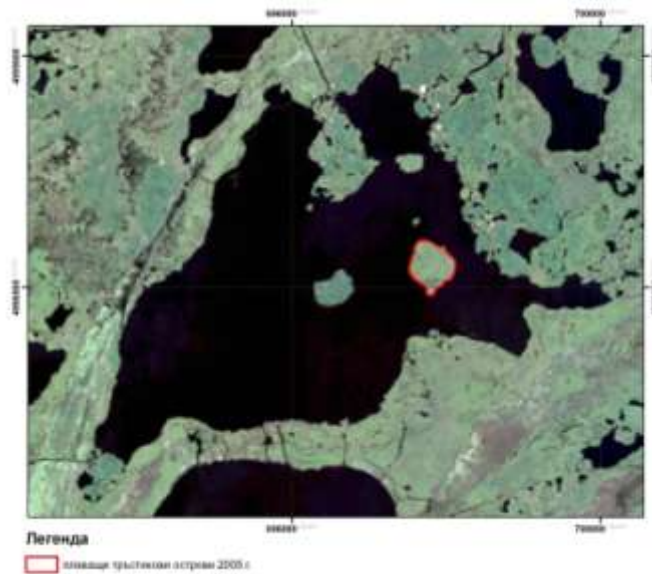


Фиг.34. Относително изменение на площта на плаващите тръстикови острови и площта на водното огледало на езерото Лумина по години

Не се наблюдава зависимост между площта на плаващите тръстикови острови и площта на водното огледало на езерото. Може да се види нарастване на площта на водното огледало, в някои случаи се наблюдава и нарастване на общата площ на плаващите тръстикови острови, но в други случаи тяхната площ намалява.

5.2.3. Изследване динамиката на един плаващ тръстиков остров, избран за модел

За да изследваме движението на плаващите острови в езерото Лумина, трябва да проследим тяхното разположение и изменение през годините, т.е. през изследвания период 1972 г. – 2013 г. За целта се избират острови, които имат сравнително постоянна форма и са ясно различни през отделните години. Тъй като динамиката на плаващите острови в езерото е много голяма през годините, (наблюдават се разкъсвания на отделни острови, откъсване от бреговете на езерото, постоянна промяна на формата и броят им) е трудно да се засекаат точно конкретни острови през всяка една от наблюдаваните години. За всички тези години на изследване, може да се регистрира само един ясно разпознаваем плаващ тръстиков остров, избран за модел, който е откриваем за всяка една от годините на наблюдение. Той е сравнително голям, с относително постоянна форма и без големи движения през годините. Разположен е в изток – североизточната част на езерото Лумина (фиг. 35).



Фиг. 35. Схема на разположението на наблюдавания плаващ тръстиков остров (модел), на базата на спътниковото изображение от Landsat ETM 2005 година

Плаващият тръстиков остров и неговите изменения в площта през годините на изследване са показани на фиг. 36 и табл. 7.

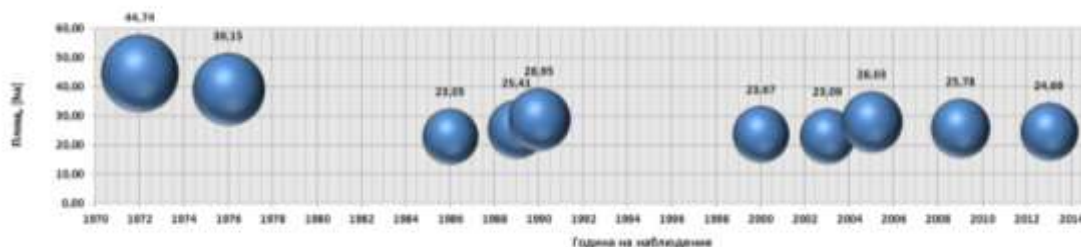
Табл. 7. Площ на плаващия тръстиков остров и коефициентът на относителната площ на местообитание спрямо водното огледало на езерото за наблюдаваните години от 1972 г. до 2013 г.



Година	Площ, [ha]	КМ %
1972	44.74	3
1976	39.15	3
1986	23.05	2
2089	25.41	2
1990	28.95	2
2000	23.67	2
2003	23.09	1
2005	28.03	2
2009	25.78	1
2013	24.69	1

Фиг.36. Цифров модел на разположението на избрания плаващ тръстиков остров в езерото Лумина през 2013 г., сравнен със неговото разположение през 1979 г.

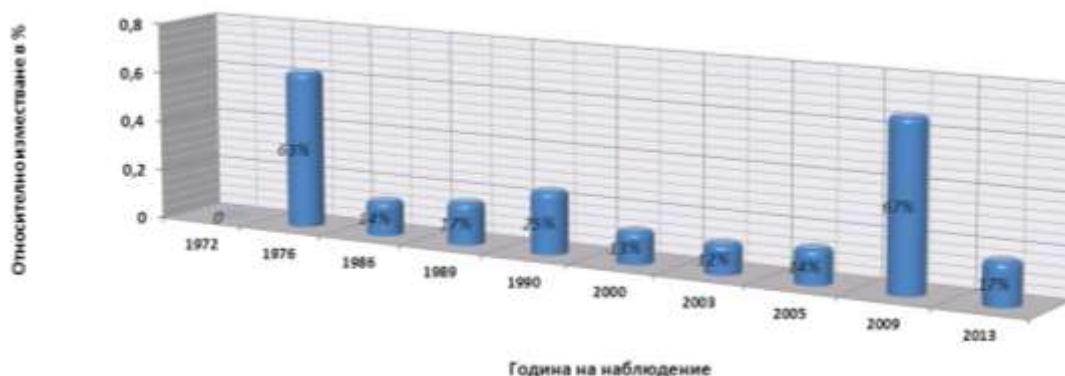
На фиг. 37. се виждат площите на плаващия тръстиков остров, избран за модел през изследваните години. Най-голяма е неговата площ през 1972 г. – 44.74 ha. През 1976 г. площта му също е голяма – 39.15 ha. През останалите години на изследване площта на плаващия тръстиков остров намалява и остава значително постоянна, като най-малка е площта му през 1986 г. – 23.05 ha.



Фиг. 37. Площ на плаващия тръстиков остров, за периода на наблюдение от 1979 г. до 2013 г.

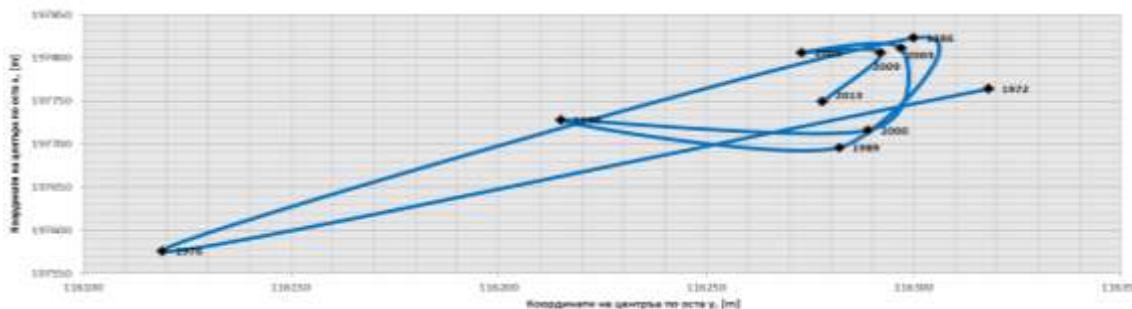
Тъй като плаващите острови представляват сложни геометрични фигури, по аналогия на метода за определяне на координатите на центъра на масите, се определят координатите на плаващите острови, като координати на центроид, като в аналитичния израз за определяне координатите, вместо маса, се използва площта.

На фиг. 38. се вижда с колко процента се е изместил центъра на плаващия остров през периода на изследването в сравнение с базовата година 1972 г., където се приема, че изместването е 0%. За 100% приемаме най-силното изместване, което се наблюдава през избрания времеви период. Най-голям процент на относително изместване на центъра на плаващия тръстиков остров се наблюдава през 1976 г. – 63% и през 2009 г. – 67%. През 2013 г. относителното изместване на острова отново намалява до 17%.



Фиг. 38. Относително изместване на центъра на масите на плаващия тръстиков остров за периода на изследване 1979 – 2013 г., спрямо базовата 1979 г.

Движението, което извършва плаващия тръстиков остров за периода на наблюдение 1972 – 2013 г., е показано на фиг. 39.



Фиг. 39. Изместване местоположението на центъра на плаващия тръстиков остров за наблюдаваните години от периода 1979 – 2013 г.

От фигурата се вижда се, че островът извършва значителни движения през годините. Най-голямо е изместването му за периода 1972 – 1976 г. – той се е придвижил към югозападна посока, разстоянието, с което се е изместил неговият център е 200 m. От 1976 г. до 1986 г. също се наблюдава значително движение е с 180 m в обратната североизточна посока. От 1986 г. до 1989 г. движението на острова е към южната част на езерото Лумина, а изместването на центъра му е с 100 m. От 1989 г. до 1990 г. плаващият тръстиков остров се е придвижил към западните брегове на езерото, изместването е с 65 m, от 1990 г. до 2000 г. за една година се е изместил отново с 70 m в източна посока. През останалия период на наблюдение на острова, не се определят големи движения, те са в рамките на 20 – 60 m през изследваните години. Последно за периода 2009 г. – 2013 г. се е придвижил в югозападна посока с 50 m.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За целите на дисертационния труд е създадена база от данни включваща:

- спътникови изображения от сензорите на спътниците Landsat, IKONOS, QuickBird, ASTER и IRS. Тези спътникови данни са с достатъчна времева продължителност, съответно 34 години за езерото Сребърна и 41 години за езерото Лумина. Това дава възможност за дългосрочно проследяване динамиката в измененията на формата, площта и местоположението на плаващите тръстикови острови;
- аерофотоизображение с много висока пространствена разделителна за езерото Сребърна, което позволява прецизиране на резултатите от изследването;
- топографски карти, първите от които са създадени в началото на XIX в. Те дават възможност за установяване на наличието на плаващи острови на един много по-ранен етап.

На базата на предложената методика на изследване динамиката в измененията на формата, площта и местоположението на плаващите тръстикови острови са получени количествени резултати за екодинамиката на местообитанията в ПР „Сребърна“ и БР „Делтата на река Дунав“.

От получените резултати върху плаващите тръстикови острови се установява изменение в площта на островите – общата площ и площта на отделните острови, в зависимост от колебанията на водните нива и степента на вълнение на езерната повърхност в езерата. Площта на плаващите тръстикови острови се увеличава при ниски водни нива, гладка водна повърхност и сливане на някои от островите, и се увеличава, в случаите на високи нива на водата в езерото, големи водни колебания и при разкъсване на островите.

Площта на плаващите тръстикови острови в езерото Сребърна варира от 89.92 ha до 507.11 ha (максимум се наблюдава през 1992 г.), а в езерото Лумина от 29.82 ha до 227.27 ha (с максимум през 2011 г.).

Въведеният коефициент на относителната площ на местообитанията спрямо централното водно огледало (КМ), показващ отношението на площта на местообитанието към площта на централното водно огледало е количествена оценка за динамиката на местообитанията. Тези резултати от изчисляването на КМ могат да се използват в плановете за управление при последващ мониторинг на местообитанията.

Изменения в характера на формата и посоката на движение на плаващите тръстикови острови носят случаен характер.

На базата на получените резултати от изследванията е установено, че доминиращият фактор в изменението площта, формата и местоположението на плаващите тръстикови острови са колебанията на водните нива в езерата Сребърна и Лумина.

БИБЛИОГРАФИЯ

Директива 2009/147/ЕО относно опазването на дивите птици (Директива за птиците)

Директива 92/43/ЕИО за опазване на природните местообитания

Заповед № РД-367/ 15.10.1999 г. на Министъра на околната среда и водите за прекатегоризиране в ПР „Сребърна“

Заповед № РД-958/ 11.12.2001 год. на Министъра на околната среда и водите за утвърждаване на ПУ на ПР Сребърна (обн. ДВ, бр. 16/12.02.2002 г.)

Иванова И, Недков Р., Мичев Т., Камбурова Н., 2007. Изследване динамиката на плаващите острови на територията на ПР „Сребърна“ на базата на аерокосмическа, GPS и наземна информация, Екологично инженерство и опазване на околната среда, книжка 3-4, с. 19-29

- Мешинев Т., Апостолова И., Василев П., Ганева А., Георгиев Н., 1993. Екология на растителните съобщества. Национална стратегия за опазване на биологичното разнообразие. Основни доклади. Сакалян, М. (ред.). Т. 1. С., ППБР, с. 125 – 148
- Мичев Т. и др., 2002. Картографиране на влажните зони в България с помощта на спътникови снимки и ГИС, Международен симпозиум „Пространствена информация-технологии за нейното осигуряване, обработка и ефективно използване, София, България, с. 149-160
- Мичев Т., Симеонов П., Камбурова Н., Тодоров Е., Дулев Г. 2012 г., ПЛАН ЗА ДЕЙСТВИЕ за опазване на къдроглавия пеликан (*Pelecanus crispus*) в България 2013-2022 г., Утвърден със заповед: рд - 888/28.11.2012 г. на министъра на околната среда, с. 39-50
- Мичев Т., Куцаров Й.. 2007. Къдроглав пеликан *Pelecanus crispus*. – В: Янков, П. (ред.). Атлас на гнездящите птици в България, Българско дружество за защита на птиците, Природозащитна поредица, 10, 62-63 (на бълг. и англ. език).
- Модев С. 1994. Хидрологични аспекти на възстановяването на ПР «Сребърна». В: Устойчиво използване на земята и управление на водните ресурси във водосбора на ПР «Сребърна». Семинар, октомври, 1994г, Силистра, 107-138
- Янчев В., Иванова И., Недков Р., 2011. Съвременен състояние на БР “Делтата на река Дунав” на базата на спътникови и GPS данни, Екологично инженерство и опазване на околната среда, книжка 1/2011, с. 4-11
- Covaliov S., Doroftci M., Hanganu J , 2010, Danube Delta Biosphere Reserve (D.D.B.R.): Reed dynamics within actual context. AES Bioflux Volume 2, Issue 1, 2(1):44-79.
- Devilliers P., Devilliers-Terschuren J. 1996. A classification of Palearctic habitats. Council of Europe, Strasbourg: Nature and environment, No 78, Council of Europe, Strasbourg, 9-35
- Drost, H.J. & R. Stiuca 1998. Annual Report 1997, concerning the co-operation between the Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment RIZA of the Directorate General for Water management, Transport and Public Works of the Netherlands, the Danube Delta Biosphere Reserve Authority and the Danube Delta Institute, Tulcea, Romania. RIZA Work Document 98.046X. Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment RIZA, Lelystad.
- Hanganu J., 1995-2002 ,Studies to evaluating natural resources of the R.B.D.D. territory, studies made in I.N.C.D.D.D., Tulcea, 65-80
- Hanganu J., Dubyna D., Zhmud E., Grigoraş I., Menke U., Drost H., Ştefan N., Sârbu I., 2002 Vegetation of the Biosphere Reserve Danube Delta – with Transboundary Vegetation Map on a 1 : 150.000 scale. Danube Delta National Institute, Romania; M. G. Kholodny – Institute of Botany & Danube Delta Biosphere Reserve, Ukraine and RIZA, The Netherlands. RIZA report 2002.049, Lelystad.

- Hanganu, J., M. Gridin, H.J. Drost, T. Chifu, N. Stefan & I. Sarbu 1994. Explanation to the vegetation map of the Romanian Danube Delta Biosphere Reserve 1:150000. Danube Delta Institute, Institute for Biology Iasi and Directorate General for Water Management, Transport and Public Works. Flevovericht No.356. Rijkswaterstaat Directorate Flevoland, Lelystad.
- Hartley A. C., 1886, Map of the Danube and her branchline between Brăila and the Sea, European Commission of Danube
- Ivanova I, Nedkov R., 2012. Estimation of the dynamic of floating reed islands in the territory of Lumina lake in the Lake complex Rosu-puiu-lumina in Danube Delta biosphere reserve, using aerospace and GPS data in the period 1972 – 2009, *Екологично инженерство и опазване на околната среда*, книжка 2/2012, с.21-26, ISSN 1311 – 8668
- Ivanova I., Nedkov R., 2010. Actual State of Danube Delta Biosphere Reserve, using Aerospace and GPS Data, EARSEL2010, UNESCO, Paris, p.207 – 214
- Ivanova I., Nedkov R., 2010. Actual State of Danube Delta Biosphere Reserve, using Aerospace and GPS Data, EARSEL2010, UNESCO, Paris, p.207 – 214
- Marinov M. & D. Hulea 1996. Dinamica coloniilor mixte de cormorani si stârci din Delta Dunării, in perioada 1959-1995. *Analele științifice ale Institutului Delta Dunării*, Tulcea-1996: 211-226.
- Michev T., B. B. Georgiev A., Petrova V. & Stoyneva M. P. (Eds), 1998. Biodiversity of the Srebarna Biosphere Reserve. Checklist and bibliography. Sofia: Co-published by Context & Pensoft, ivx + 130 pp.
- Michev T., Stoyneva M. (eds). 2007. Inventory of Bulgarian Wetlands and their Biodiversity. Publ. House Elsi-M, Sofia, 364 pp. + CD supplement
- Munteanu D., Papadopol A. & Weber P., 1994. Atlasul provizoriu al păsărilor clocitoare din România. Publicat, ii S.O.R. 2: 23-8.
- Munteanu V. (2004) 'The role of communication and public awareness in the integrated management of Danube Delta reserve authority', *Journal of science communication*, 3, 3: 1-6
- Navodaru I., Poruncia A., Bozagievici R., Bota D., 2007, DANUBE DELTA BIOSPHERE RESERVE, Danube Delta National institute for R&D, Project title: Governance and Ecosystems Management for the CONservation of BIODiversity, GEM-CON-BIO, no: 028827, p. 7-11
- Nedkov R. et al, 2001. Preparation of land cover database of Bulgaria through remote sensing and GIS, FAO of UN, Rome
- Nedkov R. et al, 2005. Viewing Geometry Model Evaluation for Spaceborne Pushbroom Imagery, 2nd International Conference on Recent Advances in Space Technologies, Istanbul, Turkey, p. 540 - 545

- Oosterberg W. et al. 1997. Survey of the trophic state of selected Danube Delta Lakes, summer 1996. Work Document 97 - 168X. Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment RIZA, Lelystad.
- Paspaleva M., Kiss J.B., Taşpeanu M., 1985. Oiseaux coloniaux dans le Delta du Danube. *Trav. du Mus. d' Hist. Nat. "Gr. Antipa"*. 26: 289 - 304.
- Platteeuw M., Botond Kiss J., Zhmud M. Ye., Sadoul N., Colonial waterbirds and their habitat use in the Danube Delta, RIZA rapport 2004, 002,
- Platteeuw M., Kiss J. B., Zhmud M. Ye., Sadoul N., 2004, Colonial waterbirds and their habitat use in the Danube Delta as an example of a large-scale natural wetland, Ministry of Transport, Public Works and Water Management, Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment, RIZA rapport.002, p. 17-22, 47-65
- UNESCO-MAB Biosphere Reserves Directory, 1998. Reserve Srebarna, WDPA ID2049, <http://www.protectedplanet.net/>
- UNESCO-MAB Biosphere Reserves Directory, 1998. Biosphere Reserve Information, Danube Delta, WDPA ID67749, <http://www.protectedplanet.net/sites/67749>
- Uzunov, Y., B.B. Georgiev, E. Varadinoiva, N. Ivanova, L. Pehlivanov, V. Vasilev (Editors) 2012. Ecosystems of the Biosphere Reserve Srebarna Lake. Sofia, Professor Marin Drinov Academic Publishing House, vi+218 pp.
- Vasilev V.P., Kalchev R.K., Diadovski I.K., Kalcheva H., Ivanova I.B., Filkova R.P., 2012. Spatial and temporal morphometric changes, Ecosystems of the Biosphere Reserve "Srebarna Lake", Sofia, 2012, Prof. Marin Drinov Academic Publishing House, p. 185-196
- Zhmud M.Ye., 1999. The present-day conditions of the wetlands in the Ukrainian Danube Delta. In: H.J. Nijland (ed.) *Dealing with nature in deltas. Proceedings Wetland Management Symposium*, Lelystad, The Netherlands 1998. RIZA Report 99.011. Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment RIZA, Lelystad.

ПРИНОСИ НА ДИСЕРТАЦИОННИ ТРУД

1. В дисертационния труд за първи път е изследвана динамиката на плаващите тръстикови острови в ПР „Сребърна“ и езерото Лумина в БР „Делтата на река Дунав“ чрез използването на спътникови изображения за достатъчно продължителен времеви период. Създадена е база от данни за провеждане на научното изследване, осигуряваща провеждане на изследванията за времеви периоди от 1979 г. до 2013 г. за езерото Сребърна и от 1971 г. до 2013 г. за езерото Лумина. Открити са и са представени топографски карти от 1877 г., 1901 г. и 1914 г. за езерото Сребърна и езерото Лумина в делтата на река Дунав.
2. Разработена е методика, с помощта на която е извършено количествено и качествено определяне на екологичния модел за изменението на плаващите тръстикови острови като местообитания не само като движение, но и като площ и форма. Генерирани са цифрови модели на водните огледала на езерата и векторни слоеве на плаващите тръстикови острови за различните времеви периоди от 1972 г. до 2013 г.;
3. За определяне на координати на местоположението на плаващите тръстикови острови, които представляват сложни геометрични фигури, е използван метод, аналогичен на метода за определяне центъра на масите, като вместо маса се използва площта. На базата на този метод са получени конкретни резултати, отразяващи екодинамиката на местообитанията.
4. Предложеният метод за определяне на координатите дава възможност да се проследят всички възможни случаи на движение (абсолютно и относително) едновременно. Проследяването на динамиката на плаващите тръстикови острови има съществено значение за проследяване динамиката на специфични местообитания за гнезденето на световно застрашени видове птици, разпространени като гнездящи видове в Европа единствено в БР „Делтата на река Дунав“ в Румъния и ПР „Сребърна“ в България.
5. Резултатите от дисертационната работа могат да се използват при последващ мониторинг и при разработването и актуализацията на плановете за управление на резерватите, както и при различни научни изследвания.

ПУБЛИКАЦИИ НА АВТОРА, СВЪРЗАНИ С ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

1. Vasilev V.P., Kalchev R.K., Diadovski I.K., Kalcheva H., Ivanova I.B., Filkova R.P., 2012, Spatial and temporal morphometric changes, Ecosystems of the Biosphere Reserve "Srebarna Lake", Sofia, Prof. Marin Drinov Academic Publishing House, p. 185-196
2. Ivanova I, Nedkov R., 2012, Estimation of the dynamic of floating reed islands in the territory of lumina lake in the Lake complex rosu-puiu-lumina in Danube Delta biosphere reserve, using aerospace and gps data in the period 1972 – 2009, Екологично инженерство и опазване на околната среда, книжка 2/2012, с.21-26, ISSN 1311 – 8668
3. Янчев В., Иванова И., Недков Р., 2011, Съвременно състояние на Биосферен резерват “Делтата на река Дунав” на базата на спътникови и GPS данни, Екологично инженерство и опазване на околната среда, книжка 1/2011, с. 4-11
4. Ivanova I., Nedkov R., 2010, Actual State of Danube Delta Biosphere Reserve, using Aerospace and GPS Data, EARSEL2010, UNESCO, p.207 – 214
5. Ivanova I., Nedkov R., Michev T., Kamburova N., 2009, Estimation of the dynamics of floating islands in the territory of Sreburna Lake, situated in the territory of Bulgaria, using aerospace and GPS data in the period 1979 – 2005, RAST2009, p.259-264
6. Иванова И., Недков Р., Мичев Т., Камбурова Н., 2007, Изследване динамиката на плаващите острови на територията на поддържан резерват „Сребърна” на базата на аерокосмическа, GPS и наземна информация, Екологично инженерство и опазване на околната среда, книжка 3-4/2007, с. 19-29