

ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ – ВАРНА

Мирослава Дамянова Робинсон

**ОПТИМИЗИРАНЕ НА УПРАВЛЕНИЕТО НА МОРСКИ
БРЕГОВИ МАКРООТПАДЪЦИ ПО БЪЛГАРСКОТО
ЧЕРНОМОРСКО КРАЙБРЕЖИЕ**

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

**на дисертация за получаване на образователна и
научна степен “доктор”**

**по докторска програма „Системи и устройства за опазване на
околната среда“
към професионално направление 5.5. „Транспорт, корабоплаване и
авиация“**

Научен ръководител: доц. д-р Даниела Тонева

Рецензенти:

1.

2.

Варна, 2026 г.

Дисертационният труд е обсъден на 20.01.2026г. в катедра “ „Екология и опазване на околната среда ” и насочен за защита.

Докторантът работи в катедра “Екология и опазване на околната среда ”

Автор: Мирослава Дамянова Робинсон

Заглавие: Оптимизиране на управлението на морски брегови макроотпадъци по българското Черноморско крайбрежие

ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ – ВАРНА

Мирослава Дамянова Робинсон

**ОПТИМИЗИРАНЕ НА УПРАВЛЕНИЕТО НА МОРСКИ
БРЕГОВИ МАКРООТПАДЪЦИ ПО БЪЛГАРСКОТО
ЧЕРНОМОРСКО КРАЙБРЕЖИЕ**

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

**на дисертация за получаване на образователна и
научна степен “доктор”**

Варна, 2026 г.

Дисертационният труд съдържа 158 страници, включително 72 фигури, 50 таблици, няма приложения, оформени в 3 глави, заключение, общи изводи, научно-приложни приноси, списък с използваните термини и съкращения, списък с публикациите на автора, и списък на използваната литература от 213 заглавия, от които 32 на кирилица и 181 на латиница.

Защитата на дисертационния труд ще се състои на от ч. в на открито заседание на жури, сформирано със заповед на Ректора №. /. . . . г. Материалите по защитата (дисертация, рецензии и становища) са на разположение на интересувашите се в Докторантския център ,стая 318 НУК

ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСЕРТАЦИЯТА

Актуалност на проблема: Актуалността на темата произхожда от глобалния характер на замърсяването с морски отпадъци и неговата значимост в екологичен, икономически и социален план. Недостатъчната степен на разработване на системите за управление на морските брегови макроотпадъци, включително в България предопределя обективната необходимост от реализация на настоящото научноприложно изследване.

Цел и задачи на дисертацията. Основната цел на изследването е да се идентифицират и изследват възможностите за подобряване на системата за мониторинг и управление на морските брегови отпадъци в България, и да се предложи комплекс от мерки за оптимизация на управлението на морски брегови макроотпадъци по българското Черноморско крайбрежие. За постигането на целта са поставени следните задачи:

1. Да се оцени актуалното натоварване с морски макроотпадъци по българското Черноморско крайбрежие, включително по отношение на разпространение, акумулация и състав на отпадъците.

2. Да се идентифицират и анализират ключовите фактори, определящи натоварването, разпространението и акумулацията на морските отпадъци, отложени по българското Черноморско крайбрежие и да се оцени тяхната значимост.

3. Да се оцени сезонната динамика на акумулация на морски брегови макроотпадъци по основни групи материали в експериментален полигон „Орлово блато“ след провеждане на едногодишен конвенционален мониторинг.

4. Да се оцени състоянието на експерименталния полигон по отношение замърсяването с морски отпадъци при отчитане плътността на отложените морски отпадъци.

5. Да се тества наблюдението и отчитането на натоварването с морски отпадъци чрез безпилотен летателен апарат (БЛА) и да се оцени пригодността на метода за целите на националния мониторинг на морските брегови отпадъци.

6. Да се идентифицират и анализират възможностите за оптимизиране на системата за управлението на морските отпадъци в България с акцент върху оптимизацията на подсистема „Мониторинг на морски брегови макроотпадъци“.

7. Да се представи комплекс от мерки за оптимизация на управлението на морски брегови макроотпадъци по българското Черноморско крайбрежие.

Обект и предмет на изследване: Обект на изследването са морски макроотпадъци отложени по брегови и плажни ивици. Предмет на

изследването са процесите, методите и инструментите за мониторинг и управление на морски отложени по брегови и плажни ивици.

Методи на изследване: За постигане на научноизследователската цел се използват системен и аналитичен подход. Прилагат се методи *in situ* и лабораторно-аналитични дейности при провеждане на 4-сезонен мониторинг на морските отпадъци в избран експериментален полигон, както и наблюдения с дрон. При обработката на получените резултати се използват анализ и синтез, както и ретроспективен и сравнителен анализ.

Място на изследване: Изследванията са проведени в експериментален полигон „Орлово блато“ от плажна ивица „Дуранкулак - Крапец“ и в лабораторния комплекс на Технически университет - Варна.

Научна новост на изследването: Като научна новост може да се определи извършването на едногодишно изследване *in situ* на морските брегови отпадъци при отчитане на сезонната динамика в изменението на площта на пясъчната ивица, както и верификацията на приложимостта на дрон - технологиите в мониторинга на морските брегови отпадъци.

Практическа ценност на изследването: Практическата полезност и приложимост се изразява основно в представеният комплекс от мерки за оптимизиране на управлението брегови макроотпадъци по българското Черноморско крайбрежие.

Апробация на изследването: Основните резултати от изследванията са докладвани и публикувани в 4 научни форуми и издания:

1. 15th International Scientific Practical Conference „Environment. Technology. Resources“, гр. Велико Търново, 27-28 юни 2024г., Национален военен университет „Васил Левски“.
2. Международната научна конференция „УНИТЕХ 2024“, гр. Габрово 21-22.11. 2024 г. в Технически университет - Габрово.
3. 16th International Scientific and Practical Conference “Environment. Technology. Resources”, RTU Rezekne Academy, Резекне, Латвия – 19-20 юни 2025 г.
4. XXIX Научна конференция Науката в служба на обществото - 2025“, Месец на науката - 2025, секция „Технически науки“, 31 октомври 2025 г. ”, Технически университет – Варна.

Публикации по дисертационния труд: Основните етапи от разработването на дисертационния труд са отразени и представени в 4 научни публикации, списък на които е приложен в края на автореферата.

СЪДЪРЖАНИЕ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Глава 1 Морски отпадъци. Управление на морските отпадъци

1.1. Морски отпадъци.

Разпространението и акумулацията на морски отпадъци във всички части на Световния океан вече са признати от научната общност и световната общественост за значим екологичен проблем с ясно изразени здравни, социални и икономически аспекти. За това свидетелстват многобройните опити за дефиниране на термина „Морски отпадъци“ от организации като Организацията на обединените нации (ООН). Съгласно Програмата за околна среда на ООН морските отпадъци са дефинирани като *предмети или остатъци от продукти, произведени или използвани от човека, умишлено изхвърлени в морета, реки и по плажни ивици, внесени в морските басейни чрез речен вток, канализации или въздушен пренос, включително изгубени или умишлено изоставени риболовни съоръжения и товари*. [197.]. Това определение е показателно за взаимовръзката и взаимозависимостта между социално-икономическото развитие и нарушаването на екологичния баланс в глобален мащаб.

На европейско ниво морските отпадъци са дефинирани с Рамковата директива за морска стратегия 2008/56/ЕО [75], която изисква от европейските държави-членки да разработят морски стратегии, водещи до програми от мерки за постигане или поддържане на добро състояние на околната среда в европейските морета.

В българското законодателство РДМС 2008/56/ЕО е транспонирана чрез Наредба за опазване на околната среда в морски води (НООМСВ) [16], която установява компетенции на отговорните институции и сроковете за изпълнение на националните ангажменти. *Въпреки това в националното законодателство на България, както и в подзаконовите нормативни актове терминът „морски отпадъци“ не е определен, което създава обективен проблем в управлението на морските отпадъци*.

Налице са следните общи елементи в дефинирането на понятието морски отпадъци по отношение произхода, състава и постъпването им в морската околна среда:

- Морските отпадъци са устойчиви, произведени или преработени твърди материали в резултат от дейността на човека;
- Постъпване в морската околна среда - предмети и остатъци от тях внасяни директно или индиректно чрез речен вток, канализации, въздушен пренос или морски дейности изхвърлени, изоставени или попаднали в морската и крайбрежната среда, независимо от намерението - умишлено или по непредпазливост.

1.2. Класификация на морските отпадъци

Морските отпадъци са изключително разнообразни, с различен произход, различна химична същност, реактивоспособност, устойчивост, габарити и т.н. Част от тези отпадъци носят характеристиките на опасни отпадъци. Имайки предвид разнообразието на отпадъците, обединени под общото наименование „морски отпадъци“, независимо от избраната за прилагане дефиниция, се очертава обективната необходимост от тяхната класификация, категоризация и инвентаризация. При това могат се използват различни **класификационни признаци** като: *Място или позиция на откриване или отлагане на отпадъка; Основен материал и/или състав на отпадъка; Размери; Произход на отпадъците; Първоначално предназначение на изделията, от които произхождат отпадъците; Опасност на отпадъка.*

Според *мастото на отлагане и/или откриване*, морските отпадъци се класифицират в три основни категории: *брегови (плажни) отпадъци* – отложени на брега, по плажовете и/или брегови ивици; *плаващи* по повърхността и във водният стълб; *отложени на морското дъно.*

В зависимост от **основен материал и/или състав на отпадъка**, могат да се разграничат следните групи морски отпадъци: *Морски отпадъци от изкуствени полимерни материали (пластмасови морски отпадъци); Морски отпадъци от метал и метални сплави; Морски отпадъци от стъкло; Морски отпадъци от порцелан и керамика; Морски отпадъци от дървен материал; Морски отпадъци от хартия и картон; Морски отпадъци от гума и каучук; Морски отпадъци от текстил; Морски композитни отпадъци.* Класификацията на морските отпадъци в зависимост от състава варира по отношение на основните групи материали. На европейско ниво страните-членки са определили и приели стандартизирана система за класификация на отпадъците, в съответствие с видовете отпадъци, открити на регионално ниво: [75, 81, 92, 112]: Изкуствени полимерни материали; Метал; Стъкло и керамика; Обработен дървен материал; Хартия и картон; Каучук и гума; Плат/Текстил; Неидентифицирани отпадъци.

В зависимост от *размера* на морските отпадъци, общоприетата категоризация е следната [63, 81, 92, 112]: *Макроотпадъци* – размер над 25 mm, без определена горна граница; *Мезоотпадъци* - размери от 5 до 25 mm; *Микроотпадъци* – под 5 mm в максималната им дължина, без определена долна граница.

Най-общо според класификационният критерий „*произход на отпадъка*“, морските отпадъци могат да се обособят в следните категории: *Морски отпадъци с произход от дейности, базирани на сушата; Морски отпадъци с произход от дейности, базирани в*

морската среда; Морски отпадъци с космически произход. Доколкото значимостта на последната посочена категория отпадъци е пренебрежима в световен мащаб, то тази класификация най- често се редуцира до първите две категории.

Унифицираните основни категории и подкатегории [63] осигуряват йерархична система, общи критерии и сравними оценки за всички региони в различните части на морската среда. Всяка една от посочените по-горе основни групи има потенциал да създава проблем в морската околна среда, но пластмасите поради тяхната специфика, са най-разпространеният елемент на морските отпадъци [70, 163, 168, 210, 212].

В зависимост от това дали морските отпадъци притежават опасни физични и химични свойства, те могат да се класифицират като „опасни отпадъци“.

1.3. Източници и ефекти от замърсяването с морски отпадъци

Генезисът на проблема „замърсяване с морски отпадъци“ е наложен в световен мащаб стил на производство и потребление, характеризиращ се със свръхпроизводство и консуматорско потребление, кратък срок на ползване на продуктите и занижено внимание към фазата „отпадък“ на маркетинговите единици. Практически всяка стопанска и обществена дейност може да се разглежда като източник на замърсяване с отпадъци.

Най- значимите източници на замърсяване - дейности, базирани на сушата са следните: туризъм и рекреация, управление на отпадъците, индустрия, строителство, домакински и битови дейности на населението, пристанищни дейности.

Източници от морскобазирани дейности са: морски транспорт, рибарство и аквакултури, морски спортове и рекреационни дейности на море, добив на подземни богатства в офшърната зона.

Според [197] до 80% от морските отпадъци са с произход от наземнобазирани дейности, а морските дейности са едва 20%.

В научната литература въпросът за присъствието на морски отпадъци с различен произход и характер първоначално се появява през втората половина на 60-те години на XX век. През 70-те год. на миналия век за първи път се привеждат научни доказателства за негативни ефекти оказвани от морски отпадъци върху различни биологични видове. В периода от 1970 до 1990 г. се натрупват данни от различни проучвания върху морските птици, недвусмислено доказващи, че поглъщането на пластмаси от морските птици не е изолиран инцидент, който може да се обясни с видова специфика, а е масово явление сред морските птици, често водещо до ранна смъртност и в популационен план – до намаляване

на тяхната преживяемост. Негативното въздействие се дължи на синтетични полимерни отпадъци които се натрупват в храносмилателният тракт на птиците, нарушават процеса на хранене, предизвикват запушване, а често дори смърт. [168, 169].

Въздействията върху морската среда варират от физическо или химическо увреждане на морската биота до необратими ефекти върху биоразнообразието и функционирането на екосистемите [52.]; [85, 86, 121]. Дълбоководните акватории са крайната точка за акумулация на морски отпадъци с антропогенен произход. Изследванията на [111] констатираха замърсяване с морски отпадъци на дълбочина над 5000 m в Средиземно море. Резултатите отчитат, че 88% от идентифицираните отпадъци принадлежат към от групата на изкуствените полимерни материали. Морските отпадъци във водния стълб се транспортират чрез теченията, като отлагането им на дъното е функция на силата на течението и скоростта на потъване. Процеса на обрастване от морски организми повишава плътността им и благоприятства потъването, фрагментирането и утаяването на морското дъно. Негативните ефекти от замърсяването с морски отпадъци са класифицирани в две основни категории - абиотични и биотични. Наличието на големи количества дънни морски отпадъци води до физични изменения на бентосните хабитати и обрастване, т.е. превръщат се в неразделна част от екосистемата. Антропогенните отпадъци покриват дъно, рифове и полета с морски тревы, което води до деградация на хабитати и загуба на биоразнообразие [155]. Плътни слоеве от отпадъци на морското дъно също могат да са фактор, възпрепятстващ *обмяната на газове и вещества между придънния воден слой и седиментите, което нарушава биогеохимичните цикли.* [106].

Морските отпадъци натрупани на бреговете плажни ивици могат не само да *отнемат от естетическия им вид*, имат потенциала да *променят ландшафта* (при екстремни отлагания на морски отпадъци), дънните природни местообитания и др, и да *затруднят обмяната на седименти*. Твърдите отпадъци, попаднали в морска среда чрез речен вток или ветрови транспорт, са изложени на различни въздействия [94, 72, 207], които са категоризирани в три основни групи: физико- механични, химични и биологични.

1.4. Ключови фактори, определящи разпространението и акумулацията на морските отпадъци

Ключовите фактори, определящи разпространението и акумулацията на морските отпадъци са разграничени в две основни групи – *характеристики на отпадъците и условия на средата* (природни и антропогенни).

Естеството и характеристиките на отпадъците - състав, размер, форма, контактна повърхност, порьозност, тегло и относително тегло, плавурист, устийчност, място на освобождаване, определят в голяма степен възможностите за пренос на замърсителите и предопределят тяхното разпространение и натрупване на сушата, и в морските пространства.

Условията на средата, които следва да се разглеждат като ключови фактори за акумулиране и разпространение на морските отпадъци, класифицирани в четири основни категории, са представени схематично на фиг. 1.

Въведените четири основни категории фактори - метеорологични, хидрологични, геоморфологични и антропогенни условия, съвместно оказват въздействие върху разпространението и акумулацията на отпадъците.



Фиг.1 Условия на средата, определящи разпространението и акумулацията на морските отпадъци

1.5. Управление на морските отпадъци.

За ефективно управление на крайбрежните зони и постигане на „Добър екологичен статус“ е необходимо да се интегрират мерки, които да минимизират негативното въздействие от замърсяването с морски отпадъци и да балансират функционалността, и устойчивостта на екосистемите. Оценката на състоянието на морската околна среда се извършва на база 11 качествени дескриптора, като Дескриптор 10 е „Морски отпадъци“ и за да е постигнато добро екологично състояние състоянието на дескриптора следва да е *„Отличителните качества и количествата на отпадъци в морските води не нанасят вреда на крайбрежната и морската среда.“*. През 2017 г. ЕК [76] и установява специфични критерии, методологични стандарти, спецификации и стандартизирани методи за мониторинг и оценка, и дефинира прагови стойности. [92, 203, 209]. Важен етап от процеса е изготвянето и прилагането на мониторинг програми, позволяващи периодично на всеки 6 години да се оценява състоянието на морската околна среда. Въведени са *критерии* за оценка на състоянието на морската околна среда и крайбрежните зони (брегови ивици и плажове) по отношение замърсяването с морски отпадъци. Към всеки критерий е изградена система от количествено измерими характеристични показатели, обозначени като *„индикатори“*. Определени са следните първични и вторични индикатори: **D10C1** „Състав, количество и пространствено разпределение на отпадъците по крайбрежието, в повърхностния слой на водния стълб и по морското дъно“ – *първичен индикатор*; **D10C2**: „Състав, количество и пространствено разпределение на микроотпадъците по крайбрежието, в повърхностния слой на водния стълб и в седиментите на морското дъно“ – *първичен индикатор*; **D10C3**: „Количество отпадъци и микроотпадъци, погълнати от морските животни“ – *вторичен индикатор*; **D10C4**: „Брой на неблагоприятно засегнати индивиди от всички видове вследствие на отпадъците, например чрез заплитане, други видове нараняване или смъртност, или последици за здравето“ - *вторичен индикатор*.

За Черно море, респективно в България не са установени прагови стойности, нито за първичните, нито за вторичните индикатори, което е съществена пречка пред управлението на морските отпадъци, и в частност на морските брегови макроотпадъци по българското Черноморско крайбрежие.

Всеки индикатор следва да се оценява на база на дефинирани показатели, по единна методика. *Това базово условие за осигуряване на обективност на оценката все още не е изпълнено в нашата страна.* Това означава, че показател като средна стойност на количеството за единица

площ не се взема под внимание при извършване на оценките на състоянието на морската околна среда в контекста на изискванията на РДМС.

Прегледът на състоянието на морските региони, при отчитане на Дескриптор 10 морски отпадъци показва, че непостигащи добро състояние са 74,2 % от общо четирите подбасейна - Северноатлантически морета, Балтийско море, Средиземно и Черно море. В тези райони морските отпадъци са на нива, изискващи предприемане на спешни мерки за намаляване на количествата. Съгласно данни на Европейската агенция по околна среда [103] най-песимистични са стойностите за Черно море - 92,5 % от мониторираните зони са класифицирани като проблемни, т.е. оценка на състоянието е „Умерено“, „Лошо“ или „Много лошо“ по отношение на брегови макроотпадъци. При обследване и всички категории морски отпадъци Черно море едва 2,2% от районите са с оценка „Отлично“ или „Добро“, докато в Средиземноморският басейн са 56,8 %, Северноатлантическите морета – 22,3% и Балтийско море - 17,4 %.

1.5.1. Мониторинг на морски отпадъци в България

Хармонизирани изисквания за провеждане на мониторинг на морски отпадъци, оценка, индикатори и критерии са въведени през 2013 г. и актуализирани през 2020 г. През 2021 г. за целите на докладването към ЕК националната програма за мониторинг за морски отпадъци е актуализирана [15]. При изпълнение на програмата се наблюдават 8-те основни категории (и спадащите към тях подкатегории) отпадъци по българското Черноморско крайбрежие, както и отпадъците, плаващи по морската повърхност (крайбрежна (0 – 30 m), шелфова (30 – 100 m) и откритоморска зони), и отложени по морското дъно (крайбрежна (0 – 30 m) и шелфова (30 – 100 m) зони).

Представените програми за мониторинг се прилагат в България от 2017 г. във вариращ брой полигони: от 10 в периода 2017-2019г. и 2021-2023г. до 9 през 2020 г. В периода от 2017 до 2022г. са променени полигони (плажове), поради обективни причини като отдаване на концесия на плажове – обект на мониторинг. Актуализацията на първоначалната програма за мониторинг на морски отпадъци е извършена през 2021г., като е докладвана към ЕК в изпълнение на националните ангажименти на Република България.

1.5.2. Анализ на разпространението и акумулацията на морски брегови макроотпадъци по българското Черноморско крайбрежие

Обхватът на националният мониторинг на брегови макроотпадъци включва наблюдение на неохраняеми плажни/ брегови ивици, разположени по цялото ни Черноморско крайбрежие от Дуранкулак до устието на река Велека - Плаж "Дуранкулак - север 1"; Плаж "Крапец"; Канал 2 - "Варненско езеро - Черно море"; Плаж "Шкорпиловци - север"; Плаж "Бяла - Карадере"; Плаж "Обзор - детски лагери"; Плаж "Иракли"; Плаж до Черноморски солници гр. Бургас; Плаж „Алепу“; Плаж "Устието на р. Велека" и Плаж „Лозенец- Корал“.

Извършен е преглед, анализ и интерпретация на данните, резултат от провежданият национален мониторинг на морски отпадъци отложени по брега за периода 2017-2022 г. по българското Черноморско крайбрежие.

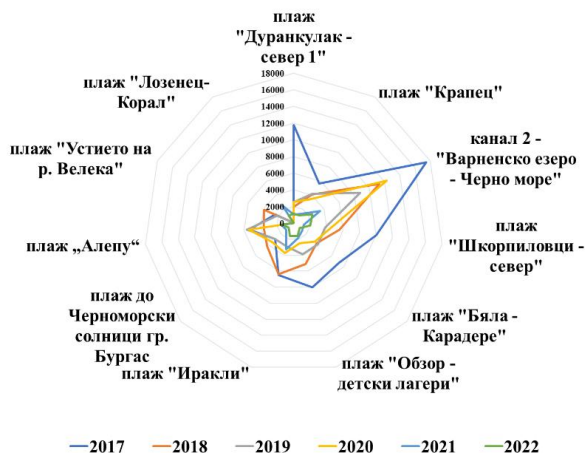
Общо за изследвания период, 2017-2022г. са установени средни стойности по основните групи материали, медиани и екстремуми за периода представени в таблица 12.

Табл. 12. Количества, установени морски брегови макроотпадъци по българското Черноморско крайбрежие, 2017-2022г.

Основна категория материали	Период: 2017-2022г.			
	максимум	минимум	медiana	средно
ИПМ	11191	482	2084	2526
Каучук/Гума	277	0	55	75
Текстил	392	9	66	77
Хартия/ картон	2747	116	440	570
ОДМ	1789	51	351	415
Метал	1548	18	218	281
Съкло/ керамика	552	8	99	138
Неидентифицирани	88	1	15	20
Общо:	17521	783	3387	4102

• морски отпадъци отложени по българското Черноморско крайбрежие за периода 2017 - 2022г., като редуцията е особено значителна след 2019 г. (фиг.12.) В периода 2021-2022 г. се отчита рязко понижение. Намаляването на количествата морски отпадъци през ериода на ограниченията вследствие пандемията от COVID-19 с оглед намалената антропогенна дейност в крайбрежните зони.

Ясно се очертава тенденцията на доминиране на изкуствените полимерни материали през изследвания период, което потвърждава резултати от предходни изследвания. [44, 178, 179, 180, 181.] Въз основа на резултатите от проведеният национален мониторинг на морски отпадъци над 2,5 см. и графично представените данни за акумулация по плажни/брегови ивици на Фигура 13, **Канал 2 „Варненско езеро – Черно море“** е идентифициран като „гореща точка“.



Фиг. 13 Акумулация на морски отпадъци, 2017-2022г.

Изводи от глава 1: Акумулацията и пространствено - временното разпределение на количествата отпадъци са резултат от вазимоделието на редица фактори и водят до сериозни последствия - влошаване състоянието на морската околна среда и крайбрежните зони, директна заплаха за морските обитатели, екосистемните услуги и биоразнообразието. Въпреки наличието на научни доказателства за нанасяните вреди все още е налице несигурност по отношение на мащаба на цялостният отрицателен ефект на популационно и екосистемно ниво. Произхода и наличието и количествата морски отпадъци от антропогенните дейности, са резултат от неправилно управлявани отпадъци в комбинация с неадекватно производство и потребление, липса на знание, поведение и неспазване на нормативни изисквания при изхвърляне.

Наблюдава се ясно изразена тенденция за намаляване на количествата морски отпадъци, отложени по българското Черноморско крайбрежие за периода 2017 - 2022г., като редуцията е особено значителна след 2019 г. Въпреки това, идентифицирана като гореща точка на замърсяване с морски отпадъци брегова ивица Канал 2 – „Варненско езеро – Черно море“ , продължава да е силно замърсена и се счита за „гореща точка“ през целия период.

Като основни източници за постъпване на отпадъци по българското крайбрежие на Черно море и навлизането им в морската среда са идентифицирани: Туризм и рекреационни дейности в крайбрежна зона (отпадъци, генерирани от местното население и туристическия поток); Пристанищни и крайбрежни строителни дейности (от курортно, жилищно и сезонно строителство); Речен отток, вкл. реки, директно или индиректно вливащи се в Черно море; Повърхностен отток, чрез открити канали, дерета; Търговски и любителски риболов (вкл. изгубени и изоставени рибарски мрежи и уреди или части от тях); Трансграничен пренос.

Като ключови фактори, обуславящи транспорта на морските отпадъци са определени: от метеорологичните фактори – ветрово поле и силни бури; от хидрологичните условия - вълново поле, морски течения и речен вток; от геоморфоложките условия - разчлененост на бреговата линия и характеристики на бреговата линия; от антропогенните дейности - начин на трайно ползване на земите, урбанизация и свързаните с нея процеси и модификации на брега, включително пристанищна инфраструктура и брегозащитни съоръжения.

Формулирането на единна, приета в световен мащаб дефиниция за морски отпадъци е необходимо условие за провеждането на хармонизиран мониторинг, сравнимост на събраните данни, разработване на синхронизирани планове и политики, прилагане на мащабни мерки, интеркалибрация и международно сътрудничество по отношение опазването на морската околна среда. В националното законодателство на България, както и в подзаконовите нормативни актове терминът „морски отпадъци“ не е определен, което създава обективен проблем в управлението на морските отпадъци.

Като основен недостатък на националната система за мониторинг е определена липсата на измервания и данни за площи на мониторираните плажни/брегови ивици като част от метаданните придружаващи изследванията. Налице е невъзможност за изчисляване на индекси и систематичен подход за оценка на замърсяването. Поради липса на данни за ширина на наблюдаваните участъци не е отчетена сезонната динамика под въздействието на хидродинамичните фактори

(вълнение и крайбрежни течения) особено при щормови ситуации, предизвиканите литодинамични процеси (транспорт на дънни и плаващи наноси) и техният морфоложки резултат (деформация на плажа). Провеждането на наблюденията не е изпълнявано в зимен сезон (декември-януари-февруари), съответно не е отчетено въздействието на силни бури и щормове върху транспорта и миграцията на морските отпадъци на 2,5 cm. отложени по българското Черноморско крайбрежие.

Глава 2. Методика на изследването и експериментална постановка.

2.1. Избор на експериментален полигон

Определена е необходимостта от извършване на теренно наблюдение върху акумулацията на морски брегови макроотпадъци с минимална продължителност една година (4 сезона). При определяне локацията на полигона са спазени изискванията на следните документи и ръководства: Ръководство за проучване и мониторинг на морски отпадъци, ООН/МОК, 2009 г.; Ръководство за мониторинг на морски отпадъци по плажовете на морските зони, OSPAR, 2010г.; Ръководство за мониторинг на морски отпадъци в европейските морета, ЕС, 2013г.; Ръководство за мониторинг на морски отпадъци в европейските морета. Актуализация за подобряване на хармонизиран мониторинг на морски отпадъци съгласно РДМС , 2023 г.

Определени бяха следните *допълнителни изисквания* към локацията на експерименталния полигон:

- по отношение изложението на експерименталния полигон: *да попада в район силно изложен на вълнение;*
- по отношение на антропогенното натоварване: *да е в район с ниско ниво на антропогенно натоварване (нисък натиск от индустрия и строителство)*

За избор на експериментален полигон, в които да се извърши 4-сезонно наблюдение по дескриптор D10, критерий D10C1, индикатор 1 (мониторинг на морските отпадъци, с размери над 2,5 cm, отложени по брега) е проведено **проучване** на характеристиките на бреговата ивица и плажовете по българското Черноморско крайбрежие, включително тяхната достъпности и стопанисването на плажовете.

2.2. Характеристика на експерименталния полигон

Избран е експериментален полигон „Орлово благо“, в които да се извърши 4- сезонен мониторинг на морските отпадъци, отложени по

брега и наблюдение с дрон (Фиг.14). Полигонът е част от плажна ивица „Дуранкулак - Крапец“



Фиг. 14 Експериментален полигон „Орлово блато“ – общ вид

Достъпността и актуалното състояние на експериментален полигон „Орлово блато“ е установено при проучване *in situ*. Експерименталният район е представителен по отношение на състава, акумулирането и разпространението на отпадъците, отложени на брега и отговаря на следните изисквания:

- не е обект на институционален мониторинг по отношение на дескриптор 10 „Морски отпадъци“, индикатор С1 плажни/ брегови отпадъци с размер над 2,5cm;
- Наклонът на плажната ивица е умерен, в границите 15- 45°;
- Има открит достъп към морето, който не е блокиран от буни, вълноломи и други брегоукрепни съоръжения, които да екранират отлагането на отпадъците на брега;
- Минимална дължина на избрания район от 1000m, която включват по 2 секции с минимална дължина 100m, в които да се проведе мониторингът на отпадъците над 2,5cm, отложени на брега.

Полигонът – плажна ивица „Орлово блато“, граничеща с ВТ от крайбрежни морски води BG2BS000C001, с дължина 1000m., и координати на 1000m секция: начало N 43°41'43.20" E 28°33'53.30" и край: N 43°40'57.70" E 28°33'46.20", е описан в таблица14.

Поради високата степен на изложеност на вълновата активност, характера на брега и пясъчните структури по крайбрежието, и посоката на водните течения в района, полигонът е изложен на пренос на отпадъци от теченията с транграничен характер. Туризмът и рекреацията са факторите в района, предизвикващи локални натрупвания от отпадъци,

типични за битовата дейност на човека. В района има данни за диво къмпингуване със среден интензитет и организирано къмпингуване. Експерименталният полигон отразява влиянието на риболовната дейност.

Табл. 14. Характеристики на полигон „Орлово блато“

Наименование	Статут	Връзка натиск-въздействие
Полигон „Орлово блато“	брегова ивица и неохраняем пясъчен плаж; достъпен	пренос на отпадъци от теченията; рекреация; туризъм; къмпингуване/ диво къмпингуване;

В обхвата на полигон „Орлово блато“ са избрани две секции с дължина 100m и ширина, равна на цялата ширина на плажната ивица: Секция 1 – Север с начални координати 43°41'27"N 28°33'48"E и географски координати на крайна точка 43°41'24"N 28°33'47"E и Секция 2 – Юг с начални координати 43°40'57"N 28°33'46"E и географски координати на крайна точка 43°40'54"N 28°33'46"E. Двете секции не се различават изложение на плажа - източно. Преобладаващите северни и североизточни ветрове, в комбинация с течение от север на юг, мек дънен субстрат – пясък [20] и пясъчен плаж, предпоставят с голяма вероятност отлагане на отпадъци, пренесени с водните течения, както и в резултат от вълновата активност. Изследваният мониторингов участък е определен като характерен за лиманно-лагунните крайбрежия от полегат-едносклонен тип профил с малък наклон от 0,08 до 0,013, преминаващ в дюнни образувания [8, 9, 10].

2.3. Методика за провеждане на мониторинг на морски брегови макроотпадъци

Методологията приложена при провеждане на едногодишният мониторинг на брегови морски макроотпадъци в полигон „Орлово блато“ съответства на прилаганите международни и европейски стандарти. Всички наблюдения са извършени в съответствие с изискванията на *“Guidance on Monitoring of Marine Litter in European Seas”*, [81, 92, 112].

Обект на мониторинг са отпадъци по плажната ивица с размер > 2,5cm. Като част от методиката на работа е извършена съпоставка на различните класификационни системи по основни категории и подкатегории материали като са представени едновременно с кодове на техническата група по морски отпадъци към ЕК (TG Marine litter), OSPAR и UNEP.

Експерименталната работа – едногодишен мониторинг на морските брегови макроотпадъци в полигон „Орлово блато“ е осъществена чрез визуален обход и заснемане на целият участък – от водната линия до горната граница на плажа. Условиата към момента на всяко наблюдение

са документирани в стандартни теренни протоколи. Всички открити отпадъци са категоризирани в осем основни групи - изкуствени полимерни материали, гума/каучук, текстил/плат, хартия/картон, обработен дървен материал, метал, стъкло/керамика и неидентифицирани материали, съгласно общият списък и фотокаталога на [33, 63, 81, 112, 203, 209].

Извършването на мониторинга с физическо почистване на плажните ивици стартира от сезон „пролет“ 2024г. Извършените проучвания са проведени сезонно - през месеците май 2024г. (пролет), юли 2024г. (лято), октомври 2024г. (есен) и януари 2025г. (зима). За всяка секция и сезон е измервана ширината на плажа от водната линия до гърба на плажа.

Оценката на количеството на отпадъците по плажните/ бреговите ивици се извършва на база на всяка намерена подкатегория отпадъци, принадлежащи към основните категории и размерни групи (2,5÷50 cm; ≥ 50 cm). Всички предмети, намерени по време на мониторинговите кампании и останалата съпътстваща информация се вписват в протоколи за мониторинг.

Провеждане на полеви изследвания четири пъти годишно с оглед отчитане на сезонното влияние, хидрометеорологичните условия и антропогенната дейност. Във всеки от участъците/секциите се извършва отбиране на отложените по брега макротопадъци, количествено определяне (брой елементи/предмети) и категоризиране по основни групи материали. Изчислява се плътността на разпределение на морските брегови макротопадъци в участъка по следната формула:

$$D_{av} = \frac{N_{tot}}{S} \quad (1)$$

Където:

D_{av} – средна плътност на отпадъците, [бр./m²];

N_{tot} – общо количество на отпадъците, [бр.];

S – площ, [m²];

Аналогично може да бъде определяна плътността на отпадъците от всяка от основните групи материали, за всяка секция или полигон. В настройащото изследване ще бъде определена плътността на отпадъците по секции, доколкото между тях има известни, потенциално значими за акумулацията на бреговете макротопадъци различия.

Оценката на състоянието на полигон „Орлово благо“ се извършва при използване на CCI индекс (*Clean Coast Index*) по неговото оригинално определение, дадено от Alkalay et al. (2007) [35]. Определянето на индекса за чистота на плажната ивица се извършва чрез индекса CCI разработен въз основа на количествата изкуствени полимерни материали (пластмаси) и отложени по брега по следната формула:

$$CCI = \frac{N_{APM}}{S} * K \quad (2)$$

Където:

CCI (*Clean Coast Index*) - индекс за чистота на плажовете и бреговите ивици (по Alkalay, 2007);

N_{APM} - количество отпадъци от категория Изкуствени полимерни материали, [бр.];

S – площ, [m²];

K - коефициент за целите на статистиката [**K = 20**].

Оценката на състоянието на морските плажове и брегови ивици при използване на CCI се основава на пет-степенна скала, представена по-долу (табл.17).

Табл.17 Скала за оценка чистотата на морските плажове и брегови ивици.

CCI, Стойност	Оценка
0 – 2	Много чист
2 - 5	Чист
5 – 10	Умерено чист
10 – 20	Замърсен
>20	Изключително замърсен

Прилагането на цветната скала не е задължително. За целите на дисертационното изследване приемаме използването на цветна скала, аналогична на възприетата за обозначаване на екологичното състояние на крайбрежните морски води (табл.17).

2.4. Методика за провеждане на мониторинг на морски брегови макроотпадъци с дрон

При сезонно наблюдение е извършено облитане и заснемане с дрон на Секция 1 север и Секция 2 юг на експерименталният полигон „Орлово блато“ и са получени геореферирани изображения.

Заснемането на участъка е извършено с безпилотен летателен апарат модел UAV Phantom 4 Pro V2.0, оборудван с GPS за прецизиране на координатите, камера 20 мегапиксела. При височина на облитане 25m и ъгъл на заснемане 90°спрямо земната повърхност са получени геореферирани изображения на плажната ивица с разделителна способност 0,68 cm/пиксел, с площ 5,342 km², припокриване по посока на движение 70%, встрани 80%.

След заснемане изображенията преминават през етап на обработка, който включва георефериране и създаване на ортофотомозайка. Следващият етап е идентификация и картографиране на морските

отпадъци по основни групи материали, тяхното местоположение и плътностно разпределение.

При настоящият експеримент методът се прилага едновременно с конвенционален мониторинг на морските брегови макроотпадъци в полигон „Орлово блато“ за да се установи степента на сходство в резултатите от двата типа наблюдение. Заснетият снимков и видео материал следва да бъде дешифриран и георефериран.

Изводи от глава 2: Изследването е подчинено на методиката за мониторинг на морските отпадъци, изготвена от Техническата група на ЕК, възприета от ЕС, прилагана за европейските морета. В допълнение при всяка мониторингова кампания се определя площта на всяка от секциите експериментално като се отчита изместването на водолинията. Данните от наблюденията с дрон се верифицират посредством получените резултати от конвенционалният мониторинг.

Глава 3 Експериментални изследвания и анализ на резултатите

3.1. Резултати от изследването на експериментален полигон „Орлово блато“ (конвенционален мониторинг)

3.1.1. Мониторингова кампания Пролет, 2024г.

Мониторинговите кампании са провеждани регулярно веднъж през всеки сезон за периода 2024-2025г., съгласно изискванията на [81,92, 112].

През сезон Пролет измерената площ на секция 1 е 1810 m², на секция 2 - 2170 m². Общата площ на секция 1 и секция 2 е 3980 m². Получените резултати за численост на откритите отпадъците от проведения мониторинг през сезон „Пролет“, по секции и общо за полигона са представени в табл. 20, а резултатите за тегло на отпадъците в табл. 21

Табл. 20 Количество отпадъци по категории в Полигон „Орлово блато“, Пролет 2024г.

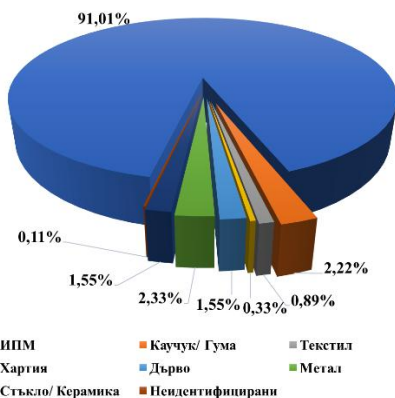
Категория отпадъци по основни групи материали	Сезон Пролет 2024г.		
	Количество отпадъци, бр.		
	секция 1	секция 2	полигон
ИПМ	374	446	820
Каучук/ Гума	9	11	20
Плат/ Текстил	6	2	8
Хартия/ Картон	2	1	3
ОДМ	5	9	14
Метал	6	15	21
Стъкло/ Керамика	10	4	14
Неидентифицирани	1	0	1
Общо количество, бр.	413	488	901

За сезон Пролет са установени 901 броя отпадъци с общо тегло 26,327 kg, от отпадъци от общо 81 подкатегории, разпределени както следва: 58 подкатегории от категория ИПМ, 5 подкатегории на категория „Каучук/Гума“, от категория „Плат/ Текстил“ – 4 подкатегории, от „Хартия/ Картон“ – отпадъци от 2 подкатегории, от „Обработен дървен материал“ – отпадъци в 3 подкатегории, „Метал“ – 3, „Съкло/Керамика“ – 5 и „Неидентифицирани“ – от 1 подкатегория

Табл. 21. Тегло на отпадъците по секции в Полигон „Орлово блато“, Пролет 2024г.

Категория отпадъци по основни групи материали	Сезон Пролет 2024г. Количество отпадъци, kg		
	секция 1	секция 2	полигон
ИПМ	7,223	9,662	16,885
Каучук/ Гума	0,147	3,100	3,247
Плат/ Текстил	0,950	0,165	1,115
Хартия/ Картон	0,010	0,014	0,024
ОДМ	1,580	0,920	2,500
Метал	0,880	0,201	1,081
Съкло/ Керамика	1,091	0,383	1,474
Неидентифицирани	0,001	0	0,001
Общо тегло, kg	11,882	14,445	26,327

Полигон "Орлово блато", сезон Пролет, 2024г.



Фиг. 27. Относителен дял по основни категории материали, Пролет 2024г., полигон „Орлово блато“



Фиг. 26 Брегови макроотпадъци, сезон Пролет, 2024 г.

Регистрирана е доминация на отпадъците от категория ИПМ, като първите десет най-многочислени подкатегории отпадъци са именно пластмасовите отпадъци, с количества, вариращи в границите между 124

и 276бр. Установените количества на Топ 10-те подкатегории са представени в табл. 20. Най- голяма численост показват пластмасовите капачки от напитки (G21), като броят им (124бр.) е повече от два пъти по-висок от този на втората по значимост подкатегория „други пластмасови/полистиренови предмети“ (556бр.). Общата численост на 10-те най-разпространени покатегории (табл.20) възлиза на 5276бр., което представлява 58,49% от общото количество отпадъци събрани за сезона от двете секции.

Табл. 22. Топ 10 морски отпадъци по численост в полигон „Орлово блато“, сезон Пролет 2024г.,

№	Категория	Код TGML	Подкатегория	Брой
1	ИПМ	G21	пластмасови тапи / капачки от напитки	124
2	ИПМ	G124	други пластмасови / полистиренови предмети	55
3	ИПМ	G73	почистваща кухненска гъба/стиропор	52
3	ИПМ	G22	пластмасови тапи / капачки от химикали, перилни препарати (нехр.)	52
5	ИПМ	G4	малки полиестерни торбички, напр. торбички за замразяване, вкл. и парчета	50
6	ИПМ	G30	пакетчета от чипс/ опаковки от бонбони	47
7	ИПМ	G89	пластмасов строителен отпадък	44
8	ИПМ	G10	съдове (опаковки) за хр. продукти,	40
9	ИПМ	G8	бутилки за пиене > 0,5 l	36
10	ИПМ	G65	пластмасови кофи	27

Табл.23. Топ 10 морски отпадъци в тегловно отношение в полигон „Орлово блато“ сезон Пролет 2024г.,

№	Категория	Код TGML	Подкатегория	Тегло, kg
1	ИПМ	G65	пластмасови кофи	3,497
2	Гума	G129	вътрешни тръби и каучуков материал	2,755
3	ИПМ	G89	пластмасов строителен отпадък	2,100
4	ИПМ	G8	бутилки за пиене > 0,5 l	1,885
5	ОДМ	G171	друго дърво < 50 cm	1,815
6	ИПМ	G73	почистваща кухненска гъба/стиропор	1,065
7	Метал	G175	метални кутии от напитки (кенове)	0,905
8	Плат	G140	зебло	0,840
9	ИПМ	G9	бутилки за почистване и опаковки	0,810
10	ИПМ	G11	бутилки и опаковки, свърз. с употребата на плажни козметични продукти,	0,800

Теглата на отделните подкатегории, установени през мониторингова кампания Пролет в полигон варира от 3,498 kg (G65) до 0,800 kg (G11). Най-значимо е количеството, изразено в килограми, на отпадъците от подкатегория (G65) с регистрирано тегло 3,497 kg Тази подкатегория не е сред водещите 10 подкатегории по численост. Освен подкатегории отпадъци принадлежащи към категория ИПМ сред първите 10 (*Top 10*) се установяват отпадъци от „Каучук/Гума“, „Обработен дървен материал“ (друго дърво < 50 cm), „Метал“ (метални кутии от напитки (кенове) и „Плат и текстил“ (зебло).

Общото тегло на 10-те най-значими подкатегории възлиза на 16,472 kg, което представлява 62,57 % от общото количество отпадъци събрани за сезона от двете секции.

3.1.2. Мониторингова кампания Лято, 2024г.

Измерената площ на секция 1 е 2060 m², на секция 2 -2130 m². Общата площ на секция 1 и секция 2 е 4190 m², с 210 m², повече от отчетената през предходният сезон (пролет). Получените резултати за численост на откритите отпадъците от проведения мониторинг в полигон „Орлово блато“ през сезон „Лято“, по секции и общо за полигона са представени в Таблица 25, а резултатите за тегло на отпадъците – в Таблица 26.

Табл.25 Количество отпадъци по категории в Полигон „Орлово блато“, Лято 2024г.

Категория отпадъци по основни групи материали	Сезон Лято 2024г. Количество отпадъци, бр.		
	секция 1	секция 2	полигон
ИПМ	198	368	566
Каучук/ Гума	8	11	19
Плат/ Текстил	3	3	6
Хартия/ Картон	19	1	20
ОДМ	4	4	8
Метал	8	6	14
Съкло/ Керамика	12	12	24
Неидентифицирани	1	0	1
Общо количество, бр.	253	405	658

За сезон Лято общият брой установени отпадъци са 658бр., със сумарно тегло 11,188kg Принадлежат към 64 подкатегории отпадъци, разпределени както следва: 39 подкатегории от категория ИПМ, 4 подкатегории на категория „Каучук/Гума“, от категория „Плат/ Текстил“ – 3 подкатегории, от „Хартия/ Картон“ – отпадъци от 3 подкатегории, от „Обработен дървен материал“ – отпадъци в 3 подкатегории, „Метал“ – 5

подкатегории, „Съкло/Керамика“ – 6 и „Неидентифицирани“ – от 1 подкатегория.

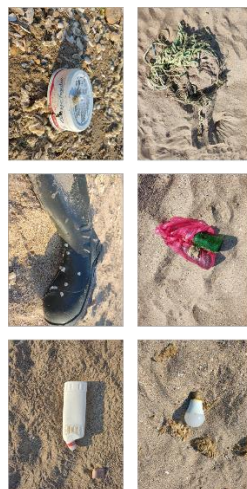
Табл. 26 Тегло на отпадъците по секции в Полигон „Орлово блато“, Лято 2024г.

Категория отпадъци по основни групи материали	Сезон Пролет 2024г. Количество отпадъци, kg		
	секция 1	секция 2	полигон
ИПМ	2,108	3,328	5,436
Каучук/ Гума	0,463	1,475	1,938
Плат/ Текстил	0,280	0,315	0,595
Хартия/ Картон	0,265	0,002	0,267
ОДМ	0,145	0,290	0,435
Метал	0,346	0,175	0,521
Съкло/ Керамика	1,625	0,370	1,995
Неидентифицирани	0,002	0	0,002
Общо тегло, kg	5,234	5,955	11,189

Относителният дял на всяка от основните категории отпадъци, установени през мониторингова кампания Лято в експерименталния полигон е представена на фигура 29.



Фиг. 29. Относителен дял по основни категории материали за сезон Лято 2024г., полигон „Орлово блато“



Фиг.28. Брегови макроотпадъци, сезон лято, 2024 г.

Установена е доминираща основна категория брегови морски отпадъци отново за ИПМ, с 10-те най-разпространени подкатегории материали пласмаси и последна позиция за части от хартия (G156). Количествата варират от 114 до 176р., представени в табл 27.

Най- голям брой показват „парчета пластмаса (полистирен) с размер между 0 – 2,5 cm“ (G75), като броят им (114бр.) превишава почти двукратно следващата подкатегория (G30) „пакетчета от чипс / опаковки от бонбони“ (65бр.). Общият брой на Топ 10 възлиза на 4376р., което представлява 66,41% от общото количество брегови морски отпадъци за летният сезон за двете секции на експериментален полигон „Орлово блато“.

Табл.27 Топ 10 морски отпадъци по численост в полигон „Орлово блато“, сезон Лято 2024г.,

№	Категория	Код TGML	Подкатегория	Брой
1	ИПМ	G75	парчета пластмаса (полистирен) с размер между 0 – 2,5 cm	114
2	ИПМ	G30	пакетчета от чипс / опаковки от бонбони	65
3	ИПМ	G27	фасове и филтри от цигари	53
4	ИПМ	G76	парчета пластмаса (полистирен) с размер между 2,5 - 50 cm	43
5	ИПМ	G21	пластмасови тапи / капачки от напитки	40
6	ИПМ	G124	други пластмасови / полистиренови предмети	32
7	ИПМ	G22	пластмасови тапи / капачки от химикали, перилни препарати (нехр.)	28
8	ИПМ	G10	съдове (опаковки) за хр. продукти	25
9	ИПМ	G 73	почистваща кухненска гъба/стиропор	20
10	Хартия	G156	части от хартия	17

Табл.28 Топ 10 морски отпадъци в тегловно отношение в полигон „Орлово блато“, сезон Лято 2024г.,

№	Категория	Код TGML	Подкатегория	Тегло, kg
1	Стъкло	G200	бутилки вкл. парчета	1,120
2	Гума	G127	гумени ботуши	0,905
3	ИПМ	G89	пластмасов строителен отпадък	0,835
4	Гума	G129	вътрешни тръби и каучуков материал	0,495
5	ИПМ	G9	бутилки за почистване и опаковки	0,460
6	ИПМ	G76	парчета пластмаса (полистирен) с размер между 2,5 - 50 cm	0,450
7	Гума	G134	други каучукови (гумени) парчета	0,435
8	Плат	G137	Облекло/парцали (дрехи, шапки, кърпи)	0,425
9	Метал	G175	метални кутии от напитки (кенове)	0,305
9	Стъкло	G204	строителни материали (тухли, цимент, тръби)	0,305

Теглата на 10^{-те} най-разпространени подкатегории, идентифицирани през сезон Лято за полигона варират от 1,12kg (G200-бутилки вкл. парчета от тях) до 0,305kg (G204- строителни материали (тухли, цимент, тръби). На следваща позиция в тегловно отношение са отпадъците от основна категория „Каучук/Гума“ (с подкатегория гумени богуши, G127) – 0,905 kg Общото тегло на 10^{-те} най-значими покатегории възлиза на 6,075kg, което представлява 54,29 % от общото количество отпадъци събрани за сезона от двете секции.

3.1.3. Мониторингова кампания Есен, 2024г.

Измерената площ на секция 1 е 1890 m², на секция 2 - 2320 m². Общата площ на секция 1 и секция 2 е 4210 m², което е с 230 m² по-голяма от измерената през пролетният сезон. Получените резултати за численост на откритите отпадъците през сезон „Есен“, по секции и общо за полигона са представени в таблица 30, а резултатите за тегло на отпадъците – в табл. 31

Табл.30 Количество отпадъци по категории в Полигон „Орлово блато“, Есен 2024г

Категория отпадъци по основни групи материали	Сезон Есен 2024г. Количество отпадъци, бр.		
	секция 1	секция 2	полигон
ИПМ	239	229	468
Каучук/ Гума	12	9	21
Плат/ Текстил	0	0	0
Хартия/ Картон	2	0	2
ОДМ	6	4	10
Метал	5	3	8
Стъкло/ Керамика	0	6	6
Неидентифицирани	1	0	1
Общо количество, бр.	265	251	516

Табл. 31. Тегло на отпадъците по секции в Полигон „Орлово блато“, Есен 2024г.

Категория отпадъци по основни групи материали	Сезон Есен 2024г. Количество отпадъци, kg		
	секция 1	секция 2	полигон
ИПМ	17,387	1,994	19,381
Каучук/ Гума	0,340	0,115	0,455
Плат/ Текстил	0	0	0,000
Хартия/ Картон	0,005	0	0,005
ОДМ	0,965	1,110	2,075
Метал	0,006	0,006	0,012
Стъкло/ Керамика	0	0,165	0,165
Неидентифицирани	0,001	0	0,001
Общо тегло, kg	18,703	3,390	22,094

За сезон Есен са установени 516 броя отпадъци с общо тегло 22,094kg, от общо 50 подкатегории, разпределени както следва: 35 подкатегории от категория ИПМ, 2 подкатегории на категория „Каучук/Гума“, от „Хартия/Картон“ – отпадъци от 1 подкатегория, от „Обработен дървен материал“ – отпадъци в 5 подкатегории, „Метал“ – 4, „Съкло/Керамика“ – 2 и „Неидентифицирани“ – от 1 подкатегория. Няма установени отпадъци от от категория „Плат/ Текстил“.



Фиг. 31 Относителен дял по основни категории материали, Есен 2024г., полигон „Орлово блато“



Фиг. 30. Брегови макроотпадъци, сезон Есен, 2024 г

Табл.32 Топ 10 морски отпадъци по численост в полигон „Орлово блато“, сезон Есен 2024г.

№	Категория	Код TGML	Подкатегория	Брой
1	ИПМ	G21	пластмасови тапи / капачки от напитки	93
2	ИПМ	G75	парчета пластмаса (полистирен) с размер между 0 – 2,5 cm	70
3	ИПМ	G22	пластмасови тапи / капачки от химикали, перилни препарати (нехранителни)	41
4	ИПМ	G76	парчета пластмаса (полистирен) с размер между 2,5 - 50 cm	40
5	ИПМ	G89	пластмасов строителен отпадък	23
6	ИПМ	G4	малки полиестерни торбички, например торбички за замразяване, включително и парчета от тях	20

7	ИПМ	G10	съдове за хранителни продукти, вкл. опаковки за бързо хранене	19
7	ИПМ	G124	други пластмасови / полистиренови предмети	19
9	ИПМ	G35	сламки и бъркалки	17
10	ИПМ	G50	канап и въже (диаметър ≤ 1 cm)	15

През есенният сезон доминираща основна категория са ИПМ. Първите десет най-многочислени подкатегории отпадъци са само пластмасови материали, с количества, вариращи в границите между 93 и 15 бр. Регистрираните количества на 10-те най-разпространени покатегории са представени в таблица 32. Общата численост на Топ 10-те подкатегории възлиза на 357бр., което представлява 69,19% от общото количество отпадъци събрани за сезона от двете секции.

Табл.33 Топ 10 морски отпадъци в тегловно отношение в полигон „Орлово бласто“, сезон Есен 2024г.

№	Категория	Код TGML	Подкатегория	Тегло, kg
1	ИПМ	G124	други пластмасови / полистиренови предмети	16,067
2	ОДМ	G160	дървени палети	1,000
3	ИПМ	G71	обувки / сандали	0,815
4	ОДМ	G161	преработени дървесина (дървен материал)	0,545
5	ИПМ	G9	бутилки за почистване и опаковки	0,500
6	ОДМ	G162	каси (щайги)	0,415
7	Гума	G129	вътрешни тръби и каучуков материал	0,385
8	ИПМ	G10	съдове (опаковки) за хранителни продукти,	0,239
9	ИПМ	G36	торби (пликове) за торове / торби (пликове) от храна за животни	0,230
10	ИПМ	G21	пластмасови тапи / капачки от напитки	0,185

Теглата на отделните подкатегории, събрани по време на мониторингова кампания Есен в полигона варират в границите от 16,067kg (G124) до 0,185kg (G21). Следвани от G71 – 0,815kg, обработен дървен материал (G160 – дървени палети). Сред Топ 10 са установени и дървени палети (G160) с тегло 1 kg, а G162 - с тегло 0,415kg Основна категория „Каучук/Гума“ е представена от подкатегория, G129 - 0,358kg (табл. 33). Общото тегло на 10-те най-значими покатегории възлиза на 20,381kg, което представлява 92,25 % от общото количество отпадъци събрани за сезона от двете секции.

3.1.4. Мониторингова кампания Зима, 2025г.

Отчетената площ на секция 1 е 2600 m², на секция 2 -2500 m². Общата площ на секция 1 и секция 2 е 5100 m², максимална стойност от за целият период на едногодишният мониторинг, с 1120 m² повече от измерената през пролетта.

За сезон Зима общият брой установени отпадъци са 784 бр., със сумарно тегло 9,516 kg. Установените отпадъци принадлежат към общо 59 подкатегории, разпределени както следва: 40 подкатегории от категория ИПМ, 2 подкатегории на категория „Каучук/Гума“, от категория „Плат/ Текстил“ – 4 подкатегории, от „Хартия/ Картон“ – отпадъци от 2 подкатегории, от „Обработен дървен материал“ – отпадъци в 1 подкатегория, „Метал“ – 5, „Съкло/Керамика“ – 4 и „Неидентифицирани“ – от 1 подкатегория. Получените резултати за численост на откритите отпадъците от проведения мониторинг в полигон „Орлово блато“ през сезон „Зима“, по секции и общо за полигона са представени в табл. 35, а резултатите за тегло на отпадъците – в табл. 36.

Табл.35 Количество отпадъци по категории в Полигон „Орлово блато“, Зима 2025г.

Категория отпадъци по основни групи материали	Сезон Зима 2025г. Количество отпадъци, kg		
	секция 1	секция 2	полигон
ИПМ	560	166	726
Каучук/ Гума	8	4	12
Плат/ Текстил	7	1	8
Хартия/ Картон	0	3	3
ОДМ	4	1	5
Метал	15	3	18
Съкло/ Керамика	6	5	11
Неидентифицирани	1	0	1
Общо тегло, kg.	601	183	784

Табл.36 Тегло на отпадъците по секции в Полигон „Орлово блато“, Зима 2025г.

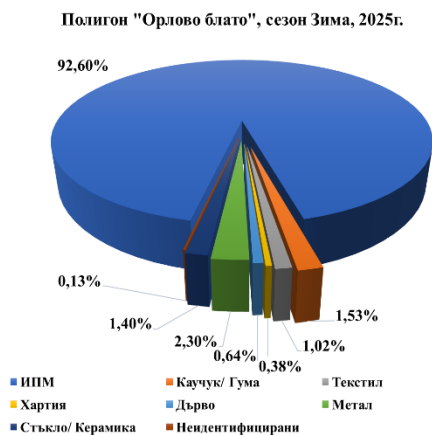
Категория отпадъци по основни групи материали	Сезон Зима 2025г. Количество отпадъци, kg		
	секция 1	секция 2	полигон
ИПМ	3,430	2,379	5,809
Каучук/ Гума	0,130	0,052	0,182
Плат/ Текстил	0,658	0,037	0,695
Хартия/ Картон	0	0,063	0,063
ОДМ	1,604	0,191	1,795
Метал	0,016	0,157	0,173

Стъкло/ Керамика	0,633	0,165	0,798
Неидентифицирани	0,001	0,000	0,001
Общо тегло, kg	6,472	3,044	9,516

Относителният дял на всяка от основните категории отпадъци, установени през мониторингова кампания Зима в експерименталния полигон е представена на фиг. 33

През есенният сезон е констатирана доминация на отпадъците от категория ИПМ, като 10-те най-многочислени подкатегории отпадъци са изцяло представители на пластмасовите отпадъци.

В количествено отношение за Топ 10 са установени между 194 и 186р., представени в таблица 37.



Фиг. 33 Относителен дял на отпадъците по основни категории материали за сезон Зима 2025г., полигон „Орлово благо“

Фиг. 32 Брегови макроотпадъци сезон зима, 2025 г.

Общата численост на 10-те най-разпространени покатегории възлиза на 521бр., което представлява 66,45% от общото количество отпадъци събрани за сезона от двете секции.

Табл.37 Топ 10 морски отпадъци по численост в полигон „Орлово благо“, сезон Зима 2025г.,

№	Категория	Код TGML	Подкатегория	Брой
1	ИПМ	G75	парчета пластмаса (полистирен) с размер между 0 – 2,5 cm	194
2	ИПМ	G21	пластмасови тапи / капачки от напитки	79

3	ИПМ	G76	парчета пластмаса (полистирен) с размер между 2,5 - 50 cm	66
4	ИПМ	G31	пръчки от близалки	37
5	ИПМ		Полиуретан	30
6	ИПМ	G24	пластмасови пръстени от капачки на бутилки	28
7	ИПМ	G22	пластмасови тапи / капачки от химикали,	25
7	ИПМ	G35	сламки и бъркалки	25
9	ИПМ	G124	други пластмасови / полистиренови предмети	19
10	ИПМ	G50	Канап и въже по-малък от 1cm	18

Максимална численост за зимният сезон показват парчета пластмаса (полистирен) с размер между 0 – 2,5 cm (G75), като броят им (194бр.) превишава двукратно този на втората по значимост подкатегория „пластмасови тапи / капачки от напитки“ (79бр.).

Общото тегло на Топ 10 възлиза на 6,671kg, което представлява 70,10% от общото количество отпадъци събрани за сезона от двете секции (Таблица 38).

Табл.38 Топ 10 морски отпадъци в тегловно отношение в полигон „Орлово блато“, сезон Зима 2025г.,

№	Категория	Код TGML	Подкатегория	Тегло, kg
1	ОДМ	G161	преработени дървесина (дървен материал)	1,795
2	ИПМ	G15	бутилки и съдове за моторно масло > 50 cm	1,385
3	ИПМ	G8	бутилки за пиене > 0,5 l	0,655
4	ИПМ	G100	контейнери / тръби от медицината / фармацията	0,514
5	Плат	G137	облекло / парцали (дрехи, шапки, кърпи)	0,470
6	ИПМ	G76	парчета пластмаса (полистирен) с размер между 2,5 - 50 cm	0,456
7	ИПМ	G63	пластмасови шамандури (буйове)	0,400
8	ИПМ		полиуретан	0,353
9	Стъкло	G204	строителни материали (тухли, цимент, тръби)	0,335
10	Стъкло	G208	стъклени или керамични фрагменти > 2,5 cm	0,308

Теглата на отделните подкатегории, установени през мониторингова кампания Зима в полигон са в рамките на от 1,795kg (G161 - преработени дървесина) до 0,308kg (G208 - стъклени или керамични фрагменти > 2,5 cm). През зимният сезон се отчита се по-голямо разнообразие на

материали спрямо останалите годишни сезони - от 10^{-те} най-значими подкатегории 6 принадлежат към ИПМ (G15, G8, G100, G76, G63), но останалите включват обработен дървен материал (G161), плат/текстил (G137- облекло/ парцали (дрехи, шапки, кърпи), стъкло/керамика (G204 - строителни материали (тухли, цимент, тръби, G208 - стъклени или керамични фрагменти > 2,5 cm).

Най- значимо е количеството, изразено в килограми, на отпадъците от подкатегория пластмасови кофи (G65) с регистрирано тегло 3,497kg. Тази подкатегория не е сред водещите 10 подкатегории по численост. Освен подкатегории отпадъци принадлежащи към категория ИПМ сред първите 10 (*Top 10*) се установяват отпадъци от „Каучук/Гума“ (с подкатегория вътрешни тръби и каучуков материал), „Обработен дървен материал“ (друго дърво < 50 cm), „Метал“ (метални кутии от напитки (кенове) и „Плат и текстил“ (зебло).

3.1.5. Обобщени резултати и обсъждане на мониторинга за периода 2024-2025г.

Получените резултати за количеството на откритите отпадъците от проведения 4-сезонен мониторинг в полигон „Орлово бласто“ за Секция 1 са представени в таблица 39, а резултатите за тегло на отпадъците – в таблица 40.

Табл.39 Количество на отпадъците по сезони в Полигон „Орлово бласто“, Секция 1, 2024-2025г.

Категория отпадъци по основни групи материали	Количество отпадъци, бр.				Година, бр.
	Пролет	Лято	Есен	Зима	
ИПМ	374	198	239	560	1371
Каучук/ Гума	9	8	12	8	37
Плат/ Текстил	6	3	0	7	16
Хартия/ Картон	2	19	2	0	23
Обработен дървен материал	5	4	6	4	19
Метал	6	8	5	15	34
Стъкло/ Керамика	10	12	0	6	28
Неидентифицирани	1	1	1	1	4
Общо количество, брой	413	253	265	601	1532

Табл.40 Тегло на отпадъците по сезони в Полигон „Орлово бласто“, Секция 1, 2024-2025г..

Категория отпадъци по основни групи материали	Количество отпадъци, kg				Година, kg.
	Пролет	Лято	Есен	Зима	
ИПМ	7.223	2.108	17.387	3.430	30.148
Каучук/ Гума	0.147	0.463	0.340	0.130	1.080
Плат/ Текстил	0.950	0.280	0.000	0.658	1.888

Хартия/ Картон	0.010	0.265	0.005	0.000	0.280
Обработен дървен материал	1.580	0.145	0.965	1.604	4.294
Метал	0.880	0.346	0.006	0.016	1.248
Стъкло/ Керамика	1.091	1.625	0.000	0.633	3.349
Неидентифицирани	0.001	0.002	0.001	0.001	0.005
Общо тегло, kg	11.882	5.234	18.704	6.472	42.292

Секция 1- север, полигон „Орлово блато“ показва следното сезонно изменение във ширината на обследваната плажна ивица: през сезон пролет- 18,1m, респективно площ на обследване 1810m², есен – ширина 18,9m и 1890 m² площ, лято – 20,6 m ширина, ресективно 2060 m² и зима – 26m ширина и 2600m² площ. Както е видно от представените данни най-голяма е площта на полигона през зимния сезон поради оттегляне на водолинията, което се дължи на вълновата активност обусловена от преобладаващите през зимният сезон ветрове. Значително по-малка е площта на секцията през останалите сезони. През летния сезон също се наблюдава оттегляне на водолинията и увеличаване на площта (2060 m²) спрямо базовият за изследването пролетен сезон (1810 m²). Площите през сезон пролет и есен са сходни – съответно 1810 и 1890m².

През пролетният сезон, през който е проведена първата мониторингова кампания броят на регистрираните отпадъци е 413 и отразява многогодишна акумулация на морски брегови отпадъци. През летният, есенният и зимният период (Мониторингови кампании Лято, Есен, Зима) количеството на регистрираните брегови макроотпадъци отразява актуалната сезонна акумулация на отпадъците в експерименталният полигон: 253 бр. – лятото през месец юли, 265 бр. през месец септември, 6501 през месец януари. За секция 1-север най-голям е броят на установените брегови макроотпадъци през зимният сезон (601 бр.), когато и площта на секцията е най-голяма. На втора позиция по количество установени макроотп е базовият пролетен сезон с 413 бр., на трето есенният – 265 бр. и най-малкото количество е регистрирано през летният сезон 253 бр. В тегловно отношение най-голямо количество е регистрирано през есенният сезон – 18,704 kg следвано от базовия пролетен сезон с 11,822kg, следван от зимния – с 6,472kg и летния сезон – с 5,234kg. Обективно може да се предположи, че сравнително високото тегло на отпадъците през пролетният сезон се дължи на дългият период на отлагане на отпадъците преди извършване на наблюденията.

Резултатите за количеството на откритите отпадъци от проведения 4-сезонен мониторинг в полигон „Орлово блато“ за Секция 2 са представени в таблица 41, а резултатите за тегло на отпадъците – в таблица 42.

Табл. 41 Количество на отпадъците по сезони в Полигон „Орлово блато“, Секция 2, 2024-2025г.

Категория отпадъци по основни групи материали	Количество отпадъци, бр.				Година, бр.
	Пролет	Лято	Есен	Зима	
ИПМ	446	368	229	166	1209
Каучук/ Гума	11	11	9	4	35
Плат/ Текстил	2	3	0	1	6
Хартия/ Картон	1	1	0	3	5
Обработен дървен материал	9	4	4	1	18
Метал	15	6	3	3	27
Стъкло/ Керамика	4	12	6	5	27
Неидентифицирани	0	0	0	0	0
Общо количество, брой	488	405	251	183	1327

Табл. 42 Тегло на отпадъците по сезони в Полигон „Орлово блато“, Секция 2, 2024-2025г.

Категория отпадъци по основни групи материали	Количество отпадъци, kg				година, kg
	Пролет	Лято	Есен	Зима	
ИПМ	9.662	3.328	1.994	2.379	17.363
Каучук/ Гума	3.100	1.475	0.115	0.052	4.742
Плат/ Текстил	0.165	0.315	0	0.037	0.517
Хартия/ Картон	0.014	0.002	0	0.063	0.079
Обработен дървен материал	0.920	0.290	1.11	0.191	2.511
Метал	0.201	0.175	0.006	0.157	0.539
Стъкло/ Керамика	0.383	0.37	0.165	0.165	1.083
Неидентифицирани	0	0	0	0	0
Общо тегло, kg	14.445	5.955	3.39	3.044	26.834

Секция 2- юг на полигон орлово блато се установява следното сезонно изменение във ширината на обследваната плажна ивица: през сезон пролет – 21,7m, респективно площ на обследване 21,7m² респективно 2170m² площ, лято – 21,3 m ширина, респективно площ 2130m², есен – 23,2m, 2320 m² площ, зима 25 m и 2500m² площ. При полигон 2 – юг, както и при полигон 1-север се наблюдава съществено увеличение на ширината на обследваната плажна ивица през сезон зима – 2500m², спрямо базовият пролетен сезон, когато площта е била 1170 m². През всички останали сезони площта на секцията е по-малка и варира в границите между 2130(лято) и 2320 m² (есен).

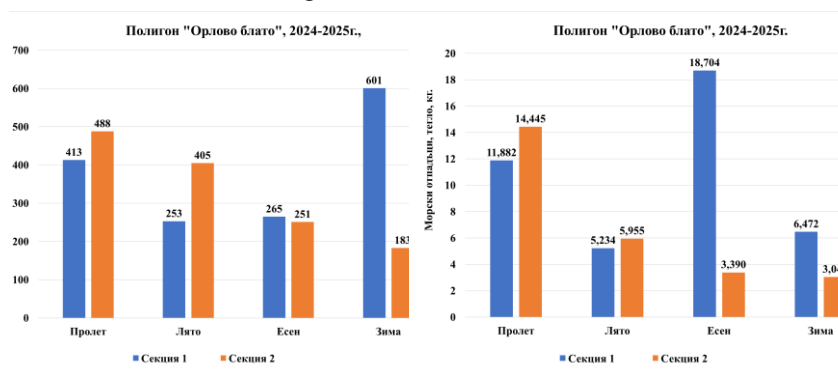
През пролетният сезон, през който е проведена първата мониторингова кампания броят на регистрираните брегови макроотпадъци в секция 2-юг е 488 бр. и отразява многогодишна акумулация на морски брегови отпадъци. Това е най-високата регистрирана стойност в секцията. През летният, есенният и зимният период (Мониторингови кампании лято, есен, зима) регистрираните

количества са по-малки. През месец юли 2024 г. – 405 бр., през месец септември 2024 г. – 251 бр. и през месец януари 2025 г. – 183 бр.

В секция юг се наблюдава намаляване на регистрираните морски отпадъци отожени на брега през всеки следващ сезон от 488 бр. през пролетта до 183 бр. през зимата. Това е ясна индикация за ниската степен на акумулация извън летния туристически сезон и слабо антропогенно натоварване на секция 2-юг на полигон „Орлово бла̀то“.

В тегловно отношение най-голямо количество е регистрирано през пролетния сезон – 14,445 kg, следвано от лято с 5,955kg, следван от сезон есен – с 3,390 kg и зима – с 3,044kg. Най-високата стойност е през първата мониторингова кампания – сезон пролет. И за секция 2 е валидна хипотезата, че сравнително високото тегло на отпадъците през пролетният сезон седължи на дългият период на отлагане на отпадъците преди извършване на наблюденията.

Както се вижда на фигури 34 и 35 количествата регистрирани отпадъци във секция 2 са по-високи от тези регистрирани в секция 1 през сезоните Пролет и Лято. Докато през сезони Есен и Зима се наблюдава по-голям бори отпадъци в секция 1 спрямо секция 2. Абсолютният максимум (601 бр.) е отбелязан през сезон Зима в секция 1. В тегловно отношение в секция 1 е установено близо два пъти по- голямо тегло (42,292 kg) на отпадъците в сравнение със секция 2 (26,834kg). Абсолютният максисму в тегловно отношение е регистриран през сезон Есен в секция 1 - 18,704 kg.

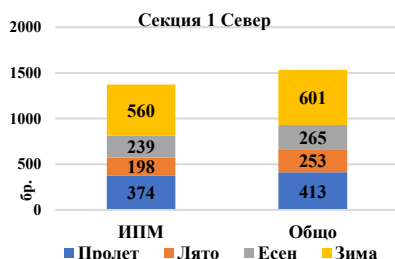


Фиг. 34 Сезонна акумулация по секции, „Орлово бла̀то“, бр.

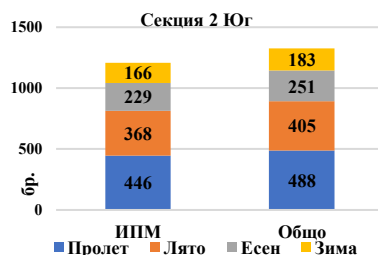
Фиг.35 Сезонна акумулация по секции, „Орлово бла̀то“, kg

Получените резултати показват сходство в състава на морските брегови макроотпадъци в двете секции на полигон „Орлово бла̀то“.

Разпределението по основните групи материали е представено на фигури 38 и 39.



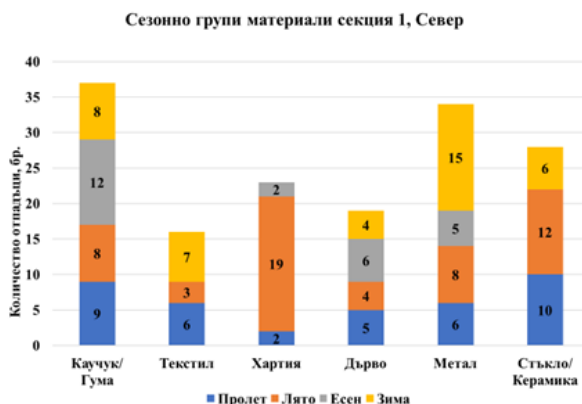
Фиг. 36 Сезонна акумулация, секция 1



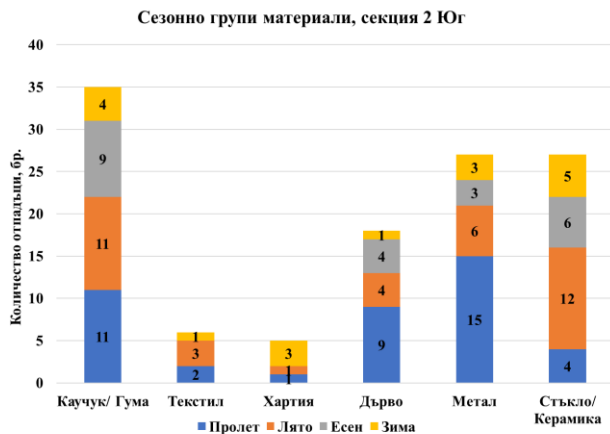
Фиг. 37 Сезонна акумулация, секция 2

Пространственото разпределение показва по-високи количества акумулирани морски отпадъци за Секция 1 – Север. Отчетен общ брой за година – 1532 бр., както и абсолютна максимална стойност за основна категория „Изкуствени полимерни материали“ - 560 бр.

Сезонното разпределение на акумулираните количества в двете наблюдавани секции е доминирано от групата „Изкуствени полимерни материали“ (фиг. 36. и фиг.37), следвано от категорията „Каучук“ (фиг.38 и фиг.39). Основната разлика в сезонните вариации е незначителното присъствие на отпадъци от група „Хартия/картон“ в южния участък (фиг. 39).

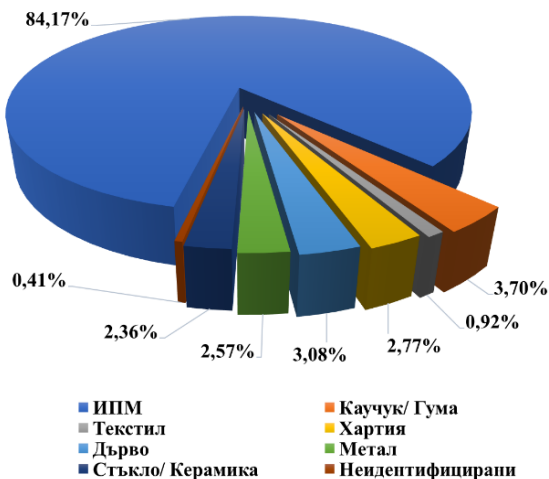


Фиг. 38 Сезонна акумулация по групи материали, секция 1, бр.



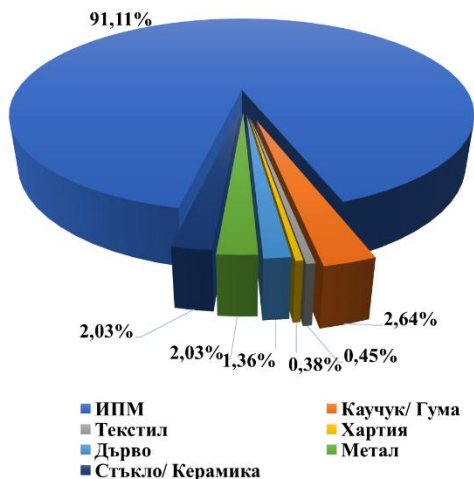
Фиг. 39 Сезонна акумулация по групи материали, секция 2, бр.

Полигон "Орлово блато", Секция 1 - Север, 2024-2025г.



Фиг.40 Относителен дял на отпадъците, секция 1

Полигон "Орлово блато", Секция 2 - Юг, 2024-2025г.



Фиг.41 Относителен дял на отпадъците, секция 2

За секция 1 и секция 2 с най-висок относителен дял брегови макроотпадъци. са изкуствените полимерни материали, като доминацията на ИПМ е особено ясно изразена в секция 2, в която те формират 91,11 % от общото количество морски брегови макроотпадъци. За сравнение в секция 1 ИПМ формират 84,17% от акумулираните отпадъци. Втора по значимост и в двете секции е категорията “Каучук/гума“, като в секция 1 тя съставлява 3,70%, а в секция 2 – 2,64%.

В секция 1 трета по значимост е основна група материали “Обработен дървен материал“ с 3,08%, докато в секция 2 на трета позиция е основна група материали „Стъкло/керамика“а с 2,03. В секция 1 по значимост следват категориите: „Хартия/картон“ с 2,77%, „Метал“ с 2,57%, „Стъкло/керамика“ с 2,36%, Текстил/плат – 0,92%, и неидентифицирани с 0,41%. В секция 2 останалите категории заемат следния относителен дял: 1,36% - категория „Метал“, 0,45% - „Текстил/плат“ и 0,38% - „Хартия/картон“. Основна разлика между двете секции е отсъствието на „неидентифицирани“ отпадъци в секция 2 -юг.

Обобщените резултати за количеството на откритите отпадъците от проведения 4-сезонен мониторинг в полигон „Орлово блато“ (секция 1 и секция 2) доказват присъствието на всички основни групи материали. Общо за полигона са открити отпадъци класифицирани в 111 бр. подкатегории: 67 бр.подкатегории в основна група „Изкуствени полимерни материали“, 7 броя подкатегории в категория „Каучук/гума“; 7 броя подкатегории за категория “Плат/текстил“; 6 броя подкатегории в

категория „Хартия/картон“; 7 броя подкатегории за „Обработен дървен материал“; 9 броя подкатегории в „Метал“; 7 броя подкатегории за „Съкло/керамика“; 1 подкатегория „Неидентифицирани“ материали.

В сезонен план най-високо ниво на акумулация за експериментален полигон „Орлово блато“ е регистрирано през пролетта (901 бр.). Преобладаващите през лятото (общо 658 артикула) са парчетата от пластмаса/полистирен, следвани от опаковки от чипс и бонбони. През есенния сезон (516 бр.) в събраните предмети доминират бутилки от напитки с пластмасови капачки/тапи. В акумулираните през зимният сезон 784 елемента преобладават отново пластмасови и полистиренови парчета.

За 4-те мониторингови кампании в секциите на експериментален полигон „Орлово блато“ са установени отпадъци 2859 бр. отпадъци таблица 43, с общо тегло 69,125kg в табл. 44.

Най- голям брой отпадъци е отчетен през пролетния сезон – 901 бр., следван от зимния – с 784 бр. отпадъци и летния сезон – 658 бр. отпадъци. Най- малка численост на отпадъците е отчетена при обследването в сезон Есен – 658 бр. Общото тегло на установените морски отпадъци за периода на наблюдение на е 69,123 kg. Най-голямото тегло е регистрирано през пролетта 26,327 kg, следвано от есента с 22,093 kg, на трето място е 11,187 kg за летния сезон, и на последно място е зимният сезон с най-малко тегло 9,516 kg. Максимални стойности са отчетени за количеството плажни отпадъци през пролетта, както по брой предмети, така и по тегло, но през останалата част от наблюдавания период не е налице пълна корелация между броя на морските отпадъци и тяхното регистрирано тегло поради разнообразието на събраните материали

Табл.43 Количество на отпадъци по сезони в Полигон „Орлово блато“, 2024-2025г.

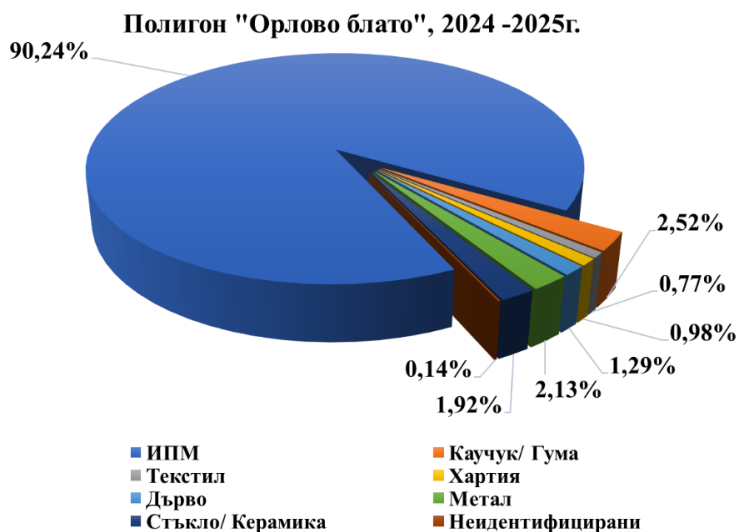
Категория отпадъци по основни групи материали	Количество отпадъци, бр.				Година, бр.
	Пролет	Лято	Есен	Зима	
ИПМ	820	566	468	726	2580
Каучук/ Гума	20	19	21	12	72
Плат/ Текстил	8	6	0	8	22
Хартия/ Картон	3	20	2	3	28
Обработен дървен материал	14	8	10	5	37
Метал	21	14	8	18	61
Съкло/ Керамика	14	24	6	11	55
Неидентифицирани	1	1	1	1	4
Общ брой по сезони	901	658	516	784	2859

Табл.44 Тегло на отпадъците по сезони в Полигон „Орлово блато“, 2024-2025г.

Категория отпадъци по основни групи материали	Количество отпадъци, бр.				Година, kg
	Пролет	Лято	Есен	Зима	
ИПМ	16.885	5.436	19.381	5.809	47.51
Каучук/ Гума	3.247	1.938	0.455	0.182	5.822
Плат/ Текстил	1.115	0.595	0	0.695	2.405
Хартия	0.024	0.267	0.005	0.063	0.359
Обработен дървен материал	2.5	0.435	2.075	1.795	6.805
Метал	1.081	0.521	0.012	0.173	1.787
Стъкло/ Керамик	1.474	1.995	0.165	0.798	4.432
Неидентифицирани	0.001	0.002	0.001	0.001	0.005
Общо kg по сезони	26.327	11.21	22.094	9.516	69.125

Резултатите от анализа показват, че натрупването варира от 516 до 901 броя през различните сезони. Най-много артикули принадлежат към основна категория „Изкуствени полимерни материали“ за целият период на наблюдение. Дяловото разпределение на установените отпадъци, по основни групи материали, е представено на фиг.42.

Фиг.42. Дялово разпределение по основни групи материали за полигон „Орлово блато“, бр., 2024 – 2025 г.



Сезонната вариация в категорията „Изкуствени полимерни материали“ е в интервала: 468 бр. (есен) – 820 бр. (пролет). Синтетичните материали, пластмаси доминират с 820 бр.или 90,24 % от всички събрани материали в годишен план, следвани от Каучук/гума с 2,52% (72 бр.), Метал 2,13 % (61бр.), Стъкло/керамика 1,92 % (55бр.), Обработен дървен материал с 1,29 % (376р.), Хартия – 0,98% (28бр.), текстил 0,77 % (22бр.). Неидентифицираните отпадъци са незначителен брой - едва 0.14% или 4 броя.

Анализът на данните включва определяне на 10^{-те} най-разпространени подкатегории материали, сезонното им разпределение, сравнителен анализ в сезонен план между Секция1 - Север и Секция 2 - Юг, и пространствената динамика в годишен план. Общата численост на 10^{-те} най-разпространени покатегории възлиза на 1722бр., което представлява 60,23% от общото количество отпадъци събрани за годината от двете секции. Пълнен списък на регистрираните топ 10 подкатегории отпадъци за полигон „Орлово блато“ за периода на изследване е представен в таблица 45.

Всички подкатегории, включени в Топ 10 принадлежат към основната категория „Изкуствени полимерни материали“, което определя техния превес в годишен план. При провеждане на мониторинга е установено наличие на значителни количества отпадъци с трансграничен произход основно от хранителни продукти, опаковки и напитки („Пластмасови тапи/капачки от напитки“, „Пластмасови тапи/ капачки от химикали, перилни препарати“, „Пакетчета от чипс/опаковки от бонбони“). Съществуващата циркулация на теченията в Черноморския басейн под влияние на притока от реките Дунав, Днепър и Днестър, осигурява трансграничния пренос на материали. Подкатегории с код, G31, и G35, не са включени в Топ 10. Отчетените количества в резултат на проведения мониторинг са близки до тези на G27 „Цигарените угарки“, но стойностите са значително по-ниски от натрупването, установено в предишни проучвания [44, 178, 179, 180, 181].

Табл.45 Топ 10 морски отпадъци по численост в полигон „Орлово блато“, 2024г.-2025г.

№	Категория	Код	Подкатегория	Брой
1	ИПМ	G75	Пластмасови тапи / капачки от напитки	378
2	ИПМ	G21	Пластмасови тапи / капачки от напитки	336
3	ИПМ	G124	Др. пластмасови / полистиренови предмети (разпознаваеми)	223
4	ИПМ	G76	Парчета пластмаса (полистирен) с размер между 2,5 - 50 см	155

5	ИПМ	G22	Пластмасови тапи / капачки от хим., перилни препарати (нехранителни)	146
6	ИПМ	G30	Пакетчета от чипс / опаковки от бонбони	127
7	ИПМ	G10	съдове за хранителни продукти, вкл. опаковки за бързо хранене	110
8	ИПМ	G89	Пластмасов строителен отпадък	89
9	ИПМ	G4	Малки полиестерни торбички, напр. торбички за замразяване, и парчета от тях	85
10	ИПМ	G73	Почистваща кухненска гъба/стиропор	73

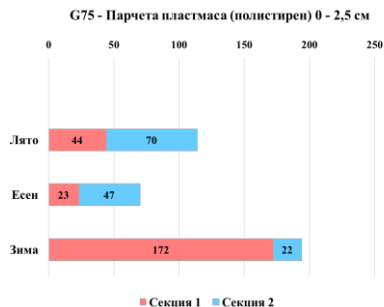
Общото тегло на Топ 10 възлиза на 33,484kg (табл. 46), което представлява 48,44% от общото количество отпадъци събрани за годината в двете секции.

Табл.46. Топ 10 морски отпадъци в тегловно отношение в полигон „Орлово блато“, 2024-2025г.,

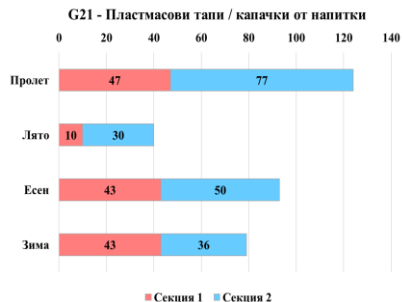
№	Категория	Код	Подкатегория	Тегло kg
1	ИПМ	G124	други пластмасови / полистиренови предмети (разпознаваеми)	16,067
2	ИПМ	G54	мрежи и парчета от мрежи > 50 cm	3,497
3	Гума	G129	вътрешни тръби и каучуков материал	2,755
4	ИПМ	G89	пластмасов строителен отпадък	2,100
5	ИПМ	G8	бутилки за пиене > 0,5 l	1,885
6	ОДМ	G171	друго дърво < 50 cm	1,815
7	ОДМ	G161	преработена дървесина	1,795
8	ИПМ	G15	бутилки и съдове за моторно масло > 50 cm	1,385
9	Съкло	G200	бутилки вкл. парчета	1,120
10	ИПМ	G73	почистваща кухненска гъба/стиропор	1,065

Сезонното разпределение на количествата (бр.) на десетте най-разпространени подкатегории отпадъци по секции в експерименталния полигон за едногодишният мониторинг са представени на фигури от 44 - 53 в реда на тяхната значимост.

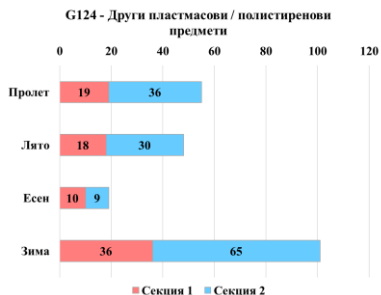
Пролетта отчита най-голямо изобилие на морски отпадъци с 901 бр. Доминиращите материали от групата на пластмасите включват капачки от бутилки от различни видове., смесени фрагменти пластмаси (G76, G124, G73), опаковки от храни (G30). Високите концентрации отразяват пик в акумулацията на морски отпадъци след зимния сезон. Комбинираният материал отложен на брега под въздействие на хидрометеорологичните условия (зимни бури, щормове) и резултат от трансграничен пренос.



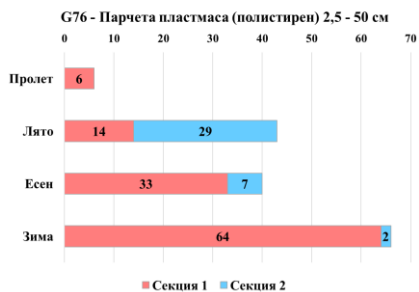
Фиг. 44 Сезонно разпределение на подкатегория G75



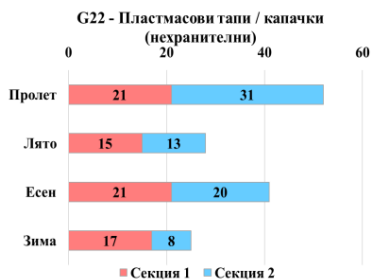
Фиг.45 Сезонно разпределение на подкатегория G21



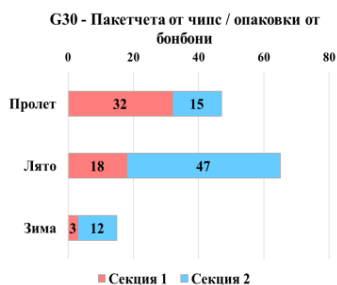
Фиг.46 Сезонно разпределение на подкатегория G124



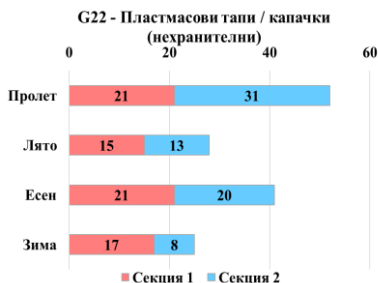
Фиг.47 Сезонно разпределение на подкатегория G76



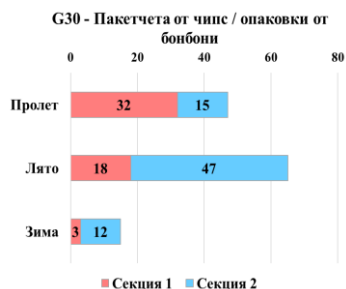
Фиг.48 Сезонно разпределение на подкатегория G22



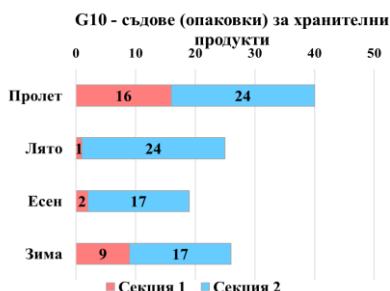
Фиг.49 Сезонно разпределение на подкатегория G30



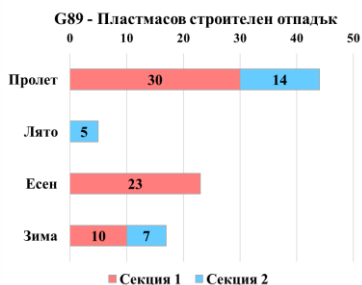
Фиг.48 Сезонно разпределение на подкатегория G22



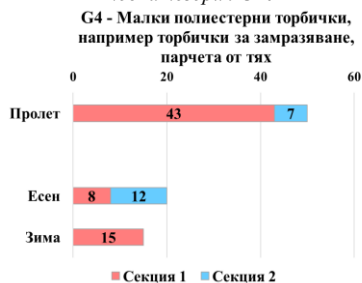
Фиг.49 Сезонно разпределение на подкатегория G30



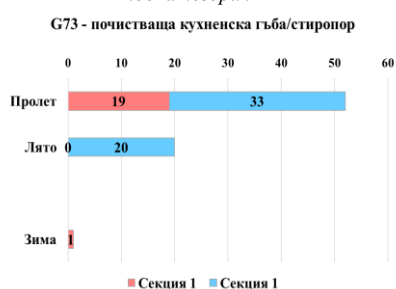
Фиг.501 Сезонно разпределение на подкатегория G10



Фиг.51 Сезонно разпределение на подкатегория 21



Фиг.52 Сезонно разпределение на подкатегория G4



Фиг.53 Сезонно разпределение на подкатегория G73

Летният сезон отчита по-ниски стойности - 658 бр., но с подкатегории характерни за пряка употреба от човека - капачки (G75, G31), опаковки (G30), остатъци от торбички (G4), угарки и филтри от цигари (G27).

През есента профила се измества към по-тежки и по-едри фрагменти, намаляват материали от пряката употреба и антропогенната дейност по плажната ивица (рекареация, туризъм). Общият брой за двете секции е минимален спрямо останалите сезони с 516 бр., но непропорционално високо тегло 22,093kg. Профилът на преобладаващите подкатегории отново е от изкуствени полимерни материали, но с по-тежки (G124, G89, G73).

Зимният сезон регистрира 784бр., характерни леки полимерни материали разкриващи транспорта, миграцията и акумулация на морски отпадъци, в резултат на силни ветрови условия, морски бури и щормове. Преобладаващи подкатегории са G76, G124, G73.

Въз основа на резултатите от проведения 4-сезонен мониторинг е изчислено плътностното разпределение на морски брегови макроотпадъци в полигон „Орлово блато“, представени в табл. 47.

Табл. 47 Плътност на морски отпадъци в Полигон „Орлово блато“, 2024-2025г.

Сезон	Секция 1 - Север			Секция 2 - Юг		
	Площ, м ²	Количество отпадъци, бр.	Плътност бр./ м ²	Площ, м ²	Количество отпадъци, бр.	Плътност бр./м ²
Пролет	1810,00	413	0,23	2170,00	488	0,22
Лято	2060,00	253	0,12	2130,00	405	0,19
Есен	1890,00	265	0,14	2320,00	251	0,11
Зима	2600,00	601	0,23	2500,00	183	0,07

Сезонната динамика на плътността разкрива различия в пространствен план между Секция 1 - Север и Секция 2 - Юг. През пролетният сезон двете мониторирани секции показват близки стойности на плътността 0,23 бр./м² за северната и 0,22 бр./м² за южната секция, което свидетелства за равномерно пространствено разпределение.

През летният сезон се отбелязва отчетливо понижение за плътността на отпадъците в секция 1-север със стойност 0,12 бр./м². За секция 2-юг се запазва сравнително висока стойност - 0,19 бр./м². Контрастът в пространственото разпределение на плътността на морските отпадъци кореспондира с повишената посещаемост през активният летен сезон - туризъм, рекреация, водни спортове. Въз основа на анализа на антропогенния натиск при полигон Орлово блато, проведените сезонни теренни наблюдения върху изменението на площта на изследваните секции и резултатите от едногодишният (4 сезонен) мониторинг са

идентифицирани ключовите фактори за разпространение и акумулация морски брегови макроотпадъци в сезонен план.

В рамките на есенният сезон се наблюдава обща тенденция за намаляване на плътността на отпадъците и в двете секции. За северната секция стойността е 0,14 бр./m², докато за южната е регистрирано почти двукратно понижение спрямо летният сезон - 0,11 бр./m², което е резултат от редуцираната туристическа активност и антропогенен натиск от рекреационна дейност. Засилване на ветровото и вълновото поле през сезона допълнително способства за изнасяне и преразпределение на морските отпадъци отложени по брега.

През зимата най-ясно се проявява пространственият контраст между двете секции. В северният участък е отчетена максимална стойност на плътността за целият период на мониторинг за секция 1 - 0,23 бр./m², докато в южната секция е регистриран абсолютният минимум - 0,07 бр./m². Резултатите подчертават определящата роля през зимният сезон на хидрологичните и метеорологичните фактори (ветрово поле, силни бури, течения), както и наличието на брегоукрепителни съоръжения, които оказват влияние върху локалното задържане на морски отпадъци.

Оценката на състоянието на полигон „Орлово блато“ по отношение замърсяването с морски отпадъци е извършена при отчитане на плътността и прилагане на индекса CCI (Clean Coast Index) и е представена в табл.48.

Табл.48 Оценка на замърсяването с морски отпадъци на Полигон „Орлово блато“, 2024-2025г

Сезон	Секция 1 - Север		Секция 2 - Юг	
	CCI Index	Оценка	CCI Index	Оценка
Пролет	4,13	Чист	4,11	Чист
Лято	1,92	Много чист	3,46	Чист
Есен	2,53	Чист	1,97	Много чист
Зима	4,31	Чист	1,33	Много чист

Значенията на индекса CCI за чистота на плажовете и бреговите ивици са изчислени по формулата (по Alkalay, 2007):

$$CCI = \frac{N_{APM}}{S} * K \quad (2)$$

Резултатите показват висока степен съгласуваност с регистрираните количествени промени и изменението на площта на мониторираните участъци. През пролетният сезон и двете секции са класифицирани като „Чист“ плаж със сходни стойности на индекса – 4,13 за секция 1 и 4,11 за

секция 2. Близките стойности кореспондират с равномерното разпределение на плътността на разпределени на морските отпадъци отложени по брега.

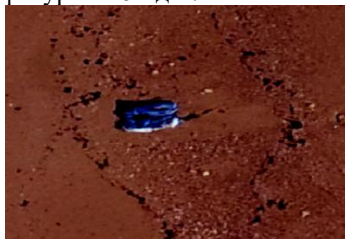
През лятото се наблюдава значителна разлика в стойностите на индекса CCI. Северната секция е категоризирана като „Много чист“ плаж с 1,92, докато южната секция е по-ниска оценка - „Чист“ плаж с абсолютен максимум за за CCI участъка с 3,46. Този контраст отразява водещата роля на антропогенният натиск през летният сезон в резултат на туризъм и рекреационни дейности.

През есента оценките по CCI показват обратно разпределение - секция 1-север е оценена като „Чист“ плаж (2,53), докато секция 2 -юг е „Много чист“ (1,97). Тази динамика отразява намаляването на туристическата активност и засилване ролята на хидрологичните и метеорологичните фактори. Тази тенденция се запазва и през зимният сезон, като ясно се разграничава контраста между двете секции. Оценките по CCI се запазват, но стойностите са показателни - за северната секция е регистриран абсолютен максимум от 4,31 докато за южната се отбелязва минимум -1,33, за целият период на мониторинг.

Общата оценка на състоянието на полигон „Орлово блато“ с прилагане на индекса CCI е „Чист“ по отношение на замърсяване с морски отпадъци. Въпреки методологичната особеност на индекса CCI, който включва единствено основна категория „Изкуствените полимерни материали“, това е надежден показател за състоянието на морските плажове предвид доминиращата роля на пластмасите в количествен план.

3.2. Резултати от наблюдение с дрон на експериментален полигон „Орлово блато“

Резултатите от заснемане на експериментален полигон „Орлово блато“ с дрон технология и полученото ортофотоизображение, при съпоставка със снимковият материал от извършения мониторинг с обход, събиране, идентификация и класификация на отпадъците на място, са представени на фигури от 54 до 71.



Фиг.54 Идентифициран отпадък с дрон



Фиг.55 Заснет отпадък(G36) при конвенционално наблюдение



Фиг.56 Идентифициран отпадък с дрон



Фиг.57 Заснет отпадък (G4) при конвенционално наблюдение

Извършена е идентификация и категоризация на морските отпадъци отложени в двете секции, както и сравнителен анализ на количествата отпадъци по двата метода – конвенционален и с БЛА. Резултатите са представени в таблица 49.

Табл. 49 Съпоставка на резултати от конвенционален мониторинг и наблюдение с дрон.

Категория Обект на наблюдение	Метод на наблюдение					
	директно	дрон	директно	дрон	директно	дрон
	Секция 1		Секция 2		полигон „Орлово блато“	
ИПМ	239	181	229	169	468	350
Каучук/ Гума	12	10	9	9	21	19
Текстил	0	0	0	0	0	0
Хартия	2	2	0	0	2	2
Дърво	6	6	4	4	10	10
Метал	5	5	3	2	8	7
Стъкло/ Керамика	0	0	6	5	6	5
Неидентифицирани	1	0	0	0	1	0
Общо, брой	265	205	251	189	516	394

При преглед на ортофото изображенията резултатите отчитат по-ниски стойности за двете секции на експерименталния полигон, но се запазва дяловото разпределение по основни категории материали.

В таблица 50 са представени установените при конвенционален мониторинг на макроотпадъци, и тези, които не са заснети и/или разпознати при наблюдението с дрон.

Табл.50 Неоткрити/ неразпознати отпадъци при наблюдение с дрон.

Категория Обект на наблюдение	Неоткрити/ неразпознати отпадъци					
	Секция 1		Секция 2		Полигон	
	брой	%	брой	%	брой	%
ИПМ	58	24,27	60	26,20	118	25,21
Каучук/ Гума	2	16,67	0	0,00	2	9,52

Хартия	0	0,00	-	-	0	0,00
Дърво	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Метал	0	0,00	1	33,33	1	12,50
Съкло/ Керамика	-	-	1	16,67	1	16,67
Неидентифицирани	1	100,00	-	-	1	100,00
Общо количество, брой	60	22,64	62	24,70	122	23,64

По отношение на едрогабаритните отпадъци над 50 см е установено пълно съответствие на получените резултати при проведения традиционен мониторинг и наблюдението с дрон.

Отчетена е стойност 100% неразпознати отпадъци в категория „Неидентифицирани“. Установеният отпадък при мониторинга е прозрачна лепенка. Поради малката численост на отпадъците в категорията (1бр.), този резултат няма да бъде разглеждан като достоверен в анализа на резултатите.

За целият полигон отчетената разпознаваемост на отложените брегови морски макроотпадъци отчита 100% сходство за две категории - „Хартия/картон“ и „Обработен дървен материал“. На второ място са отпадъците от „Каучук/гума“ с 90,48%, следвани от категория „Метал“ - 87,5%. Категорията „Съкло/керамика“ е по-добре разпозната - 83, 33%, от най разпространените отпадъци „Изкуствените полимерни материали“, за които сходимостта на откриване е само 74,79,%. За експерименталният полигон „Орлово благо“ не са открити материали от категория „Текстил/плат“. Общата разпознаваемост за полигона е 76,36%.

Най-голяма разлика е отчетена в категория „Изкуствени полимерни материали“. Резултатите потвърждават предходни научни изследвания, [140] относно значението на цвета на обекта за разпознаването му на ортофотомозайките.

При идентификацията на заснетите отпадъци в полигон „Орлово благо“ най-разпознаваеми са отпадъци в бял, червен, син, оранжев, ярко зелен цвят, рязко отличаващи се на фона на бреговата ивица.

Приложената комбинация за мониторинг на морски отпадъци с дрон технологии и физически обход позволи обстойно наблюдение на целият експериментален полигон, въпреки че територията попада в защитени природни зони с нормативно установени ограничения. Като основни недостатъци на метода с БЛА са констатиран висока стойност на първоначалната инвестиция за закупуване на дрон, нерегистриране на дребни отпадъци под 2,5 см, невъзможност за идентифициране на прозрачни и полупрозрачни предмети, трудно разграничаване на отпадъци в естествени цветове – бежово, кафяваво, пясъчно жълто. Меодите и технологиите за дистанционно наблюдение предоставят възможност за наблдение на широк обхвата – от локални плажни ивици

до обширни крайбрежни региони. Високата резолюция ги прави подходящи за детайлни изследвания, а при комбинация с автоматизирана детекция и машинно обучени се ускорява процеса на анализ. Различните групи материали имат различни спектрални свойства, което затруднява идентифицирането. При дълъг престой в морска среда отпадъците са покрити с биофилм, частично потопени във водата(пясъка) или покрити с водна растителност – всички тези фактори намаляват контраста и затрудняват идентифицирането [204] При конвенционалният мониторинг финансовият ресурс за оборудване физическо пробонабиране е незначителен, времеемък, но се извършва качествен и количествен анализ на отпадъците отложени по брега. БЛА технологиите и изображенията от тях не предоставят разграничение по материали и информация за тегло. За получаване прецизен анализ е необходима съвместимост с традиционният мониторинг на морски отпадъци [123].

Методът с дрон предлага възможности за автоматизирана обработка на данните за наблюдение на обширни райони, особено където е трудно (недостъпност) или нежелано (защитени територии) да бъде направен обход. [138, 139, 143, 171, 192]. Комбинацията от дрон технология и сателитни изображения създава възможността за комбиниран полев конвенционален мониторинг и съвременни технологии.

Въпреки развитието на технологиите все още са налице ограничения при сателитното наблюдение - разделителна способност, разкриване на плаващи отпадъци, грешки при разпознаваемост и идентификация на материалите. Комбинираният подход от дрон технологии, сателитни изображения и машинни алгоритми предлагат значително по-ефективна и облекчена алтернатива спрямо традиционният теренен обход за провежданена мониторинг на морски отпадъци. Дрон изображения осигуряват висока пространствена резолюция и детайлност, бързо картографиране на труднодостъпни или защитени зони без да е необходим обход на терена.

Въпреки предимствата на съвременните технологии теренният обход остава незаменим метод за верификация на резултатите, при откриване на заринати и частично заровени отпадъци, в цветове близки до тези на околната среда.

Най-висока надеждност се постига чрез интегриран подход – дреново или сателитно наблюдение за идентифициране на проблемни зони, нарочни и конкретни обходи валидират изображенията и уточняват детайлно материалите неразпознати при заснемане.

Изводи от глава 3:

Експерименталните изследвания са проведени чрез прилагане на системен модел – едногодишен, четири сезонен мониторинг на морски макроотпадъци при измерване на площта на плажната ивица, отчитане на сезонните изменения на водолинията, и описване на едрогабаритните отпадъци извън двете секции, и наблюдение с дрон.

Общото количество морски отпадъци отложени по брега за едногодишният период на мониторинг е 2859 бр., с тегло 69,125 кг. Дяловото разпределение на установените отпадъци, по основни групи материали за полигона за целия период на мониторинг показва доминация на категория ИПМ с 90,24 %, относителните дялове на основните групи материали по сезони показват слаба вариация в сезонен план. В тегловно отношение в секция 1 е установено близо два пъти по-голямо тегло - 42,292kg спрямо секция 2 - 26,834kg. Абсолютният максимум в тегловно отношение е регистриран през сезон есен в секция 1 - 18,704 kg., максимум 601 бр. е отбелязан през сезон зима в секция 1-Север. Идентифицирани са 10^{-те} най-разпространени морски отпадъци - количествено и тегловно. Максимален брой морски отпадъци е отчетен за пластмасови капачки от напитки 378 бр. Общото тегло на всички категории от Топ 10 възлиза на 33,484kg, което представлява 48,44% от всички морски отпадъци събрани за цялата година в двете секции.

Анализът на данните от проведения едногодишен мониторинг в експериментален полигон „Орлово блато“ разкрива ясно изразена сезонна и пространствена динамика в акумулацията на брегови морски отпадъци в двете секции. Преобладаващата част от събраните морски отпадъци са от групата на ИПМ, свързани основно с храни и напитки (бутилки, чаши, капачки, опаковки, торбички, сламки), цигарени фасове и филтри. По отношение количественото сезонно разпределение в годишен план най-голяма численост е отчетена през пролетния сезон общо за полигона - 901 бр. с преобладаващи изкуствени полимерни материали, лятото 658бр., есента отбелязва минимум с 516 бр., а зимният сезон 784 бр.

Въз основа на анализа на антропогенния натиск при полигон Орлово блато, проведените сезонни теренни наблюдения върху изменението на площта на изследваните секции и резултатите от едногодишният (4-сезонен) мониторинг са идентифицирани ключовите фактори за разпространение и акумулация морски брегови макроотпадъци в сезонен план. Чрез изчисленото плътностно разпределение и направена оценката на състоянието полигон „Орлово блато“ е определен като „Чист“ на база на индекса по Alkalay, 2007 отношение замърсяването с морски отпадъци. Въпреки методологичната особеност на индекса CCI, който включва

единствено основна категория ИПМ, това е надежден показател за състоянието на морските плажове предвид доминиращата роля на пластмасите в количествен и времеви обхват.

Резултатите при преглед на ортофото изображенията отчитат по-ниски стойности за двете секции, но се запазва дяловото разпределение по основни категории материали, 516 бр. морски отпадъци за целият полигон. От най-разпространената категория ИПМ са регистрирани 468 бр. По потношение на едрогабаритните отпадъци над 50 cm е установено пълно съответствие на получените резултати при проведения традиционен мониторинг и наблюдението. Отчита се 100% сходство за две категории - „Хартия/картон“ и „Обработен дървен материал“. От най-разпространените отпадъци ИПМ, сходимостта на откриване е само 74,79,%. За експерименталният полигон „Орлово блато“ не са открити материали от категория „Текстил/плат“. Общата разпознаваемост за полигона е 76,36%.

Получените резултати допълват набраната информация, запълват пропуските за процесите на акумулация и миграция на морските отпадъци, както и тяхната сезонна динамика. Резултатите от проведения експеримент могат да подпомогнат създаването на модели за разпространението и акумулирането на морските отпадъци, да допринесат за по-ефективни политики за тяхното управление.

Заклучение

Мониторингът на морски отпадъци е базов за осигуряване на решенията по тяхното управление и следва да осигурява информация чрез надеждни, сравними и съпоставими данни за изготвяне на научнообосновани оценки за състояние. Отсъствието на на легална дефиниция на понятието „Морски отпадъци“ в националното законодателство създава обструкции пред управлението на морските отпадъци в страната. Необходимо е да се въведе понятие за морски отпадъци в нормативната уредба.

В резултат от проведените изследвания за първи път са получени данни за пълен едногодишен период за състава, количеството (численост, бр.) и теглото (kg) и акумулацията на бреговете морски отпадъци, както и измененията в сезонен план. На база сезонната динамика на водолинията, определяща измененията в площите на мониторираните секции, са изчислени плътностно разпределение и оценка на състоянието по отношение замърсеността с морски отпадъци за полигон „Орлово блато“ и за отделните секции по сезони, което представлява разширяване на използваната за целите на националния мониторинг методика. Едногодишната експериментална работа и получените резултати

идентифицират възможностите за подобряване на системата за мониторинг и управление на морските брегови отпадъци по българското Черноморски крайбрежие.

10-те най-разпространени морски отпадъци като количество са изцяло материали от основна категория ИПМ, която е доминираща в сезонната и пространствената динамика на акумулацията на брегови морски отпадъци за двете секции. Общата численост на 10-те най-разпространени покатегории възлиза на 1722бр., което представлява 60,23% от общото количество отпадъци за годината. В тегловно отношение за Топ 10 са установени предмети и от категории, „Каучук/гума“, „Съкло/керамика“ и ОДМ. Общото тегло на Топ 10 възлиза на 33,484kg, което представлява 48,44% от общото количество отпадъци събрани за годината в двете секции. Отчитането на теглото на отпадъците има по-скоро индикативен характер и не е подходящ параметър въз основа на който да се оценява замърсяването с морски отпадъци и състоянието на плажовете в контекста на управлението на морските отпадъци.

Получените резултати осигуряват възможност за обективна оценка на състоянието на морските плажове и бреговите ивици по отношение на замърсяването с морски отпадъци. Оценката на състоянието на полигон „Орлово блато“ по отношение замърсяването с морски отпадъци, извършена чрез отчитане на плътност на разпределение и показва 0,17 бр./m² средна плътност за полигона за година. Установена е различна сезонна динамика на плътността между двете секции - през зимата се проявява пространственият контраст с максимум за целият период на мониторинг за секция 1 - 0,23 бр./m², докато в южната секция е регистриран абсолютният минимум - 0,07 бр./m². Резултатите подчертават определящата роля през зимният сезон на хидрологичните и метеорологичните фактори (ветрово поле, силни бури, течения), както и наличието на брегоукрепителни съоръжения, които оказват влияние върху локалното задържане на морски отпадъци. Общата оценка за състоянието на полигон „Орлово блато“ по отношение на замърсяването с морски отпадъци, извършена при отчитане на плътността и прилагане на индекса CCI е „Чист“. В резултат на експерименталната работа в полигон „Орлово блато“ са получени данни за водещото значение на метеорологичните и хидрологичните условия на средата като определящ фактор за миграцията и акумулацията на морски отпадъци отложени по брега. През пролетта метеорологичните условия - ветрово поле, силни бури, валежи обуславят преноса на отпадъци в полигона с източно изложение. През летният сезон антропогенният натиск е водещ фактор предвид посещението за туристически и рекреационни цели. През есента

доминират хидрологичните условия, като преразпределят отложените вече морски отпадъци, а зимният сезон водещи са метеорологичните условия (силни бури и щормове).

Изследванията доказват тоталната доминация на ИПМ, която представлява 90,24% от всички регистрирани брегови морски макроотпадъци. Относителният дял на останалите категории е съществено по-малък (Каучук/гума с 2,52%, Метал 2,13 %, Стъкло/керамика 1,92 %, Обработен дървен материал с 1,29 %, Хартия – 0,98%, Текстил 0,77 %, Неидентифицираните отпадъци 0,14%). Тази доминация е характерна и за установеното от националният мониторинг и дава основание за прилагане на индекса ССИ Въвеждането на задължителна оценка на морските плажове и бреговите ивици е необходимо условие за ефективното управление на морските брегови макроотпадъци същевременно представлява оптимизация на системата за управление на морски отпадъци.

Приложеният интегриран метод с едновременно провеждане на конвенционален мониторинг на морските брегови макроотпадъци и наблюдение с дрон на полигона, е приложен за установяване на степента на сходство в резултатите от двата типа наблюдение, демонстрира надеждност предвид общата разпознаваемост за полигона - 76,36%. Резултатите потвърждават предходни научни изследвания, относно значението на цвета на обекта за разпознаването му на ортофотомозайките. Най-разпознаваеми са отпадъци в бял, червен, син, оранжев, ярко зелен цвят, рязко отличаващи се на фона на бреговата ивица. Получените резултати потвърждават хипотезата (сходимост приблизително 75% на резултати от конвенционален и дрон мониторинг), че дрон наблюденията могат да се използват в качеството на допълващ мониторинг на морски отпадъци, както и за наблюдение на труднодостъпни или сезонно недостъпни крайбрежни райони. На база на получените резултати се доказва и приложимостта на наблюдение с въздушен дрон при идентификация на „горещи точки“ за замърсяване с морски отпадъци, последван от съпоставителен анализ на получените резултати. Тъй като геореферираните ортофотомозайки позволяват да се определи приблизителна плътност (бр./площ), методът представлява експериментално верифициране на приложимостта и полезността на използване на БЛА при мониторинга на морски брегови макроотпадъци отложени по брега. Като основни ограничения на метода с дистанционни средства за наблюдение са установени невъзможността за количествена оценка за масата на отпадъците, нерегистриране на дребни отпадъци под 2,5 cm, неидентифициране на прозрачни и полупрозрачни предмети, затруднено идентифицирането и трудно разграничаване на отпадъци в

естествени цветове - бежово, кафяваво, пясъчно жълто. Въпреки предимствата на съвременните технологии с БЛА теренният обход остава незаменим метод за верификация на резултатите, при откриване на заринати и частично заровени отпадъци, в цветове близки до тези на околната среда. Най-висока надеждност би се постигнала чрез интегриран подход - дронovo наблюдение за идентифициране на проблемни зони, заедно с нарочни и конкретни обходи, които да валидират изображенията и уточняват детайлно материалите неразпознати при заснемане.

Мониторингът на морски отпадъци като етап от процеса по управление дава насока за последващи действия - участъци с максимални концентрации, развитие във времеви план, необходимост от превантивни мерки. Неприлагането на единни хармонизирани методи за мониторинг (теренни данни, размери, категории) и оценка (прагови стойности, количества, плътност на разпределение) затруднява оценката на състоянието на морската околна среда, което е проблем в национален план. Изпълнението на националната система за мониторинг не покрива пълен набор от 4 годишни сезона, съответно не се отчитат количествата отпадъци транспортирани под действие на характерни за зимният сезон хидрометеорологични условия. На национално ниво морските отпадъци са избягван проблем, отговорност която се прехвърля междуинституционално и не се осигурява целенасочен финансов ресурс. Определянето не само на количеството и теглото на установените и класифицирани морски брегови макроотпадъци, но и на плътността в отделните секции по сезони представлява разширяване на използваната за целите на националния мониторинг методика.

На база на проведените анализи се предлагат следните препоръки за оптимизация на подсистемата „Мониторинг на морски брегови макроотпадъци по българското Черноморско крайбрежие:

1. Въвеждане на ясна и правнообвързваща дефиниция за морски отпадъци в националното законодателство, която да въведе реално отговорни институции и/или администрация, финансови инструменти и механизми за стимулиране на отговорно поведение по отношение на морските отпадъци.

2. Въвеждане на оценка за плътностно разпределение на морски макроотпадъци отложени по брега. Провеждане на мониторинг през всички годишни сезони със задължително измерване на площта на всяка мониторингова секция и въвеждане на плътностното разпределение на морските отпадъци като критерии за оценка на състоянието

3. Прилагане на дистанционни методи на мониторинг чрез комбиниран подход - БЛА наблюдение паралелно с конвенционален

мониторинг. Теренните обходи да валидират изображенията и уточняват детайлно материалите неразпознати при заснемане. Интегриране с ГИС инструменти за пространствен анализ, визуализация и интерпретация.

4. Необходимо е разработването на национална стратегия за управление и програма от мерки за справяне с проблема с морски отпадъци. В националната програма за мониторинг с цел нейната оптимизация, следва да залегне предложената разширена методика за провеждане на мониторинг със сезонно отчитане на площта на обследваните секции и отчитане на плътността на отпадъците.

5. Въвеждане на технически средства за ограничаване разпространението на морски и речни отпадъци. При избора на типа оборудване/система и период за опериране трябва да се извършва оценка за екологична пригодност (различна за речни, пристанищни и крайбрежни акватории), да се избягват размножителни периоди на биологичните видове, осигуряване на миграционни проходи, минимизиране на приулова. Допълнително да се провежда регулярно машинно почистване на плажни ивици с оглед предотвратяване на миграцията на отложените по брега отпадъци обратно в морската среда.

6. Разпределение на отговорности и прекратяване на институционалният вакуум, отсъствие на институционална отговорност и ангажменти по отношение на замърсяването с морски отпадъци е резултат от предходната препоръка - липсата на легална дефиниция. Така ще бъдат дефинирани роли, задължения и отговорности, както и процедури и механизми за координация между централна и местна управляваща власт на национално и локално ниво.

В резултат на прилагането на така предложеният комплекс от мерки подсистемата „Мониторинг на морски брегови макроотпадъци“, следва да осигури устойчив и интегриран екологичен подход за справяне с проблема.

ПРИНОСИ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

НАУЧНИ ПРИНОСИ

1. Разработена е методология за тестване на приложимостта и полезността на наблюдението с дрон върху натоварването с морски макроотпадъци на морски пясъчни плажове посредством паралелно провеждане на конвенционален мониторинг и наблюдение с дрон и съпоставителен анализ на получените резултати за оценка на натоварването в полигон „Орлово бласто“.

НАУЧНО-ПРИЛОЖНИ ПРИНОСИ

1. За първи път е извършен едногодишен, четири сезонен мониторинг на морски брегови макроотпадъци с определяне на сезонната динамика на изменение на водолинията в полигон „Орлово бласто“ - част от плажна ивица „Дуранкулак - Крапец“. В резултат от проведеното изследване *in-situ* са получени нови данни и са оценени състава, плътността на бреговите морски отпадъци, акумулацията и сезонната динамика на акумулация на морските макроотпадъци, отложени по брега в полигон „Орлово бласто“ за едногодишен период.

2. Оценени са натоварването с морски отпадъци и състоянието на плажната ивица в участъка на полигон „Орлово бласто“ за 2024г., като е проследена сезонната динамика на състоянието плажа и доминиращите фактори (по сезони), обуславящи навлизането, транспортирането и акумулацията на морските отпадъци.

3. Получени са потвърдителни данни, доказващи ключовото значение на водните течения и ветровите полета при транспорта на морски отпадъци, отлагани по брега по северното Черноморие.

4. Приложена е разработената методология за тестване на приложимостта на наблюдението с дрон в полигон „Орлово бласто“. Акумулираните данни и изводите относно ограниченията на метода на дистанционно наблюдение могат да се използват както за научноизследователски цели, така и да подпомогнат вземането на решения за предотвратяване и ограничаване на замърсяването с брегови макроотпадъци.

5. Доказана е приложимостта на наблюденията с въздушен дрон за целите на екологичния мониторинг на морски брегови макроотпадъци. Установената точност при използване на въздушен дрон за идентификация на морски брегови отпадъците (приблизително 75% в сравнение с конвенционалния мониторинг), позволява аргументирано да се препоръча използването на БЛА наблюденията като допълващ метод за мониторинг с индикативно значение на получените данни и като

средство за експресно разкриване на горещи точки на замърсяване с морски отпадъци.

6. Предложен е комплекс от взаимодопълващи се мерки за оптимизиране на подсистема „Мониторинг на морски брегови макроотпадъци“, която е в основата на ефективното управление на морските отпадъци. Сезонното отчитане на площите на секциите, в които се извършва конвенционният мониторинг и оценка на състоянието на мониторираните плажове въз основа на плътността на установеният отпадъци (количеството отпадъци за единица площ), а не само на база на установена численост и тегло на отпадъците, ще осигури възможност за провеждане на съпоставителни анализи на резултатите от наблюденията в отделните мониторингови полигони. Това ще допринесе за осигуряването на точна, актуална и представителна мониторингова информация, която да се използва при вземането на решения и управлението на морските отпадъци.

Списък на публикациите по дисертационния труд:

1. Тонева, Д., Робинсон, М., 2024. Ограничаване на разпространението на морски и речни отпадъци - предизвикателства и възможности. Сборник с доклади от Международна научна конференция “УНИТЕХ’24” – Габрово 20-22 ноември 2024, Том 2, стр. 236-242. ISSN: 1313-230X

2. Toneva, D. and Robinson, M., 2025. Marine Litter Accumulation and Distribution on Durankulak Beach (Black Sea coast, Bulgaria). In Proceedings of the 16th International Scientific and Practical Conference Vol. 1, pp. 547-554. DOI: 10.17770/etr2025vol1.8689 (Scopus)

3. Робинсон, М., Тонева, Д., 2025. Приложение на дрон технологиите в мониторинга на морски отпадъци, Известия на Съюза на учените - Варна, серия „Технически науки“, Съюз на учените -Варна, 2025. ISSN 1310-5833 - под печат.

4. Робинсон М., 2025. Ефекти от замърсяването с морски отпадъци, Устойчиво развитие, брой 3/ 2025 ISSN 1314-4138 (print), ISSN 2367 5454 (online) - под печат.

Резюме:

В дисертационният труд са идентифицирани и изследвани възможностите за подобряване на системата за мониторинг и управление на морски брегови макроотпадъци по българското Черноморско крайбрежие. Резултатите от проведените експериментални изследвания върху разпространението, акумулацията и състава на морските отпадъци, отложени по плажната ивица при полигон „Орлово блато“ и тестването на приложимостта и полезността на използването на дистанционно наблюдение за целите на мониторинга на морските отпадъци са анализирано детайлно. Въз основа на анализа на резултатите от камералните изследвания и получените емпирични данни, е предложен комплекс от мерки за оптимизация на управлението на бреговите макроотпадъци по българското Черноморско крайбрежие.

Summary

The dissertation identifies and explores the opportunities for improving the system for monitoring and management marine macrolitter along Bulgarian Black Sea coast. Results of experimental research on distribution, accumulation and composition of marine litter deposited on the beach at the experimental site Orlovo blato and testing the applicability and usefulness of remote sensing application for the purposes of marine litter monitoring are analysed in details. Based on the analysis of results from cameral research and empirical data obtained, a set of complex measures for optimization of marine macrolitter management along Bulgarian Black Sea coast is proposed.

Благодарности

Исказвам дълбока благодарност на своя научен ръководител доц. д-р Даниела Тонева за компетентното ръководство, насоките, и подкрепата при разработването на дисертационният труд.

Благодаря на екипа на катедра „Екология и опазване на околната среда“ за професионализма и съдействието при провеждане на експерименталните изследвания.