

ОГРАНИЧАВАНЕ НА РАЗПРОСТРАНЕНИЕТО НА МОРСКИ И РЕЧНИ ОТПАДЪЦИ - ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВА И ВЪЗМОЖНОСТИ

Даниела Тонева*, Мирослава Робинсон

Технически университет, ул. "Студентска" 1, 9010, Варна, България

**кореспондиращ автор: dtoneva@abv.bg*

LIMITING THE DISTRIBUTION OF MARINE AND RIVERINE LITTER - CHALLENGES AND OPPORTUNITIES

Daniela Toneva*, Miroslava Robinson

Technical University of Varna, 1 Studentska Str., 9010, Varna, Bulgaria;

**Corresponding author: dtoneva@abv.bg*

Abstract

Current research tackles the problem on marine and riverine litter as one of the most significant challenges regarding water quality and environmental status of rivers and seas. The complex of solutions consists of prevention and minimizing the consequences of marine and riverine pollution. One opportunity to reduce the negative impact on the environment is the application of different methods for organised litter collection and clean-up campaigns on beaches and riverbanks. Methods range from manual collecting by volunteers to the use of machines and vessels or the setting of passive traps to collect litter. This paper presents an overview of cutting-edge technical means to monitor, clean and prevent pollution of water bodies with the potential for following recycling of collected waste. Based on the thorough review and collected data, it is performed a classification of the technological solutions, their advantages and weaknesses. An analytic review on applied in the Bulgarian practise litter collection methods and technical devices is presented. The results of comprehensive analyses on the technics for preventing the spread of already existing pollution with marine litter are discussed in this report. The analysis reveals that despite the implementation of innovative solutions, limiting the distribution of marine and riverine litter, preventing it from entering the marine environment is still a huge challenge.

Keywords: marine litter; riverine litter; prevention of pollution; litter collection devices; pollution.

ВЪВЕДЕНИЕ

Постъпването на речни и морски отпадъци в моретата и океаните е признато като сериозна заплаха за морската околна среда, икономиката, човешкото здраве, безопасност и естетика на крайбрежията [1], респективно е основен приоритет на организации от световен и регионален мащаб [2],[3],[4]. За справяне с проблема са разработени редица конвенции, стратегии и разпоредби на международно, регионално и европейско ниво. Причините за замърсяването на реките и моретата с отпадъци от антропогенен произход са различни в резултат от наземните и морски дейности на човека

[5]. Вариат от замърсяване на водните течения поради неправилно управление на отпадъците, нерегламентирано изхвърляне, аварии, високи приливни вълни и отнасянето им от урбанизирани територии чрез дъждовната канализация, от туризъм и рекреационна дейност, рибарство, аквакултури и морски транспорт. Реките са проводник на отпадъците от водосборните си области до съответния морски басейн, като част от тях се отлагат по речните дъна и бреговете. Преобладаваща част от морските и речни отпадъци (МРО) е групата на изкуствени полимерни материали [5],[6].

Съгласно Програмата на ООН за околна среда морските отпадъци (МО) са дефинирани като всеки устойчив, произведен или преработен твърд материал, изхвърлен, изхвърлен или изоставен по крайбрежията и в морската среда [1]. На европейско ниво страните-членки на Европейския съюз изпълняват национални ангажименти по отношение прилагането на Рамкова Директива за Морска стратегия [2], където МО са обхванати в един от дескрипторите за определяне на екологичното състояние на морската околна среда. МО оказват влияние върху широк спектър от морската и крайбрежна фауна, регистрирани са видове засегнати чрез заплитане, задушаване, поглъщане на части особено различни форми и размери на синтетични полимерни отпадъци [5]. Дефиниция за речни отпадъци (РО) не е налична в европейското законодателство за управление на водите [7], но като понятие са разгледани в [8], както и дадени насоки за техният мониторинг.

МРО са трансграничен проблем, за справянето с който са изготвени и се прилагат международни, регионални и национални планове [9]. Настоящата разработка цели да представи възможностите на наличните технологични решения за справяне с предизвикателствата и възпрепятстване на акумулацията на МРО.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Разработените и въведени в действие конвенции, стратегии и планове за предотвратяване негативното въздействие на МРО, са класифицирани в табличен вид на международно, европейско и регионално ниво (Табл. 1, 2 и 3). Признането на МРО като значим пробем от глобален характер за устойчивостта на планетата, паралелно с отчитане на нарастващите количества,

Таблица 1. Международни документи

Обхват	Документ	Инструменти
Международни документи	Конвенция на ООН за правото на морето (UNCLOS, 1982)	Приемане на мерки за предотвратяване, намаляване и контрол на всякакъв вид замърсяване с цел защита и опазване на морската среда.
	Международна конвенция за предотвратяване на замърсяването от кораби (MARPOL 73/78)	Приложение V въвежда мерки за елиминиране или намаляване на отпадъците от корабоплаване.
	Лондонска конвенция и Протокол от 1996 г.	Прекратяване изхвърлянето на отпадъци в морето, генерална промяна по отношение депонирането на отпадъчни материали, въвеждат принципа „замърсителят плаща“.
	Споразумение на ООН за рибните запаси, 1995 г	Безопасни риболовни съоръжения и техники за защита на рибните запаси, минимизиране на ефекта от изгубени или изоставени риболовни съоръжения
	Кодекс за поведение при отговорен риболов, 1995 г.	Стандарти за устойчиво използване на рибните ресурси, отговорни практики, за изоставено или изхвърлено риболовно оборудване и принадлежности.

насърчават разработването на авангардни методи, технологии и прилагането на практика на оперативни технически средства за ограничаване на разпространението им в речната и морска среда.

Намаляването на негативното въздействие на МРО върху околната среда е възможно чрез организирано събиране на вече акумулирани количества по плажните ивици и речните брегове, водният стълб и дъното. Масово прилаган метод е ръчно събиране от доброволци при организиране на кампании от институции и местното управление.

Таблица 2. Европейски документи

Обхват	Документ	Инструменти
Европейски документи	Рамкова директива за морска стратегия 2008/56/ЕО и последващите решения на ЕК (2010/477/ЕО и 2017/848/ЕО)	Дескриптор 10: Свойствата и количествата на морските отпадъци (макро и микро) не причиняват вреда на крайбрежната и морската среда.
	Регламент (ЕО) 1224/2009 за система за контрол на Общността и Регламент за изпълнение (ЕО) 404/2011	Определя задължителни мерки за идентифициране на риболовни кораби и съоръжения.
	Регламент (ЕО) 1005/2008 за създаване на система за предотвратяване, възпиране и премахване на незаконния, недеклариран и нерегулиран риболов	Признава незаконният риболов за сериозна заплаха за устойчивата експлоатация на водните ресурси и морското биоразнообразие.
	Рамкова директива за отпадъците (Директива 2008/98/ЕО)	Установява йерархия при управлението на отпадъците.
	Директива (ЕС) 2018/851 за изменение на Директива 2008/98/ЕО	Признава МРО за особено належащ проблем и необходимост от мерки за прекратяване на генерирането им от наземни дейности.
	Директива (ЕС) 2019/883 относно пристанищните приемни съоръжения за предаване на отпадъци от кораби и отмяна на Директива 2000/59/ЕО	Въвежда понятието „пасивно уловени отпадъци“ и насърчава използването на „схеми за риболов за отпадъци“.
	Директива (ЕС) 2019/904 за намаляване на въздействието на някои пластмасови продукти върху околната среда	Въвежда забрани и ограничения върху 10-те най-често срещани пластмаси за еднократна употреба.

Основен недостатък е липсата на регулярност и дългосрочен резултат. Положителният ефект се изразява в повишаване информираността на обществеността по отношение на отрицателното въздействие на МРО.

Таблица 3. Регионални документи

Обхват	Документ	Инструменти
Регионални документи	Конвенция за опазване на Черно море от замърсяване, 1992 г.	Необходимост от предприемане на действия за постигане на напредък в защитата на Черно море и опазването на неговите живи ресурси
	Стратегически план за действие за опазване на околната среда и възстановяване на Черно море, 1996, 2009 г.	Конкретни действия и редица цели на управленско ниво за посрещане на основните екологични предизвикателства.
	Министерска декларация за общ дневен ред за Черно море, 2018 г	Създава обща морска програма с приоритети и действия за развитието на устойчива синя икономика в Черно море

Обект на настоящото изследването са техническите средства за ограничаване разпространението на МРО. За целта на доклада са разгледани и анализирани 30 устройства, типово систематизирани по дизайн, възможности, функции и въздействие върху околната среда, изведени са техните предимства и недостатъци при прилагане.

В зависимост от начина на позициониране са класифицирани подвижни (плаващи) и стационарни, а движещите се според метода на опериране могат да бъдат автономни, с дистанционен контрол или физически управлявани от човек. Основните групи технически средства са представени в табличен вид. (Табл. 4 и 5).

Таблица 4. Стационарни технически средства.

Техническо средство	Описание
Решетки	Механично средство, което се използва за защита на хидротехнически съоръжения, ВЕЦ, и др. от попадане в турбините на, клони, биомаса и др. едрогабаритни отпадъци.
	Фиксирани контейнери,

Контейнери	които филтрират водите и задържат отпадъците от повърхността. Популярни като <i>Skimmer</i> , <i>Sea bin</i> , прилагат се в яхтени и търговски пристанища.
Барьерни системи	Гъвкави конструкции разположени във водни обекти за улавяне на плаващи отпадъци. Състоят се от отделни модули на повърхността в комплект с мрежи в дълбочина. Използват се в язовири, реки, пристанища.
Мрежи, капани	Поставят се на изхода на селищни дъждовни канализации, задържат отпадъците, известни като <i>Trash socks</i> , <i>Trash traps</i> . Варират по отношение размера на мрежата и отвора, материала и диаметъра на въжетата, от които са изработени.
Водно колело	Водно колело което събира отпадъците чрез конвейер. Задвижването се осигурява от енергията на водното течение, използва се в пристанищни акватории.

Стационарните технически средства (Табл. 4) са позиционирани неподвижно, количествата материал, които събират са в зависимост от водния поток преминаващ през системата. Използват се за възпрепятстване достъпа на отпадъци до водоприемници, блокиране на помпени станции, водноелектрически централи (ВЕЦ), шлюзове и други хидротехнически съоръжения на реки, канали, язовири и пристанища.

Стационарните устройства тип барьерни системи, предлагат нискоенергийна и същевременно ефективна алтернатива на механичните средства тип решетка. Те разчитат на естествения воден поток за акумулиране на МРО, което ги прави изключително подходящи за зони с постоянно водно течение, напр. речни устия, крайбрежните „горещи точки“, където естествено се натрупват МО. Барьерните системи работят в непрекъснат режим, с минимални човешка намеса и

разход на енергия, т.е. енергийно ефективни и рентабилни за дългосрочна употреба.

Стационарните устройства са с нисък разход на енергия, съответно техният въглероден отпечатък е по-малък в сравнение с тежкотоварните плавателни съдове, които изискват фосилно гориво или електричество за работа.

Стационарният тип технически средства са гъвкави по отношение обхвата на работа, подходящи за различни мащаби с възможност за инсталиране без необходимост от значителна инфраструктура или поддръжка. Речните барьерни системи и водно колело (т.нар. Балтиморското колело) са доказали ефективността си при улавянето на големи количества РО, преди да достигнат морските пространства [8].

Основен недостатък на стационарните устройства е зависимостта им от околната среда. Въпреки енергийната си ефективност, стационарните устройства са силно зависими от мястото на разполагането им и условията средата. Ефективността им варира значително в зависимост от силата и постоянството на водното течение. При спокойни или бавно движещи се водни маси МРО акумулират по-бавно, т.е. са по-малко ефективни. Друго ограничение е обхвата на действие. Контейнерите тип *Skimmer*, *Sea bin* изтеглят и филтрират само на ниво повърхност, ефективни са при събирането на по-едри предмети като пластмасови бутилки или риболовни съоръжения. Водният стълб, дълбоководните участъци, дребни фрагменти, финни суспендирани частици, вкл. микроотпадъци, са извън техния обхват. Всички типове стационарни устройства изискват регулярно обслужване и освобождаване от набраните МРО и възможност за последващо рециклиране. Решетки, контейнерите, капани и мрежи са със значително по-малък капацитет от барьерните системи. Основна среда за експлоатация са марины, пристанища, урбанизирани територии, „горещи точки“ с голяма концент-

рация на МРО, като следва да не се допуска препълване или затлачване на техническите средства.

Таблица 5. Подвижни (плаващи) технически средства

Техническо средство	Описание
Плаващи бариери	Бариери, захранвани от соларни батерии, ветрогенератори, или деижение под действие на естествените течения,
Дронове, лодки, повърхностни тралове	Плавателни съдове подводни роботи и плаващи дронаве, които събират или филтрират за микро- и макроотпадъци, без човешка намеса. Използват както в затворени водни обекти пристанища, канали, така и в открити акватории.
Баржи и тралове	Тежкотоварни плавателни съдове управлявани от човек. Предназначени са за едри и тежки отпадъци, напр. дървени трупи, гуми и др. Проектирани за почистване на водни площи от растения и отпадъци, прилагат се за реки, езера, канали и пристанищни акватории.

Подвижните или плаващи технически средства, класифицирани в Таблица 5, са предназначени за работа в голям мащаб, вкл. в открито море. Тези системи разполагат със съвременни технологии, GPS и дистанционно наблюдение, захранват се със соларни батерии, ветрогенератори, което им позволява да покриват по-големи площи с минимум човешка намеса [13]. Ефективни са при широкомащабни морски и океански операции, където участието на хора е непрактично и нерентабилно (Фиг.1). Способни са да улавят отпадъци с различни размери - от едри предмети до по-малки фрагменти, включително микропластмас

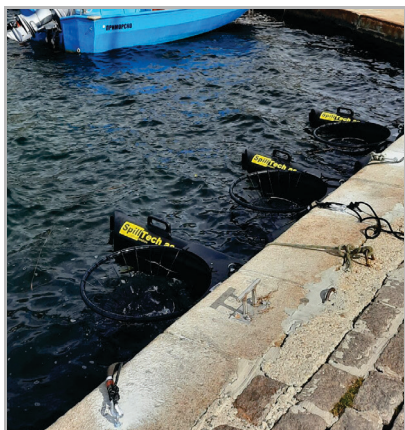
са. Автономните системи са с непрекъснат режим на работа за продължителни периоди от време, което намалява разходите за труд и експлоатация, т.е имат добра рентабилност във времето.



Фиг. 1. Плаваща бариерна система (По данни на проект Ocean Cleanup)

Улавянето на МРО с оборудване в движение е сложен процес, предвид разпространението им по повърхността, водният стълб и дъното. Разпръснатият им характер възпрепятства събиране на значителни количества отпадъци с плаващи средства, за разлика от стационарните устройства, работещи в среда с висока концентрация на МРО, което поставя ограничение пред възможностите за цялостно почистване на морската и речна среда.

На национално ниво приложението на технически средства за възпрепятстване разпространението на МРО е изключително ограничено. Оборудването е реализирано при изпълнение на проекти финансирани със средства по Програма „Опазване на околната среда и климатични промени“ на ФМ на ЕИП 2014-2021. В община Приморско са въведени в експлоатация общо 6 броя иновативни устройства за улавяне на морски отпадъци контейнери от стационарен тип, модел *PortBin tide* от общините Бургас и Приморско [14]. Оперират в акваторията на пристанищата на Сарафово, Крайморие, Ченгене скеле и Приморско (Фиг.2).



Фиг. 2. Стационарни технически средства, тип контейнер (по данни на Lomini Ltd.)

Оборудване от плаващ тип, 2 броя високотехнологични дроне [15], се използва в река Ахелой, Поморийско езеро, Рибарско и Пасажерско пристанище, попадащи в териториалния обхват на община Поморие (Фиг. 3).



Фиг. 3. Плаващи технически средства, тип дрон (по данни на Община Поморие).

И двата основни типа технически средства са икономически ефективно решение за отстраняване на МРО в речните участъци, пристанища и крайбрежни зони. Почистващите технологии са проектирани за отстраняване на отпадъци, но не е оценено потенциалното негативно въздействие от тяхната дейност върху екосистемите. Стационарните средства създават предпоставка за блокиране на обитаемите пространства и миграционните маршрути на рибната фауна в размножителния период. По отношение на екологичната пригодност всички технологии притежават общи недостатъци – оперативен шум и липса на селективност при улавяне на отпадъци-

те, т.е. налице е приулов на биологични видове.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За преодоляване на предизвикателствата свързани с МРО е необходим интегриран подход, който да включва политическа рамка и регулаторни инструменти за отговорни практики при управление на отпадъците, мерки и действия за ограничаване на тяхното разпространение, активно международно сътрудничество и обществена ангажираност.

В настоящото проучване са анализирани различни по дизайн и функционалност технически средства за събиране на МРО, въз основа на критерии, включващи конструкция, начин на действие, капацитет, рентабилност, въздействие върху околната среда и екологична пригодност.

Анализът показва, че стационарните бариерни системи са отлични в спокойна водна среда, автономните водни дроне и плавателни средства предлагат по-голяма гъвкавост за динамични хирометеорологични условия в открито море. Въздействието на почистващите системи е намалено до минимум чрез използване на устойчиви материали и захранване от възобновяеми енергийни източници.

Водещ фактор при оценка на ефективността е опазването на речните и морските екосистеми, и следва да бъде гарантирано опазването на биоразнообразието в почистващите зони. Екологичните ограничения, които е нужно да бъдат съобразени са позициониране, територия и период на прилагане. При прилагане на избраната технология е необходимо е да бъде избран подходящ екологичен прозорец съобразен с размножителните периоди, както и размер на проход за осигуряване на миграционните маршрути.

Изборът на удачно устройство за улавяне на морски отпадъци зависи от конкретния контекст - размер на отпадъците, средата на разпространение, хидро-

логичните условия, концентрация на МРО, ефективност, финансови ресурси, поддръжка и екологична пригодност. Хибриден подход, който да комбинира предимствата на почистващите системи е най-ефективното решение за ограничаване разпространението на МРО.

Източник на финансиране изследователски проект № ПД-15/2024, Договор № ПФ-855/21.05.2024 г.

Благодарности: Резултатите представени в настоящото проучване са получени в изпълнение на изследователски проект № ПД-15/2024, на тема „Изследване на акумулацията на морски отпадъци по северното Черноморско крайбрежие“.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] United Nations Environment Programme, “Marine Litter: A Global Challenge”, UNEP, Nairobi, ISBN 978-92-807-3029-6, 2009. [Online]. Available: <https://www.unep.org/resources/report/marine-litter-global-challenge> [Accessed: Oct. 21, 2024].
- [2] European Commission, “Directive 2008/56/EC of the European parliament and of the council of 17 June 2008 establishing a framework for community action in the field of marine environmental policy (Marine Strategy Framework Directive)”, Off. J. Eur. Union 1–21 (L 164/ 1, 25.6.2008). [Online]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32008L0056> [Accessed: Oct. 24, 2024].
- [3] United Nations Environment Programme, “From Pollution to Solution: A global assessment of marine litter and plastic pollution”, UNEP, Nairobi, ISBN: 978-92-807-3881-0, 2021. [Online]. Available: <https://www.unep.org/resources/pollution-solution-global-assessment-marine-litter-and-plastic-pollution> [Accessed: Oct. 30, 2024].
- [4] Black Sea Commission, “Marine Litter in the Black Sea Region: A review of the problem”, Black Sea Commission Publications, Istanbul, Turkey, ISBN 978-9944-245-32-6, 2007. [Online]. Available: http://www.blacksea-commission.org/Downloads/Marine_Litter_Report_final.pdf. [Accessed: Feb. 30, 2024].
- [5] M. Bergmann, L. Gutow, M. Klages, "Marine Anthropogenic Litter", Springer Link, 2015. [Online]. Available: Springer Nature: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-16510-3>. [Accessed Oct. 24, 2024].
- [6] vanderWal,M.;vanderMeulen,M.;Tweehuijsen, G.; Peterlin, M.; Palatinus, A.; Kovac Viršek, M. (Eds.) SFRA0025: Identification and assessment of riverine input of (Marine) litter. In Report for Michail Papadoyannakis; DG Environment: London, UK; Eunomia Research & Consulting Ltd.: Bristol, UK, 2015; p. 186.
- [7] European Commission, “Directive 2000/60/EC of the European parliament and of the council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy (Water Framework Directive)”, Off. J. Eur. Union (L 327/1, 22.12.2000). [Online]. Available <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32000L0060> [Accessed Oct. 25, 2024].
- [8] González, D., Hanke,G., Tweehuysen, G., Bellert, B., Holzhauer, M., Palatinus, A., Hohenblum, P., and Oosterbaan, L. 2016. Riverine Litter Monitoring - Options and Recommendations. MSFD GES TG Marine Litter Thematic Report; JRC Technical Report; EUR 28307; doi:10.2788/461233. [Online]Available<https://mcc.jrc.ec.europa.eu/documents/201703034325.pdf>[Accessed Oct. 28, 2024].
- [9] Amendments to the Regional Plan on Marine Litter Management in the Mediterranean in the Framework of Article 15 of the Land Based Sources Protocol, UNEP/MED IG.25/27.[Online]. Available https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/37131/21ig25_27_2509_eng.pdf [Accessed Oct. 31, 2024].
- [10] Gkanasos, Thanos & Tsiaras, Kostas & Triantaphyllidis, George & Panagopoulos, Aleksandros & Pantazakos, George & Owens, Tristan & Karametsis, Christos & Pollani, Annika & Nikoli, Elisabeth & Katsafados, Nikolaos & Triantafyllou, George. (2021). Stopping Macroplastic and Microplastic Pollution at Source by Installing Novel Technologies in River Estuaries and Waste Water Treatment Plants: The CLAIM Project. Frontiers in

- Marine Science. 8. 10.3389/fmars.2021.738876.
- [11] Forbes, Elizabeth & Mccauley, Douglas & Kordell, Tia & Joyce, Francis & Visalli, Morgan & Morse, Molly. (2019). River plastic pollution Considerations for addressing the leading source of marine debris. 10.13140/RG.2.2.20699.80165.
- [12] Florence N.F. Parker-Jurd, Natalie S. Smith, Liam Gibson, Sohvi Nuojuu, Richard C. Thompson, Evaluating the performance of the 'Seabin' – A fixed point mechanical litter removal device for sheltered waters, Marine Pollution Bulletin, Volume 184, 2022, 114199, ISSN 0025-326X, [Online]. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.114199>. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.114199>. [12] Литературен източник.
- [13] The ocean Cleanup. [Online]. Available <https://theoceancleanup.com/oceans/> [Accessed Oct. 31, 2024].
- [14] Project of Primorsko municipality – BGENVIRONMENT-2.003-0007 “Reduction of marine waste in Primorsko municipality”, financed under the “Environmental Protection and Climate Change” Program of the Financial Mechanism of the European Economic Area (EEA FM) 2014 - 2021. [Online]. Available <https://www.lomini.com/projects/> [Accessed: Nov. 3, 2024].
- [15] Project of Pomorie municipality – BGENVIRONMENT-2.003-0006 financed under the “Environmental Protection and Climate Change” Program of the Financial Mechanism of the European Economic Area (EEA FM) 2014 - 2021. [Online]. Available <https://www.pomorie.bg/provede-se-parvata-initsiativa-po-proekt-za-namalyavane-na-morskite-otpadatsi-v-pomorie/> [Accessed Nov. 3, 2024].