

Геоморфоложки анализ на плажно-дюнна система Бутамята в района на с. Синеморец (Южно черноморско крайбрежие)

Петко Божков¹, Илия Тамбураджиев², Димитър Кренчев², Ахинора Балтакова²

¹ Sofia University "St. Kliment Ohridski", Faculty of Geology and Geography, Department of Landscape Ecology and Environmental Protection, 15 Tsar Osvoboditel Blvd., 1504 Sofia, Bulgaria; E-mail: pbozhkov@gea.uni-sofia.bg

² Sofia University "St. Kliment Ohridski", Faculty of Geology and Geography, Department of Climatology, Hydrology and Geomorphology, 15 Tsar Osvoboditel Blvd., 1504 Sofia, Bulgaria; E-mail: tamburadzhiev@gea.uni-sofia.bg

Petko Bozhkov, Iliya Tamburadzhiev, Dimitar Krenchev, Ahinora Baltakova. 2025. Geomorphological analysis of Butamyata beach-dune system in the area of Sinemorets village (Southern Black Sea coast). – *Rev. Bulg. Geol. Soc.*, 86, 3, 294–300, <https://doi.org/10.52215/rev.bgs.2025.86.3.294>.

Abstract. The aim of this research is morphological and sedimentological survey of the beach-dune system at Butamyata Bay near Sinemorets, on the Southern Bulgarian Black Sea coast. The beach-dune system is under considerable human impact. Morphometry, based on model, derived from UAV-photogrammetry, and precise geodetic survey identified embryonic dunes, stabilized secondary dunes, interdune depressions and temporary erosional features. Grain-size analysis revealed a dominance of moderately well sorted medium sand, with coarser-grained deposit near the splash zone and finer-grained fractions in leeward areas, reflecting aeolian transport toward inland. Sorting values are compared with distributions in other regional dune systems. Despite its small size, the dune system is an important habitat within the Natura 2000 ecological network. Still, it remains vulnerable to beach leveling and tourism-driven disturbance.

Keywords: beach-dune systems, costal dunes morphology, accumulative landforms, grain size analysis.

Въведение

Българското черноморско крайбрежие има дължина 518,7 km, от които плажно-дюнните системи (ПДС) заемат 73 km (14%) от бреговата линия (Prodanov et al., 2023). Дюните са разпространени предимно по Южното Черноморско крайбрежие (Поров, Mishev, 1974), като броят на ПДС е определен между 19 (Stancheva, 2010; Stanchev et al., 2013) и 46 (Prodanov et al., 2023) в зависимост от изходната информация (различни по мащаб топографски карти и планове, ортофотоснимки и пространствени модели), използвана при идентифицирането им. Най-голям брой ПДС (общо 25) е регистриран по Медно-ридско-Странджанското крайбрежие с дължина от 157 km между гр. Черноморец и с. Резово

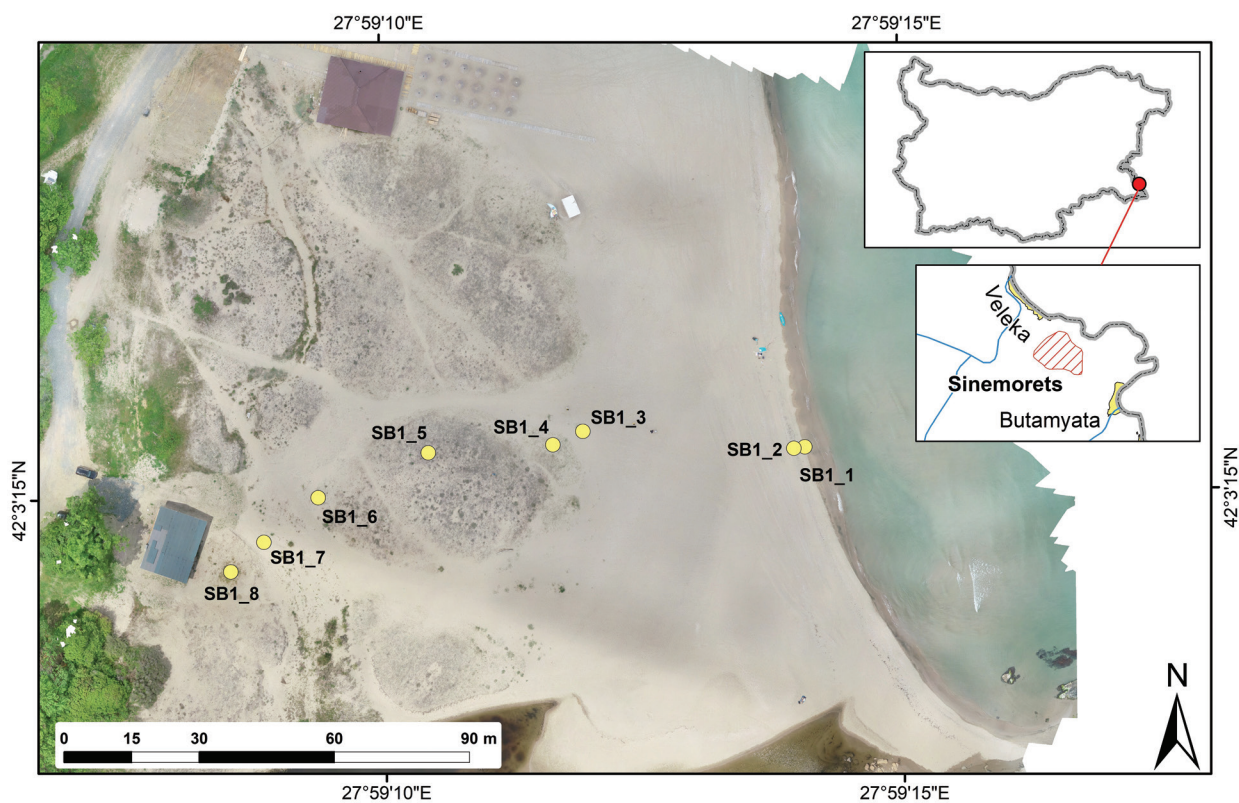
(Prodanov et al., 2023). Най-големите по площ ПДС в този участък са разположени в района на къмпинг „Градина“ (Созополски залив, 57,61 ha), между къмпинг „Каваци“ и „Смокиня“ (40,80 ha) и Аркутино (94,42 ha). На юг около с. Синеморец са разположени значително по-малки ПДС в устията на реките Велека (0,57 ha) и Бутамята (2,62 ha) и заливите Липите (0,84 ha) и Листи (0,17 ha).

Определянето на границите и типа на пясъчните дюни в България е предмет на специализирано картографиране по Закона за устройство на черноморското крайбрежие (ЗУЧК), възлагано периодично на правоспособни лица от Агенция по кадастър (АК). Във връзка с компетентното посочване на границите и типа на естествените форми, Министерство на околна

та среда и водите (МОСВ) следва да възложи на специалисти по брегова геоморфология и специалисти по ботаника или екология да определят площите на дюните. Предмет на такова специализирано картографиране е и плажната ивица, за което отговаря Министерство на туризма (МТ). Формално погледнато, на един природен обект, каквато е плажно-дюнната система, се съставят два вида специализирани карти, а отговорността за тяхното изготвяне е в ресорите на три отделни министерства – МОСВ, МТ и Министерство на регионалното развитие и благоустройството (МРРБ), чието звено е АК. Проблем се очертава водещата роля на административния апарат при дефинирането на природните обекти, а подходът на държавните институции не почива на научни, а на правни основания. С настоящата си работа нашият екип се зае със задачата да извърши процедури по цялостно изследване и картографиране на плажно-дюнните системи по южното черноморско крайбрежие. Целта на настоящата работа е да се получат нови данни за морфологията и зърнометричния състав на дюните в границите на избран участък от Странджан-

ското крайбрежие – плажната ивица на залив Бутамята (фиг. 1). Подобни изследвания се осъществяват успоредно и на други плажни ивици.

В предходни изследвания на дюните в устието на р. Бутамята са идентифицирани като сиви (2,48 ha) и ембрионални дюни (0,14 ha), подложени на антропогенно въздействие (Prodanov et al., 2023). Информативни са и наблюденията на Valchev (2015), който описва акумулативните форми върху плаж Бутамята във връзка с опазването на георазнообразието на страната и дава сведения за приблизителните им размери (дължина, ширина и относителна височина). Според същия автор „дюните оформят неясни групи“ и са слабо изразени в релефа на плажа (Valchev, 2015). Макар и неголеми по своите размери, тези дюните представляват природни местообитания в границите на зона Странджа (BG0001007) от екологичната мрежа НАТУРА 2000. Антропогенното въздействие в района се свързва с изкопни работи и ежегодно заравняване на терена като част от подготовката на плажа за летния сезон, които водят до загуба на дюни като акумулативни форми на плажа и като защитени местообитания.



Фиг. 1. Местоположение на плажно-дюнната система в южната част залив Бутамята.

Район на изследване

В морфо-хидрографско отношение районът на изследване попада в Странджанския участък на Медноридско-Странджанското Черноморско крайбрежие (Поров, Mishev, 1974). Този район обхваща териториите между устията на реките Дяволска и Резовска, като посоката на ориентиране на бреговата ивица е северозападно-югоизток. Бреговата линия съставлява 14,8% от дължината на черноморския бряг и се отличава с висок коефициент на разчленение (1,43) поради образуването на многобройни малки заливи между късите скалисти носове (Поров, Mishev, 1974). Преобладава клифовият тип бряг (76%), а устията на реките Дяволска, Караагач, Потурнашка, Велека, Резовска и др. са типични лимани, отделени от морето чрез пясъчни коси.

Изследваният район на плаж Бутамята се намира в едноименния залив, разположен непосредствено на юг от с. Синеморец (фиг. 1). Заливът е ограничен от клифови участъци – скалистият бряг на м. Поляните на север и м. Каньона на юг. Заливът има характерна дъговидна форма, отворена на изток, откъдето е изложен на влиянието на морските вълни и ветрове. Общата дължина на бреговата линия възлиза на 1,48 km, а коефициентът на разчлененост е относително висок – 2,39, типичен за тази част на крайбрежието. Плажът заема централната част на залива и съвпада с пясъчната коса, която прегражда лимана на река Бутамята. Косата е с дължина около 420 m, а ширината ѝ варира значително – от 75 m в северната част до около 150 m в южната, където теренът е по-полегат. Дюнните са разположени в задната част на плажа, но по време на две наши посещения през май и септември 2025 г., ясно личаха следи от дейности по заравняване на активната плажна ивица. Общата площ на ПДС възлиза на 0,06 km² (6 ha).

Материали и методи

За целта на изследването е следвана методологичната процедура¹ за геоморфоложките дейности при картографиране, определяне на граници и типа пясъчни дюни (Prodanov et al., 2025), приетата от МОСВ. През май 2025 г. е направено безпилотно въздушно фотограметрично заснемане с дрон DJI Phantom 4, снабден с RTK и 20 MP камера, на препоръчителната за естуарни и

морфодинамично активни зони 50 m височина, при GSD~1,45 cm/px. Изградена е мрежа от наземни контролни и проверовъчни точки, измерени с GPS RTK приемник HiTarget V90Plus, свързан с лицензирана българска RTK мрежа. Осигурена е хоризонтална точност от 2 cm и вертикална от 3 cm, необходими за точно геореферирание на ортофотомозайките и цифровите модели на повърхнината (DSM). Обработката на изображенията е извършена с помощта на програмите Agisoft Metashape Professional, Pix4Dmapper и Global Mapper. Чрез тези платформи са генерирани еднородни високорезолуционни резултати и е осигурен качествен контрол чрез кръстосана проверка и анализ на остатъчните грешки. Получените геопространствени данни включват: 1) цифров модел на повърхнината (DSM) с резолюция между 60 cm/px и 6 cm/px; 2) ортофотомозайка с резолюция 3 cm/px; 3) 3D фотореалистичен модел (3D Tiled Mesh), които осигуряват основа за геоморфоложка интерпретация и анализ на формите в ПДС. Морфометрията на плажа е направена чрез анализ на DSM. На базата на растерен анализ на относително превишение, на хоризонтално разчленение, форма на склона, наклон на склона и неговата експозиция е избран представителен участък, в който да се обхванат всички елементи на ПДС. По него е прокарана профилна линия (фиг. 2). На терен са подбрани ключови участъци по профилната линия, от където са взети седиментни проби за гранулометричен анализ.

Опробваните са следните участъци на ПДС – брегова линия (SB1_1), гребен на брега (SB1_2), начало на първична дюна (SB1_3), наветрен склон (SB1_4), било (SB1_5) и подветрена страна (SB1_6) на стабилизирана дюна, ерозионно всичане в стабилизиран дюни (SB1_7), вторични дюни зад ерозионно всичане (SB1_8). Зърнометричният състав е определен с помощта на дифракционен лазерен анализатор на големина на частиците Mastersizer 3000 в лаборатория по Литодинамика и седиментология към секция „Динамика на бреговата зона“ на Институт по океанология – БАН. Пробите са класифицирани по скалата на Wentworth (1922), а обработката на данните е направена в програмата GRADISTAT (Blott, Pye, 2001). Определени са медианен диаметър и сортировка, въз основа на които е дефиниран видът на седимента и динамиката на транспорта, а на база на тези резултати се определя и видът на акумулативната форма. Класификацията се извършва въз основа на типичната закономерност, че, размерите и сортировката на пясъчната фракция на седиментите на ПДС се

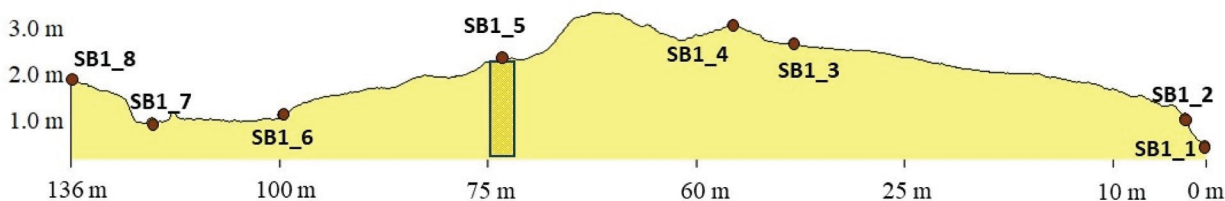
¹ https://www.moew.government.bg/static/media/ups/tiny/file/Nature/Protected_areas/Duni/Methodika_duni.pdf

различават в зависимост от транспортния фактор и дължината на преноса. В ивицата, подложена на вълново въздействие, пясъкът обикновено е по-грубозърнест, докато при наличието на допълнителен пренос и сортиране от вятъра, седиментните частици постепенно издребняват. За дюните по принцип е характерна умерено добра сортировка и средно- до дребнозърнеста фракция (размерът на частиците зависи и от подхранващия материал от плажа), както и ко-со-слоестата текстура (Davidson-Arnott, 2010).

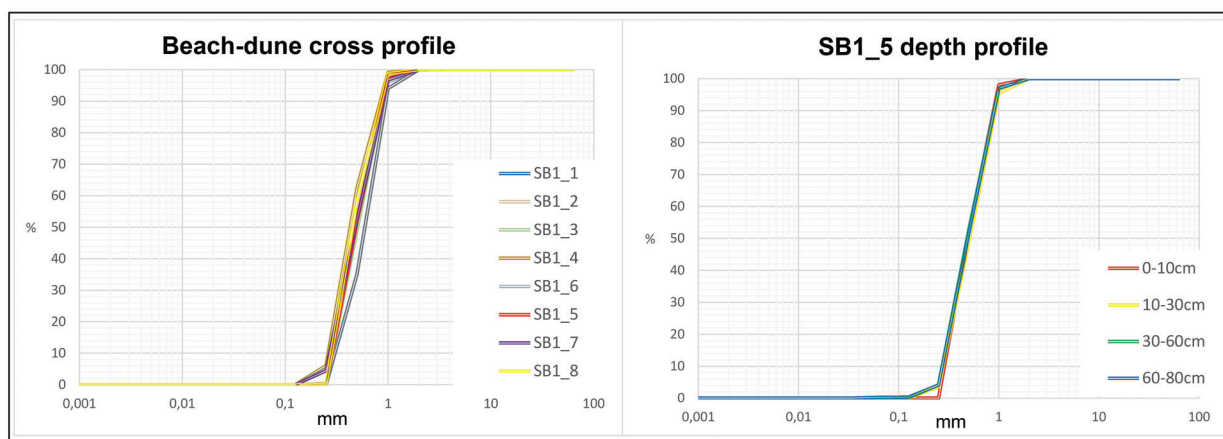
След дефинирането на дюните по морфология и състав те подлежат на определяне по тип местообитание съгласно процедурите на Закона за устройство на черноморското крайбрежие (ЗУЧК) – зараждащи се подвижни дюни, подвижни (бели) дюни, неподвижни дюни с тревна растителност (сиви дюни), облесени дюни и влажни понижения между дюните. Последното не е предмет на настоящата публикация, но резултатите от геоморфоложките проучвания са задължителна стъпка в процедурата по картографиране, определяне на границите и типа пясъчни дюни при специализираните карти и регистри на обектите по ЗУЧК.

Резултати и дискусия

За целта на изследването бе прокарана трансверсна линия по протежение на ПДС от водната линия към сушата с дължина 136,22 m. Профилната линия пресича секвенция от парагенетични акумулационни форми – брегова линия, брегови склон, плаж, зараждащи се ембрионални дюни и дюнно поле, в което е всечен поток (фиг. 2). По профила е извършено описание и са взети проби от 8 точки (фиг. 3 и табл. 1). Най-високо разположената опробвана точка (т. SB1_4) е на 3 m н.в. и се намира в билната част на стабилизирана дюна. Участъкът със запазени дюни е с дължина общо 60 m. Най-високата точка по профилната линия се намира малко по-високо от опробвания участък – на 3,354 m, но е на същата билна повърхнина на 73 m разстояние от водната линия. След зоната на прибоя е установено изкуствено заравняване на плажната ивица, поради което е нарушена естествената морфология на плажа, и затова плажната ивица не е опробвана. Заравненият участък от профилната линия има 26,3 m дължина – от т. SB1_2 до т. SB1_3. Ембрионални дюни са установени на 2,665 m височина и на



Фиг. 2. Надлъжен профил на плажно-дюнна система в южната част залив Бутамята.



Фиг. 3. Резултати от зърнометричния анализ на проби на плажно-дюнна система Бутамята.

Таблица 1. Характеристики на седиментни проби, събрани по трансектата на плажно-дюнна система в южната част на залив Бутамята

Точка	Разстояние спрямо водната линия (m)	Експозиция (°)	Описание	Тип на седимента	Сортировка
SB1_1	2	E (77°)	Зона на залив	Едър пясък	Умерено добре сортиран
SB1_2	5,50	E (72°)	Гребен на брега	Едър пясък с включения от дребен чакъл	Умерено добре сортиран
SB1_3	31,80	SE (123°)	Начало на първична дюна	Среден пясък	Добре сортиран
SB1_4	57,6	N (0°)	Наветрен склон на дюна	Среден пясък	Умерено добре сортиран
SB1_5	73,7	SE (147°)	Било на дюна	Среден пясък	Умерено добре сортиран
SB1_6	106,5	SW (209°)	Подветрен склон дюна	Среден пясък	Умерено добре сортиран
SB1_7	122,1	W (275°)	Русло на ерозионна форма, ляв приток на река Бутамята	Среден пясък	Умерено добре сортиран
SB1_8	136,2	E (80°)	Било на задна дюна	Среден пясък	Умерено добре сортиран

31,8 m разстояние от водната линия. На 122,1 m от водната линия е установена ерозионна форма от непостоянен воден поток, ляв приток на р. Бутамята. Широчината на руслото е 16 m. Максималната дълбочина на ерозионното връзване е 13 cm. Площта на опробваните дюни е 1619 m² (0,1619 ha). Най-високата точка на дюните има относително превишение 1,863 m от основата на дюнното поле и е с 1,491 m по-ниска от най-високата установена точка по профилната линия. Изследваната ПДС е разкъсана от множество пътеки с антропогенен произход (фиг. 1).

По отношение на големината на седиментните частици в ПДС в пет от общо осем повърхностни проби преобладава фракцията на средния пясък (0,5–0,25 mm; фиг. 3). В участъците, разположени в близост до брега, на разстояние до 5,5 m от водната линия (SB1_2, SB1_2), се забелязва повишено съдържание на едър пясък (1–0,5 mm), а в зараждащите се дюни (SB1_3) на 31,8 m от водната линия фракциите на едрия и средния пясък се изравняват. Сортировката на материала, транспортиран по дефлационен път в посока от бреговата линия към сушата, предполага установеното издребняване на седиментните частици. Най-едри са зърната на пясъка при гребена на брега, което се обяснява с влиянието на прибоя (табл. 1). В средната и периферната част на профила (от т. SB1_4 до т. SB1_8) отложеният материал показва характеристики на

придвижване по дефлационен път. В средната част на профила (участък SB1_5) е направен сондаж, в който личи коса слоестост. В дълбочина се наблюдава акумулация на среден и едър пясък с леко изразени различия по отношение на включенията от гравий (на дълбочини 10–30 и 60–80 cm) или на по-фин пясък (в интервала 30–60 cm), което е индикация за различен по мощност ветрови пренос.

Непосредствената близост до реката и морския басейн се явява предпоставка за смесен генезис на пясъци с различен размер на частиците и сортировка. В проби SB1_4, SB1_6 и SB1_7 преобладава средният пясък (0,5–0,25 mm), но има и включения от гравий (фиг. 3). По-едри включения се явяват и в слоевете под 10 cm на сондажа в SB1_5. Те достигат над 3% в точките в коритото на временния поток SB1_6 и SB1_7, което вероятно се дължи на промиването на по-дребните пясъчни частици и привнасянето на по-едри от временно течащите води. Наличието на по-голямо количество фин пясък в SB1_4, SB1_5 и SB1_7 (4–6%) може да се обясни с начална фаза на почвообразуване върху сиви дюни.

Типът на седиментите в 5 от общо 8 проби е определен като умерено добре сортиран пясък (от 250 до 500 µm). Коефициентът на сортировка при всички проби варира от 1,43 до 1,56, поради което сортировката (σ) е определена като умерено добра.

В резултат на извършения анализ на зърнометричния състав се установи, че изследваната ПДС се характеризира с хомогенен състав. В т. SB1_5 сортировката нараства от 1,49 в повърхностния слой до 1,66 в най-дълбокия слой. Следователно в подветрения склон на дюните се наблюдава неравномерно ветрово течение и подхранване с пясък от плажа.

Медианният диаметър (D50-φ) при всички проби варира от 0,8 до 1,18, поради което наслагите по протежение на ПДС са определени за от едро- до среднопесъчливи. Най-едрозърнестите наслагите са разположени в близост до водната линия на разстояние до 1,5–2 m навътре в сушата. В т. SB1_4, SB1_5, SB1_6, SB1_7 и SB1_8 стойностите на D50 са близки до 0,5 mm, т. е. среден пясък. Закономерно в подветрените склонове на дюните и пониженията на земната повърхност се акумулират по-фини наслагите в сравнение със зоната на брега и приобя.

Интересно е сравнението със състава на пясъка в другите ПДС в района на Странджанското крайбрежие в участъка от Царево до Резово. Повечето от тях са образувани в заливи, които са защитени от преобладаващите ветрове и вълнения. Popov & Mishev (1974) дават пример с плажа при къмпинг „Нестинарка“, за който е характерен дребнозърнестият пясък (79% от цялото количество на пробите). Изключение в района прави плажът при пясъчната коса, образувана при устието на р. Велека, за който е характерен едрият пясък. Преобладаващият среднозърнест пясък на плажа на Бутамята подсказва по-спокойни брегови процеси в сравнение с тези при Велека, но по-бурни в сравнение с „Нестинарка“. В сравнение с други части на Южното Черноморие, напр. „Каваците“, плажовете на Синеморец се характеризират с по-едър пясък.

Изкуственото заравняване на плажа е заличило естествения плажен профил, но разпространението на стабилизирани дюни на 31,5 m зад бреговата линия ни кара да допуснем, че той е бил по-сложен. На архивни изображения от 2013 г. ясно личи стъпало в средата на активната плажна ивица, което или е заравнено по време на щорм, или е деформирано от антропогенната дейност. Естественият по-висок и неравен бряг се потвърждава и от изпъкналият профил, изведен от детайлния теренен модел.

Заклучение

В обхвата на изследваната територия се регистрира наличието на морфологично изразен

комплекс от плаж и дюни с фрагментарно присъствие на ерозионни и антропогенни форми. Изследваната ПДС в района на с. Синеморец се характеризира с по-едрозърнест състав на наслагите в сравнение с ПДС други части на Южното българско черноморско крайбрежие. В същото време в сравнение с пясъчната коса на Велека, Бутамята демонстрира по-спокойни условия на седиментация. Установената умерено добра сортировка на седиментите от изследваните проби се вписва в преобладаващия тип за южната част на Българското черноморско крайбрежие, което е индикатор за сравнително сходни условия на транспорт и акумулация на наслагите. Същевременно транспортът и акумулацията на наслагите не са повлияни значително от антропогенната дейност. Техногенното влияние е основно разрушително чрез заравняване с цел разширяване на активната плажна ивица, както и чрез активизация на ерозията посредством просеки през дюните, изграждане на временни постройки върху тях и др.

В резултат на извършените теренни измервания в залива Бутамята е установено наличие на основни съставни елементи на ПДС – единични ембрионални дюни, стабилизирани дюни, междюдюни понижения и хребети. Този формен комплекс е допълнително усложнен от наличие на линейни ерозионни форми без постоянен отток. Изследваната територия е част от ПП „Странджа“ и зона Странджа (BG0001007) от екологичната мрежа НАТУРА 2000, което е предпоставка за опазването на ПДС. Въпреки защитения статут са налице следи от изкуствено заравняване на плажната ивица, редукция на първичните дюни и фрагментация на дюнните форми.

Благодарности: Публикацията е част от дейността по проект „Картографиране и пространствено-времеви анализ на плажово-дюнните системи по Южното Българско Черноморско крайбрежие: еволюция, антропогенен натиск и екологични рискове за дюнните местообитания (MapBGBeachDune)“, финансиран от ФНИ към МОН по Договор № КП-06-Н84/5 от 16.12.2024 г.

References

- Blott, S., K. Pye. 2001. GRADISTAT: a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. – *Earth Surf. Process. Landforms*, 26, 1237–1248; <https://doi.org/10.1002/esp.261>.

- Davidson-Arnott, R. 2010. *An introduction to coastal processes and geomorphology*. Cambridge Univ. Press, NY, 422 p.; <https://doi.org/10.1017/CBO9780511841507>.
- Popov, V., K. Mishev. 1974. *Geomorphology of the Bulgarian Black Sea Coast and Shelf*. Sofia, Publ. House Bulg. Acad. Sci., 253 p. (in Bulgarian).
- Prodanov, B., L. Dimitrov, I. Kotsev, R. Bekova, T. Lambev. 2023. Spatial distribution of sand dunes along the Bulgarian Black Sea coast: inventory, UAS mapping, and new discoveries. – In: Stafanova, K., S Moncheva, E. Düzgüneş, L. Dimitrov (Eds.). *Black Sea Ecosystem in the Spotlight. Nature Conservation*, 54, 81–120; <https://doi.org/10.3897/natureconservation.54.105507>.
- Prodanov, B., C. Gushev, D. Sopotlieva, M. Valcheva, R. Bekova, A. Baltakova, R. Tzonev, J. Popov. 2025. A standard procedure for dune mapping along the Bulgarian Black Sea coast: an integrated approach combining UAS photogrammetry, geomorphological and phytocoenological surveys. – *Front. Mar. Sci.*, 12, 1579724; <https://doi.org/10.3389/fmars.2025.1579724>.
- Stanchev, H., R. Young, M. Stancheva. 2013. Integrating GIS and high-resolution orthophoto images for the development of a geomorphic shoreline classification and risk assessment – a case study of cliff/bluff erosion along the Bulgarian coast. – *J. Coast. Conserv.*, 17, 719–728; <https://doi.org/10.1007/s11852-013-0271-2>.
- Stancheva, M. 2010. Sand dunes along the Bulgarian Black Sea coast. – *C. R. Acad. Bulg. Sci.*, 63, 7, 1037–1048.
- Valchev, B. 2015. Sand dunes along the Bulgarian Black Sea Coast south of the town of Burgas – statute and geoconservation value. – *Rev. Bulg. Geol. Soc.*, 76, 1, 89–111 (in Bulgarian with English abstract).
- Wentworth, C. K. 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. – *J. Geol.*, 30, 5, 377–392; <https://doi.org/10.1086/622910>.