

МОДЕЛНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ С MIKE 21 И АНАЛИЗ НА ДАННИ ЗА МОРСКИ НЕРИБНИ РЕСУРСИ

Филип Пенчев, Елица Петрова, Веселина Михнева

Институт по рибни ресурси – Варна

MODELLING STUDY WITH MIKE 21 AND ANALYSIS OF DATA ON NON-FISH MARINE RESOURCES

Filip Penchev, Elitsa Petrova, Veselina Mihneva

Institute of Fish Resources – Varna

РЕЗЮМЕ

Извършените моделни изследвания целят формиране на сценарии за управление на промишлено експлоатираните ресурси от черупчести мекотели и възстановяване на популацията на черната мида.

За селектиран участък от българското крайбрежие на Черно море – между нос Калиакра и нос Емине, е разработен двуменсионален хидродинамичен модел, който позволява симулация на морските течения при изменение на различни входящи параметри – вятър, температура и соленост на водата и др. Разработеният хидродинамичен модел формира основата за последващо екологично моделиране, което прогнозира развитието и смъртността на черната мида (*Mytilus galloprovincialis*) и рапана (*Rapana venosa*) в разглеждания участък. Екологичният модел е разработен чрез софтуерния продукт EcoLab и включва три различни сценария за развитие на черупчестите мекотели. Създаденият модел и сценарии могат да послужат при разработване на управленски решения за намаляване на натиска върху популацията на черната мида.

Ключови думи: MIKE 21, екологично моделиране, Черно море, черупчести мекотели, мерки за възстановяване

ABSTRACT

This ecological modelling study is focused on the development of scenarios for the management of the industrially exploited shellfish species and the recovery of the black mussel population.

A two-dimensional hydrodynamic model has been developed for a selected region of the Bulgarian Black Sea coast - between Cape Kaliakra and Cape Emine, that allows simulation of sea currents based on several input parameters - wind, water temperature and salinity, etc. This hydrodynamic model forms the basis for subsequent ecological modelling and future projections of the development and mortality of the black mussel (*Mytilus galloprovincialis*) and Rapa whelk (*Rapana venosa*) in the selected sector. The ecological model is based on the EcoLab software product and includes three different scenarios of shellfish resource development. The ecological model and generated scenarios could be helpful for the elaboration of management measures and reduction of the pressure on the black mussel population.

Keywords: MIKE 21, ecological modelling, Black Sea, shellfish species, conservation measures

ВЪВЕДЕНИЕ

Целта на извършеното изследване е да се изведат прогнозни сценарии чрез софтуерен продукт MIKE 21 – ECO-LAB, на базата на които да се разработят мерки за управление на запасите от промишлено експлоатираните морски мекотели, с акцент върху възстановяването на запаса на черна мида в българския участък от Черно море. За хранване на модела са използвани публично достъпни данни и данни, събирани от Института по рибни ресурси – Варна. Избраният участък за проучване е разположен между нос Калиакра до нос Емине, където са проведени експедиции с дълни тралове през 2015–2016 година за установяване на количествата на черната мида и рапана. Изследването включва разработване на три прогнозни сценария за симулиране динамиката на двата мида мекотели в българския участък от Черно море при различни условия – (1) интензивен риболов, (2) хранване на популацията на черна мида и (3) обособяване на забранени за риболов зони.

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Разработените модели включват прилагане на множество данни относно физико-химичните и биологични параметри на екосистемата в избрания регион на Черно море.

1. Хидродинамично моделиране с MIKE 21 FM

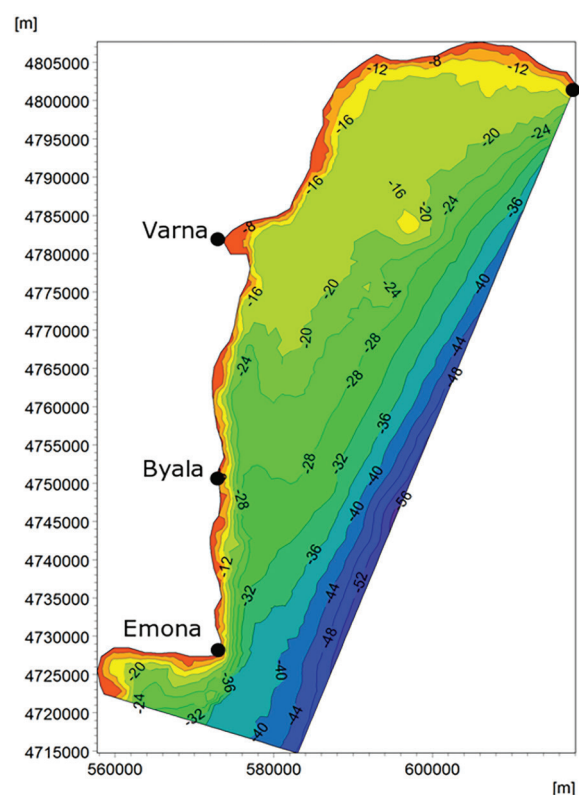
Използван е специализиран софтуер за двумерно хидродинамично моделиране на открити течения MIKE 21 Flexible Mesh. Като входни данни за хидродинамичния модел са използвани данни за батиметрия, гранични условия, съпротивление на дъното (изразено чрез коефициент на грапавина), вискозитет, вятър, температура и соленост на водата, радиационни напрежения от вълнение.

За разработване на батиметрията са ползвани данни от EMODnet-Bathymetry Portal (1) – общодостъпна мрежа за изследване и споделяне на батиметрични данни за европейските морски води. Използвана е географска координатна система WGS-84 UTM 35N (Фигура 1).

Изчислителната мрежа (Flexible Mesh) е изградена от 4000 триъгълни елемента с максимална площ от 0,1 km². Изчислителната мрежа е разработена въз основа на батиметричните данни, като в близост до крайбрежието са направени корекции, за да се отрази плавно изменение на дълбочината към брега за някои участъци.

Данните за ветровите условия в разглеждания участък от Черно море са получени от метеорологичен модел Global Forecast System (2). Резолуцията на модела е 0,5°, което позволява извършването на сравнително прецизен анализ на ветровите условия в зоната за съответния период на провеждане на хидродинамична симулация.

Допълнително в модела са включени данни за пет реки – Батова, Камчия, Фандъклийска, Двойница и Вая. Оттокът на тези реки е сравнително малък, но те са важни за отчитане на постъпващите количества биогенни елементи, които се вливат с техните води. Данните за концентрация на биогени са взети от доклад на Басейнова дирекция – Варна (3).



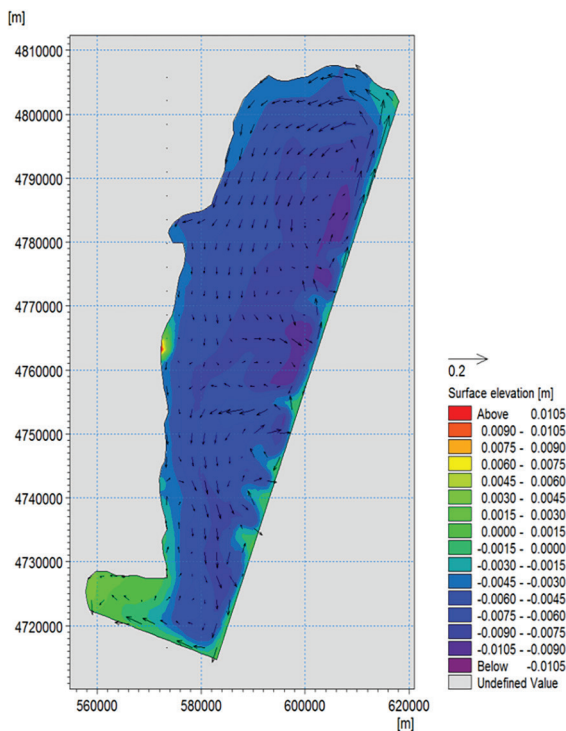
Фиг. 1. Батиметрия на изследвания участък от н. Калиакра до н. Емине

2. Моделиране с EcoLab

Прилагането на модул EcoLab към софтуерния продукт MIKE 21 дава възможност за моделиране на протичащите физични, химични и биологични процеси в даден воден обект. За разработването на екологичния модел за изследване/симулиране на състоянието на двата вида мекотели се използват 60 променливи параметъра и 200 константи, които участват в над 300 взаимно зависими процеси (4). Основните параметри в екологичния модел са абиотичните фактори

– разтворен кислород, биогенни елементи и биологичните компоненти на съобществото. В модела се прилагат следните биогенни елементи: нитритен и нитратен азот и фосфатен фосфор, като се отчита съдържанието на въглерод, азот и фосфор в биологичните компоненти на съобществото. Извършени са някои минимални корекции в екологичния модел по отношение на баланса между вливащите се количества азот и фосфор и преминаващите към отворените граници (открито море), тъй като моделът е с две отворени граници – източна и южна.

Като входящи данни са включени и следните основни биологични компоненти – фитопланктон, хлорофил-а, зоопланктон и бентос (5). В изследването се използват входящи данни относно количествата на черната мида и рапана, събрани от ИРР-Варна през 2015–2016 г, чрез дънни тралирания с плавателни съдове за промишлен риболов. За да се симулира риболовната активност пред българския бряг, се използват данни за рапаноулова с бийм-тралове и се отчита броят на риболовните дни за една година и уловите на единица площ (CPUA). Годишните улови на този сектор, според официалната статистика, достигат до 4000-5000 тона в българския участък на Черно море, а черната мида попада като приулов при този вид риболовни дейности.



Фиг. 2. Примерен резултат – скорост и посока на теченията

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Получените резултати за скоростта и посоката на морските течения (Фигура 2) отразяват тенденцията за преобладаващи течения, идващи от север-североизток, които преминават в посока към юг успоредно на българския черноморски бряг. Скоростите на морските течения варират в граници 0,15–0,30 м/с, което кореспондира с данните от епизодични измервания за скоростите на теченията в българския участък от Черно море.

По отношение на резултатите от екологичното моделиране с продължителност от три години са разгледани следните сценарии:

Сценарий 1 – интензивен риболов

Приема се, че на цялата територия на изследвания участък се извършват риболовни дейности с максимална интензивност (максимален брой риболовни дни за една година, при установеното ниво на CPUA за 2015–2016 г.) и без ограничения по време и пространство.

При този сценарий, в края на прогнозния период, количествата на черната мида намаляват с 57–93%, спрямо резултатите от първичните проучвания. Понижението е по-слабо изразено в дълбоководните участъци (>40 м изобата), тъй като риболовните операции са концентрирани в зоната до 35 м.

Приема се, че на цялата територия на изследвания участък се извършват стандартни риболовни операции, но при сепариране на уловите и връщане на малки екземпляри черна мида (<25 мм) обратно в морето.

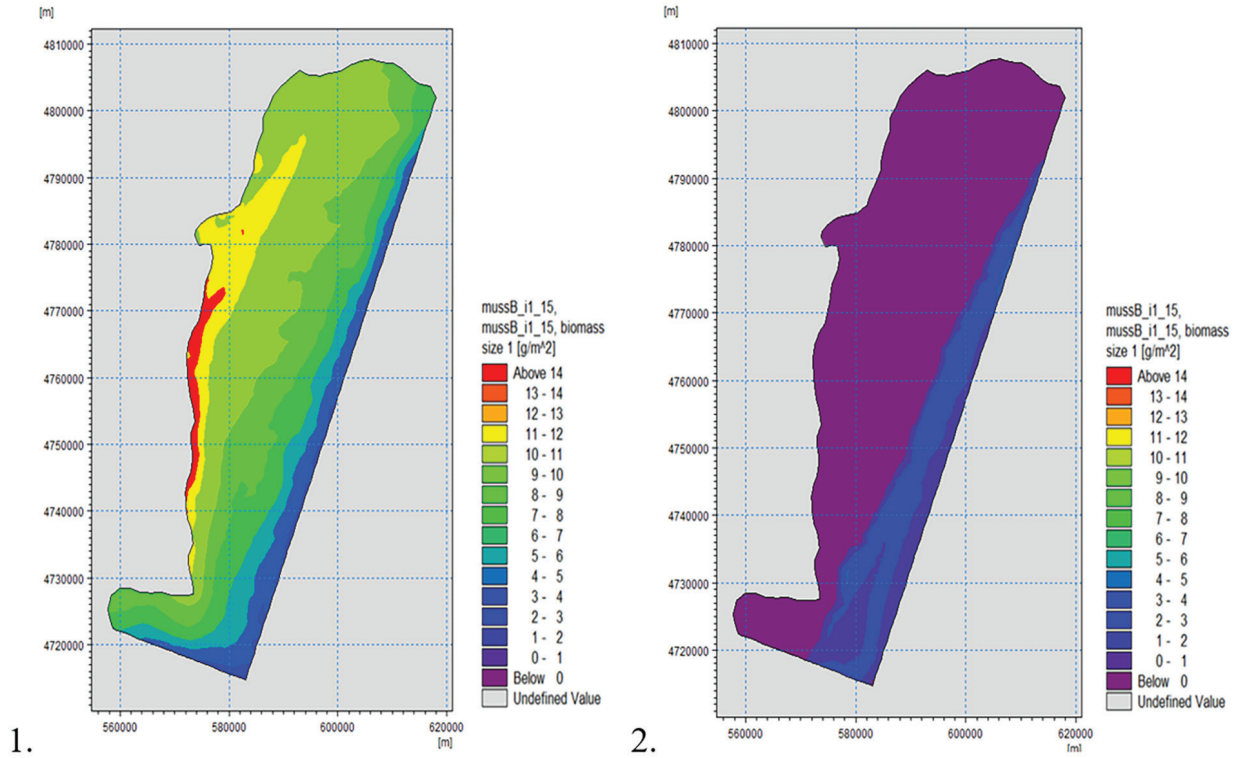
При този сценарий се регистрира известно понижение на биомасата на черната мида, но не се достигат критичните нива на предходния модел. В плитоководието биомасата на черната мида се стабилизира около 8 g DW/m² през втората година и около 6 gDW/m² (Фиг. 4 и 5) през третата година поради развитие и консумация от страна на *R.venosa*.

При този сценарий също се регистрира понижение на количествата на черната мида, но понижението може да остане в границите до 44–47%.

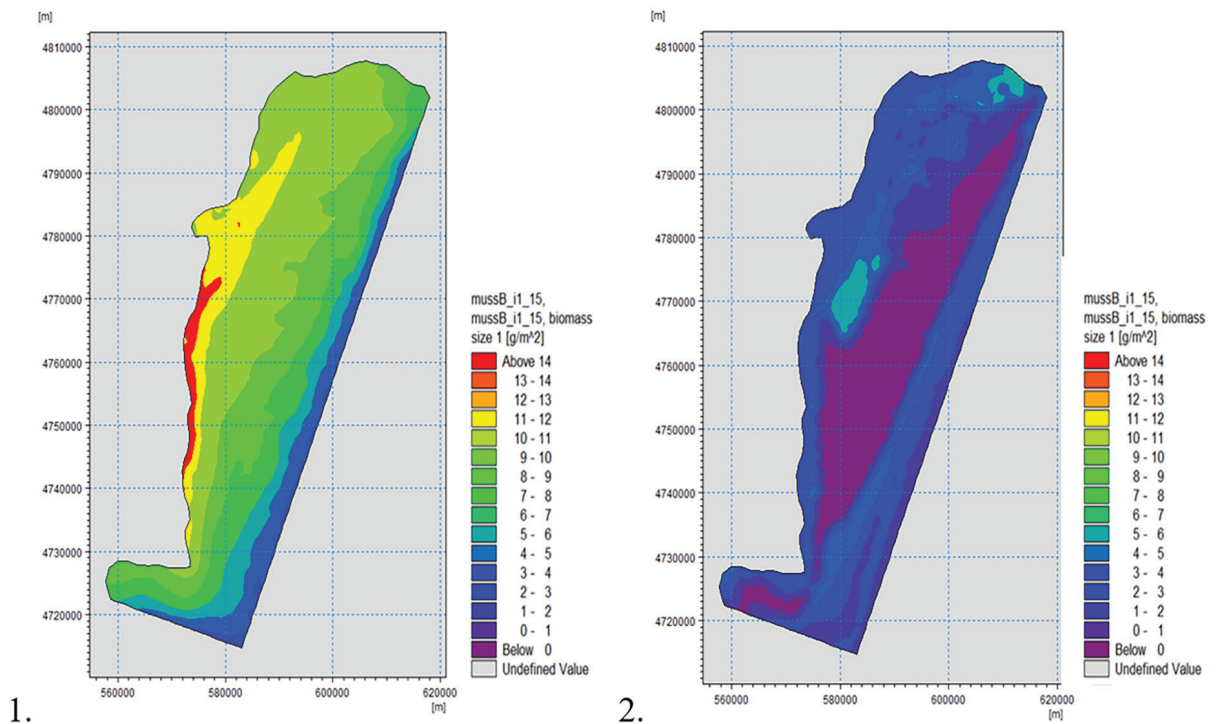
Сценарий 3 – Обособяване на забранени за риболов зони

Приема се, че в зоните от мрежата Natura 2000 не се извършват риболовни дейности, а в останалите зони риболовната активност е стандартна за последните години.

При този сценарий в зоните с ограничения на риболовните дейности е възможно повишение



Фиг. 3. Сценарий 1: Симулация на количествата на черната мида ($g DW/m^2$) при интензивен риболов за период от три години – начало (1) и край на периода (2); Сценарий 2 – захранване на популацията на черна мида

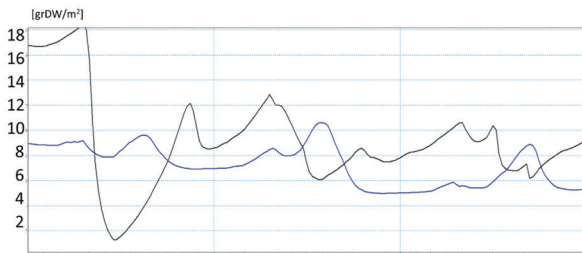


Фиг. 4. Сценарий 2: Сепариран улов и симулация на количествата на черната мида ($g DW/m^2$) за три години – начало (1) и край (2)

на количествата на черната мида с около 38% за три годишен период. Интересното при тази симулация е, че в зоните със стандартна риболовна активност количествата на черната мида не спа-

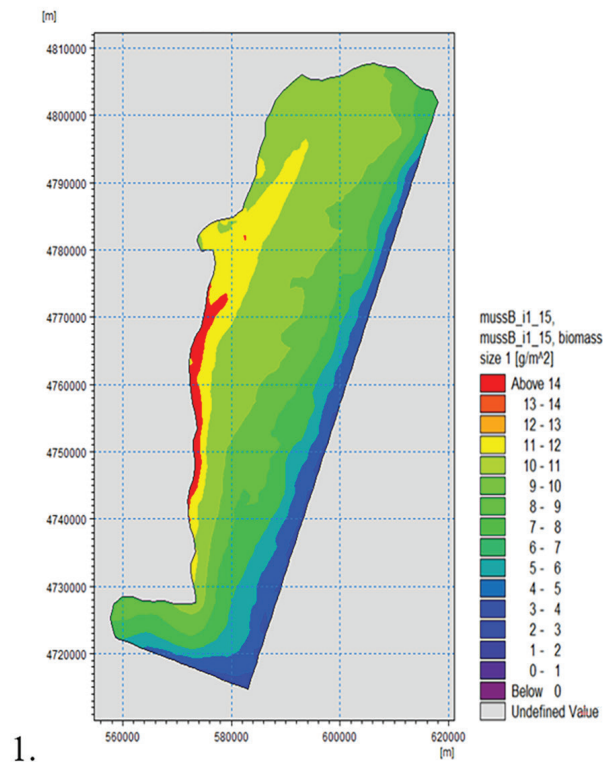
дат под драстични граници от 2-3 $g DW/m^2$ (Фиг. 6).

Резултатите от този сценарий дават възможност да се обсъди въвеждането на зони, различ-

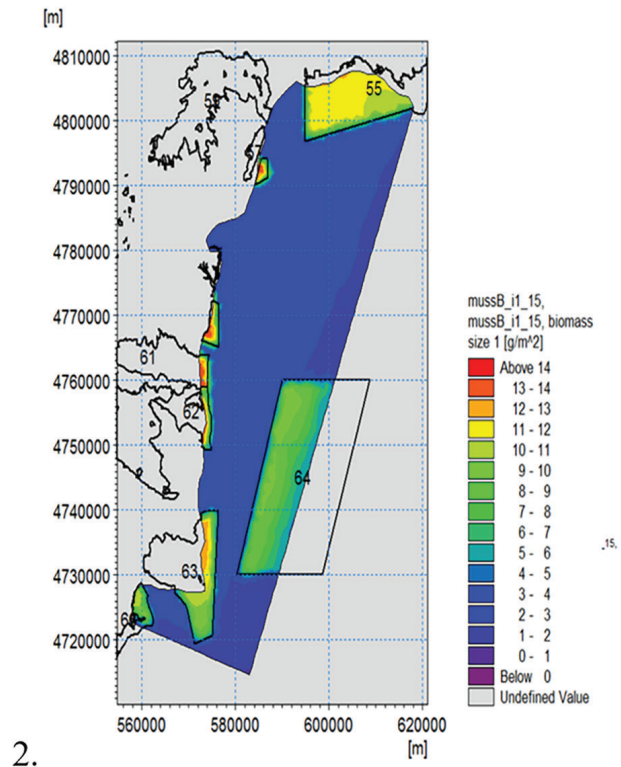


Фиг. 5. Сравнение между биомасата на черна мида (в gDW/m^2) в плитководие (черна линия) и дълбоководие (синя линия) при сценарий 2

мида. Такъв вариант е малко вероятен, но дава добра представа за динамиката на черната мида в участъци, които са силно подложени на риболовна дейност и в период от няколко години биха могли почти да унищожат напълно черната мида – с прогнозна биомаса от $<1 g DW/m^2$. От друга страна, резултатите от сценарий 2 представят различна динамика на популацията на черна мида, като се наблюдава значително понижаване на биомасата и невъзможност за дългосрочно възстановяване на



1.



2.

Фиг. 6. Симулация на биомаса на черна мида (gDW/m^2) при Сценарий 3 – начало (1) и край (2)

ни от Натура 2000, в които да бъде забранено извършването на рапаноулов за период от 3 години, при възможност за контрол и смяна на зоната след този период, за да се потърси оптимално използване на ресурса от черупчести мекотели, без да се застрашава популацията на черната мида.

ИЗВОДИ

Чрез моделни изследвания с MIKE 21 са разработени три сценария за улов на черупчести мекотели: интензивен риболов, захранване на популацията на черна мида и симулация на развитието на черната мида в зоните от НАТУРА 2000, при пълно ограничение на риболовните дейности.

Симулацията за сценарий 1 показва силно влияние на рапаноулова върху запаса на черната

популацията. При сценарий 3 се наблюдава възможност за добро развитие на черната мида в защитените зони, където биомасата варира между $8-14 g DW/m^2$, докато в зоните, където се извършва неконтролиран рапаноулов, намаляват биомасите както на черната мида, така и на рапана.

ЛИТЕРАТУРА

1. <https://portal.emodnet-bathymetry.eu/>
2. <https://www.ncdc.noaa.gov/data-access/model-data/model-datasets/global-forecast-system-gfs>

3. https://www.bsbd.org/UserFiles/File/annual%20reports/Doklad_2015.pdf
4. Clausen I & HU Riisgård. 1996. Growth, filtration and respiration in the mussel *Mytilus edulis*: no evidence for physiological regulation of the filter-pump to nutritional needs. *Mar Ecol Prog Ser* 141: 37-45
5. Petrova-Pavlova, E, Mihneva V., Stoikov S, Klisarova D., Uzunova S., Dineva S, Gerdzhikov D. (2017). Environmental status and dynamics of shellfish resources – veined rapa whelk and black mussel in the Western Black Sea during 2015-2016. *Proceedings of Institute of Fish Resources Varna*. 28. 7-25

Благодарности

Изследването е извършено с подкрепата на МАСРИ – Инфраструктура за устойчиво развитие в областта на морските изследвания, обвързана и с участието на България в европейската инфраструктура Евро-Арго, обект от Националната пътна карта за научна инфраструктура (2017-2023 г.) на Република България и проект „Повишаване на капацитета за изследване и управление на морски нерибни ресурси в Черно море“ (ECRAMON BLACK SEA) по Финансов механизъм на ЕИП и Норвежкия финансов механизъм Исландия, Лихтенщайн и Норвегия.

Acknowledgements

The research was supported by MASRI – Infrastructure for Sustainable Development of Marine Research including the Participation of Bulgaria in the European Infrastructure Euro-Argo an object of the National Roadmap for Scientific Infrastructure (2017-2023) of Republic of Bulgaria and project “Enhancing the capacity for research and management of the marine non-fishery resources in the Black Sea, ECRAMON-BLACK SEA”, funded through the Financial EEA Grants, gratefully acknowledged by the authors.

Адрес за кореспонденция:

д-р инж. Филип Пенчев
Институт по рибни ресурси – Варна
Бул. „Приморски“ 4
Варна, 9000
e-mail: f.penchev@yahoo.com