Marine geophysical surveys 2013 – 2022: Centre for Underwater Archaeology in cooperation with Eng. geophysicist Kiril Velkovsky

Kiril Velkovsky[1]

[1] KV Solutions Ltd. Engineer Geophysicist, kvelkovsky@gmail.com
Associate: Centre for underwater archaeology, Sozopol, BG

Key words: Marine geophysics, marine survey, marine archaeology

Abstract: The article is a retrospective of the marine geophysical surveys carried out from 2013 to the present day by the Centre for Underwater Archaeology in cooperation with engineer geophysicist Kiril Velkovsky, KV Solutions Ltd. The idea is to provide information for the achieved results, accumulated experience and created databases, and to give information about available accessible resources that could be used in many directions of science and engineering practice. A brief overview presents the main used geophysical methods, as well as information about the equipment, following on a brief overview of completed projects and achieved results.
On the other hand, to demonstrate the development of the various research methods both in technological and large-scale aspects, as well as in terms of quality of received data and detail. One aspect that is a global trend that has developed dynamically in the last 5-6 years as technology moves towards detail and hyper-detail in the results obtained.

Морски геофизични проучвания 2013 – 2022 г.: Център за подводна археология в сътрудничество с инж. геофизик Кирил Велковски

Кирил Велковски[1]

[1] KV Solutions Ltd. Engineer Geophysicist, kvelkovsky@gmail.com
Асоцииран член на Център за подводна археология, Созопол, Р.Б.

Ключови думи: морска геофизика, морски проучвания, морска археология

Въведение

Статията е оформена като ретроспекция на изпълнените от 2013 до момента морски геофизични проучвания от страна на Центъра за подводна археология в сътрудничество с инж. геофизик Кирил Велковски, КВ Солюшънс ЕООД. Идеята на статията е да покаже постигнатите резултати, натрупан опит и данни, и да даде информация за налични достъпни ресурси, които биха могли да бъдат ползвани в множество направления на науката и инженерната практика.
В кратък преглед са представени основните използвани методи на проучване, както и информация за използвани апарати и екипировка. Следва кратък обзор на изпълнени проекти и постигнати резултати.
От друга страна целта е да се демонстрира развитието на различните методи на проучване както в технологичен и мащабен аспект, така и като качество на получавани данни и детайлност. Един аспект който е световна тенденция, която се развива динамично през последните 5-6 години, технологията да върви към детайлност и свръхдетайлност в получавани резултати.

Използвани методи, екипировка, получавани данни и комплексиране

В практиката до момента са използвала почти всички морски проучвателни методи:

1. Акустични:
   - Многолъчева и еднолъчева батиметрии с цел придобиване на информация за теренни модели на дъното;
   - Странично сканиращи сонограмни снимки с цел изграждане на текстурни образи на дъното и гео-кодиране на типа на дъното;
   - Под-дънно профилиране с профилограф с цел придобиване информация за дебелина и структура на седиментните отлагания в дъното, структура и геоморфоложка информация;
   - Акустично картиране за субстрата на дъното с гео-кодиране по акустичен път.

HYPERLINK "https://doi.org/10.48368/bgs-2023.1.N" https://doi.o

2. Магнитни и магнитен градиент с цел получаване информация за метални обекти по или под дъното, разкриване на обекти и картирането им.
3. Електро-проучвателни с цел придобиване на структурна и геоморфоложка информация за проучваните райони.
4. Видео наблюдение и заснемане с използване на дистанционно управляем апарат и подводна камера.

Екипировката, която е използвана е многообразна и може би е най-пълният комплекс от хидрографски и геофизични апарати наличен в страната окомплектовани на едно място. Комплексът включва: Многолъчеви ехолоти с възможност за работа до 240 м., в това число един двучестотен апарат; Еднолъчеви ехолоти с възможност за работа до 120 m дълбочина; Странично сканиращи сонари с различни работни честоти за придобиване на различна детайлност и възможност за работа до 240 м. дълбочина; Гео-кодиращ ехолот за субстратно картиране на дъното; Един поддънен профилограф; Електропроучвателно оборудване с комутатор и многоелектродна коса за работа с 50 електрода; Подводни метал-детектори; Подводна камера за спускане и/или теглене; Малък дистанционно управляем апарат за видео наблюдение; Координиращи високо прецизни DGPS системи; Генератори и допълнително оборудване; 3 плавателни съда различен размер позволяващи изпълнение на задачи от 0,5 м. дълбочина до дълбочините на шелфа в рамките на териториални води; Пълен комплект софтуерно обезпечаване както системно така и за последваща обработка и комплексна визуализация на получени и обработени данни в 2D/3D и 4D среда.

Стандартна практика в проучванията е използването на комплекс от методи обединяващи едновременно проучване с повече от един метод. От друга страна с придобиването на опит през годините е стандартна практика получаването на високо детайлни данни, далеч надхвърлящи нормите и стандартите използвани при хидрографски или други проучвания.

С натрупването на различни по характер и съдържание данни при използване на комплекси от методи е изградена и практиката получените резултати да бъдат обработвани и обединявани в общо комплексно 4D пространство на модели, което позволява многопластова и много по-ефективна интерпретация на резултатите в сравнение с традиционните методи. Тази практика позволи и изграждане на единна гео-информационна база данни с получени и обработени данни за различните проучени към момента райони. Базата данни съдържа различни данни и информации от различните приложени проучвателни методи, като е класифицирана по проучени райони, приложени методи и получени данни.

Проучени райони и приложени комплекси методи

В периода 2013 – 2022 година са изпълнени общо 73 полеви активности с използване на морски геофизични методи проведени във връзка с археологически, инженерни и екологични проекти, от които 4 в затворени вътрешни басейни. Към тази бройка трябва да прибавим и 7 полеви активности свързани с демонстрационни и/или учебни дейности. Общо 80 полеви експедиции.

Основните места където са проведени тези активности са съсредоточени в 27 локации както следват по райони: Силистар – Синеморец – Ахтопол; Царево – залива Арапя – Китен – Приморско; устието на р. Ропотамо – Дюни; Дюни – Созопол – Черноморец – залива Вромос; о. Св. Анастасия – Ченгене Скеле – залива Форос; Поморие; Несебър; Варна залив и по трасето на спрения проект „Южен поток“; Каварна и Шабла; Дуранкулак. Към тези места се добавят и Варненско и Белославско езера заедно с корабни канали 1 и 2; Дуранкулашко езеро; езерото Сребърна и кариера за инертни материали в района на гр. Пазарджик. Също така една голяма площ като активност е свързана с участието в проект „Морски археологически проект Черно море“, по-известен като Maritime Archaeological Project Black Sea – „M.A.P. Black Sea“.

В таблица 1 са представени статистически данни по райони на проучване, периоди на изпълнение и приложени геофизични методи заедно с площите, които са проучени.

Общата нетна проучена площ възлиза на над 1 746 618 537 кв. м (1 746 кв. км.). С отчитане на повторно измерените с различни методи площи, общата брутна площ надхвърля 2 500 кв. км. Чистата проучена площ покрай бреговете с излизане в изключително плитки води до 1 м. дълбочина възлиза на 116 158 536 кв. м. (116 кв. км.).

HYPERLINK https://doi.org/10.48368/hgs-2023-11.N

№	Години на изпълнение	Район в който са водени проучвания	Стран. сканиращ сонар	Многолъчев ехолот	Еднолъчев ехолот	Поддънен профилограф	Магнитка и маг. град.	Електрика ВЕС/Проф.	Гео-кодиране субстрат	ROV инспекции	Проучена площ кв.м
1	2013	Силистар	Y		Y						1,937,322
2	2013	Синеморец	Y		Y						3,754,982
3	2013	Ахтопол	Y		Y						3,397,636
4	2013-2022	Китен (Лозенец-Приморско)	Y	Y	Y	Y					15,017,440
5	2014-2022	Созопол (Буджака-н.Червенка)	Y	Y	Y	Y			Y		11,449,665
6	2014-2015	Черноморец	Y	Y	Y	Y				Y	2,173,923
7	2014-2020	Вромос	Y	Y	Y	Y			Y		653,902
8	2014	Поморие - Сарафово	Y	Y		Y		Y		Y	2,517,947
9	2014	Проект "Южен поток"	Y	Y	Y	Y	Y	Y			43,120,156
10	2015	Поморие	Y	Y	Y	Y		Y			989017.0
11	2015-2022	Несебър	Y	Y		Y		Y			3,391,000
12	2016	Варна пристанище	Y	Y		Y					1,004,856
13	2016-2021	Варненски езера Варна-Белослав	Y	Y	Y	Y			Y		8,600,000
14	2017-2022	Ропотамо - Дюни									2,554,539
15	2018	Царево	Y	Y		Y					1,200,000
16	2019	Варна залив - Карантината	Y	Y		Y					770,000
17	2020	Св. Анастасия	Y	Y		Y			Y		800,000
18	2020	Каварна	Y			Y					450,000
19	2020	Езерото "Сребърна"	Y			Y		Y	Y		852,000
20	2021	Приморско	Y	Y							730,000
21	2021	Пристанище Росенец	Y	Y							118,000
22	2021	Залива Форос	Y			Y			Y		1,790,000
23	2020-2021	Дуранкулак	Y	Y	Y	Y		Y	Y		262,058
24	2020-2022	Ченгене Скеле	Y	Y		Y			Y		2,137,222
25	2022	Каба Борун - Приморец	Y	Y							65,000
26	2022	Пазарджик - кариера			Y						150,000
27	2015-2017	MAP Black Sea	Y	Y		Y				Y	1,630,460,000
28	2015	Полева геофизична школа, Созопол								Y	
29	2016	Полева геофизична школа, Созопол								Y	
30	2017	Полева геофизична школа, Созопол	Y	Y							3,420,076
31	2018	Полева геофизична школа, Созопол	Y	Y	Y	Y					2,701,796
32	2019	Полева геофизична школа, Созопол	Y	Y	Y	Y					150,000
33	2021	UNESCO Школа - Несебър	Y	Y							
34	2022	UNESCO Школа - Несебър	Y	Y							Общо:
		Брой използвани методи по райони:	**30**	**24**	**14**	**21**	**1**	**6**	**8**	**5**	**1,746,618,537**

Таблица 1. Списък на проучени райони с разгърнати площи и приложени методи на проучване по години.

Трябва да се отбележи, че горните площи са проучени с разрешаваща способност под 1 метър, както е описано по-долу, което прави проучванията особено детайлни.
Използвани са всички описани по-горе методи съгласно целите и нуждите. Статистиката сочи следните случай на употреба на методи на проучване: 74 пъти странично сканиращ сонар; 56 пъти многолъчева батиметрия; 19 пъти еднолъчева батиметрия; 41 пъти поддънен профилограф; 1 път магнитка и магнитен градиент; 11 пъти електросъпротивителни методи ВЕС, профилиране, дипол-дипол сканиране; 5 пъти ROV и/или подводна камера; 26 пъти геокодиране на субстрата на дъното по данни от геофизични данни.
Всички получени данни са класифицирани по използван метод и обработени до създаване на комплексни 4D модели, като за всички проучени райони е направена комплексна интерпретация на получените данни от инженерна, археологическа и/или геоморфоложка гледни точки, оформени в

HYPERLINK "https://doi.org/10.48368/bgs-2023.1." "https://doi.o

отчети към всеки проект. В създадената база данни се съхраняват оригинални измерени RAW данни, обработки и крайно обработени данни със съответни получени картни материали, ГИС данни и информации, отчети.
Получените данни са с особено висока степен на гъстота и детайлност. Широкомащабните батиметрични теренни модели са с разделителна способност от 1 х 1 м., а детайлизиращите модели са с разделителна способност 15 х 15 / 10 х 10 см. Сонарните снимки са с разделителна способност 20 х 20 см, а при високочестотните уреди 5 х 5 см. Поддъно профилиране се изпълнява с гъстота от 10 до 50 метра отстояние между профилите, а при подребномащабни площни проучвания се използва 100 метра отстояние.
За болшинството проучени райони е създадена геоморфоложка интерпретация, отчитаща както общодостъпните геоложки данни, така и нови получени детайлни такива.

Заключения

Трябва да се отбележи, че в не малко случай в следствие високата детайлност на получаваните данни, локалните геоморфоложки интерпретации в микро мащаб са в несъгласие с глобалните описани в източниците. Разликата се обяснява с детайлността, с която са проведени новите проучвания спрямо детайлността на данните, по които са изграждани предишните достъпни интерпретации в източниците. В по-голям мащаб, това несъгласие изчезва.
Факт е, че към момента наличният потенциал от оборудване, опит и данни все още остават неизползвани в пълен капацитет от страна на държавата и различните научни и икономически организации. Натовареността на екипа и оборудването заема не повече от 5% до 10% от годишния потенциал, докато събраните данни и създадените бази данни, въпреки особено високата си детайлност и информативност не се използвани за нищо друго освен за археологически цели.
Целият апаратен потенциал и опит, както и създадените бази данни са достъпни за използване и за решаване на задачи с различна насоченост като: инженерни, археологически, геоложки и геоморфоложки, екологични, стопански и др.

Литература

Годишник на Националния археологически институт с музей, БАН „Археологически открития и разкопки“ 2013 – 2022 г. ISSN: 1313-0889.
Велковски, К. 2021. Морско геофизично проучване в акваторията на НАТУРА 2000 – гр. Созопол, залива гр. Созопол – о. Св. Иван – н. Хрисосотира, гр. Черноморец. X-та Национална конференция по геофизика, 04 юни 2021, DOI: 10.48368/bgs-2021.1.N9
Велковски, К. 2022. Известия на Бургаския музей, Том VIII, Част I, 2022. ISSN 2738-7933.
Prahov, N., B. Prodanov, K. Dimitrov, K. Velkovsky. 2021. The negative impact of human activities on underwater cultural heritage: case studies from the Bulgarian Black Sea littoral. Conference: 21st SG877iiEM International Multidisciplinary Scientific Geo-Conference Proceedings. DOI: 10.5593/sgem2021/2.1/s11.89
Garbov, D., Z. Georgieva, T. Levinic, O. Mcilfatrik, M. Panayotov, E. Tsavkov, N. Tsvetanov, K. Velkovsky, 2021. Unravelling the Saint Nicholas Bay Shipwreck: A Multidisciplinary Approach. Archaeologia Bulgarica XXV, vol. 2, 81-104

HYPERLINK "https://doi.org/10.48368/bgs-2023.1.N" https://doi.org/10.48368/bgs-2023.1.N