ЧЕРНО МОРЕ – ВЪЗОБНОВЯЕМ ИЗТОЧНИК НА ЕНЕРГИЯ И РЕСУРСИ

Силвия Лецковска, Милен Балтов
Камен Сейменлийски, Радостин Долчинков
Бургаски свободен университет

BLACK SEA – RENEWABLE ENERGY AND RESOURCES

Silviya Letskovska, Milen Baltov
Kamen Seymenliyski, Radostin Dolchinkov
Burgas Free University

Abstract: *The main purpose of this report is to review the future tendencies and perspectives in the construction of renewable energy sources in Black Sea in the territory of Bulgaria and/or EU.*

Key words: *renewable energy sources, power, plant, electricity, efficiency, future, tendencies, development.*

Въведение

В изпълнение на целите за преминаване към нисковъглеродна, сигурна и конкурентоспособна икономика, Европейският парламент прие нови цели за използване на възобновяеми източници на енергия и енергийна ефективност.

В тази връзка, настоящата студия е посветена на бъдещите тенденции и перспективи за усвояване ресурсите и изграждането на възобновяеми енергийни източници в Черно море на територията на България и ЕС.

I. ТЕНДЕНЦИИ В РАЗВИТИЕТО НА СЪВРЕМЕННАТА ЕНЕРГЕТИКА

Световната енергийна индустрия е сложна динамична система от противоречия, която нелинейно реагира на промени във външните условия [1].

Въз основа на съвременни данни и изследвания са идентифицирани ключовите тенденции в съвременното енергийно развитие.

За да се интегрира целият комплекс от тези фактори на енергийното развитие се разглеждат три сложни сценария: инерционен, застоял и иновативен [2, 5].

Всеки сценарий е съвкупност от взаимосвързани тенденции от различно естество и дава възможност да се идентифицират основните проблеми на световното енергийно развитие в бъдеще.

Групата GSG (Global Scenario Group), автор на глобалния сценарий, е създадена през 1995 г. и публикува своите изследвания през 2002 г. Според прогнозата на GSG, в бъдеще (до 2050 г.) са възможни три принципно различни сценария на развитие, всеки от които се разделя на две допълнителни опции.

Първата група сценарии са Инерционните светове. Тя включва тенденция на опазване на енергията и ресурсите, използването на възобновяеми енергийни източници.

Втората група сценарии е варваризацията (Barbarization). Тази група предполага нарастването на негативните тенденции, част от които са изчерпването на ресурсите.

Третата група сценарии е Големият преход – The Great Transition. Този сценарий предполага преминаване към устойчиво развитие поради комплекс от технологични, политически и икономически решения и преодоляване на горепосочените ключови негативни тенденции.

Световният бизнес съвет за устойчиво развитие (The World Business Council for Sustainable Development – WBCSD) през 1999 г. публикува доклад, специално посветен на енергийните сценарии.

Разработка е свързана с дейностите по проект за формулиране на сценария на световното развитие (Exploring Sustainable Development).

В рамките на проучването на The World Business Council for Sustainable Development се разглеждат три сценария – Economocentric (FROG – първо повишава растежа ни), GEOPolitics (GEOPolity), „Jazz" (Jazz).

В част от *икономически ориентирания сценарий* се предполага:

- Бърз растеж на търсенето на енергийни ресурси, особено в развиващите се страни, което води до ръст на емисиите на CO_2 и други парникови газове;
- Бързо технологично развитие, по-специално – използването на високотемпературни технологии за свръхпроводимост и горивни клетки;
- Създаване на по-мощни, компактни и по-евтини акумулаторни батерии, както и технологии за пренос на електричество на дълги разстояния и превръщане на някои видове енергия в други;
- Развитие на възобновяеми енергийни източници; бърз растеж на ядрената енергия.

Сценарият GEOpolicy предполага:

- Нови енергийни носители;
- Намаляване на емисиите на CO2;
- Увеличаване на дела на газта и ядрената енергия в енергийния баланс и намаляване на дела на въглищата;
- Бърз растеж на възобновяемата енергия;
- Използване на горивни клетки, слънчеви панели, вятърна енергия, биогорива;
- Провеждане на активна политика в областта на климата, основана на споразуменията от Киото и след Киото със система от квоти за емисии и търговия с тях и др.

Джаз сценарият предполага:

- Приоритет на икономическото развитие;
- Напредък в информационните технологии като ключов фактор за развитие;
- Бързо технологично развитие на енергетиката като индустрия на услугите, характеризираща се с разнообразие от играчи, потребители и приложни технологии;
- Технологични решения с използването на все повече устройства и технически системи, включващи генератори на енергия от различни видове;
- Относително ниски цени на енергията;
- Увеличаване на дела на ядрената енергия и природния газ в потреблението на енергия;
- Нарастване на енергийната ефективност, развитието на интелигентна мрежа и технологии на горивни клетки;
- Активно развитие на възобновяемата енергетика и др.

Но сценариите на The World Business Council for Sustainable Development в много отношения са прекалено оптимистични, не отчитат дълбочината и остротата на противоречията в световното развитие и не отразяват съществуващите рискове.

Сценариите на Международната енергийна агенция (IEA) съдържат подробна прогноза за състоянието на световния енергиен сектор за 20÷25 години напред. Прогнозата се дава по правило според два сценария – инерционен (референтен) и алтернативен.

През последните години прогнозният хоризонт достига 2030 г. и като алтернатива се разглежда сценарий, който осигурява стабилизиране на концентрацията на парникови газове на ниво от 450 ppm CO2-еквивалент.

Изследването на бъдещето на световната енергетика през първата половина на XXI век принадлежи към класа на дългосрочните прогнозни изследвания. В същото време светът очевидно не може да се развива изключително в рамките на наблюдаваните днес енергийни тенденции.

II. МОРСКА ВЪЗОБНОВЯЕМА ЕНЕРГИЯ

Електроенергията има остра нужда от нови енергийни източници, нови принципи на нейното преобразуване и транспортиране, нови „интелигентни“ системи за организиране на енергийните доставки. В този аспект от значение е използването на морската възобновяема енергия [3,4].

Морските възобновяеми енергии са форма на възобновяема енергия, произтичаща от различните природни процеси, протичащи в морската среда. Има четири вида такава енергия, а именно:

- Енергия на океана;
- Вятърна енергия от турбини, разположени в офшорни райони;
- Геотермална енергия, получена от подводни геотермални ресурси;
- Биоенергия, получена от морска биомаса, особено водорасли, получени от океана.

Възобновяемата океанска енергия идва от шест различни източника, всеки с различен произход и изискващ различни технологии за преобразуване, но общото е, че всички те се получават от потенциалната, кинетична, топлинна и химическа енергия на морската вода.

Тези шест различни източника са вълните, приливите и отливите, приливните течения, океанските течения, преобразуването на топлинна енергия в океана и, накрая, градиентите на солеността.

Вълните, които се генерират от въздействието на вятъра върху водата, произвеждат енергия, която може да бъде използвана.

По отношение на приливите и отливите, тяхната амплитуда генерира енергия чрез циклично покачване и спадане във височината на океана. Същото важи и за приливните течения, които се генерират от хоризонталните движения на водата, техните потоци са резултат от покачването и спада на прилива. Океанските течения, които съществуват в открития океан, са друг източник на енергия.

Преобразуването на топлинна енергия в океана, от друга страна, е технология за възползване от слънчевата енергия, погълната от океаните, базирана на температурната разлика между горните слоеве вода и тези на по-голяма дълбочина, които са много по-студени. Необходима е обаче минимална температурна разлика от 20 °C между слоевете, за да се използва тази енергия, която следователно може да бъде произведена само в определени части на света, каквито са екваториалните и тропическите региони.

Градиентите на соленост възникват в резултат на смесването на сладка и морска вода, което се извършва в устията на реките и отделя енергия като топлина. Тази енергия може да бъде използвана чрез процес на обратна електродиализа, основан на разликата в химичния потенциал между сладката и морска вода, или чрез осмотичен енергиен процес, основан на естествената тенденция на двата вида вода да се смесват.

Ако се разгледат параметрите на устойчивото развитие и се разширят трите му съставни елемента, а именно – икономическите, социалните и екологичните аспекти, става ясно, че морските възобновяеми енергийни източници имат определящо влияние върху това развитие.

Задължително трябва да се отчете факта, че много аспекти от използването на енергийните ресурси, включително морската енергия, изискват транснационално управление и междудържавно сътрудничество.

От съществено значение е и фактът, че Интегрираната морска политика на ЕС (ИМП), за която се заговори още през 2007 г., през 2009 г. придоби международно измерение, надхвърлящо границите си, още преди да бъде включен в съдържанието ѝ през 2012 г като основен елемент Синия растеж.

В тази сфера Европейският съюз извърши стратегическа оценка на потенциала за сътрудничество в контекста на синия растеж в различните морски басейни и спонсорира поредица от проучвания чрез ГД „Морско дело и рибарство“, за да анализира своя потенциал за син растеж, изследвайки и детайлизирайки всеки от различните модели на развитие на морските индустрии с цел изготвяне на конкретни планове за бъдещето.

В този контекст Черно море също е важен обект от гледна точка ползите, които морското сътрудничество би могло да донесе.

Докладът, публикуван през 2014 г. и озаглавен „Черно море – идентифициране на елементите за сътрудничество в морските басейни“, който представя най-значимите инициативи и програми в областта на морското сътрудничество на ниво морски басейн, картографира съществуващите проекти и инициативи с морско измерение и дефинира възможните източници на финансиране за проекти за син растеж в Черно море.

Докладът също така определя кои се считат за приоритети, които в случая на секторни категории включват офшорни възобновяеми енергийни източници, заедно с офшорни нефт и газ, като средство за осигуряване на енергийна сигурност в региона.

Хоризонталните действия обхващат четири основни области, всяка със съответните си подкатегории, а именно:

- Планиране на синя икономика (морско пространствено планиране; развитие на интелигентна инфраструктура и др.), развиване на знания (съвместно събиране на данни; изграждане на капацитет между индивиди, институции и общество;
- Споделяне на морска култура и наследство, подпомагане на нарастване на ползата, (улесняване на достъпа до финансиране;
- Насърчаване на иновациите;
- Развитие на морските клъстери и подобряване на околната среда (запазване, защита и подобряване на качеството на крайбрежната и морската среда и наследство; мониторинг на екосистемите; изграждане на устойчивост на въздействието на изменението на климата).

Институциите на ЕС са приели значителни мерки по отношение на Черно море в рамките на предприсъединителния процес на Турция, ENP39 и стратегическото партньорство с Русия.

По подобен начин „Хоризонт 2020“, Рамковата програма на ЕС за научни изследвания и иновации за периода 2014-2020 г., също съдържат конкретни елементи за Черноморския регион.

Въпреки че „Черноморски хоризонт“ не включва конкретно енергийните въпроси сред изричните си цели, всеки енергиен проект за възобновяема енергия би се вписал напълно в тях, особено като се има предвид факта, че неговата седма и последна дефинирана подцел е именно: „идентифициране на предизвикателни тематични области за взаимна наука, сътрудничество в областта на технологиите и иновациите“.

Различни инициативи, засягащи Черно море, бяха осъществени и чрез други програми за сътрудничество в енергийната сфера, в която Европейският съюз е партньор, като INOGATE (INterstate Oil and GAs Transportation to Europe – програма за международно сътрудничество в енергийната област между Европейския съюз, черноморските и каспийските държави, както и съседните държави), TRACECA (Transport Corridor Europe-Caucasus-Asia – програма за международно сътрудничество между Европейския съюз и страните партньори по организацията на транспортния коридор „Европа-Кавказ-Азия“.

Организационно Transport Corridor Europe-Caucasus-Asia е всъщност междуправителствена комисия, въпреки че към днешна дата не изглежда да са възникнали значителни инициативи, свързани със синята енергия.

Що се отнася до енергетиката, въпреки че от самото начало се споменава необходимостта от „разработване на по-ясен фокус върху алтернативните енергийни източници“, подходът идва от основната перспектива на стратегическото значение на региона за енергийната сигурност на ЕС, отчасти защото е район за производство на енергия, но главно, защото е транспортен коридор за конвенционални въглеводороди.

По този начин предложението на Комисията предвижда, от една страна, непрекъснато подобряване на отношенията на ЕС със страните производителки на енергия, транзит и потребители, в рамките на диалог за енергийната сигурност и от друга, за повишаване на енергийната стабилност чрез изграждане на нова енергийна инфраструктура и надграждане на съществуващата такава.

III. ЧЕРНО МОРЕ – СТРАТЕГИЧЕСКИ ИЗТОЧНИК НА ЕНЕРГИЯ И РЕСУРСИ

Черно море има огромно значение от различни гледни точки – икономическа, политическа, социална и екологична. Те определят неговото стратегическо влияние не само за Европа, а и за света като цяло. Поради това често се казва, че то служи за мост между Европа и Азия, тъй като свързва Европа с района на Каспийско море, Централна Азия, Близкия изток и по-нататък, с Югоизточна Азия и Китай. Стратегическото му значение е свързано с някои заплахи от по-глобален характер, такива като трафик на хора, и като последствие – нелегална миграция, тероризъм или наркотрафик.

Черно море има потенциал за поне някои форми на морска енергия, а именно морска вятърна енергия, вълнова енергия, приливни баражи и производство на биогорива.

Освен това трябва да се отбележи, че настоящата ситуация на влошаване на околната среда прави Черно море идеално пространство за инвестиции в благоприятни за климата технологии, тъй като те спомагат за намаляване на емисиите и избягване на риска от аварии със сериозни последици, за разлика например от офшорните петролни платформи.

През 2015 г. Комисията и върховният представител на Европейския съюз по въпросите на външните работи и политиката на сигурност приеха съвместен работен документ на службите, озаглавен „Синергия на Черно море: Преглед на инициатива за регионално сътрудничество“, обхващащ годините 2009-2014 г.

Докладът за 2015 г. за прегледа на синергията на Черно море обаче не споменава какъвто и да е напредък по отношение на възобновяемите енергийни източници като цяло, да не говорим за морските.

Това заключение се основана на подкрепата на ЕС за някои проекти, касаещи конкретни находища на въглеводороди, тръбопроводи и транспортни средства, както и на Молдова и Украйна, които стават членове на Енергийната общност, и на пътната карта за енергийно сътрудничество с Русия до 2050 г.

Черно море се нуждае от регионален подход и едно от предизвикателствата, пред които е изправено е свързано с енергийния проблем. Енергията обаче от своя страна е свързана с други проблеми, които могат да бъдат разрешени правилно само от международна перспектива и на регионална основа, като транспорт и опазване на околната среда.

Черноморският басейн е особено сложен физически и географски район, в който влизат в действие най-различни политики като:

- Интегрираната морска политика на ЕС, която включва международни елементи;
- Политиката на сътрудничество за развитие;
- Предприсъединителен процес на Турция и някои допълващи се регионални стратегии, някои от които съдържат междурегионални елементи.

Освен това, всички горепосочени елементи се обединяват в регион, който включва държави, които са държави-членки на ЕС, и други, които не са.

Важно е да не се забравя, че в допълнение към многото предизвикателства, породени от самите морски възобновяеми енергийни източници (технологични разходи, разходи за транспортна инфраструктура, подходящи пристанищни инсталации и специализирани кораби, технически проблеми като свързване към мрежата и др.), има две други проблемни области, които трябва да бъдат взети под внимание.

В началото на април 2020 г. базираната в Брюксел асоциация Solar Power Europe и финландският университет LUT публикуваха доклад, озаглавен: „100% възобновяема Европа: Как да направим европейската енергийна система неутрална по отношение на климата преди 2050 г.“.

Проучването моделира 100-процентов сценарий за възобновяеми източници за Европа и постигне на климатична неутралност преди 2050 г. Представеното моделиране е на база на използването на възобновяеми енергийни източници за постигане на климатична неутралност за европейската енергийна система при използването на различни пътища на прехода. Въпрос на време е да стане ясно дали тази идея ще стане реалност и за Черноморския регион.

Черно море представя силни ресурси от възобновяеми енергийни източници във всяка от шестте съседни държави. Черно море предлага добър природен потенциал за морски вятър (фиксиран отдолу и плаващ) и локализиран потенциал на енергия на вълните. Регионалното сътрудничество вече се осъществява в контекста на Общата морска програма за Черно море.

До 2050 г. Европейският съюз може почти изцяло да премине към енергийни доставки от електроцентрали, разположени в морето [6, 7].

Европейската комисия предлага на ЕС да инвестира около 800 милиарда евро за тази цел през следващите 30 години.

В Стратегията на Европейския съюз за използване на потенциала на енергията от възобновяеми източници в морето за неутрално по отношение на климата са заложени за внедряване 300-40 GW от възобновяеми източници на енергия в морето във всички морски басейни на ЕС до 2050 г.

IV. ТЕХНОЛОГИЧНИ ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА ДОБИВ НА ЕНЕРГИЯ И РЕСУРСИ ОТ ЕСТЕСТВЕНИ ВОДНИ БАСЕЙНИ

Съществуват четири вида преобразуване на енергията на океана: преобразуване на енергията на вълните, енергията на приливите и отливите, енергията на морските течения и топлинната енергия на океана.

- *Енергия на вълните*

Енергията на вълните се генерира от движението на устройство, което плава по повърхността на океана или е акостирано към океанското дъно. Изследвани са много различни инсталации за преобразуване на вълновата енергия в електрическа. Средната енергия за океанските вълни се оценява на 50 kW на линеен метър.

Устройствата за преобразуване на вълни, които плуват на повърхността, имат елементи, шарнирно свързани, които се деформират еластично, заедно с вълните.

Получената кинетична енергия дава възможност да се изпомпва течност през турбини и да се произвежда електрическа енергия.

Стационарните устройства за преобразуване на енергията на вълните използват колебания в налягането, получено в тръби от вълните, извършващи колебателни движения нагоре и надолу. Това движение задвижва турбина при достигане на критично налягане.

Енергията на вълните се оказва най-напредналата в търговската мрежа от океанските енергийни технологии с участието на редица компании, които се конкурират за водещата роля.

Определяща се явява, в крайна сметка, нормираната на един линеен метър от вълновия формат мощност на морските вълни в дълбоководните зони.

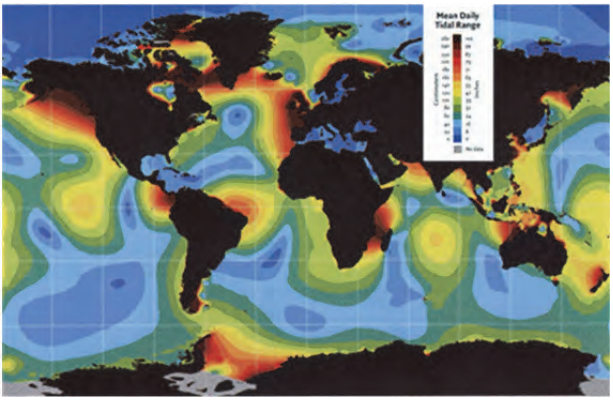
На база експертни данни стойността на този показател в участъците от крайбрежието на САЩ и Япония е около 40 kW/m, по западното крайбрежие на Англия – до 60 kW/m, а за черноморското крайбрежие (България) – до 1215 kW/m.

Научни институти и частни компании по целия свят се стремят да усъвършенстват технологиите за извличане на енергия от морските вълни като един перспективен възобновяем източник. Усилията им се подкрепят и от нормативната рамка в областта, която предвижда като цел за страните от ЕС 3.6 GW енергия от морските вълни към 2020 г. и 188 GW – към 2050 г.

- *Приливна енергия*

Приливният цикъл настъпва на всеки дванадесет поради гравитационното влияние на Луната. Разликата във височината на водата при отлив и при прилив е всъщност потенциална енергия.

Подобно на традиционната хидроенергия, генерирана от язовирни съоръжения, приливната вода може да бъде уловена по време на прилив и принудително да премине през хидротурбина по време на отлив.



Фиг. 1. Глобално разпределение на средния приливен диапазон (Electric Power Research Institute).

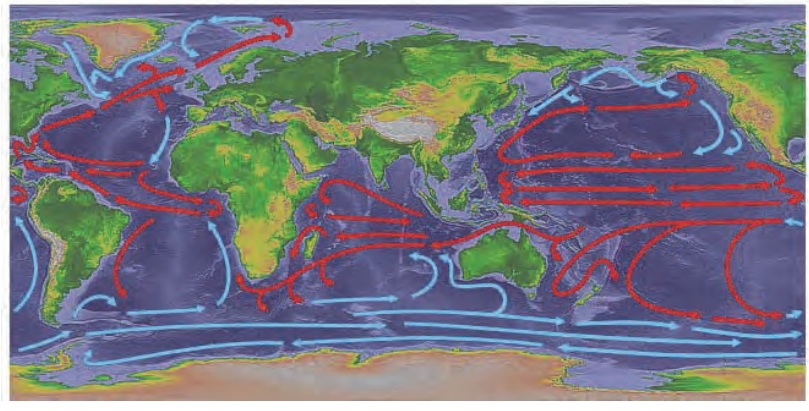
За да се получи достатъчна мощност от приливния енергиен потенциал, височината на прилива трябва да бъде поне с пет метра по-голяма от тази на прилива (Фиг. 1.).

Има само около двадесет места на земята с толкова високи приливи и отливи. Заливът на Фънди между Мейн и Нова Скотия се отличава с най-високите приливи и отливи в света, достигайки 17 метра. Тази зона има потенциал да произведе 10 00 MW.

Поради малките размери в Черно море се образуват незначителни приливи и отливи (3÷8 cm). При буря ветровете предизвикват значително по-големи колебания на морското равнище (10÷20 cm).

- *Енергия на морски течения*

Енергията на морските течения е енергията на океанската вода, движеща се в една посока. В САЩ се среща предимно край бреговете на Флорида. Това океанско течение е известно като Гълфстрийм.



Фиг. 2. Големи океански течения (National Oceanic and Atmospheric Administration).

Приливите също създават течения, които текат в две посоки. Кинетичната енергия може да бъде уловена с потопяеми турбини, които са много сходни по външен

вид с миниатюрни вятърни турбини. Както при вятърните турбини, постоянното движение на морското течение движи лопатките на ротора, за да генерира електрическа енергия.

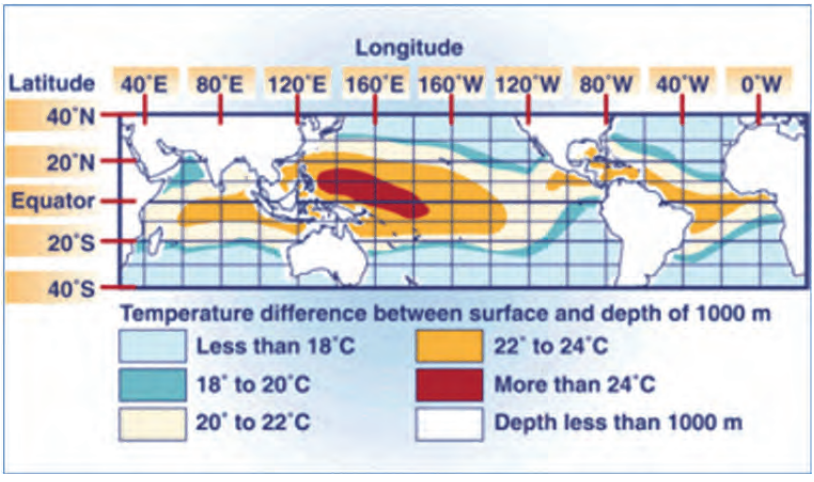
- *Топлинна енергия на океана*

Преобразуването на топлинна енергия в океана, или т.н. океанската термална енергия (OTEC), използва температурни разлики в океана от повърхността до дълбочини под хиляда метра, за да извлича енергия.

Температурна разлика от само 20 °C може да даде използваема енергия. Изследванията се фокусират върху два вида OTEC технологии за извличане на топлинна енергия и превръщането ù в електрическа енергия: затворен цикъл и отворен цикъл.

При метода със затворен цикъл работна течност се изпомпва през топлообменник и се изпарява. Получената пара управлява турбина.

Студената вода, намираща се в дълбините на океана, кондензира парите обратно в течност, която се връща в топлообменника.



Фиг. 3. Температурни разлики между океанската повърхност и на дълбочина хиляда метра.

В системата с отворен цикъл топлата повърхностна вода постъпва под налягане във вакуумна камера и се превръща в пара, необходима за работа на турбината. След това парата се кондензира с помощта на студена океанска вода от по-големи дълбочини.

Технологиите за океанска енергия са относително стабилни и предвидими и могат да допълват вятърната и слънчевата фотоволтаична енергия.

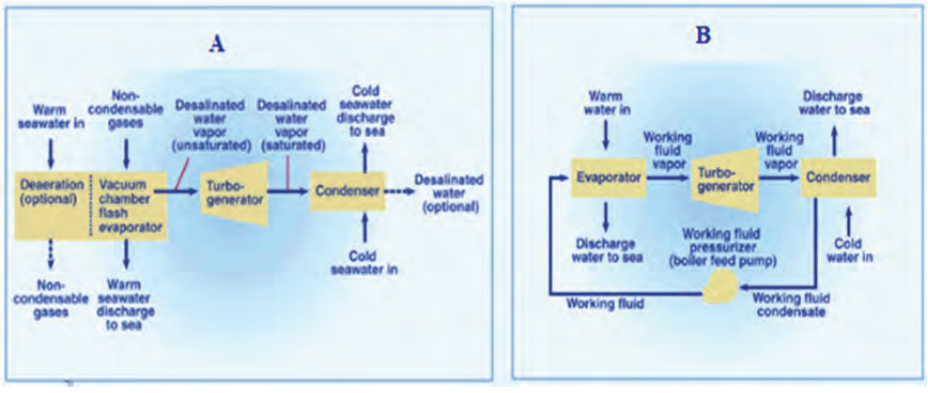
Те биха могли да дадат значителен принос за европейската енергийна система и промишлеността от 2030 г. нататък, по-специално като подкрепят стабилността на електроенергийната мрежа и играят решаваща роля за декарбонизацията на островите в ЕС.

Технологиите, които са все още на ранен етап на развитие, но могат да станат обещаващи в бъдеще са производството на биогорива от водорасли (биодизел, биогаз и биоетанол) и получаването на електроенергия от плаващи фотоволтаични инсталации (на етап на изследвания и демонстрации в морето с инсталирани мощности 17 kW).

Плаващите PVсистеми са една от новите офшорните технологии с обещаващи тенденции за растеж.

Според Световната банка потенциалът на соларните инсталации, който може да бъде постигнат в световен мащаб, е около 400 GW, или приблизително равен на производствен капацитет на всички фотоволтаични слънчеви панели, инсталирани в света до 2017 г.

Според изследване, проведено от Wood Mackenzie Power & Renewables в края на 2019 г. най-малко 2.4 GW фотоволтаични панели са инсталирани във водата в 35 страни по света.



Фиг. 4. Отворен цикъл (A) и затворен цикъл (B) на OTEC.

Едно от предимствата на плаващата слънчева технология е нулево потребление на земна повърхност: през последните години наблюдаваме нарастване на броя на такива инсталации точно в тези области, където пространството, предназначено за енергийни системи, трябва да се конкурира с това, запазено за други също толкова стратегически сектори, като земеделие или промишленост. Поради тази причина плаващата слънчева енергия е широко тествана в страни като Япония, Китай и като цяло в Югоизточна Азия, които всъщност трябва да се справят с липсата на налична земя.

В допълнение, производителността на панелите е по-висока, отколкото при наземните инсталации, водата и вентилацията всъщност спомагат за охлаждане на клетките и разсейване на получената топлина, подобрявайки тяхната ефективност и производителност.

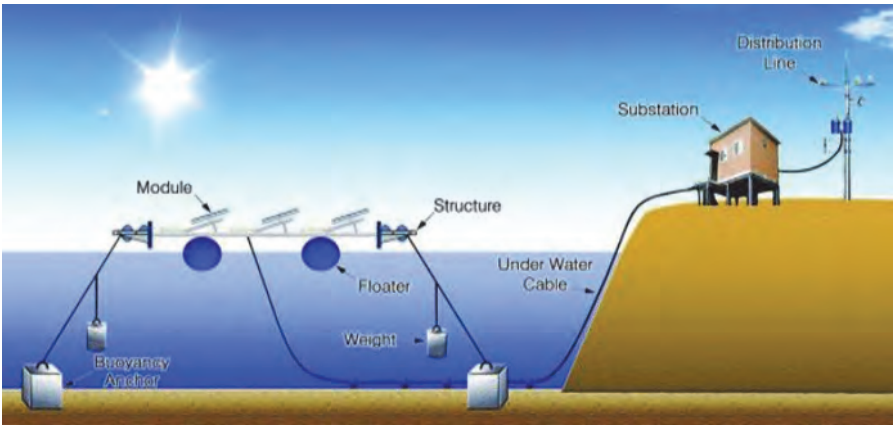
Поради тази причина плаващата слънчева енергия често се използва и в затворени водни обекти, такива като езера или езера.

Плаващата слънчева фотоволтаична система се състои от четири компонента, които са:

- Плаващата система – плаващо тяло, включващо конструкция и поплавък, което позволява инсталирането на PV-модула, подводните кабели и PV-системата;
- Системата за акостиране, която може да се приспособи към колебанията на нивото на водата, като същевременно запази позицията си в южна посока;
- Подводен кабел, който прехвърля генерираната мощност ;
- PV-система: PV-модули, инсталирани върху плаващата система, инвертор, контролер, подстанция и разпределителна линия.

Разположението на типична плаваща фотоволтаична система е представено на Фиг. 5.

Използването на слънчеви енергийни източници (слънчева топлинна и PV-система) в технологиите за обезсоляване на морска вода е практичен начин за производство на питейна вода за много места по света, особено в отдалечени региони, където връзката с обществената електрическа мрежа е или недостъпна [8, 9, 10, 11].



Фиг. 5. Основни елементи на типична плаваща фотоволтаична система

Прясна вода може да се получи от морето по няколко начина:

- Обратна осмоза (RO – Reverse Osmosis). За обезсоляване на водата се използва полупропусклива мембрана, която при създаване на налягане малко по-голямо от осмотичното, позволява на водните молекули да преминават, улавяйки всички останали примеси, включително йони и молекули вещества, разтворени във водата;
- Електродиализа (ED – Eltctrodialysis). Водата, в която катиони и аниони се образуват под действието на постоянен ток, преминава през две мембрани: едната филтрира само катиони, другата – само аниони;
- Дестилация (MSF – Multi-Stage Flash Distillation). Морската вода, преминавайки през няколко камери, налягането в които постепенно намалява, се изпарява и впоследствие се кондензира;
- Мембранна дестилация (MD – Membrane Distillation). В първата половина на камера, разделена с хидрофобна мембрана, се нагрява морска вода. Само водната пара е в състояние да проникне през мембраната във втората половина, където се охлажда и кондензира;
- Многоколонна дестилация (MED – Multy-Effect Distillation). В първата колона водата се загрява до температурата на изпаряване и парата се използва за нагряване в следващите колони;
- Компресионна дестилация (MVC – Mechanical Vapor Compression). Това е модернизирана технология MED, при която се подава пара под налягане за нагряване на водата. Поради използването на сгъстена пара, консумацията на енергия за процеса се намалява чрез понижаване на температурата на първичното нагряване. Не е подходящ за промишлено обезсоляване на вода;
- Замразяване (FP – Freezing Process). Морската вода се охлажда, докато започне кристализация. Впоследствие от кристалите се отделя вода.

Основният обем прясна вода се получава чрез дестилация. Общо останалите инсталации за обезсоляване представляват по-малко от 30%, включително само една десета от процента от обема на обезсолена вода, получена чрез замразяване и йонен обмен.

Таблица 1. *Сравнение между MSF, MED и RO по отношение на енергийните нужди и интеграция със слънчеви колектори.*

	Консумация на топлинна енергия (kWh m^{-3})	Консумация на електрическа енергия (kWh m^{-3})	Консумация на еквивалентна механична енергия (kWh m^{-3})	Интеграция със слънчеви колектори
MSF	120	4	20	Може да се доставя топлина от параболични колектори, линейни или плоски колектори. Може да се експлоатира в режим на директно генериране на пара или когенерация.
ED	80	1.5–2.5	19	-
O	-	5	5	Може да се захранва с помощта на PV панели

В Табл. 1 е показано сравнение между три технологии (MSF, MED и RO) по отношение на консумацията на топлинна енергия, консумация на електрическа енергия, еквивалентна механична консумация на енергия и интеграцията със слънчеви колектори.

Като се вземат предвид техните по-ниските енергийни изисквания, MED и RO са може би най-подходящите за интеграция със слънчевата енергия.

Процесите на термично обезсоляване (като MED) обикновено са по- толерантни към качеството на морската вода (т.е. висока концентрация на сол и замърсители като цъфтеж на водорасли), а също така са по-устойчиви на приливи и отливи, които могат да доведат до спиране на RO инсталация и също биха се увеличили разходи за подмяна на мембраната.

Такова качество на морската вода е преобладаващо в много части на региона на Близкия изток и Северна Африка. Освен това процесът MED изисква по-ниска енергия за изпомпване в сравнение с MSF и реализира по-ниски нива на разходите за вода.

Анализ на перспективите за обезсоляване на водите на Черно море и сравнение на очакваните разходи за обезсолена вода с разходите за вода, получена от други мо-

рета и океани показва, че обезсоляване на водата посредством инсталации за MVC например за нуждите на селското стопанство през следващите десетилетия е икономически изгодно поради ниската соленост на морската вода.

Пречка за широкото въвеждане на инсталации от този тип е липсата на компресори на пазара, предназначени за компресиране на водна пара със степен на компресия 1,2÷1,5 с уплътнения, които могат да издържат на вакуум от около 0,8÷0,9 бара.

Черно море покрива без Азовско море, площ от 420 000 km2. Максималната и средната му дълбочина са съответно 2245 м и 1240 m, най-голямата ширина и дължина са съответно 610 km и 1167 km. Поради обилния приток на речни води, морската вода на Черно море е по-слабо солена, отколкото в Средиземно море и в световния океан, които имат соленост около 36 на хиляда.

В Черно море през зимата солеността на повърхността, далече от брега, се колебае около 18,15 ‰. С увеличаване на дълбочината, примерно до 50 m, тя се изменя съвсем малко. Соленост 20 ‰ в централните части на морето се среща на дълбочини 70÷80 m, в близост до южните брегове тя е на 175 m, а до северните е на около 200 m.

Това обстоятелство потвърждава предположението за по-дълбокото проникване на конвективните потоци в северните части на морето. При дълбочини 500÷700 m солеността бързо се увеличава и достига 22 ‰, а до дъното нараства с много малко и достига 22,1÷22,3 ‰.

През лятото в горния слой на дълбочини до 25 m солеността се понижава приблизително с 0,5 ‰ и почти повсеместно в този слой се колебае от 17,2 до 18 ‰ , но с увеличаване на дълбочината се наблюдава същата стратификация, както през зимата.

В Черно море преди всичко трябва да се обърне внимание на значителното опресняване на водата в северозападните му части, където през лятото солеността на повърхността се понижава до 14÷16 ‰, а в прибрежната зона достига до 5÷10 ‰. В останалото пространство на морето, извън устията на реките, солеността се колебае около 17÷17,5 ‰.

Опитът на Израел в обезсоляването на морска вода с обратна осмоза може да бъде добър пример за прилагане в България. Днес Израел добива чрез обезсоляване 55% от необходимите води за битови нужди, като общото потребление на енергия за опресняване е по-малко от 1,3% от националното потребление на енергия.

Проблемите, които могат да бъдат свързани с обезсоляването на вода, касаят не само производствената технология, но и транспортирането на тази вода. Тъй като много селища са разположени доста далеч от морето, водата трябва да се транспортира на десетки километри и често това е доста неудобно.

За България този проблем не съществува, т.к. два от най-големите градове на страната, за които се очаква да имат в близките години съществени проблеми с водоснабдяването, са разположени на самото крайбрежие.

Водородът на Черно море като енергиен източник

В етап на разработки е концепцията за използване на сероводорода в Черно море въз основа на най-новите технологични разработки, което позволява да се извлича сероводород от черноморските дълбини с минимален разход на енергия [12,13].

Известните методи за получаване на газообразен сероводород могат да бъдат разделени на две групи: извличане от дълбока морска вода, издигната на повърхността или директно in situ.

За повдигането на дълбоките води на повърхността с цел обработка и последващо връщане в зоната на сероводорода не е необходимо да се използват помпени устройства. Предложен е метод, при който силата на повдигане се основава на разликата в

плътността на водата и емулсията газ-вода. По време на издигането на дълбоките води се очаква да се дегазират при намаляване на налягането и образуването на газоводна емулсия в тръбопровода, спуснат от плаващата платформа. За да започне отделянето на газ, определен обем вода трябва да бъде изпомпан от тръбопровода.

При 20 ºС единица обем вода разтваря 2,5 обема сероводород. Разтворът на сероводород във вода се нарича сероводородна вода. За енергийното полезно извличане на сероводородна вода от дълбоките слоеве на Черно море е възможно да се използва технология за издигане на фонтани, добре разработена и широко използвана при разработването на нефт.

От изложеното по-горе следва, че отделянето на сероводорода от морската вода се препятства от следните фактори:

- ниската концентрация на сероводород, стотици пъти по-ниска от наситения му разтвор;
- концентрацията на недисоцииранаата форма на H2S , която е не повече от 15%, преобладаващата форма на сероводород е до 80-90% и е дисоциирана, т.е. химически свързана.

Следователно, не е изненада факта, че независимо от десетилетната история на опитите да се използва сероводород от Черно море, все още не са разработени практически осъществими технологии за отделяне на газообразната му форма от морската вода.

Данните показват, че извличането на сероводород от морската вода е доста сложен технологичен проблем, който възпрепятства практическото развитие на резервите на Черноморския сероводород. Ето защо методите, основани на използването на най-новите материали и технологии, заслужават внимание.

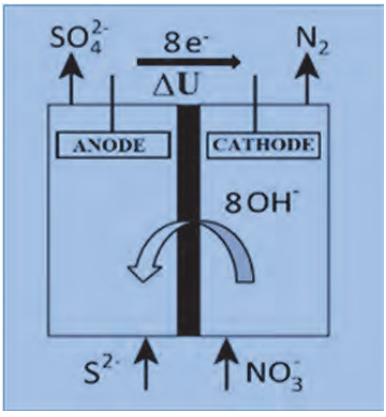
По-специално – предложен е мембранен метод за извличане на сероводород in situ без издигане на водата на повърхността. Той се основава на свойството на полупропускливите хидрофобни мембрани да пропускат газове и да задържат вода. Хидрофобните мембрани вече се използват при дегазация и пречистване на вода, като се получават различни продукти с висока чистота.

Черно море е най-големият природен резервоар на сероводород в света. Поради непрекъснатото натрупване на сероводорода, който трябва да се разглежда като вещество за съхранение на енергия, целесъобразно е да се разработят технологии за неговото извличане и преработка.

Съществуващите методи и технологии имат редица недостатъци, които не позволяват използването им от икономическа и екологична гледна точка.

Ситуацията обаче се подобрява от съвременния напредък в науката и технологиите, които ще могат да получават и използват водород, сяра и дестилирана вода в комплекс от сероводорода.

Търсеното на нови възобновяеми енергийни източници, заедно с решаването на екологични проблеми, доведе до идеята за окисление на сероводорода от Черно море в горивна клетка, при едновременно получаване на енергия.



Фиг. 6. Принципна схема на горивна клетка.

Предлаганата технология от български учени включва изпомпване на морска вода от подходяща дълбочина, обогатяване до достигане на подходяща концентрация и подаване в батерия от сулфидни горивни клетки, където се генерира електродвижеща сила.

Генерираното постоянно електрическо напрежение може да се използва направо за получаване на водород чрез електролиза или след преобразуване да се подаде в електроразпределителната мрежа.

Огромното количествата сероводород в Черно море – над 4,6 милиарда тона, като всяка година се натрупват нови количества, могат да задоволят по направените изчисления енергийните потребности на България за 200 години напред.

Проведено е изследване относно разработването на икономически осъществим електрохимичен метод за извличане на H_2S, съдържащ се в водите на Черно море, като се използва като гориво в сулфидна / кислородна (въздушна) горивна клетка.

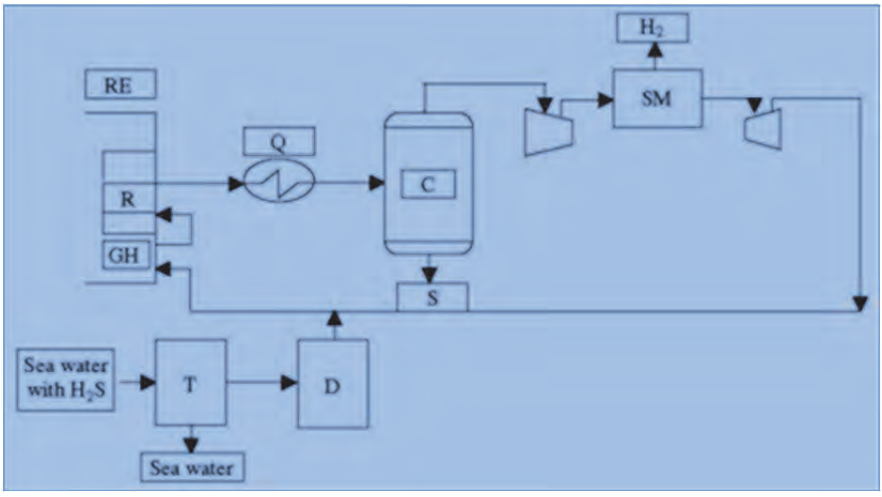
Изследвани са ниски концентрации на HS и присъствие на NaCl, подобни на условията в дълбочината на Черно море.

Установени са електрохимични условия за окисляване на сулфид HS – директно до сулфит и сулфат върху електродни (анодни) катализатори.

Тествани са различни анодни катализатори за HS-окисляване: графит, кобалтов фталоцианин (CoPc) и перовскит ($La1,3Sr0.7NiO_4$). Получена е електрическа мощност от P = 7,5 mW.

Някои автори възлагат надежди на превръщането на H_2S в газовата фаза при вакуумиране на морската вода. Само по себе си промяната в налягането има малък ефект върху разпределението на сулфидните форми. По този начин, дори при налягане от 0,1 бара, фракцията на H_2S във водата практически не се увеличава в сравнение с налягане до 100 бара.

Отделянето на сероводород от водите на Черно море с помощта на мембранна технология е възможно с помощта на дълбоководно устройство, което филтрира газовете през хидрофобни мембрани на голяма площ. В този случай може да се очаква потокът на газообразен сероводород и други газове от морската вода в кухото пространство на мембраните и след това транспортирането им до повърхността по дълбоководен тръбопровод.



Фиг. 7. Опростена диаграма на процеса на термолиза (химическо разлагане, причинено от топлина) на H_2S, използваща слънчева енергия за производство на водород и сяра:
C – кондензатор; D – изсушител; GH - H2S нагревател; Q – амортисьор; R е реактор; RE – светлинен приемник; SM – мембранен сепаратор; T – резервоар за съхранение на морска вода.

Предложен е и проект на термолиза с използване на параболичен концентратор от типа чашкообразен. Ввъзможно да се увеличи капацитетът му чрез увеличаване на броя на модулите.

Очаква се този процес да продължи около 2000 часа годишно и да генерира 600 000 kmol водород и сяра. На фиг. 7 е показана опростена диаграма на процеса.

Тъй като максималната концентрация на H_2S е около 380 микромола на литър, в идеалния случай са необходими 2632 m^3 вода, за да се получи 1 mol H_2S.

Събирането на морска вода, отделянето и изсушаването на сероводорода могат да се извършват независимо един от друг в продължение на двадесет и четири часа, за да се осигури наличието на суровина за процеса, задвижван от слънцето, чието излагане е ограничено само до слънчеви периоди [14, 15, 16, 17].

В тази връзка, този процес може да се извършва на кораб, с възможност за извличане на вода от дълбочина 2000 m и съхранението ѝ. Корабът може да пътува до региони с високи нива на слънчева радиация и да работи по-дълго, увеличавайки годишния производствен капацитет.

Следователно, производствените разходи ще намалеят. Полученият водород и сяра могат периодично да се съхраняват и разтоварват в съседните пристанища.

Други видове възобновяеми източници на енергия имат по-ниски специфични енергийни нива и биха могли да бъдат препоръчани за под формата на отделни електроцентрали (слънчева, вятърна или преобразуваща топлината на Земята), както и за индивидуална употреба в частния сектор.

Дълбоководни органогенно-минерални утайки

Дълбоководните органогенно-минерални утайки от дъното на Черно море са обект на изключително внимание през последните двадесет години от страна на бъл-

гарски и украински морски геолози, агрохимици и агробиолози. Дебелината им достига до 3 m, като скоростта на седиментация е 40 cm/1000 y, разполагат се от дълбочина 200 m до максималната дълбочина на Черно море.

Агрохимичният състав на *сапропелните, диатомовите и коколитофоридови* тини е подходящ за използването им като агромелиорант и биопрепарати в селското стопанство.

Провеждат се и изследвания за приложението им в областите на нанотехнологиите, керамика и металокерамика, фармацевтика и калолечението като комплексна суровина.

Сапропелните тини по дъното на Черно море могат напълно да заменят изкуствените торове и пръскането с отровни химикали, тоест да станат основа на ефективно биоземеделие. Сапропелът едновременно служи като биопрепарат и като екологичен тор. Сапропелните утайки са образувани от натрупани скелети на организми от различни видове водорасли и друга органична материя, като в тях има и минерални вещества.

Изчисленията показват, че запасите им в нашата зона в Черно море са практически неизчерпаеми, най-добрите залежи са на дълбочина между 700 и 2200 m. Те са образувани от натрупани скелети на организми от различни видове водорасли и друга органична материя, като в тях има и минерални вещества. Има и представители на планктон, чиито скелети са на силициева и карбонатна основа. От тези, които са на силициева основа, може да се добива свръхчист силиций, а от карбонатните – свръхчисти карбонатни разтвори, като едните и другите са изключително важни в различни клонове на промишлеността, компютърните, военните и космическите технологии. Морската тиня може да се използва и за създаването на нов плодороден почвен слой.

За българската икономическа зона, която има площ около 33800 km^2 са извършени по-детайлни разчети на предварителните запаси на дълбоководните органогенно-минерални утайки, като площта на разпространението им се оценява на 20000 km^2. При минимална дебелина на работния пласт 1 m, което отговаря на изискванията на съвременните технологии на добив, изчислените запаси са около 8,8 млрд. m^3 или 11,440 милиарда тона при обемно тегло 1,3 g/cm^3.

Газохидратите са също потенциален енергиен източник, за който все още няма ефективен начин на добив от дъното на Черно море. Става дума за газ метан, който при ниска температура и високо налягане минава в твърда форма като кристал (лед) и съдържа 99% метан. При преминаването от твърда в газообразна фаза се отделя огромно количество топлина.

Тази форма на втвърден газ метан се намира на дълбочина под 700 m в морето. Оказа се, че дебелината им на места достига над 10 m и че са разположени на големи площи. Трудностите с техния добив са свързани с намирането на метод за изваждането им, който цели да се запазят в твърдата форма на лед, за да се използва енергията, която се отделя при преминаването в газообразно състояние.

Трябва да се оцени потенциалът на *аквакултурата* като основен източник на храна и доходи за черноморските общности. Устойчивото развитие на аквакултурите трябва да бъде подпомогнато, за да допринесе за продоволствената сигурност в Черно море и за укрепване на крайбрежните икономики.

Бъдещото устойчиво развитие на аквакултурите ще засили синергиите и взаимодействията между морските сектори и развитието на синята икономика в Черно море. За тази цел могат да се насърчават действия, насочени към отглеждане на хранителни

рибни продукти, достъп до пазара и търговията, така че се създават възможности за получаването на икономически ползи, възможности за заетост и намаляване на съществуващия стрес върху морския риболов.

Средиземно и Черно море са полузатворени морета, заобиколени от 26 африкански, азиатски и европейски държави. В рамките на глобалния дебат за ролята на океаните и развитието на аквакултурите Средиземно и Черно море се открояват поради своята уникалност по отношение на екологичните, социологическите и икономическите характеристики и тъй като аквакултурата има дълга история в крайбрежните общности. Средиземно и Черно море са полузатворени морета, заобиколени от 26 африкански, азиатски и европейски държави.

Макар, че рибните запаси са възобновяеми, част от тях могат да бъдат изчерпани. Поради това, страните от ЕС предприемат мерки, с които да гарантират, че европейската риболовна промишленост е устойчива и не застрашава размера и възпроизводството на рибните популации в дългосрочен план. Производствените съоръжения за морски аквакултури включват основно съоръжения за производство на черна морска мида.

Пазарен интерес представляват и други видове молюски, интродуцирани в Черно море като пясъчната мида и рапана, които към момента са единствено обект на улов, без да се разработват методи за развъждането и отглеждането им.

През последните години сред морските аквакултури се наблюдава разнообразие и на други видове, като калкан, дънен морски червей и др. Общият брой производствени центрове към 2019 г. е 700, от които 25 са черноморските аквакултури. При анализ на производствените обеми в сектора в периода 2015-2019 г. се наблюдава ясно очертаваща се тенденция на нарастване на продукцията и достигането на 16 513,78 тона за 2019 г.

Освен това аквакултурите трябва да бъдат проектирани по устойчив начин съгласно преразгледаната политика на Комисията в областта на рибарството (ОПОР) и стратегическите насоки за устойчивото развитие на

Аквакултури на Европейския съюз, които имат за цел да ръководят развитието на аквакултурите в Европа, така че тя може да допринесе за общата цел за запълване на празнината между Европейския съюз.

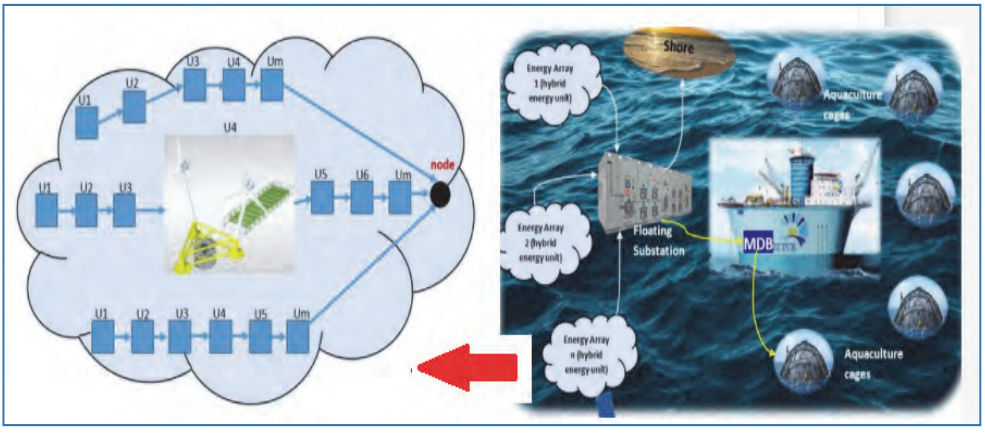
Анализът на подобно комплексно използване на възобновяеми енергийни източници е необходимо да се извърши за всеки регион и въз основа на него да се разработят програми за реален напредък в тази област.

В резултат на постепенно увеличаване на емисиите от глобалното затопляне и увеличаване на населението по целия свят има голяма тенденция към по-устойчиви дейности за намаляване на тези емисии и осигуряване на храна по устойчив начин.

Океаните, като алтернатива, имат много възможности за енергийния и хранителния сектор. За да се използват океанските ресурси, трябва да се излезе на брега и да се използват платформи, подходящи за различни видове дейности.

Тези платформи са известни като платформи за многократна употреба (MUP - multi-use platforms) или многофункционални платформи (multi-purpose platforms – MPP).

MUP включва устойчиви компоненти и дейности, такива като вятърна, слънчева, плаваща приливна, вълнова и океанска топлинна енергия.



Фиг. 8. Схематична диаграма на многофункционална платформа (MUP).

MUP може да се определи като зона на море или океан, която съчетава различни дейности като аквакултури, туризъм, транспорт, производство на петрол и енергийни ферми.

Комбинацията от тези дейности може да бъде напълно интегрирана в една платформа (споделена структура) или просто да споделя морско пространство (споделена зона).

Обединяването на различни дейности заедно би могло потенциално да е от полза чрез намаляване на разходите за инсталиране и поддръжка, увеличаване на използването на ресурси, намаляване на въздействието върху околната среда и др.

В обобщение, MUP включва различни видове възобновяеми енергийни източници въз основа на параметрите на площадката, в допълнение към други дейности като аквакултури, обслужване и отдих, както е показано на Фиг. 8.

Енергийният масив на Фиг. 8 включва много хибридни енергийни единици, като всяка единица може да съдържа вятърна турбина, преобразувател на вълни и малка слънчева ферма. Една от идеите на MUPs е да се използва плаваща подстанция, която е отделена от платформата, която би могла да изнася енергия до брега или да доставя товар на място чрез главно разпределително табло (MDB).

Комбинирането на морски енергийни ресурси (вятър, вълни, приливи и отливи, плаващи слънчеви ферми, биомаса от водорасли и преобразуване на топлинна енергия на океана) с различните дейности, споменати по-горе, може да бъде изпълнено по много различни начини и концепции.

Предложени са различни структури по финансираните проекти на Европейския съюз. Тези проекти за иновативни многофункционални платформи на брега включват: планиране, проектиране и експлоатация, разработване на платформа за открито море с вятърни вълни, оборудвана за генериране на водород с подкрепа за множество потребители на енергия.

Енергията на вятъра от брега се проявява силно във всички структури, защото това е вече развита и зряла енергия.

Различните преобразуватели на вълни споделят тези структури за насърчаване на вълновата енергия, която все още е в ранен етап на развитие.

Комбинацията от вълнова и брегова вятърна енергия за генериране на електричество е нова тема и има малко изследвания по нея. Повечето работи в това отно-

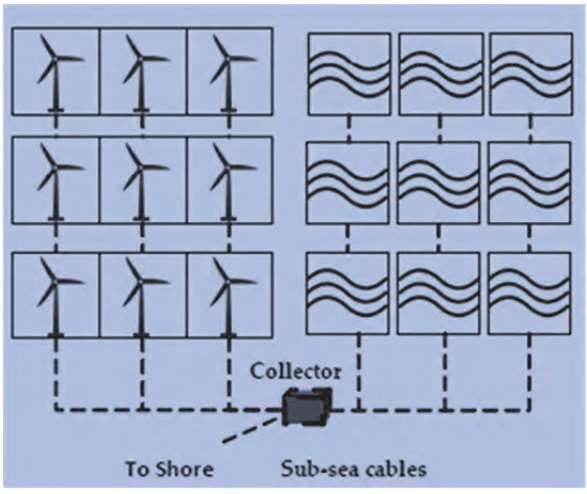
шение са извършени от финансирани от ЕС изследователски проекти на използването на хибридна система за вълнова/вятърна енергия, защото се доказа, че хибридните плаващи вятърни и вълнови енергийни системи са обещаващи насоки за по-доброто използване на океанските енергии.

Има две основни концепции за хибридизиране на двата източника на енергия: механична и електрическа.

Първата е комбинирането на вятърни и вълнови турбини в механична сложна система и получаване на въртящ момент на двете турбини за задвижване на ротора на генератора. За съжаление този вид система има от по-малка надеждност и увеличени разходи.

Затова е предложена електрическа хибридна система. Електрическата система зависи от е комбинация между преобразувателите на енергията на вятъра и вълните, т.е. всеки преобразувател има свой собствен генератор и изходната мощност на двата се комбинира чрез силов електронен преобразувател.

Съществува обща класификация за офшорните структури по отношение на типа фундамент в зависимост от дълбочината на водата: Неподвижните конструкции се изграждат в плитки води с дълбочина на водата по-малка от 50 m, а плаващи структури – във вода на дълбочина, по-голяма от 50 m.



Фиг. 9. Съвместно разположена система.

Платформите могат за бъдат класифицирани в три категории въз основа на свързаността между дейностите. Това са съвместно разположени системи, комбинирани структури и островни структури [18- 22].

Съвместно разположената система се предлагаше в ранния етап на развитие на технологиите. Вятърните паркове и вълновите конструкции споделят една и съща морска зона, поддръжка, експлоатационно оборудване, дейности, мрежови връзки и т.н.

При ***комбинираната структура*** някои аквакултури и ферми за водорасли могат да бъдат прикрепени към тази единица. Фундаментът на тази конструкция може да бъде фиксиран отдолу или плаващ.

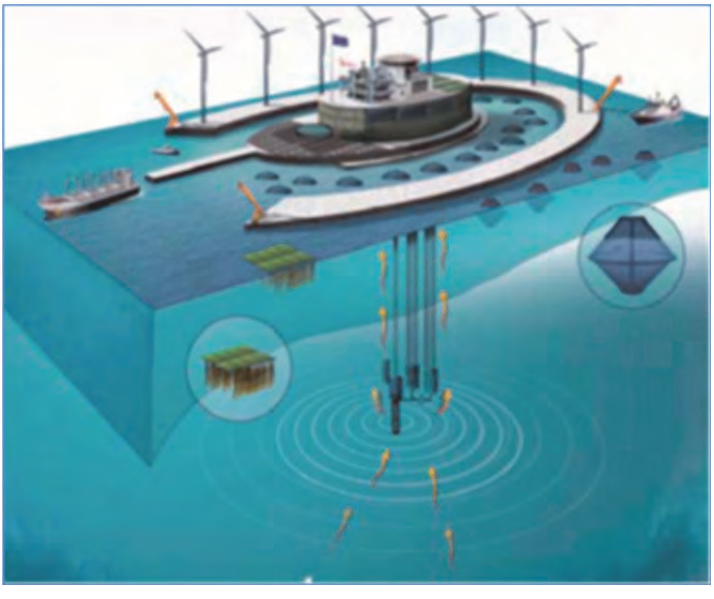
Концепцията за ***островна структура*** включва три островни конфигурации, които са: център за услуги, зелен и син остров и остров за отдих. По принцип четирите основни сектора, които трябва да бъдат интегрирани в тези острови, са тези на транспорта, енергетиката, аквакултурата и развлеченията [23, 24].

Центърът за услуги е плаваща офшорна платформа от индустриален характер, тъй като включва много кранове и работилници. Тази концепция се фокусира главно върху енергийните и транспортните въпроси, включва голямо плаващо офшорно пристанище със съоръжения за ремонт и поддръжка на големи кораби.

Предложени са възможности за цехови дейности и за съхранение и обработка на материали. Внедряването на други енергийни източници, като слънчева фотоволтаична или топлинна енергия, OTEC и морска енергия в рамките на една и съща платформа може да доведе до намаляване на свързаните с това разходи и повишаване на надеждността на енергийната система.

Такава платформа може да обслужва транспортната и минната промишленост, като им осигурява гориво, електрическа енергия, храна и сладка вода

Концепцията за *зелен и син остров* е фокусирана главно върху физически и биологични океански ресурси за добив на храна и енергия (Фиг. 10).



Фиг. 10. Зелена и синя конфигурация на платформата.

Вятърната ферма на брега, фермата с потенциална вълнова енергия и OTEC, ако е приложимо за инсталации за аквакултури, се считат за основното съдържание на тази конфигурация.

Тази конфигурация напълно избягва промишлени дейности, които могат да застрашат сектора на аквакултурите. Има две основни под-концепции за тази конфигурация: вятър и вълна плюс аквакултура, и аквакултура с OTEC.

Островът за отдих се намира в относително плитка вода близо до брега, в сравнение с другите споменати по-рано конфигурации. Той включва различни модули:

водолазен център, структура за аквакултури, център за водни спортове и подводна обсерватория за наблюдение на морската среда и аквакултурата около обекта.

Плаващият модул в тази конфигурация е малко по-различен от другите две конфигурации, тъй като има фотоволтаична централа със съхранение и подстанция за осигуряване на електричество към централния модул, когато е необходимо.

Важно е да се прави разлика между две различни електрически схеми: разположение на хибридните енергийни ресурси и разположение на локалната мрежа на MUP.

Хибридните енергийни ресурси представляват генериращата станция или захранването към локалната мрежа на MUP. Това снабдяване зависи от различните видове морски енергии.

Морската възобновяема енергетика е активен елемент в усилията за намаляване на въглеродните емисии в световен мащаб. Разработчиците на системи за добив на енергия от възобновяеми източници, учените, инженерите и заинтересованите страни трябва да работят съвместно за постигането на общите двойни цели за чиста възобновяема енергия и здравословна морска среда [25-27].

Морската възобновяема енергия обещава да помогне в усилията за намаляване на въглеродните емисии в световен мащаб.

Морската възобновяема енергия (MRE) използва енергията от океана и осигурява нисковъглероден устойчив енергиен източник за национални мрежи и отдалечени райони. Международната MRE индустрия е в ранните етапи на развитие, фокусирана предимно върху приливни и речни турбини и преобразуватели на вълна (WEC), за да използва енергията от приливите, реките и вълните.

Моретата и океаните разполагат с потенциал да се превърнат във важни източници на екологична енергия.

Енергията от морски възобновяеми източници за ЕС представлява възможност за стимулиране на икономическия растеж, създаване на работни места, повишаване на сигурността на енергийните доставки и засилване на конкурентоспособността чрез технологични иновации [28, 29].

Устойчивото оползотворяване на икономическия потенциал на моретата и океаните е основен елемент на политиката на ЕС в областта на морското дело.

В неотдавнашното си съобщение „Син растеж“ Европейската комисията изтъкна, че секторът на океанската енергия е една от петте приоритетни области на т.н. „синя икономика“ и би могъл да спомогне за създаването на работни места в крайбрежните райони.

Значимостта на океанската енергия се отбелязва и в други инициативи на Комисията, като например съобщенията „Технологии и нововъведения в енергетиката“ и „План за действие за морска стратегия за района на Атлантическия океан“, които имат за цел да се насърчат съвместната научно-изследователска и развойна дейност и трансграничното сътрудничество и по този начин да се даде тласък на нейното разработване. Секторът на океанската енергия може да стане важна част от т.н. синя икономика и да даде импулс на икономическия растеж не само в крайбрежните региони, но и във вътрешността.

По-интензивното използване на океанската енергия може да се превърне в основен фактор в процеса на осъществяването на европейските цели за декарбонизация.

Използването на всички нисковъглеродни енергийни източници ще даде възможност ЕС да изпълни поетото задължение до 2050 г. да снижи емисиите си на парникови газове с 80÷95 %.

Тъй като че възможностите за производството на енергия от възобновяеми източници на сушата стават все по-ограничени, използването на морското пространство ще бъде една добро решение на този проблем в световен мащаб. Независимо че използването на океанската енергия на този етап е все още недостатъчно разпространено в сравнение, например, с използването на вятърната енергия с разположени в морето инсталации, търговският интерес към нея се увеличава.

Предстоят за разрешаване въпросите, свързани с присъединяването към електроенергийната система, развитието на веригата за доставки, експлоатацията и техническото обслужване при неблагоприятни метеорологични условия.

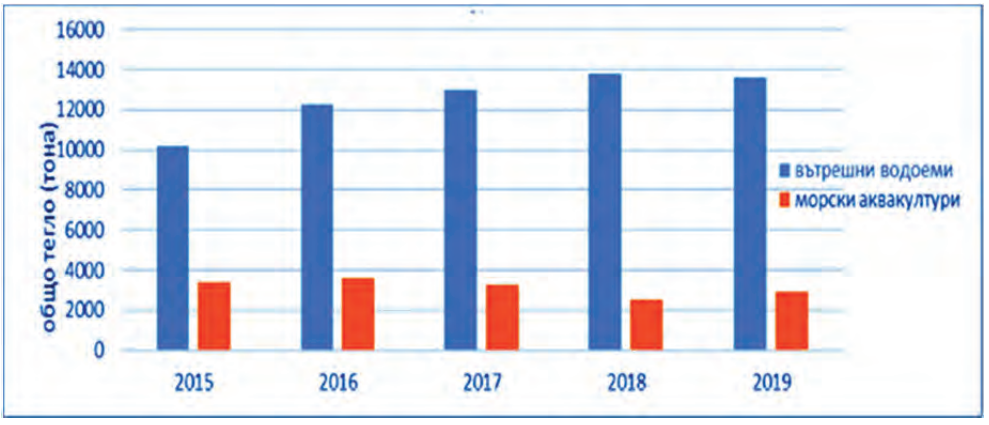
Необходимо укрепване на инфраструктурата на ЕС от електропреносни мрежи, разположени в морето и на сушата, за да се поемат в бъдеще количествата океанска енергия и да се пренасят ефективно до центровете на електропотребление [26, 27, 29].

Предстоят за разрешаване въпроси, свързани развитието на технологиите, касаещи създаване на усъвършенствани системи за закотвяне или на нови материали. Предстоят процеси, които ще дадат възможност океанската и морска енергия да реализира своя потенциал.

V. ПРИМЕРИ ЗА ДОБРИ ПРАКТИКИ В ЧЕРНО МОРЕ

Ресурсите, които могат да бъдат добивани от Черно Море са много [25]. Те все още не са достатъчно добре проучени и тяхното усвояване е на сравнително ниско технологично ниво.

Най-популярни в това отношение в Република България са добивът на сол и аквакултури. Но и тенденциите за усвояване на тези ресурси не показват значително развитие. Сегашните нива на добив на аквакултури дори бележат спад спрямо предходни години (Фиг. 11).



Фиг.11: Годишно производство на аквакултури в Р. България (в тона) за периода 2015-2019 г.

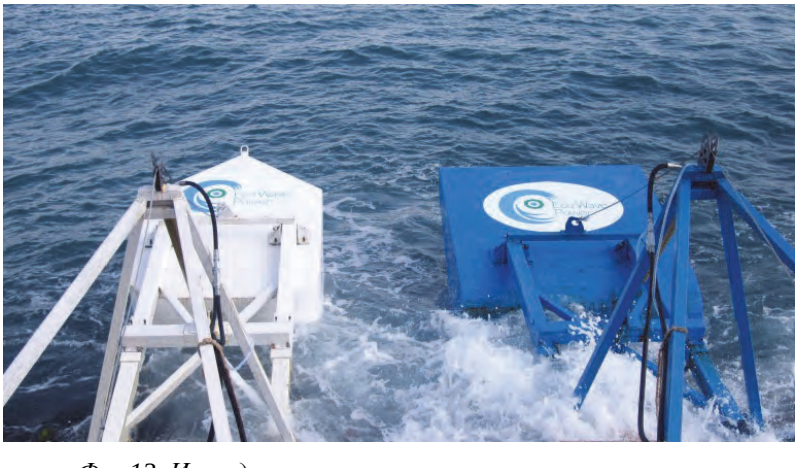
В начален етап на развитие са и различните технологични решения за добив на енергия от морските вълни, морските течения и сероводорода в Черно море [22, 29].

Проучванията показват, че дългосрочните средни стойности на вълновия енергиен поток в Черно море варират от 3-4 kW/m в западната част на морето до 1.5-3 kW/m в източната част.

Фиг.12. Система за генериране на енергия от вълни Wind Clapper.

Наблюдава се значителна сезонна вариация на вълновия енергиен поток, през летните месеци той е около 0.6÷1.3 kW/m, а през зимните месеци – около 5÷6 kW/m.

Според направените проучвания, първото реално технологично решение за добив на електроенергия от морските вълни в Черно Море е тествано от фирмата Eco Wave Power.



Фиг.13. Изследване характеристиките на поплавъците.

Тя е отчела завършването на средно мащабна версия на своята система за генериране на енергия от вълни Wind Clapper и Power Wing.

Такава система е построена в Черно море и вече е преминала стрес тестове по време на буря, при която се наблюдават вълни, издигащи се на височина от пет метра (16.4 фута) – Фиг. 12.

EWP отчита, че резултатите са били изумителни, като поплавъците не са претърпели никакви признаци на щети при буря.

В допълнение, към пускането на механизма за защита от буря, са изследвани различните характеристики на поплавъците и е установено какво е влиянието на вълните, удрящи от страните на поплавъците, изследвани са ефектите от позиционирането на поплавъците в близост един до друг и свързаните електрически устройства към системата, за да се демонстрира процеса на генерирането на електричество (Фиг.13).

Екипът е отчел и ефективността при различни височини и цикли на вълната. Установено е, че две средно мащабни устройства биха били достатъчни за задоволяване на нуждите от електроенергия на между шест и десет домакинства.

Фиг. 14. Изследване при различно крайбрежно местоположение.

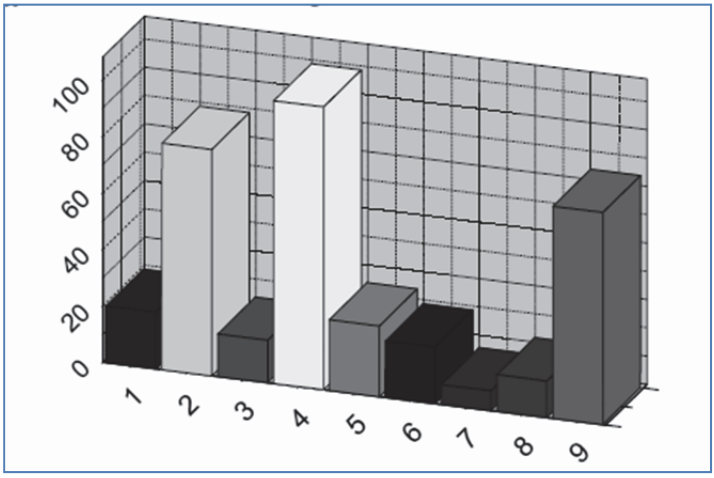
Следващата фаза включва преместване на инсталацията на различно крайбрежно местоположение, за да се демонстрира, че системата EWP може да бъде свързана към различни структури с относителна лекота (Фиг. 14).

След приключване на средно мащабното тестване и оценка EWP ще започне изграждането на първата си търговска електроцентрала на морските вълни и впоследствие ще разкрие разходите за изграждане и производство на системата пред потенциалните клиенти.

Друг пример за прилагането на съвременни технологични решения е разработения проект за доставка на прясна вода за гр. Судак в Крим, чрез преработка на морска вода с използване на фотоволтаична система и обратна осмоза.

В случай на природни бедствия жителите и почиващите в града ще имат осигурени десет литра на час на човек при работа на станцията с енергия, осигурена от възобновяем източник.

Разработването и на други съпътстващи проекти в Крим показа, че използването на ВЕИ може да трансформира Черноморския регион от консумиращ енергия в енергиен регион.



Фиг. 15. Специфичен принос на възобновяемите енергийни източници за Кримския регион.

1 – Хидравлична мощност, kW/m^2; 2 – Енергия от сероводород, kW/m^2; 3 – OTEC, kW/m^2; 4 – енергия на осмозата, kW/m^2; 5 – Енергия на вълните, kW/m; 6 – Слънчева енергия × 100, kW/m^2; 7 – Вятърна енергия × 100, kW.m^2; 8 – Енергия на топлинен поток × 100, kW/m^2; 9 – Енергия от преработката на твърди битови отпадъци (MSW) × 100, kW/kg.

На Фиг. 15 са показани абсолютните стойности на специфичния принос на всеки вид възобновяем енергиен източник за Кримския регион.

Това, разбира се, ще изисква значителни инвестиции, но тяхната възвръщаемост и екологична осъществимост са очевидни.

От Фиг. 15 става ясно, че специфичните хидроенергийни ресурси на сероводородния район на Черно море (производство на водна енергия и осмоза) биха могли да допринесат съществено за традиционния енергиен баланс на Кримския регион заедно с използването на сероводород, OTEC и вълнова технология.

Обобщавайки всичко цитирано по-горе, може да се каже, че комплексното използване на ресурсите на Черно Море може да реши редица проблеми при прехода към чиста алтернативна енергетика на сегашното ниво на технологично развитие.

ЛИТЕРАТУРА

[13]. Глобальная энергетика и устойчивое развитие Мировая энергетика – 2050 (Белая книга) Под ред. В.В. Бушуева (ИЭС), В.А. Каламанова (МЦУЭР). – М.: ИД „Энергия“, 2011. – 360 с.

[14]. Montserrat Abad Castelos, The Future of the Law of the Sea, The Black Sea and Blue Energy: Challenges, Opportunities and the Role of the European Union, pp 145-161

[15]. The European economic and social committee and the committee of the regions, An EU Strategy to harness the potential of offshore renewable energy for a climate neutral future Brussels, Communication from the commission to the European parliament, the Council, 19.11.2020 COM(2020)

[16]. Ocean Energy Technology, Overview, Prepared for the U.S. Department of Energy, Office of Energy Efficiency and Renewable Energy Federal Energy Management, July 2009 DOE/GO-102009-2823
[17]. Съобщение на комисията до Европейския парламент, Съвета, Европейския икономически и социален комитет и Комитета на регионите – Стратегия на ЕС за използване на потенциала на енергията от възобновяеми източници в морето за неутрално по отношение на климата бъдеще, {SWD(2020) 273 final}
[18]. Yaqi Shi, Wei Luo, M.S., Application of solar photovoltaic power generation system in maritime vessels and development of maritime tourism, POLISH MARITIME RESEARCH Special Issue 2018 S2 (98) 2018 Vol. 25; pp. 176-18110.2478/pomr-2018-0090
[19]. Nguyen Dang Anh Thi, The evolution of floating solar photovoltaics, 2017, https://www.researchgate.net/
[20]. Mohamed A. Eltawil, Zhao Zhengming and Liqiang Yuan, Renewable energy powered desalination systems: technologies and economics-state of the art, welfth International Water Technology Conference, IWTC12 2008, p. 1099-1125, Alexandria, Egypt
[21]. Mohamed Alhaj and SamiGAl-Ghamdi, Integrating concentrated solar power with seawater desalination technologies: a multi-regional environmental assessment, Environ. Res. Lett. 14 (2019) 074014
[22]. Mahmoud Shatat and Saffa B. Riffat, Water desalination technologies utilizing conventional and renewable energy sources, International Journal of Low-Carbon Technologies 2014, 9, 1-19
[23]. Sergii Surkov, Hussam Ghanem, prospects of sea water desalination for sustainable water supply of the Black sea coastal regions, Международна научно–практическа конференция „Устойчиво развитие – 2019”, Варна, България
[24]. В. В. Харченко, А. А. Долгий, Сероводород Черного моря, Науково-технічний збірник „Розробка родовищ“, 2014, с. 321-325, ISBN978-966-350-360-8
[25]. Е. Разказова-Велкова, М. Мартинов, С. Стефанов, В. Бешков, Енергийна ефективност на горивна клетка за окисление на сулфидни йони от Черно море. Част III. Окончателна конструкция и лабораторен модел на клетката, Научни трудове на Университет по хранителни технологии – Пловдив, ТОМ LXI, стр. 485-490, 2014 г., ISSN 1313-2539
[26]. Цв. Първанова-Манчева, Е. Разказова-Велкова, М. Мартинов, С. Стефанов, В. Бешков, Пречистване на отпадъчни води и добив на енергия: Част II: Горивен елемент, базиран на химично окисление на сулфиди и микробиологична редукция на нитрати, Научни трудове на Университет по хранителни технологии – Пловдив, ТОМ LXII, стр. 399-504, 2015 г. ISSN 1313-2539
[27]. Димитров Д. 2010. Геология и нетрадиционни ресурси на Черно море. Издателство „Онгъл”, Варна. ISBN 978-954-8279-25-3. 269 с.
[28]. European Union, 2019, Stakeholder Seminar on Blue Economy Towards a Common Maritime Agenda for the Black Sea, Istanbul, March 2019, Workshop 5, Sustainable fisheries and aquaculture, Chapter 1
[29]. Морски пространствен план на република България 2021-2035, Проект за обсъждане (Трета версия, август 2020), http://www.ncrdhp.bg/wp-content/uploads/2020/11/MSPRB.pdf
[30]. Преобразуватели на енергията от морските вълни, Сп. Енерджи ревю – брой 4, 2013

[31]. N. A. Azarenkov, B. V. Borts, V. I. Tkachenko, Hydrogen sulfide energy of the Black sea, EAST EUROPEAN JOURNAL OF PHYSICS, Vol.1 No.3 (2014) 4-21, PACS: 88.30.E

[32]. D. Uzun, E. Razkazova–Velkova, K. Petrov, V. Beschkov, Electrochemical method for energy production from hydrogen sulfide in the Black sea waters in sulfide-driven fuel cell, Bulgarian Chemical Communications, Volume 47, Number 3 (pp. 929 – 938) 2015.

[33]. Г. Н. Бондаренко, И. Л. Колябина, О. В. Маринич, Проблема извлечения сероводорода из глубинных вод Черного моря,. Геология и полезные ископаемые Мирового океана, 2009, №2, с. 92-97, ISSN 1999-7566

[34]. Байкара С. З., Фиген И. Х., Кале А., Везироглу Т. Н. Получение водорода из сероводорода в Черном море/Международный научный журнал „Альтернативная энергетика и экология“ (ISJAEE), 2019;01-03:49-55

[35]. Walid M. Nassar, Olimpo Anaya-Lara, Khaled H. Ahmed, David Campos-Gaona and Mohamed Elgenedy, Assessment of Multi-Use Oshore Platforms: Structure Classification and Design Challenges, Sustainability 2020, 12, 1860; doi:10.3390/su12051860

[36]. Съобщение на комисията до Еевропейския парламент, Съвета, Европейския икономически и социален комитет и комитета на регионите Синя енергия. Необходими действия за оползотворяване на енергийния потенциал на европейските морета и океани до 2020 г. и след това /* COM/2014/08 final */

[37]. Елдар Заеров, Енергия на морските вълни: Класификация на преобразуватели и възможност за използване в Черно море, БСУ – Годишник, Том XLI, ISSN: 1311-221X, 2020, стр. 28 - 36

[38]. Мишо Мацанков, Стоян Петров, Study of voltage in the nodes for one-contur network with decentralized sources, БСУ – Годишник, Том XLI, ISSN: 1311-221X, 2020, стр. 75-79

[39]. Радослав Симионов, Здравко Караджов, Бъдещи перспективи за развитие на PV централи в България и ЕС – политика на Европейският съюз, БСУ – Годишник, Том XLI, ISSN: 1311-221X, 2020, стр. 86-94

[40]. Здравко Караджов, Радослав Симионов, Бъдещи перспективи за развитие на PV централи в България и ЕС – технически фактори, БСУ – Годишник, Том XLI, ISSN: 1311-221X, 2020, стр. 368-376

[41]. Елдар Заеров, Изследване на потенциала за производство на водород с фотоволтаична централа и горивна клетка, БСУ – Годишник, Том XXXI, ISSN: 1311-221X, 2015, стр. 36-40