



## Екологичен статус на екосистеми по Българското черноморско крайбрежие и връзка със структурата и състоянието на сообщества на макроводорасли и морски тревни (род *Cystoseira* и род *Zostera*)

НФНИ No. ДО 02-218/2008, Ръководител доц. д-р Георги Хибаум

### 1. Състояние на научните изследвания в България

**Макроводорасли:** Petrova-Karadjova (1975) публикува информация за количествата и разпространението на сообществата от *Cystoseira* по българското крайбрежие на Черно море. Подробно описание на биоразнообразието, разпространението и вертикално разпределение, видовете формации и асоциации на макроводораслите в Черно море има в трудовете на Kalutina-Glutnik (1975). Същият този труд извежда и някои от основните фактори на средата, контролиращи разпространението на макроводораслите по черноморието. Авторите му съобщават, че долната граница на разпространение на кафявите водорасли от рода *Cystoseira* е била около 15 метра. Тези и други подобни изследвания на макроводораслите описват статуса на тези хабитати преди настъпването на съществени промени в състоянието на черноморските екосистеми (Oguz and Gilbert 2007) и могат да ни послужат като база за сравнение, позволяваща ни да определим степента на тази деградация. За съжаление през последните години изследванията на разпространението и състоянието на сообществата от макроводорасли по черноморието ни са доста малко – например Dimitrova-Konaklieva (2000), която описва географското зонироване на сообществата на макроводорасли. Друго скорошно проучване на разпространението на основни сообщества от кафяви и зелени водорасли е това на Vassilev et al. (2005), описващо състоянието на тези сообщества в района на гр. Созопол, във връзка с изграждането на Натура 2000 мрежата по българското крайбрежие. Анализа на събраните при това проучване данни показва, че макроводорасловите сообщества по нашето крайбрежие са под сериозен антропогенен натиск, водещ до намаляване на разпространението им (напр. долната граница на разпространение на кафяви водорасли се е покачила до 8 м дълбочина) (Berov et al., in preparation).

**Морски тревни:** Най-всеобхватното изследване на разпространението и количествата от *Zostera marina* *Zostera nana* по българското Черноморие е проведено от Petrova-Karadjova (1982) в района между Поморие и р. Ропотамо. Макар и да не съдържа подробни карти на намерените полета със *Zostera*, това проучване описва наличие на много добре развити сообщества от морски тревни в района-предмет на изследвания в предложението от нас проект. След това проучване няма други публикувани данни за състоянието на морските тревни по нашето крайбрежие, с изключение на описанията им при включването на понтийските ливади от [*Zostera marina*] and [*Zostera noltii*] при включването им като застрашени местообитания в червената книга на хабитатите в България (Vassilev et al., in press). Трябва да се отбележи, че нито едно от тук цитираните проучвания не е имало за цел да изследва взаимовръзките между наблюдавания статус на морските тревни и екологичните условия на средата – водния стълб и грунта.

**Седимент и воден стълб:** Karamfilov (1990) описва набор от параметри характеризиращи състоянието на седиментите в крайбрежната зона на Черно море (скорост на сулфат редукция, разграждане на органична материя, концентрация на разтворен кислород и сероводород, редокс потенциал, рН). Изследването разкрива наличието на бърза и много често необратима промяна в микробиалните сообщества в седиментите при увеличаване на натоварването на седиментите с органична материя и последващото увеличение на концентрациите на  $H_2S$  и появата на безкислородни условия в седиментите и водния стълб в близост до дъното. Проявата на подобни процеси в седиментите, в които се развиват ливади от *Zostera*, води до увреждане на хабитата и намаляване на размерите му. Todorova et al. (2005, 2008) за първи път в България прилага молекулярно-биологични методи и подходи за изучаване на микробиалните сообщества в крайбрежни морски седименти. Резултатите от тези проучвания обвързват директно наблюдаваното биоразнообразие с нивата на замърсяване с нефтени продукти.

Многообхватни проучвания на екологичното състояние на водните тела в Бургаския залив са провеждани през 80-те години от голям международен екип (Dechev and Vinogradov, 1991). ЛМЕ е провела дългосрочен мониторинг на водните тела в района на Созопол (Hiebaum and



Karamfilov, 2005). Качеството на водата и състоянието на планктонните съобщества във връзка с изпускането на отпадни води в Созополския залив са описани подробно от Karamfilov et al. (2005).

Цитираните дотук изследвания са изучавали само отделни компоненти от цялостната крайбрежна екосистема (воден стълб, седименти, съобщества от макрофити), при това във връзка с конкретни задачи. Очевидно е, че има нужда от провеждането на интегрирано интердисциплинарно проучване на статуса на крайбрежните екосисти, обвързващо физичните, химичните и биологични подходи за оценка на състоянието на водните тела с подходите за такава оценка, базиращи се на изследване състоянието на съобществата от макроводорасли и морски треви.

## 2. Актуалност на научната проблематика

ЕК е възприела Директивата за Водите (ДВ) 2000/60/ЕЦ ([ec.europa.eu/environment/water/water-framework](http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework)) като основно средство за подобряване на качеството на сладките и солени водни тела в Европейския Съюз. Първата стъпка към подобряване на състоянието на водни басейни, засегнати от човешки дейности е оценка на състоянието им. Според ДВ този статус се базира на общата структура и функция на съобществата от живи организми, които обитават дадения воден басейн, и трябва да взима в предвид естествени физикогеографски, географски и климатични фактори, заедно с физичните и химични показатели, включително тези предизвикани от човешката дейност.

Бентосните съобщества са възприети като индикатор на състоянието на крайбрежните водни басейни. Съобществата от макроводорасли (кафяви, зелени и червени) и от морски треви (покритосеменни растения от р.*Zosteretae*) са възприети като най-добрите показатели за такива оценки.- те са широко разпространени в крайбрежните зони на моретата в умерените ширини, повлияни са от промените в качеството на водната среда (дълбочина на проникване на светлината, концентрация на биогени, замърсяване с органични продукти и др.), имат и дълъг вегетационен период (една и повече години). Състоянието на тези съобщества отразява дългогодишните промени в статуса на водните басейни, които обитават, за разлика от състоянието на други организми, които не са фиксирани в пространството и имат кратки цикли на развитие (напр. фитопланктон). Голям набор от индекси и статистически подходи за оценка на статуса на тези бентосни съобщества са разработени и широко използван (напр. Panayotidis, 2004; Ballesteros, 2007). Разпространението на макроводораслите и морските треви се определя от голям набор от фактори на средата, като вида на субстрата, дълбочина на проникване на светлината, концентрациите на биогени във водата, нивата на седиментация и вълново въздействие. Всяка промяна в тези параметри води до промени в състава и разпространението на макрофитните съобщества. Повишените нива на замърсяване причиняват еутрофизирание на водните тела (основен екологичен проблем на Черно море), което води до съществени промени в макроводорасловите съобщества, загуба на видове, загуба на хабитати и всеобща деградация на крайбрежните (Terlizzi et al., 2002).

Европейската програма за изграждане на мрежи от защитени хабитати Natura ([ec.europa.eu/environment/nature/natura2000](http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000)) включва хабитатите на основните видове макрофити в приоритетния си списък за защитени територии по крайбрежията на страните на ЕС , например хабитат 1110 Понтийски ливади от [*Zostera marina*] и [*Zostera noltii*], и хабитатит 1170 [*Cystoseira spp.*] на откритите инфралиторални скални субстрати– и двете са предмет на изследване в този проект. И двата хабитата са включени в червената книга на хабитатите на България ( in press).

Антропогенния натиск върху крайбрежните зони по черноморското ни крайбрежие се засилва вследствие на прекомерното развитие на туристическите комплекси и градовете. Така, излиза на преден план спешната нужда от разработването и прилагането на модерни програми за мониторинг на състоянието на крайбрежните екосистеми, с чиято помощ да могат да се вземат адекватни мерки за тяхното опазване и възстановяване. Актуалността на праедлаханото изследване се обуславя и от:

- Липса на специализирани проучвания на състоянието на съобществата на халофитните макрофити в България.



- Необходимост от проучване на факторите, които влияят деструктивно на популациите на тези растителни видове и прилагане на адекватни мерки за тяхното опазване и устойчиво развитие.

### 3. Описание на бенефициентите

#### **ЦЕНТРАЛНА ЛАБОРАТОРИЯ ПО ОБЩА ЕКОЛОГИЯ - БАН**

ЦЛОЕ – БАН е основана през 1996 г. и е единственото специализирано звено в системата на БАН с предмет на дейност провеждане на научни изследвания и обучение на висококвалифицирани специалисти в областта на фундаменталната и приложна екология. Тя е приемник на предходни академични звена, работили по проблемите на екологията и опазването на природата през периода 1952-1995 г. Научният състав на ЦЛОЕ е 31 души, от тях 14 хабилитирани учени и 17 н.с., включително един доктор на биологическите науки и 25 доктори. ЦЛОЕ има 3 секции с 9 изследователски групи, чиято изследователска дейност обхваща следните направления: биоразнообразие, биоценология, екологично моделиране, биоиндикация, биомониторинг и опазване на околната среда. ЦЛОЕ разполага с 4 теренни бази за екологични изследвания: ЦЛОЕ има дългогодишен опит като базова организация при разработката на научно-изследователски проекти, финансирани както от национални (МОСВ, МОН/НФНИ, НДЕФ и др.), така и от международни източници (ЕС/PHARE, 5<sup>th</sup> & 6<sup>th</sup> FP RTD, UNDP, GEF и др.).

#### **Работна група Водни екосистеми, Секция Функционална екология**

**Научно-изследователски области** Функционален мониторинг на крайбрежните морски екосистеми и влажни зони; оценка на антропогенно въздействие; оценка на състоянието на екосистемите; научни основи за управление на крайбрежните екосистеми и екосистемите на влажните зони

#### **Научно-изследователски дейности**

- Определяне на ключови биогехимични процеси и механизми, във функционирането на екосистемите. Определяне на основните потоци в биогехимичните цикли
- Изучаване въздействието на антропогенното замърсяване върху структурата и функциите на екосистемите
- Мониторинг на най-важните абиотични и биотични параметри на водните екосистеми
- Молекулярни подходи ( ДНК, РНК) при изучаването на структурата и функциите на крайбрежните морски екосистеми подложени на човешко въздействие

#### **Научно-изследователски методи и подходи**

- Измерване на основните физични и химични параметри на околната среда, скорост на основни биологични процеси като първична продукция, дишане, поглъщане на органична материя и др.; Измерване на биогехимичните потоци в седиментите и водния стълб
- Използване на радиоизотопни методи: измерване на потоците на основни биологични процеси и скоростите на разграждане на замърсители
- Моделни проучвания в мезокосмос и лабораторни микрокосмос системи
- Молекулярно- биологични методи за оценка на сукцесията на бактериалното съобщество под въздействие на антропогенни фактори
- Бюджетни модели на качеството на водата като инструменти за управление

#### **Полеви станции**

**Лаборатория по Морска Екология ( ЛМЕ)** ЛМЕ е полевата станция на ЦЛОЕ. в Созопол, на крайбрежието на Черно море. Към настоящия момент има трима постоянно назначени служители. Един ст.н.с. и трима изследователи с докторска степен са назначени на работа в София. На площ от 230 кв. м. Са разположени лаборатория за общи екологични проучвания, химична лаборатория, инструментална лаборатория, изотопна лаборатория, работилница, складове и кухня. Основна апаратура: спектрофотометър и съответните приспособления за анализ на води, оксиметър и рН метър, микроскопи и средства за фитопланктонни и микробиологични проучвания; БЕТА-спектрометър за радио-изотопни измервания. ЛМЕ е специализирана в проучванията на крайбрежни екосистеми и екосистемите на крайбрежните влажни зони.

#### **Изследователска програма и опит**



Основните постижения на лабораторията включват прогнозирането на състоянието на морските екосистеми в Бургаския залив, базирано на дългосрочната мониторингова програма, както и изследвания на структура и функцията на тези екосистеми, и въздействието на замърсяване с нефтени продукти на тях. Дългосрочния мониторинг включва месечни и двуседмични измервания на основните абиотични параметри (соленост, прозрачност и концентрация на биогени) и биотични фактори (вкл. концентрация на хлорофил А и сестон, скорост на основни биологични процеси като първична продуктивност, разграждане на органична материя и хетеротрофно усвояване на разтворени метаболити).

#### **Последни проекти**

- Влиянието на замърсяванията с нефтени продукти върху биодеструкцията на органични субстрати и отделянето на парникови газове от седиментите на еутрофизирани крайбрежни морски екосистеми
- План за управление на Биосферен Резерват Сребъра – **Паметник на световното наследство** (Ramsar Small Grand Fund BG1997)
- Модели за оценка на критичното натоварване с азотни и фосфорни съединения в малки полузатворени заливи
- **General Environmental Facility Project: Bulgaria** – проект за възстановяване на влажните зони и намаляване на замърсяването (GEF TF 050706 BUL). Предпроектни проучване и детайлна програма: **Задържане на биогени и екологични основи**
- Екологичен мониторинг на влажна зона Сребърна (**World Natural Heritage and Biosphere Reserve**) с цел подобряване на плана за управление
- Избор на референтни райони и референтни биологични параметри в съответствие с Водната директива на ЕС (2000/60/ЕС) (Министерство на Околната Среда). Морски крайбрежни екосистеми.
- Изследване и картиране на разпределението на съобществата от макроводорасли по българското черноморско крайбрежие като част от дейностите по изграждане на НАТУРА 2000 мрежата в България

#### **ИНСТИТУТ ПО БОТАНИКА, БАН**

Институтът по ботаника (ИБ-БАН) е основан през 1947 г. Дейността му е насочена към фундаментални и научно-приложни изследвания в областите: опазване на естествената флора, растителността и гъбите, изучаване екологията и разпространението на растителните съобщества, продуктивността, енергетиката и кръговрата на елементите в съобществата, определяне генетичния потенциал, механизмите и насоките на формообразователните процеси; издирване на нови полезни растения и суровинни източници; рационалното използване на растенията и гъбите като ресурси; разкриване на еволюцията на растителния свят в геологичната история и факторите за съвременното състояние и промените в него; проследяване промените в генеративната сфера и ембрионалните процеси при растенията под въздействие на екологичните фактори на околната среда. Институтът разполага със следните добре оборудвани и работещи лаборатории: аналитична, изоензимна, цитотаксономична, лаборатория за генетичен анализ, фитохимична, биотехнологична, палинологична, лаборатория за анатомични и ембриологични изследвания на растенията, ГИС лаборатория с приложение на GPS технологии за оценка, мониторинг и опазване на биоразнообразието. От 1975 г. Институтът по ботаника издава международното научно списание “Phytologia Balcanica”.

Работната група по водни макрофити е създадена през 2001 год. във връзка с участието на ИБ-БАН в международния проект Macrophytes, River Corridor, Land Use, Habitats: A Multifunctional Study in the Danube Catchment Based on a GIS – Approach (MIDCC). Експертите от работната група имат участие до момента в общо 8 проекта, свързани с водни макрофити, тяхното разпространение, таксономия, екология и използването им като биоиндикатори. В момента групата подготвя атлас на водните и водолюбивите растения в България.

#### **ИНСТИТУТ ПО МОЛЕКУЛЯРНА БИОЛОГИЯ, БАН**



Института по молекулярна биология-БАН е основан през 1960 г. като Централна Биохимична Лаборатория (ЦБХЛ). През 1972 г. ЦБХЛ се преименува в Институт по биохимия, а през 1977 г. приема сегашното си име Институт по молекулярна биология. Институтът има пет секции и две специализирани лаборатории. Работният колектив от ИМБ, участник в настоящия проект работи в секция «Молекулен дизайн и биохимична фармакология», направление «Молекулярна микробиология и околна среда». ИМБ разполага с голям набор от апарати за провеждане на изследвания по молекулярна биология на най-съвременно ниво като: ултра и препаративни центрофуги, спектрофотометри, Nano Drop Spectrophotometer NC-1000, Rotor Gene 6000 Real-Time System (Corbett, Australia), PCR апарати, инвертен микроскоп Zess, Axiovert 200M, ламинарни боксове, апарати за гел електрофореза и т.н., както и напълно оборудвани лаборатории за работа с клетъчни култури.

През последните пет години колективът има два успешно завършени проекта: #18A/2000/04 с И-т по Радиохимия, Научен център Росендорф, Дрезден, Германия (по спогодбата между БАН и FZD), ръководител акад. Е. Головински и проект #4/2005/07 с И-т по микробиология, Чешка академия на науките (по ЕБР), съвместно с колегите от ЦЛОЕ (БАН). Текущи проекти на колектива са: #14Б/1411/04 "Установяване на устойчиви биоиндикатори в райони с повишена радиоактивност чрез микробиологичен анализ", и #Г-1/02/05-Геномика „Конструиране на 16S рДНК клонови библиотеки и ARDRA (Amplified Ribosomal DNA Restriction Analysis) на последователности от гени за 16S рРНК-и на микроорганизми, обитаващи български термални извори, финансирани от ФН-МОН; с ръководител Г.Радева. Както и два международни проекта: "Phylogenetic diversity and ecology of archaeal communities in waters from uranium mining wastes" 2008/10 по ЕБР между Чешката академия на науките и ИМБ-БАН); "Microbial diversity and activity in soil samples from Bulgarian Uranium mining wastes" 2006/09 (Спогодба между И-т по Радиохимия, Научен център Дрезден-Росендорф, Германия и ИМБ) (Institute of Radiochemistry, Forschungszentrum Dresden-Rossendorf, Germany, collaborative grant).

По темата за биоразнообразието в секция «Молекулен дизайн и биохимична фармакология», ИМБ са разработени две дипломни работи на студенти от магистърски програми в Биологическия факултет на СУ „Микробно разнообразие в почвени проби от български уранови хвостохранилища" (2007г.) и «Установяване разнообразието на *Archaea* в ураново хвостохранилище»(2008 г) под ръководството на д-р Г. Радева.

#### **4. Работна програма**

##### **4.1. Научна идея и научен подход**

Екологичния статус на водните тела се установява от непрекъснатата функционална връзка между елементите на екосистемите на водното тяло (воден стълб, планктон, фито и зообентос, бактериално съобщество в седимента и т.н.), които постоянно обменят енергия и вещества помежду си. От такава гледна точка елементите за качество във връзка с Водната директива са взаимно свързани и зависими в пространството и времето. Научната идея, стояща в основата при предлагането на проекта е: В специфичния случай на българската черноморска крайбрежна зона да установим част от взаимните връзки в екосистемите по емпиричен път и така да намерим най-подходящия метод за определяне/оценка на елемента за качество, дефиниран на основата на съобществата от макроводорасли и морски треви. Тази задача е решена в голяма степен за другите европейски морета но предстои да се реши за Черно море.

##### **4.2. Основни цели:**

- С комплексни интердисциплинарни изследвания да се опише състоянието на бентосната флора в българската крайбрежна зона и специфичните механизми на антропогенно влияние върху него.
- Да се намерят емпирични зависимости между състоянието на съобществата на макроводораслите и морските треви и физикохимичните параметри описващи водния стълб и седиментите
- Да се установи най-подходящия за българското крайбрежие метод за оценка на елемента за качество базиран на съобществата на макроводораслите и морските треви, така както е дефиниран във ВД.



#### 4.3. Основни задачи и свързани с тях дейности.

##### 4.3.1. Структурата и състоянието на съобществата на макроводорасли р. *Cystoseira*

Ръководител на задачата В. Василев

**Обосновка:** Изпълнението на задачата цели на първо място да определи характерните и съществени разлики между структурата и разпределението на съобществата на макроводораслите от р. *Cystoseira* от референтни и антропогенно повлияни райони и да състави достоверна картина на тяхното състояние. Тези съобщества са най-характерни за българското черноморско крайбрежие и тяхната структура (покритие, съотношение на доминантните видове, разпределение по дълбочина) е в зависимост от условията и преди всичко от еутрофикацията. Ще бъде отчетен субстрата, изложение на вълнение и морфология на дъното. Преди всичко ще се търси изместването на цистозирата с зелени и червени водорасли, максималната дълбочина на колонизация. Ще се използва и опита на колектива от двугодишна интензивно изследване на макроводораслите в района (Проект Натура 2000) и допълнително планирани изследвания през 2008 г. Планира се събирането на данни да се проведе на две годишни сесии като предварително е планирана работа през първите две години. Оценката на резултатите в края на първата и края на втората година могат да променят графика. Получаване на резултатите от тази задача са тясно обвързани със изпълнение на задача б (обработка на данните).

**Дейности:** Юни -юли 2009 ще бъдат избрани станциите са полеви изследвания: като минимум една референтна и една антропогенно повлияна станция на базата на досегашен опит и базата данни за водния стълб. Полевите сесии за събиране на данни ще се проведат два пъти годишно: юли и септември. След оценка на резултатите при необходимост ретата година е възможно провеждане на ограничена допълнителна полева сесия през юли. Възможно е и намаляване на полевите сесии до 3.

Събирането на данни ще включи провеждане на стандартни профили с измерване на биомасата, разпределението, стандартно заснемане на дъното с цел документиране на покритие и разпределение, лабораторно определяне на свежо и сухо тегло. (за подробности виж часта **Метод и материали** и 7. **Управление на проекта/ Разпределение на дейностите**).

##### 4.3.2. Структура и състояние на съобщества на морски тревы (р. *Zostera*)

Ръководител на задачата В. Вълчев

**Обосновка:** Получаването на подробна информация за структурата на подводните ливади от морски тревы (където ги има) е важен елемент от оценката на състояние на крайбежните акватории. Напоследък в научната литература се появяват убедителни доказателства за пряката връзка между структурата на съобществата от морски макрофити и конкретни хронични събития в крайбрежната зона, като напр. еутрофикацията (Krause-Jensen et al., 2008) и свързаното с нея повишено натоварване на крайбрежните седименти с органична материя. Непосредствените последици са намаляване на дълбочината на разпространение и промяна на структурата с увеличаване на опортюнистични видове с по бърз темп на нарастване (Duarte, 1995; Nielsen et al., 2002). Така, описанието на разпределението и обилието на формиращите ги растителните видове може да бъде използвано за бърза и ниско-бюджетна предварителна оценка на цялостното екологично състояние на конкретна крайбрежна система. От друга страна, чрез подбирането на подходящ набор от показатели може да се получи и достоверна информация за моментното състояние на съобществото.

**Дейности за описание на структурата на съобществото:**

- картиране на пространственото разпределение на подводната растителност и включване на данните в GIS;
- определяне на плътността и покритието на морските тревы;
- определяне на видовия състав на съобществата, наличие на епифити (макро и микро);
- определяне запасите на различните компоненти на фитомасата на тези съобщества.

**Дейности за описание на състоянието на съобществото:**

- определяне на скоростта на нарастване на листата като индикатор за



- състоянието на конкретния вид;
- определяне на отношението „коренова фитомаса/стъблена фитомаса” като показател за наличие на въздействие върху седиментите;
- определяне на биомасата на епифитите като индекс за състоянието на екосистемата;
- определяне на съдържанието на биогенни елементи в листната и кореновата системи като показател за обогатяване на екосистемата с тях;
- проучване миграцията на различни елементи и съединения в системата "грунт - коренова фитомаса - стъблена фитомаса" ( $^{34}\text{S}$ ,  $^{15}\text{N}$ ) за проследяване на инвазията на разтворени сулфиди и източниците на биогенни елементи.

Чрез изпълнение на задачата през първия етап на проекта ще се съберат данни за моментните структура и състояние на съобществата. Заедно с данните от втория, мониторингов етап те ще послужат в бъдеще за развитието на дълготрочен мониторинг в конкретната зона и изготвянето на минимален набор от показатели за бърза оценка на състоянието на подобни екосистеми.

#### 4.3.3. Структура и състояние на седиментите в района на морските треви.

##### Ръководител на задачата В. Карамфилов

**Обосновка:** Крайбрежните морски седименти са естествен приемник на неразградената във водния стълб органична материя (ОМ). Поради малките дълбочини тя постъпва там в почти свежо състояние. Повишената консумация на разтворен кислород, свързана с процесите на разграждането ѝ води до намаляване на дълбочината на проникването му и/или до трайна анаеробизация на седиментите и дори надстоящия воден стълб. Така, аеробните процеси на разграждане на ОМ се заместват с алтернативни анаеробни, например сулфатредукция. Очакваме, че състоянието на седиментите в районите покрити с морски треви до голяма степен ще отразява степента на антропогенно въздействие върху екосистемата и ще обуславя както моментното състояние на хабитатите, така и перспективите за развитието му при конкретните условия.

Дълбочината на изследванията ще зависи от дълбочината на проникване на кореновата система на морските треви. Всички измервания ще бъдат извършени в интервал 1-2 см.

##### Дейности по оценка на структурата на седиментите:

- определяне на гранулометричния състав и разпределение на пясъчните частици в седиментния стълб;
- определяне на профилите на плътност и водно съдържание;
- определяне на профилите на количеството органична материя;

##### Дейности по оценка на състоянието на седиментите:

- определяне на профилите на редокс-потенциала (Eh)- начин за оценка на ширината на окислената зона в седиментите;
- определяне на профилите на концентрациите на разтворен кислород и разтворени сулфиди- оценка на дълбочината на аеробната зона и степента на анаеробизация;
- определяне на профилите на концентрациите на биогенни елементи (C, N, P)- връзка с основните биогеохимични цикли в седиментите;
- определяне на профилите на скоростите на бактериална сулфатредукция- количествена оценка на участието ѝ в процеса на разграждане на ОМ и степента на застрашеност на седиментите от пълна анаеробизация;
- определяне на количествата на стабилния изотоп на сярата  $^{34}\text{S}$ - Връзка с тези, които ще бъдат установени в растенията.

Чрез изпълнение на задачата още през първия етап на проекта ще имаме информация за степента на значение на структурата и състоянието на конкретните седименти за тези на изследваните съобщества. Резултатите от изпълнението на задачата през втория етап ще дадат



възможност да се установи тенденциите в развитието на грунта и така да се интерпретират евентуални промени в структурата и състоянието на съобществата от морски тревя.

#### **4.3.4. Микробиологично разнообразие в седиментите в района на морски тревя** **Ръководител на задачата Г. Радева**

**Обосновка:** Морските тревя имат значително въздействие върху структурата на микробиалните съобщества в седиментите чрез отделянето на кислород и органична материя от кореновата си система (Isaksen et al., 1996). Разнообразни молекулни методи дават възможност за определяне на състава и динамиката на комплексни микробиални съобщества без култивиране. Наблюдавано е значително разнообразие на микроорганизми в седиментите, колонизирани от морски тревя, като най-често срещаната бактериална група е от *δ-Proteobacteria*, свързана със сулфатредуциращи бактерии (СРБ) и *γ-Proteobacteria*. Открити са също така макар и с по-малко разнообразни представители на *Archaea*, включващи *Crenarchaeota* и *Euryarchaeota* (Cifuentes, 2000). От особен интерес за изследването са групата на СРБ, тъй като сулфатредукцията е основен процес в крайбрежни морски седименти, както и групата на *Archaea* за която е доказано, че играе важна роля в процесите на нитрификация.

##### **Дейности по оценка на структурата на съобщества от *Bacteria* и *Archaea*:**

- количествена и качествена екстракция на ДНК от седиментните проби чрез директен лизис- добив на ДНК годна за молекулни манипулации;
- ARDRA (Amplified Ribosomal DNA Restriction enzyme Analysis) анализ на избрани проби;
- конструиране на бактериална 16S рДНК клонови библиотеки на някои от пробите с универсални праймери;
- конструиране на клонови библиотеки със специфични праймери;
- секвениране на доминантните клонове и филогенетичен анализ;
- статистическа обработка на резултатите с подходящи програми.

##### **Дейности по определяне на функционалния им потенциал чрез използването на количествена полимеразно-верижна реакция в реално време (Real-time– quantitative PCR):**

- приложение на специфични праймери за доказване наличието на функционални групи включени в ключовите пътища на биогеохимичния цикъл на сярата и азота;
- количествено определяне наличието на *dsrAB* гена в сулфатредуциращите микроорганизми;
- количествено определяне на *amoA* гена в археалните съобщества.

Прилагането на гореописаните дейности ще даде информация за динамиката и различията в структурата и функционалния потенциал на комплексните микробни съобщества от седимента в кореновата зона на *Zostera*, а така също и за степента на влияние на ризосферата върху тях.

#### **4.3.5. Екологично състояние на крайбрежните води (състояние на водния стълб) в района на експерименталните станции – морски водорасли и морски тревя** **Ръководител на задачата Г.Хибаум**

**Обосновка:** Екологичното състояние на крайбрежните води ще бъде определяно чрез мониторинг на редица стандартни абиотични (температура, соленост, прозрачност, сестон, ФАР на повърхността и под водата, неорганични форми на азота и фосфора, общ азот и общ фосфор) и биотични параметри (хлорофил А, деструкция. Същевременно за целите на проекта ще бъде използвана базата данни създадена от дългосрочен мониторинг, провеждан в разглеждания крайбрежен район от ЛМЕ с малки прекъсвания от 1984 до 2005. Освен изброените по-горе параметри бяха измервани първичната продукция, хетеротрофната активност, а за последните 4-5 години и структурата на фитопланктона. По условията на проекта от 6РП и 7РП BS SCENE UPGRADE мониторинга ще бъде продължен от 2009 г. Както се вижда от литературния обзор по-горе подбраните параметри най-добре отразяват въздействието върху макроводораслите и морските тревя чрез крайбрежната еутрофикация. Получаване на резултатите от тази задача са тясно обвързани със изпълнение на задача б (обработка на данните).





**Дейности**, произтичащи от горната задача, обхващат провеждане на пробовзимания и измервания във водния стълб за първата и втората година в едномесечни или двумесечни интервали за периода април -октомври. Района на провеждане на мониторинга ще се съвпада с подобрите референтни и повлияни експериментални площадки за описание на макроводорасли и морски треви (за подробности виж частта **Методики** и **7. Управление на проекта/ Разпределение на дейностите**).

#### **4.3.6. Обработка на данните от полевите измервания и лабораторните експерименти. Създаване на база данни, ГИС, математична и статистическа обработка.**

**Ръководител на задачата Г.Хибаум**

**Обосновка:** Данните от полевите измервания и лабораторните експерименти ще бъдат организирани в автоматизирани база/бази данни. По съобразност ще се използват ГИС приложения за най-добро представяне пространствените зависимости. Данните ще се обработват математически и със стандартни статистически методи за получаване на достоверна информация. Данните за водния стълб ще бъдат сравнени с данните от дългогодишния мониторинг на района за намиране на основни връзки/особености в сезонната и многогодишната динамика. Така резултатите за 2009-2010 г няма да бъдат откъснати, а поставени на фона на дългогодишно развитие.

**Дейности:** 1-5 месец от план-програмата: Създаване на автоматизирани бази данни с възможност за бързо математическа и статистическа обработка. Избор на ГИС софтуер, Създаване/избор на основна морска карта на района.

Октомври първа година – май втора година; октомври втора година – май трета година: попълване на базите данни, математическа и статистическа обработка на резултатите. (за подробности виж частта **Методики** и **7. Управление на проекта/ Разпределение на дейностите**).

За изпълнение на дейностите по тази задача ще се използва и помоща на консултанти експерти по бази данни; ГИС и статистическа обработка.

#### **4.3.7. Връзка на физикохимични и биотични параметри във водния стълб и седиментите със състоянието на съобществата макроводорасли и морски треви.**

**Ръководител на задачата Г.Хибаум**

**Обосновка:** След получаване стабилни резултати от задача 6 (обработка на резултатите) масивите от данни ще бъдат подложени на сравнение за отделните групи макроводорасли, морски треви, микробиологично разнообразие и воден стълб. Ще се търсят зависимости между параметрите и състоянието на частите на екоидитемите. От многогодишния мониторинг на физикохимичните параметри във водния стълб ще бъдат преценени условията за дългосрочно въздействие върху фитобентоса

**Дейности:**

Първа година: Изучаване на световния опит; избор на софтуер; консултация със специалисти по обработка на данни.

Втора година: Провеждане на пробни/предварителни анализи и сравнения; окончателен избор на методология

Трета година: Окончателна обработка на данните получаване и сравнение на емпирични зависимости между физикохимични и биологични данни за водния стълб и микробиологичното разнообразие с оценките за екологичния статус на водните тела на основата на макроводораслите и морските треви като елементи за качество. (за подробности виж частта **Методики** и **7. Управление на проекта/ Разпределение на дейностите**).

#### **4.3.8. Оценка на екологичния статус съобразно елемента на качество макроводорасли и морски треви съобразно Водната директива.**

**Ръководител на задачата Д. Беров**

**Обосновка:** Събраните по време на изпълнение на задачи 1 и 2 бази данни за състоянието на съобществата на морските треви и макроводорасли ще бъдат използвани за изчисляване на индекси, отразяващи състоянието на въпросните екосистеми и на водните басейни, в които се намират, следвайки методологията на Директивата за Водите на ЕС и методи разработени в



последните години от водещи екипи в тази област (за подробности виж **Методики**). Основните изходни данни за изчислените на тези индекси ще бъдат видовия състав и количественото разпределение на изучаваните съобщества макроводорасли и морски треви. Като резултат от тази задача ще имаме точна и пълна оценка на състоянието на крайбрежните водни тела, изучавани по време на проекта ни, които могат да послужат за вземане на управленски решения за тяхното възстановяване, защита и опазване. Ще бъде избран и адаптиран най-подходящ/адекватен за условията на Черно море метод.

#### **Дейности:**

1-ва година : събиране на данни за видов състав и процентно покритие на грунта от макроводорасли в избраните за проучването ни площадки, както и данни за числеността и покритието на грунта от изучаваните морски треви; прилагане на различни индекси по критериите на ВД и сравняване на получените резултати, сравняване на два до три описани в литературата метода за изчисление на елемента за качество макроалги и морски треви. най-подходящите за условията на Черно море индекс

2-ра година: събиране на нови данни от площадките проучени през първата година с цел прецизиране на получените резултати, проследяване на евентуални промени в съобществата под въздействие на антропогенни и природни фактори. Първи избор на адекватен за Черно море метод за оценка.

3-та година: обобщение на събраната информация и обвързване на резултатите за състоянието на изучаваните съобщества на макроводорасли и морски треви с резултатите от анализа на данни в задача 7 – получаване на комплексна картина за състоянието на крайбрежните екосистеми в изучавания регион и окончателен избор на метод за оценка елемента на качество, основан на дънната флора..

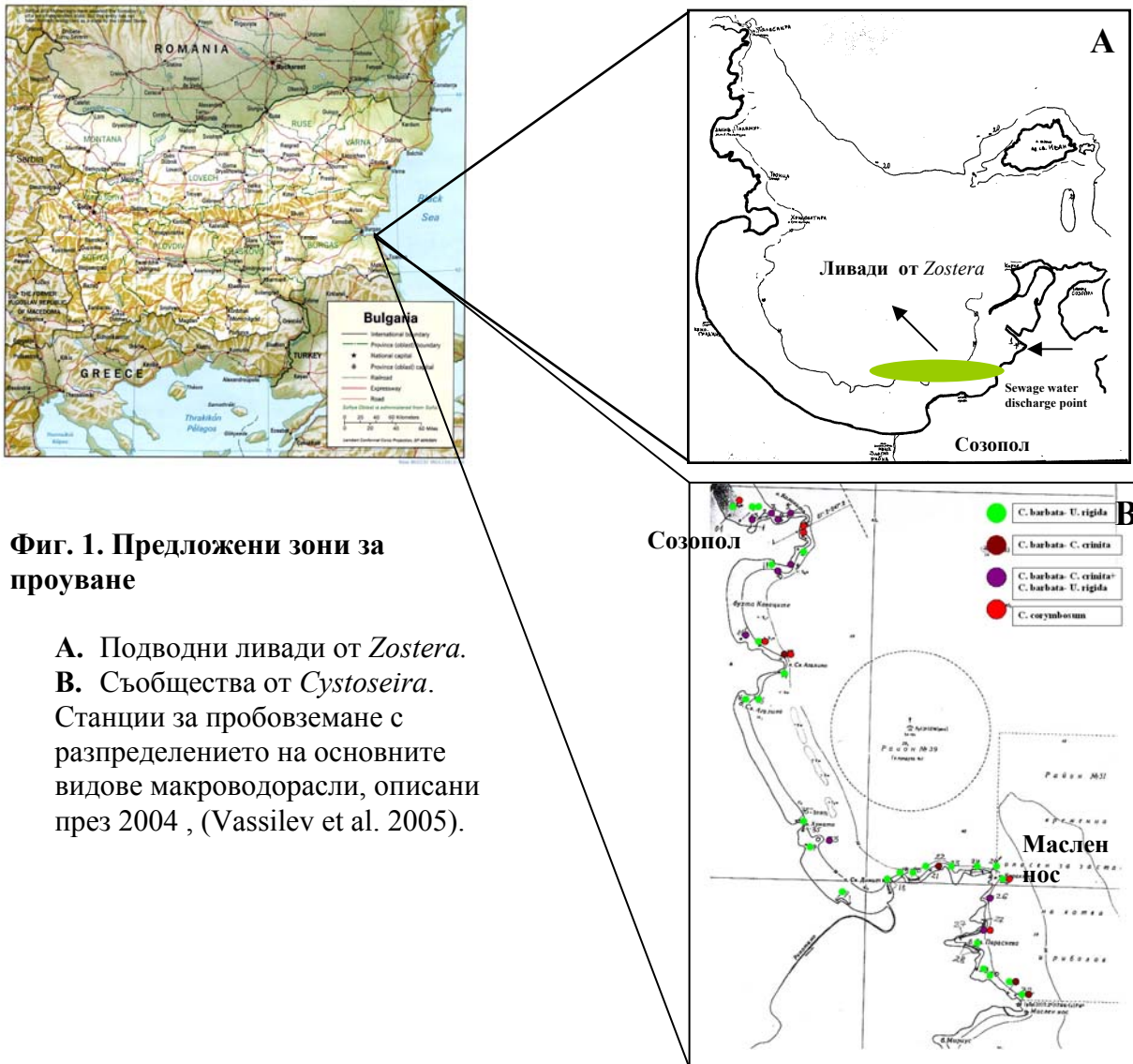
(за подробности виж и часта 7. **Управление на проекта/ Разпределение на дейностите**).

#### **4.4. Методи:**

##### **Зони на проучване**

**Подводни ливади от *Zostera*:** Проучването ще бъде проведено в Созополския залив, на 30 км южно от Бургас, по ЮЗ крайбрежие на Черно море (фиг. 1 А). Въпреки че, наличието на големи по площ подводни ливади от *Zostera* е известно от много години, до този момент там не е правено проучване на състоянието на тази екосистема. Общата площ на Созополския залив е около  $6,53 \times 10^6 \text{ m}^2$ , а обема му – около  $53,39 \times 10^6 \text{ m}^3$  (Karamfilov et al., 2005). Крайбрежната зона на залива е в процес на силна урбанизация, а през летния сезон се използва активно за туризъм- в близост до зоната за проучване са разположени два големи къмпинга “Градина” и “Златна рибка”. Колекторната система за отпадни води на Созопол е основен източник на замърсяване в залива, а отпадните води от къмпингите в района също се включват в тази система и допълнително допринасят за замърсяването.

**Съобщества от *Cystoseira*:** проучването ще се проведе в крайбрежната зона между Созопол и Маслен нос (фиг. 1 Б). Станциите за пробовземане ще бъдат избрани така, че да отразят ефектите на различни нива на антропогенно въздействие от населените места върху състоянието на съобществата от *Cystoseira*.



начално определяне на границите на ливади от *Zostera* и съобществата на *Cystoseira* ще бъде извършено в рамките на пилотна проучваща кампания. Това ще бъде извършено чрез анализ на аеро-фотоснимки или сателитни снимки, както и чрез водолазна работа.

Планирани са общо до 4 проучвания (два пъти годишно), с цел отбелязване на възможни промени в тяхното разпространение за времето на проекта.. Станциите за пробовземане ще бъдат маркирани с GPS координати. Допълнително ще бъдат поставени подводни маркери в краищата на полетата от *Zostera*, с цел да се мониторира възможни промени в размерите им.

Пробовземане от фиксирани станции ще се извършва два пъти годишно – през май-юни и през август-септември, когато растенията са добре развити. Проби ще се взимат от 5 до 10 стандартни станции с фиксирани координати. Станциите ще бъдат разположени по начин, гарантиращ мониторинга на въздействие от точков източник на отпадни води върху съобществата на *Zostera* и *Cystoseira*. Локалните хидрологични и метеорологични характеристики като основни течения, физическо изложение и дълбочина също ще бъдат изследвани.

### Измервани параметри:

#### Воден стълб

За всички станции за пробовземане и в зависимост от дълбочината, ще бъдат събирани батиметрични проби и ще бъдат измервани следните параметри: концентрация на хлорофил А (Chl-A), съдържание на сестон (измервано по Parsons and Strickland 1968), концентрация на биогени ( $\mu\text{g-At/l}$  -  $\text{NO}_3$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NH}_4$ ,  $\text{PO}_4$ ), концентрация на общ фосфор и азот (Grasshoff, 1976; Ausgewaehlte Methoden ...1979), прозрачност – диск на Секи, температура, скорост на разграждане на органична материя (биологично потребление на кислород (БПК-1)), подводна фотосинтетично активна радиация (ФАР), ще бъдат измервани чрез стандартни методи и инструменти за анализ на



водната среда. Мониторингът на параметрите на водния стълб ще се провежда на едно- или двумесечни интервали в периода април-октомври.

#### Седименти:

Ненарушени седиментни ядки (3-5) ще бъдат събирани чрез водолазна техника на всяка станция от свободно от растителност дъно. Ядките ще се пренасят максимално бързо до лабораторията. Те ще се съхраняват при in-situ условия и по-нататък ще бъдат анализирани. Ще бъдат измервани следните профили: редокс-потенциал (Eh), разтворен O<sub>2</sub>, pH. Разтворените сулфиди (H<sub>2</sub>S+HS<sup>-</sup>+S<sup>2-</sup>) ще бъдат мерени с йон-селективна електродна техника в комбинация с pH стойности (Karamfilov, 1990). Разтворените сулфати (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) ще бъдат мерени гравиметрично след бариева преципитация. Ще се измерват още биогени (ug-At/l – NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>, PO<sub>4</sub>), Fe<sup>+</sup> (Sørensen 1982, Stookey 1970), общ фосфор (P), органичен C и N (Kristensen and Andersen 1987), обща органична материя (чрез сухо изгаряне), размер на седиментните частици, поръзност/водно съдържание. Профили на скоростта на сулфатредукция (SRR) ще бъдат определяни на 1 или 2 см интервали чрез метода на радиоактивно проследяване (Jorgensen 1977). Формирането на H<sub>2</sub><sup>35</sup>S ще бъде определяно чрез 1-стъпален Cr<sup>2+</sup> дестилационен метод (Fossing & Jorgensen 1989), а количествата сулфиди ще се определят чрез метода на Cline (1969). За изотопен анализ на седиментните сулфиди Ag<sub>2</sub>S от уловения при дестилацията описана за SRR ще бъде поставен в метални ванички заедно с 3 мг ванадиев пентаоксид и анализиран чрез непрекъснатата поточна спектрометрична система.

Бактериалното разнообразие в седиментите ще се изучава чрез използването на основаната на 16S рДНК “фингерпринт” техника ARDRA (рестриктазен анализ на амплифицирана рибозомална ДНК (Loy et al., 2002; Todorova et al, 2005, 2008). Основно предимство на ARDRA техниката е големият брой проби, които могат да се обработят за относително кратко време, за получаване на общ поглед върху динамиката и разликите между комплексни микроорганизмови съобщества, като тези обитаващи ризосферата на *Zostera*. Специално внимание ще бъде отделено на групата на сулфат редуциращите бактерии (SRB) и *Archaea*. 16S рДНК клонови библиотеки ще бъдат конструирани за оценка на значението на представителите на *Bacteria* и *Archaea* в изследваните проби (Radeva & Selenska, 2002; Radeva & Selenska, 2005). Ще бъде използван real-time количествен PCR за оценка на относителното обилие на *Bacteria* и *Archaea*, използвайки универсални и групово специфични (напр. *dsrA*) праймери (Wagner et al. 1998, 2002).

Сравнителен секвенционен анализ ще се използва за идентификация на бактериалните и архейни 16S рДНК последователности от екологичните проби (Wagner et al., 2002). Специализиран софтуер ще бъде използван за сравнение на амплифицираните секвенции с най-близките родствени референтни такива, налични в базата данни за да бъдат изградени филогенетичните връзки помежду им.

#### Растителни изследвания

##### Ливади от *Zostera*

Растежът на листата ще бъде измерван чрез пробиване на дупки в листата и проследяване на преместването по метода на Zieman (1974). Наличието (визуално наблюдавано) на други бентосни първични продуценти в ливадите на морските треви (в това число макроводорасли) също ще бъде мониторирано. Растенията от определена площ (0.25 m<sup>2</sup>) ще бъдат внимателно извадени с корените си от седимента ( стъбла, ризоми и корени), поставени в отделни торби и пренесени в лабораторията.

Ще бъде оценено процентното покритие от морска трева, средната височина на растенията, както и тяхната биомаса. Надземни части от *Z. marina* ще бъдат събрани чрез изкопаване на цели туфи морски треви, които ще бъдат измити от седимента и ще бъдат разделени на нови листа (най-младите листа), ризоми (четири най-млади междувъзлия) и корени (тези, които са прикрепени към четирите най-млади междувъзлия). Хомогенизираните изсушени проби ще бъдат анализирани за съотношение на серен изотоп (d<sup>34</sup>S), общо съдържание на сяра (TS), и елементна сяра (S0) чрез масспектроскопия по Frederiksen et al. (2006).



Надземната и подземна биомаса ще бъде определени чрез разделяне на листа, ризоми и корени. Сухата биомаса на епифитите ще бъде определена чрез внимателно остъргване от листата на *Zostera* и изсушаване на материала преди измерване. Тъканият материал от морски треви и епифити ще бъде събран за определяне на общото количество биогени (C,N,P) по метода използван при седиментите. Ще бъдат измерени и количествата  $^{15}\text{N}$  в листата на морските треви и в епифитите.. Въглехидратният запас в подземната биомаса ще бъде определен по Vichkovitten and Holmer (2006).

#### **Съобщества от *Cystoseira*:**

Ще бъдат избрани няколко станции с добре развити съобщества от макроводорасли за пробовзимане в крайбрежната зона около Созопол. Площадките ще са разположени както в близост до източници на антропогенно въздействие, така и в райони, незасегнати от човешки дейности, които биха послужили като референтни пунктове (напр. около Маслен нос, южно от Созопол). Станциите ще бъдат разположени в близост до площадките, проучени при изследването на съобществата от макрофити, проведено през 2004 (Vassilev et al. 2005). Периодите на пробовзимане ще са сходни с тези при проучването на Vassilev et al.(2005). В отделни представителни станции ще се събират проби с по-голяма честота с цел да се проследи развитието на съобществата от макроводорасли за един цял вегетационен период. При всички пробовзимания ще се обърне специално внимание на влиянието на различни фактори на водната среда, като излагане на физическото въздействие на вълните, осветеност, вид на субстрата и др.

Визуални наблюдения на съобществата ще се извършват с помощта на водолазна техника, като на място ще се определя процентното покритие на доминантните видове. С помощта на подводен дигитален фотоапарат ще се правят подробни снимки на изследваните площадки, които ще бъдат анализирани с помощта на специализиран софтуер. Събраните по време на три годишния период на изследване дигитални снимки на изследваните станции ще бъдат включени в база данни, проследяваща измененията в съобществата от *Cystoseira* в района.

На всяка от избраните станции, ще се събират проби от макрофитите, по деструктивен способ (иземване на екземплярите), следвайки методологията описана от Littler (1980) и Cormaci (2004) – пробовзимане от квадранти, пробовзимане по трансект, и стратифицирано случайно пробовзимане. Събраните проби ще бъдат анализирани в лаборатория, като за определянето на видовата принадлежност на макроводораслите ще бъдат ползвани определителите на Zinova (1967) и Dimitrova-Konaklieva (2000). Допълнително на всяка от станциите ще се събират проби за определяне на биомасата.

Събраните данни за видовото разнообразие и процентно покритие от макроводорасли ще бъде анализирано с помощта на стандартни индекси – индексът на Шанон-Уивър, P/R индексът и др. (Cormaci 2004). Ще бъдат приложени и стандартни екологични статистически методи, като мултивариационен статистически анализ, principal correspondence (mapping) анализ, индексът на Брей-Къртис, ANOVA и ANOSIM анализ (Clarke 1993). С помощта на тези методи ще бъде установена взаимовръзката между структурата на съобществата от водорасли и състоянието на водните басейни в изследвания район. Събраните данни ще бъдат организирани в подходяща база данни (Microsoft Access), а с помощта на GIS (ArcGis 9.0) ще бъде анализирани пространствените зависимости и разпределение на получените резултати.

Следващата стъпка в анализа на събраните данни за макроводораслите ще бъде прилагането на индекси за оценка на статуса на водните басейни по критериите на европейската директива за водите, като Ecological Evaluation Index (EEI) на Panayotidis et al. (2004) и CARLIT и BENTHOS индексите на Ballesteros et al. (2007) и Pinedo et al. (2007).

## **4.5. Очакван ефект и резултати**

### **4.5.1. Ефект**

Ефектът от изпълнение на проекта ще бъде в три основни насоки

- Ефект пряко върху опазване и възстановяване на крайбрежните екосистеми и върху политиката на България и на ЕС за опазване на Черно море.

Основният ефект от изпълнение на проекта ще се изрази в създаване на нови възможности върху опазване и възстановяване на застрашените крайбрежни хабитати, формирани и доминирани от



съобществата на макроводораслите и морските треви. Този ефект създава възможности да се мултиплицира в политиките по опазване на околната среда на България, на ЕС (за Черно море) и в социално-икономическата област. Резултатите пряко могат да се приложат при създаването на Планове за управление на крайбрежните зони на Черно море по Натура 2000 мрежата, където те изцяло са определени от хабитатите 1170(водорасли върху скални рифове...), 1110 (пясъчни плитчини...) и 1160 (плитки заливи...). Същите резултати създават условия на крайбрежните общини за управление качествата на плитководната зона, която е от интерес за местното население и туризма.

- Социално-икономически ефект

Социално икономическия ефект от разработката ще се изрази в създаване на възможности за постигане и опазване на по-добра морска среда за развитие на традиционния за България морски туризъм – местен и международен; Добрия екологичен статус на крайбрежните водни тела подобрява качеството на живота на местното население не на последно място запазвайки условията за риболов и развитие на аквакултури (отглеждане на черна мида). Конкретният резултат от разработката може пряко да се въведе в Националната система за мониторинг на крайбрежната зона като подобри нейната адекватност, рационалност и цена.

- Ефект върху развитие на науката

Специфичния ефект върху развитие на науката е отразен в точка 3.2 Резултати. Тук ще споменем само повишаване на експертния потенциал на България чрез обучение на млади учени, създаване на условия за обучение на докторант от ЕС, сериозно развитие потенциала на ЦЛЮЕ в изследване на крайбрежните екосистеми.

#### 4.5.2 Резултати

Очакваните резултатит от изпълнение на проекта могат да се разделят на фундаментални и приложни

##### 4.5.2.1 Фундаментални

- Ще бъде направено комплексно интердисциплинарно описание на състоянието на съобществата макроводорасли и морски треви.
- Ще бъдат изяснени специфичните механизми за Черно море на взаимодействие на факторите на средата и съобществата на макроводораслите и морските треви.
- Осветляване на ролята на микробиологичното разнообразие в седиментите-субстрат на морските треви. Ще бъде постигнат принос в определяне на микробиологичното разнообразие в седименти чрез молекулярно-екологични (МЕ) методи, с което се създават възможности за използване на МЕ сонди за определяне състоянието на крайбрежни седименти.
- Адаптация и развитие на иновативни методи за описание на бентосната флора

##### 4.5.2.2. Приложни резултати

- Избор и адаптиране на метод за оценка на елемента за качество “съобществата на макроводораслите и морските треви” с цел определяне екологичния статус на водните тела въз основа на принципите та ВД. Предлагане на метода на МОСВ (ИАОС и ЧМ басейнова дирекция) като обективен, рационален и бърз.
- С изясняване на интимните механизми на взаимодействие на частите от крайбрежните екосистеми може да се предложи научно обоснован подход за разработката на инструментариум (toolkit) за управление на екологичния статус на крайбрежните водни тела
- Предлагане на научно обосновани механизми за взимане на управленски решения при Планове за управление на Защитени зони по Натура2000; опазване и възстановяване на защитени хабитати; оценка и управление на качествата на водите в морските рекреационни зони
- Ще бъдат изведени емпирични зависимости за оценка на екологичния статус на крайбрежните. екосистеми по най-адекватен, икономичен и бърз начин.

#### 4.6. Създаване на благоприятна среда за млади учени



Приблизително една трета от колектива на проекта се състои от млади учени- докторанти и специалисти с вече утвърдени програми за развитие в съответни области както следва:

Позиция	Име	Тематика
Докторант	Годорова, Надежда	Разнообразие и активност на микробиални съобщества в крайбрежни морски седименти.
Спец. биолог	Беров, Димитър	Сруктура и състояние на съобщества от макрофити по българското черноморско крайбрежие. Приложение на екологични индекси.
Спец. биолог	Христова, Мая	Структура и функция на крайбрежни морски екосистеми. Екологичен мониторинг;
Спец. биолог	Матева Рада	Генна експресия в микробиални съобщества под въздействие на ксенобиотици.
Спец. биолог Задочен аспирант от Окт. 2008г.	Бъчварова, Велина	Разнообразие и активност на микробиални съобщества в екстремни хабитати.

От Института по Биология, Университет на Южна Дания ще участва докторант Катрина Подивиза с област на интереси биология на морски тревни и връзка с биогеохимията на морските седименти.

Както се вижда, съответните индивидуални тематички на младите специалисти напълно съвпадат с основните научни задачи на колектива посочени в настоящия проект. Финансирането на проекта ще създаде възможности и мотивация за:

- ускорено индивидуално развитие на младите специалисти чрез усвояване и приложение на съвременни научни подходи на изследване;
- развитието на умения за работа в колектив и улеснен достъп до информация и обмен на знания и умения. Последното се гарантира от интердисциплинарността на предлагания проект и участие на международен колектив;
- участие на младите учени в разпространение на резултатите чрез включването им в научни публикации съвместно с утвърдени учени, както и в самостоятелни изяви на научни форуми. За последното са планирани средства по проекта.

В началото на проекта, Януари 2008 се очаква включването на още един докторант по заявена докторантура (вж. приложеното решение на научния съвет на ЦЛОЕ) по шифър Екология и опазване на екосистемите. Планира се подготовката на специалист по оценка на състоянието на морски макрофити чрез приложението на съвременни критерии съгласно изискванията на WF Directive/60/200/ЕС. Паралелно с изпълнение на проекта ще се провежда специализация на сп.биолог Димитър Беров в областта "Сруктура и състояние на съобщества от макрофити по българското черноморско крайбрежие. Приложение на екологични индекси съобразно с Водната директива" чрез сътрудничество с колектив от научен институт към Министерството на образованието и науката на Испания. За 2008 г. има вече запланувани посещения за предаване на опит на докторатката Марта Вилас в ЛМО Созопол и съответно посещение на Димитър Беров в Испания.

Като технически сътрудници се планира привличането на поне двама завършващи студенти от катедра „Хидробиология“ на Биологически факултет, Софийски университет (вж. приложеното потвърдително писмо). В зависимост от възможностите и индивидуалния им напредък проектът ще даде възможност за защита на поне 2 дипломни работи с ръководители от членовете на колектива.

#### 4.7. Потенциал за бъдещо развитие на научната група

Предложеният проект е естествено продължение и надграждане на многогодишните изследванията провеждани от Лабораторията по морска екология (ЛМЕ) към ЦЛОЕ, БАН в крайбрежната зона на Черно море. Той е и продължение на дългогодишно сътрудничество и взаимна ползотворна работа на учените от колектива на ЦЛОЕ и ИМБ, БАН, както и ново начало на научни контакти с колектива от Институт по ботаника БАН и колектив от Дания. В качеството



му на интердисциплинарен, извън чисто научно-практичните приноси посочени по-горе, реализирането на проекта крие сериозен потенциал за бъдещото развитие на участващите научни колективи.

**Научен потенциал:**

- след завършване на проекта ЛМЕ (ЦЛОЕ) и кооперираните партньори ще разполагат с достатъчен брой добре мотивирани и високо квалифицирани млади специалисти, способни да прилагат съвременни подходи и методи за провеждане на екологични изследвания в крайбрежната зона. Това ще повиши възможностите за развитие на международно сътрудничество и обмен на млади специалисти, които ще служат като мост за трансфер на знания.

- колективът ще имат достатъчен собствен потенциал за инициране на бъдещи проекти и участие в международни изследвания като напр. рамковите програми на ЕС. Доказателство за това е и заявения интерес за участие в този проект на колектив от водещи учени от Дания, както и интереса за сътрудничество и съвместно обучение на млади учени на водеща група в научната област *Морски макрофити* от Испания (виж писмо от dr Ballesteros).

- изграденият научен колектив ще може да изпълнява сложни интер- и мултидисциплинарни екологични проекти с национално значение в крайбрежната зона на Черно море чрез прилагането на модерни подходи и методи. До момента такива не се извършват поради липсата на достатъчни източници на финансиране.

**Материална база:**

- подобрената материална база ще направи ЛМЕ притегателно място за извършване на комплексни екологични изследвания, включително и за международни колективи.

- участието в бъдещи мащабни проекти, посветени на изучаване на крайбрежната морска зона, ще бъде основен източник на финансиране на изследванията в ЛМЕ към ЦЛОЕ-БАН.

- към момента, ЛМЕ е основна изследователска база включена в няколко заявки за международни проекти по 7РП: BLACK SEA SCENE UPGRADE за мониторинг на крайбрежната зона (вече с оценка 14 от 15 възможни и започнали действия за сключване на договор с ЕК –виж приложените документи); WETLANET от програмата CAPACITY за изследване на крайбрежната зона и крайбрежните влажни зони. В този смисъл настоящия проект е елемент от мащабна програма за създаване на високо компетентен научен център за изучаване и мониторинг на черноморската крайбрежна зона.

Като базова организация ЦЛОЕ ще се утвърди за пореден път като водеща в комплексните екологичните изследвания в България.

**4.8. Потенциал за трансфер на знания и приложимост на резултатите.**

Придобитите знания, утвърдени методи, ще бъдат разпространени сред българските институции заангажирани с опазване на Черно море: Черноморската басейнова дирекция към Министерството на Околната Среда и Водите (МОСВ) и службите по Екология и опазване на околната среда към морските общини, както и туристическите организации. Пред вид уникалността на екосистемите на Черно море, получените резултати могат и трябва да се разпространят и сред другите крайбрежни страни: Румъния, Русия, Украйна, Грузия и Турция, които са страни по Конвенцията за опазване на Черно море. За трансфер на знания ще бъде използвана и Постоянния секретариат към Черноморската комисията за опазване на Черно море от замърсяване (към Конвенцията за опазване на Черно море).

Проектът за пръв път предлага високо информативно комплексно изследване на състоянието на хабитати на ценни (и застрашени) видове макроалги и морски треви от крайбрежната зона на Черно море във връзка с екологичния статус на екосистемите като се сравняват референтни (условно неповлияни) и антропогенно повлияни съобщества и се отчита влиянието на конкретни източници на замърсяване. Създаденият по този подход метод ще даде възможност за достоверна оценка както на моментното състояние така и на бъдещото развитие на изследваните екосистеми.

Създаденият инструментариум (toolkit) за оценка на състоянието, мониторинг, мерки за опазване и възстановяване на защитените хабитати директно или чрез привличане на колектива ще може да бъдат използвани от заинтересованите органи като МОСВ, Министерството на





Регионалното Развитие и Благоустройството и местните власти за вземане на адекватни управленски решения с цел опазване и възстановяване на застрашените хабитати, както и на цялостните екосистеми по Черноморското крайбрежие.

Специалистите на Лабораторията по морска екология, самостоятелно и в сътрудничество със други организации ще могат да провежда мониторинг на макроалгите и морските треви по българското черноморско крайбрежие по стандартите на Директивата за водите (WFD) 2000/60/ЕС). Необходимо е да се отбележи, че България е задължена в рамките на ЕС да провежда такъв мониторинг и да приведе състоянието на водите си до статус **добър** и **много добър** до 2014 г. Колектива на проекта е в състояние значително да допренесе за тези цели.

## 5. План за устойчивост на дейностите след приключване на проекта

### Дейности по конзервация и опазване на хабитатите на *Zostera* и *Cystoseira*:

- изготвяне на предложение към Изпълнителна агенция по околна среда (ИАОС) (<http://nfp-bg.eionet.eu.int/ncesd>) и Басейнова дирекция за черноморския район (БДЧР) (<http://www.bsbd.org>) за въвеждане на комплекс от минимален на брой показатели за ежегоден мониторинг на състоянието на хабитатите на морски треви и макрофити по българското черноморско крайбрежие, по критерии на WF Directive/60/200/ЕС .

- изготвяне на информативен бюлетин за резултатите от проекта, предназначен за крайморските общини. Цел: информиране за конкретното екологично състояние на прилежащите морски акватории и вземане на мерки за подобряването му с оглед на дълготрайно подобряване качества на водите и съхранение на туризма. Включване в обществени обсъждания и екокампании на ИАОС и БДЧР.

- разпространение на резултатите от проекта до заинтересовани институции в черноморската зона чрез The Commission on the Protection of the Black Sea Against Pollution ([www.blacksea-commission.org](http://www.blacksea-commission.org)). Цел: уеднаквяване на критериите за оценка на състоянието на крайбрежните морски екосистеми и съвместно финансиране на бъдещи изследвания.

Очакван ефект:

- въвеждане на адекватни критерии за оценка на цялостното екологично състояние на крайбрежни морски системи с цел съхранението им.

- сключване на договори за мониторинг в крайбрежната зона на Черно море, което ще осигури бъдещи източници на финансиране на колектива и развитие на морските изследвания в България.

### Дейности за развитие на морската тематика и подготовка на млади учени и специалисти:

- изготвяне и включване на колектива в конкретни международни проекти за изследвания на статуса на крайбрежните морски екосистеми по текущи програми на ЕС, както и проекти по програми със страните от черноморската зона- Русия, Украйна, Грузия, Турция.

- изготвяне на програма за конкретен обмен на млади учени и специалисти с утвърдени научни институции в ЕС и черноморската зона. Проектът дава тези възможности в качеството му на интердисциплинарен и участието на международен колектив. Към момента нивото на комуникация със заинтересованите институции е на предварителни договорки и до голяма степен зависи от одобреното финансиране на проекта.

Очакван ефект:

- включване на колектива в бъдещи мащабни изследвания на състоянието на крайбрежните морски екосистеми в ЕС и черноморската зона.

- ускорен трансфер на знания и умения между заинтересованите учени и институции в ЕС и черноморската зона.

- допълнително финансиране на морските изследвания в България.



## 6. Разпространение на резултатите

### А) разпространение на техническа, научна и популярна информация чрез Интернет.

В рамките на 3 месеца след стартиране ще бъде създадена интернет страница на проекта, която ще се управлява от координиращата институция. Информацията в страницата ще бъде структурирана съгласно специфичните области на изследване и интереси. Страницата ще дава възможности за сваляне на информация за отчети, връзки към други участващи институции (НФНИ), както и връзка към други свързани национални дейности по околна среда и дейности на ЕС.

### Б) Разпространение на научна информация през европейски проекти и мрежи.

Членове на колектива участват в съществуващи и предложени европейски проекти и мрежи (напр. **UP-GRADE BLACK SEA SCIENTIFIC NETWORK, 7<sup>th</sup> FP EC**). Във връзка с интересите на проектите и мрежите те ще бъдат използвани като платформа за разпространение на не-поверителна информация и резултати.

### В) разпространение чрез публикации

Голяма част от членовете на колектива са утвърдени експерти в своите области и са участвали в голям брой национални и международни проекти. Резултатите от проекта ще бъдат представяни по време на национални и международни научни форуми, както и във високо специализирани международни списания.

### Г) Разпространение чрез национални регулативни органи.

Резултатите и концепциите на проекта ще бъдат използвани да се подкрепят нуждите от мониторинг на околна среда и да се разработят концепции за управление и рехабилитация на застрашени зони в крайбрежната зона на Черно море. Ще бъде организирана практическа работна среща за членове на Изпълнителна Агенция по Околна Среда, Министерството на регионалното развитие и благоустройството, Директората на Черноморската басейнова дирекция, местните органи на крайморските общини изпълняващи дейности по околна среда, неправителствени организации. Те самите са организирани в национални и международни мрежи и също ще разпространяват резултатите чрез своите информационни системи.

## 7. Управление на проекта

Проектът ще се управлява от Комитет по Управление на Проекта (КУП), който се състои от отговорни изследователи (Хибаум, Холмер, Карамфилов, Радева, Вълчев, Василев, Беров) и ще се председателства от Хибаум. Задачите на КУП са да планира внимателно дейностите в отделните направления (вж. долната таблица), да оценява прогреса на работата и да осигури проектът да се изпълнява съгласно плана за дейностите и като се спазва съответните срокове. Ако са необходими промени, то те ще бъдат обсъждани във връзка с възможностите за технологичен трансфер и приложимост.

Област	Ръководител на под-група	Участници	Дейности
Водолазна дейност и пробовземане	Василев	Беров, Карамфилов, Хибаум	Картиране на съобществата на <i>Zostera &amp; Cystoseira</i> , вземане на проби от седименти, вода и макрофити
Състояние на съобществата на <i>Cystoseira</i>	Беров	Василев, Конаклиева, Станчева	Структура на съобществата плътност, таксономия, разнообразие и обилие, Приложение на утвърдени индекси за оценка на състоянието.
Състояние на	Вълчев	Георгиев,	Плътност на и покритие,



съобществата на <i>Zostera</i>		Петрова, Холмер, Повидиза	нарастване, отношение „фитомаса-грунт/фитомаса-стъблена, съдържание на биогени в тъканите, отлагане на въглеhidрати в тъканите, , <sup>34</sup> S, <sup>15</sup> N анализи в листната маса.
Биогеохимия на седименти	Карамфилов	Холмер, Повидиза, Христова	Скорост на сулфатредукция, профили на O <sub>2</sub> , Биогени, Eh, рН, тотална OM, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , разтворени сулфиди, порьозност, <sup>34</sup> S стабилен изотоп, въглерод, Fe <sup>+</sup> , гранулометричен състав.
Разнообразие на микробиалните съобщества в седиментите	Радева	Тодорова, Матева, Бъчварова	Молекулни анализи в ризосферата на <i>Zostera</i> (сулфат-редуциращи бактерии и <i>Archaea</i> ).
Анализи във водния стълб	Хибаум	Беров, Христова, Карамфилов	Биогени, T°С, Chl-A, сестон, прозрачност, БПК-1, фотосинтетично-активна радиация..
Обработка на данни и връзка с WFD 2000/60/ЕС	Хибаум	Беров, Карамфилов	Математическа и статистическа обработка на данни, създаване на автоматизирана база данни, създаване на база данни на GIS.
Връзка между състоянието на растителните съобщества и параметрите на водния стълб и седиментите	Хибаум	Карамфилов Беров Допълнителни консултанти	Емпирична зависимост между параметрите, описващи средата и състоянието на растителните съобщества
Оценка на елемента на качество макроводорасли и морски треви	Беров	Хибаум Карамфилов Василев	Сравнение на 2-3 метода, използвани в ЕС страни. Определяне на най-адекватен метод за Черно море.

**Забележка:** Поради интердисциплинарността на проекта и квалификацията на отделните членове, групите следва да се считат като мобилни такива с възможност за вземане участие в различни дейности.

КУП ще провежда по една среща годишно в Лабораторията по морска екология (ЦЛОЕ), България за да обсъжда прогреса в изпълнението на проекта. Всеки участник ще представя резултатите като могат да бъдат поканяни и други участници или организации. Срещите ще бъдат полезни за постигането на целите на проекта и ще стимулира обмена на знания между участниците. Отчетите на участниците ще бъдат компилирани от координатора и разпространени до всички участници и НФНИ. Между срещите, комуникациите между членовете на колектива ще се осигурява по електронен път с пряк обмен на по-важни резултати. Контактите с НФНИ ще бъдат свеждани до знанието на всички участници. Пълен отчет за изпълнението на проекта ще бъде изготвян всяка година.



Координаторът на проекта е отговорен за ръководството, организирането на срещи на КУП, разпределение на средствата съгласно плана и за връзките с НФНИ. Той е координирал също така проект ERA ENV, FP6, ЕС.

По време на работата по проекта КУП ще се консултира със заинтересовани патньори от Изпълнителната агенция по околна среда, България и Директората на Черноморската басейнова дирекция, България по отношение на развитието на изследванията и съответствието им с екологичните изследвания на околната среда.

Изследователите натоварени със задачи по проекта ще осъществяват пряк контакт за обмен на седиментни, водни и растителни проби, изолати, протоколи и др.

За обучение по специализирани техники, както и за съвместни експерименти и пряк обмен на информация, членовете на различните групи ще посещават и работят в лаборатории на партньорите съгласно изискванията на проекта. Ще бъде изготвен протокол за съгласие между участниците, който ще гарантира правилното управление на възможното комерсиално приложение на техники и подходи и ще включва условия за конфиденциалност. Съгласието ще включва, че в края на проекта, потенциалните обекти на комерсиализация ще бъдат дефинирани от КУП и че ще бъде изготвен план за комерсиализация. В случаите, когато резултатите наистина водят до комерсиална приложимост, то те ще бъдат защитени с патенти, съгласувани с участниците по време на срещите организирани от КУП.

## **Работна програма**

### **1. Предварителна подготовка: Месец 1 – Май.2008**

- Литературен обзор
- Планиране/уточняване на методите за пробосъбиране и експерименти
- Подготовка на апаратура и съоръжения, покупка на допълнителна апаратура и материали

### **2. Пробовзимане и полеви/лабораторни експерименти картиране на полигоните за първата година**

- Планиране/уточняване на полигоните, картиране на полигоните макроводорасли и морски треви. (5.2009-7.2009).
- Мониторинг на водния стълб в месечни или двумесечни интервали (апр.-окт.)
- Последно уточняване на полигонител. Полева и лабораторна работа (пробовзимане, измерване и експерименти: 2-3 седмици (7.2009);
- Полева и лабораторна работа (пробовзимане, измерване и експерименти: 2-3 седмици (9.2009);
- Първи междинен отчет на ръководители-задачи. Среща на ръководители задачи.Обединен междинен отчет на координатора. (11.2009)
- Обработка на резултатите от първата година (статистика, модели изчисления, ГИС и др.). Оценка на резултатите от първата година и корекции на плана (10.2009-5.2010)
- Първи официален отчет (5.2010)

### **3. Пробовзимане и експерименти за II година**

- Мониторинг на водния стълб в месечни или двумесечни интервали (апр.-окт.)
- Полева и лабораторна работа (пробовзимане, измерване и експерименти: 2-3 седмици (7.2010);
- Полева и лабораторна работа (пробовзимане, измерване и експерименти: 2-3 седмици) В зависимост от резултатите от първата година тази сесия може да се изпусне (9.2010);
- Втори междинен отчет на ръководители-задачи. Среща на ръководители задачи.Обединен междинен отчет на координатора. (11.2010)
- Обработка на резултатите от първата година (статистика, модели изчисления, ГИС и др.). Оценка на резултатите от първата година и корекции на плана (10.2010-5.2011)

### **4. Финална полева работа/експерименти обработка на резултатите и отчитане**



- Работна среща за обсъждане на резултатите и предварителното им разпространение (2.2011)
- Последни полеви работи (ако е необходимо) (6-7.20011)
- Лабораторна и теоретична обработка на крайните резултати (статистика, модели изчисления, ГИС, заключения, публикации)(7.2011 -10.2011)
- Подготовка на брошура за резултатите (9.2011)
- Последен отчет на ръководители-задачи. Среща на ръководители задачи. Чернова на крайния отчет. (11.2011)
- Подготовка на крайния отчет (7.2011-11.2011)

### Литература:

- Ausgewaehlte Methoden fuer Analyse von Meer und brakisch Wasser. (1979). Berlin, Acad. Wiss. DDR. IV, 27-42.
- Ballesteros, E., Torras, X. Pinedo, S. Garcia, M. Mangialajo, L. de Torres, M. (2007). "A new methodology based on littoral community cartography dominated by macroalgae for the implementation of the European Water Framework Directive." *Marine Pollution Bulletin* 55(1-6): 172-180.
- Berov, D., Vasilev, V., Karamfilov, V., Hiebaum, G. (In preparation). "Structure and species distribution of benthic macroalgal communities as an environmental quality indicator in coastal waters along the Southern Bulgarian Black Sea coast." *Journal of Balkan Ecology*.
- Cifuentes, A., Anton, J. Benlloch, S. Donnelly, A. Herbert, R. A. Rodriguez-Valera, M. (2000). Prokaryotic diversity in *Zostera noltii*-colonized marine sediments. *Applied and Environmental Microbiology*. 66(4). 1715-1719.
- Clarke, K. R. (1993). "Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure." *Austral Ecology* 18(1): 117-143.
- Cline, J.D. & F.A. Richards, (1969). Oxigenation of hydrogen sulfide in sea water at constant salinity, temperature and pH. *Envir. Sci. Technol.*, 3, 838-843.
- Cormaci, M. F., G. Giaccone, G. (2004). Macrofitobenthos. *Mediterranean Marine Benthos: A Manual of methods for its sampling and study*. Genova, Italian Society of Marine Benthos.
- Dechev, G., M. Vinogradov, Editors (1991) *Coastal ecosystems of the West Black Sea*. VNIRO, MOSCOW, pp 312 (in Russian).
- Dimitrova-Konaklieva, S. (2000). *Flora of sea algae in Bulgaria*. (Rhodophyta, Phaeophyta, Chlorophyta). Sofia-Moskow, Pensoft (in Bulgarian).
- Duarte, C.M., (1995). Submerged aquatic vegetation in relation to different nutrient regimes. *Ophelia* 41, 87-112.
- Grasshoff, K., 1976. *Methods of sea water analyses*. Verlag Chemie, Weinheim, New York.
- Fossing H., Jorgensen, B.B. (1989). Measurement of bacterial sulfate reduction in sediments: evaluation of a single step chromium reduction method. *Biogeochemistry* 8:203-222.
- Frederiksen, M.S., Holmer, M., Borum, J., Kennedy, H., (2006). Temporal and spatial variation of sulfide invasion in eelgrass (*Zostera marina*) as reflected by its sulfur isotopic composition. *Limnol. Oceanogr.* 51, 2308-2318.
- Hiebaum G., V. Karamfilov (2005). Regime shifts in the annual dynamics of the primary production and of the chlorophyll a concentration in the costal zone of the burgas bay – the western black sea, Workshop: Large-scale disturbances (regime shifts) and recovery in aquatic ecosystems: challenges for management towards sustainability, 13-17 June 2005, Varna, Bulgaria. 143-158.
- Isaksen, M. F., Finster, K. (1996). Sulphate reduction in the root zone of the seagrass *Zostera noltii* on the intertidal flats of a coastal lagoon (Arcachon, France). *Marine Ecology Progress Series*. 137. 187-194.
- Jorgensen, B.B. (1977). The sulfur cycle in a coastal marine sediment (Limfjorden, Denmark). *Limnol. Oceanogr.* 22:814-832.
- Kalutina-Glutnik, A.A. (1975). *Phytobenthos of the Black sea*. Naukova dumka, Kiev. (in Russian)
- Karamfilov, V. (1990). Sulphate reduction in the sediments of the littoral zone of coastal marine ecosystems. PhD Thesis.



- Karamfilov V., G. Hiebaum, R. Mavrodieva. (2005). Impact of municipal waste water discharge on the biological processes in a semi-closed bay. Black Sea Joint JRC-TAIEX-Sofia University Workshop, Varna. 23-34.
- Karamfilov, V. Hiebaum, G. Vassilev, V. (in press). Pontic [*Zostera marina*] and [*Zostera noltii*] meadows. Red Data Book of habitats in Bulgaria.
- Krause-Jensen, D., Greve, T.M. (2005). Eelgrass as a bioindicator under the European Water Framework Directive. *Water Resources Management* 19(1):63-75.
- Kristensen, E. and F.Ø. Andersen. (1987). Determination of organic carbon in marine sediments: comparison of two CHN-analyzer methods. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 109: 15–23.
- Littler, M., Littler, D. (1980). Handbook of phycological methods. Ecological field methods: macroalgae. Cambridge, Cambridge University Press.
- Loy A, Daims H, Wagner M. (2002). Activated Sludge: Molecular techniques for determining community composition. *In The Encyclopedia of Environmental Microbiology*, pp. 26-43. (Bitton G, ed.). Wiley, New York.
- Nielsen, S.L. Sand-Jensen, K. Geetz-Hansen, O. (2002). Depth colonization of eelgrass (*Zostera marina*) and macroalgae as determined by water transparency in Danish coastal waters. *Estuaries* 25, 1025-1032.
- Oguz, T. and D. Gilbert (2007). "Abrupt transitions of the top-down controlled Black Sea pelagic ecosystem during 1960-2000: Evidence for regime-shifts under strong fishery exploitation and nutrient enrichment modulated by climate-induced variations." *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers* 54(2): 220-242.
- Panayotidis, P., et al. (2004). Use of low-budget monitoring of macroalgae to implement the European Water Framework Directive. *Journal of Applied Phycology* 16(1): 49-59.
- Parsons, T.R. and Strickland, J.D.H. (1968). A practical handbook of seawater analysis. Ottawa, Bull.Fish.Res.Board.Can.
- Petrova-Karadjova, V. J. (1975). "On the quantitative distribution and resources of the brown algae *Cystoseira barbata* (Good et. Wood) Ag. on the Bulgarian Black sea coast." *Proceedings of the Institute of Fisheries-Varna XIV*: 83-101(In Bulgarian).
- Petrova-Karadjova, V. J. (1982). Distribution and stock of marine seagrasses *Zostera marina L.* and *Zostera nana L.* off the Bulgarian Black sea coast. *Proceedings of the Institute of Fisheries-Varna XIX*: 97-106 (In Bulgarian)
- Pinedo, S., M. Garcia, et al. (2007). "Rocky-shore communities as indicators of water quality: A case study in the Northwestern Mediterranean." *Marine Pollution Bulletin* 55(1-6): 126-135.
- Radeva, G. and S. Selenska-Pobell. (2002). FZR-Report, 373,29.
- Radeva, G. and S. Selenska-Pobell.(2005). Bacterial diversity in water samples from uranium wastes as demonstrated by 16SDNA and ribosomal intergenic spacer amplification retrieval. *Can J Microbiol.* 51(11), 910-920.
- Sørensen, J. (1982) Reduction of ferric iron in anaerobic, marine sediment and interaction with reduction of nitrate and sulfate. *Appl Environ Microbiol* 43:319–324
- Stookey, L.L. (1970) Ferrozine—a new spectrophotometric reagent for iron. *Anal Chem* 42:779–781
- Terlizzi, A., S. Fraschetti, et al. (2002). "The effects of sewage discharge on shallow hard substrate sessile assemblages." *Marine Pollution Bulletin* 44(6): 544-550.
- Todorova, N., I. Ivanov, A. Hristov, V. Karamfilov. (2005). Application of ARDREA analysis for early warning of the effects of oil pollution in coastal marine ecosystems. *Research into a laboratory model "microcosm". Ecological Engineering and Environmental Protection.* 3-4: 69-75.
- Todorova, N., V. Iotsova, V. Karamfilov, G. Hiebaum. (2008). Effect of chronic oil pollution on the ARDRA patterns of bacterial communities inhabiting coastal marine sediments. *Comptes rendus de l'Académie bulgare des Sciences*, 61, 3, 357-362.
- Vasilev, V., Karamfilov, V., Dencheva K., Hiebaum G. (2005). Spatial distribution of benthic macrophytes and their communities in the regions around Sozopol and cape Maslen. Results from a pilot study carried out within the Natura-2000 program. *Biodiversity, Ecosystems, Global Changes. Proceedings of the First National Ecology Conference, Sofia, Petekston.*
- Vassilev, V. Karamfilov, V. Hiebaum, G. (in press). [*Cystoseira* spp.] on exposed infralittoral bedrock and boulders. *Red Data Book of habitats in Bulgaria.*



- Vichkovitten, T. Holmer, M. Frederiksen, M.S. (2007). Effect of environmental and seasonal changes on non-structural carbohydrate storage reserves in eelgrass (*Zostera marina* L.). *Bot. Marina* 50:75-87
- Wagner, M., A. J. Roger, J. L. Flax, G.A. Brusseau, D. A. Stahl. (1998). Phylogeny of dissimilatory sulphate reductases supports an early origin of sulfate respiration. *Journal of bacteriology*. 180. 2975–82.
- Wagner, M., A. Loy, M. Klein, N. Lee, N. B. Ramsing, D. A. Stahl, M. W. Friedrich. (2005). Functional marker genes for identification of sulfate-reducing prokaryotes. *Methods of enzymology*. Vol. 397. 469-489.
- Zieman, J.C., (1974). Methods for study of growth and production of turtle grass, *Thalassia testudinum* König. *Aquaculture* 4, 139–143.
- Zinova, A.D. (1967). Classification of green, brown and red algae of the southern seas of USSR. 'Nauka' (in Russian)

**РАБОТНА ПРОГРАМА**  
(FNSF-2009)

<b>Рег. номер:</b>			
№ на етап	Съдържане на етапа	Продължителност	Резултати
<b>I.</b>	<b>ЗА ПЪРВИ ЕТАП</b>		
1	Литературен обзор, Уточняване методи, покупка и подготовка на апаратура и	5	Готовност за работа
2	Уточняване и картиране на полигоните	3	Картирани полигони
3	Полева и лабораторна работа I година	7	Данни I година
4	Обработка на едногодишните резултати	8	Бази данни, модели,
5	Координационна среща, междинен отчет	1	Междинен отчет
6	Първи официален отчет	1	Отчет
№ на	Съдържане на етапа	Продължителност	Резултати
<b>II.</b>	<b>ЗА ВТОРИ ЕТАП</b>		
1	Полева и лабораторна работа II година	7	Данни II година
2	Обработка на резултатите за II година	8	Бази данни, модели,
3	Координационна среща, II междинен отчет	1	Междинен отчет II
4	Работна среща за обсъждане на	1	Разпространение
5	Финална полева работа	2	Последни данни
6	Лабораторна и теоретична обработка	7	Окончателни модели,
7	Издаване брошура	2	Брошура с резултати
8	Чернова на крайния отчет	3	Чернова отчет
9	Последна координационна среща	1	Редакция чернова
10	Изработване краен отчет	2	Краен отчет



**ФИНАНСОВ ПЛАН**

(FNSF-2011)

Рег. номер	
<b>I. ПЪРВИ ЕТАП ОТ ИЗПЪЛНЕНИЕТО НА ПРОЕКТА</b>	
	<b>ОБЩО:</b> 226280
	68500
1. Апаратура и специализирано оборудване	
	28000
2. Материали, химикали и консумативи	
3. Доставка на информационни продукти ( в т.ч. абонаменти, достъп; проучване за патентоспособност; заявки за патенти; компютърно време и др.)	21780
4. Командировки в т.ч. и в чужбина	32500
5. Заплащане на външни организации за техническо подпомагане научната работа по проекта; за извършване на анализи, проучвания и поддръжка на апаратурата, закупена в рамките на този проект	4000
6. Разходи за заплащане членовете на колектива, работещи по проекта	45000
7. Привличане на утвърдени учени от други страни за краткосрочен престой;	2500
8. Други разходи, в размер на 10% от общата стойност на проекта	13000
9. Отчисления за базовата организация (до 7% от сумата, предоставяна от фонд „Научни изследвания“)	11000
<b>II. ЗА ВТОРИ ЕТАП</b>	
	<b>ОБЩО:</b> 111720
<b>ОБЩ БЮДЖЕТ ПО ПРОЕКТА:</b>	<b>338000</b>

Координатор на проекта: ст.н. ст. II ст. Д-р Георги Хибаум





Подпис.....

## Обосновка на финансовите разходи.

Виж и таблицата по-долу.

- |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <b>1. Апаратура и специализирано оборудване</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>65000 лв</b> |
| Списъкът на апаратурата е в приложената таблица. Изследванията на море имат висока цена поради необходимостта да се използват както лабораторни апарати така и апаратура за работа в морето. За този проект е необходимо и дооборудване на колектива с леководолазна техника. Най-скъпите апарати са :                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                 |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Подводен прибор за измерване ФАР (фотосинтетично активна светлина) под водата (16000 лв) – светлината е най важния фактор за развитие на фитобентоса.</li><li>• Кванто-метър за повърхностно осветление (12000 лв) за непрекъснат запис на осветлението, което да се сравни с подводната осветеност.</li><li>• Лабораторен флуориметър за измерване концентрацията на хлорофил А (10000 лв). Уреда дава възможност да се измерят голям брой пробир което е необходимо при оценка състоянието на водния стълб на 4-5 хоризонта и 8 пункта (общо 30-40 проби) за 4-5 часа.</li><li>• Подводен фотоапарат с бокс (4000лв) Необходим за документиране на бентосното покритие и последваща обработка на кадрите</li></ul> |                 |
| <b>2. Материали, химикали и консумативи</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>41600</b>    |
| Виж таблицата                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                 |
| <b>3. Информационни продукти</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>21780</b>    |
| Виж таблицата                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                 |
| <b>4. Командировки в т.ч. и в чужбина</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>57620</b>    |
| Изследването ще се проведе на 4 сесии по 20 дена на море. Средствата са необходими за командировка на основния екип за леководолазна работа и за събиране/предварително обработване на проби в лабораторията –ЛМЕ, Созопол. Част от екипа е от Университета на южна Дания (Проф. Холмер- водещ специалист - една полева сесия) и един докторант (2 полеви сесии) за което са предвидени пътни и коматдировъчни по тарифата за безвалутен обмен. Предвидено е и едно посещение на проф. Холмер за работно среща и едно посещение на наш специалист в Дания по една седмица.                                                                                                                                                                                   |                 |
| <b>5. Заплащане на външни организации за анализи, проучвания и поддръжка</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>8000</b>     |
| Това са разходи за подържане на подводна техника, лабораторна апаратура, химични анализи и сложни анализи на стабилни изотопи в Дания.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                 |
| <b>6. Разходи за заплащане на колектива работещ по проекта.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>90000</b>    |
| Основния колектив е 16 изследователи и 2 помощен персонал. От колектива 6 човека са млади учени (повече от 1/3), което дава право за хонорари до 50 % от цената на проекта. В този случай сумата е под 27% от общата цена.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                 |
| <b>7. Привличане на утвърдени учени от други страни за краткосрочен престой</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>2500</b>     |
| Предвидено е посещение на най-добрия български специалист по макроводорасли доц. Стефка Конаклиева (на практика единствения таксономист), която в момента живее в САЩ. Средствата са за пътни и хонорар. Тя ще присъства на първата сесия и освен полевата работа ще обучава 1 млад специалист.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                 |
| <b>8. Други разходи</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>26000</b>    |



В тези разходи са включени непредвидени разходи; разходи за наем на лодка (когато се налага работа с 2 лодки едновременно; разходи за консултанти по математическа обработка на данни, статистика и ГИС; разходи за провеждане на работна среща; изработване на основна работна морска карта на района.

**9. Отчисления за базовата организация**

**22000**

**Подробна обосновка на финансовия план: Таблица**

Разход	Обосновка	Стойност (BGN)
<b>I. Апаратура</b>		
1. Орбитален шейкър-термостат	Инкубация на проби за молекулен анализ	3500.00
2. Водолазно оборудване-2 sets	Осигуряване едновременна работа на два полигона	5400.00
3. Подводен ФАР meter + data logger	In-situ измервания във водния стълб. Автоматичен запис на данни	16400.00
4. Надводен ФАР meter+data logger	In-situ измервания на местата на пробовземане. Автоматичен запис на данни	12400.00
5. GPS + софтуер	Запис на координати на станции и полигони	1000.00
6. Laptop PC – 2 бр + 1 периферия	Осигуряване на теренната работа и обработка на данни в полева лаборатория Созопол	3600.00
7. Лабораторен флуориметър	Бързо измерване на Хлорофил-А в голям брой проби	10000.00
8. Електронна везна- 1 kg	Определяне на биомасата на макрофити	2000.00
9. Подводен фотоапарат + бокс	Документирание на макрофити при естествени условия	4000.00
10. Соленомер-лабораторен	Състояние на водния стълб и влияние от сушата	200.00
11. pH/mV meter	Състояние на водния стълб и седиментите	2000.00
12. Термоблок	Incubation of multiple samples for molecular analyses at field station-Sozopol.	1500.00
13. Електрофоретична вана	Увеличаване производителността на молекулните анализи	1500.00
14. Извън-бордов двигател	Осигуряване на допълнителни ресурси за полева работа и мобилност на екепити в крайбрежната зона	5000.00
<b>II. Софтуер</b>		
1. Модул за фингърпринт	Обработка на данни от молекулните анализи	10140.00
2. Модул за секвенционно типирание	Обработка на данни от молекулните анализи	4680.00
3. Модул за клъстерен	Обработка на данни от молекулните	5460.00



анализ и филогения	анализи	
4. Статистически софтуер	Статистическа обработка на данните	1500.00
<b>III. Химикали, реактиви и консумативи</b>		
1. Химикали за молекулен анализ	Разнообразие на бактериалните и архейни съобщества в седиментите.	30100.00
2. Радиоизотопи $^{35}\text{S}$ - 3 бр.	Определяне скорост на сулфатредукция	3600.00
3. Общо-лабораторни химикали	Осигуряване на общите лабораторни анализи, напр. биогенни елементи	3000.00
4. Лабораторна стъклария, консумативи и приспособления за полева пработа	Осигуряване на лабораторната и полева работа	8000.00