

**ОБЕКТ: ”ЗАЩИТА НА МОРСКИЯ БРЯГ НА ГР. БАЛЧИК ОТ АБРАЗИЯ И ЕРОЗИЯ В УЧАСТЪКА МЕЖДУ БУНИ 204 И 208 – ОБЩИНА БАЛЧИК”**

**ЧАСТ: ХТС**

**ФАЗА: ТП/РП**

**ВЪЗЛОЖИТЕЛ: ОБЩИНА БАЛЧИК**

**УВОД**

Настоящият инвестиционен проект е разработен на база договор с Възложителя и одобрена оферта. Този проект третира част ХТС от обекта.

Бреговата ивица на гр. Балчик е подложена на абразионни процеси. За предпазване на брега от абразия през 60-те години на м.в. са изградени брегозащитни стени, които впоследствие са разрушени от щормовете. През 70-те и 80-те години са изградени буни и брегозащитна дамба. Дамбата е изградена от взривена скална маса и бронировка от едри скални блокове и тетраедрони. Тази защита изпълнява вълнозащитните си функции, но се нуждае от сериозен ремонт. Освен това в този си вид тя затруднява стопанската експлоатация на брега. Изградените буни не изпълняват основното си предназначение – да задържат пясък и да създадат плаж. Причините за това са комплексни и могат да бъдат отстранени чрез допълнителни съоръжения и мероприятия, предмет на инвестиционния проект.

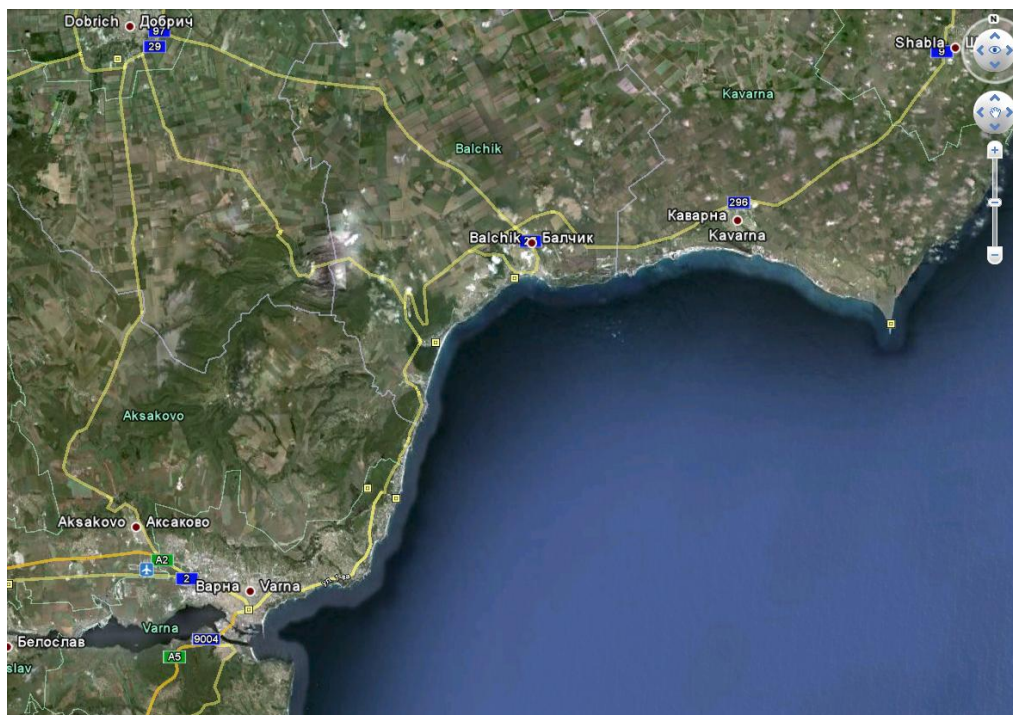
Задачата на проекта е да се защити бреговата ивица от морската абразия като се възстанови крайбрежната дамба и се създадат условия за формиране на брегозащитен изкуствен плаж, използвайки и модифицирайки съществуващите брегозащитни съоръжения. По този начин ще се подобри вълногасенето, ще се подобри функционалната ефективност на буните и ще се създадат благоприятни условия за рекреация.

Проектът е разработен във връзка с оперативна програма „Регионално развитие” 2007 – 2013 г., приоритетна ос: „Устойчиво и интегрирано градско развитие”, операция 1.4: „Подобряване на физическата среда и превенция на риска”. Проектът е съвместим с Плановите за управление на речните басейни и отговаря на заложените в Генералната схема за брегоукрепване на Българското Черноморско крайбрежие съоръжения и мероприятия. Неговата реализация ще намали риска от абразия и ерозия на участък от брега с дължина 632 м.

Проектът е разработен от колектив с гл. проектант **н.с. инж. Красимир Маринов** – строителен инженер, проектант ППП №05056, специалност “Хидротехническо строителство на водни пътища и пристанища”, диплом № 208215/17.06.1981 г. от ОИИМФ – гр. Одеса, УССР, лицензиран експерт по ОВОС /удостоверения от МОСВ №№137 и 1208/, тел. 052 – 680163, GSM 0887-934272.

## 1. Местоположение

Обектът се намира на северното черноморско крайбрежие в крайбрежната зона и морето на град Балчик между Двореца и яхтеното пристанище (по-точно между буна 204 и буна 208 – номерацията на буните е според Генералния план за брегозащита на „Транспроект” – София от 1980 г.).



Обектът попада в охранителна зона „А” по ЗУЧК. Няма ограничения проектираните мероприятия и съоръжения да бъдат изпълнени на основание чл. 10, ал. 3, т. 1 от ЗУЧК.

Съгласно *Наредба №3/2004 за основните положения за проектиране на конструкциите на строежите и за въздействията върху тях* разглежданата територия попада в зона I за натоварване от сняг ( $s_t=0,60 \text{ kN/m}^2$ ), зона IV за натоварване от вятър ( $w_m=0,48 \text{ kN/m}^2$ ),  $30^\circ\text{C}$  средно-денонощна температура на външния въздух през топлото полугодие,  $-14^\circ\text{C}$  средно-денонощна температура на външния въздух през студеното полугодие,  $25^\circ\text{C}$  – средна месечна температура за юли,  $-4^\circ\text{C}$  – средна месечна температура за януари. Натоварванията от сняг и вятър не са меродавни за проектираните брегоукрепителни съоръжения. Температурния режим има отношение към направата на температурни фуги на бетоновите брегоукрепителни съоръжения.

Акваторията на Черно море в зоната на обекта е район на съществуващо и перспективно ползване на водите по смисъла на *Наредба №8/2001 за качеството на крайбрежните морски води* /ДВ 10/2001 г./ – заповед № РД-1169/01.12.2005 на МОСВ.

Целият район е обявен за “чувствителна зона” по смисъла на *Наредба №6/2000 за емисионни норми за допустимото съдържание на вредни и опасни вещества в отпадъчните води, зауствани във водни обекти* /ДВ 97/2000 г.,

24/2004/ със заповед №РД-970/28.07.2003г. на МОСВ. Това в случая няма пряко отношение към обекта.

Районът е обявен за зона за къпане със заповед РД-11-359/25.05.2006 г. на областния управител на област Добрич. Определянето на зоните и водите за къпане се извършва по реда на *Закона за водите и Наредба № 11 от 25.02.2002 г. за качеството на водите за къпане (ДВ, бр. 25 от 8.03.2002 г., изм., бр. 53 от 10.06.2008 г., в сила до 31.12.2014 г.)*. В случая това е зона № 15 (7) за плаж „Нов плаж” – гр. Балчик с гранични точки с номера 72 и 73 с координати:

Т. 72 X=4708069,99 Y=9659919,72

Т. 73 X=4708031,22 Y=9659449,43.

Районът не е защитена територия по смисъла на *Закона за защитените територии* (ЗЗТ) и не е защитена зона от НАТУРА-2000. Най-близките защитени зони са:

- защитените зони, определени съгласно изискванията на *Директива 79/409/ЕЕС за опазване на дивите птици* - ЗЗ „Балчик”, с код BG0002061 и ЗЗ „Белите скали”, с код BG0002097, за опазване на дивите птици, определена съгласно чл. 6, ал. 1, т. 3 и 4 от ЗБР;
- защитените зони съгласно изискванията на *Директива 92/43/ЕЕС за опазване на природните местообитания и дивата фауна и флора* - ЗЗ „Крайморска Добруджа”, с код BG0000130 за опазване на природните местообитания и дивата фауна и флора, определена съгласно чл. 6, т. 1 и 2 от ЗБР.

Районът се класифицира като “вътрешни морски води” по смисъла на *Закона за морските пространства, вътрешните водни пътища и пристанищата на Република България* (до линията, свързваща нос Тузлата с нос Екрене).

Обектът е първа категория (чл. 137, ал. 1, т.1, буква „в” от ЗУТ и чл. 2, ал. 3, т. 4 от Наредба №1/2003 за номенклатурата на видовете строежи).

Буна 204 и 205 и дамбата са публична общинска собственост. Останалите буни и прилежащи плажове са държавна собственост, отдадена на концесия.

## 2. Ситуационно решение

### Съществуващо положение

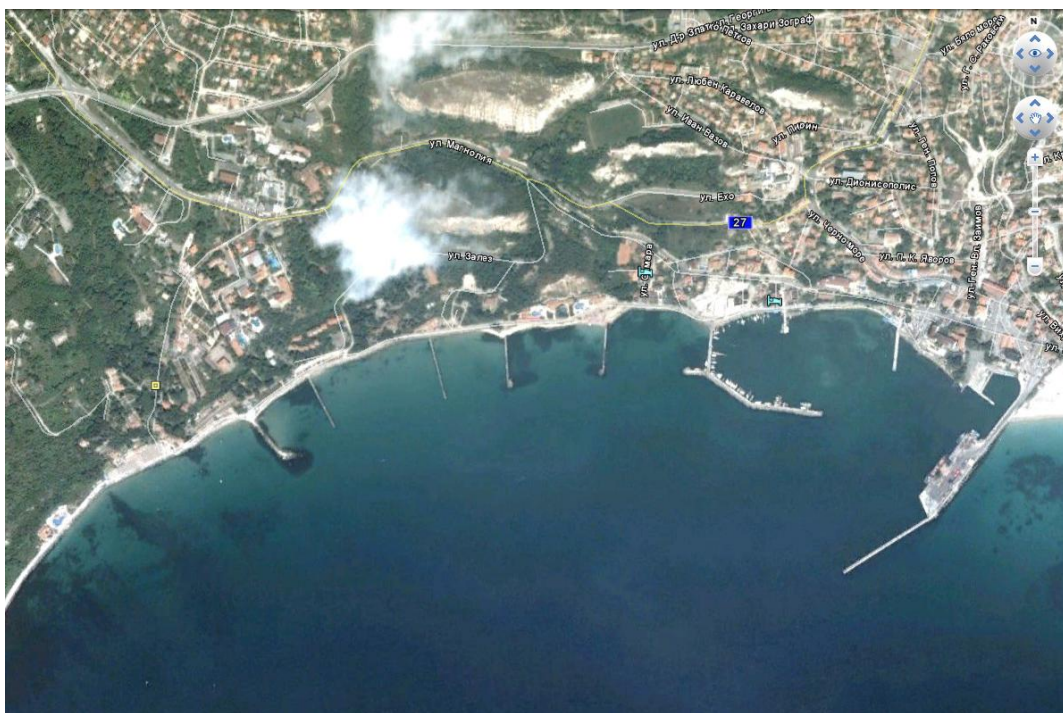
В настоящия момент в разглеждания район са изградени 5 буни и брегоукрепителна дамба. Буните са с еднаква ширина 4 м и различна дължина както следва:

- буна 204 – дължина 120 м и кота корона около +0,10 м БС;
- буна 205 – дължина 134 м и кота корона 0,11 – 0,25 м БС;
- буна 206 – дължина 120 м и кота корона 0,07 – 0,17 м БС и на импровизираната надстройка +1,32;
- буна 207 – дължина 128 м и кота корона 0,03 – 0,08 м БС и на импровизираната надстройка +2,20.



- Разстоянията между буните са неравномерни:

- разстоянията между челата на буни 204, 205, 206 и 207 са съответно 230, 127 и 176 м.



При съществуващото положение буните практически не изпълняват своето основно предназначение (да задържат наносите и да формират плаж, който да защитава брега от морското вълнение). Дамбата все още изпълнява вълногасящите си функции в по-голямата си част, но начинът на взаимодействие на тетраедроните с вълнението е неприемлив (вълногасенето е съпроводено с интензивни удари и пръски, обливащи пешеходната алея).

### Проектно решение

Проектното решение се предвижда да се реализира поетапно като след всеки етап се извършва мониторинг и се взема решение за изпълнение на следващия етап („обсервационен” метод). При предсрочно постигане на целите следващите етапи не се изпълняват. Приета е следната етапност:

#### Етап 1

- брегоукрепителна дамба №1 (участък с бронировка от тетраедрони с дължина 370 м) – предвижда се замяна на бронировката от тетраедрони с едри скални блокове 500 – 1500 кг; ремонт на ст/бет. парапет и ремонт на ст/бетонната настилка;
- ремонт буни 204 и 205 – предвижда се ремонт на надстройката на буните (№4 и №6) и надстрояване на тилната им част със ст/бет. „гребен”.

#### Етап 2

- изграждане на крила на буни 204 (№2) и 205 (№5 и №7);
- подводен вълнолом-праг №8 между буни 205 и 206 – изгражда се от демонтираните тетраедрони с цел вълногасене и „подпиране на наносите”;
- подводен вълнолом-праг №3 между буни 204 и 205 – изгражда се от демонтираните тетраедрони с цел вълногасене и „подпиране на наносите”.

#### Етап 3

- брегоукрепителна дамба №11 (участък с дължина 260 м) – предвижда се замяна на бронировката от тетраедрони с едри скални блокове 500 – 1500 кг; ремонт на ст/бет. парапет и ремонт на ст/бетонната настилка;
- изграждане на крила на буни 206 (№9 и №10) и 207 (№15);
- ремонт буни 206 и 207 – предвижда се ремонт на надстройката на буните и надстрояване на тилната им част със ст/бет. „гребен”;
- подводен вълнолом-праг №14 между буни 206 и 207 – изгражда се от демонтираните тетраедрони с цел вълногасене и „подпиране на наносите”.

#### Етап 4

- подводен риф-вълнолом №16 с дължина 450 м (изгражда се с цел дистанционно принудително вълногасене);
- изкуствен плаж между буните (№17, №18 и №19).

### **3. Конструктивно решение**

#### **3.1. Конструкция на дамбата**

##### *Съществуващо положение*

Дамбата е каменно-насипна с трапецовидно напречно сечение (откосен тип). Конструкцията ѝ се състои от ядро от взривена скална маса (ВСМ) и бронировка от тетраедрони (4 т) от страна море. По короната на дамбата е изпълнена ст/бетонена настилка с ширина 6 m и дебелина 0,2 m върху подложка от проникващ бетон с дебелина 0,15 m. В тила е направена отводнителна канавка. От морската страна на настилката е изпълнен ст/бетонен парапет. Състоянието на бетоновите повърхнини е лошо (бетонът е обрушен, а армировката е кородирала. Част от дамбата не е защитена с тетраедрони. В тази зона има формирани абразионни каверни, застрашаващи целостта на ст/бетоневата настилка. Част от отводнителната канавка също е напукана.

##### *Проектно решение*

Проектът предвижда замяна на бронировката от тетраедрони със стръмен откос с двуслойна бронировка от едри скални блокове от страна море фракция 100-500 kg и 500-1500 kg с наклон на откоса 1:2. По короната на дамбата ще се възстанови ст/бетоневата настилка и ст/бетоневия парапет. Абразионните ниши ще се запълнят с ВСМ, след което и участъка без тетраедрони ще се защити с двуслойна бронировка от едри скални блокове.

#### **3.2. Конструкция на буните**

##### *Съществуващо положение*

Буните са с вертикален „гладък” профил. Изградени са от ст/бетонери рамки 4x5x0,5 m, монтирани върху подравнена основна заскалявка и запълнени с ВСМ. Надстройката им е бетонова. Не се наблюдават подкопавания и размивания на бермата на основната заскалявка. Състоянието на бетона на надстройката не е добро. Буните са ниски, преливаеми. На буна 206 и 207 са подредени сглобяеми бетонови блокове за вдигане на котата на короната им.

##### *Проектно решение*

Проектът предвижда ремонт на надстройката на буните – ще се изпълни нова ст/бетонена надстройка с „престилки”. В основата на буните ще се изпълни ст/бетонен „гребен” за намаляване на преливането и увеличаване на наносозадържащата способност.

### **3.3. Конструкция на подводния вълнолом-праг**

Подводните вълноломи-прагове се изграждат от положени в 2 реда тетраедрони, демонтирани от бронировката на дамбата. Ширината на вълнолома по короната е 9 м. Короната му е средно на 1,13 м под средното морско ниво. Тетраедроните се полагат директно върху морското дъно, което в тези зони е покрито с около 0,8 пясъчни наноси. Това ще позволи известно „вкопаване” (потъване) на тетраедрите в пясъка, което ще им позволи по-добре да изпълняват ролята си на подводен праг.

### **3.4. Конструкция на подводния риф-вълнолом**

Подводният риф-вълнолом (наричан още широкоплощен вълнолом, флетчер) се изгражда от положени в 2 реда тетраподи (4 т). Ширината на вълнолома по короната е 15 м. Короната му е средно на 1,22 м под средното морско ниво. Тетраподите се полагат върху предварително насипана и подравнена грубо с водолази основа от ВСМ на кота -3,90.

### **3.5. Конструкция на изкуствения брегозащитен плаж**

#### *Съществуващо положение*

През различни години в междубунните пространства и на брега са насипвани различни количества дребен пясък, който в по-голямата си част е изнесен от щормовете и не е формирал надводен плаж. Последният мащабен опит за направа на защитен плаж е осъществен напълно неуспешно през 1991 г., когато пясъчният плаж просъществува само до 13.07.1991 г. Остатъците от този „експеримент” се наблюдават между буни 206 и 207 във вид на разпилени камъни, остатъци от „крила” на буните и нахвърляни в акваторията модулни блокове и „детелини”.

Основните причини, довели до това състояние са:

- неотчитане на косия подход на равнодействащата на вълновата енергия в прибойната зона;
- неотчитане на хидродинамиката на района и по-специално на интензивността на вълнението въпреки южната експозиция на участъка;
- неправилна представа за протичащите литодинамични процеси в района;
- неправилно проектиране на изкуствения плаж.

#### *Проектно решение*

Проектът предвижда на последния етап на реализация на проекта създаване на плаж в междубунните пространства. Конструкцията на плажа включва надводна част и подводна част, съответстваща на изчисления профил на динамично равновесие при ежегодно вълнение. Първоначално създаването на

плаж се базира на концепцията за „смегчаване” на хидродинамичния режим в района на буните чрез изграждане на нови съоръжение: крила на буните, подводен праг и накрая подводен риф-вълнолом и използване на наличния плажообразуващ материал, който е със сравнително малък среден диаметър и е твърде подвижен поради това и поради произхода си (основно детритус).

#### **4. Технологично решение**

При работа в морето се процедира съгласно изискванията на ИАМА, съгласувано с ВМС, БДЧР и РИОСВ.

Достъпът до обекта по суша се осъществява по две съществуващи пътни връзки.

##### **4.1. Технология за ремонт на дамбата**

Предвижда се демонтаж на съществуващата бронировка от тетраедрони на дамбата, направа на нова бронировка от едри скални блокове и ремонт на бетоновите повърхности. Използва се брегова механизация (кран с товароподемност 25 т).

За ремонт на каверните и направа на защитни слоеве се използва камък от кариера Ляхово и от Девненска кариера (за бронировката от едри скални блокове 500-1500 кг). Камъкът се транспортира с автотранспорт.

##### **4.2. Технология за ремонт и модификация на буните**

Ремонтът включва изкъртване и почистване на повърхността на съществуващите буни и направа на нова монолитна надстройка с „престилки”. Работите се извършват с брегова механизация от челото на буната към корена ѝ.

Надстрояването представлява ст/бетонов „гребен”, който е еднакъв за всички буни (дължина – 25 м с променлива височина от 1,55 м до 0,40 м. Изпълнява се по оста на съществуващите буни при корена им.

Крилата на буните се изпълняват пионерно с брегови верижан кран с товароподемност 25 т. Ст/бетоновите елементи са сглобяеми. Произвеждат се на полигон, доставят се до обекта и се монтират с брегови кран, след което се запълват с ВСМ. Тетраподите се монтират с плаващ кран.

При направа на елементите се спазват обичайните правила за извършване на бетонови работи. Техническите изисквания за подготовка, транспортиране и полагане на бетонни смеси са дефинирани в БДС 4718-84, а методите за изпитване - в БДС 7016-74. Изпитването, подготовката и съхраняването на бетонни проби следва да е съобразено с БДС 505, БДС 9673, БДС 7269. Втвърдяването трябва да се определя върху бетонни проби в съответствие с БДС 505-84, и чрез безразрушителни методи в съответствие с БДС 3816-84 – “Бетон. Безразрушителен метод за определяне вероятната якост на натиск чрез повърхностната твърдост”, БДС 15013-80 – “Бетон. Безразрушителен импулсен



ултразвуков метод за определяне вероятната якост на натиск” и БДС 9673-84. Контролът и оценката на якост на бетона се базира на якостта след 28 дена и се прави съгласно БДС 9673, чрез статистически метод, който позволява сравнение между действителната якост на бетона и стандартната (контролирана) якост за съответния клас бетон, която трябва да се постигне.

Качеството на бетоновата смес се контролира от акредитирана лаборатория, доказваща съответствието на бетона с декларация за съответствие.

При бетониране през зимния период следва да се вземат мерки против замръзване на бетона съгласно ПИПСМР раздели 3 и 4. До обекта бетонът се транспортира с автобетоновози. Полагането му е със стационарна бетон-помпа. Задължително се изисква уплътняване на бетона. Допустимите отклонения са съгласно *Наредба №3/1999 за контрол и приемане на бетонни и стоманобетонни конструкции*. Декофрирането се осъществява не по-рано от 48 часа след бетонирането при благоприятни условия.

#### **4.3. Технология за изпълнение на подводния вълнолом-праг**

Изпълнява се чрез монтаж на демонтираните от дамбата тетраедрони с плаващ кран. Натоварването на крана става на пристанището, до което тетраедроните се пренасят с автотранспорт. Разрешава се временното им депониране в свободната тилна територия зад дамбата.

#### **4.4. Технология за изпълнение на подводния риф-вълнолом**

Изпълнява се чрез насипване и грубо подравняване на подводна каменна основа и монтаж на тетраподи върху нея. Използва се морска механизация (плаващ кран и шалан). Тетраподите се произвеждат на строителен полигон и се транспортират до пристанището след набиране на транспортна якост. От пристанището се натоварват на шалан и на палубата на плаващия кран, с който се полагат в предварително овехования участък от подводния вълнолом.

#### **4.5. Технология за изпълнение на брегозащитния изкуствен плаж**

Съществуват две възможности за изпълнение на брегозащитния изкуствен плаж.

Първият вариант е намяване със смуконagnetна дълбачка на плажоформиращ материал от подводния брегови склон (напречнобрегови байпас). Не е задължително смукачката да има фреза.

Вторият вариант е насипване на пясъчна призма на брега с автосамосвали, която ще се пробута с бултозер и ще се преоформи постепенно под действие на вълнението и теченията.

#### **4.6. Строителна база**

Освен строителна площадка на брега в свободната зона зад дамбата, се предвижда и организиране на временна база за укриване при нужда на плавателната техника в зоната на пристанището на Балчик.

#### 4.7. Материали

Всички бетонови съоръжения се изпълняват от бетон клас В25 сулфатоустойчив по БДС 2768-83 с мразоустойчивост F50 и водонепропускливост W 0,6 по БДС 7268-83 с  $R_{bn} = 22$  МПа и армировка А-I / $R_{sn}=235$  МПа/ и А-III / $R_{sn}=410$  МПа/.

Камъкът трябва да отговаря на изискванията на ОН 10 72485-85. ВСМ и блокове за морски и речни пристанищни и брегозащитни съоръжения.

**Табл. 4.7-1. Характеристика на кариерната скална маса у нас**

<b>D, m</b>	<b>0,22</b>	<b>0,42</b>	<b>0,72</b>	<b>1,03</b>	<b>1,43</b>
<b>G, kg</b>	<b>15</b>	<b>100</b>	<b>500</b>	<b>1500</b>	<b>4000</b>

Допуските при изпълнение на морските работи са съгласно ПИПСМР – раздел “Пристанищно строителство”. Допустимите отклонения на конструктивните елементи са съгласно Наредба №3/1999 за контрол и приемане на бетонни и стоманобетонни конструкции.

#### *Изпитване на материалите*

Качеството на бетона и другите строителни материали се доказва със сертификати. При необходимост се правят изпитвания в акредитирана лаборатория.

Контролът на земните работи е визуален и инструментален (геодезически). Средствата и методите за проверка се избират в зависимост от конкретните условия.

#### 4.8. Ограничителни параметри през строителния период

Технологичните ограничения за работа са свързани с:

- неизвършване на строителни работи през активния курортен сезон (съгласно чл. 15 от ЗУЧК се забранява извършването на строителни и монтажни работи в курортните територии на населените места, курортите, курортните комплекси и ваканционните селища по Черноморското крайбрежие от 15 май до 1 октомври. Изключение се допуска само за неотложни аварийно-ремонтни работи юли и август);
- съобразяване на транспортните маршрути с изискванията на контролните органи по движението и общинските власти.

В процеса на строителство, поради характера на строителната площадка (прибрежна открита акватория на Черно море), е възможно преустановяване на строителните работи. Изхождайки от морската строителна практика и техника на безопасност се предлага строителните работи в морето да се преустановяват при следните хидрометеорологични условия:

- скорост на вятъра над 10 m/s на стандартна височина (10 m над морското равнище) – съответства на 6 бала – силен вятър;
- температура на въздуха под 0<sup>0</sup>C (забранява се извършване на бетонови работи при температура на въздуха под +5<sup>0</sup>C);
- температура на водата под +4<sup>0</sup>C;
- вълнение до 2 бала включително (височина на вълната 0,25 ÷ 0,75 m – умерено вълнение (неголеми гребени на вълните започват да се обрушват, но пяната не е бяла, а стъкловидна);
- скорост на надлъжнобреговото течение над 0,5 m/s.

Забранява се работа също така при силен дъжд, гръмотевична буря, обилен снеговалеж, при заледени площадки, при гъста мъгла и през нощта.

#### **4.9. Безопасност на труда и охрана на околната среда**

Рисковите работи при изпълнение на обекта са свързани със строителната механизация, водолазния труд, устойчивостта на откосите на съоръженията, монтажните работи под вода. Възможни са инциденти и с пребиваващи в района рибари и туристи. Също е възможно удар на чужд плавателен съд в плаващата механизация. Това налага вземането на следните мерки:

- Изолиране на бреговата част на обекта от странични лица чрез ограждане (може и със сигнални ленти);
- Обозначаване на работната акватория с видими денем и нощем сигнални знаци в съответствие със специалните изисквания;
- Предварителен водолазен оглед на акваторията, в която ще се извършват строителните работи;
- Непрекъснат визуален контрол при извършване на насипните работи;
- Постоянен контрол за водното ниво и състоянието на морето;
- Използване на ЛПС и изправно водолазно оборудване;
- Съобразяване на строителния график с хидрометеорологичните и хидроложките условия (постоянно наблюдение на климатичните фактори и условия).

При изпълнение на строителните и монтажните работи е необходимо постоянно да се следи прогнозата на времето и при необходимост да се вземат съответните мерки, свързани с безопасността на плаващата техника.

Освен общите документи за здравословни и безопасни условия на труд следва да се спазват и изискванията на специалните документи за водолазни и подводни работи:

- Правилник по безопасността на труда при експлоатация на плавателните съдове;
- Правилник за техническата експлоатация на работните устройства и оборудването на съдовете на драгажния флот;
- Правилник за водолазната служба на ПВС-90;
- Общи изисквания по охрана на труда при драгаж.

### **Опазване на околната среда**

След приключване на основните работи се извършват възстановителни работи, включващи възстановяване на естествения ландшафт. На регламентирано депо ще се извозят всички отпадъци /битови, строителни/, формирани на обекта.

Освен това, следва да бъдат взети следните мерки:

- Спазване на специалните изисквания на МАРПОЛ за борба с нефтените разливи;
- Работа с изправни и регулирани ДВГ;
- Депониране на строителните и битовите отпадъци само на регламентиран депа;
- Зареждане с гориво на бреговата и плаващата механизация на обезопасени против разливи площадки с нефтоустойчиво покритие (при необходимост да се доставят и предпазни бонови заграждения и сорбенти, като се осигурят подходящи съдове за тях).

#### **4.10. Експлоатационни изисквания**

Тъй като проектът се реализира поетапно по така наречения „обсервационен” метод, е необходимо да се организира мониторинг на съоръженията и литодинамичните процеси с цел вземане на адекватни проектни решения за осъществяване на следващите етапи. Този мониторинг следва да се извършва по специална програма, която ще бъде разработена допълнително, ако проектът бъде одобрен.

Освен това в процеса на експлоатация трябва да се извършват периодични надводни и подводни водолазни огледи на подводните съоръжения и промери в рамките на изискванията за техническа експлоатация на морските брегозащитни съоръжения. Огледите може да се извършват ежегодно след зимата, както и извънредно след щормове с рядка повтораемост.

В зоната на основната заскалявка на буните се следи за размиване на земната основа. Ако има такива участъци те се овеховат и след това в тях се насипва материал с размер по-голям от естествения в даденото място (камък,



чакъл или скални блокове). В зоната на подводните съоръжения и бронирувката на откосите се следи за разместване на блоковете. При нужда се монтират допълнителни блокове.

Подводните съоръжения следва да се овеховат и да се отразят като навигационна опасност по установения ред.

Изкуствения плаж се следи като наклон по напречни профили и като зърнометричен състав.

## 5. Количествени сметки

Количествените сметки са дадени в **Приложение №2** към проекта.

## 6. Основни данни за оразмеряване на съоръженията

Избран е IV-ти клас за съоръженията съгласно Техническото задание (**Приложение №1**). При това положение обезпечеността на щорма е 4% (1 път на 25 години), обезпечеността на вълната в системата вълни е 5%, а при определяне на вълновия накат – 1%.

За определяне на вълновите параметри са използвани следните данни за вълнението в дълбоководието.

**Таблица 6-1. Обобщени вълнови параметри за дълбоководната зона.**

Посока	P, %	V, m/s	H, m	T, s	L, m
E	2	33	4,9	9,2	132
	4	30	4,50	8,9	124
	99	19	2,75	7,3	83
SE	2	21	3,1	7,7	92
	4	20	2,9	7,3	88
	99	15	2,15	6,6	68
S	2	29	3,3	7,5	88
	4	28	3,2	7,4	85
	99	20	2,25	6,4	64

Забележка: p- обезпеченост; v - скорост на вятъра, H, T, L - средна височина, период и дължина на вълната в дълбоководието .

Резултатите за прибойната зона са приведени в табл. 6-2 и 6-3. Обрушването на вълната е от типа "гмуркащ се бурун" (plunging breaker), а броят на обрушванията обикновено е 2.

**Табл. 6-2. Характеристики на прибойната зона (първо обрушване).**

Посока	p, %	D, m	H <sub>13%</sub> , m	L, m	T, s	$\Theta_{br}, ^\circ$	A, $^\circ$
--------	------	------	----------------------	------	------	-----------------------	-------------

<b>E</b>	4	4,80	4,00	70	8,9	26	142
	99	3,60	3,00	50	7,3	20,8±34,8	146
<b>SE</b>	4	3,80	3,10	51	7,3	18,9±22,5	149
	99	2,80	2,30	40	6,6	24,1±15,9	152
<b>S</b>	4	3,30	2,75	49	7,4	5,1±20,8	169
	99	2,30	1,90	36	6,4	20±12	170

Пояснение:  $D$  - дълбочина на първото обрушване;  $H_{13\%}$  - височина на вълната с обезпеченост 13% при първо обрушване;  $L$ ,  $T$  - съответно средна дължина и период на вълната,  $A$  – азимут на вълновия лъч,  $\Theta_{br, 0}$  – ъгъл между вълновия лъч и изобатата в зоната на прибоя.

**Табл. 6-3. Характеристики на прибойната зона (второ обрушване).**

Посока	$p$ , %	$D_2$ , m	$H_{2\ 13\%}$ , m	$L_2$ , m	$T$ , s
<b>E</b>	4	-	-	-	-
	99	1,70	1,40	35	7,3
<b>SE</b>	4	2,10	1,75	38	7,3
	99	1,85	1,50	33	6,6
<b>S</b>	4	1,80	1,50	37	7,4
	99	1,40	1,15	28	6,4

Пояснение:  $D_2$  - дълбочина на второто обрушване;  $H_{2\ 13\%}$  - височина на вълната с обезпеченост 13% при второ обрушване;  $L_2$ ,  $T$  - съответно средна дължина и период на вълната.

Меродавно вълнение за оразмеряване на конструкциите на ХТС – Е 1/25.

**Таблица 6-4. Вълнови параметри на вълнението от югозапад.**

Посока	$P$ , %	$D$ , km	$t$ , h	$V$ , m/s	$H$ , m	$T$ , s	$L$ , m
<b>SW</b>	4	8,3	12	30	1,45	4,4	30
	99	8,3	12	20	1,00	3,9	23

Забележка:  $p$  - обезпеченост;  $D$  – разгон,  $t$  – продължителност на действие на вълнообразуващия вятър,  $v$  - скорост на вятъра,  $H$ ,  $T$ ,  $L$  - средна височина, период и дължина на вълната в дълбоководието.

Разчетна обезпеченост на водното ниво – 50% (1 път на 2 години) – 0,38 м.

**Табл. 6-5. Екстремални водни нива в см.**

Обезпеченост, %	99	10	4	2
максимални	26	66	75	80
минимални	-31	-46	-51	-54

**Табл. 6-6. Средногодишен и щормови усреднен потенциален надлъжнобрегови пренос (m<sup>3</sup>)**

Посока	p, %	Q, m <sup>3</sup> /d	Q <sub>b</sub> , m <sup>3</sup> /d	Q <sub>s</sub> , m <sup>3</sup> /d
<b>E</b>	4	6116	3289	2828
	99	2194±3782	1245±2154	949±1628
<b>SE</b>	4	3644±3576	2022±1950	1621±1629
	99	1677±1375	987±794	689±582
<b>S</b>	4	605±2083	344±1194	261±889
	99	566±349	400±269	209±130

### Моделни изследвания

Приложен е първият и днес най-широко използван модел, известен като “еднолинеен” или “модел на бреговата линия” на Пелнар-Консидер (Pelnard-Considere, 1954). Според него профилът на брега се запазва непроменен - допускане за постоянно равновесие на напречния брегови профил. Затова е достатъчно да изследваме изменението само на една изобата, в частност – бреговата линия.

Моделът включва изследванията на Хенсън и Краус за симулиране на брегозащитна стена (Hanson, Kraus, 1985), но не отчита процесите на отразяване, изравняне на дъното, подкопаване на фланговете и разрушаване на стената. Еднолинейният модел се описва от уравнението:

$$\frac{\partial y}{\partial t} = -\frac{1}{D} \frac{\partial Q}{\partial x} \quad (1)$$

където:  $y$  – у-координата, описваща бреговата линия [m];

$t$  - време [s];

$D$  - гранична дълбочина – максималната дълбочина до която надлъжният брегови транспорт е съществен [m];

$Q$  – надлъжно-брегови транспорт [m<sup>3</sup>/s];

$x$  – х-координата - разстояние по брега.

Граничната дълбочина се определя по формулата на Халермайер (Hallermaier, 1981) изведена от лабораторни и *in situ* измервания:

$$D = 2.28H_s - 68.5(H_s^2 / gT_s^2) \quad (2)$$

където:  $H_s$  - височина на локалната значима вълна [m];

$g$  - земно ускорение [m/s<sup>2</sup>];

$T_s$  - период на локалната значима вълна [s].

Надлъжнобреговият транспорт се определя от CERC формулата (Shore Protection Manual, 1984):

$$Q = K'(H^2 C_g)_b \sin 2\theta_{bs} \quad (3)$$

$$K' = [K(1/r)^{2.5}] / [16(S-1)\alpha'] \quad (4)$$

където:  $K$  – безразмерен емпиричен коефициент ( $\approx 0.4$ );

$H_s$  – височина на значимата вълна [m];

$C_g$  – групова скорост на вълната [m/s];

$\theta_{bs}$  – ъгъл между вълновия фронт на обрушващата се вълна и брега [deg];

$S$  – отношение на плътността на пясъка към плътността на морската вода;

$\alpha'$  – отношение на обема на наносите към общия обем;

$r$  – множител, преобразуващ средноквадратичната височина на вълната в значима ( $r=1.416$ ).

Индексът “b” показва, че стойността на съответната величина се отнася за обрушващата се вълна. Груповата скорост в зоната на обрушване се определя по формулата:

$$(C_g)_b = (gH_b/\gamma)^{0.5} \quad (5)$$

където:  $\gamma$  – отношение на височината на вълната към дълбочината на обрушване ( $\cong 0.78$ ).

Ъгълът  $\theta_{bs}$  е равен на разликата между ъгъла на фронта на вълната с x-оста и ъгъла на същата ос с бреговата линия:

$$\theta_{bs} = \theta_b - \tan^{-1}(\partial y / \partial x) \quad (6)$$

където:  $\theta_b$  – ъгъл на обрушващата се вълна спрямо x-оста [deg].

Граничните условия са  $Q=0$  при наличие на непроницаема преграда като вълнолом или буна и  $\partial Q / \partial x = 0$  при стабилно, фиксирано положение на бреговата линия. Последното гранично условие може да се представи и като  $\partial y / \partial x = 0$ .

Височината на обрушващата се вълна  $H_b$  в точка  $P(x,y)$  се изчислява по формулата на Краус и Харикаи:

$$H_b(x,y) = K_D H_{bR} \quad (7)$$

където:  $K_D$  – коефициент на дифракция;

$H_{bR}$  – височина на обрушващата се рефрактирала вълна.

Височината  $H_{bR}$  се изчислява от емпиричната зависимост:

$$H_{bR} = 0.78 h_D \quad (8)$$

където:  $h_D$  – дълбочина на обрушване.

## Входни данни

Използвани и дигитайлизирани са батиметрични карти с мащаби М 1:1000, М 1:5000, М 1:10000. Максималните разлики в координатите на точките, получени от всички карти не надвишават 5 m.

Естествен плажен материал:

- плътност 2650 kg/m<sup>3</sup>;
- ефективен диаметър 0.1 и 0.5 mm;
- пористост 0.4.

Критична дълбочина 8,48 m (Hallermeier, 1981)  
(съпоставима с Hallermeier, 1979 и Birkemeier, 1985)

Дължина на моделирания бряг: 620 m

Стъпка по време: 1 h (обикновено 3-12 h)

Стъпка по оста X: 5 m (обикновено 25-100 m)

Начална дълбочина за преобразуване на дълбоководното вълнение: 50 m

Начална дълбочина за преобразуване на вълнението в детайлния полигон: 7 m



Гранични условия:  $Q=0$  и на двете граници, подбрани да съвпадат с оградните съоръжения на марината.

По цялата дължина на моделирания участък от брега е зададено условие брегозащитна стена. Точните координати са резултат от теодолитно заснемане. Подбраните калибровъчни коефициенти са относително ниски и може да се очаква до 3 пъти по интензивен пренос, в случай че са по-близки до препоръчителните средни начални коефициенти.

### **Числени експерименти**

Числените експерименти обхващат акваторията на Балчик между буни 2004 и 207

Разглеждат се ежегодно вълнение (с повторяемост 1 път на година) и щорм (с повторяемост 1 път на 25 години). Работи се с 13%-на височина на вълната в системата (значима вълна).

Общо са проведени 6 симулации на изменението на бреговата линия.

Резултатите са представени в **Приложение №3**.

### **Литература**

Shore Protection Manual. 1984. 4<sup>th</sup> ed., II vol., US Army Engineer Waterways Experiment Station, Coastal Engineering Research Center, US Government Printing Office, Washington DC.

Hallermaier, R., 1981. A Profile Zonation for Seasonal Sand Beaches from Wave Climate. Coastal Engineering, No. 4, 253-277.

Hanson, H., N. C. Kraus, 1985. Seawal Constrain in the Shoreline Numerical. J. of Waterway, Coastal and Ocean Engineering, American Society of Civil Engineers, vol. 111(6), 1079-1083.

Pelnard-Considere, R., 1954. Essai de Theorie de L' evolution des Formes de Rivages en Plages de Sable et de Galets, 4<sup>th</sup> Journees de l'Hydraulique, Les Energies de la Mer, Question III, Rapport No. 1, 289-298.

**ГЛ. ПРОЕКТАНТ:**

**/инж. Кр. Маринов/**