

Zastosowanie betonowych modułów siedliskowych w ochronie brzegów morskich

APPLICATION OF CONCRETE HABITAT MODULES IN THE PROTECTION OF SEA COASTS

Streszczenie

Moduły siedliskowe są to elementy sztucznej rafy wykonane z betonu, stosowane w ochronie brzegów morskich. Na świecie stosuje się je od wielu lat, natomiast w Polsce zastosowano je po raz pierwszy. Moduły siedliskowe umieszczane są wzdłuż linii brzegowej i spełniają dwie funkcje: pochłaniają energię fal chroniąc brzeg morski oraz stanowią siedlisko rozrodcze dla roślin i zwierząt morskich. Podstawowymi wymaganiami projektowymi co do modułów były: minimalna waga 5,5 T, zastosowanie materiałów typu cement oraz kruszywa odpornych na działania wody morskiej.

W referacie przedstawiono poszczególne etapy realizacji projektu „Ochrony brzegów morskich”, od zaprojektowania modułów siedliskowych, po ich produkcję oraz montaż wzdłuż linii brzegowej Morza Bałtyckiego na wysokości miejscowości Łeba, Ustka, Rowy.

Abstract

Habitat modules are elements of artificial reefs from concrete, which are used all around the world in the protection of sea coasts for many years. In Poland, they were applied for the first time. Concrete habitat modules are installed along the coastline as a function to absorb waves energy and to constitute reproductive habitat for sea plants and animals. Elementary project design requirements for the modules were: minimum weight 5,5 T, the use of materials like cement and aggregates resistant to seawater.

The paper describes particular stages of the projects implementation „Protection of sea coasts” from design to production and installation along the coastline of the Baltic Sea at the height of the villages Łeba, Ustka, Rowy.

1. Projekt

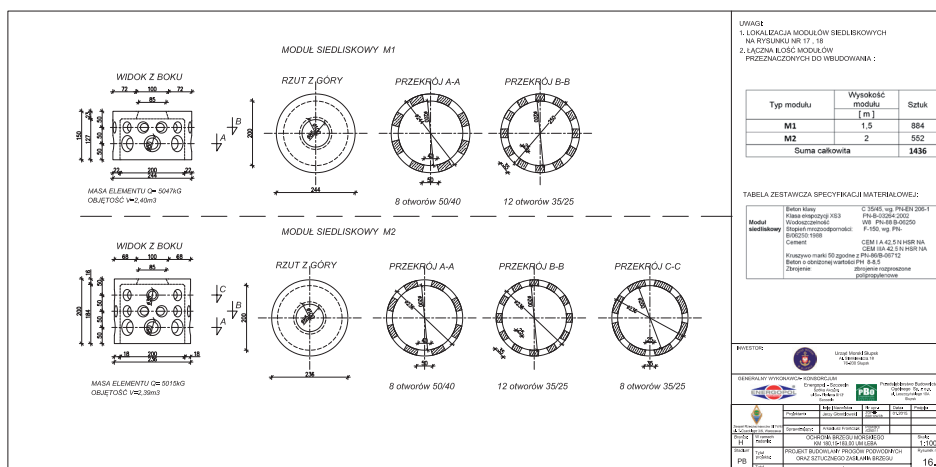
Elementy sztucznej rafy stosowane są na świecie od wielu lat, w Polsce zastosowano je po raz pierwszy. Pierwszym etapem był wybór kształtu, rozmiarów i wagi poszczególnych elementów. W pierwszym etapie zaproponowaliśmy kształt okrągły w wysokości 2 m, średnicy 2 m o ściance 15 cm z 12 otworami stożkowymi po obwodzie i jednym otworem stożkowym w górnej powierzchni o wymiarach 100/85 cm. W tym celu wykonaliśmy prototyp siedliska.

Ostatecznie otrzymaliśmy projekty 3 typów modułów:

- M1 – wysokość 1,5 m, 8 otworów 50/40, 12 otworów 35/25, jeden otwór 100/85 cm, ścianka 22 cm – 1229 szt.
- M2 – wysokość 2 m, 8 otworów 50/40, 20 otworów 35/25, jeden otwór 100/85 cm, ścianka 18 cm – 1107 szt.
- M3 – wysokość 2,5 m, 8 otworów 50/40, 12 otworów 35/25, jeden otwór 100/85 cm, ścianka 15 cm – 180 szt.

Zaprojektowano moduł siedliskowy w postaci kręgu betonowego z dnem o średnicy wewnętrznej 2 m. W pokrywie zaprojektowano otwór o średnicy 1,0 m. Prąd morski pochodzący z falowania wpływa przez otwory boczne, a znaczna część energii prądu morskiego zostaje skierowana do góry. Wypływająca woda przez otwór górny powoduje powstanie różnicy ciśnień pomiędzy dnem a górą elementu, co prowadzi do stabilizacji elementu na dnie. Część energii fali przechodzi przez otwory boczne redukując ciśnienie wewnętrzne i przeciwdziałając przewróceniu elementu. Powierzchnia elementu – porowata, ułatwiająca przyczepność flory poroślowej.

Element wykonany z betonu C35/45 z zastosowaniem włókien polimerowych (mieszanka polipropylenu i polietylenu). Dodatek włókien z tworzywa sztucznego zapobiega powstawaniu rys skurczowych tworzących się w okresie skurczu chemicznego betonu (zarówno wewnętrznego, jak i zewnętrznego). Powstające w betonie zbrojonym włóknami rysy skurczowe charakteryzują się małą rozwarością, a co za tym idzie poprawiają szczelność elementu, odporne są też na brak zasadowości betonu (korozja stali). Receptura betonu została zatwierdzona przez Urząd Morski w Słupsku w dniu 23.09.2014 roku.



Rys. 1. Projekt modułu siedliskowego

Zatwierdzono skład mieszanki betonowej na bazie cementu CEM I 42,5N-HSR-NA oraz kruszyw granodiorytowych 2-8, 8-16.

2. Produkcja

Rozpoczęcie produkcji nastąpiło w dniu 23.09.2014 roku. Łączna ilość modułów, którą należało wyprodukować do 30.06.2015 roku wynosiła 2516 sztuk. Produkcja odbywała się na terenie WWB Chojna Beton sp. z.o.o. w polotnicznych hangarach. Dobra izolacja oraz konstrukcja zapewniły utrzymywanie temperatury w granicach 20 do 25 stopni Celsjusza, co było istotną kwestią z uwagi na konieczność rozformowywania modułów po 20 godzinach.



Fot. 1. Hangar produkcyjny



Fot. 2. Hangar Produkcyjny

Dzienna produkcja wynosiła 11 modułów siedliskowych, które należało rozformować oraz przetransportować na skład magazynowy. Z uwagi na brak elementów stalowych w modułach siedliskowych, zaprojektowano specjalne podkłady do rozformowywania, jak i do dojrzewania. Beton dostarczany do formowania modułów siedliskowych o konsystencji S3 po wleciu do formy wibrowany był buławami. Duża ilość otworów w każdym module utrudniała wibrowanie betonu, co determinowało zastosowanie buław o określonych parametrach. Jednym z wymagań zamawiającego był struktura powierzchni

każdego modułu, powinien być porowaty na każdej powierzchni, ułatwiająca przyczepność. Dzięki zastosowaniu określonych procedur uzyskano zadawalający efekt dotyczący wytrzymałości betonu w wyrobie, jak i wyglądu modułu siedliskowego. Każdy moduł wyprodukowany był z 2,46 m³ betonu, z uwagi na konieczność zachowania warunku zamawiającego o minimalnej wadze każdego elementu bez względu na wysokość 5 ton. Uzyskano wagę elementu wynoszącą 5,7 tony, co z kolei ograniczało ilość transportowanych elementów na samochodach dostawczych do 4 sztuk. Zgodnie z założeniami produkcję zakończono 30.06.2015 roku. Wyprodukowano dodatkowo 8 sztuk, które uległy uszkodzeniu podczas montażu i przeładunków na barki.



Fot. 3. Moduł siedliskowy

3. Montaż

Zgodnie z założeniami projektu moduły siedliskowe przeznaczone jako elementy uzupełniające przerwy pomiędzy progami kamiennymi i na ich zakończeniach. Moduły zostały umieszczone wzdłuż linii brzegowej na różnych głębokościach. Wysokość wody nad pokrywą górną elementu wynosi od 1,2 m do 2 m. Moduły siedliskowe mają spełniać dwie funkcje:

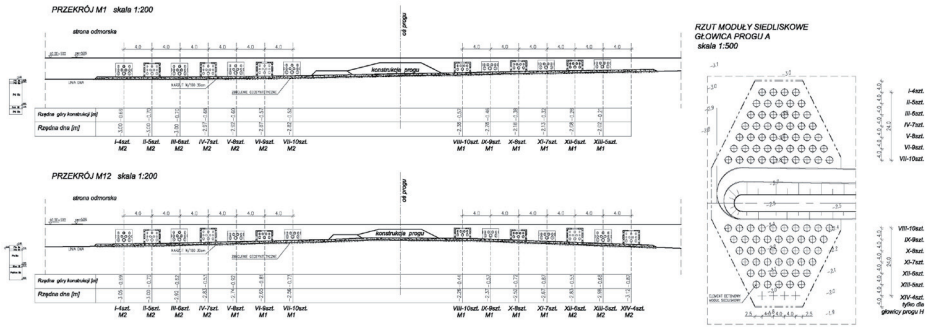
- stanowią siedlisko rozrodcze dla roślin i zwierząt morskich,
- pochłaniają energię fal, zatrzymują rumowisko zbierane z plaży oraz akumulują rumowisko przerzucone przez próg.

Transport modułów na plac składowy odbywał się samochodami ciężarowymi. Następnie moduły ładowane były na barki transportowe.

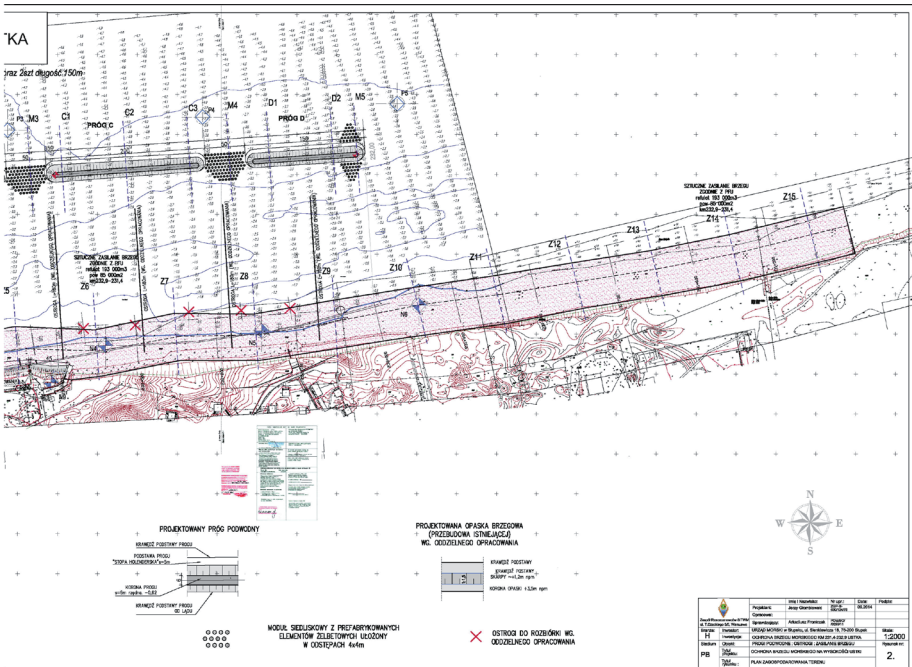


Fot. 4. Załadunek na barkę

Montaż odbywał się zgodnie z projektem wykonawczym w trzech miejscowościach, Łeba, Rowy, Ustka.



Rys. 2. Projekt zabudowy siedlisk w Łebie



Rys. 3. Projekt zabudowy siedlisk – Ustka



Fot. 5. Montaż siedlisk

Z uwagi na zmieniające się warunki atmosferyczne zakończenie całej inwestycji planowane jest na połowę 2016 roku.

4. Posumowanie

Mimo wielu trudności i ograniczonego czasu na produkcję cały cykl przebiegł zgodnie z założeniami. Opracowana technologia okazała się skuteczna i efektywna. Współpraca z zamawiającym od momentu projektu do końca realizacji przebiegała wzorcowo. Największym wyzwaniem okazała się kwestia logistyczna, transport modułów na plac magazynowy. Zabezpieczenie określonej ilości modułów do zabudowy ze względu na ograniczone miejsca magazynowe w Łebie, Ustce i Rowach było wyzwaniem, które zostało w pełni zrealizowane. Najważniejszy jest efekt końcowy, który obrazują poniższe zdjęcia.



Fot. 6. Efekt końcowy



Fot. 7. Efekt końcowy

Podziękowania:

- Prezesowi Cementowni ODRA SA Panu Wojciechowi Putra
- Pracownikom firmy Betonlit sp. z o.o.