

Streszczenie

Na przestrzeni wieków działalność człowieka na morzach sprawiła, że obiekty pochodzenia antropogenicznego takie jak platformy wiertnicze, wraki statków i turbiny wiatrowe stały się nieodłącznym elementem środowiska morskiego. Na skutek gwałtownego rozwoju morskiej energetyki wiatrowej w ciągu ostatnich trzech dekad liczba budowli morskich na morzach europejskich znacząco wzrosła. Do roku 2050 na Morzu Bałtyckim może powstać nawet 6000 turbin wiatrowych, co wiązałoby się z wprowadzeniem do środowiska znaczącej liczby sztucznych obiektów w stosunkowo krótkim czasie. Może to wpłynąć na różne elementy środowiska morskiego, w tym na makrozoobentos.

Skład taksonomiczny zespołów makrobentosowych zależy w dużej mierze od rodzaju osadu, na którym występują. Dno piaszczyste lub muliste, w literaturze anglojęzycznej określane mianem „dna miękkiego” (ang. *soft bottom*), stanowi odpowiednie siedlisko dla gatunków żyjących częściowo lub całkowicie pod powierzchnią osadu. Natomiast twarde podłoże, np. głazy, kamienie lub betonowe i metalowe elementy budowli stanowią stabilne podłoże dla osiadłych gatunków przytwierdzających się na stałe do dna. Zespoły makrobentosowe zasiedlające podłoże twarde często charakteryzują się większym bogactwem gatunkowym i zagęszczeniem niż te występujące na dnie miękkim. Wynika to z dużej liczebności osiadłych organizmów filtrujących takich, jak omułki i pąkle. Tworzą one wielowarstwową, trójwymiarową strukturę na płaskiej powierzchni. Taka struktura stanowi sprzyjające siedlisko dla licznych gatunków mobilnych skorupiaków, wieloszczetów i ślimaków.

Biorąc pod uwagę istotne różnice w właściwościach między sztucznym twardym podłożem a naturalnym dnem miękkim, pojawienie się konstrukcji antropogenicznej w środowisku zdominowanym przez osady piaszczyste i muliste może doprowadzić do istotnych zmian w składzie taksonomicznym lokalnych zespołów makrobentosowych. Celem niniejszej pracy było poznanie potencjalnego wpływu budowli morskich na zespoły makrobentosowe w Morzu Bałtyckim. Wybrano trzy problemy badawcze istotne z punktu widzenia ochrony bioróżnorodności w tym ubogim gatunkowo środowisku.

Ze względu na stosunkowo niskie bogactwo gatunkowe i różnorodność biologiczną makrobentosu Morza Bałtyckiego, każdy proces mogący potencjalnie zwiększyć ww. cechy wymaga bliższego zbadania. W ramach pierwszego problemu badawczego porównano zespoły bentosowe zasiedlające naturalne i sztuczne twarde

podłoże w Zatoce Gdańskiej, aby sprawdzić hipotezę mówiącą, że budowla morska może stanowić substytut dla naturalnego podłoża kamienistego oraz siedlisko dla zespołów bentosowych o podobnym składzie taksonomicznym, liczebności, biomasy oraz różnorodności strukturalnej i funkcjonalnej.

Jednym z najczęściej wymienianych w literaturze negatywnych skutków powstawania budowli morskich jest to, że mogą ułatwiać introdukcję i wtórne rozprzestrzenianie gatunków obcych. Problem gatunków obcych jest szczególnie istotny dla Morza Bałtyckiego, które ze względu na swój słonawowodny charakter jest wyjątkowo podatne na inwazje biologiczne.

W ramach drugiego problemu badawczego porównane zostały liczba i zagęszczenie gatunków obcych występujących na naturalnym i sztucznym twardym podłożu w Zatoce Gdańskiej, aby sprawdzić hipotezę, czy sztuczne podłoże stanowi bardziej sprzyjające siedlisko dla gatunków obcych niż naturalne dno kamieniste.

Zespoły bentosowe na twardym dnie często charakteryzują się wysokim zagęszczeniem i biomasą. Może to prowadzić do zwiększonego transportu materii organicznej do dna w pobliżu morskich budowli. Do pewnego stopnia może to stanowić dodatkowe źródło pokarmu dla organizmów makrobentosowych. Jednak nadmiar materii organicznej może prowadzić do obniżenia stężenia tlenu w pobliżu dna i negatywnie wpływać na organizmy bentosowe. Problem hipoksji i anoksji jest bardzo istotny dla Morza Bałtyckiego. Dlatego potencjalne zwiększenie zasięgu tych zjawisk wymaga zbadania. W ramach trzeciego problemu badawczego porównano stężenie tlenu oraz zespoły makrobentosowe na dnie miękkim w różnych odległościach od budowli morskiej, aby sprawdzić hipotezę, że obecność budowli morskiej może prowadzić do istotnego spadku stężenia tlenu rozpuszczonego w wodzie, a w konsekwencji negatywnie wpływać na bezkręgowce bentosowe.

Zbiór prób przeprowadzono na trzech stacjach badawczych w Zatoce Gdańskiej w okresie od lipca 2015 do listopada 2017. Próby makrozoobentosu zebrano z trzech typów podłoża: sztucznego twardego podłoża (budowle morskie z okresu II Wojny Światowej), naturalnego twardego podłoża (głazy pochodzące z erozji klifów) oraz naturalnego piaszczystego dna w pobliżu jednej z budowli. Próbkę z budowli zostały zebrane na kilku głębokościach (0, 2, 4 i 8 m). Próby makrozoobentosu z dna piaszczystego pobierano w odległości 1, 7 i 50 m od budowli. Oprócz tego w podanych odległościach prowadzono długoterminowe pomiary temperatury i stężenia tlenu.

Uzyskane wyniki wykazały, że zespół makrobentosowy zasiedlający sztuczne podłoże różni się od zespołu na naturalnym podłożu kamienistym. Zespół zasiedlający budowlę charakteryzował się niższym bogactwem gatunkowym, ale większą biomasą organizmów. Różnorodność funkcjonalna makrozoobentosu była stosunkowo niska na obu typach podłoża, ze względu na dominację cech biologicznych reprezentowanych przez osiadłe gatunki filtratorów.

Bezpośrednie porównanie zespołów z naturalnego i sztucznego podłoża na tej samej głębokości nie wykazało, aby podłoże sztuczne stanowiło siedlisko bardziej sprzyjające gatunkom obcym. Liczba gatunków obcych i ich udział w całkowitym zagęszczeniu makrozoobentosu były wyższe na podłożu naturalnym. Jednakże niektóre gatunki obce występowały licznie na mniejszych głębokościach, na których występowało wyłącznie sztuczne podłoże.

Zaobserwowano spadek stężenia tlenu w pobliżu budowli. Średnie stężenie tlenu z pięciu miesięcy było o $0.6 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ niższe w odległości 1 m od budowli niż w odległości 7 i 50 m. We wrześniu, październiku i listopadzie 2017 r różnica w średniej miesięcznej wynosiła $1.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$. Największa zaobserwowana różnica w pojedynczym pomiarze wyniosła $3.7 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$. Jednakże ten spadek stężenia tlenu nie miał znaczącego negatywnego wpływu na zespoły makrobentosowe zasiedlające dno piaszczyste. Bogactwo gatunkowe, zagęszczenie i biomasa makrozoobentosu w bliskim sąsiedztwie budowli były na ogół zbliżone lub wyższe niż w odległości 50 m.

Podsumowując, wpływ budowli morskich na zespoły makrobentosowe przejawia się głównie wysokim zagęszczeniem i biomasą na samych strukturach oraz na dnie miękkim w ich bezpośrednim sąsiedztwie. Potencjalny pozytywny wpływ na różnorodność biologiczną jest niepewny, ponieważ zespoły te są silnie zdominowane przez pojedyncze gatunki i nie stanowią substytutu dla zespołów naturalnego twardego podłoża. Ponadto tworzenie dogodnych siedlisk dla gatunków obcych, szczególnie na mniejszych głębokościach, stanowi potencjalne zagrożenie dla bioróżnorodności. Wysokie zagęszczenie i biomasa makrofauny na budowli powoduje spadek stężenia tlenu w ich pobliżu, jednak nie w stopniu, który negatywnie wpływałby na zespoły makrobentosowe.

