

Porty morskie, miejsca silnie zurbanizowane i zmodyfikowane przez oraz dla potrzeb człowieka są często pomijane w badaniach. Uważa się je za miejsca nietypowe i nienaturalne. Skład ilościowy i jakościowy występujących tam zespołów organizmów morskich może wydawać się niereprezentatywny. Badacze częściej skupiają się na procesach ekologicznych zachodzących na otwartym morzu lub w strefie przybrzeżnej. Tymczasem wpływ antropogeniczny na środowisko portowe przejawia się nie tylko modyfikacją wybrzeża morskiego, ale również obecnością statków i przeładunkiem towarów o różnych parametrach fizyko-chemicznych. Jest to przeładunek z jednostek pływających na ląd, jak również z lądu na statki. Wymiana materiałów prowadzi często do niezamierzonych zanieczyszczeń tego środowiska. W obszarze portów występują substancje, które na skutek wypadku, awarii lub umyślnego zrzutu mogą stanowić zagrożenie dla środowiska morskiego. Z drugiej strony, wprowadzenie sztucznego podłoża (betonowe konstrukcje umacniające nabrzeża) może być korzystne dla wielu osiadłych gatunków roślin i zwierząt, ponieważ zwiększa powierzchnię wolnego podłoża i tym samym przyczynia się do rozwoju epiflory i epifauny, a w Konsekwencji wzrostu różnorodności. Literaturowe dane oraz przeprowadzone badania w wielu przypadkach wykazały obecność dużej różnorodności organizmów morskich w przestrzeniach statkowych. Dużym problemem jest wymiana wód balastowych, która wraz z zawartością organizmów w obszarze portowym, przy sprzyjających warunkach otaczającego środowiska, takich jak: temperatura, zasolenie, natlenienie i obecność odpowiedniego podłoża, może prowadzić do rozprzestrzeniania się organizmów niepożądanych dla danego obszaru. Dostrzegając zagrożenia, w 2004 roku Międzynarodowa Organizacja Morska - IMO ([ang. International Maritime Organisation](#)) opracowała Międzynarodową Konwencję o Kontroli i Zarządzaniu Wodami Balastowymi i Osadami na Statkach - BWT ([ang. Requirements and Latest Systems of Ballast Water Treatment](#)). Podjęto próby oszacowania zespołów organizmów morskich pod względem występowania gatunków nierodzimych lub inwazyjnych przenoszonych przez statki, zarówno na ich kadłubach, jak i przez wody balastowe. Zarządy portów poprzez ich służby odpowiedzialne za ochronę środowiska są zainteresowane i odpowiedzialne za stan bioróżnorodności akwatoriów portowych. Dlatego bioróżnorodność wydaje się być niezwykle ważnym elementem, który powinien być stale monitorowany.

Przedstawiona praca skupia się na kompleksowym rozpoznaniu bioróżnorodności i wybranych procesów ekologicznych w basenach portowych polskiej strefy Morza Bałtyckiego. Celem tej pracy jest zbadanie unikalnego pod wieloma względami środowiska. Do badań wybrano porty: Gdańsk, Gdynia i Władysławowo. W każdym z nich wytypowano trzy stacje badawcze, które w zależności od odległości wejścia do portu od strony morza, nazwano stacją zewnętrzną, środkową i wewnętrzną. Na stacjach tych w latach 2011 i 2012 przeprowadzono szerokie spektrum poboru prób, eksperymentów i pomiarów parametrów środowiskowych.

W pracy postawiono następujące cele i pytania badawcze:

- 1) jaka jest bioróżnorodność oraz struktura zespołów zooplanktonowych i epifauny w portach Gdańsk, Gdynia i Władysławowo;
- 2) jaki jest stopień podobieństwa zespołów zooplanktonowych i epifauny występujących w portach Gdańsk, Gdynia i Władysławowo;
- 3) czy poszczególne porty (Gdańsk, Gdynia i Władysławowo) są środowiskami jednorodnymi, w których brak jest różnic w strukturze zespołów zooplanktonowych i epifauny związanych z lokalizacją stacji wewnątrz portów;

- 4) czy poszczególne porty (Gdańsk, Gdynia i Władysławowo) różnią się pod względem badanych w pracy procesów ekologicznych (sezonowość występowania organizmów, okresy kolonizacji, sukcesja);
- 5) czy istnieją organizmy bądź populacje gatunków obcych w portach Gdańsk, Gdynia i Władysławowo.

Osiągnięcie postawionych celów i odpowiedź na powyższe pytania pozwoliło na weryfikację czterech hipotez badawczych:

H1: Zbiorowiska zooplanktonu oraz epifauny różnią się pomiędzy wybranymi portami Bałtyku Południowego (Gdańsk, Gdynia i Władysławowo).

H2: Zbiorowiska zooplanktonu oraz epifauny różnią się pomiędzy stacjami wewnątrzportowymi w badanych akwatoriach portów Bałtyku Południowego (Gdańsk, Gdynia i Władysławowo).

H3: Procesy ekologiczne (sezonowość występowania organizmów, okresy kolonizacji, sukcesja) w portach Gdańsk, Gdynia i Władysławowo różnią się pomiędzy sobą.

H4: Porty Gdańsk, Gdynia i Władysławowo są akwenami, w których występują nowe, niezarejestrowane do tej pory w tych obszarach, organizmy obce.

W celu zbadania parametrów środowiskowych przez okres dwóch lat w okolicy zatopionych metalowych konstrukcji w comiesięcznych odstępach badano temperaturę, zasolenie oraz pozorną przezroczystość w słupie wody przy pomocy krążka Secchiego. Wartości zasolenia i temperatury dla trzech stacji w danym porcie były bardzo do siebie zbliżone, a trendy zmian podobne w dwu latach badań. W tym czasie zauważono również niższe średnie zasolenie (o ok. 1 PSU) w Porcie Gdańsk, niż w pozostałych portach.

W 2011 r. na każdej z wytypowanych stacji we wszystkich portach w cyklach comiesięcznych pobierano próby zooplanktonowe. We wszystkich badanych portach stwierdzono obecność 43 taksonów zooplanktonu. Skład taksonomiczny w poszczególnych portach różnił się nieznacznie. Średnia liczebność osobników pomiędzy portami nie różniła się istotnie statystycznie. Największe średnie zagęszczenie osobników zanotowano w Porcie Gdańsk. Najmniejszą średnią liczebność zaobserwowano w Porcie Władysławowo. Zauważono istotne statystycznie różnice w średniej liczbie taksonów pomiędzy portami Gdańsk - Władysławowo. Największe średnie bogactwo gatunkowe występowało w porcie Gdańsk, najmniejsze natomiast w Porcie Władysławowo. Dla wszystkich badanych portów największe liczebności osobników odnotowano w ciepłych miesiącach letnich, najmniejsze w chłodnych miesiącach zimowych. W badanych przestrzeniach portowych nie zaobserwowano gatunków obcych.

W celu zbadania bioróżnorodności i sezonowości występowania organizmów osiadłych na każdej z wytypowanych stacji w badanych portach zatopiono na dnie metalowe konstrukcje z zainstalowanymi zestawami płytek HIPS, które po miesięcznej ekspozycji pod wodą wyciągano i zabierano do analizy, a w ich miejsce instalowano nowe i zatapiano. Proces ten powtarzano przez okres dwóch lat. Organizmy reprezentowane były przez 12 taksonów, z czego sześć należało do organizmów osiadłych i te wzięto pod uwagę podczas dalszych analiz statystycznych. Nie znaleziono istotnych statystycznie różnic pomiędzy portami zarówno pod względem liczebności, jak i bogactwa gatunkowego. Największe liczebności oraz bogactwo gatunkowe zanotowano w miesiącach letnich. Brak organizmów notowano w miesiącach zimowych. We wszystkich trzech portach pod względem liczebności dominowała pąkla *Amphibalanus improvisus*, stanowiąc powyżej 98% w portach Gdańsk i Gdynia, a w Porcie Władysławowo 88 % liczby osobników na płytkach.

W celu zbadania biomasy zespołów epifauny osiadłej po rocznym okresie sukcesji, na każdej z wytypowanych stacji we wszystkich portach zatopiono na dnie konstrukcje metalowe z zainstalowanymi zestawami płytek eksperymentalnych HIPS, które poddano rocznej ekspozycji pod wodą. Proces ten powtórzono w następnym roku badań. Zebrane organizmy

reprezentowane były przez siedem taksonów. Analizowano tylko organizmy osiadłe. Biomasa osobników epifauny pomiędzy badanymi portami nie różniła się istotnie statystycznie, natomiast liczba taksonów była statystycznie istotnie wyższa w Porcie Gdynia w porównaniu do Władysławowa. Pod względem struktury ilościowo-jakościowej Port Władysławowo różnił się od pozostałych portów, co wykazały analizy wieloskalowe. Gatunkiem dominującym pod względem biomasy w każdym porcie była pąkla *A. improvisus*.

W 2012 roku w celu zbadania bioróżnorodności w okolicy zatopionych metalowych konstrukcji przy powierzchni i przy dnie jednorazowo pobrano próby z twardych powierzchni (umocnień portowych) przy pomocy nurka. Oznaczono 31 taksonów, wśród których sześć zaliczono do organizmów osiadłych, a pozostałe, ze względu na większą mobilność, zaliczono do epifauny stowarzyszonej. Zmienność liczby osobników, biomasy, liczby taksonów epifauny osiadłej i stowarzyszonej była istotna statystycznie pomiędzy portami. Największą średnią liczbę organizmów osiadłych oraz stowarzyszonych zanotowano w Porcie Władysławowo. Tutaj zaobserwowano również największą średnią biomasę osobników osiadłych i stowarzyszonych. Port Władysławowo charakteryzował się również największym bogactwem gatunkowym epifauny osiadłej i stowarzyszonej. Niższe wartości średniej liczby osobników, biomasy oraz liczby taksonów fauny osiadłej i stowarzyszonej zanotowano dla portów Gdańsk i Gdynia, a różnice pomiędzy tymi portami nie były istotne statystycznie. Na różnice między portami mógł mieć wpływ inny czas poboru próbek, które w Porcie Gdańsk i Gdynia były pobierane w sierpniu, natomiast w Porcie Władysławowo - w październiku. Średnia biomasa organizmów osiadłych przekraczała wielokrotnie biomasę organizmów stowarzyszonych w każdym porcie. Pod względem bogactwa gatunkowego na każdej stacji dominowały gatunki stowarzyszone.

Na podstawie otrzymanych wyników badań odpowiedziano na postawione sobie cele i pytania badawcze: 1) rozpoznana bioróżnorodność zespołu zooplanktonu oraz epifauny osiadłej w portach Gdańsk, Gdynia i Władysławowo jest relatywnie bogata i ma poziom odpowiadający typowym akwenum o podobnym poziomie zasolenia; 2) obraz podobieństwa zespołów biologicznych pomiędzy portami nie jest jednorodny dla poszczególnych elementów badanej fauny. Zespoły zooplanktonowe i epifauny na płytkach HIPS nie różniły się statystycznie pod względem bogactwa gatunkowego pomiędzy badanymi portami. Wszelkie różnice pomiędzy portami (Gdańsk - Władysławowo, Gdynia - Władysławowo) wyrażały się odmiennymi proporcjami w ilości osobników poszczególnych gatunków, czyli strukturą zbiorowisk. Natomiast epifauna osiadła i stowarzyszona z umocnień portowych w porcie Władysławowo wyodrębniła się na tle pozostałych portów (Gdańsk i Gdynia). Zespoły te charakteryzowały się tam największą liczbą osobników, taksonów oraz największą biomasą; 3) tak jak w przypadku różnic pomiędzy poszczególnymi portami, tak i w przypadku analiz fauny pomiędzy stacjami badawczymi w portach obraz podobieństw dla badanych elementów faunistycznych nie jest jednorodny. Nie odnotowano istotnych statystycznie różnic w poszczególnych portach pomiędzy stacjami w liczebności oraz bogactwie gatunkowym zarówno dla zooplanktonu jak i epifauny. Jak wykazały badania składu ilościowego i jakościowego zespołów zooplanktonowych i epifauny osiadłej, Porty Gdańsk, Gdynia i Władysławowo są to środowiska biologicznie jednorodne. Stwierdzono brak istotnych różnic w strukturze w/w zespołów związanych z lokalizacją występowania w tychże portach. W przypadku liczby osobników i biomasy epifauny osiadłej i stowarzyszonej występującej na umocnieniach portowych zanotowano różnice pomiędzy poszczególnymi stacjami. Różnice te były obserwowane we wszystkich trzech portach; 4) procesy ekologiczne w portach Gdańsk, Gdynia i Władysławowo są pod silną kontrolą zmienności sezonowej parametrów środowiskowych. Zarówno bogactwo gatunkowe, jak i liczebność organizmów różniła się znacznie pomiędzy sezonami. Dotyczyło to zarówno zooplanktonu jak i epifauny. Generalnie w sezonie letnim te dwa parametry biologiczne miały najwyższe wartości,

natomiast w zimie najniższe. Sezonowość występowania organizmów, okresy kolonizacji i przebieg sukcesji pomiędzy badanymi portami, a nawet wewnątrz portów pomiędzy stacjami nie różniły się; 5) szczegółowe analizy stwierdziły obecność organizmów i populacji gatunków nierodzimych w portach Gdańsk, Gdynia i Władysławowo. Były to jednak gatunki już wcześniej notowane na polskim wybrzeżu (np. *Acartia tonsa*, *Palemon elegans*, *Rhithropanopeus harrisi*, *Neogobius melanostomus*). Na bazie otrzymanych wyników nie stwierdzono jednak gatunków obcych, które byłyby ostatnio introdukowane i dotychczas nieopisane. Na podstawie wyżej wspomnianych wniosków zweryfikowano hipotezy badawcze. Potwierdzono hipotezę H1: Zbiorowiska zooplanktonu oraz epifauny różnią się pomiędzy wybranymi portami Bałtyku Południowego (Gdańsk, Gdynia i Władysławowo). Hipoteza H2: Zbiorowiska zooplanktonu oraz epifauny różnią się pomiędzy stacjami wewnątrzportowymi w badanych akwatoriach portów Bałtyku Południowego (Gdańsk, Gdynia i Władysławowo) została odrzucona dla zbiorowisk zooplanktonu oraz epifauny, które nie różnią się pomiędzy stacjami wewnątrz portowymi, natomiast w przypadku epifauny na umocnieniach portowych hipoteza ta została potwierdzona. Odrzucono hipotezę H3: Procesy ekologiczne (sezonowość występowania organizmów, okresy kolonizacji, sukcesja) w portach Gdańsk, Gdynia i Władysławowo różnią się pomiędzy sobą. Hipoteza H4: Porty Gdańsk, Gdynia i Władysławowo są akwenami, w których występują nowe, niezarejestrowane do tej pory w tych obszarach, organizmy obce. Hipoteza ta została odrzucona.

W przedstawionej pracy dostarczono informacji o sezonowej zmienności bioróżnorodności, struktury ilościowej poszczególnych składników biotycznych i procesów ekologicznych obszaru badań. Rozpoznano porty Gdańsk, Gdynia i Władysławowo jako miejsca tętniące życiem wynikającym zarówno z procesów związanych z przeładunkiem, jak i życiem podwodnym. Praca ta nie ukazała przestrzeni portowych jako rezerwuarów fauny obcej, niemniej jednak ukazała, że są to miejsca biologicznie aktywne. Porty Gdańsk i Gdynia ze względu na ich specyfikę, czyli ruch jednostek pływających z całego świata, są potencjalnymi platformami transportowymi gatunków obcych zagrażających faunie rodzimej. Są więc miejscami godnymi ciągłego monitorowania. Praca ta tworzy podstawy do dalszych działań naukowych oraz monitoringu przestrzeni portowych Gdańska, Gdyni i Władysławowa.