

Krystian Obolewski¹, Paweł Burandt², Katarzyna Glińska-Lewczuk²

ESTUARIUM RZEKI WIEPRZY JAKO SIEDLIŚKO BEZKRĘGOWCÓW DENNYCH

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki badań nad strukturą ilościowo-jakościową makrozoobentosu w warunkach ujściowych odcinków rzek na przykładzie estuarium rzeki Wieprzy. Badania obejmowały obszar portu w Darłowie oraz strefę przybrzeżną Bałtyku w rejonie ujścia rzeki. W trakcie prowadzonych prac zidentyfikowano 18 taksonów należących głównie do Mollusca (6 taksonów), Crustacea (4 taksony), Polychaeta (3 gatunki), Insecta (3 taksony). Zagęszczenie makrozoobentosu osiągnęło najwyższe wartości w strefie kontaktu wód rzecznych z morzem, podczas gdy największą biomasa tych organizmów stwierdzono w strefie przybrzeżnej. Wskaźniki bioróżnorodności malały wraz ze wzrostem udziału słonych wód morskich w estuarium. Pomimo negatywnego oddziaływania funkcjonowania portów morskich na faunę denną wewnątrz estuariów rzecznych, możliwe jest podjęcie działań zwiększających bioróżnorodność tych siedlisk poprzez planowe wdrażanie systemu zarządzania środowiskowego w portach.

Słowa kluczowe: makrozoobentos, port morski, rzeka, strefa przybrzeżna, Wieprza.

WSTĘP

Charakterystyczną cechą ujść rzecznych są procesy mieszania się wód, spowodowane dopływem wód słodkich i mieszaniem wiatrowym, a w następstwie przemieszczanie się w górę rzeki wód morskich, czyli tzw. cofki. Ujścia większości rzek są zmienione wskutek regulacji i umocnień. Dotyczy to zwłaszcza rzek, w których ujściach rozwinęły się porty morskie, a gdzie zasięg oddziaływania wód morskich jest zazwyczaj niewielki. Na obszarze Wybrzeża Środkowego występuje szereg niewielkich portów morskich, których lokalizacja związana jest z ujściem rzek. Jednym z najbardziej dynamicznie rozwijających się niewielkich portów jest Darłowo [www.port.darlowo.pl/]. Główny kanał portowy stanowi ujście rzeki Wieprzy, której estuarium jest stale pogłębiane w celu przyjmowania odpowiednio dużych jednostek pływających. Zabiegi tego typu wpływają destrukcyjnie na biocenozę denną, a w szczególności faunę bentosową. Zarządy portów próbują neutralizować negatywne skutki swojej działalności wprowadzając proekologiczne działania w ramach wdrażania systemu zarządzania środowiskowego (EMS – *Environmental Management*

¹ Zakład Ekologii, Instytut Biologii i Ochrony Środowiska, Akademia Pomorska w Słupsku, ul. Arciszewskiego 22B, 76-200 Słupsk, e-mail: obolewsk@apsl.edu.pl

² Katedra Melioracji i Kształtowania Środowiska, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Plac Łódzki 2, 10-759 Olsztyn

System, Melnyk i in. 2003). Jednak zastosowanie takiego systemu powinno być poprzedzone szczegółową analizą obecnego stanu środowiska.

Jak wykazały badania, estuaria w wyniku ścierania się środowiska słodko- i słonowodnego tworzą dużą mozaikę siedlisk. W celu ochrony tych układów przyrodniczych odcinki ujściowe rzek zostały włączone do programu Natura 2000 jako habitaty o kodzie 1130 [Warzocha 2003]. Estuaria mogą być dogodnym miejscem rozwoju dla wielu gatunków fauny, szczególnie tych o dużej plastyczności ekologicznej [Piesik i in. 1996]. Miejsca te zasiedlane są zarówno przez gatunki rodzime, jako wtórne refugia ich występowania i rozprzestrzeniania się, a także przez taksony inwazyjne lub zwiększające swoje terytoria, takie jak np. *Merenzelleria neglecta* [Gruszka 2004, Sikorski, Bick 2004; Żmudziński 1996]. Jak dowodzą liczne zabiegi o charakterze renaturyzacyjnym, układy siedliskowe kształtowane przez człowieka mogą stanowić wartościowe fragmenty przestrzeni przyrodniczej skupiające unikalne gatunki flory i fauny [Twerd 2011].

Niniejsza praca stanowi próbę scharakteryzowania bentofauny w warunkach silnej antropopresji. Celem opracowania było określenie struktury jakościowo-ilościowej fauny dennej na obszarze estuarium rzeki Wieprzy składającego się z koryta rzecznego (port) i strefy otwartego morza.

OBSZAR BADAŃ

Port Morski Darłowo jest portem handlowo-rybackim, leżącym w ujściu rzeki Wieprza (54° 26' 30'' N, 16° 22' 54'' E). Obejmuje on niemal trzykilometrowy odcinek estuarium Wieprzy, powyżej ujścia do Morza Bałtyckiego. Port Darłowo w ograniczonym zakresie pełni wszystkie typowe funkcje gospodarcze polegające na:

- przeładunkach towarów w obrocie krajowym i zagranicznym;
- skupie, składowaniu, przetwórstwie i sprzedaży ryb morskich;
- dokonywaniu remontów, konserwacji kadłubów i silników okrętowych;
- świadczeniu usług dla postoi jednostek z pełną obsługą serwisową w postojach między rejsowych;
- przyjmowaniu i świadczeniu usług dla jednostek sportowo – rekreacyjnych [www.port.darlowo.pl/].

W celu określenia ilościowo-jakościowej struktury fauny, na obszarze portu wyznaczono sześć stanowisk i zlokalizowano je w głównym nurcie rzeki w zakresie głębokości od 3,0 do 6,5 m. Pierwsze trzy znajdowały się w strefie wewnętrznej estuarium, a kolejne w strefie środkowej tj. na styku wód rzecznych i morskich (rys. 1). Poszczególne stanowiska badawcze posiadają następujące cechy:

Stanowisko 1 - położone powyżej dopływu rzeki Grabowej w odległości ponad 2 km od ujścia Wieprzy do morza, brzegi porośnięte roślinnością krzewiastą, głębokość wody na stanowisku wynosi średnio 3,35 m;

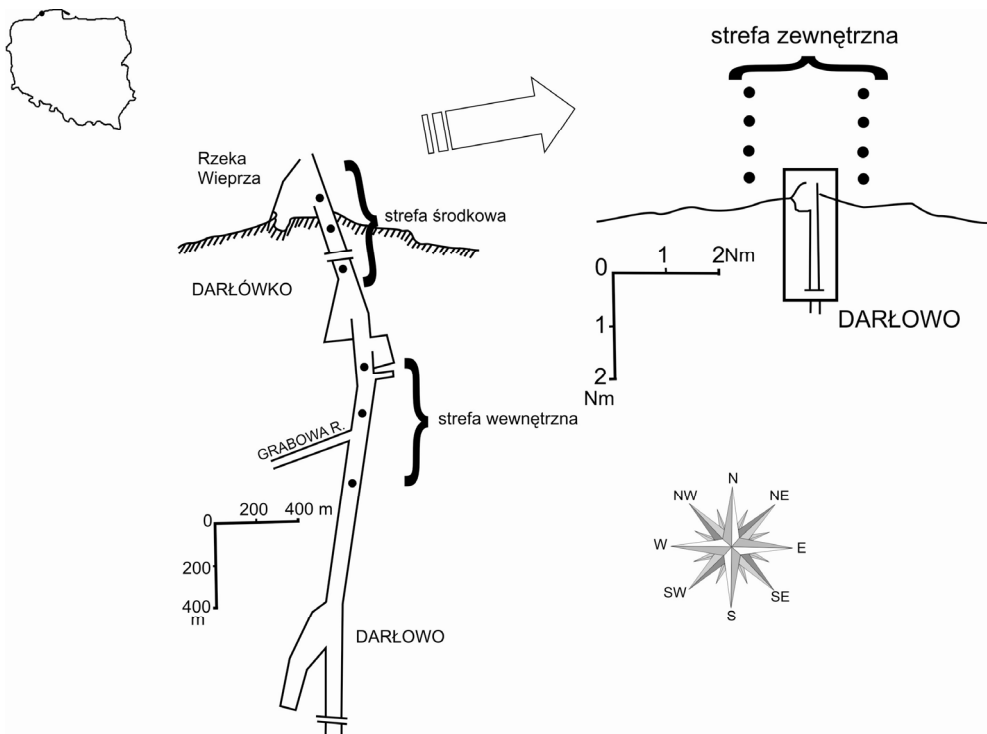
Stanowisko 2 – położone poniżej rzeki Grabowej w odległości około 1,7 km od ujścia Wieprzy do morza, prawy brzeg wybetonowany a lewy porośnięty drzewami i roślinnością krzewiastą, głębokość wody na stanowisku wynosi 3,55 m;

Stanowisko 3 - położone powyżej Basenu Rybackiego, w odległości około 1,4 km od ujścia Wieprzy do morza, prawy brzeg wybetonowany a lewy porośnięty drzewami i roślinnością krzewiastą, głębokość wody na stanowisku 3,65 m;

Stanowisko 4 - położone poniżej Nabrzeża Warsztatowego w odległości około 1 km od ujścia Wieprzy do morza; brzegi wybetonowane, głębokość wody na stanowisku 4,95 m;

Stanowisko 5 - położone na wysokości Nabrzeża Kołobrzesckiego w odległości 0,6 km od ujścia Wieprzy do morza, brzegi wybetonowane, głębokość wody na stanowisku 5,65 m;

Stanowisko 6 – położone na wysokości główek falochronu; 0,2 km od ujścia Wieprzy, głębokość wody na stanowisku 6,70 m



Rys. 1. Lokalizacja punktów badawczych w rejonie estuarium Wieprzy w Darłowie
Fig. 1. Location of sampling sites within the estuary of the Wieprza River in Darłowo

W strefie przybrzeżnej Bałtyku w rejonie estuarium, wyznaczono dwa profile badawcze usytuowane poprzecznie do brzegu, stanowiące strefę zewnętrzną (rys. 1). Profile badawcze tworzyły transekty w odległości 1 Nm na wschód (E) i w odległości 1 Nm na zachód (W) względem ujścia rzeki. Każdy transekt składał się z 4 stanowisk pomiarowych.

MATERIAŁ I METODY

Badania dotyczyły rozpoznania struktury jakościowo-ilościowej makrofauny dennej w kanale portowym i 3-milowej strefie przybrzeżnej u ujścia rzeki Wieprzy do Bałtyku (rys. 1). Próbkę makrozoobentosu zbierano latem (lipiec-sierpień) 2003 roku używając chwytaka dna typu Petersena o powierzchni 225 cm² (próbki ilościowe). Równocześnie przy pomocy trójkątnej drągi dennej o boku wlotu 30 cm i prześwicie oczek 1 mm pobierano próbki jakościowe. Na wytypowanych 14 stanowiskach wykonywano po 2-3 powtórzenia chwytakiem dna. Łącznie pobrano 70 próbek.

Pobrane materiały biologiczne przesiewano na sicie bentosowym o średnicy oczka wynoszącej 1 mm. Zebrany materiał konserwowano w 4% roztworze formaldehydu mrówkowego. W laboratorium materiał segregowano, a liczebność zwierząt bezkręgowych odnoszono do 1 m². Masę moką przedstawicieli bentosu, po uprzednim osuszeniu okazów na bibule filtracyjnej określano na wadze laboratoryjnej z dokładnością do 0,01 g i odnoszono do 1 m² powierzchni dna.

Obliczenia wskaźnika różnorodności biologicznej Shannona (H') i równocześnie gatunkowej Pielou (J') wykonano za pomocą programu Biodiversity Pro. 1.0. Wizualizację rozkładu zagęszczenia bentosu w strefie estuarium rzeki Wieprzy określono z wykorzystaniem programu Statistica wersja 10.0 PL.

Równocześnie z badaniami biologicznymi wykonywano pomiary głębokości dna skalowaną linią oraz pomiary fizykochemiczne wody. Bezpośrednio w terenie mierzone poziomy zasolenia z użyciem solomierza Elmetron CC-401, odczyn pH i koncentrację tlenu rozpuszczonego z wykorzystaniem miernika wieloparametrycznego Elmetron CX-401. Pozostałe parametry fizyko-chemiczne wód (BZT₅, mineralne formy azotu i fosforu) wykonano w laboratorium z wykorzystaniem spektrofotometru Hach-Lange DR-2800.

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Stan środowiska wodnego

Jakość wód w poszczególnych strefach estuarium rzeki Wieprzy różniła się istotnie. Wraz z naporem wód morskich zwiększało się zasolenie wód w rejonie ujścia rzeki. W wewnętrznej strefie estuarium wartość tego parametru była charakterystyczna dla wód słodkich (0,65 PSU), podczas gdy w strefie zewnętrznej wzrastała blisko 10-krotnie (5,97 PSU). Niemniej jednak, stwierdzony stopień zasolenia był typowy dla wód przybrzeżnych południowego Bałtyku [Żmudziński 2000]. Podobny rozkład wartości jak w przypadku zasolenia obserwowano w stosunku do nasycenia wody tlenem i poziomu BZT₅. Stężenie fosforu fosforanowego ulegało zmniejszeniu w kierunku ujścia rzeki Wieprzy do morza, osiągając najniższą koncentrację w wewnętrznej strefie estuarium. W strefie środkowej estuarium, czyli o największej miksi wód słodkich (rzecznych) z słonawymi (morskimi,) odnotowano najwyższe stężenia badanych form azotu (tab. 1).

Tabela 1. Średnie wartości parametrów fizyczno-chemicznych wody estuarium rzeki Wieprzy
Table 1. Mean values of physico-chemical parameters of water in the Wieprza River estuary

Parametr	Strefa		
	Wewnętrzna-górna część estuarium	Wewnętrzna środkowa część estuarium	Zewnętrzna (morska strefa przybrzeżna)
Średnia głębokość (m)	3,52	5,76	13,94
Zasolenie (PSU)	0,65	2,87	5,97
pH	7,39	7,55	7,48
Nasylenie tlenem (%)	76,43	88,65	92,55
BZT ₅ BOD ₅ (mg L ⁻¹)	7,54	9,03	9,22
NO ₃ (mg N-NO ₃ L ⁻¹)	1,09	1,43	0,76
NO ₂ (mg N-NO ₂ L ⁻¹)	0,017	0,024	0,018
NH ₄ (mg N-NH ₄ L ⁻¹)	0,10	0,23	0,09
PO ₄ (mg P-PO ₄ L ⁻¹)	0,78	0,47	0,15

Zagęszczenie i biomasa bentofauny

Charakterystyka bentosu

Wśród organizmów bentosowych w estuarium rzeki Wieprzy zidentyfikowano 18 taksonów. W wewnętrznej strefie estuarium zidentyfikowano 10 taksonów bezkręgowców dennych, w strefie środkowej 9 a zewnętrznej 8 (tab. 2). Wśród nich największe zagęszczenie osiągnęły Oligochaeta i Crustacea licznie reprezentowane przez *N. integer* i *Gammarus fossarum* (Koch, 1835). Największe zagęszczenie cechowało grupę Crustacea ($\bar{x}=847$ osobn. m⁻²), natomiast najniższe - larwy Insecta ($\bar{x}=20$ osobn. m⁻²). Skorupiaki, pod względem ilościowym reprezentowały przede wszystkim *Neomysis integer* (Leach, 1814), szczególnie obficie występujące w ujściowym odcinku rzeki Wieprzy.

Średnia wartość biomasy była silnie skorelowana ze wzrostem zasolenia w estuarium Wieprzy. O uzyskanych wartościach masy organizmów bentosowych decydowały głównie mięczaki, wśród których w strefie wewnętrznej i środkowej przeważała *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771), a w zewnętrznej *Mytilus edulis* (Linnaeus, 1758). Pod względem masy mokrej bentofauny zewnętrzna strefa estuarium Wieprzy posiadała najwyższe wartości w porównaniu do pozostałych dwóch stref. O wielkości tego wskaźnika decydowały w znacznym stopniu *M. edulis*, których ciężar w 90% stanowił o uzyskanej biomacie makrozoobentosu. Spośród innych przedstawicieli bentofauny jedynie masa mokra *S. entomon* stanowiła istotny komponent biomasy badanej formacji ekologicznej w zewnętrznej strefie estuarium (tab. 2).

Tabela 2. Średnie zagęszczenie (A - osobn. m^{-2}) i biomasy (B - $g_{mm} m^{-2}$) zidentyfikowanych taksonów w różnych strefach estuarium rzeki Wieprzy

Table 2. Average density (A – ind. m^{-2}) and biomass (B- $g_{ww} m^{-2}$) of identified taxa in the different zones of the Wieprza River estuary

Taksony	Strefa					
	Wewnętrzna		Środkowa		Zewnętrzna	
	A	B	A	B	A	B
Nemertinea <i>Prostoma</i> sp.	0,00	0,00	2,78	+	0,00	0,00
Polychaeta						
<i>Hediste diversicolor</i>	25,00	1,26	63,89	2,70	170,00	0,05
<i>Merenzelleria neglecta</i>	55,56	0,62	30,56	1,46	0,00	0,00
<i>Pygospio elegans</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	327,00	0,95
Oligochaeta	348,33	1,03	11,11	0,01	0,00	0,00
Crustacea						
<i>Neomysis integer</i>	243,06	1,63	1730,56	7,84	0,00	0,00
<i>Gammarus fossarum</i>	102,22	1,11	455,56	4,82	0,00	0,00
<i>Bathyporeia pilosa</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	6,25	0,78
<i>Saduria etomon</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	8,93
Insecta						
<i>Chironomus</i> sp.	30,56	0,46	2,78	+	0,00	0,00
<i>Procladius</i> Skue	13,89	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Sialis lutaria</i>	13,89	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
Mollusca						
<i>Dreissena polymorpha</i>	11,11	2,67	11,11	2,40	0,00	0,00
<i>Mya arenaria</i>	19,44	0,25	172,22	1,87	0,00	0,00
<i>Macoma balthica</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,31
<i>Cerastoderma glaucum</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,01
<i>Mytilus edulis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	329,75	123,00
<i>Hydrobia</i> sp.	0,00	0,00	0,00	0,00	40,00	1,50
Razem	863,06	9,41	2480,56	21,09	881,00	135,53
Liczba taksonów	10		9		8	
Wskaźnik Shannona (H')	0,778		0,748		0,248	
Wskaźnik Pielou (J')	0,687		0,505		0,352	

+ < 0,01 $g_{mm} m^{-2}$

Oprócz typowo słodkowodnych przedstawicieli bentofauny w próbach zidentyfikowano morskie małże reprezentowane przez *Mya arenaria* (Linnaeus 1758). Jest to typowy mieszkaniec dna piaszczystego, piaszczysto-mulistego i mulistego strefy pływowej, chociaż gatunek ten notowano nawet na głębokości 190 m (Theroux i Wigley, 1983). Przedstawiciele tego gatunku najczęściej zagrzebują się w osadzie, wystawiając do powierzchni długie, silnie umięśnione syfony. Wraz ze wzrostem głębokości zakopują się w osadzie coraz głębiej, nawet do głębokości 40-50 cm (Kühl 1981; Strasser 1999). Jeśli chodzi o wartość biomasy to istotnym komponentem bentofauny była *D. polymorpha*, gatunek słodkowodny, preferujący wody o silnym przepływie i wymagający twardego podłoża, które kolonijnie zasiedla [Wiktor 1969; Stańczykowska 1977].

Środkowa strefa estuarium, w której dochodzi do intensywnego mieszania się wód rzecznych z morskimi była najobficiej zasiedlana przez makrobentofaunę budowaną przez 9 taksonów (tab. 2). W ujściowym odcinku rzeki Wieprzy bardzo licznie, a równocześnie i posiadając znaczną biomasa, pojawiały się skorupiaki z gatunku *N. integer* i *G. fossarum*. Stanowiły one wspólnie blisko 90% ogólnego zagęszczenia i 60% biomasy fauny dennej. W tej strefie stopniowo wzrastała obfitość i biomasa Polychaeta oraz udział *Hediste diversicolor* (Müller, 1776), podczas gdy spadała liczebność *M. neglecta*, przy równoczesnym wzroście biomasy tego gatunku. Obecność zidentyfikowanych przedstawicieli Polychaeta w porcie morskim (strefa wewnętrzna i środkowa estuarium) jest możliwa dzięki ich zdolności egzystencji nawet przy znacznym zanieczyszczeniu wód [Gruszka 1991; Kube, Powilleit 1997; Feuerpfeil i in. 2004; Głowaciński i in. 2012].

Morska strefa estuarium (zewnętrzna) była zasiedlana jedynie przez 8 taksonów makrozoobentosu, których zagęszczenie cechowało się najniższymi wartościami w porównaniu do pozostałych badanych fragmentów ujścia Wieprzy. Wśród fauny dennej dominowały przed wszystkim dwa gatunki tj. z gromady Polychaeta *Pygospio elegans* (Claparède 1863) i *Bivalvia Mytilus edulis* (Linnaeus 1758). Obecność szczególnie *P. elegans* świadczyła o poprawie stanu ekologicznego strefy przybrzeżnej Bałtyku, gdyż ten gatunek wieloszczetów jest uważany za bioindykatora czystych wód (Piesik 2004). Odnotowanie znacznej ilości omułka jadalnego jest natomiast związane głównie z odpowiednią granulacją podłoża (Piesik, Wawrzyński-Wydrowska, 1997). Wśród Crustacea zidentyfikowano dwa typowo morskie gatunki: *Bathyporeia pilosa* (Lindström, 1855) i *Saduria etomon* (Linnaeus, 1758). *B. pilosa* to skorupiak należący do makrofauny wskaźnikowej czystych wód Bałtyku, występujący w strefie oligosaprobowej, która charakteryzuje się znaczną przezroczystością oraz dobrym natlenieniem wód [Żmudziński 1977].

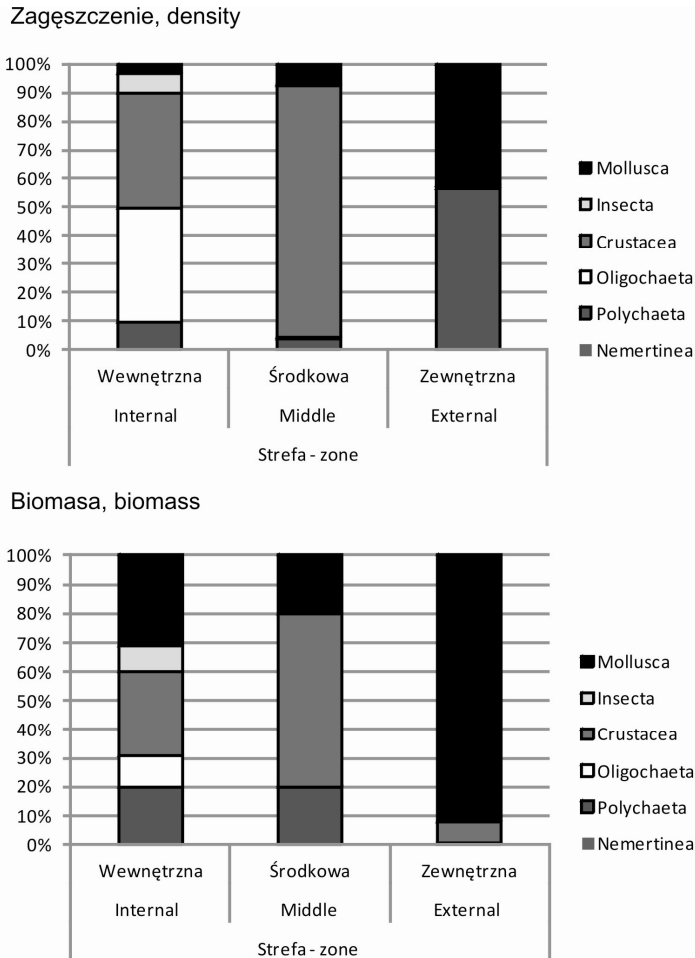
Liczba zidentyfikowanych taksonów bentofauny oraz wielkość wskaźników różnorodności biologicznej Shannona i równocześnie gatunkowej Pielou malały wraz ze wzrostem zasolenia wód w estuarium. Najwyższe różnice w poziomie bioróżnorodności zaobserwowano pomiędzy strefą środkową a zewnętrzną.

Rozkład dominacji zagęszczenia i biomasy

Struktura dominacji zagęszczenia i biomasy różniła się istotnie w poszczególnych strefach estuarium (rys. 2). W obszarze wewnętrznym ujścia rzeki Wieprzy, czyli najmniej narażonym na intruzję wód słonych, na obfitość bentofauny miały wpływ Oligochaeta i Crustacea (oba po 40%). Udział pozostałych gromad nie przekroczył 10%, w tym: Polychaeta 9%, Insecta 7% i Mollusca 4%. Rozkład biomasy poszczególnych grup bezkręgowców dennych zasiedlających tę strefę był proporcjonalny. Udział każdej z grup tj. Polychaeta, Crustacea i Mollusca stanowił po 20-30%, podczas gdy Oligochaeta i Insecta po około 10% ogólnej biomasy fauny dennej.

Odmienne sytuacja panowała w środkowym odcinku estuarium w miejscu silnego ścierania się wód słodkich i słonych. Na tym obszarze, o zagęszczeniu decydowały głównie Crustacea stanowiąc 88% ogólnej liczebności makrozoobentosu. Wśród pozostałych grup bezkręgowców dennych zasiedlających ten fragment ujścia

rzeki Wieprzy jedynie Mollusca miały znaczący wkład w zagęszczenie (ponad 7%). Polychaeta stanowiły niespełna 4%, natomiast Insecta, Oligochaeta i Nemertinea łącznie nie osiągnęły 1% ogólnej liczebności badanej formacji ekologicznej. Biomasa w tym fragmencie estuarium Wieprzy kształtowały w 60% skorupiaki (ze względu na duży ciężar ich ciała) oraz po 20% Polychaeta i Mollusca (rys. 2).



Rys. 2. Procentowy udział w zagęszczeniu i biomacie grup taksonomicznych zoobentosu w poszczególnych strefach estuarium Wieprzy

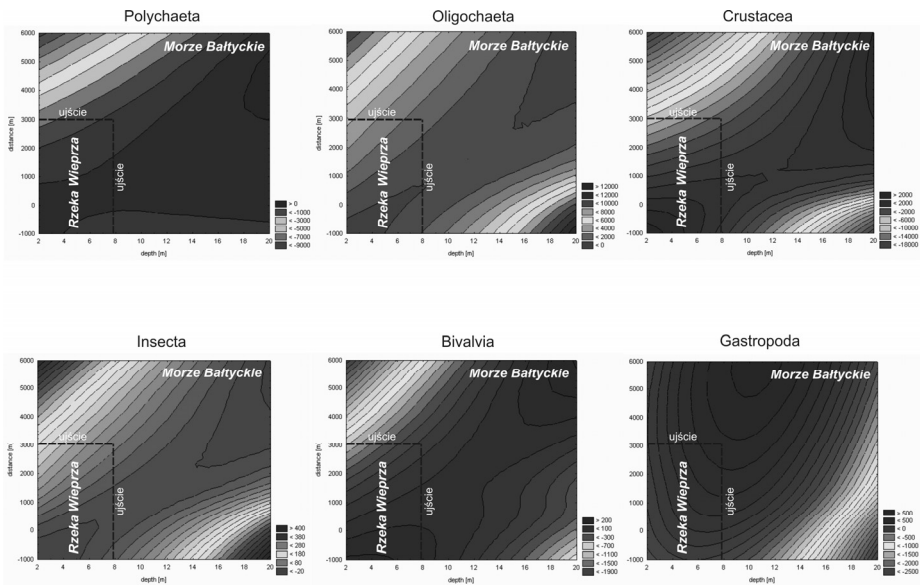
Fig. 2. Percentage contribution in density and biomass of taxonomic groups of zoobenthos in different zones of the Wieprza river estuary

W zewnętrznej (morskiej) strefie doszło do bardzo silnego uproszczenia struktury dominacji zagęszczenia i biomasy fauny dennej. Największy udział w zagęszczeniu bezkręgowców miały Polychaeta (56%), Mollusca (43%) oraz w niewielkim stopniu Crustacea (ok. 1%). Ponad 92% biomasy bezkręgowców zasiedlających dno w strefie przybrzeżnej estuarium stanowiły mięczaki, natomiast 7% skorupiaki.

Udział wieloszczetów w ogólnej masie fauny dennej w tej strefie wynosił poniżej 1%, wobec czego uznano go za nieistotny.

Rozkład przestrzenny bentofauny w estuarium Wieprzy

Szczegółowa analiza rozkładu zagęszczenia zwierząt dennych w zależności od głębokości i odległości w obrębie estuarium (koryto rzeczne → strefa przybrzeżna Bałtyku) wskazała na pewne preferencje środowiskowe poszczególnych grup makrozoobentosu (rys. 3). Jest to w dużej mierze spowodowane wąskim zakresem tolerancji poszczególnych gatunków w stosunku do zasolenia środowiska [Żmudziński 2004]. Spośród zidentyfikowanych zwierząt dennych owady (Insecta) i skąposzczety (Oligochaeta) okazały się typowo słodkowodne. Preferują one zdecydowanie początkowe, płytsze odcinki estuarium (strefa wewnętrzna, rys. 3). Pozostałe grupy wykazują widoczną preferencję co do środowiska morskiego. Wieloszczety (Polychaeta), skorupiaki (Crustacea) oraz małże (Bivalvia) preferowały stanowiska badawcze usytuowane najdalej w strefie zewnętrznej estuarium (otwarte morze). Ponadto stwierdzono, że Crustacea występowały licznie w najgłębszych fragmentach estuarium. Podobnie zachowywały się Bivalvia, jednak intensywność takiego zachowania była nieco mniejsza niż u skorupiaków. Odnotowano także specyficzne rozmieszczenie ślimaków (Gastropoda). Były one reprezentowane przez typowo morski rodzaj *Hydrobia* sp., który gromadził się jedynie w miejscach o znacznej głębokości (tj. >16 m). Na uwagę zasługuje fakt, że prowadzone wcześniej badania nie wykazały obecności tego rodzaju ślimaków na omawianym terenie [Obolewski, Piesik 2006].



Rys. 3. Rozkład zagęszczenia głównych grup makrozoobentosu w zależności od głębokości i położenia w estuarium Wieprzy

Fig. 3. Distribution of the density of main groups of macrozoobenthos in relation to the depth and location in the estuary of the Wieprza river

PODSUMOWANIE

Ujścia rzek pełnią ważną rolę siedlisk przejściowych pomiędzy ekosystemami słodkowodnymi i morskimi, w których występują zarówno gatunki słodkowodne, jak i morskie. Zauważono, że wzrost zasolenia wody wpływa istotnie na zwiększenie się biomasy organizmów, przy czym znacząco obniża ich zagęszczenie. Przeprowadzone badania wskazują, że na terenie kanału portowego w Darłowie występują licznie gatunki odporne na zanieczyszczenia, podczas gdy w odcinku morskim estuarium Wieprzy dominują bioindykatory dobrej jakości wód. Niemniej jednak, poziom bioróżnorodności jest o wiele wyższy w kanale portowym w porównaniu do strefy przybrzeżnej Bałtyku.

Budowa i funkcjonowanie portów w ujściach rzek modyfikuje warunki życia hydrobiontów. Prowadzenie stałego monitoringu estuariów w oparciu o makrozoobentos pozwala na planowe wdrażanie systemu zarządzania środowiskowego w portach, co także jest zgodne z założeniami Ramowej Dyrektywy Wodnej oraz innych międzynarodowych zobowiązań naszego kraju np. HELCOM.

PIŚMIENNICTWO

- Głowaciński Z., Okarma H., Pawłowski J., Solarz W. (red.) 2012. Gatunki obce w faunie Polski. Wyd. internetowe. Instytutu Ochrony Przyrody PAN w Krakowie.
- Gruszka, P. 1991. *Marenzelleria viridis* (Verrill, 1873) (Polychaeta: Spionidae) – a new component of shallow water benthic community in the southern Baltic. *Acta Ichthyologica et Piscatoria* 21 Supplement: 57-65.
- Feuerpfeil, P., Rieling T., Estrum-Youseff S.R., Dehmlow J., Papenfuß T., Schoor A., Schiewer U., Schubert H. 2004. Carbon budget and pelagic community composition at two coastal areas that differ in their degree of eutrophication, in the southern Baltic Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 61: 89-100.
- Kube J., Powilleit M. 1997. Factors controlling the distribution of *Marenzelleria cf. viridis*, *Pygospio elegans* and *Streblospio shrubsoli* (Polychaeta: Spionidae) in the southern Baltic Sea, with special attention for the response to an event of hypoxia. *Aquatic Ecology*, 31: 187-198.
- Kühl H. 1981. Life histories of some important Wadden Sea invertebrates: the sandgaper *Mya arenaria*. W: Dankers N., Kühl H., Wolff W.J. (red.). *Invertebrates of the Wadden Sea. Report 4 of the Wadden Sea Working Group*. Balkema, Rotterdam: 118-119.
- Melnyk S.A., Sroufe R.P., Calantone R. 2003. Assessing the impact of environmental management systems on corporate and environmental performance. *Journal of Operations Management*, 21, 3: 329-351.
- Obolewski K., Piesik Z. 2005. *Mya arenaria* (L.) in the Polish Baltic Sea Coastal (Kołobrzeg - Władysławowo). *Baltic Coastal Zone*, 9: 13-27.
- Obolewski K., Piesik Z. 2006. Distribution and the role of *Hydrobiidae* on the middle Pomeranian (Darłowo-Władysławowo). *Baltic Coastal Zone*, 10: 15-30.
- Piesik Z. 2004. *Pygospio elegans* Claparede inhabiting Baltic coastal zone shows predation against oligochaetes. *Baltic Coastal Zone*, 8: 111-112.
- Piesik Z., Wawrzyniak-Wydrowska B. 1997. Distribution and the role of *Mytilus edulis* (Linne) in the coastal zone of the Pomeranian bay. *Baltic Coastal Zone*, 1: 45-53.

- Stańczykowska A. 1977. Ecology of *Dreissena polymorpha* (Pall.) (*Bivalvia*) in lakes. *Pol-skie Archiwum Hydrobiologii* 24 (4): 461-530.
- Strasser M. 1999. *Mya arenaria* - an ancient invader of the North Sea coast. *Helgoländer Meeresuntersuchungen* 52(3-4): 309-324.
- Theroux R.B., Wigley, R.L. 1983. Distribution and abundance of east coast bivalve mollusks based on specimens in the National Marine Fisheries Service Woods Hole Collection NOAA. Technical Report NMFS SSRF-768: 1-172.
- Twerd L. 2011, Tereny przemysłowe – jako miejsca bogatej fauny żądłówek. *Inżynieria Ekologiczna*, 27: 219-228.
- Warzocha J. 2004. Siedliska morskie i przybrzeżne, nadmorskie i śródlądowe solniska i wydmy. [W:] Herbich J. (red.) *Poradnik ochrony siedlisk i gatunków Natura 2000 – podręcznik metodyczny*. Tom 1: 31-36, 54-60.
- Wiktor J. 1969. *Biologia Dreissena polymorpha* (Pall.) i jej ekologiczne znaczenie w Zalewie Szczecińskim. *Studia i Materiały Morskiego Instytutu Rybackiego*, Gdynia A5: 1-88.
- Zettler M.L., Daunys D., Kotta J., Bick A. 2003. History and success of an invasion into the Baltic Sea: the polychaete *Marenzelleria* cf. *viridis*, development and strategies. W: Leppäkoski, Gollasch, Olenin (eds) *Invasive Aquatic Species of Europe*: 66-75.
- Żmudziński L. 1977. The Baltic deserts. *Anal. Biol.* 32, Copenhagen.
- Żmudziński L. 1996. The effect of the introduction of the American species *Marenzelleria viridis* (Polychaeta: Spionidae) on the benthic ecosystem of Vistula lagoon. *Marine Ecology* 17(1-3): 221-226.
- Żmudziński L. 2004. *Morze Bałtyckie*. Wyd. Pomorskiej Akademii Pedagogicznej w Słupsku.
- www.port.darlowo.pl/

THE ESTUARY OF THE WIEPRZA RIVER AS A HABITAT FOR BENTHIC INVERTEBRATES

Abstract. In the paper are presented results of the studies on the qualitative and quantitative structure of benthic fauna in the estuary of Wieprza River. The study was carried out in the area of the harbor of Darłowo and the coastal zone of the Baltic Sea. During the study we identified 18 taxa of macronvertebrates belonging mainly to the Mollusca (6 taxa), Crustacea (4 taxa), Polychaeta (3 species) and Insecta (3 taxa). Macrozoobenthos density reached the highest values in the contact zone of the river and the sea, while the highest biomass was stated in the coastal zone. Biodiversity indices decreased due to the increasing share of saline water in the estuary. In spite of negative influence of marine harbors onto the bottom fauna within the river estuaries, there is a possibility to undertake activities aiming at the increase in biodiversity throughout implementation of environmental management system in the harbors.

Keywords: macrozoobenthos, harbor, estuary, coastal zone, river, Wieprza.