

FIZJOGRAFICZNA OCENA ZGRUPOWAŃ ORGANIZMÓW POROŚLOWYCH ESTUARIUM ODRY

Beata Rosińska¹, Juliusz C. Chojnacki¹

¹ Zakład Ekologii Morza i Ochrony Środowiska, Wydział Nauk o Żywności i Rybactwie, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, ul. Kazimierza Królewicza 4, 71-550 Szczecin, e-mail: beata.rosinska@mail.com; juliusz.chojnacki@zut.edu.pl

STRESZCZENIE

W oparciu o analizę materiału biologicznego z lat 2007–2009 podjęto próbę wstępnej klasyfikacji pozadennych siedlisk fauny bezkręgowej estuarium Odry. Różnice w składzie taksonomicznym oraz cechach fizykochemicznych wody pozwoliły na wyodrębnienie trzech fizjograficznych zgrupowań w II i III rzędowym estuarium Odry jako zespoły: a/wód słonawych, b/wód słodkich lotycznych zalewu oraz c/wód zatokowo-jeziornych. Zespół strefy wód słonawych charakteryzował się obecnością gatunków słonawowodnych bądź morskich, jak np. *Balanus improvisus*, *Palaemon elegans*, *Neomysis integer*, *Rhithropanopeus harrisi* czy *Mya arenaria*. W wyodrębnionej strefie wód słonawych stwierdzono również obecność bogactwo gatunkowe ślimaków – *Potamopyrgus antipodarum*, *Borysthenia naticina*, *Acroloxus lacustris*, *Physa fontinalis* i *Lymnaea auricularia* oraz larwy jętek z rodzin Caenidae i Baetidae, larwy chrzączek należące do gatunków *Oecetis ochracea* i *Athripsodes cinereus*, larwy motyla *Acentria ephemerella* oraz wodne pluskwiaki Corixidae, a także liczne kielże *Dikerogammarus haemobaphes*, *P. robustoides* oraz *Gammarus zaddachi*. W zespole strefy zatokowo-jeziornej notowano przeważający udział larw ochootkowatych Chironomidae, który dochodził nawet do 80%, Oligochaeta (*Stylaria lacustris*), larwy i poczwarki Ceratopogonidae, ale obecne były również młode osobniki kielży oraz racicznica zmienna.

Słowa kluczowe: Organizmy poroślowe, epifauna, estuarium Odry.

PHYSIOGRAPHIC EVALUATION OF SESSILE AND MOBILE FAUNA IN THE ODER ESTUARY

ABSTRACT

An attempt was made initial classification of invertebrate fauna habitats in the Oder estuary. Comprehensive analysis of differences in taxonomic composition and physicochemical factors permitted delineating three characteristic zones: brackish waters; fresh lotic lagoon waters; bay-lake waters. In the first zone of brackish waters, the epiphyte assemblages were characterized by the highest biocenotic index values, which is evidence of high biodiversity that is influenced by the occurrence of both brackish-water and freshwater species. The freshwater lotic lagoon sites were characterized by the greatest number of taxons, especially by representatives of Insecta and Gastropoda. Amphipoda also occurred abundantly, and

were represented in particular by amphipod crustaceans of Ponto-Caspian origin including *Dikerogammarus haemobaphes* and *Obesogammarus crassus*. The bay-lake zone was characterized by the very high abundance of a small number of taxons resulting in the lowest biocenotic index values.

Keywords: sessile and mobile fauna, epifauna, the Oder estuary.

WSTĘP

Organizmy zasiedlające stałe powierzchnie pozadenne w środowisku wodnym w literaturze określane są niejednorodnymi terminami. Najczęściej, opisując to zgrupowanie, stosuje się nazwę *peryfiton*. Wielu badaczy różnie interpretuje ten termin, co przyczynia się do widocznego w obecnych publikacjach zamętu nomenklaturowego. Bardzo często mianem peryfiton określa się tylko mikroskopijne glony poroślowe. W niniejszym opracowaniu przyjęto pojęcie zdefiniowane przez Pieczyńską [1970] – organizmy poroślowe to zespół organizmów roślinnych i zwierzęcych zasiedlających różnego rodzaju podłoża stałe pozadenne w środowiskach wodnych, w tym organizmy przytwierdzone do podłoża oraz swobodnie pływające, żyjące również wśród osiadłych. Stosowano też terminy: peryfiton jako synonim *organizmów poroślowych*, *epifauna* na określenie tylko bezkręgowców (zarówno osiadłych i wagiłnych) oraz *fauna naroślinna* dla bezkręgowców bytujących na pędach trzciny pospolitej. Należy zaznaczyć, iż wśród badanej fauny znajdowano również formy minujące (niektóre larwy Chironomidae i Lepidoptera) oraz organizmy bytujące wśród kolonii mszywiolów i innych gatunków osiadłych, często bardzo ruchliwe oraz znacznych rozmiarów ciała.

Zgrupowania organizmów peryfitonowych bywają szczególnie obfite w rejonach ujściowych rzek. W estuariach panują bowiem sprzyjające warunki siedliskowe (obfitość pokarmu, przepływ wód, dobre natlenienie itp.) umożliwiające masowy rozwój peryfitonu. Niskie zasolenie bałtyckich estuariów umożliwia rozwój zarówno organizmom słodkowodnym jak i słonawowodnym. W obszarze estuarium Odry prowadzone były wycinkowe badania nad fauną poroślową, ograniczone jednak do obrębu cieśniny Świny [Piesik, 1992; Wolańczyk, 1997; Czarnecka i Tymolewski, 2003; Rosińska, 2006].

W literaturze dotyczącej peryfitonu brak jest wyników badań obejmujących zagadnienie fauny poroślowej w odniesieniu do całego estuarium Odry. Rejon ten stanowi ważny element nie tylko przyrodniczy, ale również gospodarczy a z powodu układu geopolitycznego badania poszczególnych akwenów prowadzone są przez stronę niemiecką lub polską na Małym i Wielkim Zalewie. W badaniach prowadzonych w latach 2007–2009 dokonano analizy zgrupowań organizmów poroślowych estuarium Odry ze stanowisk usytuowanych zarówno w granicach Polski jak i Niemiec.

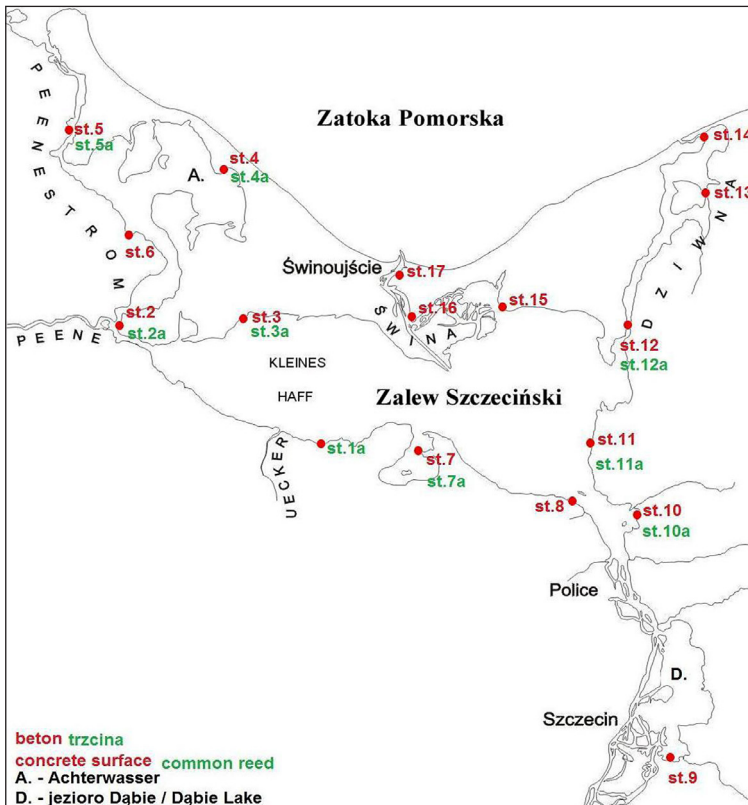
MATERIAŁ I METODY

Teren badań

Organizmy poroślowe i faunę towarzyszącą pobierano z podłoży betonowych oraz pędów trzciny pospolitej *Phragmites australis* z rejonu II- i III-rzędowego estuarium Odry. Rozmieszczenie stanowisk prezentuje mapa (rysunek 1).

Podstawę podziału estuarium Odry stanowiły panujące tam warunki hydrologiczne. Estuarium Odry dzieli się na trzy strefy estuaryjne:

- Estuarium I rządowe – Zatoka Pomorska
- Estuarium II rządowe – Zalew Szczeciński z cieśninami: Świna, Dziwna i Piana oraz obszarem delty wstecznej Świny
- Estuarium III rządowe – ujście Odry do Zalewu Szczecińskiego wraz z jeziorem Dąbie, Rostoką Odrzańską, a nawet wodami Międzyodrza.



Rys. 1. Mapa estuarium Odry z zaznaczonymi stanowiskami pobierania prób z podłoży betonowych oraz z pędów trzciny pospolitej

Fig. 1. The map of Oder estuary and marked stations with concrete surface and with stems of common reed

W estuarium III-rzędowym płynące wody śródlądowe są okresowo zasilane z zalewu cofkami wód mieszanych. W estuarium II rzędowym przemieszczają się wody mieszane śródlądowo-morskie o przewadze wód Odry, spływające cieśninami do Zatoki Pomorskiej. Okresowo są one zasilane wpływami wód morskich wlewających się tymi cieśninami. W estuarium I-rzędowym wody morskie „wysładzane” są wodami spływającymi z Zalewu Szczecińskiego [Poleszczuk *et al.*, 1995].

Prace terenowe i opracowanie zebranego materiału

Badania nad zgrupowaniami organizmów poroślowych estuarium Odry były prowadzone w latach 2007–2009. Materiał z podłoża betonowego pobierano przy użyciu skrobaka o wymiarach 20×20 cm, który posiada możliwość wymiany worków na zeskrobywane organizmy. Takie rozwiązanie umożliwiło pobieranie próbek do osobnych worków i prowadzenie dalszych prac w laboratorium. Znana powierzchnia skrobaka oraz ilość próbek stanowiły podstawę do przeliczenia próby na standardową jednostkę powierzchni 1 m². Porośla „zdrapywano” z głębokości 50 cm w kierunku powierzchni wody. Przyrząd wyposażony jest w teleskopowy kij, w celu łatwiejszego dostępu do podłoża w przypadku wysokich nabrzeży. Prace terenowe nie były prowadzone przy użyciu łodzi a wyłącznie z brzegu.

Organizmy bytujące na trzinie pobierano wycinając tuż przy dnie całe pędy rośliny przy użyciu sekatora. Część zanurzoną w wodzie odcinano i umieszczano w pojemniku, aby w laboratorium przeprowadzić dalsze prace. Próbę stanowiło 10 pędów trzciny wycinanych z bocznego, skrajnego pasa trzcinowiska. Każdy pęd traktowano jako walec. Z wzoru na pole powierzchni bocznej walca ($2\pi rh$) obliczano powierzchnię każdego pędu (ze względu na różny poziom wody notowano różne wysokości łodygi, a także istniały różnice w średnicy), a następnie całą próbę przeliczano na powierzchnię 1 m².

Na każdym ze stanowisk pobierano próbki wody. Podstawowe parametry były mierzone na miejscu: przewodność właściwa wody, zasolenie oraz temperatura wody, odczyn wody oraz zawartość tlenu. Pobrany materiał biologiczny przewożono do laboratorium w łódźce turystycznej; konserwacji oraz segregacji dokonywano w laboratorium. Przywiezione próby płukano na sicie o średnicy oczek 0,45 mm. Z pędów trzciny dodatkowo zeskrobywano peryfiton. Następnie konserwowano w 4% roztworze zbuforowanej formaliny. W czasie późniejszej wstępnej segregacji oznaczone organizmy zwierzęce przechowywano w 70% roztworze alkoholu etylowego skażonego. Identyfikacja taksonomiczna odbywała się na podstawie kluczy, przy użyciu mikroskopu stereoskopowego i optycznego. Oznaczone bezkręgowce liczono. Analizy hydrochemiczne zlecono specjalistycznemu laboratorium i wykonano zgodnie z normami polskimi. Dokonano obliczeń następujących wskaźników biocenotycznych: liczba taksonów S, wskaźnik ogólnej różno-

rodności Shannona H' , wskaźnik równomierności J' , wskaźnik bogactwa gatunkowego, czyli zróżnicowania d . Uzyskane wyniki poddano analizom statystycznym (dwuczynnikowa analiza podobieństw ANOSIM (na danych transformowanych logarytmicznie), analiza głównych składowych PCA, analiza skupień (dane nietransformatowane, odległość Bray'a-Curtisa [%])).

WYNIKI

Bezkregowce bytujące na podłożach betonowych oraz pędach trzciny pospolitej *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. w większości stanowią te same taksony (42 taksony). Na podłożach betonowych stwierdzono występowanie 56 taksonów, zaś na pędach trzciny pospolitej: 54 taksony. Makrozoobentos zdominowany był przez faunę mobilną, typowo osiadłe gatunki nie występowały licznie. Klasycznymi organizmami poroślowymi były: Porifera, *Cordylophora caspia*, *Balanus improvisus*, *Dreissena polymorpha*, *Mya arenaria* i Bryozoa. Jednakże wraz z makroglonami poroślowymi stanowią one miejsce do bytowania dla pozostałych bezkregowców. Najliczniej notowano larwy Chironomidae oraz młodociane osobniki *Gammarus* sp. Obficie bytowały również osobniki z gatunków: *Stylaria lacustris*, *Corophium volutator*, *Obesogammarus crassus*, *Dreissena polymorpha*, *Gammarus zaddachi*, *Dikerogammarus haemobaphes* czy Oligochaeta.

Zarówno termin pobierania próbek jak i rodzaj podłoża, z którego były pobierane, miał wpływ na skład taksonomiczny epifauny estuarium Odry, co potwierdziła przeprowadzona analiza podobieństw ANOSIM (tabela 1). Wpływ ten jednakże nie był wysoki. Typ podłoża ($R = 0,30$ przy $p < 0,001$) silniej wpływał na skład taksonomiczny zgrupowania niż termin pobierania próbek ($R = 0,22$ przy $p < 0,001$). Natomiast termin pobierania prób silniej wpływał na skład taksonomiczny fauny poroślowej na pędach trzciny pospolitej ($R = 0,34$ przy $p < 0,001$) niż na podłożach betonowych ($R = 0,10$ przy $p = 0,0005$). Wpływ podłoża na skład taksonomiczny był istotny wiosną i latem w 2008 r. i 2009 r., przy czym najsilniejszy wiosną 2009 r. ($R = 0,72$ przy $p < 0,001$).

Zasadniczo dendrogram analizy klastrowej (rysunek 2) dzieli stanowiska pod względem podobieństwa taksonomicznego na trzy grupy: st.5a o największej odmienności w stosunku do pozostałych, kolejną grupę ze stanowiskami wyłącznie z pędami trzciny pospolitej oraz ostatnią – ze stanowiskami z podłoża betonowych i jednym stanowiskiem z pędami trzciny pospolitej tj. st.4a. Znaczny stopień podobieństwa pod względem taksonomicznym wykazywały stanowiska 14, 17, 5 i 16, na których notowano wyższe zasolenie wody oraz gatunki słonawowodne czy morskie.

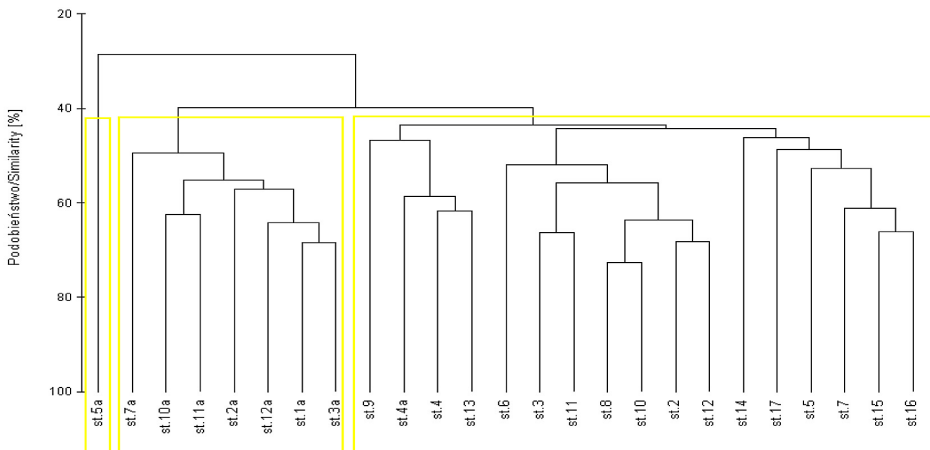
Wykres analizy PCA wskazuje na podobieństwa i różnice pomiędzy stanowiskami na podstawie cech hydrochemicznych (rys. 3). Najwyższe wartości zasolenia wody notowano dla stanowisk zlokalizowanych w ujściowych odcinkach cieśnin (14, 5, 16, 17). Najwyższą zawartość azotanów stwierdzono dla stanowiska 13 w Kamieniu Pomorskim, które było najmniej podobnym pod względem czynników fizykoche-

Tabela 1. Wyniki dwu-czynnikowej analizy ANOSIM (transformacja logarytmiczna danych) ukazującej wpływ terminu pobierania prób oraz rodzaju podłoża na skład taksonomiczny epifauny w estuarium Odry

Table 1. Results of the two-way crossed ANOSIM (log-transformed abundance data) testing differences between community structure on the two different substrates and seven dates used in the study

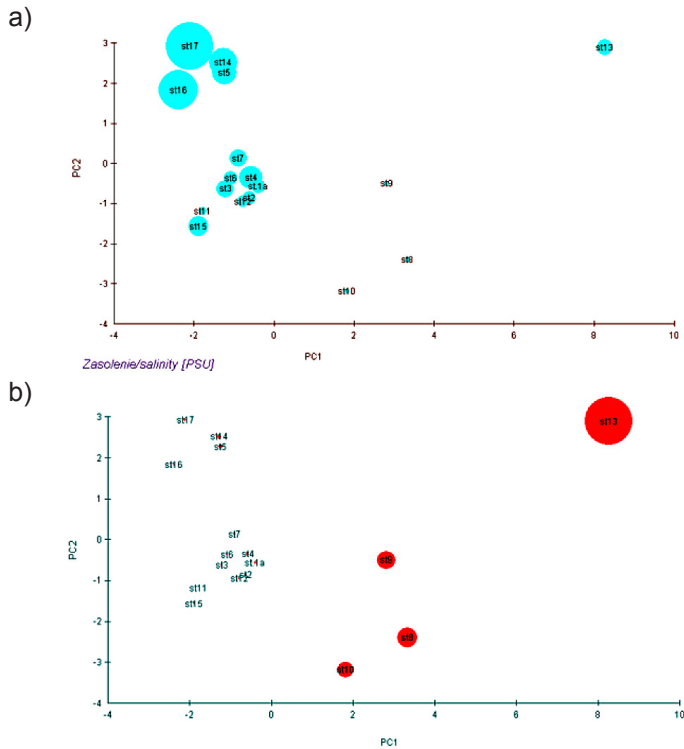
Czynnik		R	p
Termin	R dla całości	0,22*	<0,001
	R dla poszczególnych podłoży:		
	beton	0,10*	0,005
	trzcina	0,34*	<0,001
Podłoże	R dla całości	0,30*	<0,001
	R dla poszczególnych terminów:		
	lato 2007	-0,05	0,690
	jesień 2007	0,12	0,112
	wiosna 2008	0,47*	<0,001
	lato 2008	0,37*	0,005
	jesień 2008	0,05	0,213
	wiosna 2009	0,72*	<0,001
	lato 2009	0,39*	<0,001

* Istotne statystycznie wartości statystyk R ($p < 0,05$).



Rys. 2. Dendrogram analizy klasterowej badanych stanowisk z uwzględnieniem występujących taksonów

Fig. 2. Dendrogram of cluster analysis for studied stations including taxa of epifauna communities



Rys. 3. Analiza głównych składowych PCA stanowisk z badanych podłoży z uwzględnieniem wskaźników fizykochemicznych wody (A – zasolenie, B – N-NO₃) (oś 1: 51,6%, oś 2: 24,3%)
Fig. 3. Principal Components Analysis (PCA) of stations with studied substrates including physicochemical parameters of water (A – salinity, B – N-NO₃) (axis 1: 51.6%, axis 2: 24.3%)

micznych wody do pozostałych stanowisk (z najniższymi wartościami BZT₅ i najwyższymi różnych form azotu oraz znacznymi wartościami różnych form fosforu). Podobieństwo wykazały stanowiska w Wolgast (st. 5 i 5a) i Dziwnowie (st.14), głównie pod względem wartości zasolenia wody oraz biogenów. Podobnie – stanowiska w Karsiborze (st.16) i Świnoujściu (st.17). Grupę podobnych do siebie pod względem zmiennych środowiskowych tworzyły stanowiska w Zecherin (st.2 i 2a), Wolinie (st. 12 i 12a) i Bellin (st.1a), a także w Loddin (st.4) i Lassen (st.6).

DYSKUSJA

Estuarium Odry stanowi obszar styku wód rzecznych i morskich, w którym następuje ich mieszanie. Intensywność zjawisk hydrodynamicznych oraz zróżnicowane zasolenie wód kształtują warunki bytowania wielu cennych gatunków fauny i flory,

nie tylko wodnej, również i lądowej. Rejon ujściowy Odry charakteryzuje niezwykle bogactwo różnorodnych siedlisk.

W prowadzonych badaniach zgrupowań organizmów poroślowych na substracie betonowym oraz pędach trzciny pospolitej II i III rzędowego estuarium Odry zaobserwowano różnice taksonomiczne wynikające z odmienności podłoża sztucznego i naturalnego. Stwierdzono 42 taksony wspólne dla obu substratów. Na powierzchniach betonowych zanotowano 18 taksonów, które nie bytowały na pędach *Phragmites australis*, zaś na pędach trzciny 16 taksonów odmiennych.

Pomimo przeważającej liczby wspólnych taksonów, jak potwierdziły analizy statystyczne, zgrupowania na podłożach betonowych i pędach trzciny pospolitej różniły się od siebie. Pod względem taksonomicznym najbardziej odróżniającym się od pozostałych było zgrupowanie fauny naroślinnej występujące na pędach *P. australis* w miejscowości Wolgast (st. 5a). Zbiorowisko to charakteryzowała mała liczba notowanych taksonów, w tym również taksonów wspólnych dla epifauny z pozostałych stanowisk, jednakże wskaźniki biocenotyczne nie przyjmowały najniższych wartości. Wyodrębniło się również zgrupowanie z pędów trzciny pospolitej z miejscowości Nowe Warpno (st. 7a). Tworzyła je duża ilość taksonów, których nie notowano na innych stanowiskach, jak np. *Glossiphonia verrecuta*, *Alboglossiphonia heteroclita*, *Oecetis lacustris*, *Elophila nymphaeata*, *Viviparus contectus*, *Planorbis planorbis* czy *Anisus* sp. Wartości wskaźników biocenotycznych przyjmowały jedne z najwyższych wartości w stosunku do pozostałych zespołów epifauny. Peryfiton z podłoża betonowych z tych miejscowości swym składem taksonomicznym podobny był do zbiorowisk ze stanowisk o wyższym zasoleniu wody. Faunę poroślową ze stanowisk w Dziwnowie, Świnoujściu, Lubinie i Karsiboru charakteryzowała obecność gatunków typowo słonawowodnych [wg Barnes'a, 2005]. *Balanus improvisus*, *Heterotanais oerstedii*, *Palaemon elegans*, *Neomysis integer*, *Rhithropanopeus harrisi* czy *Mya arenaria* to niektóre z nich, preferujące wyższe zasolenie wody. Na podstawie analiz podobieństwa taksonomicznego oraz fizykochemicznych wody można wyodrębnić **strefę wód słonawych** zbiorowisk fauny poroślowej, obejmującą peryfiton porastający podłoża betonowe w miejscowościach Świnoujście (st.17), Karsibór (st.16), Lubin (st.15), Dziwnów (st.14), Wolgast (st.5) i Nowe Warpno (st.7) oraz pędy trzciny pospolitej w dwóch ostatnich (st. 5a i 7a).

Kolejne charakterystyczne zgrupowania peryfitonowe można wyróżnić dla **strefy wód słodkich lotycznych zalewu**, z wyraźną odrębnością fauny naroślinnej *P. australis* i podłoża betonowych. Obejmuje ona swym zasięgiem stanowiska zlokalizowane w obrębie:

- Wielkiego Zalewu: Czarnocin (st. 11 i 11a),
- Małego Zalewu: Bellin (st.1a) i Gummlin (st. 3 i 3a),
- Roztoki Odrzańskiej: Stepnica (st. 10 i 10a) i Trzebież (st.8),
- cieśniny Piany u wlotu do Zalewu Szczecińskiego: Zecherin (st. 2 i 2a),
- cieśniny Dziwny u wlotu do Zalewu Szczecińskiego: Wolin (st. 12 i 12a).

Fauna poroślowa podłoży betonowych w Czarnocinie wykazała podobieństwo do zgrupowania bytującego na tego rodzaju substracie w Gummlinie. Również pod względem danych fizykochemicznych wody były one do siebie zbliżone. Epifauna z podłoży betonowych w Gummlinie wyróżniała się bardzo wysoką liczbą taksonów, w tym również taksonów, których nie notowano na innych stanowiskach, jak larwy jętek czy chrzączek. Pod względem taksonomicznym podobieństwo wykazały również zgrupowania ze stanowisk w Trzebieży i Stepnicy, wśród których zanotowano wiele wspólnych taksonów, ale także warunki środowiskowe były porównywalne. Stwierdzono również zbieżne warunki fizykochemiczne wody oraz wykazujące wzajemne podobieństwo z dużą ilością wspólnych taksonów dla zbiorowiska fauny poroślowej z podłoży betonowych w Zecherin i Wolin. Wśród zgrupowania peryfitonu strefy wód słodkich lotycznych zalewu ilościowo przeważały Malacostraca i Insecta z różnorodnymi gatunkami. Strefę tę charakteryzowało również bogactwo gatunkowe Gastropoda.

Fauna naroślinna bytująca na pędach *P. australis* z powyższych stanowisk również wykazywała podobieństwa taksonomiczne. Zbliżone gatunkowo były do siebie zgrupowania epifauny ze stanowisk w Gummlin, Bellin, Wolin i Zecherin oraz w Czarnocinie i Stepnicy.

Strefa zatokowo-jeziorna zastała wyodrębniona na podstawie analiz zbiorowiska fauny poroślowej ze stanowisk w miejscowościach Loddin (st. 4 i 4a), Kamień Pomorski (st.13) i Szczecin-Dąbie (st.9). Zlokalizowane są one odpowiednio w obrębie poszczególnych części estuarium Odry: Achterwasser (cieśnina Piany) i Zalew Kamieński (cieśnina Dziwny), zbliżone charakterem retencji do jezior [Robakiewicz *et. al.*, 1993] oraz jezioro Dąbie Małe. Warunki fizykochemiczne wody na stanowisku w Kamieniu Pomorskim najbardziej odbiegały od panujących na pozostałych. Charakterystyczna była wysoka zawartość biogenów a niska tlenu. W zgrupowaniu epifauny strefy zatokowo-jeziornej przeważały larwy Chironomidae i tak np. na st.4 stanowiły ponad 60% udziału. Larwy ochotkowatych wraz ze skąposzczetami są wiarygodnymi wskaźnikami stanu trofii w jeziorach, ponieważ są dość odporne na tymczasowe deficyty tlenu [Koszalka, 2009; Sharma i Chowdhary, 2011]. W obszarze tym również notowano niższe stężenie zawartości tlenu w wodzie. Ze względu na pewien poziom podobieństwa faunistycznego i warunków fizykochemicznych do stanowiska w Loddin do grupy tej dołączono zgrupowanie fauny poroślowej ze stanowiska 6 w Lassan. To zbiorowisko epifauny wykazuje również podobieństwo do peryfitonu strefy wód słodkich lotycznych zalewu, jednakże więcej czynników przemawia za dokonaniem umiejscowieniem.

Strefa wód słonawych

W strefie wód słonawych notowano gatunki tolerujące wyższe zasolenie wody. Zasolenie wody stanowi zasadniczy czynnik regulujący skład i obfitość makrofauny w wodach estuaryjnych [Czarnecka i Tymolewski, 2003].

W większości stanowisk obecne były osobniki *Balanus improvisus*. Skorupiak ten powszechnie występuje w wodach Bałtyku i w zgrupowaniach fauny poroślowej stanowi dominujący udział, często wraz z *Mytilus edulis* lub *M. trossulus*, szczególnie w wodach przybrzeżnych, poza estuariami [Dean i Hurd, 1980; Qvarfordt *et al.*, 2006; Dziubińska i Janas, 2007; Dziubińska i Szaniawska, 2010]. Pąkle były licznie notowane w badaniach epifauny prowadzonych na Świnie [Piesik, 1992; Kaźmierowska, 2006; Rosińska 2006; Rosińska *et al.*, 2007]. *B. improvisus* najliczniej reprezentowany był w zgrupowaniu z Dziwnowa oraz Karsiboru.

Typowo morskie małże *Mya arenaria* odnotowano na stanowisku 17 w Świnoujściu, jednakże były to młodociane osobniki porastające plechy *Enteromorpha*. Małże te stanowią znaczny element bentosu Zatoki Pomorskiej [Gruszka, 1999], są również obecne w peryfitonie sztucznych podłoży Zatoki Puckiej [Dziubińska i Janas *l.c.*, Dziubińska i Szaniawska *l.c.*] oraz na filarach mostu u wybrzeży Szwecji [Qvarfordt *et al.*, 2006].

Tylko zaś na stanowisku 14 w Dziwnowie występował *Rhithropanopeus harrisi*. Chociaż *Rh. harrisi* to gatunek euryhalinowy i spotykany był nawet w wodach Odry w okolicach Gryfina [Czerniejewski, 2009], to w prowadzonych obserwacjach odnotowano go tylko na jednym ze stanowisk. Krabik amerykański należy uznać za gatunek towarzyszący faunie poroślowej, ze względu na znaczną ruchliwość osobników. Podobnie jak zaobserwowany przy nabrzeżu w Karsiborze *Palaemon elegans*. Preferuje wyższe zasolenie wody i od lat kolonizuje wody przybrzeżne Polski. Bytuje w portach, przy pirsach, również wśród porastających je makroglonów. Badania z Zatoki Puckiej wskazują na znaczny udział glonów w diecie tego gatunku. Obecne w żołądkach bezkręgowce (kielże, larwy ochotek) najprawdopodobniej zjadane są przez *P. elegans* wraz z glonami, na których bytują [Janas i Barańska, 2008].

Neomysis integer jest jednym z najbardziej charakterystycznych słonawowodnych lasonogów, preferującym zasolenie wody od 0,5 do 20 PSU. Jeden osobnik w ciągu godziny jest zdolny przefiltrować do $6,5 \cdot 10^6$ komórek okrzemek. Występuje licznie w strefie przybrzeżnej, estuariach i zalewach. Latem może bytować w wielomilionowych stadach wzdłuż falochronów lub zarośli trzcin [Barnes *l.c.*, Żmudziński, 1990]. Günther *et al.* [1995] odnotowali występowanie tego gatunku w wodach Małego Zalewu, jednakże liczniej występował on w cieśninie Piany, wodach o wyższym zasoleniu wody, co potwierdzają również prowadzone badania epifauny. Największą liczebność *N. integer* stwierdzono na stanowisku w Wolgast.

Na tym stanowisku zanotowano przedstawicieli *Sphaeroma* sp. Bezkręgowce te stanowiły również element zespołu poroślowego sztucznych podłoży eksponowanych w Zatoce Puckiej [Dziubińska i Szaniawska, 2010] oraz bentosu Zalewu Wiślanego [Ezhova *et al.*, 2005] i ujściowego odcinka Piany [Günther *et al.*, 1995].

W wyodrębnionej strefie wód słonawych stwierdzono również obecność taksonów słodkowodnych. W Wolgast i Nowym Warpnie bytowały osobniki *Gammarus pulex*. Poza powszechnie występującymi w epifaunie Zalewu Szczecińskiego kielżami i larwami ochotek zespół w tym rejonie tworzyły m.in. *D. polymorpha*, *Lymnaea (Radix)*

sp., *Cordylophora caspia*, *Hydrachna globosa* i mszywioly. Zgrupowanie peryfitonu charakteryzowała znaczna ilość taksonów ($S=39$), w odniesieniu do pozostałych rejonów estuarium Odry. Jednakże liczebność była najniższa. Średnio notowano 26,2 ind./m², przy czym najmniej w Świnoujściu (śr. 10,5 ind./m²), a najwięcej w Dziwnowie (50,7 ind./m²). Wskaźnik ogólnej różnorodności Shannona H' , równomierności J' i wskaźnik bogactwa gatunkowego, czyli zróżnicowania (d) były natomiast najwyższe (tabela 2).

Strefa wód słonawych dla fauny naroślinnej, w obrębie której zaklasyfikowano stanowiska 5a w Wolgast i 7a w Nowym Warpnie, charakteryzowała się najwyższymi wartościami wskaźników biocenotycznych (tabela 2). Bogaty w różne gatunki ślimaków zespół bytujący na pędach *P. australis* na st.7a dał obraz zdominowania peryfitonu przez osobniki Gastropoda, głównie różne gatunki błotniarek. Tylko na tym stanowisku występowały fitofilne *Viviparus contectus* i *Planorbis planorbis*.

Gatunkiem typowo słonawowodnym odnotowanym na pędach trzciny pospolitej w tym rejonie był *Gammarus duebeni*. Kielz brzegowy toleruje zasolenie wody powyżej 2 PSU. W trakcie prowadzonych badań stwierdzono występowanie osobników tylko na st.5a.

Wśród licznie bytujących pijawek obecne były gatunki odżywiające się ślimakami, jak np. *Alboglossiphonia heteroclita*, *Glossiphonia verucata* i *G. complanata*. Na znaczną liczebność Hirudinea miała wpływ większa ilość ślimaków, ale również ochotkowatych i skąposzczetów, które stanowią pokarm wielu pijawek (Kołodziejczyk i Koperski, 2000). Jednakże w strefie wód słonawych odnotowano znacznie mniej osobników larw Chironomidae i Oligochaeta niż w pozostałych strefach.

Z przedstawicieli Insecta należy wspomnieć o obecności niektórych larw. Znotowano fitofilne larwy motyli z gatunku *Elophila nympheata*, której młodsze stadia zalicza się do fauny minującej tkanki roślin, a także larwy *Oecetis lacustris*, gatunek chruścika bytujący w wodach słodkich i słonawych.

Z form osiadłych w rejonie wód słonawych na pędach *P. australis* odnotowano *Cordylophora caspia*, *D. polymorpha* i Bryozoa.

Czarnecka i Tymolewski [2003] badali zgrupowania makrofauny na łądych trzciny pospolitej jezior Wicko Wielkie i Wicko Małe oraz Świny i Kanału Piastowskiego. Autorzy stwierdzili występowanie taksonów notowanych również w prowadzonych obserwacjach rejonu wód słonawych. Licznie reprezentowane były Chironomidae, Oligochaeta, Crustacea oraz *B. improvisus*. Wśród epifauny stanowisk w Wolgast i Nowym Warpnie nie odnotowano jednakże osobników pąkli. *C. caspia*, gatunek tolerujący wody o pośrednim stopniu zasolenia, wyraźnie obecny był w tym rejonie. Słodkowodne kolonijne organizmy Bryozoa nie występowały tak obficie w wodach z wyższym zasoleniem, podobnie jak w cytowanych badaniach.

Tabela 2. Wskaźniki biocenotyczne (liczba taksonów S, wsk. ogólnej różnorodności Shannona H', wsk. równomierności J', wsk. bogactwa gatunkowego d) charakteryzujące organizmy poroślowe wyodrębnionych stref II i III rzędowego estuarium Odry

Table 2. Values: total individuals, average of individuals, species richness S, Shannon's diversity index H', species evenness and Margalef diversity index d for stations with samples divided into zones (brackish water, freshwater of lagoon, bay-lake)

Strefa wód słonawych							Średnia	H'	J	d
Stanowiska	St.5	St.7	St.14	St.15	St.16	St.17				
Suma liczebności	898	2279	2992	824	1657	618	1545	2,1	0,7	1,7
Średnia liczebność	15,2	38,6	50,7	14,0	28,1	10,5	26,2			
Ilość taksonów S	21	23	26	17	22	20	39*			
Stanowiska	St.5a			St.7a			średnia	1,63	0,67	1,48
Suma liczebności	135			673			404			
Średnia liczebność	2,4			12,0			7,2			
Ilość taksonów S	14			34			37*			
Strefa wód słodkich lotycznych zalewu							średnia	1,8	0,6	1,6
Stanowiska	St.2	St.3	St.8	St.10	St.11	St.12				
Suma liczebności	3007	2902	2514	4114	5731	2169	3406			
Średnia liczebność	51,0	49,2	42,6	69,7	97,1	36,8	57,7			
Ilość taksonów S	16	33	16	24	23	22	40*			
Stanowiska	St.1a	St.2a	St.3a	St.10a	St.11a	St.12a	średnia	1,59	0,60	1,45
Suma liczebności	751	246	579	599	879	407	577			
Średnia liczebność	13,4	4,4	10,3	10,7	15,7	7,3	10,3			
Ilość taksonów S	21	13	26	19	23	22	47*			
Strefa zatokowo-jeziorna							średnia	1,6	0,6	1,4
Stanowiska	St.4	St.6	St.9	St.13						
Suma liczebności	2630	6866	524	2080			3025			
Średnia liczebność	44,6	116,4	8,6	35,3			51,3			
Ilość taksonów S	19	24	14	17			32*			
Stanowiska	St.4a						średnia	0,93	0,36	1,00
Suma liczebności	1034						1034			
Średnia liczebność	18,5						18,5			
Ilość taksonów S	19						19*			

Strefa wód słodkich lotycznych zalewu

Zbiorowisko organizmów poroślowych podłożu betonowych w strefie wód słodkich lotycznych zalewu charakteryzowały najwyższe wartości średniej ilości osobników oraz liczby taksonów. Jednakże wskaźniki biocenotyczne przyjmowały wartości

pośrednie w stosunku do wyższych w strefie wód słonawych i niższych w strefie zatokowo-jeziorniej (tabela 2). Pośród 40 stwierdzonych taksonów aż osiem należało do Gastropoda. Strefa ta była obfita w przedstawicieli ślimaków, jednakże ilościowo przeważały Malacostraca z masowo występującymi Gammaridae.

Przedstawicielami Insecta, nienotowanymi w innych strefach, były larwy jętek z rodzin Caenidae i Baetidae, larwy chrzączek należące do gatunków *Oecetis ochracea* i *Athripsodes cinereus*, larwy motyla *Acentria ephemerella* oraz wodne pluskwiaki: Corixidae. Taksony te bytują w wodach słonawych, często wśród roślinności. Larwy *A. ephemerella* są szczególnie wrażliwe na okresowe braki tlenu [Czachorowski, 1998; Kołodziejczyk i Koperski, 2000; Barnes, 2005]. Wyniki badań nad makrobentosem Zalewu Szczecińskiego wskazują na niewielki udział larw jętek, chrzączek oraz pluskwiaków [Masłowski, *l.c.*; Wolnomiejski i Grygiel, 1992; Rödiger, 2004, Radziejewska *et al.*, 2009].

Charakterystycznymi gatunkami ślimaków dla strefy wód słodkich lotycznych zalewu były: *Potamopyrgus antipodarum*, *Borysthenia naticina*, *Acroloxus lacustris*, *Physa fontinalis* i *Lymnaea auricularia*.

W strefie wód słodkich lotycznych zalewu najliczniejsi jednakże byli przedstawiciele Gammaridae, szczególnie osobniki młodociane. Zaznaczyła się wyraźna dominacja gatunków inwazyjnych. Najobficiej występowały osobniki *O. crassus*. W wodach Zalewu Szczecińskiego został on po raz pierwszy odnotowany pod koniec XX wieku [Konopacka, 2003]. Z pozostałych kielży pontokaspjskiego pochodzenia odnotowano, występujące również w zasobnej populacji, *Dikerogammarus haemobaphes* oraz *P. robustoides*. Pierwszy z gatunków znaleziono po raz pierwszy w próbach z estuarium Odry w 1999 roku, zaś drugi – wraz z *Gammarus tigrinus*, już w 1988 roku [Wawrzyniak-Wydrowska i Gruszka, 2005]. Prowadzone obserwacje potwierdziły wcześniejszą hipotezę dotyczącą występowania w zespole bentosowym *P. robustoides* i *G. tigrinus*, albowiem wysokiej liczebności jednego gatunku towarzyszy niska liczebność drugiego. W strefie wód słodkich lotycznych zalewu notowano niewielkie ilości kielży tygrysich. Jakkolwiek coraz bardziej powszechnie występujące gatunki inwazyjne wypierają rodzime gatunki kielży. Najprawdopodobniej w latach siedemdziesiątych minionego stulecia przyczyniły się do wyeliminowania z wód estuarium Odry rodzimego *Gammarus pulex*. Obecnie trend ten dotyczy populacji *Gammarus zaddachi*, co także jest zauważalne w przedstawianych badaniach peryfitonu II i III rzędowego estuarium Odry. Obce gatunki wykazują wyższą tolerancję na zanieczyszczenia środowiska i tym samym wygrywają we współzawodnictwie o niszę i pokarm z rodzimymi kielżami [Konopacka, *l.c.*; Wawrzyniak-Wydrowska i Gruszka, *l.c.*]. W zbiorowisku organizmów poroślowych słodkich lotycznych wód zalewu zaobserwowano tylko jeden gatunek rodzimy – *G. zaddachi* w najmniejszej ilości w odniesieniu do pozostałych stref estuarium Odry. Udział kielży inwazyjnych był zaś największy. Zettler [2001], a także Rödiger [2004], w wodach Małego Zalewu stwierdzili występowanie głównie obcych gatunków – *G. tigrinus* i *P. robustoides*. Kielże tygrysie notowane były jako makrobentos współwystępujący wraz z populacją

Dreissena polymorpha w tym akwenu [Radziejewska *et al.*, *l.c.*]. W wodach słodkich lotycznych zalewu, podobnie jak w badaniach nad zespołem zoobentosu Zalewu Wiślanego [Ezhova *et al.*, 2005] oraz Zalewu Kurońskiego [Zettler i Daunys, 2007], najliczniejszą w gatunki była gromada Molusca, a populacja inwazyjnych kielży wzrasta i wypiera rodzimych przedstawicieli *Gammarus*.

Największa część stanowisk z trzcina pospolitą znalazła się w obrębie strefy wód słodkich lotycznych zalewu. Podobnie jak w przypadku podłoża betonowych peryfiton charakteryzowała najwyższa liczba taksonów. Znotowano m.in. 12 gatunków ślimaków oraz 8 taksonów owadów. Jednakże wskaźniki biocenotyczne przyjmowały wartości pośrednie w stosunku do wyższych w strefie wód słonawych i niższych w strefie zatokowo-jeziornej (tabela 2). Zgrupowanie organizmów poroślowych zostało zdominowane przez młode osobniki *Gammarus* sp. oraz larwy Chironomidae. Licznie bywały również Oligochaeta oraz Gastropoda.

Wśród Gammaridae, podobnie jak na podłożach betonowych, na pędach trzciny pospolitej notowano duży udział gatunków pontokaspijskich. Z rodzimych kielży stwierdzono tylko osobniki *G. zaddachi*.

W strefie wód słodkich lotycznych zalewu stwierdzono występowanie charakterystycznych dla epifauny makrofitów larw Donaciidae, Ephemeroptera, *Oecetis ochracea*, *A. ephemerella*, Ceratopogonidae oraz Curculionidae (również postaci dorosłe). Większość z wymienionych przedstawicieli to efektywni roślinożercy.

Strefa zatokowo-jeziorna

Zbiorowisko organizmów poroślowych podłoża betonowych w strefie zatokowo-jeziornej charakteryzowała najniższa ilość taksonów oraz najniższe wartości wskaźników biocenotycznych (tabela 2) w prowadzonych badaniach II i III rzędowego estuarium Odry. Zgrupowanie wyróżniało się znaczącą ilością larw Chironomidae (ponad 1/3), co zaniżało bioróżnorodność. Licznie występowały również Oligochaeta (*Stylaria lacustris*), młode osobniki *Gammarus* sp. oraz *Dreissena polymorpha*. Tylko w tej strefie na podłożach betonowych odnotowano trzy taksony: *Argulus foliaceus*, Ostracoda oraz larwy i poczwarki Ceratopogonidae.

W strefie tej badano epifaunę trzciny pospolitej tylko na jednym stanowisku zlokalizowanym w miejscowości Loddin (st. 4a). Podobnie jak w przypadku podłoża betonowych zgrupowanie peryfitonu charakteryzowały najniższe wartości wskaźników biocenotycznych (tabela 2). Przy najniższej liczbie taksonów ich liczebność jednakże była najwyższa, co wskazuje na małą bioróżnorodność. Zdecydowanie przeważały ilościowo larwy Chironomidae, których udział wynosił ponad 80% stwierdzonych osobników. Licznie występowały również Oligochaeta oraz Gammaridae.

Prowadzone badania na sztucznych podłożach zainstalowanych w rzece Sawa [Mihaljević *et al.*, 1998] ukazały, iż pomimo dominacji dwóch grup:

Oligochaeta i Chironomidae, wraz z poprawą jakości wody przebudowie ulega skład taksonomiczny w obu tych grupach. Wraz z redukcją zanieczyszczeń wzrastały wartości wskaźników ogólnej różnorodności Shannona H' oraz równomierności J' . Stąd można domniemywać, że strefa zatokowo-jeziorna stanowi najbardziej zanieczyszczoną z badanych, gdyż charakteryzowały ją najniższe wartości wskaźników biocenotycznych.

WNIOSKI

Czynnikiem wpływającym na skład taksonomiczny, poza rodzajem podłoża ($R = 0,30$ przy $p < 0,001$), był termin pobierania prób związany ze wzrostem termiki wód ($R = 0,22$ przy $p < 0,001$), który wyraźniej widoczny był w peryfitonie z pędów trzciny pospolitej ($R = 0,34$ przy $p < 0,001$) niż podłożu betonowych ($R = 0,10$ przy $p = 0,005$), co było związane z okresem wegetacji makrofitów.

Spśród badanych cech fizykochemicznych wody na kształtowanie się zespołów organizmów poroślowych najwyraźniejszy wpływ miało zasolenie wody.

Różnice w składzie taksonomicznym oraz cechy fizykochemiczne wody pozwoliły na wyodrębnienie trzech stref siedliskowych dla peryfitonu II i III rzędowego estuarium Odry: strefa wód słonawych, strefa wód słodkich lotycznych zalewu oraz strefa zatokowo-jeziorna.

Podziękowania

Autorzy dziękują dr inż. Joannie Rokickiej-Praxmajer (Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie) za nieocenioną pomoc i zaangażowanie w laboratorium. Larwy chruścików zostały oznaczone przez dr Jacka Koszałkę (Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie), któremu dziękujemy.

LITERATURA

1. Barnes R.S.K., 2005. The Brackish-Water Fauna of Northwestern Europe. Cambridge University Press, s. 303.
2. Czachorowski S., 1998. Chruściki (Trichoptera) jezior Polski – charakterystyka rozmieszczenia larw. Wyd. WSP w Olsztynie, s.156.
3. Czarnecka M., Tymolewski M., 2003. Makrofauna trzciny pospolitej (*Phragmites communis* L.) północno-wschodniej części Zalewu Szczecińskiego (Estuarium Odry) w aspekcie zasoleniowym. W: Badania fauny dennej wód różnych typów. X Ogólnopolskie Warsztaty Bentologiczne. Idee ekologiczne, 15 (8), Poznań: 43-45.
4. Czerniejewski P., 2009. Some aspects of population biology of the mud crab, *Rhithropanopeus harrisi* (Gould, 1841) in the Odra estuary, Poland. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 38 (4): 46-62.

5. Dean T.A., Hurd L.E., 1980. Development in an Estuarine Fouling Community: The Influence of Early Colonists on Later Arrivals. *Oecologia (Berl.)*, 46: 295-301.
6. Dziubińska A., Janas U., 2007. Submerged objects – nice place to live and develop. Succession of fouling communities in the Gulf of Gdańsk, Southern Baltic. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 36 (4): 65-78.
7. Dziubińska A., Szaniawska A., 2010. Short-term study on the early succession stages of fouling communities in the coastal zone of Puck Bay. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 39 (4): 3-16.
8. Ezhova E., Żmudziński L., Maciejewska K., 2005. Long-term trends in the macrozoobenthos of the Vistula Lagoon, southeastern Baltic Sea. Species composition and biomass distribution. *Bulletin of the Sea Fisheries Institute*, 1 (164): 55-73.
9. Gruszka P., 1999. The river Odra estuary as a Gateway for alien species immigration to the Baltic Sea Basin. *Acta hydroch. hydrobiol.* 27(5): 374-382.
10. Günther B., Andres D., Ossig S., Janitz H., 1995. Status-Quo-Erfassung des Makrozoobenthos im Peenestrom und im Kleinen Haff. Rostock. *Meeresbiolog. Beitr.*, 3: 189-219.
11. Janas U., Barańska A., 2008. What is the diet of *Palaemon elegans* Rathke, 1987 (Crustacea, Decapoda), a non-indigenous species in the Gulf of Gdańsk (southern Baltic Sea)? *Oceanologia*, 50 (2): 221-237.
12. Kaźmierowska A., 2006. Epifauna poroślowa pław na szlaku wodnym z Zatoki Pomorskiej do Zalewu Szczecińskiego (Estuarium Odry). Praca magisterska wykonana w Zakładzie Hydrobiologii Wydziału Nauk o Ziemi Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń.
13. Kołodziejczyk, P. Koperski, 2000. Bezkręgowce słodkowodne Polski. Klucz do oznaczania oraz podstawy biologii i ekologii makrofauny. Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa, s. 250.
14. Konopačka A., 2003. Further step to the west – *Obesogammarus crassus* (G.O. Sars, 1894) (Crustacea, Amphipoda) already in the Szczecin lagoon. *Lauterbornia*, 48: 67-72.
15. Koszałka J., 2009. Chironomidae (Diptera) community response to improved oxygen conditions in a naturally recovering lake (Łękuł Wielki, northeast Poland). *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 38 (2): 83-89.
16. Masłowski J., 1992. Bottom macrofauna of the Szczecin Lagoon (north-western Poland). *Acta Hydrobiol.*, 34: 253-274.
17. Mihaljević Z., Kerovec M., Tavčar V., Buković I., 1998. macroinvertebrate community on artificial substrate in the Sava river: long-term changes in the community structure and water quality. *Biologia, Bratislava*, 53/5: 611-620.
18. Pieczyńska E., 1970. Peryfiton jako pokarm zwierząt wodnych (metody badań). *Wiadomości Ekologiczne*, Tom XVI, Zeszyt 2: 133-144.
19. Piesik Z., 1992. Biologia i ekologiczna rola organizmów poroślowych (perifiton) zasiedlających sztuczne podłoża w różnych typach wód. *Rozprawy I Studia, T. (CXCVI) 122*, Uniwersytet Szczeciński, Szczecin, s. 263.
20. Poleszczuk G., Garbacik A. – Wesołowska, S. Sitek, T. Mutko, 1995. Status tlenowy i troficzny wód estuarium Odry. *MIR, Studia i Materiały*, Gdynia, s. 99.
21. Qvarfordt S., Kautsky H., Malm T., 2006. Development of fouling communities on vertical structures in the Baltic Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 67: 618-628.
22. Radziejewska T., Fenske Ch., Wawrzyniak-Wydrowska B., Riel P., Woźniczka A., Gruszka P., 2009. The zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) and the benthic community in a coastal Baltic lagoon: another example of enhancement? *Marine Ecology*, 30 (1): 138-150.

23. Robakiewicz W. (red.), 1993. Warunki hydrodynamiczne zalewu Szczecińskiego i Cieśnin łączących Zalew z Zatoką Pomorską. Wyd. IBW PAN, Gdańsk, s. 287.
24. Rosińska B., 2006. Epifauna poroślowa dalb na szlaku wodnym z Zatoki Pomorskiej do Zalewu Szczecińskiego (estuarium Odry). Praca magisterska wykonana w Zakładzie Hydrobiologii Wydziału Biologii i Nauk o Ziemi Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń.
25. Rosińska B., Czarnecka M., Woźniczka A., 2007. A „no man’s land” conquered by aliens: fouling fauna In the Swina strait (southern Baltic estuary). Baltic Sea Science Congress, Rostock 2007, Abstract volume, Part 1: Lectures: 112.
26. Rödiger S., 2004. Die Makrofauna des Oderhaffs – Vorschläge für ein Monitoring nach EU-WRRL. W: Schernewski G., Dolch T. /red./ The Oder Estuary – against the background of the European Water Framework Directive. Marine Science Reports, 57: 127-178.
27. Sharma K.K., Chowdhary S., 2011. Macroinvertebrate assemblages as biological indicators of pollution in Central Himalayan River, Tawi (J&K). International Journal of Biodiversity and Conservation, 3 (5): 167-174.
28. Wawrzyniak-Wydrowska B., Gruszka P., 2005. Population dynamics of alien gammarid species in the River Odra estuary. Hydrobiologia, 539: 13-25.
29. Wolańczyk S., 1997. Peryfiton rozwijający się na pasmach folii polietylenowej zatopionych w miejscu przejścia jezioro Wicko Małe w Wicko Wielkie. Praca magisterska wykonana w Katedrze Zoologii Bezkręgowców i Limnologii Wydziału Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin.
30. Wolnomiejski N., Grygiel I., 1992. Biocenoza dna mulistego Zalewu Szczecińskiego. Studia i Materiały MIR, Gdynia, Seria B, Nr 60: 5-23.
31. Zettler M. L., 2001. Some malacostracan crustacean assemblages in the southern and western Baltic Sea. Rostock. Meeresbiolog. Beitr., 9: 127-143.
32. Zettler M. L., Daunys D., 2007. Long-term macrozoobenthos changes in a shallow boreal lagoon: Comparison of a recent biodiversity inventory with historical data. Limnologica, 37: 170-185.
33. Żmudziński L., 1990. Świat zwierzęcy Bałtyku. Wyd. Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa, s. 195.