

Meroplankton Morza Bałtyckiego

Amanda Sobczyk

Wydział Oceanografii i Geografii, Instytut Oceanografii
E-mail: amanda.sobczyk@stud.ug.edu.pl

Tutor: dr Sylwia Śliwińska-Wilczewska

Instytut Oceanografii, Zakład Funkcjonowania Ekosystemów Morskich

Streszczenie – Celem artykułu jest przybliżenie informacji na temat charakterystyki zwierząt posiadających w swoim cyklu rozwojowym wolno-żyjącą larwę oraz ich znaczenia w Morzu Bałtyckim. Larwa planktonowa jest ważnym elementem rozwoju wielu bentosowych zwierząt morskich, a tym również tych zasiedlających Morze Bałtyckie. Ponadto meroplankton odgrywa ważną rolę w łańcuchu troficznym. Larwy bezkręgowców są pożywieniem dla wielu gatunków ryb, jak też innych bezkręgowców. Głównym czynnikiem różnicującym skład jak i liczebność meroplanktonu jest sezonowość, wynikiem której są fluktuacje parametrów takich jak promieniowanie słoneczne, dostępności pokarmu czy też temperatury wody. Jednakże ilość doniesień literaturowych na temat wpływu różnych biotycznych i abiotycznych czynników środowiskowych na rozmieszczenie i przeżywalność bałtyckiego meroplanktonu jest wciąż niewystarczająca. Dlatego badania nad meroplanktonem są niezwykle ważne, zarówno żeby określić skład gatunkowy bentosu, jak również by móc wykazać, jak nie poznane dostatecznie dobrze czynniki abiotyczne i biotyczne wpływają na jakościowe i ilościowe zróżnicowanie fauny dennej.

Słowa kluczowe – meroplankton, Morze Bałtyckie, stadia larwalne

1. Morze Bałtyckie, jako środowisko życia meroplanktonu

Morze Bałtyckie jest stosunkowo młode, jego wiek szacuje się na około 12 000 lat (Uścińowicz, 2004). Wraz z kształtowaniem się zasięgu współczesnego Bałtyku kształtowała się jego fauna i flora. Morze to przeszło przez pięć etapów między innymi przez zlodowacenia od momentu deglacjacji/od momentu wycofywania się lądolodu skandynawskiego aż do fazy obecnej. Początkowo było to Bałtyckie Jezioro Lodowe, które powstało z połączenia się jezior zastoiskowych. Jeziora te tworzyły się w wyniku ustępowania skandynawskiego lądolodu. Drugim etapem rozwoju Morza Bałtyckiego było Morze Yoldia, którego nazwa pochodzi od mięczaka *Yoldia portlandia arctica*. Akwen ten połączony był z Morzem Północnym, natomiast poziom wody był niższy o około 50 m od obecnego poziomu morza. Na przestrzeni kolejnych lat połączenie z Morzem Północnym zostało zamknięte, a poziom wody podniósł się o 30 m. Nowy zbiornik nazwano Jeziorem Ancylus od mięczaka, który w tym okresie rozpoczął swoją ekspansję *Ancylus fluvatilis*. Następnie jezioro to przekształciło się w Morze Mastogloia, nazwane na cześć pierzastej okrzemki *Mastogloia* sp. W kolejnym etapie Morze Littorina połączyło się z Morzem Północnym przez Cieśniny Duńskie. Morze Littorina odziedziczyło swoją nazwę po mięczaku *Littorina littorea*. Przedostania faza kształtowania się Bałtyku nosi nazwę Limnea, w tym wypadku również nazwa pochodzi od szeroko rozpowszechnionego mięczaka w tym okresie *Lymnea ovata*. W tym właśnie czasie zaczęła kształtować się obecna linia brzegowa. Morze Bałtyckie zapisało się w dziejach pod nazwą Mya, którego nazwa pochodzi od pojawienia się mięczaka *Mya arenaria* występującego dosyć obficie aż do dzisiaj (Łomniewski i in., 1975; Witak, 2013).

Morze Bałtyckie jest pół zamknięte, jedynie od strony zachodniej połączone jest z Morzem Północnym, dzięki czemu możliwy jest dopływ słonej, dobrze natlenionej wody (Demel, 1969). Wlewy powodują dostawanie się bardziej słonej, cięższej wody, która tworzy warstwy przydenne. Zjawisko to powoduje wahanie się zasolenia w głębokich rejonach Morza Bałtyckiego i tak np. w Głębi Bornholmskiej 15‰-21‰, natomiast w Głębi Gdańskiej oraz Gotlandzkiej w granicach 10‰-16‰ (Żmudziński, 1990). Zasolenie wód przybrzeżnych waha się od 10‰ w zachodniej części morza do 3‰ w najbardziej wysłodzonych miejscach na północy akwenu (Demel, 1969).

Temperatura wód powierzchniowych Morza Bałtyckiego znacznie bardziej waha się w jego zachodniej części, gdzie latem może nagrzewać się do 18°C, natomiast na północy jedynie do około 13°C. W okresie zimowym niemal w całym Bałtyku temperatura spada do 0°C, a niekiedy nawet do -0,3°C co wiąże się z zamarzaniem tych wód. W wodach głębinowych nie obserwuje się dużych wahań temperatury, jest ona niemal stała i wynosi około 4°C (Żmudziński, 1990).

Meroplankton jest jednym ze składników zooplanktonu co oznacza, że głównym czynnikiem wpływającym na jego rozmieszczenie są warunki hydrologiczne akwenu (Gallego i in., 2015). Duża ilość wód dopływająca rzekami zakłóca równowagę pomiędzy Morzem Bałtyckim i Morzem Północnym, które połączone są cieśninami. Bałtyk ma stale poziom wody o kilkanaście centymetrów wyższy, co oznacza, że ma dodatni bilans wód. Jest to pierwotna przyczyna powstawania prądu wyprowadzającego wody Bałtyku na zewnątrz do oceanu, a pośrednio i przeciwnego, kompensacyjnego, wprowadzającego dołem do Bałtyku wody z cieśnin duńskich. Zjawisko to powoduje tworzenie się prądu wyprowadzającego wody Bałtyku na zewnątrz do oceanu i powoduje tworzenie się przeciwnego prądu kompensacyjnego. Wymiana wód ulega hamowaniu bądź przyspieszeniu, zależy to głównie od warunków meteorologicznych, a głównie od wiatru (Demel, 1969).

2. Charakterystyka zwierząt posiadających w cyklu rozwojowym wolno-żyjącą larwę

2.1 Fauna bentosowa

Różnorodność fauny dennej Morza Bałtyckiego jest znacznie mniejsza niż Morza Północnego. Wynika to z faktu, iż zwierzęta występujące w Bałtyku są euryhalinowe, mają szerszy zakres występowania ze względu na zasolenie. Zdolność do tolerancji szerszego spektrum zasolenia jest niebywale ważna u organizmów z Morza Bałtyckiego (Żmudziński, 1990). Pozwala to na zasiedlanie większych obszarów morza, które wraz z większą szerokością geograficzną ulega wysłodzeniu. Ze względu na tak zmienne zasolenie w Morzu Bałtyckim brakuje głównie gromad typowo morskich takich jak np. Echinodermata (Demel, 1969). Dużą część świata zwierzęcego w Bałtyku stanowi fauna słonawowodna. Organizmy te najkorzystniej rozwijają się w wodach od kilku do kilkunastu promili, rzadziej przy wyższym zasoleniu. Znaczna część tej grupy zwierząt przedostała się na przestrzeni lat z Arktyki, Chin czy też Morza Kaspijskiego. Wpływ na to miał czynnik antropologiczny - podróże morskie oraz wiele czynników geologicznych (Żmudziński, 1990).

Ważnym aspektem wpływającym na rozwój i rozmieszczenie zwierząt bentosowych jest rodzaj podłoża. Na podstawie tego jaki rodzaj podłoża zasiedlają dane organizmy można podzielić je na pewne grupy. Pierwszą z nich jest psammon, to organizmy preferujące dno piaszczyste. Dodatkowo grupę tę można podzielić na epipsammon – zwierzęta żyjące na powierzchni osadu bądź też endopsammon – zwierzęta zamieszkujące wewnątrz osadu. Jednym ze zwierząt preferujących dno piaszczyste jest małż *M. arenaria*, który żyje zagrzebany w osadzie i wraz z powiększaniem swych rozmiarów, zakopuje się co raz głębiej (Kühl, 1981). Pelobentos są to organizmy rozwijające się na dnie mulistym, i tak jak w przypadku psammonu tu również grupę można podzielić na epipelon

i endopelon. Gatunkiem charakterystycznym należącym do pelobentosu jest małż *Macoma baltica* (Meehan, 1985). Podłoże kamieniste zasiedlane jest przez litobentos, zwierzęta osiadłe, przytwierdzające się do powierzchni. Najobficiej występującym gatunkiem w strefie kamienistej jest omułek jadalny *Mytilus edulis*. Taki typ podłoża występuje głównie u wybrzeży Szwecji (Żmudziński, 1990). Wyróżnia się również argillobentos, zwierzęta związane z dnem typu gliniastego.

2.2 Ichtiofauna

Ichtiofauna Bałtyku jest różnorodna, składa się z gatunków morskich, słodkowodnych jak i kilku dwuśrodowiskowych. W skład morskiej ichtiofauny wchodzi również gatunki pochodzące z Morza Północnego i zasiedlają głównie obszary wschodniego Bałtyku. Wraz ze spadkiem zasolenia, idąc na północ Morza Bałtyckiego liczba gatunków ryb słodkowodnych wzrasta. Ichtiofaunę Bałtyku można podzielić na rzędy: Gadiformes (*Gadus morhua*), Clupeiformes (*Clupea harengus*), Salmoniformes (*Salmo trutta trutta*), Pleuronectiformes (*Platichthys flesus*), Scorpaeniformes (*Myoxocephalus scorpius*), Belonitiformes (*Belone belone*), Syngnathiformes (*Nerophis ophidion*), Perciformes (*Neogobius melanostomus*), Gasterosteiformes (*Gasterosteus aculeatus*) oraz Cypriniformes (*Esox lucius*) (Horbowa i Fey, 2013).

Ryby należące do wyżej wymienionych rzędów posiadają stadium larwalne w cyklu rozwojowym. Skład ichtioplanktonu zmienia się wraz z porami roku, jest on zależny od miesięcy w których poszczególne gatunki się rozradzają. Ikra jest jajem od momentu zapłodnienia do wylęgu, zbudowanym z zarodka i żółtka, które pełnią role odżywcze. W pierwszym etapie ikra unosi się swobodnie w toni wodnej, po pewnym czasie opada na dno gdzie dochodzi do całkowitego przeobrażenia (Horbowa i Fey, 2013).

3. Meroplankton Bałtycki

3.1 Charakterystyka bałtyckiego meroplanktonu

Larwa planktonowa jest ważnym elementem rozwoju wielu bentosowych zwierząt morskich, a tym również tych zasiedlających Morze Bałtyckie. Organizmy denne i przydenne przede wszystkim wykształciły tę cechę by móc zasiedlać nowe terytoria oraz zapewniać gatunkowi różnorodność genetyczną (Thorson, 2008). Głównym czynnikiem różnicującym skład jak i liczebność meroplanktonu jest sezonowość, wynikiem której są fluktuacje parametrów takich jak promieniowanie słoneczne, dostępności pokarmu czy też temperatury wody (Freire i in. 2005). Czynniki te indukują spadek bądź wzrost produkcji pierwotnej, która to jest podstawą funkcjonowania organizmów znajdujących się na wyższych poziomach łańcucha troficznego. Dla przykładu, w tropikach ze względu na brak sezonowości i ciągłą dostępność pożywienia larwy spotykane są w toni wodnej przez cały rok (Freire i in., 2005).

Gromada Polychaeta (Annelida) jest jednym z najbardziej rozpowszechnionych typów zwierząt bentosowych posiadających larwę planktonową w morzach i oceanach (Crumrine, 2001). W Bałtyku żyje ponad 40 gatunków, najbardziej rozpowszechnione są one do głębokości 100 m, 200 m (Żmudziński, 1990). Zwierzęta te mogą osiągać do 30 cm wielkości, a trofia ich opiera się na pasożytnictwie lub drapieżnictwie. W rozwoju wieloszczetów występują trzy główne formy larwy. Pierwsza z nich to trochofora posiada ona zespół rzęsek, których używa do lokomocji bądź też czasami do odżywiania. Forma ta jest wyłącznie pelagiczna. Metatrochofora składa się zazwyczaj z 2-3 segmentów, a parapodia na tym etapie mogą już stawać się widoczne. Larwy na tym poziomie rozwoju mogą być planktotroficzne lub lecitotroficzne. Najpóźniejszą formą larwalną jest nectochete,

posiada wykształcone prawie wszystkie części ciała. Po tym okresie opada na dno zbiornika i przekształca się w postać dorosłą (Crumrine, 2001). Najwięcej larw polychaeta w toni wodnej występuje wczesną wiosną, w późniejszym okresie ich rozwój przebiega wyłącznie na dnie morskim (Żmudziński, 1990).

Do bałtyckiej fauny dennej należą również przedstawiciele Mollusca, w tym Bivalvia i Gastropoda. Bivalvia reprezentowane są Morzu Bałtyckim głównie przez *M. edulis*, *M. baltica*, *Cerastoderma glaucum*, *Astarte borealis* oraz *M. arenaria*. Zapłodnienie tych zwierząt odbywa się w środowisku zewnętrznym, gdzie uwalniane są do wody komórki jajowe oraz plemniki w wyniku zygoty powstaje trochofora. Trochofora przekształca się w formę veliger i pod tą postacią dryfuje w toni wodnej (Brink, 2001). Veliger w zależności od gatunku małża może pozostawać w toni wodnej od kilku dni do nawet miesiąca. Tego typu larwy odżywiają się filtrując wodę (Brink, 2001). Aktualnie rozróżnienie larw poszczególnych gatunków jest bardzo trudne ze względu na ich duże podobieństwo. Jedynie veliger *M. edulis* różni się znacznie od pozostałych gatunków nieco kształtem oraz barwą, co zostało potwierdzone genetycznie (Lasota i in., 2013).

Gastropoda bałtyckie nie są zbyt liczną grupą, stwierdzono zaledwie obecność około piętnastu gatunków. W przypadku ślimaków, larwa również nazywa się veliger. Zapłodnienie jest wewnętrzne lub zewnętrzne, po czym larwa typu veliger uwalniana jest do słupa wody (Goddard, 2001). Najczęściej są to zwierzęta rozdzielnopłciowe i jajorodne. W pierwszym okresie larwy są kuliste i przypominają trochoforę następnie kształtują się zawiązki muszli i tak rozwinięty organizm zwany jest veligerem (Żmudziński, 1990). Organizmy te w formie larwalnej w zależności od stopnia rozwoju mogą być planktotroficzne lub lecitotroficzne. W toni wodnej zostają tak długo aż opadną na dno i tam dojdzie do całkowitej metamorfozy. Rozróżnienie gatunków na poziomie larwalnym jest bardzo trudne ze względu na duże podobieństwo larw (Goddard, 2001).

Wąsonogi w Morzu Bałtyckim reprezentowane są przez jeden gatunek *Amphibalanus improvisus*. Pąkle są zwierzętami porastającymi twarde fragmenty podłoża lub inne organizmy np. małże. Cirripedia posiadają dwie główne formy larwalne, którymi są nauplius i cypris. Nauplius jest larwą pelagiczną i ze względu na sposób odżywiania może być planktotroficzny lub lecitotroficzny. Nauplius posiada trzy pary odnóży w części głowowej, z których pierwsza para odpowiedzialna jest za lokomocję, a kolejne dwie za odżywianie (Arnsberg, 2001). Cypris często opada na dno, a substancje odżywcze czerpie z zapasów tłuszczu w organizmie (Arnsberg, 2001). Przy określeniu nauplius mówiąc o meroplanktonie należy szczególnie uważać, ponieważ larwę w postaci naupliusa posiadają również Copepoda. Nauplius Copepoda różni znacznie wizualnie od naupliusa Cirripedia ale przede wszystkim nie należy do formacji meroplanktonu.

Mszywioly to zwierzęta osiadłe i kolonijne porastające zarówno inne organizmy, jak i przedmioty zanurzone w wodzie. Pojedyncze osobniki zwane zooidami dobrze widzialne są jedynie pod mikroskopem. Ich ciało składa się z dwóch części polypidu i cystidu. Polypid jest to ruchoma część głowowa wyposażona w lofofor, a część nieruchoma to cystid. Mszywioly są obupłciowe i przeważnie żyworodne. Zwierzęta te posiadają w toni wodnej stadium larwalne cyphonautes, która przez kilka godzin pływa w toni wodnej a następnie osiada na stałym podłożu dając początek nowej kolonii (Żmudziński, 1990). Postać młodociana jest trójkątna, spłaszczona i otoczona jest chitynową osłonką. Zagęszczenie meroplanktonu przez larwy typu cyphonautes jest stosunkowo trudne do oszacowania ze względu na fakt, iż ulegają zniszczeniu po konserwacji formaldehydem (Freire i in., 2005).

Do zgrupowania meroplanktonu zalicza się również ichtioplankton, czyli jaja ryb w początkowym stadium ich rozwoju. W tym przypadku larwy nie mają swoich nazw, dzieli się je jedynie na larwę w stadium woreczka żółciowego oraz postlarwę. Stadium woreczka żółciowego trwa

do czasu całkowitego zredukowania substancji odżywczych. Następnie przemienia się w postlarwę i stadium to trwa do czasu rozwinięcia płetw oraz innych narządów charakterystycznych dla dojrzałych osobników. W celu identyfikacji larw określa się kształt ciała i pigmentację. W przypadku pigmentacji należy jednak pamiętać, że w wyniku konserwacji prób ulega ona zmianie. Dodatkowo wykorzystuje się cechy mieralne jak np. długość całkowita oraz cechy policzalne. W celu określenia cech policzalnych używa się jednostki miomerów, są to metamerycznie ułożone segmenty mięśniowe w zarodkach zwierząt bezkręgowych (Horbowia i Fey, 2013).

3.2 Charakterystyka meroplanktonu wlewowego

Morze Bałtyckie często w okresie jesieni i zimy doświadcza wlewów z Morza Północnego. Wraz z natlenionymi, słonymi wodami wpływają również zwierzęta. W Bałtyku zwierzęta z gromady Echinodermata nie występują, może się jednak zdarzyć, że w próbie obecne będą pojedyncze larwy. Szkarłupnie dzieli się na Asteroidea, Ophiuroidea, Echinoidea oraz Holothuroidea. Każda z klas jest reprezentowana w toni wodnej przez inną larwę. Asteroidea są drapieżnikami, padlinożercami ale zdarza się też, że niektórzy z przedstawicieli w okresie głodu odżywiają się także roślinami. Organizmy te są rozdzielnopłciowe, do zapłodnienia dochodzi poza ciałem. W cyklu rozwojowym posiadają między innymi larwę typu bipinnaria (Miller, 2001). Ophiuroidea, (wężowidła) różnią się od rozgwiazd tym, że posiadają dłuższe ramiona, które nie są połączone u nasady (Miller, 2001). Odżywiają się w różnoraki sposób, na przykład mogą być drapieżnikami, detrytosożercami oraz roślinożercami. W obrębie przedstawicieli występuje zdolność do regeneracji i autonomii. Większość tych zwierząt jest rozdzielnopłciowa choć zdarzają się też przedstawiciele hermafrodytyczni. W obrębie meroplanktonu są one reprezentowane przez larwę typu ophiopluteus (Miller, 2001). Kolejnym przykładem przedstawicieli Echinodermata, które posiadają larwy wolnożyjące są Echinoidea. Kształt ich ciała jest kulisty, mniej lub bardziej spłaszczony. Przedstawiciele jeżowców zazwyczaj przybierają barwy jasne lub mocno ciemne. W skład ich diety wchodzi bezkręgowce, detrytus i rośliny. Echinoidea posiada w toni wodnej larwę typu echinopluteus (Miller, 2001). Kolejny typ z przedstawicieli Echinodermata posiadający larwy w toni wodnej to Holothuroidea. Zwierzęta te charakteryzują się wydłużonym ciałem o miękkich ścianach i szkielecie wewnętrznym zredukowanym do postaci małych igieł. Przejściowym stadium jest larwa typu auricularia (Miller, 2001).

3.3 Znaczenie meroplanktonu w środowisku wodnym

Wolno-żyjące larwy bezkręgowców są bardzo ważnym elementem ich rozwoju. Dzięki unoszeniu się w toni wodnej na skutek działania prądów morskich zapewniają zasiedlanie nowych obszarów. Ważnym aspektem jest również zmienność genetyczna, która przez organizmy meroplanktonowe utrzymuje się na poziomie gatunkowym. Należy pamiętać również, że zwierzęta posiadające larwę w swojej strategii rozrodczej mają możliwość wyprodukowania znacznie więcej potomstwa. Meroplankton może stanowić bazę pokarmową innych organizmów żyjących w Bałtyku. W Morzu Bałtyckim nie zauważa się szczególnych zmian jakościowego składu meroplanktonu w przeciwieństwie do rejonów polarnych. Zachodzące obecnie fluktuacje klimatyczne, zwłaszcza w rejonie Antarktyki Zachodniej są już przyczyną zmian jakie obserwuje się w strukturze zbiorowisk bentosowych. Między innymi, sporadycznie już obserwuje się np. pojawianie się w tych wodach larw typu zoea, będącymi stadium młodocianym krabów (Vázquez i in., 2007). W dalszej przyszłości może to spowodować, że zwierzęta te na nowo skolonizują Antarktykę, prowadząc tym samym do spadku liczebności niektórych przedstawicieli Echinodermata w tym obszarze. W Morzu Bałtyckim i nie tylko meroplankton odgrywa ważną rolę w łańcuchu troficznym. Larwy bezkręgowców są

pożywieniem dla ryb ale też innych bezkręgowców. Badania nad meroplanktonem są niezwykle ważne, zarówno żeby określić skład gatunkowy bentosu, jak również by móc wykazać, jak nie poznane dostatecznie dobrze czynniki abiotyczne i biotyczne, w tym oddziaływanie allelopatyczne bałtyckich sinic wpływają na jakościowe i ilościowe zróżnicowanie fauny dennej.

Literatura

- Arnsberg A. J., 2001. *Arthropoda, Cirripedia: The Barnacles*, [w:] Shanks Alan L.(red.), *An identification guide to the larval marine invertebrates of the pacific northwest*, Oregon State University Press.
- Brink A. L., 2001. *Mollusca: Bivalvia*, [w:] Shanks Alan L.(red.), *An identification guide to the larval marine invertebrates of the pacific northwest*, Oregon State University Press.
- Crumrine L., 2001. *Polychaeta*, [w:] Shanks Alan L.(red.), *An identification guide to the larval marine invertebrates of the pacific northwest*, Oregon State University Press.
- Demel K., 1969. *Życie morza*; Wydawnictwo Morskie. Gdańsk.
- Freire A. S., Absher T. M., Cruz-Kaled A. C., Kern Y., Elbers K. L., 2005. Seasonal variation of pelagic invertebrate larvae in the shallow antarctic waters of Admiralty Bay (King George Island), *Polar Biology*, 29(4), 294-302.
- Gallego R., Heimeier D., Lavery S., Sewell M. A., 2015. The meroplankton communities from the coastal Ross Sea: latitudinal study. *Hydrobiologia*, 761, 195-209.
- Goddard J. H. R., 2001. *Mollusca: Gastropoda*, [w:] Shanks Alan L.(red.), *An identification guide to the larval marine invertebrates of the pacific northwest*, Oregon State University Press.
- Horbowa K., Fey D., 2013. *Atlas wczesnych stadiów rozwojowych ryb*. Morski Instytut Rybacki.
- Kühl H., 1981. The Sand gaper *Mya arenaria*, In *Invertebrates of the Wadden Sea*. Final report of the section 'Marine Zoology' of the Wadden Sea Working Group. (red.) N. Dankers, H. Kuhl, W.J., Wolff, pp. 118-119.
- Lasota R., Piłczyńska J., Williams S. T., Wołowicz M. 2013. Fast and easy method for total DNA extraction and gene amplification from larvae, spat and adult mussels *Mytilus trossulus* from the Baltic Sea. *Oceanological and Hydrobiological Studies; International Journal of Oceanography and Hydrobiology*, 42(4), 486-489.
- Łomniewski K., Mańkowski W., Zaleski J., 1975. *Morze Bałtyckie*. Warszawa.
- Meehan B.W, 1985. Genetic comparison of *Macoma balthica* (Bivalvia, Telinidae) from the eastern and western North Atlantic Ocean. *Marine Ecology Progress Series*, 22, 69-76.
- Miller Bruce A., 2001. *Echinodermata*, [w:] Shanks Alan L.(red.), *An identification guide to the larval marine invertebrates of the pacific northwest*; Oregon State University Press.
- Thorson G., 2008. Reproductive and larval ecology of marine bottom invertebrates. *Biological reviews*, 25(1), 1-45.
- Uściniowicz S., 2004. Rapid sea level changes in the Southern Baltic during Late Glacial and Early Holocene. *Polish Geological Institute Special Papers*, 11, 9-18.
- Witak M., 2013. *Zarys postglacjalnej ewolucji Bałtyku Południowego* [w:] J. Cyberski (red.), *Ochrona wybrzeża w polityce morskiej państwa*.
- Vázquez E., Ameneiro J., Putzeys S., Gordo C., Sangrá C., 2007. Distribution of meroplankton communities in the Bransfield Strait, Antarctica; *Marine Ecology Progress Series*, 338(1), 119-129.
- Żmudziński L., 1990. *Świat zwierzęcy Bałtyku: atlas makrofauny*. Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne.

Krótką notką o autorze: Studentka I roku studiów II stopnia na kierunku oceanografii. W obszar jej zainteresowań wchodzi szeroko pojęta oceanografia biologiczna, głównie interakcje pomiędzy wybranymi gatunkami sinic i mikroglonów a bałtyckim meroplanktonem.