

PORASTANIE KADŁUBÓW MAŁYCH STATKÓW JAKO SPOSÓB ROZPRZESTRZENIANIA SIĘ MAKROZOOBENTOSU

Joanna Cupak¹, Monika Hałupka¹, Piotr Gruszka²

¹ Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, al. Piastów 17, 70-310 Szczecin
e-mail: cupak.joanna@gmail.com, mhalupka@zut.edu.pl

² Instytut Morski w Gdańsku, Długi Targ 41/42, 80-830 Gdańsk, e-mail: pgruszka@im.gda.pl

STRESZCZENIE

Zbadano kadłuby 9 jednostek pływających po wodach śródlądowych i przybrzeżnych wodach Bałtyku pod kątem porastających je organizmów. Ogółem stwierdzono występowanie 23 taksonów zwierzęcych, w tym 8 gatunków obcych dla basenu Morza Bałtyckiego. Najczęściej stwierdzanymi taksonami były *Amphibalanus improvisus*, Chironomidae, *Dreissena polymorpha* i *Gammarus tigrinus*. Przedstawione wyniki badań wyraźnie wskazują na potencjalną rolę jaką mogą odgrywać małe statki w introdukcji i rozprzestrzenianiu się obcych gatunków, nie tylko w estuarium Odry, ale i w wodach Bałtyku będących poza zasięgiem oddziaływania Odry.

Słowa kluczowe: fauna poroślowa na statkach, makrozoobentos, gatunki obce, śródlądowe drogi wodne, strefa przybrzeżna Bałtyku.

SHIP HULL FOULING AS A MEANS OF MAKROZOOBENTHOS DISPERSAL

ABSTRACT

Hulls of 9 boats operating in inland waterways and coastal Baltic waters along were examined for the presence of fouling organisms. A total of 23 animal taxa were recorded, 8 of them being alien species known to have been earlier introduced into the Baltic Sea basin. The most frequent taxa were: *Amphibalanus improvisus*, Chironomidae, *Dreissena polymorpha*, and *Gammarus tigrinus*. The findings of this study clearly demonstrate the important role potentially played by small crafts in the introduction and spread of alien species not only in the River Odra estuary, but also in the coastal Baltic waters outside of the Odra plume.

Keywords: makrozoobentos, biofouling on ships, invasive species, Baltic coastal waters, River Odra estuary.

WSTĘP

Przenoszenie organizmów w nowe miejsca może zachodzić samodzielnie, poprzez czynne wędrówki, albo też za pomocą czynników zewnętrznych. W przypadku organizmów wodnych można tu mówić głównie o trzech typach niesamodzielnego

rozprzestrzeniania się: poprzez bierne dryfowanie w wodzie; dzięki innym zwierzętom oraz z pomocą człowieka – w sposób celowy lub przypadkowy [Reinhold i Tittizer 1997]. Celowa introdukcja wodnych bezkręgowców jest rzadszym zjawiskiem w porównaniu z przypadkowymi działaniami. Często celowo wprowadzane gatunki „wymykały się spod kontroli” i dalej rozprzestrzeniały się już same, lub z nieświadomą pomocą człowieka, natomiast przypadkowe zmiany związane są z rozwojem handlu i transportu, w tym z rozwojem żeglugi (oceanicznej i śródlądowej).

Przyczynia się do tego też likwidacja barier ekologicznych i geograficznych (co najczęściej wiąże się również z rozwojem transportu wodnego). Przykładem może być tworzenie sieci kanałów śródlądowych, łączących rzeki i, co często za tym idzie, zlewiska odległych nieraz mórz. Czyni to łatwiejszą i intensywniejszą wymianę gatunków – z pomocą człowieka (żegluga) lub bez jego pomocy (naturalne sposoby rozprzestrzeniania się organizmów) – pomiędzy izolowanymi wcześniej obszarami [Jajdzewski 1980, Bij de Vaate i in. 2002].

Duży wpływ na rozprzestrzenianie się organizmów wodnych mają jednostki pływające, traktowane jako wektory przenoszące organizmy (jaja, larwy, młodociane i/lub dorosłe osobniki), w zbiornikach z wodą balastową, na kadłubach lub wraz z transportowanym ładunkiem [Minchin i Gollasch 2002]. Porastanie kadłubów przez organizmy prowadzi do wielu problemów, na przykład: przypadkowe introdukcje nowych gatunków (wraz z nowymi patogenami, chorobami, czy ryzykiem inwazyjności i wypierania gatunków rodzimych); uciążliwość w gospodarce (przy masowym występowaniu wielu gatunków) z powodu obrastania urządzeń hydrotechnicznych, zatykania przewodów filtrów itp.; zmiana charakterystyki napędowej porośniętych jednostek na niekorzyść szybkości, co wpływa na koszty ich eksploatacji oraz niebezpieczeństwo dla zdrowia człowieka [Bax i in. 2003, Głowaciński i in. 2008].

Pomimo tego, że wielu hydrobiologów zajmuje się problemem introdukcji obcych gatunków, jest on wciąż aktualny. Celem pracy było zbadanie organizmów porastających kadłuby jednostek pływających, zwracając szczególną uwagę na gatunki obce, mogące stanowić zagrożenie w miejscach, do których zostały wprowadzone.

MATERIAŁ I METODA

Badania organizmów porastających kadłuby oparto na materiale pobranym od maja 2007 do października 2009 z jednostek pływających remontowanych w stoczni „FORKOR” w Szczecinie, jachtów z przystani jachtowej AZS w Szczecinie Dąbiu i łodzi rybackich cumujących w nadmorskich miejscowościach Pomorza Zachodniego (tab. 1). Nazwy i numery identyfikacyjne jednostek nie są w pracy podane, jednakże są dostępne u autorów.

Z porośniętych części kadłubów pobrano próbki za pomocą skrobaka o szerokości 10 lub 25 cm, zabezpieczonego na końcu gęstą siatką (oczka o boku ok. 0,1 mm). Próby pobierano w trzech powtórzeniach z każdej porośniętej części kadłuba. Z łodzi

Tabela 1. Dane zbadanych jednostek pływających

Nr jednostki	Rodzaj jednostki	Data poboru prób	Miejsce pobytu jednostki podczas poboru prób	Port macierzysty	Rejon pływania
1	ponton transportowy	12.05.2007	slip / stocznia remontowa „FORKOR” w Szczecinie	Świnoujście	estuarium Odry
2	kuter rybacki	05.07.2007	slip / stocznia remontowa „FORKOR” w Szczecinie	Sassnitz	Morze Bałtyckie
3	statek wycieczkowy	20.02.2008	slip / stocznia remontowa „FORKOR” w Szczecinie	Ueckermünde	Zalew Szczeciński, przybrzeżne wody Bałtyku
4	ponton transportowy	05.06.2008	slip / stocznia remontowa „FORKOR” w Szczecinie	Berlin	śródlądowe drogi wodne w dorzeczu Łaby
5	jacht	10.03.2009	slip / przystań jachtowa AZS Szczecin Dąbie	Szczecin	Zalew Szczeciński, jez. Dąbie
6	jacht	10.03.2009	slip / przystań jachtowa AZS Szczecin Dąbie	Szczecin	Zalew Szczeciński, przybrzeżne wody Bałtyku
7	łódź rybacka	21.10.2009	w wodzie / port rybacki w Dziwnowie	Dziwnów	Morze Bałtyckie
8	łódź rybacka	22.10.2009	w wodzie / port rybacki w Mrzeżynie	Mrzeżyno	Morze Bałtyckie
9	łódź rybacka	22.10.2009	w wodzie / port rybacki w Kołobrzegu	Kołobrzeg	Morze Bałtyckie

rybackich pobrano próby jedynie z rufy, ze względu na przebywanie tych jednostek w wodzie. Próbkę zakonserwowano 70% alkoholem etylowym, a następnie przesiano przez sito o wielkości boku oczka 0,5 mm. Uzyskany materiał przeglądano pod mikroskopem stereoskopowym. Zwierzęta oznaczane do możliwie najniższego taksonu.

Do interpretacji wyników zastosowano matematyczne metody analizy wielu zmiennych, posługując się modulem CLUSTER z pakietu PRIMER [Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research; Clarke i Warwick 1994]. Moduł ten zastosowano do wykrycia asocjacji pomiędzy organizmami (tzw. grupy faunistyczne). Analizę tę przeprowadzono wykorzystując podobieństwo Bray'a-Curtisa jako miary podobieństwa i średnią grupową jako metodę grupowania. Analizę przeprowadzono w oparciu o dane transformowane ($\sqrt{x_i}$, gdzie x_i – udział procentowy liczebności i-tego taksonu na badanej jednostce pływającej).

WYNIKI

Żadna z 9 zbadanych jednostek nie była wolna od organizmów porastających kadłuby. Jednostki 1, 2, 7, 8 i 9 porośnięte były glonami. Najsilniej porośnięta była rufa, w mniejszym stopniu burty, dziób i dno.

Ogółem stwierdzono występowanie 23 taksonów zwierzęcych, z czego 17 oznaczono do gatunku, z czego 8 to gatunki obce w basenie Morza Bałtyckiego (tab. 2).

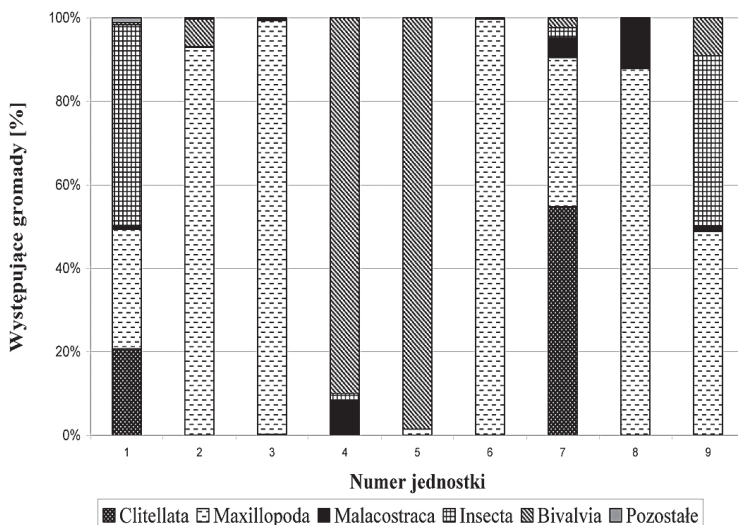
Tabela 2. Spis taksonów stwierdzonych na badanych jednostkach

Takson		Pochodzenie oznaczonych gatunków	Obecność na jednostkach
HYDROZOA	<i>Cordylophora caspia</i>	obcy / pontokaspijski	1, 2, 3
TURBELLARIA	Tricladida n.d.	–	1
CLITELLATA	<i>Alboglossiphonia heteroclita</i>	rodzimy	1
	<i>Stylaria lacustris</i>	rodzimy	7
	Oligochaeta n.d.	–	1, 3, 7
POLYCHAETA	<i>Hediste diversicolor</i>	rodzimy	1, 2
ARACHNIDA	Halacaridae	–	1
MAXILLOPODA	<i>Amphibalanus improvisus</i>	obcy / Ameryka Pn.	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9
MALACOSTRACA	<i>Heterotanais oerstedii</i>	rodzimy	1, 3
	<i>Lekanesphaera rugicauda</i>	rodzimy	3
	<i>Gammarus duebeni</i>	rodzimy	8
	<i>Gammarus tigrinus</i>	obcy / Ameryka Pn.	1, 3, 7, 8, 9
	<i>Leptocheirus pilosus</i>	rodzimy	2
	<i>Pontogammarus robustoides</i>	obcy / pontokaspijski	1
	<i>Dikerogammarus haemobaphes</i>	obcy / pontokaspijski	4
	<i>Dikerogammarus villosus</i>	obcy / pontokaspijski	1, 4, 6
	<i>Chelicorophium curvispinum</i>	obcy / pontokaspijski	4, 8
	<i>Corophium lacustre</i>	rodzimy	3
INSECTA	<i>Caenis</i> sp. (larwy)	rodzimy	1
	Chironomidae (larwy, poczwarki)	–	1, 2, 3, 4, 7, 9
	<i>Sphaeromias</i> sp. (poczwarki)	rodzimy	1
BIVALVIA	<i>Dreissena polymorpha</i>	obcy / pontokaspijski	1, 3, 4, 5, 7, 9
	<i>Mytilus edulis</i>	rodzimy	2

Najczęściej stwierdzonymi taksonami były *Amphibalanus improvisus*, Chironomidae, *Dreissena polymorpha* i *Gammarus tigrinus*. Największą różnorodność gatunków stwierdzono w gromadzie Malacostraca. *Cordylophora caspia* nie została uwzględniona w obliczeniach ilościowych ze względu na kolonijny charakter tego gatunku.

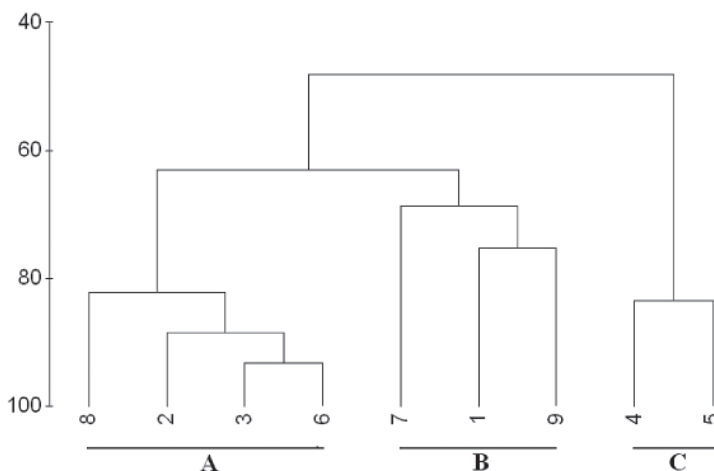
Dominującą gromadą były Maxillopoda z gatunkiem *A. improvisus* (48,9–100% średniego zagęszczenia), Bivalvia z *D. polymorpha* (82,3–100%) oraz Clitellata z podgromadą Oligochaeta – 54,8% (rys. 1). Gromady Turbellaria, Polychaeta i Arachnida nie stanowiły nawet 1% średniego zagęszczenia. Jednostki pływające były porośnięte przez 2 do 15 wyróżnionych taksonów zwierzęcych.

W składzie gatunkowym zaobserwowano różnice w zależności od rejonu gdzie zwykle pływa dana jednostka. Na podstawie analizy gronowej, wyróżniono trzy grupy



Rys. 1. Udział procentowy liczebności poszczególnych gromad występujących na badanych jednostkach. Dla poszczególnych jednostek zostały uśrednione ilości organizmów ze wszystkich miejsc poboru prób

badanych jednostek: A, B i C, różniące się pod względem składu fauny porastającej ich kadmłuby (rys. 2). W grupie A przeważającym ilościowo gatunkiem był *A. improvisus*. W grupie B obok *A. improvisus* duży udział miały Oligochaeta i/lub larwy Chironomidae. *D. polymorpha* to dominujący gatunek na statkach w grupie C. W grupie A i C ilościowo dominowały gatunki obce.



Rys. 2. Dendrogram podobieństwa faunistycznego (%) zespołów poroślowych stwierdzonych na badanych jednostkach

DYSKUSJA

Jednostki pływające mają duże znaczenie jako wektory w rozprzestrzenianiu się organizmów wodnych. W badaniach nad rolą porostania małych jednostek pływających przez *Dreissena polymorpha*, Minchin i in. [2006] wskazali na kadłuby jako wektory związane z największym ryzykiem zawlekania gatunków. Niniejsze badania potwierdzają, że kadłuby statków są siedliskiem różnych organizmów bentosowych, w tym gatunków obcych, które mogą zostać w ten sposób wprowadzone do nowych miejsc. Dotyczy to zarówno jednostek pływających po wodach południowego Bałtyku (grupa A, gdzie dominuje *Amphibalanus improvisus*), jak i tych związanych bardziej z wodami śródlądowymi (grupa C – jednostki porośnięte przede wszystkim przez *D. polymorpha*). Poławiające na Bałtyku łodzie rybackie, które cumują w ujściach rzek, oraz pływający po Kanale Piastowskim ponton transportowy (grupa B), okazały się być siedliskiem obu grup epifauny: słodkowodnej i Bałtyckiej. Do nowych imigrantów w estuarium Odry należą cztery inwazyjne gatunki kielży: pochodzący z Ameryki Płn. *Gammarus tigrinus* oraz pontokaspijskie *Pontogammarus robustoides*, *Dikergammarus haemobaphes* i *D. villosus* [Wawrzyniak-Wydrowska i Gruszka 2005, Gruszka i Woźniczka 2008]. Każdy z tych gatunków stwierdzony był na przynajmniej jednej z badanych jednostek (tab. 2). Najczęściej był to *G. tigrinus* (znaleziony na 5 jednostkach) – gatunek tolerancyjny na zmiany zasolenia i niezwykle płodny, zwykle przewyższający liczebnością rodzime gatunki, stopniowo zastępując je we wcześniej zasiedlanych przez nie biotopach.

W Polsce zjawisko zastępowania gatunków rodzimych przez *G. tigrinus* ma miejsce przede wszystkim w zalewach przybałtyckich [Gruszka 1999, Jażdżewski i in. 2002]. *P. robustoides* jest kielżem stosunkowo dużym i agresywnym, skutecznie poluje na inne drobne zwierzęta bezkręgowce. Jako gatunek eurytopowy i wszystkożerny może stanowić konkurencję i zagrożenie dla lokalnej fauny dennej, w tym dla rodzimych gatunków Amphipoda. Jako żywiciel pośredni przywr i kolcogłowów, będących pasożytami ryb i ptaków wodnych, *P. robustoides* jest również wektorem obcych gatunków pasożytów [Grabowski i in. 2007, Grabowski 2008]. *D. haemobaphes* skolonizował Odrę, gdzie obecnie występuje z innymi obcymi gatunkami kielży [Müller i Hertel 2004]. Jak dotychczas brak jest danych wskazujących, w jakim stopniu *D. haemobaphes* stanowi bezpośrednie zagrożenie dla gatunków rodzimych [Jażdżewski 2008a]. Oba gatunki stwierdzone były tylko raz na badanych jednostkach. Najnowszy spośród wymienionych kielży imigrant, *D. villosus*, jako skuteczny drapieżnik osiągający duże zagęszczenia populacji, może konkurować w szczególności z innymi gatunkami Amphipoda, zagrażając w ten sposób rodzimym biocenozom. W Polsce zjawisko wypierania gatunków obserwuje się w Odrze, gdzie *D. villosus*, migrując w górę rzeki, wypiera inne kielże – *G. tigrinus* i *D. haemobaphes* [Müller i Hertel 2004, Jażdżewski 2008b]. Obecność tego gatunku stwierdzono na trzech z dziewięciu omawianych jednostek, przy czym każda z nich należała do innej pod względem składu fauny poroślowej grupy (tab. 2, rys. 1 i 2).

Bytujący w wodach słodkich inny gatunek pontokaspjskich obunogów, *Chelicorophium curvispinum* przy masowym występowaniu może być gatunkiem uciążliwym w gospodarce z powodu oblepiania urządzeń hydrotechnicznych tysiącami swych rurek mieszkalnych, zatykania przewodów, filtrów itp. Trudno ocenić wpływ *C. curvispinum* na gatunki rodzime, ponieważ od blisko 100 lat jest elementem polskiej hydrofauny [Jażdżewski 2008c]. Podobnie jak jeszcze wcześniejszy przybysz – *D. polymorpha*, którego masowe występowanie może mieć ogromny wpływ na gatunki rodzime i obce, a nawet na całe ekosystemy. Jednakże w Polsce uciążliwość *D. polymorpha* notowana jest sporadycznie i dotyczy urządzeń hydrotechnicznych [Stańczykowska i Lewandowski 2008] oraz śródlądowych jednostek pływających.

Jednostki bardzo szybko porastają organizmami roślinnymi i zwierzęcymi w czasie postępu w portach. Stosuje się różnego rodzaju farby i lakiery przeciwpiorostowe oraz czyści kadłuby, zarówno jednostek dokowanych jak i zanurzonych w wodzie. Sposoby te nie są jednak w pełni skuteczne. Czyszczenie kadłubów jest czasochłonne, nieefektywne i często powoduje uszkodzenia mechaniczne kadłubów (rysy). Do niedawna najczęściej stosowano farby na bazie cyny (TBT – tributyllocyna), jednak mimo dużej skuteczności okazały się bardzo toksyczne dla organizmów wodnych. Obecnie stosowanie takich powłok jest prawnie zakazane. Na temat toksyczności farb na bazie miedzi zdania są podzielone. Powłoki bazujące na stopach tytanu okazały się nieskuteczne, a powłoki chlorowane są ukierunkowane tylko na zapobieganie porastaniu przez *D. polymorpha*. Nowo wprowadzane powłoki polimerowe odznaczają się niską toksycznością i wysoką skutecznością [Stanczak 2004].

Brak jest rozwiązań prawnych mających na celu kontrolę rozprzestrzeniania się gatunków porastających statki. Tym niemniej ważne jest monitorowanie ekosystemów wodnych i śledzenie nowych organizmów oraz ich wpływu na skolonizowane środowisko, a także prowadzenie badań nad sposobami przeciwdziałania przypadkowym introdukcjom gatunków, w tym przez porośnięte organizmami jednostki pływające.

LITERATURA

1. Bax N., Williamson A., Agüero M., Gonzalez E., Geeves W., 2003. Marine invasive alien species: a threat to global biodiversity. *Marine Policy* 27: 313-323.
2. Bij de Vaate A., Jażdżewski K., Ketelaars H., Gollasch S., Van der Velde G., 2002. Geographical patterns in range extension of macroinvertebrate Ponto-Caspian species in Europe. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 59: 1159-1174.
3. Clarke K.R., Warwick R.N., 1994. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation, Plymouth Marine Laboratory, s. 144.
4. Głowaciński Z., Okarma H., Pawłowski J., Solarz W. (red.), 2008. Księga gatunków obcych inwazyjnych w faunie Polski. Wyd. internetowe. Instytutu Ochrony Przyrody PAN w Krakowie.
5. Grabowski M., 2008. *Pontogammarus robustoides* (G.O. Sars, 1894). W: Głowaciński Z., Okarma H., Pawłowski J., Solarz W. (red.). Księga gatunków obcych inwazyjnych

- w faunie Polski. Wyd. internetowe. Instytutu Ochrony Przyrody PAN w Krakowie.
6. Grabowski M., Jażdżewski K., Konopacka A., 2007. Alien Crustacea in Polish waters – Amphipoda. *Aquatic Invasions* 2(1): 25-38.
 7. Gruszka P., 1999. The River Odra Estuary as a Gateway for Alien Species Immigration to the Baltic Sea Basin. *Acta hydrochimica et hydrobiologica* 27: 374-382.
 8. Gruszka P., Woźniczka A., 2008. *Dikerogammarus villosus* (Sowinski, 1894) in the River Odra estuary – another invader threatening Baltic Sea coastal lagoons. *Aquatic Invasions* 3 (4): 395–403.
 9. Jażdżewski K., 1980. Range extension of some gammaridean species in European inland waters caused by human activity. *Crustaceana, Supplement* 6: 84–107.
 10. Jażdżewski K., 2008a. *Dikerogammarus haemobaphes* (Eichwald, 1841). W: Głowaciński Z., Okarma H., Pawłowski J., Solarz W. (red.). Księga gatunków obcych inwazyjnych w faunie Polski. Wyd. internetowe. Instytutu Ochrony Przyrody PAN w Krakowie.
 11. Jażdżewski K., 2008b. *Dikerogammarus villosus* (Sovinsky, 1894). W: Głowaciński Z., Okarma H., Pawłowski J., Solarz W. (red.). Księga gatunków obcych inwazyjnych w faunie Polski. Wyd. internetowe. Instytutu Ochrony Przyrody PAN w Krakowie.
 12. Jażdżewski K., 2008c. Bełkaczek wschodni - *Chelicorophium curvispinum* (G. O. Sars, 1895). W: Głowaciński Z., Okarma H., Pawłowski J., Solarz W. (red.). Księga gatunków obcych inwazyjnych w faunie Polski. Wyd. internetowe. Instytutu Ochrony Przyrody PAN w Krakowie.
 13. Jażdżewski K., Konopacka A., Grabowski M., 2002. Four Ponto-Caspian and one American gammarid species (*Crustacea, Amphipoda*) recently invading Polish waters. *Contributions to Zoology* 71 (4): 115-122.
 14. Minchin D., Floerl O., Savini D., Occhipinti-Ambrogi A., 2006. Small craft and the spread of exotic species. W: Davenport J., Davenport J.L. (red.). *The Ecology of Transportation: Managing Mobility for the Environment*. Springer, Netherlands: 99-118.
 15. Minchin D., Gollasch S., 2002. Vectors – how exotics get around. W: Leppäkoski E., Gollasch S., Olenin S. (red.). *Invasive aquatic species of Europe: distribution, impacts and management*. Kluwer, Dordrecht: 183-192.
 16. Müller O., Hertel A., 2004. Abundanzentwicklung der invasiven Amphipoda *Dikerogammarus villosus* (Sovinski 1894) und *D. cf. haemobaphes* (Eichwald 1841) in der deutschen Oder und den angrenzenden Kanälen (*Crustacea; Amphipoda*). *Schriftenreihe des Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL), Reihe A: Angewandte Wissenschaft* 498: 245-249.
 17. Reinhold M., Tittizer T., 1997. Zur Rolle von Schiffen als Vektoren beim Faunenaustausch Rhein/Main/Main-Donau-Kanal/Donau. *Deutsche gewässerkundliche Mitteilungen* 5: 199-205, Koblenz.
 18. Stanczak M., 2004. Biofouling: It's Not Just Barnacles Anymore. Dostęp on-line 10.12.2013 (<http://www.csa.com/discoveryguides/biofoul/overview.php>)
 19. Stańczykowska A., Lewandowski K., 2008. Racicznica zmienna - *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771). W: Głowaciński Z., Okarma H., Pawłowski J., Solarz W. (red.). Księga gatunków obcych inwazyjnych w faunie Polski. Wyd. internetowe. Instytutu Ochrony Przyrody PAN w Krakowie.
 20. Wawrzyniak-Wydrowska B., Gruszka P., 2005. Population dynamics of alien gammarid species in the River Odra estuary. *Hydrobiologia* 539: 13-25.