ZATOKA PUCKA

TOM III

ASPEKTY ŚWIATA OŻYWIONEGO

REDAKCJA NAUKOWA

JERZY BOLAŁEK
DOROTA BURSKA

WYDAWNICTWO
UNIWERSYTETU
GDAŃSKIEGO

ZATOKA PUCKA

TOM III

Pamięci
Profesor Krystyny Wiktor
i Profesora Krzysztofa E. Skóry

ZATOKA PUCKA

TOM III

ASPEKTY ŚWIATA OŻYWIONEGO

REDAKCJA NAUKOWA

JERZY BOLAŁEK
DOROTA BURSKA

WYDAWNICTWO
UNIWERSYTETU
GDAŃSKIEGO

GDAŃSK 2022

Recenzent
dr hab. Barbara Urban-Malinga, prof. MIR-PIB

Redakcja
Michał Staniszewski

Skład i łamanie
Maksymilian Biniakiewicz

Projekt okładki i stron tytułowych
Studio Spectro

Publikacja sfinansowana ze środków Wydziału Oceanografii i Geografii
Uniwersytetu Gdańskiego, Instytutu Oceanografii WOiG UG,
Zakładu Chemii Morza i Ochrony Środowiska Morskiego WOiG UG
oraz Prorektora ds. Badań Naukowych Uniwersytetu Gdańskiego

© Copyright by Uniwersytet Gdański
Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego

ISBN 978-83-8206-237-3

Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego
ul. Armii Krajowej 119/121, 81-824 Sopot
tel. +48 58 523 11 37, tel. kom. +48 725 991 206
e-mail: wydawnictwo@ug.edu.pl
wydawnictwo.ug.edu.pl

Księgarnia internetowa: wydawnictwo.ug.edu.pl/sklep/

Druk i oprawa
Zakład Poligrafii Uniwersytetu Gdańskiego
ul. Armii Krajowej 119/121, 81-824 Sopot
tel. +48 58 523 14 49

Spis treści

Wstęp 7

1. Fitoplankton Zatoki Puckiej 11
Justyna Kobos, Aleksandra Zgrundo

2. Zooplankton Zatoki Puckiej 30
Luiza Bielecka, Stella Mudrak-Cegiołka, Anna Panasiuk

3. Okrzemki osadów podpowierzchniowych Zatoki Puckiej 74
Małgorzata Witak, Jarosław Pędziński

4. Mikroflora poroślowa 87
Aleksandra Zgrundo, Zuzanna Sylwestrzak, Anna Kulasiewicz

5. Makroflora Zatoki Puckiej 107
Aleksandra Zgrundo, Ilona Złoch, Justyna Kobos

6. Siedliska dna Zatoki Puckiej 126
Adam Sokołowski, Piotr Bałazy, Emilia Jankowska

7. Bioróżnorodność osadów dennych Zatoki Puckiej na podstawie analizy zgrupowania meiobentosu 145
Barbara Wojtasik

8. Długookresowe zmiany składu gatunkowego, struktury zespołów i biomasy makrozoobentosu w zewnętrznej Zatoce Puckiej 165
Jan Warzocha

9. Makrozoobentos Zatoki Puckiej 183
Urszula Janas, Halina Kendzierska

10. Bentosowe sieci troficzne Zatoki Puckiej 201
Emilia Jankowska, Maria Włodarska-Kowalczuk

11. Aktywność fotosyntetyczna mikrofitobentosu epipsammonowego Zatoki Puckiej 208
Filip Pniewski, Adam Latała

12. Wartości energetyczne bezkręgowców Zatoki Puckiej 229
Anna Szaniawska, Aldona Dobrzycka-Krahel

13. Ichtiofauna Zatoki Puckiej 240
Mariusz R. Sapota, Anna J. Lizińska, Michał E. Skóra, Wojciech Górski

14. Awifauna Zatoki Puckiej 261
Mikołaj Koss, Arkadiusz Sikora

15. Morświny, *Phocoena phocoena* (Linnaeus, 1758) w Zatoce Puckiej 310
Iwona Pawliczka

16. Ocena allelopatycznego oddziaływania pikoplanktonowej sinicy *Synechococcus* sp. na naturalne zespoły fitoplanktonu z Zatoki Puckiej 324
Sylwia Śliwińska-Wilczewska, Iwona Bubak, Adam Latała

17. Oddziaływanie allelopatyczne makroglonów z Zatoki Puckiej na bałtyckie sinice 339
Sylwia Śliwińska-Wilczewska, Iwona Bubak, Ilona Złoch, Adam Latała

18. Bakterie potencjalnie patogenne i lekooporne w ekosystemie Zatoki Puckiej ... 350
Ewa Kotlarska, Anna Toruńska-Sitarz, Aneta Łuczkiewicz, Katarzyna Jankowska

19. *Vibrio cholerae* w wodach Zatoki Puckiej – incydent czy codzienność? 377
Ewa Kotlarska, Aneta Łuczkiewicz

20. Ocena stanu zdrowia malakofauny bentosowej Zatoki Puckiej w latach 1998–2018 383
Alicja Michnowska, Katarzyna Smolarz

21. Stan sozologiczny plaż Zatoki Puckiej 404
Agata Błaszczyk, Anna Toruńska-Sitarz, Tamara Zalewska

22. Perspektywy hodowli omułka 421
Adam Sokołowski, Rafał Lasota, Izabela Sami Alias, Joanna Piłczyńska, Maciej Wołowicz

Biogramy 445

Wstęp

Zatoka Pucka to specyficzny akwen, który jest wydzieloną częścią Zatoki Gdańskiej. Granicę stanowi umowna linia łącząca Cypel Helski z Cyplem Orłowskim. Jest to akwen bardzo urozmaicony pod względem geologicznym, fizycznym, biologicznym, a także chemicznym. Celem monografii jest przedstawienie stanu wiedzy na temat Zatoki Puckiej na podstawie dostępnych dla tego akwenu badań, w tym szczególnie prowadzonych w Instytucie Oceanografii Uniwersytetu Gdańskiego. Badań prowadzonych przez pracowników instytutu ponad 50 lat, czyli od roku 1970, to jest od powstania Uniwersytetu Gdańskiego i Instytutu Oceanografii. Jak dla amerykańskich badaczy doskonałym poligonem są zatoki Narragansett czy Chesapeake, tak dla oceanografów Uniwersytetu Gdańskiego jest Zatoka Pucka.

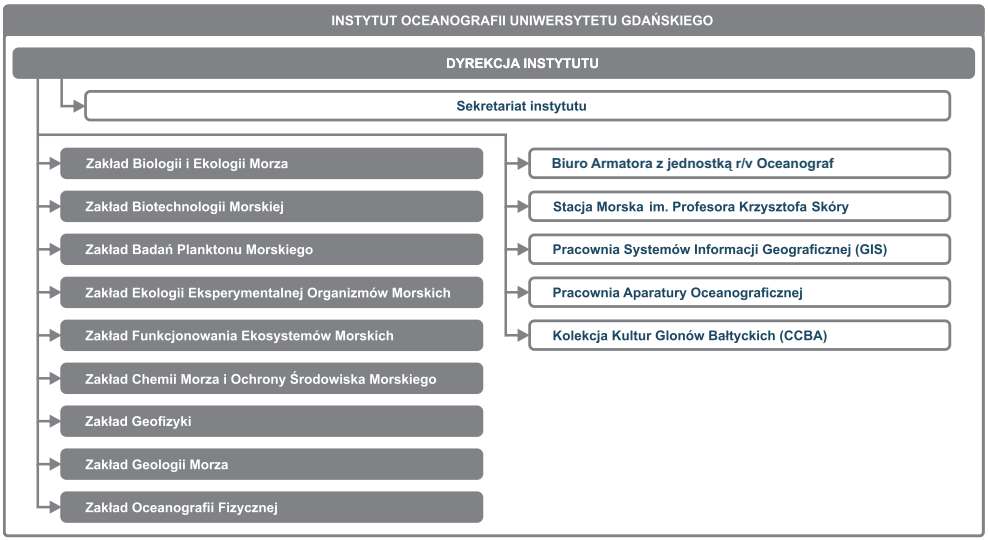
Monografia obejmuje najważniejsze informacje o ekosystemie Zatoki Puckiej. Układ treści został przedstawiony tematycznie, co umożliwia śledzenie zmian przyczynowo-skutkowych pomiędzy głównymi składnikami ekosystemu akwenu. Publikacja składa się z trzech tomów:

– Zatoka Pucka, tom I – aspekty geologiczne i fizyczne;
– Zatoka Pucka, tom II – aspekty chemiczne;
– Zatoka Pucka, tom III – aspekty świata ożywionego.

W 2018 r. minęło 25 lat od wydania monografii *Zatoka Pucka* pod redakcją profesora Krzysztofa Korzeniewskiego. Przez te lata wiele się zmieniło – metody badawcze, badacze, możliwości wykorzystania taboru pływającego do badań, a także sam obiekt zainteresowań. Uniwersytet Gdański w ostatnich latach został wyposażony w najnowocześniejszą jednostkę badawczą. Wysłużony kuter hydrograficzny Oceanograf 2 (następca k/h Oceanografa 1) został zastąpiony przez statek r/v Oceanograf.

Kiedy powstawała pierwsza monografia o Zatoce Puckiej, w skład Instytutu Oceanografii wchodziły cztery zakłady naukowe (Zakład Oceanografii Biologicznej, Zakład Chemii Morza i Ochrony Środowiska Morskiego, Zakład Oceanografii Fizycznej oraz Zakład Geologii). Obecnie zakładów jest dziewięć. Znacznie też poszerzyła

Jednostki badawcze Instytutu Oceanografii Uniwersytetu Gdańskiego: u góry od lewej kutry hydrograficzne k/h Oceanograf 1 (eksploatacja 1974–1990) i Oceanograf 2 (eksploatacja 1979–2016) oraz poniżej statek r/v Oceanograf (w eksploatacji od 2017 r.)



Schemat organizacyjny Instytutu Oceanografii Uniwersytetu Gdańskiego

się tematyka badań prowadzonych w Instytucie Oceanografii. Zatem w obecnej monografii znalazło się wiele tematów, które nie były poruszane w pracy z 1993 r.

W przygotowaniu trzytomowej monografii o Zatoce Puckiej wzięło udział 79 naukowców. Są to w ponad 80% pracownicy Uniwersytetu Gdańskiego z Wydziału Oceanografii i Geografii, a także Wydziału Biologii, Wydziału Chemii oraz Wydziału Prawa i Administracji. Wśród autorów opracowania znaleźli się również pracownicy takich instytucji naukowych, jak Instytut Oceanologii PAN, Politechnika Gdańska, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej PIB, Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej, Morski Instytut Rybacki PIB, stacja ornitologiczna PAN w Gdańsku oraz Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu – Nadnotecki Instytut UAM w Pile. Serdecznie dziękujemy wszystkim autorom monografii za trud włożony w jej powstanie. Jesteśmy przekonani, że ich wiedza i pasja badawcza przybliżą Czytelnikom bogactwo i różnorodność skomplikowanej natury środowiska morskiego.

Jerzy Bolałek, Dorota Burska

1. Fitoplankton Zatoki Puckiej

Justyna Kobos, Aleksandra Zgrundo

Fitoplankton jest formacją ekologiczną, którą tworzą mikroskopijnej wielkości organizmy roślinne, biernie unoszące się w toni wodnej. Organizmy fitoplanktonowe stanowią pierwszy, podstawowy poziom troficzny (poziom producentów) w sieciach troficznych ekosystemów wodnych. Do fitoplanktonu zalicza się głównie organizmy z następujących grup taksonomicznych: sinice (Cyanobacteria), zielenice (Chlorophyta), bruzdnice (Dinoflagellata), okrzemki (Bacillariophyceae), kryptofity (Cryptophyta), złotowiciowce (Chrysophyceae), haptofity (Haptophyta) i eugleniny (Euglenozoa). Do grupy tej zaliczany jest również orzęsek (Ciliophora) *Mesodinium rubrum* Lohmann (syn. *Myrionecta rubra* Jankowski), ponieważ poprzez swój złożony proces symbiozy z kryptofitami należy do organizmów fotoautotroficznych, choć może też odżywiać się heterotroficznie (Fenchel i Hansen 2006).

Historia badań

Fitoplankton bałtycki od dawna był przedmiotem badań algologów w aspekcie zarówno składu jakościowego, fluktuacji ilościowych, jak i sezonowej dynamiki rozwoju. Pomimo iż literatura algologiczna dla niektórych rejonów Bałtyku jest bogata, to badania prowadzone na polskim odcinku, w tym w Zatoce Puckiej, często mają charakter przyczynkowy, a pierwsze opracowania sporządzono na podstawie kilkunastu próbek zebranych w sposób dość przypadkowy. Początki badań algologicznych (zarówno makro- jak i mikroglonów) polskiego wybrzeża opisał w swej pracy Pliński (1972). Na potrzeby niniejszego opracowania warto przytoczyć jego podsumowanie odnoszące się do pierwszych badań fitoplanktonu Zatoki Puckiej i Zatoki Gdańskiej. W całokształcie badań algologicznych południowej części Bałtyku wyróżnił on kilka etapów. Pierwszy, obejmujący opracowania sprzed 1914 r., charakteryzuje się wstępnymi badaniami taksonomicznymi uwzględniającymi opis morfologiczny, biologiczny i siedliskowy, wraz z rozprzestrzenieniem geograficznym makroglonów. Fitoplankton Bałtyku z uwzględnieniem polskich wód przybrzeżnych przed rokiem

1914 był przedmiotem badań niewielu autorów (za Pliński 1972: Hensen 1887; Seligo 1893/94; Aurivillius 1896; Fraude 1906, 1907). W tym okresie nie publikowano prac w języku polskim, a wszelkie doniesienia pochodzą z opracowań niemieckich badaczy. Następny etap badań nad glonami południowego Bałtyku obejmuje lata międzywojenne. Zajmowano się wówczas głównie makroglonami, ale z tego okresu pochodzi pierwsza praca dotycząca fitoplanktonu wód Zatoki Puckiej (Namysłowski 1924) i Zatoki Gdańskiej (Namysłowski 1925). W latach 30. XX w. prace w tym rejonie prowadzili Wołoszyńska i Bursa. Spośród najistotniejszych publikacji z tego okresu należy wymienić monografię Wołoszyńskiej (1929) poświęconą szczegółowym badaniom bruzdnic. Próbki do badań fitoplanktonu do tej i kolejnych prac autorka pobierała ze stacji położonych między innymi w Zatoce Puckiej (Wołoszyńska 1929, 1935, 1938). Również Bursa, pomimo iż zajmował się głównie makroglonami, prowadził obserwacje fitoplanktonu i opisywał organizmy wchodzące w jego skład (głównie bruzdnice i różnowiciowce) w wodach zewnętrznej Zatoki Puckiej i Zatoki Gdańskiej (Bursa 1938). Po wojnie badania fitoplanktonu podjęto w Morskim Instytucie Rybackim. Dotyczyły one składu gatunkowego oraz zmienności sezonowej fitoplanktonu Zatoki Gdańskiej (za Pliński 1972: Rumek 1948a,b). W kolejnych latach opisywano skład fitoplanktonu południowego Bałtyku z uwzględnieniem jego sezonowości oraz rozmieszczenia pionowego i poziomego (za Pliński 1972: Mańkowski 1951; Ringer 1962; 1963; 1966a,b; 1969; 1970; 1972).

Dalsze prace na temat całego zbiorowiska fitoplanktonu lub poszczególnych grup taksonomicznych południowego Bałtyku, obejmujące głównie obszar Zatoki Gdańskiej, otwartych wód Basenu Gdańskiego lub tylko akwenu Zatoki Puckiej, prowadzili m.in.: Pliński (1972, 1975, 1979, 1989), Latała i in. (1980), Pliński i in. (1982; 1985), Pliński i Picińska (1986), Pliński i Jóźwiak (1996), Niemkiewicz i Wrzołek (1998), Pliński i Dobroń (1999), Gromisz i Witek (2001), Witek (2010) oraz Kobos i Bełdowska (2016). Listę taksonów obserwowanych w wodach Zatoki Puckiej w latach 70. i 80. XX w. przedstawił Pliński (1993). Wyróżnił on ponad 200 taksonów, z czego wiele obecnie występuje pod zmienioną nazwą. Od lat 90. XX w. w ramach swojej działalności badania prowadzą również pracownicy Morskiego Instytutu Rybackiego.

Ze względu na zalecenia Ramowej Dyrektywy Wodnej (dyrektywa 2000/60/WE) i Ramowej Dyrektywy w sprawie Strategii Morskiej (dyrektywa 2008/56/WE) oraz rozporządzenia Ministra Środowiska coraz więcej uwagi poświęca się badaniom elementów biologicznych w celu określenia stanu lub potencjału ekologicznego wód powierzchniowych. Obecnie elementy biologiczne są priorytetowymi wskaźnikami jakości wód. W ocenie stanu/potencjału ekologicznego wód na podstawie elementów biologicznych wykorzystuje się m.in. koncentrację chlorofilu *a*, a od sierpnia 2007 r. również liczebność i biomasę fitoplanktonu. Stąd badania fitoplanktonu wód Zatoki Gdańskiej i Zatoki Puckiej prowadzone są regularnie w ramach programu monitoringu Bałtyku (HELCOM COMBINE – badania wód przybrzeżnych Bałtyku) wykonywanego przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Oddział Morski

w Gdyni. Stacja ZP6 umiejscowiona w wewnętrznej części Zatoki Puckiej należy do stacji badawczych wysokiej częstotliwości, skąd do badań fitoplanktonu próbki pobierane są 7–12 razy w okresie od kwietnia do listopada. Stację KO zlokalizowano w wodach zewnętrznej Zatoki Puckiej na wysokości Klifu Orłowskiego, natomiast stację P110 w centralnej części Zatoki Gdańskiej. Próbki do badań ze stacji KO i P110 pobierane są minimum 5 razy w roku od kwietnia do listopada (przy czym w różnych latach próbki pobierano ze stacji KO i/lub P110). Wyniki uzyskanych badań dostępne są w formie publikowanych raportów (Chrobak 2009; Kraśniewski i in. 2009; 2010a,b,c; 2011; Łysiak-Pastuszak i Kraśniewski 2012a,b,c; Kraśniewski i in. 2012; Krzymiński 2014; Zalewska i in. 2015; Łysiak-Pastuszak i in. 2016; Kraśniewski 2017). Dodatkowo, Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Gdańsku w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska prowadzi badania na stacjach JK (Zalew Pucki, punkt pomiarowo-kontrolny T6a) oraz KO (zewnętrzna Zatoka Pucka, punkt pomiarowo-kontrolny OM1).

Skład jakościowy zbiorowisk fitoplanktonu

Rozwój zaawansowanych narzędzi analitycznych wykorzystywanych w taksonomii organizmów nieuchronnie wiąże się z ciągłą weryfikacją klasyfikacji taksonomicznej. Zastosowanie, obok tradycyjnych obserwacji cech morfologicznych i sposobu rozmnażania, nowoczesnych metod badawczych opartych m.in. na analizie składu i struktury molekuł (np. białek, specyficznych związków chemicznych) do klasyfikacji organizmów przyczyniło się do zweryfikowania stopnia pokrewieństwa wyróżnianych do tej pory jednostek taksonomicznych różnej rangi. Zmiany w przynależności wielu gatunków do poszczególnych rodzajów i wyższych grup systematycznych wpłynęły na powstanie wielu nowych nazw rodzajowych i gatunkowych czy przywrócenie nazw pierwotnych. Ze względu na ogromne wyzwania związane z koordynacją i weryfikacją prac naukowców opracowano bazy danych dla nazw taksonomicznych organizmów uwzględniające często również informacje na temat ich występowania czy preferencji ekologicznych. W bazach można sprawdzić oprócz statusu wykorzystywanej nazwy (obowiązująca/nieaktualna) również nazwy synonimiczne. Spośród najważniejszych w badaniach algologicznych należy wymienić bazy AlgaeBase (www.algaebase.org) i WoRMS (World Register of Marine Species, www.marinespecies.org). Wykorzystano je jako podstawę do utworzenia zestawienia aktualnie obowiązujących nazw taksonów obserwowanych w wodach Zatoki Puckiej w ostatnich 15 latach, wykonanego na podstawie badań własnych autorek (tab. 1.1).

Tabela 1.1. Lista taksonów obserwowanych w zbiorowiskach fitoplanktonu Zatoki Puckiej wraz z częstotliwością ich występowania oraz autekologią

Lp.	Nazwa gatunkowa	Częstotliwość	Szkodliwy	Habitat
	Cyanobacteria			
1.	*Anabaena cylindrica* Lemmermann, 1896*	1	–	S
2.	*Anabaena inaequalis* Bornet & Flahault, 1886*	1	–	S
3.	*Anabaenopsis* V.V. Miller, 1923	1	+	MS
4.	*Anathece clathrata* (West & G.S. West) Komárek, Kastovsky & Jezberová, 2011 (synonim: *Aphanothece clathrata* West & G.S. West, 1906)	2	–	MS
5.	*Anathece minutissima* (West) Komárek, Kastovsky & Jezberová, 2011 (synonim: *Aphanothece minutissima* (West) J. Komárková-Legnerová & G. Cronberg, 1994)	2	–	S
6.	*Aphanizomenon flosaquae* Ralfs ex Bornet & Flahault, 1886	3	+/–	S
7.	*Aphanocapsa delicatissima* West & G.S. West, 1912	2	–	S
8.	*Aphanocapsa holsatica* (Lemmermann) G. Cronberg & Komárek, 1994	2	–	MS
9.	*Aphanocapsa incerta* (Lemmermann) G. Cronberg & Komárek, 1994	2	–	S
10.	*Aphanothece parallelliformis* Cronberg, 2003	3	–	B
11.	*Chroococcus minimus* (Keissler) Lemmermann, 1904	1	–	S
12.	*Chroococcus minutus* (Kützing) Nägeli, 1849	1	–	S
13.	*Chroococcus turgidus* (Kützing) Nägeli, 1849	1	–	MS
14.	*Coelomoron pusillum* (Van Goor) Komárek, 1988	1	–	S
15.	*Cyanodictyon balticum* Cronberg, 2003	2	–	B
16.	*Cyanodictyon planctonicum* B.A. Mayer, 1994	3	–	S
17.	*Dolichospermum flosaquae* (Brébisson ex Bornet & Flahault) P. Wacklin, L. Hoffmann & J. Komárek, 2009 (synonim: *Anabaena flos-aquae* Brébisson ex Bornet & Flauhault, 1886)	1	+	S
18.	*Dolichospermum lemmermannii* (Ricter) P. Wacklin, L. Hoffmann & J. Komárek, 2009 (synonim: *Anabaena lemmermannii* P.G. Richter, 1903)	3	+	S
19.	*Dolichospermum planctonicum* (Brunnthaler) Wacklin, L. Hoffmann & Komárek, 2009 (synonim: *Anabaena planctonica* Brunnthaler, 1903)	1	+	S
20.	*Dolichospermum spiroides* (Klebhan) Wacklin, L.Hoffmann & Komárek, 2009 (synonim: *Anabaena spiroides* Klebahn, 1895)	2	+	S
21.	*Kamptonema formosum* (Bory de Saint-Vincent ex Gomont) Strunecký, Komárek & J.Smarda, 2014 (synonim: *Phormidium formosum* Bory de Saint-Vincent ex Gomont) Anagnostidis & Komárek, 1988)	1	–	S
22.	*Lemmermanniella pallida* (Lemmermann) Geitler, 1942	3	–	S
23.	*Lemmermanniella parva* Hindák, 1985	3	–	S
24.	*Leptolyngbya* Anagnostidis & Komárek, 1988	1	–	MS

25.	*Limnococcus limneticus* (Lemmermann) Komárková, Jezberová, O. Komárek & Zapomelová, 2010 (synonim: *Chroococcus limneticus* Lemmermann, 1898)	1	–	S
26.	*Limnoraphis* J. Komárek, E. Zapomelová, J. Smarda, J. Kopecky, E. Rejmánková, J. Woodhouse, B.A. Neilan & J. Komárková, 2013	2	–	BS
27.	*Lyngbya aestuarii* Liebman ex Gomont, 1892	1	–	MBS
28.	*Merismopedia glauca* (Ehrenberg) Kützing, 1845	2	–	MS
29.	*Merismopedia punctata* Meyen, 1839	2	–	MS
30.	*Merismopedia tenuissima* Lemmermann, 1898	2	–	MS
31.	*Microcystis aeruginosa* (Kützing) Kützing, 1846	1	+	S
32.	*Microcystis flosaquae* (Wittrock) Kirchner, 1898	1	+	S
33.	*Microcystis wesenbergii* (Komárek) Komárek ex Komárek, 2006	1	+/–	S
34.	*Nodularia spumigena* Mertens ex Bornet & Flahault, 1886	3	+	S
35.	*Nostoc edaphicum* Kondrateva, 1962	1	–	B
36.	*Oscillatoria limosa* C. Agardh ex Gomont, 1892	1	+	S
37.	*Planktolyngbya contorta* (Lemmermann) Anagnostidis & Komárek, 1988	3	–	MS
38.	*Pseudanabaena catenata* Lauterborn, 1915	1	+	S
39.	*Pseudanabaena limnetica* (Lemmermann) Komárek, 1974	3	–	S
40.	*Pseudanabaena mucicola* (Naumann & Huber-Pestalozzi) Schwabe, 1964	1	+/–	S
41.	*Snowella lacustris* (Chodat) Komárek & Hindák, 1988	2	–	S
42.	*Snowella litoralis* (Häyrén) Komárek & Hindák, 1988	1	–	S
43.	*Snowella septentrionalis* Komárek & Hindák, 1988	2	–	S
44.	*Spirulina subsalsa* Oersted ex Gomont, 1892*	1	–	MBS
45.	*Synechocystis salina* Wislouch, 1924	2	–	B
46.	*Trichormus variabilis* (Kützing ex Bornet & Flahault) Komárek & Anagnostidis, 1989 (synonim: *Anabaena variabilis* Kützing ex Bornet & Flahault, 1886)*	1	–	S
47.	*Woronichinia naegeliana* (Unger) Elenkin, 1933	2	+	S
	Chlorophyta			
1.	*Actinastrum hantzschii* Lagerheim, 1882	1	–	S
2.	*Acutodesmus obliquus* (Turpin) Hegewald & Hanagata, 2000	2	–	S
3.	*Binuclearia lauterbornii* (Schmidle) Proschkina-Lavrenko, 1966 (synonim: *Planctonema lauterbornii* Schmidle)	3	–	MS
4.	*Botryococcus braunii* Kützing 1849	1	–	S
5.	*Chlorella elongata* (Hindák) C. Bock, Krienitz & Pröschold, 2011 (synonim: *Dictyosphaerium elongatum* Hindák, 1977)	1	–	S
6.	*Coelastrum microporum* Nägeli, 1855	1	–	S
7.	*Crucigeniella irregularis* (Wille) P.M. Tsarenko & D.M. John, 2002 (synonim: *Willea irregularis* (Wille) Schmidle)	1	–	M
8.	*Crucigenia quadrata* Morren, 1830	2	–	S
9.	*Crucigenia tetrapedia* (Kirchner) Kuntze, 1898	1	–	S
10.	*Willea rectangularis* (A. Braun) D.M. John, M.J. Wynne & P.M. Tsarenko, 2014 (synonim: *Crucigeniella rectangularis* (Nägeli) Komárek)	1	–	S

cd. tab. 1.1

11.	*Desmodesmus armatus* (Chodat) Hegewald	2	–	S
12.	*Desmodesmus bicellularis* (Chodat) S.S. An, T. Friedl & E. Hegewald, 1999 (synonim: *Didymocystis bicellularis* (Chodat) Komárek 1973)	2	–	S
13.	*Desmodesmus communis* (E. Hegewald) E. Hegewald, 2000 (synonim: *Scenedesmus communis* E. Hegewald, 1977; *Scenedesmus quadricauda* (Turpin) Brébisson, 1835)	3	–	S
14.	*Desmodesmus denticulatus* (Lagerheim) S.S. An, T. Friedl & E. Hegewald, 1999	1	–	S
15.	*Desmodesmus maximus* (West & G.S. West) Hegewald, 2000	1	–	S
16.	*Desmodesmus opoliensis* (P.G. Richter) E. Hegewald, 2000	3	–	S
17.	*Desmodesmus spinosus* (Chodat) E. Hegewald, 2000	1	–	S
18.	*Dictyosphaerium ehrenbergianum* Nägeli, 1849	1	–	S
19.	*Kirchneriella* Schmidle, 1893	1	–	S
20.	*Lagerheimia genevensis* (Chodat) Chodat, 1895	1	–	S
21.	*Monactinus simplex* (Meyen) Corda, 1839 (synonim: *Pediastrum simplex* (Meyen) Lemmermann)	1	–	S
22.	*Monoraphidium arcuatum* (Korshikov) Hindák, 1970	3	–	S
23.	*Monoraphidium contortum* (Thuret) Komárková-Legnerová, 1969	2	–	S
24.	*Monoraphidium griffithii* (Berkeley) Komárková-Legnerová, 1969	1	–	S
25.	*Monoraphidium komarkovae* Nygaard, 1979	1	–	S
26.	*Monoraphidium minutum* (Nägeli) Komárková-Legnerová, 1969	1	–	S
27.	*Mucidosphaerium pulchellum* (H.C. Wood) C. Bock, Proschold & Krienitz, 2011 (synonim: *Dictiosphaerium pulchellum* Wood)	1	–	S
28.	*Oocystis borgei* J.W.Snow, 1903	1	–	S
29.	*Oocystis lacustris* Chodat, 1897	2	–	S
30.	*Oocystis solitaria* Wittrock, 1879	2	–	S
31.	*Oocystis submarina* Lagerheim, 1886	1	–	S
32.	*Parapediastrum biradiatum* (Meyen) E. Hegewald, 2005 (synonim: *Pediastrum biradiatum* Meyen)	2	–	MS
33.	*Pediastrum duplex* Meyen, 1829	3	–	S
34.	*Pediastrum integrum* Nägeli, 1849	1	–	S
35.	*Pseudopediastrum boryanum* (Turpin) E. Hegewald, 2005	3	–	S
36.	*Pseudopediastrum boryanum* var. *longicorne* (Reinsch) Hansgirg 1867 (synonym *Pediastrum boryanum* var. *longicorne* Reinsch, 1867)	1	–	S
37.	*Pyramimonas* Schmarda, 1849	3	–	M
38.	*Raphidocelis danubiana* (Hindák) Marvan, Komárek & Comas, 1984 (synonim: *Kirchneriella contorta* (Schmidle) Bohlin, 1897)	3	–	S
39.	*Scenedesmus ecornis* (Ehrenberg) Chodat, 1926	2	–	S
40.	*Scenedesmus ellipticus* Corda 1835	2	–	S
41.	*Sphaerocystis schroeteri* Chodat, 1897	1	–	S

42.	*Tetradesmus lagerheimii* M.J. Wynne & Guiry, 2016 (synonim: *Acutodesmus acuminatus* (Lagerheim) Tsarenko, 2001; *Scenedesmus acuminatus* (Lagerheim) Chodat, 1902	3	–	S
43.	*Tetraedron caudatum* (Corda) Hansgirg, 1888	1	–	S
44.	*Tetraedron minimum* (A. Braun) Hansgirg, 1888	1	–	S
45.	*Tetrastrum elegans* Playfair, 1917	1	–	S
46.	*Tetrastrum staurogeniaeforme* (Schroeder) Lemmermann, 1900	1	–	S
Bacillarophyceae (uwzględniono jedynie formy planktonowe)				
1.	*Actinocyclus normanii* (Gregory) Hustedt, 1957	1	–	MB
2.	*Actinocyclus normanii* f. *subsalsa* (Juhlin-Dannfelt) Hustedt, 1957	1	–	MB
3.	*Actinocyclus octonarius* var. *octonarius* Ehrenberg, 1837	1	–	BS
4.	*Actinocyclus octonarius* var. *tenellus* (Brébisson) Hendey, 1954	1	–	BS
5.	*Actinocyclus roperi* (Brébisson) Grunow ex Van Heurck, 1881	1	–	M
6.	*Actinocyclus subtilis* var. *subtilis* (Gregory) Ralfs in Pritchard, 1861	1	–	M
7.	*Asterionella formosa* Hassall, 1850	2	–	BS
8.	*Attheya decora* T. West, 1860	1	–	M
9.	*Attheya septentrionalis* (Østrup) R.M. Crawford, 1994 (synonim: *Chaetoceros septentrionalis* Cleve, 1896)*	1	–	M
10.	*Aulacoseira ambigua* (Grunow) Simonsen, 1979*	1	–	S
11.	*Aulacoseira granulata* var. *angustissima* (O.F. Müller) Simonsen, 1979 (synonim: *Melosira granulata* f. *angustissima* Otto Müller, 1899)	1	–	S
12.	*Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen, 1979	2	–	S
13.	*Aulacoseira islandica* (O.Müller) Simonsen, 1979	1	–	S
14.	*Aulacoseira italica* (Ehrenberg) Simonsen, 1979	1	–	S
15.	*Aulacoseira subarctica* (Otto Müller) E.Y. Haworth, 1990 (synonim: *Melosira italica* Otto Müller, 1906)	1	–	MS
16.	*Bacillaria paxillifera* (O.F. Müller) T. Marsson, 1901 (synonim: *Vibrio paxillifer* O.F.Müller, 1786)*	3	–	B
17.	*Belonastrum berolinensis* (Lemmermann) Round & Maidana, 2001 (synonim: *Synedra berolinensis* var. *berolinensis* Lemmermann, 1900)	1	–	S
18.	*Cerataulina pelagica* (Cleve) Hendey, 1937 (synonim: *Cerataulina bergonii* Ostenfeld, 1903)	2	+	M
19.	*Cylindrotheca closterium* (Ehrenberg) Reimann & J.C. Lewin, 1964*	2	+	MB
20.	*Chaetoceros affinis* Lauder, 1864	1	–	M
21.	*Chaetoceros borealis* Bailey, 1854	1	+	M
22.	*Chaetoceros constrictus* Gran, 1897	1	–	M
23.	*Chaetoceros contortus* F. Schütt, 1895	1	–	M
24.	*Chaetoceros danicus* Cleve, 1889	1	+	MB
25.	*Chaetoceros decipiens* Cleve, 1873	1	–	M
26.	*Chaetoceros densus* (Cleve) Cleve, 1899	1	+	M
27.	*Chaetoceros diadema* (Ehrenberg) Gran, 1897	1	–	M
28.	*Chaetoceros holsaticus* F. Schütt, 1895	1	–	MB

cd. tab. 1.1

29.	*Chaetoceros lorenzianus* Grunow, 1863	1	–	M
30.	*Chaetoceros paulsenii* Ostenfeld, 1902	1	–	M
31.	*Chaetoceros similis* Cleve, 1896	2	–	M
32.	*Chaetoceros socialis* H.S. Lauder, 1864	1	+	M
33.	*Chaetoceros subtilis* Cleve, 1896	2	–	M
34.	*Chaetoceros wighamii* Brightwell, 1856	3	+	B
35.	*Conticribra guillardii* (Hasle) K. Stachura-Suchoples & D.M. Williams, 2009 (synonim: *Thalassiosira guillardii* Hasle, 1978)	2	–	M
36.	*Conticribra weissflogii* (Grunow) K. Stachura-Suchoples & D.M. Williams, 2009 (*Eupodiscus weissflogii* (Grunow) De Toni, 1894)	3	–	B
37.	*Coscinodiscus granii* Gough, 1905	3	–	MB
38.	*Coscinodiscus subbulliens* E.G. Jörgensen, 1905	1	–	M
39.	*Cyclostephanos dubius* (Hustedt) Round, 1988 (synonim: *Cyclotella dubia* var. *dubia* Fricke in Schmidt et al., 1900)	1	–	S
40.	*Cyclotella atomus* Hustedt, 1937	3	–	S
41.	*Cyclotella choctawhatcheeana* Prasad, 1990*	3	–	BS
42.	*Cyclotella meneghiniana* Kützing, 1844	2	–	BS
43.	*Cyclotella radiosa* (Grunow) Lemmermann, 1900	1	–	S
44.	*Cyclotella striata* (Kützing) Grunow, 1880	1	–	S
45.	*Dactyliosolen fragilissimus* (Bergon) Hasle, 1996 (synonim: *Rhizosolenia fragilissima* f. *fragilissima* Bergon, 1903)	1	–	M
46.	*Diatoma tenuis* C.Agardh, 1812*	2	–	BS
47.	*Discostella stelligera* (Cleve & Grunow) Houk & Klee, 2004 (synonim: *Cyclotella meneghiniana* var. *stelligera* Cleve & Grunow, 1881)	1	–	S
48.	*Fragilaria capucina* Desmazières, 1830	1	–	S
49.	*Fragilaria crotonensis* Kitton, 1869	1	–	S
50.	*Fragilariopsis cylindrus* (Grunow) Krieger, 1954	1	–	M
51.	*Melosira arctica* Dickie, 1852	3	–	B
52.	*Melosira nummuloides* C. Agardh, 1824 (synonim: *Melosira discigera* Agardh, 1824)*	2	–	MB
53.	*Melosira varians* C. Agardh, 1827*	2	–	S
54.	*Minidiscus proschkinae* (Makarova) J.S. Park & J.H. Lee in Park et al., 2017 (synonim: *Thalassiosira proschkinae* Makarova, 1979)	1	–	MB
55.	*Navicula vanhoeffenii* Gran, 1897	1	–	MB
56.	*Nitzschia acicularis* (Kützing) W. Smith, 1853	1	–	MBS
57.	*Nitzschia longissima* (Brébisson) Ralfs, 1861	2	–	M
58.	*Pantocsekiella schumannii* (Grunow in Schneider) K.T. Kiss & Ács, 2016 (synonim: *Cyclotella schumannii* (Grunow) H. Håkansson, 1990)	1	–	S
59.	*Pauliella taeniata* (Grunow) F.E. Round & P.W. Basson, 1997 (synonim: *Achnanthes taeniata* Grunow 1880)	3	–	MB
60.	*Skeletonema marinoi* Sarno & Zingone, 2005	3	–	M

61.	*Skeletonema subsalsum* (Cleve-Euler) Bethge, 1928	1	–	MB
62.	*Staurosira inflata* (Heiden) A. Rusanov, Ács, E. Morales & Ector in Rusanov et al., 2018 (synonim: *Fragilaria heidenii* Østrup, 1910)	1	–	S
63.	*Stephanodiscus hantzschii* Grunow, 1880	2	–	BS
64.	*Stephanodiscus medius* Håkansson, 1986	1	–	S
65.	*Stephanodiscus minutulus* (Kützing) Cleve & Möller, 1882 (synonim: *Cyclotella minutula* Kützing, 1844)	2	–	S
66.	*Stephanodiscus parvus* Stoermer & Håkansson, 1984	2	–	S
67.	*Stephanodiscus rotula* (Kützing) Hendey, 1964 (synonim: *Cyclotella rotula* Kützing, 1844)	1	–	S
68.	*Tabellaria flocculosa* (Roth) Kützing, 1844	1	–	S
69.	*Tabellaria fenestrata* (Lyngbye) Kützing, 1844*	1	–	S
70.	*Tabularia fasciculata* (C.Agardh) D.M. Williams & Round, 1986	3	–	MB
71.	*Tabularia investiens* (W.Smith) D.M. Williams & F.E. Round, 1986	1	–	M
72.	*Thalassionema nitzschioides* (Grunow) Mereschkowsky, 1902 (synonim: *Synedra nitzschioides* f. *nitzschioides* Grunow, 1862)	2	–	M
73.	*Thalassiosira angulata* (W.Gregory) Hasle, 1978 (synonim: *Orthosira angulata* Gregory, 1857)	1	–	M
74.	*Thalassiosira baltica* (Grunow) Ostenfeld, 1901	2	–	MB
75.	*Thalassiosira decipiens* (Grunow) E.G. Jørgensen, 1905	1	–	M
76.	*Thalassiosira eccentrica* (Ehrenberg) Cleve, 1904	1	–	M
77.	*Thalassiosira levanderi* van Goor, 1924	2	–	MB
78.	*Thalassiosira oestrupii* (Ostenfeld) Proschkina-Lavrenko ex Hasle, 1960	1	–	M
79.	*Thalassiosira pacifica* Gran & Angst, 1931	1	–	M
80.	*Thalassiosira subtilis* (Ostenfeld) Gran, 1900	1	+	M
81.	*Ulnaria acus* (Kützing) M. Aboal, 2003 (*Synedra acus* f. *acus* Kützing, 1844)*	1	–	S
82.	*Ulnaria ulna* (Nitzsch) P. Compère, 2001 (*Synedra ulna* var. *subcontracta* Østrup in Héribaud et al., 1920)*	3	–	S
	Dinophyceae			
1.	*Alexandrium ostenfeldii* (Paulsen) Balech & Tangen, 1985	1	+	M
2.	*Alexandrium tamarense* (Lebour) Balech, 1995	1	+	M
3.	*Amphidinium crassum* Lohmann, 1908	2	–	MB
4.	*Amphidinium longum* Lohmann, 1908	2	–	M
5.	*Amylax triacantha* (Jörgensen) Sournia, 1984	1	–	M
6.	*Biecheleria baltica* Moestrup, Lindberg & Daugbjerg, 2009	2	–	B
7.	*Ceratium furcoides* (Levander) Langhans, 1925	1	–	D
8.	*Ceratium hirundinella* (O.F. Müller) Dujardin, 1841	1	–	MBS
9.	*Dinophysis acuminata* Claparède & Lachmann, 1859	3	+	M
10.	*Dinophysis acuta* Ehrenberg, 1839	2	+	M
11.	*Dinophysis norvegica* Claparède & Lachmann, 1859	2	+	M

cd. tab. 1.1

12.	*Durinskia dybowskii* (Woloszynska) S. Carty, 2014 (*Durinskia baltica* (K.M. Levander) S. Carty & E.R. Cox, 1986)	1	–	MS
13.	*Gymnodinium arcticum* Wulff, 1919	1	–	M
14.	*Gymnodinium corollarium* A.M. Sundström, Kremp & Daugbjerg, 2009	1	–	M
15.	*Gymnodinium simplex* (Lohmann) Kofoid & Swezy, 1921	3	–	M
16.	*Gymnodinium* Stein, 1878	3	–	M
17.	*Gyrodinium* Kofoid & Swezy, 1921	2	–	M
18.	*Heterocapsa rotundata* (Lohmann) G. Hansen, 1995	3	–	M
19.	*Heterocapsa triquetra* (Ehrenberg) Stein, 1883	3	–	M
20.	*Katodinium* Fott, 1957	2	–	M
21.	*Katodinium glaucum* (Lebour) Loeblich III, 1965	2	–	M
22.	*Oblea rotunda* (Lebour) Balech ex Sournia, 1973	1	–	M
23.	*Peridiniella catenata* (Levander) Balech, 1977	3	–	M
24.	*Phalacroma rotundatum* (Claparéde & Lachmann) Kofoid & Michener, 1911 (synonim: *Dinophysis rotundata* Claparède & Lachmann, 1859)	1	+	M
25.	*Prorocentrum cordatum* (Ostenfeld) J.D. Dodge, 1975 (*Prorocentrum minimum* (Pavillard, 1916) J. Schiller, 1933)	1	+	M
26.	*Prorocentrum lima* (Ehrenberg) F. Stein, 1878	1	+	M
27.	*Prorocentrum micans* Ehrenberg, 1834	1	+	MB
28.	*Protoperidinium bipes* (Paulsen, 1904) Balech, 1974	2	–	M
29.	*Protoperidinium brevipes* (Paulsen, 1908) Balech, 1974	3	–	M
30.	*Protoperidinium granii* (Ostenfeld) Balech, 1974	2	–	M
31.	*Protoperidinium pellucidum* Bergh, 1881	1	–	M
32.	*Scrippsiella hangoei* (J.Schiller) J. Larsen, 1995	2	–	MB
Chrysophyceae				
1.	*Dinobryon balticum* (Schütt) Lemmermann, 1901	2	–	M
2.	*Pseudopedinella* cf. *elastica* Skuja, 1948	2	–	MBS
Haptophyta				
1.	*Chrysochromulina* Lackey, 1939	3	+/-	MS
Cryptophyta				
1.	*Hemiselmis* Parke, 1949	2	–	MB
2.	*Plagioselmis prolonga* Butcher ex G. Novarino, I.A.N. Lucas & S. Morrall, 1994	3	–	M
3.	*Teleaulax acuta* (Butcher) D.R.A. Hill, 1991 (synonim: *Cryptomonas acuta* Butcher, 1952)	1	–	M
4.	*Teleaulax amphioxeia* (W.Conrad) D.R.A. Hill, 1992	3	–	M
Euglenozoa				
1.	*Eutreptia* cf. *viridis* Perty, 1852	1	–	S
2.	*Eutreptiella* cf. *gymnastica* Throndsen, 1969	1	–	M
3.	*Lepocinclis* Perty, 1849	1	–	S
4.	*Phacus* cf. *longicauda* (Ehrenberg) Dujardin, 1841	1	–	S

5.	*Trachelomonas* cf. *hispida* (Perty) F. Stein, 1878	1	–	S
Pozostałe				
1.	*Ebria tripartita* (J.Schumann) Lemmermann, 1899	2	–	MB
2.	*Katablepharis* Skuja, 1939	2	–	MS
3.	*Leucocryptos marina* (Braarud) Butcher, 1967	2	–	M
4.	*Mesodinium rubrum* (Lohmann, 1908) (synonim: *Myrionecta rubra* Lohmann, 1908)	3	–	M

częstotliwość (1 – takson rzadki, 2 – takson często obserwowany, 3 – takson występujący stale); szkodliwy (+ takson uznawany za szkodliwy, +/– niektóre szczepy taksonu uznawane za szkodliwe, – takson uznawany za nieszkodliwy); habitat (M – takson morski, B – brakiczny, S – słodkowodny) * – taksony, które również opisuje się jako związane na stałe z podłożem

Źródło: opracowanie własne.

Sinice (Cyanobacteria, cyjanobakterie) taksonomicznie należą do bakterii. Większość gatunków sinic wykazuje dużą zdolność przystosowania się do warunków środowiska – m.in. mogą wykorzystywać szerokie spektrum światła, odporne są na złe warunki tlenowe i tolerują wysokie wartości pH. Występują w postaci komórek kokalnych (pojedynczych lub tworząc kolonie) oraz w formie trychomów. Pomimo że pojedyncze komórki sinic często są niewielkie (dziesiąte części µm do kilku–kilkunastu µm), to ich kolonie i nici charakteryzują się na ogół dużymi rozmiarami. Spośród 47 taksonów zidentyfikowanych w wodach Zatoki Puckiej 30 zalicza się do taksonów typowo słodkowodnych, a 4 do brakicznych. Pozostałe gatunki powszechnie występują zarówno w wodach morskich, jak też słodkich i brakicznych. W wodach Zatoki Puckiej obserwuje się wiele pikoplanktonowych kolonijnych gatunków (*Anathece*, *Aphanocapsa*, *Aphanothece*, *Cyanodiction*, *Lemmermanniella*), które w sezonie letnim stanowią istotny składnik fitoplanktonu pod względem liczebności i biomasy. Jednak to gatunki posiadające wakuole gazowe zazwyczaj dominują latem, tworząc zakwity. Wakuole gazowe obecne są u nitkowatych, diazotroficznych (wiążących azot atmosferyczny dzięki wyspecjalizowanym komórkom – heterocytom) gatunków z rodzaju *Nodularia*, *Aphanizomenon* i *Dolichospermum*, oraz kolonijnych cyjanobakterii z rodzaju *Microcystis* i *Woronichinia*. Wiele cyjanobakterii występuje w agregatach o średnicy zwykle mieszczącej się w przedziale od 0,2 mm do 5,0 mm, ale mogą osiągać wielkość nawet kilku centymetrów. Wielkość agregatów determinuje prędkość opadania i unoszenia się kolonii komórek w kolumnie wody. W stabilnych warunkach, przy braku falowania, liczba komórek cyjanobakterii na powierzchni wody może szybko wzrastać. Krótkoterminowe, nagłe, powierzchniowe zakwity mogą być zatem efektem dynamicznych zmian warunków hydrograficznych lub wynikać z cyklicznych zmian gęstości komórek. Dominującymi komponentami zakwitów cyjanobakterii w Zatoce Puckiej jak i całym Morzu Bałtyckim są cyjanobakterie z gatunku *Nodularia spumigena* i *Aphanizomenon flosaquae* (Pliński i Jóźwiak 1996; Stal i in. 2003). *A. flosaquae* tworzy gęsto upakowane, podobne do snopków siana

skupiska nici, które mają zazwyczaj kilka milimetrów długości. Komórki *N. spumigena* również występują w postaci nici tworzących agregaty (o średnicy do 10 cm), jednak są one znacznie mniej gęsto upakowane. Trwałość tych agregatów jest niewielka, stąd w trakcie pobierania próbek lub w wyniku falowania czy mieszania mas wody łatwo ulegają one rozpadowi. Niektóre organizmy (głównie drobne okrzemki z rodzaju *Nitzschia,* sporadycznie poroślowe, np. z rodzaju *Cocconeis* i *Epithemia*) osiadają na pochwie lub w śluzowej otoczce cyjanobakterii. Uważa się, iż ma to związek z możliwością wykorzystania związków organicznych uwalnianych podczas rozkładu komórek sinic. Zjawisko porastania cyjanobakterii może być jednak związane nie tyle z dostępnością soli biogenicznych, ile lepszym dostępem do światła. Dzięki utrzymywaniu się cyjanobakterii przy powierzchni, osiadłe na nich organizmy mogą korzystać z natężenia światła optymalnego do rozwoju. Agregaty sinic i organizmów je porastających utrzymują się przy powierzchni dzięki obecności wakuol gazowych, nawet po obumarciu komórek sinic. Szkodliwość masowego występowania gatunków z rodzaju *Nodularia* i *Aphanizomenon* wiąże się z ograniczeniem dostępu światła do głębszych warstw wody poprzez zacienienie wywołane ich dużą biomasą przy powierzchni wody, co z kolei może wpływać na inhibicję wzrostu roślin wodnych i innych organizmów fotoautotroficznych. Diazotroficzne cyjanobakterie z rodzaju *Dolichospermum* w Zatoce Puckiej, jak i całym Bałtyku, pojawiają się w mniejszych ilościach niż *N. spumigena* czy *A. flosaquae* oraz występują w postaci pojedynczych trychomów, nie tworząc agregatów. Cyjanobakterie mogą być wyżerane przez zooplankton, np. wrotki, pierwotniaki, skorupiaki (Engström i in. 2000; Viherluoto i in. 2000). Stwierdzono jednak, że w trakcie zakwitu duże rozmiary kolonii i agregatów trychomów mogą uszkadzać aparaty filtracyjne zooplanktonu i zatykać skrzela ryb. Ponadto, gatunki takie jak *Nodularia spumigena*, *Dolichospermum* spp. i *Microcystis* spp. mogą produkować groźne dla zdrowia ludzi i zwierząt toksyny. Szczegółowe informacje na temat toksyn produkowanych przez cyjanobakterie występujące w wodach Zatoki Puckiej oraz ich szkodliwości na inne organizmy opisano w rozdziale 17, pt. „Toksyny i inne metabolity wtórne produkowane przez cyjanobakterie występujące w wodach Zatoki Puckiej" (t. II).

Równie liczną grupą taksonów (46) obserwowanych w fitoplanktonie wód Zatoki Puckiej są przedstawiciele zielenic (Chlorophyta). Na świecie zielenice są reprezentowane przez dużą liczbę gatunków (co najmniej 17 tys. opisanych gatunków według Bellinger i Sigee 2010), bardzo zróżnicowanych pod względem morfologicznym i rozwojowym. Generalnie zielenice występują w wodach słodkich, stąd większość identyfikowanych organizmów tej grupy w rejonie zatoki klasyfikuje się jako gatunki słodkowodne. Największą różnorodność zielenic obserwuje się w próbkach pobranych w sezonie letnim w wewnętrznej części zatoki.

Jedną z najliczniej reprezentowanych grup w fitoplanktonie wód Zatoki Puckiej są okrzemki. Stanowią one również najbogatszą grupę pod względem taksonomicznym. W fitoplanktonie zatoki zidentyfikowano łącznie ponad 400 taksonów

okrzemek obejmujących rodzaje, gatunki i odmiany (dane własne). Należy jednak zwrócić uwagę na fakt, że ze względu na płytkowodny charakter Zatoki Puckiej, większość okrzemek identyfikowanych w zbiorowiskach planktonu jest formami bentosowymi czy peryfitonowymi, okresowo przebywającymi w toni wodnej. Zestawienie zaprezentowane w tabeli 1.1 obejmuje jedynie 72 taksony typowo planktonowe, ale uwzględniono w niej również 10 gatunków, dla których literatura przedmiotu podaje jako habitat zarówno toń wodną, jak i dno lub jego elementy, ponieważ wykazują specyficzne przystosowania do zamieszkiwania obu tych siedlisk. Spośród zidentyfikowanych taksonów okrzemek najwięcej preferuje wody typowo morskie (33) oraz morsko-brakiczne (13). Typowo brakicznych taksonów zidentyfikowano tylko cztery. 24 taksony uznaje się za typowo słodkowodne. Spośród taksonów obserwowanych w Zatoce Puckiej jedynie *Nitzschia acicularis* wykazuje szerokie spektrum tolerancji występowania – od wód morskich do słodkich. Wśród okrzemek wyróżnia się również grupę taksonów uznawanych za niebezpieczne głównie ze względu na produkowane przez nie związki czy na możliwość tworzenia podczas zakwitów agregatów przyczyniających się do zapychania aparatów filtrujących czy skrzeli ryb. Interesującym zjawiskiem jest pojawianie się w fitoplanktonie w okresie zimowym gatunków arktycznych czy związanych z lodem morskim, np. *Attheya septentrionalis*, *Chaetoceros decipiens*, *Fragilariopsis cylindrus*, *Melosira arctica*, *Navicula vanhoeffenii*, *Pauliella taeniata* i *Thalassiosira baltica*.

W toni wodej Zatoki Puckiej zidentyfikowano 32 taksony należące do bruzdnic (Dinophyceae). Większość z obserwowanych gatunków zalicza się do organizmów typowo morskich. Ze względu na trudności metodologiczne związane z identyfikacją organizmów część taksonów wymaga jeszcze szczegółowych badań i weryfikacji. Pojedyncze komórki potencjalnie toksycznych gatunków bruzdnic z rodzaju *Dinophysis*, *Phalocroma* i *Prorocentrum* obserwowane są każdego roku. Do tej pory w wodach Zatoki Puckiej nie stwierdzono ich masowego występowania i szkodliwego oddziaływania na inne organizmy, poza jednym przypadkiem zakwitu *Prorocentrum minimum* w wodach zachodniej części Zatoki Puckiej w porcie w Gdyni w 1993 r. (Witek i Pliński 2000). Natomiast toksyczne i bioluminescencyjne zakwity *Aleksandrium ostenfeldii* obserwowano kilkukrotnie w strefie brzegowej Zalewu Puckiego. Szczegółowe informacje na temat zakwitów i cyklu rozwojowego *Alexandrium* oraz toksyn produkowanych przez ten organizm przedstawiono odpowiednio w t. I – „Dopływ wód podziemnych do Zatoki Puckiej" (rozdział 9) i w t. II – „Toksyny i inne metabolity wtórne produkowane przez cyjanobakterie występujące w wodach Zatoki Puckiej" (rozdział 17).

Oprócz wymienionych wyżej grup taksonomicznych wchodzących w skład fitoplanktonu należy jeszcze wspomnieć kryptofity (Cryptophyta) reprezentowane przez 4 gatunki typowo morskie. Na uwagę zasługuje również orzęsek *Mesodinium rubrum*, którego przedstawiciele zwłaszcza wiosną stanową istotną część fitoplanktonu. Również nieoznaczone wiciowce (flagellata) stanowią stosunkowo liczną grupę. Ze

względu na swój niewielki rozmiar i specyfikę metodyki identyfikacji są one jednak trudne do oznaczenia. Ostatnie publikacje, które poświęcono tej grupie organizmów, pochodzą z lat 90. XX w. (Mackiewicz 1991; Witek i in. 1993).

Dynamika zmian fitoplanktonu w wodach Zatoki Puckiej

W Morzu Bałtyckim, podobnie jak i w wielu innych morzach, oceanach czy zbiornikach słodkowodnych, obserwuje się sezonowe zmiany w strukturze i liczebności fitoplanktonu. Wzrost i rozwój każdego gatunku fitoplanktonowego zależy od jego zdolności do zdobywania niezbędnych do życia zasobów oraz umiejętnego ich wykorzystania przy minimalnych stratach. Sezonowe zmiany w strukturze i liczebności fitoplanktonu mają charakterystyczny przebieg i są związane ze zdolnością adaptacyjną poszczególnych grup organizmów do zmieniających się warunków środowiska.

Prowadzone w ostatnich latach badania potwierdzają opisaną sekwencję pojawiania się przedstawicieli poszczególnych grup systematycznych w rocznym cyklu rozwoju fitoplanktonu w wodach południowego Bałtyku (np. Pliński 1993). Na początku okresu wegetacji, wiosną rozwijają się masowo okrzemki zastępowane później przez bruzdnice. Następnie, jeszcze przy dużym udziale bruzdnic, zaczynają się rozwijać sinice, osiągając latem szczyt rozwoju. Jesienią ponownie obserwuje się dominację okrzemek, jednak ich zbiorowiska mają inny skład gatunkowy i są mniej liczebne niż wiosną. Przedstawiciele innych grup systematycznych, z wyjątkiem kryptofitów i orzęska *Mesodinium rubrum*, mają stosunkowo niewielki udział w zbiorowiskach fitoplanktonu w cyklu rocznym. Uważa się, że przyczynami zaburzeń w opisanych zmianach sezonowych składu i struktury fitoplanktonu mogą być zmiany klimatyczne oraz fluktuacja chemizmu wód bałtyckich spowodowana głównie antropopresją. Oprócz zwiększonej żyzności wód ważnym czynnikiem warunkującym dominację poszczególnych gatunków jest temperatura, której wartości zmieniają się zarówno w skali krótkookresowej (dni, miesiące, sezony), jak i długookresowej (zmiany wieloletnie). Obok natężenia światła, jest to podstawowy czynnik ekologiczny warunkujący rozwój danego gatunku przez właściwe mu, specyficzne optimum termiczne (Witek 2010).

Dla zbiorowisk fitoplanktonu Zatoki Puckiej charakterystyczne jest bardzo silne zróżnicowanie ich składu i struktury w zależności od położenia stanowiska oraz okresu badań. Przykład zmienności przestrzenno-czasowej zaprezentowano na rycinie 1.1.

Rozkład danych dla biomasy fitoplanktonu dla próbek pobieranych na czterech stanowiskach raz w miesiącu w 2012 r. (ryc. 1.1) idealnie oddaje trudności związane z interpretacją wyników i tworzeniem ogólnych wniosków na podstawie danych uzyskanych w sposób przyczynkowy. Naszym zdaniem, ze względu na fakt, iż na rozwój poszczególnych taksonów fitoplanktonu wpływa wiele czynników, należy się wystrzegać generalizowania wyników pozyskiwanych z próbek pobieranych z jednej

ISBN 978-83-8206-237-3

Wydawnictwo
Uniwersytetu
Gdańskiego

79,80 ZŁ (W TYM 5% VAT)