

#### Rozdział 9.4 należy cytować jako:

Wojtał A.Z., Wilk-Woźniak E. & Elias-Kowalska M. 2016. Peryfitonowe okrzemki (Bacillariophyta) rzeki Raby poniżej Zbiornika Dobczyckiego w roku 1983 i w roku 2014. W: Sądag T., Banduła T., Materek E., Mazurkiewicz-Boroń G. & Słonka R. (red.) Zbiornik wodny Dobczyce - Monografia. Kraków, RZGW, MPWiK: 166-169.

o szerokim zakresie tolerancji warunków środowiskowych. Gatunki o węższym zakresie tolerancji, rzadkie lub obce stwierdzone były w oddzielnej części zbiornika, płytkiej, polimiktycznej Zatoce Wolnicy. Skład gatunkowy jest stosunkowo ubogi, ale jest to cecha typowa dla zbiorników i jezior głębokich. Na przestrzeni blisko 30 lat obserwowano zmiany w strukturze gatunkowej oraz w zagęszczeniu i biomacie fitoplanktonu związane z kolejnymi etapami rozwoju zbiornika, jak również ze zmianami zachodzącymi w zlewni zbiornika. Gatunkiem typowym dla Zbiornika Dobczyckiego, tworzącym zakwity wody jest sinica *Woronichinia naegeliana*. Stwierdzono obecność zmian sezonowych w składzie i dynamice fitoplanktonu oraz różnice w poszczególnych strefach zbiornika. Do 1998 r. stwierdzono paraboliczny układ zmian w biomacie całego fitoplanktonu oraz biomacie sinic. Od 1999 r. układ ten stał się bardziej chaotyczny i trudny do przewidzenia, ze zmianami raz wysokich, raz niskich wartości omawianych parametrów. Zaproponowany klucz środowiskowych oraz obserwacje zmian środowiska oparte na typach strategii życiowych wydają się być dobrym rozwiązaniem pozwalającym uchwycić zmiany zachodzące nie tylko w samym zbiorniku ale także w jego zlewni.

#### 9.4. Peryfitonowe okrzemki (Bacillariophyta) rzeki Raby poniżej Zbiornika Dobczyckiego w roku 1983 i w roku 2014

Wybudowanie Zbiornika Dobczyckiego spowodowało fragmentację rzeki Raby, przerywając ciągłość jej biegu, niszcząc naturalne, a równocześnie tworząc nowe siedliska, które częściowo wykazują cechy środowiska jeziornego. W tak powstałym biotopie występują organizmy planktonowe, typowe dla wód stagnujących, które badane są od czasu utworzenia zbiornika w 1986 r. (Wilk-Woźniak 1996, 2000, Wojtał i in. 2005). Eksploatacja zbiornika nie pozostaje bez wpływu na rzekę. Badania peryfitonu pokazują czy i w jaki sposób zbiornik zapory zmienia skład zbiorowisk organizmów zasiedlających rzekę. W celu stwierdzenia czy skład flory okrzemek peryfitonowych w Rabie poniżej zbiornika uległ zmianie w ciągu 30 lat istnienia zbiornika wykonano analizę jakościową peryfitonu, zebranego w 1983 i 2014 roku i prób z epilitionu zebranych w 2014 roku w Rabie ok. 100 m poniżej zapory. Ponadto, wyniki zostały użyte do oszacowania jakości wód na podstawie tzw. Indeksu Okrzemkowego (IO), który pozwala określić stan jakości wód rzecznych.

Zebrany materiał przygotowano zgodnie z obowiązującymi procedurami (Krammer, Lange-Bertalot 1986). Gatunki, które występowały licznie (powyżej 5 % względnej liczebności) zostały zakwalifikowane jako gatunki

dominujące. Zostały one poklasyfikowane pod kątem tolerancji na wody zanieczyszczone materią organiczną, preferencji odczynu wody oraz zasobności w tlen rozpuszczony, sole, związki azotu i inne pierwiastki biogenne. Indeksy użyte do wyznaczenia klasy jakości wody to wskaźnik trofii (TI), wskaźnik saprobowości (SI), wskaźnik obfitości gatunków referencyjnych (GR) i multimetryczny wskaźnik okrzemkowy (IO). Poszczególne wskaźniki obliczono wg metody podanej przez Picińską-Fałtynowicz i Błachutę (2010).

Listę taksonów okrzemek zestawiono w porządku alfabetycznym (Tabela II). Stwierdzono obecność 52 gatunków i odmian okrzemek należących do 23 rodzajów. Najliczniej występujące okrzemki oraz rzadko podawane z Polski zostały zilustrowane fotografiami z mikroskopu świetlnego (Ryc. 18).

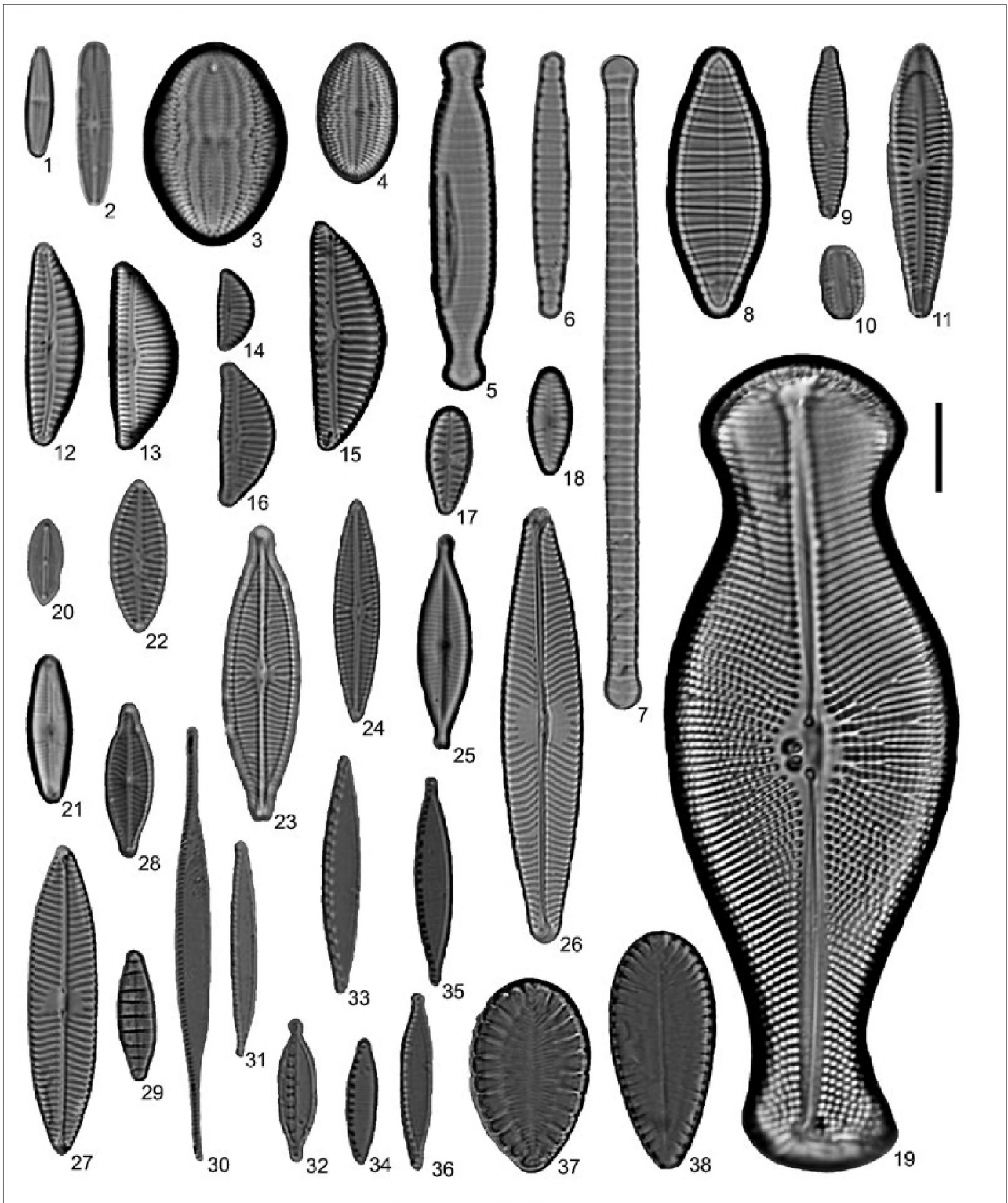
Gatunkami dominującymi w zbiorowiskach peryfitonowych były *Navicula lanceolata*, *Gomphonema tergestinum*, *Navicula cryptotenella*, *N. gregaria* i *Achnanthisidum minutissimum* w materiale zebranym w 1983 roku oraz *Encyonema lange-bertalotii*, *Gomphonema olivaceum*, *Achnanthisidum minutissimum*, *Encyonema minutum* i *Achnanthisidum pyrenaicum* w 2014 roku (Tabela II). Okrzemki te są alkalifilne, za wyjątkiem alkalibiontycznej *Gomphonema olivaceum* i neutrofilnego *Achnanthisidum minutissimum* (Van Dam i inni 1994, Wojtał 2013). Dominujące w 1983 roku *Navicula lanceolata* (26,5 %) i *N. gregaria* (9 %), charakterystyczne dla wód eutroficznych o umiarkowanym i niskim stężeniu rozpuszczonego tlenu (Bąk i inni 2012, Van Dam i inni 1994) zdecydowanie zmniejszyły liczebność w 2014 roku i zostały zastąpione okrzemkami, wymagającymi środowiska o niższym stanie troficznym wód oraz wyższej zawartości tlenu, np. *Achnanthisidum minutissimum*.

W epilitionie w 2014 r. dominowały: *A. minutissimum* (19,7 %) i *A. pyrenaicum* (17,4 %) oraz towarzyszące im *Amphora peduculus* i *Denticula tenuis*. Wszystkie te gatunki są szeroko rozprzestrzenione w wodach na podłożu wapiennym, i tolerują warunki środowiskowe strefy β-mezosaprobowej (Van Dam i inni 1994, Bąk i inni 2012). W tym zespole odnotowano też występowanie rozprzestrzeniającej się w górskich rzekach okrzemki *Didymosphenia geminata*, uznawanej za gatunek inwazyjny. Obserwowane w epilitionie okrzemki: *Asterionella formosa*, *Stephanodiscus neoastrea* czy *S. parvus* są elementami pochodzącymi z planktonu Zbiornika Dobczyckiego, skąd zostały naniesione na powierzchnię badanych kamieni. Nie stanowią one jednak trwałego elementu epilitionu.

We wszystkich badanych próbach preferencje peryfitonowych okrzemek w odniesieniu do odczynu wody wskazywały na wody alkaliczne słodko-brakiczne charakterystyczne dla okrzemek tolerujących niewielką ilość azotanów w wodzie i mogące zasiedlać środowiska subaerofityczne – woda/ląd (Van Dam i inni 1994, Bąk i inni 2012).

Taksony	Lata		
	1983	2014	
	Peryfiton	Peryfiton	Epiliton
<i>Achnanthydium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	5,4	11,0	19,7
<i>A. pyrenaicum</i> (Hustedt) Kobayasi		5,8	17,4
<i>Amphora copulata</i> (Kützing) Schoeman & Archibald			0,2
<i>A. pediculus</i> (Kützing) Grunow	0,6	1,8	3,7
<i>Asterionella formosa</i> Hassall			3,4
<i>Caloneis lancettula</i> (Schulz) Lange-Bertalot & Witkowski			0,2
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg		1,2	1,2
<i>C. placentula</i> var. <i>euglypta</i> (Ehrenberg) Grunow		1,2	0,9
<i>Craticula accomoda</i> (Hustedt) Mann	0,9		
<i>Cymbella excisa</i> Kützing	0,6	0,6	
<i>Denticula tenuis</i> Kützing		1,5	1,9
<i>Diatoma ehrenbergii</i> Kützing	0,6		
<i>D. moniliformis</i> Kützing	3,4	0,6	0,7
<i>D. tenuis</i> Agardh	0,3		
<i>D. vulgaris</i> Bory	1,2	0,6	1,2
<i>Didymosphenia geminata</i> (Lyngbye) Schmidt			0,2
<i>Encyonema lange-bertalotii</i> Krammer		19,8	0,2
<i>E. minutum</i> (Hilse in Rabh.) D.G. Mann	2,3	6,1	5,1
<i>E. prostratum</i> (Berkeley) Kützing			0,2
<i>E. silesiacum</i> (Bleisch in Rabh.) D.G. Mann	0,6	1,2	2,8
<i>E. ventricosum</i> (Agardh) Grunow	0,6	1,5	0,7
<i>Encyonema</i> sp.		0,3	
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazieres			0,2
<i>F. gracilis</i> Oestrup			0,5
<i>F. vaucheriae</i> (Kützing) Petersen	1,2	0,6	2,8
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson	8,2	12,6	0,2
<i>G. tergestinum</i> Fricke	12,8	19,2	
<i>Luticola ventricosa</i> (Kützing) Mann		0,6	
<i>Mayamaea atomus</i> var. <i>permitis</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	1,5		
<i>Meridion circulare</i> (Greville) Agardh		0,6	
<i>Navicula antonii</i> Lange-Bertalot		0,3	0,2
<i>N. capitatoradiata</i> Germain	1,7		
<i>N. cryptotenella</i> Lange-Bertalot	11,7	0,3	7,5
<i>N. gregaria</i> Donkin	9,0	1,2	
<i>N. lanceolata</i> (Agardh) Ehrenberg	26,5		
<i>N. reichardtiana</i> Lange-Bertalot	1,5	2,4	3,5
<i>N. tripunctata</i> (O.F. Müller) Bory	1,5	0,9	6,6
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kützing) W.M. Smith	0,6		
<i>N. archibaldii</i> Lange-Bertalot	1,2		
<i>N. dissipata</i> (Kützing) Grunow	2,6	0,3	5,6
<i>N. fonticola</i> Grunow in Cleve & Grunow			1,4
<i>N. frustulum</i> (Kützing) Grunow		0,3	0,2
<i>N. linearis</i> (Agardh) W. M. Smith		0,3	
<i>N. sociabilis</i> Hustedt			2,8
<i>N. supralitorea</i> Lange-Bertalot		2,4	
<i>Planothidium frequentissimum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot			0,2
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C. Agardh) Lange-Bertalot	1,5	2,4	1,4
<i>Reimeria sinuata</i> (Gregory) Kociolek & Stoermer	0,3	2,1	
<i>Stephanodiscus neoastraea</i> Håkansson & Hickel			2,1
<i>S. parvus</i> Stoermer & Håkansson			4,9
<i>Surirella brebissonii</i> var. <i>kuetzingii</i> Krammer & Lange-Bertalot		0,3	
<i>S. minuta</i> Brébisson	1,7		0,2
Liczba taksonów w zespole	27	31	34

Tabela II. Udział (%) gatunków okrzemek (Bacillariophyta) stwierdzonych w peryfitonie i epilitionie Raby przed napełnieniem Zbiornika Dobczyckiego (1983) i po 30 latach eksploatacji (2014)



Ryc. 18. Zdjęcia z mikroskopu świetlnego, skala 10 µm. (1-38). 1 - *Achnanthydium minutissimum*, 2 - *A. pyrenaicum*; 3 - *Cocconeis pediculus*, 4 - *C. placentula* var. *euglypta*, 5 - *Diatoma ehrenbergii*, 6 - *D. moniliformis*, 7 - *D. tennis*, 8 - *D. vulgare*, 9 - *Fragilaria vaucheriae*, 10 - *Amphora pediculus*, 11 - *Rhoicosphenia abbreviata*, 12 - *Cymbella excisa*, 13 - *Encyonema lange-bertalotii*, 14 - *E. minutum*, 15 - *E. silesiacum*, 16 - *E. ventricosum*, 17 - *Gomphonema olivaceum*, 18 - *G. tergestinum*, 19 - *Didymosphenia geminata*, 20 - *Mayamaea atomus* var. *permitis*, 21 - *Caloneis lanceolata*, 22 - *Navicula antonii*, 23 - *N. capitatoradiata*, 24 - *N. cryptotenella*, 25 - *N. gregaria*, 26 - *N. lanceolata*, 27 - *N. tripunctata*, 28 - *N. reichardtiana*, 29 - *Denticula tenuis*, 30 - *Nitzschia acicularis*, 31 - *N. archibaldii*, 32 - *N. dissipata*, 33 - *N. fonticola*, 34 - *N. frustulum*, 35 - *N. sociabilis*, 36 - *N. supralitorea*, 37 - *Suriella brebissonii* var. *kuetzingii*, 38 - *S. minuta*

Multimetryczny wskaźnik okrzemkowy (IO) przedstawił także zmianę stanu rzeki Raby w ciągu ostatnich 30 lat. Dla roku 1983 wskaźnik określił stan czystości rzeki jako umiarkowany (III klasa jakości wód), natomiast dla 2014 roku wskazywał na dobry stan jakości wód (II klasa jakości wód) (Tabela III).

Stwierdzona w ten sposób poprawa jakości wody w Rabie poniżej Zbiornika Dobczyckiego jest związana przede wszystkim z procesami cywilizacyjnymi, które zaszły w ciągu ostatnich 30 lat na obszarze nie tylko samej zlewni zbiornika, ale także w skali kraju. Nastąpił spadek poziomu zanieczyszczenia wód powierzchniowych nawozami sztucznymi i ściekami komunalnymi. Realizacja Ramowej Dyrektywy Wodnej oraz Dyrektywy Azotanowej UE doprowadziły także do zmniejszenia zanieczyszczenia wód, co ma swoje odbicie w długoterminowych zmianach struktury zespołów organizmów wodnych. Podsumowując, można stwierdzić że po 30 latach funkcjonowania Zbiornika Dobczyckiego na odcinku Raby poniżej zapory poprawił się stan jakości wód oraz różnorodność zbiorowisk okrzemkowych wzrosła. Liczebność *Navicula lanceolata* i *N. gregaria* i innych gatunków odpornych na zanieczyszczenie wody zdecydowanie zmalała.

## 9.5. Zooplankton

Zooplankton to niewielkie organizmy zwierzęce występujące zazwyczaj masowo, zamieszkujące różnego rodzaju zbiorniki zarówno słodko- jak i słonowodne.

Plankton unosząc się w toni wodnej nie przeciwstawia się prądom wody. Nazwa tych organizmów pochodzi z języka greckiego – *Planktós* – co oznacza „błąkający się”.

W jego skład wchodzi przedstawiciele wielu grup zwierząt bezkręgowych, do najczęściej badanych należą wrotki, wioślarki i widłonogi. Skład jakościowy i ilościowy zooplanktonu zależy od czynników fizykochemicznych środowiska takich jak np. temperatura, koncentracja tlenu w wodzie, dostępność pokarmu oraz presja drapieżników (Fleituch, Pocięcha 2000). Zooplankton pełni ważną rolę w funkcjonowaniu ekosystemów wodnych, jest składnikiem wielu sieci troficznych. Odżywia

się fitoplanktonem i bakterioplanktonem, regulując liczebność tych grup, jednocześnie jest bazą pokarmową dla ryb planktonożernych i narybku większości gatunków ryb słodkowodnych (Amirowicz, Pocięcha, Wilk-Woźniak 2000).

Badania zooplanktonu w zbiorniku były prowadzone od jego powstania (Ryc. 19). Zasadniczym celem tych badań jest charakterystyka zespołu zooplanktonu: określenie składu taksonomicznego, zagęszczenia oraz suchej masy, jak również określenie struktury troficznej będącej odzwierciedleniem funkcjonowania ekosystemu zbiornika zaporowego.

Na przestrzeni wielolecia w zbiorniku Dobczyckim badania zooplanktonu koncentrowały się na 3 grupach zagadnień takich jak:

- określenie wpływu i znaczenia czynników abiotycznych (np. temperatura, stratyfikacja, tlen, zawiesina) i biotycznych (pokarm, drapieżnictwo) na zespoły zooplanktonu pelagicznego (Amirowicz, Pocięcha, Wilk-Woźniak 2000; Pocięcha 2002; Pocięcha, Amirowicz 2003; Pocięcha, Wilk-Woźniak 2005; Pocięcha, Wilk-Woźniak 2007; Wilk-Woźniak, Pocięcha A. 2007; Pocięcha, Wilk-Woźniak 2008);
- pionowe migracje wioślarek z rodzaju *Daphnia* w zależności od wpływających na nie czynników abiotycznych i biotycznych (Pocięcha 2002);
- wpływ zaburzeń ekosystemu zbiornika na biocenozy planktonowe np: zbadanie wpływu przejścia fali powodziowej na ekosystem Zbiornika Dobczyckiego, m. in. na strukturę gatunkową zooplanktonu i proces kształtowania się jej na nowo (Pocięcha, Wilk-Woźniak 2000; Godlewska i in. 2003); prześledzenie strategii życiowych i dynamiki zagęszczenia wybranych gatunków zooplanktonu w okresach wysokich i niskich stanów wód (Pocięcha, Wilk-Woźniak 2006).

### 9.5.1. Struktura zespołów zooplanktonu na przestrzeni lat

W pelagialu (punkt monitoringowy) zbiornika Dobczyckiego (Ryc. 1) w badanych latach (1986-2015) stwierdzono ogółem występowanie 72 taksonów zooplanktonu należących do trzech grup systematycznych

Rok	Zbiorowisko	TI	SI	GR	IO	Ocena jakości wody	Klasa czystości wody
1983	peryfiton	3,034	2,080	0,443	0,443	umiarkowany	III
2014	peryfiton	2,111	1,876	0,812	0,665	dobry	II
2014	epiliton	2,083	1,733	0,703	0,647	dobry	II

Tabela III. Wartości wskaźników okrzemkowych użytych do oceny jakości wody Raby poniżej Zbiornika Dobczyckiego (TI – wskaźnik trofii, SI – wskaźnik saprobowości, GR – wskaźnik liczebności gatunków referencyjnych, IO – multimetryczny wskaźnik okrzemkowy)

## Bibliografia

- Bąk M., Witkowski A., Żelazna-Wieczorek J., Wojtal A.Z., Szczepocka E., Szulc K. 2012. Klucz do oznaczania okrzemek w fitobentosie dla potrzeb oceny stanu ekologicznego wód powierzchniowych w Polsce. Szczecin, Główny Inspektorat Ochrony Środowiska., ss. 452.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. 1986. Bacillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae. W: Ettl H., Gerloff J., Heynig H., Mollenhauer D. (red.): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2/1. Stuttgart, New York, Gustav Fischer Verlag.
- Picińska-Fałtynowicz J., Błachuta J. 2010. Zasady poboru i opracowania prób fitobentosu okrzemkowego z rzek i jezior. Przewodnik metodyczny. Warszawa – Wrocław, GIOŚ.
- Van Dam H., Martens A., Sinkeldam J. 1994. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. *Aquatic Ecology*, 28, 117–133.
- Wilk-Woźniak E. 1996. Changes in the biomass and structure of phytoplankton in the Dobczyce Reservoir (southern Poland). *Acta Hydrobiologica*, 38, 125–131.
- Wilk-Woźniak E. 2000. Fitoplankton. W: Starmach J., Mazurkiewicz-Boroń G. (red.): Zbiornik Dobczycki. Ekologia – eutrofizacja – ochrona. Kraków, ZBW PAN, 95–112.
- Wojtal A.Z., Wilk-Woźniak E., Bucka H. 2005. Diatoms (Bacillariophyceae) of the transitory zone of Wolnica Bay (Dobczyce dam reservoir) and Zakliczanka stream (Southern Poland). *Archiv für Hydrobiologie/Algological Studies*, 115, 1–15.
- Wojtal A.Z. 2013. Species composition and distribution of diatom assemblages in spring waters from various geological formations in southern Poland. *Bibliotheca Diatomologica*, Stuttgart, J. Cramer in der Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandlung, 59, ss. 436.