

ZMIENNOŚĆ POZIOMU TROFII BRADYMIKTYCZNEGO JEZIORA MORZYCKO W LATACH 1974–2002

Jacek Kubiak, Agnieszka Tórz

Zakład Hydrochemii i Ochrony Wód, Akademia Rolnicza w Szczecinie

Wstęp

Nadmierne użyźnienie wód powierzchniowych jest nader istotnym problemem w ich ochronie. Podobnie jak i w innych rejonach Polski, stan taki stwierdzono również na Pomorzu Zachodnim [KUBIAK 2003]. Eutrofizacja, prowadząca do obniżenia jakości wód i zaburzeń ich równowagi biocenotycznej, objęła nawet akweny szczególnie chronione, tj. położone na terenie parków narodowych [KUBIAK 2001]. Konsekwencją wzrostu trofii wód jest konieczność szukania sposobów cofania lub usuwania jego niekorzystnych następstw, bądź spowolnienia lub zahamowania tego procesu [LOSSOW 1998; LOSSOW, GAWROŃSKA 1998]. Konieczne dla ochrony i racjonalnego użytkowania ekosystemów jeziornych jest poznanie ich naturalnej odporności na degradację oraz roli, jaką w tym procesie pełni zlewnia [BAJKIEWICZ-GRABOWSKA 1990; LOSSOW, WIĘCŁAWSKI 1991; KUBIAK 2003]. Podjęcie działań na rzecz ochrony jezior z zastosowaniem odpowiednich metod, wymaga określenia również tempa oraz kierunku zmian ich trofii [Lossow 1998].

Jeziro Morzycko leży na Pojezierzu Myśliborskim, w chojeńsko-moryńskim zespole jezior [KUBIAK 2003], w przeszłości na terenie tym dominowała tzw. wielkotowarowa produkcja rolna, charakteryzująca się m.in. przemysłową hodowlą zwierząt oraz stosowaniem dużych dawek nawozów mineralnych [KUBIAK 2003]. Miało to wpływ na transport do wód znacznych ładunków biogenów [Lossow, Więćławski 1991]. Dotychczas brak jest publikacji na temat hydrochemii omawianego zbiornika. Wskaźniki charakteryzujące morfometrię jeziora Morzycko oraz jego położenie geograficzne podano w tabeli 1.

Mając na uwadze konieczność ochrony jezior przed ich nadmierną eutrofizacją, a także biorąc pod uwagę wielorakie funkcje spełniane przez jeziora, za cel niniejszej pracy przyjęto określenie zmian poziomu trofii jeziora Morzycko w latach 1974–2002. Oceny tej dokonano biorąc pod uwagę naturalną podatność na degradację akwenu oraz rolę zlewni w tym procesie. Ocena ta pozwoliła określić również tempo eutrofizacji jeziora.

Tabela 1; Table 1

Morfometria jeziora Morzycko (gmina Moryń, powiat Gryfino, dorzecze Odra-Słubia)

Morphometry of Morzycko lake
(community Moryń, district Gryfino, Odra-Słubia river basin)

Polożenie; Location	
Szerokość; Latitude	52°51,8'
Długość; Longitude	14°24,3'
Wysokość n.p.m (m); Altitude	51,4
Kształt; Shape	
Długość maksymalna (m); Maximum length (m)	2900
Szerokość maksymalna (m); Maximum width (m)	2400
Szerokość średnia (m); Mean width (m)	1182
Długość linii brzegowej (m); Shoreline length (m)	12025
Wskaźnik osłonięcia; Sheltering index	23,6
Wskaźnik zwartości; Compactness index	0,1454
Rozwinięcie linii brzegowej – K ₁ ; Shoreline complexity – K ₁	1,83
Rozwinięcie linii brzegowej – K ₂ ; Shoreline complexity – K ₂	35,09
Wydłużenie; Elongation	1,21
Wskaźnik kształtu; Shape index	0,24
Maksymalna długość efektywna (m); Maximum effective length (m)	2900
Maksymalna szerokość efektywna (m); Maximum effective width (m)	2400
Powierzchnia; Surface area	
Zlewni całkowej (km ²); Total catchment (km ²)	66,0
Zlewni bezpośredniej (km ²); Direct catchment (km ²)	9,8
Zwierciadła wody (ha); Water table (ha)	342,7
Obszary bezodpływowe (ha); Flowless areas (ha)	12,8
Głębokość; Depth	
Maksymalna (m); Maximum (m)	60,0
Średnia (m); Average (m)	14,5
Względna; Relative	0,0324
Wskaźnik głębokości; Depth index	0,24
Objętość (tys. m³); Volume (thousand·m³)	
	49826,9
Rozwinięcie objętości; Volume expansion	0,73
Spływ jednostkowy; Flow rate	
	2,9
Ustrój hydrologiczny; Hydrological regime	
	pasywny passive
Wymiana wody (%·rok⁻¹); Water exchange (%·year⁻¹)	
	12,1

Materiał i metody badań

Badania przeprowadzono wiosną i w lecie, w latach 1974, 1979, 1984, 1988, 1991, 1995, 1998 oraz w 2002 r. Próbkę pobierano z przypowierzchniowej i przydennej warstwy wody, w najgłębszym rejonie jeziora. Właściwe dla oceny jakości oraz trofii wód wskaźniki, wraz ze stosowanymi metodami, wymieniono w tab. 3. W opracowaniu wykorzystano wyniki badań własnych autorów, natomiast wyniki najwcześniejsze (z 1974 roku) pochodzą z materiałów Państwowej Inspekcji Ochrony Środowiska [ATLAS 1977].

4	Iloraz powierzchni dna czynnego do objętości epilimnionu; Active bottom area to epilimnion volume ratio	0,053 ^a	0,051	0,051	0,053	0,053	0,051	0,051	0,052	0,052
		1 ^b	1	1	1	1	1	1	1	1
5	Procent wymiany wody w roku; Percentage of annual water exchange	12,1 ^a								14,6
		1 ^b								1
6	Współczynnik Schindlera Schindler coefficient	1,39 ^a								1,39
		1 ^b								1
7	Sposób zagospodarowania zlewni bezpośredniej Direct catchment management	< 60% lasów; < 60% gruntów ornych ^a < 60% forests; < 60% arable land ^a								
		2 ^b								2
Kategoria Category		1,29 ^a	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14
		1 ^b	I	I	I	I	I	I	I	I
Odporność; Resistance		jezioro wysoce odporne na wpływ z zewnątrz; high resistant lake								

Lp. No.	Wskaźnik; Index	wg BAJKIEWICZ-GRABOWSKIEJ [1990] according to BAJKIEWICZ-GRABOWSKA [1990]								
		rok badań; year of study								średnia average
		1974	1979	1983	1988	1991	1995	1998	2002	
1	Średnia głębokość jeziora Mean depth	14,54 ^a								14,54
		0 ^b								0
2	Stosunek objętości jeziora do długości linii brzegowej Lake volume to shoreline length ratio	4,14 ^a								4,14
		1 ^b								1
3	Procent stratyfikacji wód Water stratification percentage	32,6 ^a	49,2	42,6	42,6	42,6	44,0	46,5	48,0	43,5
		1 ^b	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Iloraz powierzchni dna czynnego do objętości epilimnionu; Active bottom area to epilimnion volume ratio	0,053 ^a	0,051	0,051	0,053	0,053	0,051	0,051	0,052	0,052
		0 ^b	0	0	0	0	0	0	0	0
5	Procent wymiany wody w roku; Percentage of annual water exchange	12,1 ^a								14,6
		3 ^b								3
6	Współczynnik Schindlera Schindler coefficient	1,39 ^a								1,39
		0 ^b								0
Średnia punktacja Mean scoring		0,83 ^a	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
Kategoria; Category		II ^b	I	I	I	I	I	I	I	I
Odporność; Resistance		średnia average	jezioro odporne na wpływ z zewnątrz resistant lake							

^a wartość; value

^b punktacja; scoring

P. całkow. Total P	Średnia (W, L) average	pow. surface	0,068 2	0,056 2	0,056 2	0,072 2	0,092 2	0,084 2	0,067 2	0,055 2
N. mineral. Inorganic N	W	pow. surface	0,223 2	0,201 2	0,222 2	0,236 2	0,201 2	0,139 1	0,142 1	0,189 1
NNH ₄	L	dno bottom	0,65 2	0,24 2	0,32 2	0,32 2	0,23 2	0,19 1	0,24 2	0,29 2
N. całkow. Total N	średnia (W, L) average	pow. surface	1,56 3	1,12 2	1,23 2	1,27 2	1,30 2	1,72 3	1,61 3	1,46 2
Przewodność Conductivity	W	pow. surface	391 4	382 4	389 4	381 4	372 4	411 4	408 4	411 4
Chlorofil Chlorophyll	średnia (W, L) average	pow. surface	16,0 3	14,5 2	14,5 2	13,5 2	15,0 2	14,5 2	15,5 3	14,0 2
Sucha masa sestonu Seston dry matter	średnia (W, L) average	pow. surface	13,5 4	12,0 3	12,0 3	11,0 3	11,0 3	11,8 3	11,0 3	9,5 3
Widzialność Visibility	średnia (W, L) average	pow. surface	2,3 2	2,6 2	2,6 2	2,9 2	2,8 2	2,9 2	2,9 2	3,1 2
Średnia punktacja; Medium scoring			2,88	2,50	2,38	2,47	2,44	2,50	2,38	2,31
Klasa; Class			III	II	II	II	II	II	II	II

W średnie natlenienie wód hipolimnionu; average oxygenation of hypolimnion water

W wiosna; spring

L lato; summer

Pionowe letnie układy tlenowe w jeziorze Morzycko były opisywane krzywą heterogradową ujemną, a w 1974 roku była to krzywa klinogradowa. Zatem wody jeziora Morzycko należy zaliczyć według klasycznej klasyfikacji [ÅBERG, RODHE 1942] do β -mezotroficznych (a jednorazowo do eutroficznych). Szczegółowo warunki tlenowe badanego jeziora opisują dane zawarte w tabelach 4 i 5.

Tabela 4; Table 4

Przeciętne warunki tlenowe w wodach jeziora Morzycko w okresie stagnacji letniej
Average oxygen conditions in Morzycko Lake during summer stagnation

Warstwa/Wskaźnik; Layer/Index	O ₂ (mg·dm ⁻³)	% O ₂
Wody powierzchniowe; Surface waters		
Średnia w okresie badań; Mean for entire period of studies	10,8	121,4
Maksimum w okresie badań; Maximum for entire period of studies	13,3	152,1
Minimum w okresie badań; Minimum for entire period of studies	9,4	104,0
Wody epilimnionu; Epilimnion waters		
Średnia w okresie badań; Mean for entire period of studies	8,9	100,5
Minimum w okresie badań; Minimum for entire period of studies	6,4	70,4
Gradient	-0,49	-5,89
Głębokość poziomu kompensacji; Compensation level depth		4,7 (2,8-8,1)

Głębokość oksykliny; Oxycline depth	6,4 (3,0–14,0)	
Wody w oksyklinie, średnia; Oxycline waters, average	7,3	78,7
Wody hypolimnionu; Hypolimnion waters		
Średnia w okresie badań; Mean for entire period of studies	2,7	21,7
Maksimum w okresie badań; Maximum for entire period of studies	6,4	56,2
Tempo zużycia O ₂ ; Rate of oxygen consumption (μg·dm ⁻³ ·d ⁻¹)	63,7	
Tempo zużycia O ₂ ; Rate of oxygen consumption (μg·cm ⁻² ·d ⁻¹)	0,046	
Gradient	0,00	-0,05
Wody przydenne; Bottom waters		
Średnia w okresie badań; Mean for entire period of studies	1,3	10,5
Minimum w okresie badań; Minimum for entire period of studies	0,0	0,0
Maksimum w okresie badań; Maximum for entire period of studies	2,4	19,5

Tabela 5; Table 5

Przeciętne warunki tlenowe w wodach jeziora Morzycko w czasie homotermii jesiennej i wiosennej oraz stagnacji zimowej

Average oxygen conditions in Morzycko Lake during autumn and spring turnovers and winter stagnation

Warstwa/Wskaźnik Layer/Index	O ₂ (mg·dm ⁻³)	% O ₂
Homotermia jesienna; Autumn turnovers		
Wody powierzchniowe; Surface waters		
Średnia w okresie badań; Mean for entire period of studies	10,4	89,4
Maksimum w okresie badań; Maximum for entire period of studies	11,5	99,5
Minimum w okresie badań; Minimum for entire period of studies	9,3	88,9
Wody przydenne; Bottom waters		
Średnia w okresie badań; Mean for entire period of studies	9,1	73,1
Maksimum w okresie badań; Maximum for entire period of studies	9,6	76,7
Minimum w okresie badań; Minimum for entire period of studies	7,6	61,6
Gradient (pow. – dno); Gradient (surface – bottom)	-0,04	-0,23
Heterotermia zimowa; Winter stagnation		
Wody powierzchniowe; Surface waters		
Średnia w okresie badań; Mean for entire period of studies	11,5	82,5
Maksimum w okresie badań; Maximum for entire period of studies	12,4	89,2
Minimum w okresie badań; Minimum for entire period of studies	9,6	67,9
Wody przydenne; Bottom waters		
Średnia w okresie badań; Mean for entire period of studies	2,6	16,5
Maksimum w okresie badań; Maximum for entire period of studies	3,6	27,5
Minimum w okresie badań; Minimum for entire period of studies	1,8	13,7
Gradient (pow. – dno); Gradient (surface – bottom)	-0,33	-2,3
Homotermia wiosenna; Spring turnovers		
Wody powierzchniowe; Surface waters		
Średnia w okresie badań; Mean for entire period of studies	12,2	101,4
Maksimum w okresie badań; Maximum for entire period of studies	13,8	115,9
Minimum w okresie badań; Minimum for entire period of studies	10,6	86,5
Wody przydenne; Bottom waters		
Średnia w okresie badań; Mean for entire period of studies	7,2	56,3
Maksimum w okresie badań; Maximum for entire period of studies	8,8	69,8
Minimum w okresie badań; Minimum for entire period of studies	5,0	38,3
Gradient (pow. – dno); Gradient (surface – bottom)	-0,15	-1,4

Tabela 6; Table 6

Poziom trofii jeziora Morzycko w latach 1974–2002
Trophic state of Morzycko Lake over 1974–2002 period

Rok prowadzonych badań Year of study	Wg CARLSONA [1977] According to CARLSON [1977]					Wg ZDANOWSKIEGO [1983] According to ZDANOWSKI [1983]					OECD – wg VOLLENWEIDERA [1989] OECD – according to VOLLENWEIDER [1989]						
	WST – SD (lato; summer)		WST – chlorofil „a” WST – chlorophyll „a” (lato; summer)		WST – TP (lato; summer)		wskaźniki; indices					TP – średnie TP – average (wiosna, lato; spring, summer)	chl. „a” – maks. chl. „a” – max. (lato; summer)	chl. „a” – średnia chl. „a” – average (wiosna, lato; spring, summer)	SD – maks. SD – max. (lato; summer)	SD – średnia SD – average (wiosna, lato; spring, summer)	% O ₂ wody przydenne % O ₂ bottom waters (lato; summer)
							podstawowe; basic			dodatkowe additional							
							TP (lato; summer)	SD (lato; summer)	chl. „a” (lato; summer)	TN (lato; summer)	TN/TP (lato; summer)						
1974	47	MZ	60	EU	64	EU	ME	ME	ME	MZ	ME	EU	MZ	EU	MZ	EU	HE
1979	48	MZ	60	MZ	62	EU	ME	ME	ME	MZ	ME	EU	MZ	EU	MZ	EU	HE
1983	47	MZ	59	MZ	64	EU	ME	ME	ME	EU	ME	EU	MZ	EU	MZ	EU	EU
1988	47	MZ	59	MZ	69	EU	ME	ME	ME	EU	ME	EU	MZ	EU	MZ	EU	EU
1991	48	MZ	60	EU	74	EU	ME	ME	ME	EU	ME	EU	MZ	EU	MZ	EU	EU
1995	48	MZ	60	EU	69	EU	ME	ME	ME	EU	ME	EU	MZ	EU	MZ	EU	HE
1998	48	MZ	61	EU	67	EU	ME	ME	ME	EU	ME	EU	MZ	EU	MZ	EU	EU
2002	47	MZ	59	MZ	67	EU	ME	ME	ME	EU	ME	EU	MZ	EU	MZ	MZ	EU

SD widzialność krążka Secchiego; visability of Secchi disc

TP stężenie fosforu całkowitego; concentration of total phosphorous

TN stężenie azotu całkowitego; concentration of total nitrogen

%O₂ natlenienie; oxygenation

WST wskaźnik stanu trofii wg CARLSONA [1977]; trophic state index according to CARLSON [1977]

Stan trofii; Trophic state: MZ – mezotrofia; mesotrophy, EU – eutrofia; eutrophy, ME – mezoeutrofia; mesoeutrophy, HE – hipertrofia

Jeziro Morzycko według ZDANOWSKIEGO [1983] uznano za mezoeutroficzne, jedynie zawartość azotu ogólnego wskazywałyby na eutroficzny charakter jego wód. Układ taki panował w badanym akwenu przez cały okres badawczy. Według kryteriów CARLSONA [1977] badany zbiornik był z pogranicza mezotrofii i eutrofii. Podobny stan stwierdzono stosując kryteria podawane przez VOLLENWEIDERA [1989]. Średnie ilości (z pomiarów wiosennych i letnich w wodach powierzchniowych) chlorofilu „a” oraz fosforu całkowitego, a także widzialność krążka Secchiego wskazują, że omawiane jezioro zawsze miało cechy eutrofii. Latem notowane widzialność oraz zawartość chlorofilu „a” były typowe dla mezotrofii. O tej porze roku w niektórych latach (1974, 1979 i 1995) omawiane jezioro cechowało się natlenieniem wód przydennych mniejszym niż 10% lub okresowo dochodziło do całkowitego odtlenienia – hipertrofia (tab. 6). W pozostałych latach warunki tlenowe w wodach przydennych wskazywały na eutroficzny charakter jeziora Morzycko. Określony poziom trofii potwierdziła wartość współczynnika zużycia tlenu w hypolimnionie w czasie formowania się stratyfikacji letniej (tab. 4) [WETZEL 2001].

Wnioski

1. Jezioro Morzycko charakteryzowało się wysoką odpornością na degradację.
2. Zlewnia jeziora Morzycko cechowała się umiarkowaną możliwością uruchamiania obszarowego ładunku biogenów.
3. Tempo eutrofizacji badanego jeziora należy określić jako umiarkowane.
4. Jezioro Morzycko jest zbiornikiem mezoeutroficznym, którego wody charakteryzują się wodami II klasy czystości.
5. Poziom trofii oraz jakość wód omawianego akwenu nie ulegała zmianom w okresie od 1974 do 2002 r.

Literatura

- ÅBERG B., RHODE W. 1942. *Über die Milieufaktoren in Einigen Südschwedischen Seen*. Symp. Bot. Upsal. 5(3): 256 ss.
- ATLAS 1977. *Atlas czystości jezior województwa szczecińskiego 1970–1976*. OBiKŚ, Szczecin (maszynopis).
- BAJKIEWICZ-GRABOWSKA E. 1987. *Ocena naturalnej podatności jezior na degradację i rola zlewni w tym procesie*. Wiad. Ekol. 33(3): 279–289.
- BAJKIEWICZ-GRABOWSKA E. 1990. *Stopień naturalnej podatności jezior na eutrofizację na przykładzie wybranych jezior Polski*. Gospod. Wod. 12: 270–272.
- CARLSON R.F. 1977. *A trophic state index for lakes*. Limnol. Oceanogr. 22(2): 361–369.
- CZARNECKA H., BIALUK J., HOŁDAKOWSKA J., MARCINKOWSKA Z., WORONCOW T., MAJEWSKA I. 1989. *Ocena ilościowa i fizyko-chemiczna zasobów wodnych jezior województwa szczecińskiego. Cz. 4. Zlewnie jezior województwa szczecińskiego*. IMGW, Warszawa (maszynopis).

- KAJAK Z. 1983.** *Dependences of chosen indices of structure and functioning of ecosystems of different trophic status and mictic type for 42 lakes. Ecological characteristics of lakes in northeastern Poland versus their trophic gradient.* Ekol. Pol. 31: 495–530.
- KUBIAK J. 2001.** *Hydrochemistry of Wolin Island Lakes.* Folia Univ. Agric. Stettin, Piscaria 218(28): 63–76.
- KUBIAK J. 2003.** *Największe dimiktyczne jeziora Pomorza Zachodniego. Poziom trofii, podatność na degradację oraz warunki siedliskowe ichtiofauny.* AR w Szczecinie. Rozprawy 214: 92 ss.
- KUDELSKA D., CYDZIK D., SOSZKA H. 1994.** *Wytyczne monitoringu podstawowego jezior.* PIOŚ, Warszawa: 42 ss.
- LOSSOW K. 1998.** *Ochrona i rekultywacja jezior – teoria i praktyka.* Idec Ekolog. Ser. Szkice 13(7): 55–71.
- LOSSOW K., GAWROŃSKA H. 1998.** *External input to lake Wadąg – effective and estimate loadings.* Pol. J. Envir. Stud. 7(2): 95–98.
- LOSSOW K., WIĘCŁAWSKI F. 1991.** *Migracja podstawowych pierwiastków pożywkowych z gleb, użytkowanych rolniczo do wód powierzchniowych.* Biul. Inform. ART w Olsztynie 31: 123–133.
- OLSZEWSKI P., TADAJEWSKI A. 1959.** *Wpływ zlewni na żyzność jezior.* Zesz. Nauk. WSR w Olsztynie. 4: 191–194.
- PATALAS K. 1960.** *Mieszanie wiatrowe jako czynnik określający intensywność krążenia materii w różnych morfologicznie jeziorach okolic Węgorzewa.* Roczn. Nauk Rol. Ser. B 77(1): 224–241.
- VOLLENWEIDER R.A. 1989.** *Global problems of eutrophication and its control.* Symp. Biol. Hung. 38: 19–41.
- WETZEL R.G. 2001.** *Limnology. Lake and river ecosystems.* Academic Press, New York: 1006 ss.
- ZDANOWSKI B. 1983.** *Chemistry of the waters 41 lakes. Ecological characteristics of lakes in northeastern Poland versus their trophic gradient.* Ekol. Pol. 31: 287–308.

Słowa kluczowe: jeziora, eutrofizacja, trofia wód, jezioro Morzycko

Streszczenie

Oceniono na podstawie badań prowadzonych w latach 1974–2002 r. poziom trofii bradymiktycznego jeziora Morzycko, jednego z najgłębszych jezior w Polsce. Stwierdzono, że charakteryzowało się ono znaczną odpornością na degradację. Cecha ta wraz ze średnią podatnością zlewni na uruchamianie ładunku biogenów powodowały, że tempo eutrofizacji jeziora Morzycko było umiarkowane. Duża odporność jeziora niwelowała niekorzystne warunki zlewniowe.

Badania wykazały, że jezioro Morzycko przez cały okres badań charakteryzowało się jednakowym poziomem trofii, będąc akwenem mezoeutroficznym. Poziom trofii jeziora Morzycko potwierdzają warunki tlenowe występujące w wodach tego akwenu, charakteryzując je krzywa tlenowa heterogradowa ujemna

(β -mezotrofia), a także wartość współczynnika zużycia tlenu w hypolimnionie w czasie formowania się stratyfikacji letniej. Wody badanego jeziora były II klasy czystości.

VARIABILITY OF TROPHIC STATE FOR BRADYMICTIC MORZYCKO LAKE WITHIN 1974–2002

Jacek Kubiak, Agnieszka Tórz

Department of Hydrochemistry and Water Protection,
Agricultural University, Szczecin

Key words: lakes, eutrophication, trophic state, Morzycko lake

Summary

Bradymictic Morzycko lake, one of the deepest in Poland, was investigated within 1974–2002. The lake was found to be significantly resistant to degradation. This attribute and average catchment potential to mobilize the nutrient loads caused a moderate rate of Morzycko lake eutrophication. High resistance to degradation reduced the disadvantageous catchment conditions.

The lake was found to be a mezoeutrophic water basin during all the period of study. The trophic state of Morzycko lake was confirmed by its oxygen regime and oxygen consumption factor at hypolimnion during summer stratification. Waters of Morzycko lake were of the 2nd quality class.

Dr hab. inż. Jacek **Kubiak**
Zakład Hydrochemii i Ochrony Wód
Akademia Rolnicza
ul. Kazimierza Królewicza 4H
71–550 SZCZECIN
e-mail: hydrochemia@fish.ar.szczecin.pl