

Barbara GRZYBOWSKA
Elżbieta KALISZEWSKA

FITOPLANKTON W WODACH PODGRZEWANYCH OBIEGU OTWARTEGO ELEKTROWNI CIEPLNEJ

Streszczenie. Przeprowadzono sześcioletnie badania ilości fitoplanktonu w zbiorniku zaporowym podgrzewanym w obiegu otwartym przez elektrownię ciepłą (półtora roku o naturalnej termice wody i cztery lata o podwyższonej). Po podgrzaniu średnia roczna temperatura wody wzrosła o 6,4–8,4°C. W czasie badań stwierdzono w zbiorniku stały nadmiar azotanów i soli amonowych oraz okresowe zanikanie ortofosforanów w powierzchniowej warstwie wody. Podgrzanie wody zbiornika nie wpłynęło na wzrost średnich rocznych ilości komórek i biomasy fitoplanktonu. Wahanía ilościowe zgodne były ze zmianami żyzności i klimatu, charakterystycznymi dla nieogrzewanych zbiorników zaporowych. Zatarła się natomiast sezonowość typowa dla naszych wód i wzrosła ilość glonów w okresie zimowym.

1. Cel i zakres pracy

Zapotrzebowanie na energię elektryczną i budowa elektrowni ciepłych wiąże się z podniesieniem temperatury wód powierzchniowych chłodzących w obiegu otwartym. Elektrownie nie są jedynymi użytkownikami wód; stąd powstaje zagadnienie wpływu podwyższenia temperatury wody na jakość użytkową, ta zaś zależy w dużej mierze od fitoplanktonu.

W celu wyjaśnienia czy i w jakim stopniu podgrzanie wody wpływa na zwiększenie ilości fitoplanktonu, prowadzono w latach 1972–1977 badania w zbiorniku zaporowym na rzece Rudzie podgrzewanym przez elektrownię Rybnik.

Charakterystyka zbiornika: poziom wody \pm stały, powierzchnia zalewu 465 ha, średnia głębokość 4,6 m, głębokość maksymalna 9 m, długość 4,3 km, szerokość maksymalna 1,5 km, objętość 21,4 mil. m³. Całkowita wymiana wody zachodzi w zbiorniku 2,3 razy w roku. Zbiornik zaczęto napełniać w III 1972 r., skończono w VIII 1973 r. Od X 1973 r. rozpoczęto, początkowo nieregularnie, odprowadzać do zbiornika wody z chłodzenia kondensatorów w elektrowni. Położenie długiej osi zbiornika zgodne jest z kierunkiem dominujących wiatrów zachodnich, czego efektem jest polimiksja zbiornika i brak trwałych uwarunkowań termicznych, chemicznych, tlenowych.

W ciągu sześciu lat badań, w tym około półtorarocznym o termice naturalnej oraz cztery lata o termice zmienionej przez elektrownię, próby pobierano raz w miesiącu. Ilość stanowisk badawczych zmniejszono z początkowych 10 do 7 i 3. Uwzględniane różne głębokości (od 11 do 3 poziomów). Ma-

teriały opracowano metodą komorową [1] zaś biomasę wyliczono wg Dusearta [2]. Przytoczone wyniki badań chemicznych opracowano w "Energopomiarze" [3].

2. Charakterystyka fizykochemiczna wody zbiornika

Temperatura

Woda z przyzaporowej części jest pobierana przez elektrownię i po przejściu przez układ chłodniczy odprowadzana do górnej partii zbiornika. Stratyfikacja termiczna w zbiorniku nie występuje, różnice pomiędzy temperaturą wody powierzchniowej i przydennej nie przekraczają 1-2°C. Różnice pomiędzy górną i przyzaporową częścią zbiornika wahają się od 0-4°C. Po podgrzaniu zniknęła pokrywa lodowa w zimie, minimalne temperatury zimy podniosły się o 3-5°C, maksymalne (VIII) były podniesione o 2,8-7,2°C. Średnia roczna temperatura podniosła się o 6,4-8,4°C (tabela 1).

Tabela 1

Porównanie temperatury wody powierzchniowej
zbiornika zaporowego Rybnik (w górnej części)
i zbiornika Kozłowa Góra (°C)

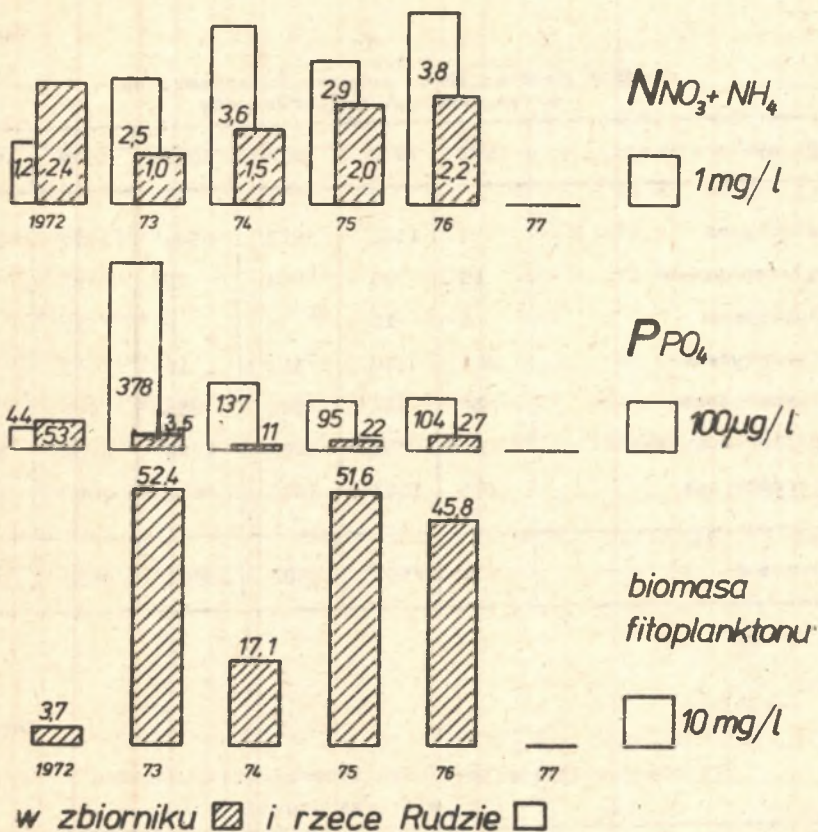
Temp. roczna	Średnia			Minimalna			Maksymalna		
	R	K.G	R-K.G	R	K.G	R-K.G	R	K.G	R-K.G
1972		9,2		16d	16d	-	25,2	25,5	-0,3
1972/73	9,4		-0,2						
1973	15,2	8,8	+6,4	16d	16d	-	28,0	22,7	+5,3
1974	16,8	9,1	+6,7	5,0	16d	+5,0	29,0	21,8	+7,2
1975	18,3	9,9	+8,4	5,0	16d	+5,0	31,0	24,1	+6,9
1976	16,9	8,7	+8,2	3,0	16d	+3,0	26,0	23,2	+2,8

R = Zbiornik Rybnik

K.G. = Zbiornik Kozłowa Góra

Zawartość mineralnych soli azotowych i fosforowych

Średnia zawartość azotu amonowego i azotanowego w wodzie zbiornika, po przejściowej wyższej wartości w okresie napełniania, wzrastała stopniowo: latami badań z 1,0 do 2,2 mg N/l. Podobnie wzrastał ich dopływ do zbiornika z wodą rzeki Rudy z 1,2-3,8 mg N/l (rys. 1). Wg Winberga [4] długotrwała obecność dużych koncentracji pierwiastków biogenicznych w wodzie powinna być przyjmowana jako dowód, że w danych warunkach nie mogą one być wcale wykorzystane. Fitoplankton nie wykorzystywał całkowicie dostępnego azotu mineralnego, który stale pozostawał w wodzie zbiornika w nadmiarze nigdy nie stwierdzono zawartości niższej niż 1 mg/l N.



Rys. 1. Średnia roczna zawartość N, P oraz fitoplanktonu w zbiorniku i rzece Rudzie

Średnia roczna zawartość ortofosforanów w wodzie zbiornika była zmienna, wahała się od 0,053-0,011 mg/l P. Dopływ fosforanów z rzeki Rudy obniżał się z latami badań i zatrzymywany był przez zbiornik w 68-96% (rys. 1). Okresowo w powierzchniowej warstwie wody zawartość ortofosforanów spadała do analitycznego zera. Były więc okresowo wykorzystywane całkowicie w strefie nasilonej fotosyntezy.

3. Wyniki

Podgrzanie wody zbiornika zaporowego elektrowni Rybnik nie wpłynęło na wzrost średnich rocznych ilości komórek (tabela 2 i 3) oraz biomasy fitoplanktonu (tabela 4 i 5). Wahania ilościowe w poszczególnych latach zgodne były ze zmianami żyzności (N i P, rys. 1) i klimatu. Na uwagę zasługuje rok 1974 o lecie chmurnym i zimnym i 1975 o słonecznym i ciepłym.

Tabela 2

Średnie roczne ilości komórek fitoplanktonu
w tys. komórek w litrze wody

Grupa systematyczna	1972	1973	1974	1975	1976	1977
Cyanophyceae	9	1196	1053	6544	1577	3376
Euglenophyceae	15	25	94	72	56	52
Dinophyceae	2	10	5	2	19	1
Chrysophyceae	204	347	313	15	3	5
Cryptophyceae	24	312	225	663	997	514
Bacillariophyceae	464	5702	1469	1788	4789	3543
Chlorophyceae	784	1603	3525	4878	2097	1605
R a z e m	1504	9197	6683	13962	9539	9096

Tabela 3

Średnie i ekstremalne ilości komórek fitoplanktonu
(10^6 w litrze wody)

Okres badań		Średnio	Maksimum	Minimum
1	III-VII.1972 (napełnianie zbiornika)	2,6	12,3	0,1
2	VII.72-VII.73 (przed podgrze- waniem wody)	7,1	23,5	0,03
3	1974 (woda podgrzewana)	6,7	17,6	0,8
	1975 - " -	13,9	109,9	0,8
	1976 - " -	9,5	32,9	0,3
	1977 - " -	9,1	55,9	0,6

Tabela 4

Średnia roczna biomasa fitoplanktonu
wg grup systematycznych w $\mu\text{g/l}$

	1972	1973	1974	1975	1976	1977
Cyanophyceae	0,1	17,9	10,5	65,4	18,6	108,9
Euglenophyceae	5,2	7,5	17,2	14,5	13,4	12,4
Dinophyceae	124,2	37,5	63,4	16,9	1210,6	29,2
Chrysophyceae	45,9	603,9	74,5	7,7	1,7	27,7
Cryptophyceae	29,8	80,1	78,3	165,7	1,2	76,5
Bacillariophyceae	153,8	4346,3	1051,5	1546,1	2921,7	1232,5
Chlorophyceae	7,5	150,6	412,7	3342,6	313,2	455,6
R a z e m	366,7	5243,8	1708,0	5158,0	4580,5	1942,9

Tabela 5

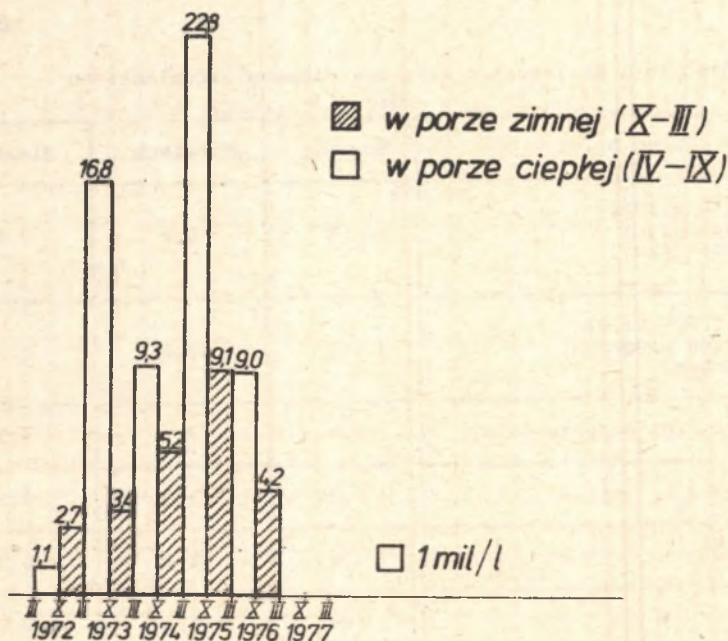
Średnie i ekstremalne wartości biomasy fitoplanktonu
 mg/l

Okres badań		Średnio	Maksimum	Minimum
1	III-VII.1972 (napełnianie zbiornika)	0,3	0,8	0,1
2	VIII.72-VII.73 (przed podgrze- waniem)	5,2	47,3	0,04
3	1974 (po podgrzewaniu)	1,7	7,9	0,3
	1975 - " -	5,2	36,8	0,2
	1976 - " -	4,6	22,9	0,2
	1977 - " -	1,9	7,4	0,2

Średnie biomasy fitoplanktonu w poszczególnych latach wynosiły:

	1972	1973	1974	1975	1976	1977
w g/m ³	0,37	5,24	1,71	5,16	4,58	1,94
W tonach w całym zbiorniku	7,9	112,1	36,6	110,4	98,0	41,5

Zasadniczej zmianie uległa natomiast roczna dynamika ilościowa fitoplanktonu (rys. 2). Zatarła się typowa dla naszych wód sezonowość, tj. dwa szczyty rozwojowe fitoplanktonu w cieplej porze roku (III/IV i VIII/IX) oraz słaby rozwój w zimnej. Po podgrzaniu wody zbiornika, fitoplankton rozwijał się przez cały rok; szczyt rozwojowy wiosenny przesunął się na styczeń i luty, najsłabszy rozwój był stale od października do grudnia, niezależnie od temperatury (nasłonecznienie). Średnie ilości komórek w porze ciepłej (IV-IX, rys. 2) wahały się zgodnie z klimatem lata i żyznością; w roku o najwyższej temperaturze wody w lecie 1975 średnia ilość komórek była wyższa niż przed podgrzaniem. Wtedy jednak również najwyższa była zawartość fosforanów w wodzie. Natomiast średnia ilość komórek okresu zimnego (X-III) wykazała wzrost po podgrzaniu.



Rys. 2. Średnia ilość komórek fitoplanktonu w porze zimnej i ciepłej

Zwraca również uwagę wzrost ilości sinic oraz przesunięcie dominacji z okrzemek na zielenice (tabela 4) przy podwyższonych średnich temperaturach lata. Glonem dominującym w okresie zimy niezależnie od podgrzania była stała okrzemka *Asterionella formosa*.

W całym okresie obserwacji, w zbiorniku szereg czynników było zmiennych. Wahaniom ulegał klimat (nasłonecznienie, mieszanie wód przez wiatr), zawartość składników biogenych w wodzie, stopień ogrzania wód przez elektrownię był zależny od ilości czynnych bloków energetycznych, okresów remontów i innych. Należy też pamiętać, że ilość fitoplanktonu w pobieranej próbce zależy również od składu i rozmieszczenia zooplanktonu. Wiadomo, że rozwój roślin i zwierząt wodnych uwarunkowany jest wieloma czynnikami, czego nie poruszamy w tej pracy. W tak zmiennym układzie, ustalenie, który z czynników decydował o ilości fitoplanktonu, jest niemożliwe; każdy z nich był w innym okresie decydującym.

Przy szczególnie korzystnym układzie warunków środowiska, okresowo ilość glonów w wodach równocześnie podgrzewanych i eutrofizowanych może być znaczna (zakwitanie). Użytkownicy muszą liczyć się z obecnością fitoplanktonu przez cały rok, w okresie najcieplejszym może występować masowy jego rozwój, przy wzroście żyzności może dojść do uciążliwości przez większą część roku. Wg Brookesa [5] produkcja pierwotna fitoplanktonu po podgrzaniu wrzasta w zimie, maleje w cieplej porze roku w porównaniu z wodami naturalnymi. Przy badaniach wieloletnich widać jednak, że i w cieplej porze może ulegać podniesieniu.

Uzyskane wyniki pozwalają stwierdzić, że podgrzanie wody nie wpływa na wzrost biomasy fitoplanktonu, powoduje jednak wytworzenie nowego typu sezonowości związanego z wydłużeniem sezonu wegetacyjnego dla glonów. Wg Starmacha [6] z badań licznych zbiorników zaporowych wiadomo, że w przeciwieństwie do jezior, z latami istnienia nie następuje w nich stabilizacja biocenoz, są ciągle zmienne w zależności od dopływu i klimatu [6].

LITERATURA

- [1] Starmach K.: Metody badania planktonu, PWRiL, 1955.
- [2] Dussart B.: Limnologie. Paris (Gauthier-Villars) 1966.
- [3] Wyniki badań hydrochemicznych zbiornika zaporowego Elektrowni Rybnik 1972-1977. Energopomiar. Maszynopis.
- [4] Winberg G., Lachnowicz W.: Nawożenie stawów, PWRiL, Warszawa 1976, s. 165.
- [5] Brooks A.S.: The influence of a Thermal Effluent on the Phytoplankton Ecology of the Indian River Estuary, Delaware, Phil. D. Thesis, John Hopkins Univ., Baltimore. 1972.
- [6] Starmach K.: Hydrobiologiczne podstawy użytkowania przez wodociągi wód płytkich zbiorników rzecznych. Pol. Arch. Hydrobiol. IV. 1958, s.9-66.

ФИТОПЛАНКТОН В ПОДОГРЕВАЕМОЙ ВОДЕ ОТКРЫТОЙ ЦИРКУЛЯЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ТЕПЛОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Р е з ю м е

Были проведены шестилетние исследования количества фитопланктона в плотинном водосборнике подогреваемом в открытой циркуляционной системе тепловой электростанцией (полтора года в условиях естественной термички воды и четыре года при повышенной).

После подогрева среднегодовая температура воды возрасла на $6,4-8,4^{\circ}\text{C}$. Во время исследований было установлено, что в сборнике существует постоянный излишек нитратов и аммониевых солей и периодическое исчезновение ортофосфатов в поверхностном слое воды.

Подогрев сборника не оказал влияния на рост среднегодового количества клеток и биомассы фитопланктона. Количественные колебания отвечали изменениям плодородности и климата, характеристическим для необогреваемых плотинных сборников.

Однако уменьшилась сезонность типичная для наших вод и возрасло количество водорослей в зимний период.

PHYTOPLANKTON IN HEATED WATERS OF THE OPEN CYCLE IN THE THERMAL-ELECTRIC POWER STATION

S u m m a r y

The six year tests have been carried out on the amount of phytoplankton in the dam reservoir heated in the open cycle by the thermal-electric power station (one year and a half with natural thermal conditions of water and four years with increased).

After the heating, the average year-temperature of water increased by $6,4-8,4^{\circ}\text{C}$. During the tests, in the reservoir the constant excess of in-trate and ammonium salts and the periodic decay of orthophosphate in the surface layer of water was noted.

The heating of the reservoir did not influence the increase of the yearly average quantities of cells and of standing population of phytoplankton. The quantitative fluctuations were in accordance with the changes of fertility and climate, characteristic for the unheated dam reservoirs.

However, the typical seasoness for our waters was obliterated and the amount of alga increased in winter season.