

**Michał MICHAŁKIEWICZ,
Anna OSSES**

*Instytut Inżynierii Środowiska
Politechnika Poznańska
Poznań*

*P.I.WRI COMPLEX
Chodzież*

WPŁYW ANTROPOPRESJI NA STOPIEŃ ZANIECZYSZCZENIA JEZIORA KÓRNICKEGO

THE INFLUENCE OF THE ANTHROPOPRESSION PROCESS ON THE CONTAMINATION LEVEL OF KÓRNICKE LAKE

This elaboration includes of the physical, chemical and bacteriological testes of the water of Kórnickie Lake, its tributaries and its ebb. On the basis of the obtained results bad quality of water in the lake and progressive eutrophication in the reservoir was observed. A distinct influence of anthropopression process on the lake as well as its tributaries due to contaminations connected with human activity. Kórnickie Lake is very susceptible to process of degradation (out of any category). According to the classification of Kudelska, Cydzik, Soszka (1994) the water of the lake was estimated beyond the classes.

1. Wprowadzenie

Województwo wielkopolskie to obszar charakteryzujący się dość dużą jeziornością. Na tym terenie znajduje się aż 779 akwenów (WIOŚ, 2005), a największą grupę tworzą długie, wąskie jeziora rynnowe, których misy zostały utworzone przez działalność lodowca i wody potoków. Przykładem tego typu zbiornika jest jezioro Kórnickie.

Jezioro Kórnickie jest szóstym w ciągu ośmiu, przepływowych jezior położonych w Rynnie Kórnicko – Zaniemyskiej. Cztery z nich leżą na terenie gminy Kórnik (J. Bnińskie, Kórnickie, Skrzynki Duże i Skrzynki Małe), a pozostałe (J. Raczyńskie, Łękno, Jezioro Małe i Jezioro Wielkie) zlokalizowane są na terenie gminy Zaniemyśl. Jezioro Kórnickie ma dwa znaczące dopływy: rzekę Kamionkę (długość 21,6 km), zwaną również Głuszynką, wpływającą od strony południowej z jeziora Bnińskiego oraz Kanał Dębiecki (długość 11 km) wpływający do jeziora od strony południowo-wschodniej. Rzeka Kamionka po przepłynięciu przez jezioro Kórnickie wypływa od strony północnej, łącząc je z jeziorem Skrzynki Duże.

Wzdłuż wschodniego brzegu zbiornika położone jest miasto Kórnik, na południu natomiast Kórnik-Bnin. Jezioro Kórnickie stanowi jedynie walor krajobrazowy, gdyż ze względu na zarastające brzegi i pozaklasowy stan wód, nie może być w pełni wykorzystane przez turystykę. Jednakże w północnej części akwenu zlokalizowany jest Ośrodek Sportu i Rekreacji (OSiR). Z kolei zachodni brzeg jeziora porasta las doświadczalny PAN o powierzchni około 220 ha.

Jezioro nie stanowi typowego źródła poboru wody, z wyjątkiem okresowego jego wykorzystania do podlewania roślin w szkółkach kórnickich oraz murawy na terenie OSiR. Pod względem rybackim jezioro Kórnickie jest typu sandaczowego. Zbiornik udostępniony jest do wędkowania. Występują w nim takie gatunki ryb jak sandacz, węgorz, amur, lin, leszcz, szczupak, tołpyga, karp, okoń, krap, płóc i ukleja. Gospodarkę rybacką na jeziorze prowadzi Gospodarstwo Rybackie S.A. w Miłosławiu. W ostatnich latach jezioro nie było zarybiane, ponieważ gospodarka rybacka opierała się na naturalnym rozrodzie.

Głównym źródłem zanieczyszczenia jeziora Kórnickiego jest położone nad nim miasto Kórnik. Miasto jest prawie w 100% skanalizowane, jedynie nieliczne działki pozostają bez podłączeń do sieci kanalizacyjnej. Jednakże z informacji uzyskanych w Urzędzie Miejskim Kórnik oraz z materiałów kontrolnych WIOŚ Poznań wynika, że istnieje wiele nielegalnych podłączeń kanalizacji sanitarnej i przemysłowej do kanalizacji deszczowej miasta i cieków wpływających do jeziora oraz bezpośrednio do jego misy. Wody cieków uchodzących do akwenu są również zanieczyszczone substancjami pochodzenia rolniczego.

Według informacji WIOŚ w Poznaniu na przełomie lat 1976/77 do jeziora Kórnickiego odprowadzane były ścieki z Zakładu Mleczarskiego w Śremie - Oddział w Kórniku oraz z G.S. Samopomoc Chłopska - czyli z Wytwórni Wód Gazowych, z piekarni, z masarni i ścieki miejskie, których wlot znajdował się przy ul. Słonecznej (OBiKŚ, 1978). DO sierpnia 1996 roku do jeziora ze zbiorników „bezodpływowych” odprowadzane były ścieki poubojowe z Masarni Tomar s.c. w Kórniku. Od marca 1997 r., ścieki z masarni wywożono na oczyszczalnię komunalną w Borówku, natomiast od stycznia 2002 r. masarnia zaprzestała działalności (WIOŚ, 2002).

2. Charakterystyka jeziora Kórnickiego

Współrzędne geograficzne wyznaczające położenie jeziora to: 52°14,6' szerokości geograficznej północnej i 17°05,2' długości geograficznej wschodniej. Dno jeziora pokrywają osady o miąższości 10 ÷ 90 cm (WIOŚ, 2002). W tabeli 1 zestawiono podstawowe parametry jeziora Kórnickiego wg danych OBiKŚ w Poznaniu (1978). Powierzchnia zlewni całkowitej zbiornika (wraz z powierzchnią jeziora) wynosi 61,56 km², natomiast zlewni bezpośredniej 1,90 km² (bez powierzchni jeziora). Największą jej część zajmują tereny rolnicze, czyli grunty orne (45,3%) oraz łąki (4,7%), na lasy przypada 26,7% powierzchni zlewni, a pozostałe 23,3% stanowią zabudowania Kórnik i Bnina (WIOŚ 2002).

Tab. 1. Podstawowe dane morfometryczne jeziora Kórnickiego

Tab.. 1. Basic morphometrical information of Kórnickie Lake

Parametr	Wartość
Powierzchnia jeziora [ha]	81,9
Objętość jeziora [tys. m ³]	2164,7
Głębokość maksymalna [m]	6,0
Głębokość średnia [m]	2,6
Długość maksymalna [m]	2415
Szerokość maksymalna [m]	620
Szerokość średnia [m]	339
Długość efektywna [m]	2250
Szerokość efektywna [m]	620
Wskaźnik wydłużenia	3,9
Długość linii brzegowej [m]	5620
Rozwinięcie linii brzegowej [m/ha]	69
Wskaźnik rozwinięcia linii brzegowej	1,75

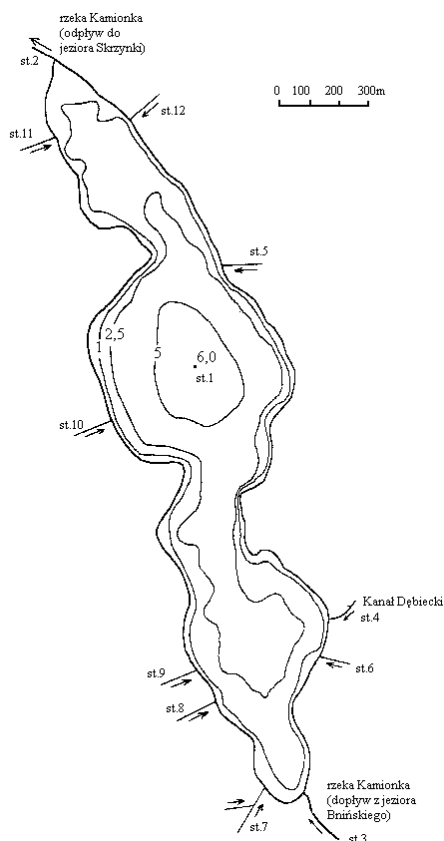
3. Cel i zakres badań

Badania jeziora Kórnickiego miały na celu:

- ocenę aktualnego stanu zanieczyszczenia jeziora Kórnickiego na podstawie badań fizyczno - chemicznych i bakteriologicznych wody w cyklu rocznym;
- określenie klasy czystości wody;
- porównanie uzyskanych wyników badań i dokonanych na ich podstawie klasyfikacji jeziora w stosunku do lat ubiegłych;
- określenie stanu czystości jeziora i jego podatności na degradację w powiązaniu z aktualnym sposobem użytkowania zlewni oraz oceną wpływu źródeł zanieczyszczeń;
- zwrócenie uwagi na użytkowanie, ochronę i ewentualną rekultywację jeziora.

Badania jeziora Kórnickiego przeprowadzono w 2005 roku w okresie cyrkulacji wiosennej, stagnacji letniej oraz cyrkulacji jesiennej. Próbkę wody do badań pobrano zarówno w jeziorze Kórnickim oraz na istniejących dopływach i na odpływie (rys. 1). Łącznie analizowano 12 stanowisk badawczych:

- Stanowisko 1 – misa jeziora Kórnickiego, głębokość 6 m;
- Stanowisko 2 – rzeka Kamionka - odpływ z j. Kórnickiego;
- Stanowisko 3 – rzeka Kamionka - dopływ do j. Kórnickiego z j. Bnińskiego;
- Stanowisko 4 – Kanał Dębiecki - dopływ do jeziora Kórnickiego;
- Stanowisko 5 – dopływ boczny (bez nazwy) od strony wschodniej;
- Stanowisko 6 – dopływ boczny (bez nazwy) od strony wschodniej;
- Stanowisko 7 – dopływ boczny z posesji przy ul. Zwierzynieckiej 26;
- Stanowisko 8 – dopływ boczny z posesji przy ul. Ściskowej;
- Stanowisko 9 – dopływ boczny z ogródków działkowych przy ul. Porzeczkowej;
- Stanowisko 10 – dopływ boczny z terenu Lasu Doświadczalnego PAN;
- Stanowisko 11 – dopływ boczny przy ośrodku „Tawerna pod Żaglami”;
- Stanowisko 12 – dopływ boczny z terenów dawnej mleczarni.



Rys. 1. Lokalizacja stanowisk badawczych

Fig. 1. Localization of the sampling stations

Próbki wody do badań fizyczno - chemicznych, biologicznych i bakteriologicznych zostały pobrane na stanowisku jeziornym za pomocą batometru o pojemności 5 dm³, natomiast na dopływach i odpływie, ze względu na małą głębokość, wprost do kanistrów i jałowych butelek bakteriologicznych. Na każdym stanowisku dokonano pomiaru temperatury wody za pomocą termometru termistorowego oraz pobrano wodę na oznaczenie tlenu rozpuszczonego oraz BZT₅. Na stanowisku jeziornym pobrano dodatkowe próbki wody co 1 m na oznaczenie tlenu rozpuszczonego oraz zbadano widzialność za pomocą krążka Secchi'ego. Na stanowisku tym pobrano wodę do badań z warstwy podpowierzchniowej (0,00 – 0,5 m) oraz naddennej (5,5 – 6,0 m).

Dopływy boczne zasilające zbiornik zostały zbadane tylko wówczas, gdy płynęła w nich woda. Warunki atmosferyczne w 2005 r. spowodowały, że część dopływających cieków wyschła (zwłaszcza latem), a w pozostałych poziom wody obniżył się. W związku z tym stanowiska 6, 7 i 10 zostały przebadane tylko wiosną 2005 r., stanowisko 5 i 9 wiosną i latem 2005 r., natomiast stanowisko 11 tylko latem 2005 r. Rzeka Kamionka oraz Kanał Dębiecki to dość duże ciekі stałe, dlatego też próbki ich wody (stanowisko 2, 3 i 4) zostały przebadane w całym analizowanym sezonie 2005 roku.

W pobranych próbkach wody wykonano podstawową analizę fizyczno-chemiczną, biologiczną i bakteriologiczną. Wszystkie oznaczenia zostały wykonane wg Polskich Norm oraz wg Standard Methods (1972).

4. Wyniki badań i ich omówienie

Na stanowisku 1 znajdującym się w najgłębszym miejscu jeziora Kórnickiego (6,0 m) zanotowano we wszystkich terminach badawczych bardzo nieznaczne różnice temperatur (od 1,0 do 1,5°C) między warstwą powierzchniową oraz naddenną. Temperatura wody rzeki Kamionki była zazwyczaj zbliżona do temperatury wody w jeziorze, natomiast pozostałych dopływów była zazwyczaj niższa niż wody w jeziorze.

Odczyn pH wszystkich próbek wody miał charakter lekko zasadowy. Najwyższe pH (8,20) zostało stwierdzone wiosną w warstwie powierzchniowej jeziora, a nieco niższą wartość odnotowano na dnie akwenu (8,18). Na dopływach i w odpływie z jeziora wartości pH wahały się od 7,21 (stan. 7) do 8,10 (stan. 2). W okresie stagnacji letniej i cyrkulacji jesiennej pH mieściło się w przedziale od 7,01 (stan. 3) do 8,14 (stan. 1), przy czym wyższe wartości zanotowano w wodzie jeziornej. Przewodnictwo elektrolityczne wody wahało się w szerokim zakresie od 361 do 1343 μS/cm. O ile w jeziorze wartości te wynosiły od 534 do 791 μS/cm, to ciekі cechowały się większymi lub mniejszymi wartościami przewodnictwa.

Zasadowość ogólna wody jeziornej była dość niska (2,4 – 3,8 mval/dm³), natomiast dopływów i odpływu wahała się w szerokim zakresie od 2,4 do 15,0 mval/dm³. Zdecydowanie niższe wartości odnotowano przeważnie w rzece Kamionce. Badania wykazały, że jezioro Kórnickie odznacza się dobrymi zdolnościami buforującymi, tzn., że woda zdolna jest do neutralizacji np. zakwaszonych wód opadowych. Koncentracje wapnia w jeziorze były na stosunkowo wyrównanym poziomie od około 54 mg (wiosna) do 85 mg Ca/dm³ (lato), natomiast w ciekach wahały się od 44 do 315 mg Ca/dm³.

Stężenie chlorków ulegało znacznym wahaniom we wszystkich porach roku. W jeziorze i w odpływie odnotowano od 170 do 190 mg Cl/dm³, natomiast w ciekach dopływających od 18 mg (stan. 12), aż do 700 mg Cl/dm³ w Kanale Dębieckim. Koncentracje siarczanów, zwłaszcza na dopływach, ulegały również znacznym wahaniom. O ile w

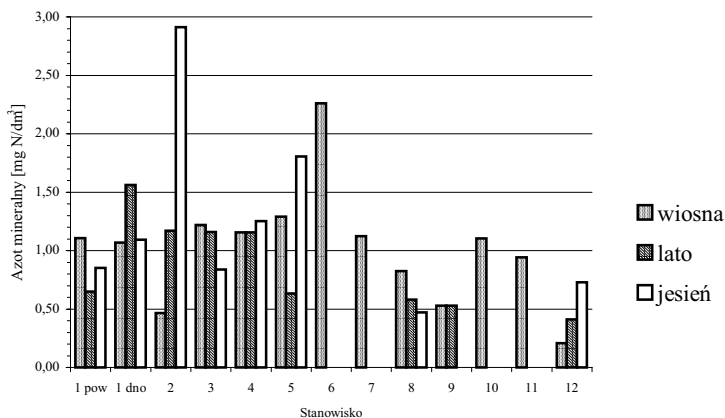
jeziorze odnotowano od 116,838 do 148,104 mg SO_4/dm^3 , to na dopływach do jeziora od 3,291 (stan. 12) do 1195,940 mg SO_4/dm^3 (stan. 6).

Warunki tlenowe w jeziorze były dość dobre w okresach cyrkulacji wiosennej (10,40 – 6,50 mg O_2/dm^3) i jesiennej (15,30 – 12,80 mg O_2/dm^3). Podczas stagnacji letniej, mimo stosunkowo małej głębokości jeziora (6,0 m) zauważono, że stężenie tlenu rozpuszczonego spadało od wartości 12,2 mg O_2/dm^3 w warstwie powierzchniowej (139,4 % nasycenia wody tlenem), aż do 5,2 mg O_2/dm^3 nad dnem zbiornika (58,9 % nasycenia). Na dopływach i w odpływie stwierdzono od 2,1 do 11,4 mg O_2/dm^3 .

Na stanowisku jeziornym wartości BZT₅ wynosiły od 2,88 do 14,63 mg O_2/dm^3 , przy czym wyższe wartości odnotowano w okresie stagnacji letniej. Stosunkowo niskie wartości BZT₅ oznaczono na dopływach (od 0,33 do 8,67 mg O_2/dm^3). Utlenialność wody w jeziorze była na poziomie od 14,0 (wiosna) do 18,7 mg O_2/dm^3 (jesień), natomiast dopływów i odpływu od 5,9 do 17,5 mg O_2/dm^3 .

Jedne z najwyższych wartości ChZT w całym okresie badawczym stwierdzono wiosną w jeziorze Kórnickim (66,97 mg O_2/dm^3). W dopływach bocznych tylko na stanowisku 6 oznaczono wyższe ChZT, które wynosiło 99,55 mg O_2/dm^3 , a na pozostałych stanowiskach wartości ChZT mieściły się w przedziale od 5,43 (stan. 9) do 38,01 mg O_2/dm^3 (stan. 2).

Wiosną i jesienią stężenie azotu mineralnego w wodzie jeziora Kórnickiego miało zbliżone wartości (około 1 mg N/dm^3), natomiast latem odnotowano wyraźne różnice między warstwą powierzchniową (0,6485 mg N/dm^3) a naddenną (1,5620 mg N/dm^3). Najwyższy udział w azocie mineralnym miał azot amonowy (od 86,3 do 98,7 % azotu mineralnego). W dopływach i w odpływie stwierdzono zróżnicowane ilości azotu mineralnego, od 0,2070 do 2,9130 mg N/dm^3 (rys. 2). W całym okresie badawczym azot mineralny zawierał przede wszystkim duże ilości formy amonowej, a dużo mniejszą część stanowiły azotyny i azotany.

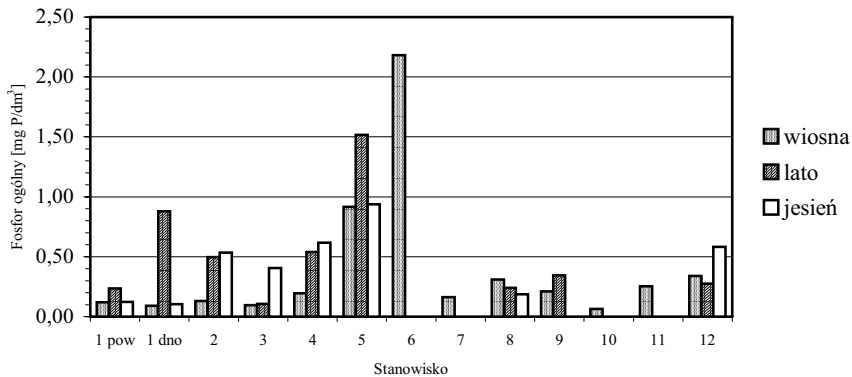


Rys. 2. Zmienność stężeń poszczególnych form azotu mineralnego w 2005 r.

Fig. 2. The concentration variability of particular mineral nitrogen forms in 2005

Azot organiczny stanowił od 41,7 do 63,3% azotu ogólnego. Na stanowisku jeziornym zanotowano od 1,008 do 1,288 mg N/dm³, a na pozostałych punktach badawczych od 0,112 do 1,288 mg N/dm³.

Najwyższe koncentracje fosforu ogólnego w jeziorze Kórnickim stwierdzono podczas stagnacji letniej (od 0,2340 do 0,8780 mg P/dm³), natomiast wiosną i jesienią od 0,0900 do 0,1220 mg P/dm³. Na pozostałych stanowiskach odnotowano od 0,0640 do 2,1820 mg P/dm³ (rys. 3).

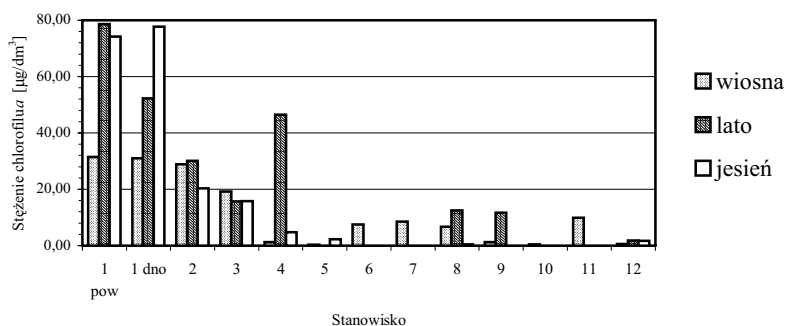


Rys. 3. Stężenie fosforu ogólnego na stanowiskach 1-12

Fig. 3. Total phosphorus concentration on stations 1-12

W okresie cyrkulacji wiosennej i jesiennej fosfor mineralny stanowił większą część fosforu ogólnego zarówno w jeziorze (ok. 60 – 70%), jak i w dopływach bocznych oraz w odpływie (do 95,2 % P_{og}). Latem natomiast zauważono spadek udziału fosforu mineralnego w fosforze ogólnym w zbiorniku oraz na odpływie z jeziora (5 – 33%), a na pozostałych stanowiskach fosfor mineralny nadal stanowił większy udział w P_{og}.

Najwyższymi stężeniami chlorofilu *a* podczas całego okresu badawczego charakteryzowała się woda w jeziorze (od 31,01 µg wiosną, do 78,59 µg latem). W dopływach bocznych i w odpływie stwierdzono chlorofil *a* w ilościach od 0,00 do 43,53 µg/dm³. Wysoka zawartość chlorofilu *a* w zbiorniku świadczyła o dużej ilości biomasy fitoplanktonu i wzmożonej produkcji pierwotnej (rys. 4).



Rys. 4. Koncentracje chlorofilu a

Fig. 4. Chlorophyll a concentration

Na przestrzeni całego okresu badawczego miano coli typu kałowego w jeziorze Kórnickim znacznie się zmieniało (od 0,002 do 0,333). Na dopływach bocznych i w odpływie zanotowano także niskie wartości miana coli, od 0,001 do 0,140, co świadczyło o wyraźnym zanieczyszczeniu kałowym, a więc i o możliwości obecności w wodzie bakterii chorobotwórczych.

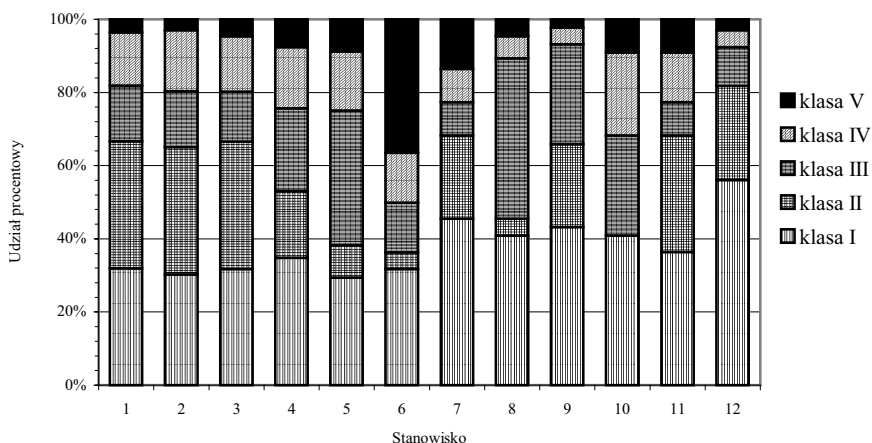
Na podstawie uzyskanych wyników badań dokonano oceny wód jeziora Kórnickiego wg „Wytycznych Monitoringu Podstawowego Jezior” opracowanych przez Kudelską, Cydzik i Soszkę (1994). Ocenę jakości wody jeziora Kórnickiego przedstawiono w tabeli 2. Woda jeziorna została oceniona jako pozaklasowa.

Tab. 2. Klasyfikacja wód jeziora Kórnickiego

Tab. 2. Classification of Kórnickie Lake water

Wskaźnik		Okres i miejsce poboru	Wartość	Klasa	Punktacja
tlen rozpuszczony	mg O ₂ /dm ³	lato, warstwa naddenna	5,20	I	1
ChZT metodą dwuchromianową	mg O ₂ /dm ³	lato, warstwa powierzchniowa	45,63	III	3
BZT ₅	mg O ₂ /dm ³	lato, warstwa powierzchniowa	14,63	poza klasą	4
fosforany	mg P/dm ³	wiosna, warstwa powierzchniowa	0,072	III	3
fosfor całkowity	mg P/dm ³	wiosna i lato (wartość średnia), warstwa powierzchniowa	0,177	III	3
azot mineralny N _{NH4} +N _{NO3}	mg N/dm ³	wiosna, warstwa powierzchniowa	0,749	III	3
azot całkowity	mg N/dm ³	wiosna i lato (wartość średnia), warstwa powierzchniowa	3,8835	poza klasą	4
przewodność elektrolityczna	μS/cm	wiosna, warstwa powierzchniowa	665	poza klasą	4
chlorofil a	mg/m ³	wiosna i lato (wartość średnia), warstwa powierzchniowa	55,01	poza klasą	4
sucha masa sestonu	mg/dm ³	wiosna i lato (wartość średnia), warstwa powierzchniowa	7,34	II	2
widzialność krążka Secchi'ego	m	wiosna i lato (wartość średnia)	0,75	poza klasą	4
miano coli typu kałowego		wiosna i lato, pod powierzchnią i nad dnem (najgorszy wynik)	0,002	Poza klasą	4
terenowe obserwacje biologiczne		cały rok, całe jezioro	nie stwierdzono negatywnego wpływu		
suma punktów			35		
wynik i sumaryczna klasa czystości wody (bez miana coli)			3,18	III klasa	
weryfikacja klasy ze względu na miano coli			poza klasą		
weryfikacja klasy ze względu na terenowe obserwacje biologiczne			nie powoduje weryfikacji		
weryfikacja końcowa			poza klasą		

Ocena jakości wody jeziora Kórnickiego i jego dopływów określono także wg kryteriów Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 r. w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód (Dz.U. Nr 32, poz. 284). Co prawda rozporządzenie to straciło moc prawną w dniu 1 stycznia 2005 r., ale ocenę taką dokonano w celu porównania stanu aktualnego z wynikami z lat ubiegłych. Nie określono tutaj konkretnych klas jakości wody, ale podano procentowy udział wskaźników przypisanych poszczególnym klasom jakości wody na wszystkich stanowiskach badawczych (rys. 5).



Rys. 5. Procentowy udział wskaźników poszczególnych klas jakości wody

Fig. 5. Coefficients percentage of particular water quality classes

Omówienie wyników klasyfikacji:

- Jezioro Kórnickie (stanowisko 1): Na stanowisku tym najwięcej wskaźników mieściło się w II klasie czystości (34,8 %), nieco mniejszy procent odpowiadał wodom bardzo dobrej jakości (31,9 %). Wartości świadczące o niezadowalającej jakości wody (IV klasa) stanowiły 14,5 % wszystkich parametrów, natomiast 3,6 % parametrów odpowiadało najgorszej, V klasie.
- Rzeka Kamionka (stanowisko 2 i 3): Zarówno w dopływie, jak i w odpływie z jeziora, rzeka ta charakteryzowała się zbliżonym udziałem wskaźników odpowiadającym wodzie I i II klasy czystości (30,3÷34,8 %). Wartości przypisane wodzie o zadowalającej jakości (III klasa) stanowiły 13,6÷15,2 % wszystkich parametrów, natomiast 15,2÷16,7 % odpowiadało IV klasie czystości. Stwierdzono również 4,6 % parametrów V, najgorszej klasy.
- Kanał Dębiecki (stanowisko 4): W Kanale tym oznaczono najwięcej parametrów odpowiadających wodzie I klasy czystości (34,8 %). Najmniejszy udział (7,6 %) przypadł wskaźnikom przypisanym V klasie czystości.
- Dopływ boczny w części wschodniej (stanowisko 5): Stwierdzono tu 37,9 % parametrów przypisanych wodom III klasie czystości i niewiele mniej, bo 30,3 %, I klasie. Wskaźniki IV klasy stanowiły 13,6 %, a wskaźniki V, najgorszej klasy jakości wody miały udział 9,1 %.
- Dopływ boczny w części wschodniej (stanowisko 6): W cieku tym oznaczono najwięcej wskaźników odpowiadającym I klasie czystości (31,8 %), mniej świadczących o III i IV klasie (13,6 %) i najmniej II klasy – 4,5 %. Stwierdzono również aż 36,5 % parametrów klasyfikujących wodę jako złą.
- Dopływ boczny przy ul. Zwierzynieckiej 26 (stanowisko 7): Większość parametrów została zaliczona do I klasy, 22,7 % stanowiły parametry odpowiadające II klasie

czystości, a 9,1 % III i IV klasie. Oznaczono również 13,6 % wskaźników najgorszej, V klasy czystości.

- Dopływ boczny przy ul. Ścisłowskiej (stanowisko 8): Na stanowisku tym najwięcej wskaźników mieściło się w zakresie III klasy czystości wody (43,8 %). Wartości przypisane II klasie stanowiły tylko 4,6 %, natomiast 40,9 % parametrów klasyfikowało wodę jako bardzo dobrą (III klasa). Stwierdzono też 4,6 % parametrów z V klasy czystości.
- Dopływ z ogródków działkowych (stanowisko 9): W dopływie tym stwierdzono 43,2 % parametrów przypisanym wodzie o I klasie czystości, wskaźniki II klasy stanowiły 22,7 %, III klasy – 27,3 %, natomiast V klasy 2,3 %.
- Dopływ boczny w części zachodniej (stanowisko 10): W cieku tym oznaczono 40,9 % parametrów przypisanym wodom I klasy czystości. Wskaźniki klasyfikujące wodę jako zadowalającą stanowiły 27,3 % wszystkich wartości, jako niezadowalającą – 22,7 %, natomiast jako złą – 9,1 %.
- Dopływ z OSiR (stanowisko 11): W dopływie tym najwięcej wskaźników mieściło się w granicach I klasy czystości (36,4 %). Stwierdzono też 9,1 % parametrów V, najgorszej klasy. Tyleż samo stanowiły wartości świadczące o II klasie jakości wody.
- Dopływ z dawnej mleczarni (stanowisko 12): Ponad połowę parametrów (56,1 %) zaliczono do I klasy. Wskaźniki II klasy stanowiły 25,7 %, III klasy 10,6 %, a IV klasy 4,6 %. Najmniejszy udział (3,0 %) przypadł parametrom odpowiadającym wodom o złej jakości (V klasa).

5. Dyskusja

Z jakością wody wiążą się bezpośrednio cechy morfometryczne, hydrograficzne i zlewniowe jezior (Kudelska, Cydzik, Soszka, 1994). Podatność na degradację jeziora Kórnickiego, określona wg Kudelskiej, Cydzik, Soszki (1994), klasyfikuje je poza kategorią (3,43 pkt). Średnia głębokość jeziora najbardziej wiąże się z jakością wody i wpływa na tempo eutrofizacji zbiornika. W przypadku jeziora Kórnickiego niewielka głębokość średnia, wynosząca 2,6 m, jednoznacznie zatem wpływa na tempo eutrofizacji. Również bardzo mała wartość stosunku objętości jeziora do długości linii brzegowej (0,39) nie mieści się w żadnej kategorii. Wskazuje ona na małą odporność zbiornika na wpływy z przylegających terenów. Jezioro Kórnickie ze względu na brak stratyfikacji charakteryzuje się zwiększoną produktywnością, a tym samym niższą jakością wód. Również iloraz powierzchni dna czynnego i objętości epilimnionu jest niekorzystny z punktu widzenia stanu czystości (0,38), ponieważ świadczy o wysokim wewnętrznym wzbogaceniu jeziora w biogeny z osadów dennych. W związku z tym zwiększa się produktywność zbiornika. Procent wymiany wody w roku (250 %) oraz współczynnik Schindlera (28,5) zaliczono do III kategorii podatności jeziora na degradację. Wg Kudelskiej, Cydzik, Soszki (1994) jeziora przepływowe, do których zalicza się jezioro Kórnickie, działają jak odstożniki kumulujące allochtoniczne substancje przyniesione przez dopływ. Dodatkowo, procent wymiany wody w roku odzwierciedla obciążenie zbiornika substancjami biogennymi, pochodzącymi ze zlewni całkowitej, a więc głównie z dopływającymi ciekami. Najwyżej sklasyfikowano sposób zagospodarowania zlewni bezpośredniej akwenu (II kategoria), jednak nie można tego uznać za czynnik wybitnie korzystny. Przewaga pól uprawnych (grunty orne 45,3 %) w sposobie użytkowania ziemi w

zlewni bezpośredniej jest potencjalnym źródłem substancji biogennych. Poza tym ponad 23 % powierzchni zlewni bezpośredniej zajmują zabudowania miasta Kórnik, stąd dodatkowym czynnikiem degradującym zbiornik jest nielegalne odprowadzanie ścieków do cieków zasilających jezioro i wprost do jego misy. Natomiast udział powierzchni lasów, korzystnych z punktu widzenia ochrony jeziora, stanowi zaledwie 26,7 %.

Na podstawie danych IOŚ z 2002 roku można stwierdzić, że jezioro Kórnickie nie jest wyjątkiem, jeśli chodzi o stopień podatności na degradację. Według tego źródła na 120 przebadanych akwenów tylko 12 odpowiadało I kategorii podatności na degradację, II kategorii 54 jeziora, III kategorii 27 jezior i tyle samo określono jako poza kategorią. Dodatkowo podano, że spośród jezior nie mieszczących się w żadnej kategorii podatności na degradację, 12 miało wody pozaklasowe (IOŚ, 2004).

Czas eutrofizacji jezior, związany z naturalnym procesem ich dojrzewania i starzenia, może trwać setki lub tysiące lat, natomiast czas eutrofizacji wywołany intensywną działalnością antropogeniczną może być krótki i trwa od kilku do kilkudziesięciu lat. Świadectwem tempa eutrofizacji jezior mogą być: spadek stężenia tlenu w wodzie, wzrost stężenia różnych form azotu i fosforu, a także wzrost biomasy fitoplanktonu oraz koncentracji chlorofilu (Chełmicki, 2001). W jeziorze Kórnickim w latach 1976/77 natlenienie warstwy przydennej wynosiło $8,5 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$. W roku 1996 stwierdzono spadek stężenia tlenu do wartości $0,4 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$ (WIOŚ, 1997), zaś w roku 2001 koncentracja tlenu wynosiła zaledwie $0,1 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$ (WIOŚ, 2002). W roku 2005 natlenienie warstwy przydennej poprawiło się i wynosiło $5,20 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$. Na podstawie tych wyników można wnioskować, że od 1976/77 r. do 2001 r. tempo eutrofizacji zwiększało się w miarę upływu lat, natomiast w okresie badawczym 2005 nie stwierdzono jego pogorszenia.

Na podstawie badań przeprowadzonych przez OBiKŚ, w wodzie jeziora Kórnickiego stwierdzono wzrost ilości planktonu na przestrzeni lat. W latach 1976/77 liczebność planktonu wynosiła 11,15 tys. osobników/ cm^3 latem i 159,17 tys. osobników/ cm^3 wiosną. We wszystkich okresach przeprowadzanych badań stwierdzano przewagę ilościową fitoplanktonu nad zooplanktonem. Podczas badań jesiennych głównym składnikiem fitoplanktonu były sinice (99,5 % planktonu), wiosną dominowały złotowiciowce (67,8 %), natomiast latem znowu przeważały sinice (90,6 %) (OBiKŚ, 1978). Badania wiosenne z 1996 r. wykazały, że liczebność wszystkich glonów wynosiła wówczas 1,3 tys. organizmów w 1 cm^3 wody, natomiast latem stwierdzono wielogatunkowy zakwit i 43,3 tys. osobników/ cm^3 (WIOŚ, 1997).

Wiosną 2001 r. w fitoplanktonie stwierdzono 48,1 tys. osobników/ cm^3 z wyraźną dominacją okrzemek, natomiast latem jego liczebność wynosiła 33,4 tys. organizmów w 1 cm^3 i zdecydowanie dominowały sinice. Na tej podstawie jezioro Kórnickie zaliczono do bardzo żyznych (wysoka eutrofia) z tendencją do politrofii (WIOŚ, 2002).

Inne wskaźniki trofii analizowane w 1996 i 2001 roku (m.in. koncentracja chlorofilu, sucha masa sestonu i widzialność krążka Secchi'ego) kilkakrotnie przekraczały wartości dopuszczalne dla III klasy czystości jezior. Analizując wartości tych parametrów zbiornik można zaliczyć do jezior o daleko posuniętej eutrofizacji (WIOŚ, 1997, 2002). Stężenie chlorofilu, sucha masa sestonu oraz widzialność krążka Secchi'ego w 2005 roku (badania własne) zostały ocenione (wg kryteriów Kudelskiej, Cydzik, Soszki, 1994) jako pozaklasowe, co wskazuje na postępującą eutrofizację akwenu.

Za stan czystości jeziora Kórnickiego odpowiedzialna jest także przepływająca przez ten akwen rzeka Kamionka. Wg badań wieloletnich od 1976/77 do 2001 roku wartości wskaźników BZT₅ i ChZT miały tendencję wzrostową i dyskwalifikowały jakość wody tej rzeki. Natomiast Kanał Dębiecki charakteryzował się ponadnormatywnymi stężenia-

mi substancji biogenych (fosfor, azotyny) w 1996 oraz 2001 roku (WIOŚ, 1997, 2002). Uzyskane podczas badań własnych w 2005 roku wyniki wykazały, że nadal w tych ciekach utrzymuje się duża koncentracja biogenów, wysokie BZT₅ i ChZT, które przekraczają wartości przypisane III i IV klasie czystości. Niska jakość wód dopływających do jeziora zwiększa jednocześnie tempo eutrofizacji głównego akwenu.

Wzrost trofii w dużym stopniu powodują także wody opadowe, które spłukują ze zlewni, a szczególnie z terenów wykorzystywanych rolniczo i intensywnie nawożonych, bardzo duże ilości nawozów i soli mineralnych. Stężenia azotu mineralnego oznaczonego w wodzie jeziora Kórnickiego w całym okresie badawczym wskazują na wysoką eutrofizację zbiornika. Forma amonowa stanowiąca znaczną część azotu mineralnego w dopływach bocznych zbiornika wskazuje na bezpośredni i pośredni dopływ zanieczyszczeń rolniczych (głównie nawozów) i komunalnych (Chełmicki, 2001).

Porównując wyniki badań jeziora Kórnickiego z 1996 roku (WIOŚ) z wynikami z lat 1976/77, można stwierdzić wzrost BZT₅, azotu całkowitego, fosforu ogólnego, chlorków i siarczanów, a także zanotowano większą liczebność fitoplanktonu. Na podstawie wartości miana coli typu kałowego wody jeziora Kórnickiego w latach 1976/77 zaliczono do II klasy czystości (OBiKŚ, 1978), natomiast w 1996 roku nie stwierdzono pogorszenia jakości wody pod względem sanitarnym. Natomiast porównując wyniki badań z 2001 i z 1996 roku (WIOŚ, 2002) stwierdza się utrzymującą się, wysoką zawartość materii organicznej, wysokie stężenia substancji biogenych (zwłaszcza azotu) oraz pogorszenie natlenienia warstw przydennych akwenu. Pogorszył się również stan sanitarny wód, gdyż wartość miana coli typu kałowego zakwalifikowano w 2001 roku do niższej, III klasy czystości. O postępującej eutrofizacji świadczą też inne wskaźniki trofii, m.in. koncentracja chlorofilu, sucha masa sestonu i widzialność krążka Secchi'ego, które przekraczają wartości dopuszczalne dla III klasy czystości jezior w obu okresach badawczych (WIOŚ, 2002).

Na podstawie badań własnych, przeprowadzonych w 2005 roku i stwierdzeniu małej widzialności, dużej koncentracji chlorofilu *a*, znacznej zasobności wody w związku biogenne, ustalono, że jezioro Kórnickie nadal jest zbiornikiem o wysokiej trofii. Podobnie jak w latach ubiegłych oznaczono pozaklasową wartość przewodności elektrolitycznej. Pogorszyła się jednak zawartość fosforanów w akwenu. W 2001 roku koncentracje ortofosforanów mieściły się w I klasie czystości, natomiast w 2005 roku spadły do III klasy. Sytuacja ta najprawdopodobniej spowodowana jest dopływem zanieczyszczeń pochodzenia rolniczego i komunalnego wraz z wodami cieków wpływających do jeziora oraz bezpośrednio do jego misy z terenu zlewni bezpośredniej. Potwierdzeniem tego były wyniki badań bakteriologicznych, które wykazały pogorszenie się stanu sanitarnego akwenu, ponieważ wartość miana coli typu kałowego zakwalifikowano jako poza klasową.

Główną przyczyną pogorszenia jakości wód jeziora Kórnickiego są punktowe źródła zanieczyszczeń. Najbardziej typowymi są zrzuty ścieków, zwłaszcza pochodzące z gospodarstw domowych. Ścieki takie zawierają znaczne ilości fosforu, azotu, a także liczne zanieczyszczenia mikrobiologiczne, m.in. bakterie fekalne. Pomimo tego, że miasto Kórnik jest prawie w 100 % skanalizowane, istnieje wiele nielegalnych podłączeń kanalizacji sanitarnej i przemysłowej do kanalizacji deszczowej miasta i cieków wpływających do jeziora Kórnickiego oraz bezpośrednio do jego misy (UM w Kórniku, WIOŚ). W dopływach jeziora Kórnickiego stwierdzono wyższą koncentrację azotu i fosforu niż w samym zbiorniku. Stężenie fosforu ogólnego w większości cieków dopływających do akwenu przekraczało wartości odpowiadające III, IV, a nawet V klasie czystości. Dopływem charakteryzującym się najwyższą ilością tego pierwiastka w całym

okresie badawczym był ciek zlokalizowany po stronie wschodniej jeziora (stan. 5), w pobliżu zabudowań miasta Kórnik. Wiosną i jesienią wody tego dopływu zaliczono do IV klasy czystości, natomiast latem do V. Znaczne stężenia fosforu, przypisane III klasie czystości, zanotowano w Kanale Dębieckim oraz w rzece Kamionce (dopływ i odpływ). Wyższa koncentracja fosforu (III klasa) oraz azotu (IV klasa) w odpływie Kamionki w okresie jesiennym mogła być spowodowana niskim stanem wód w tym cieku i brakiem przepływu do jeziora Skrzyńki, w wyniku czego nastąpił zastój wody i kumulacja tych biogenów w odpływie i w jeziorze.

Nie bez znaczenia dla jakości wód powierzchniowych jest także dopływ zanieczyszczeń ze źródeł obszarowych. Stanowią one prawie połowę wszystkich zanieczyszczeń dostających się do wód. Ich charakter, skład i dynamika wykazują na znacznie większą zmienność w czasie i przestrzeni niż typowe punktowe źródła zanieczyszczeń (Balcerzak, 2004). Zaliczono do nich zagospodarowanie zlewni oraz atmosferę. Im większy udział pól uprawnych w zlewni (a mniejszy udział lasów), tym większy jest eksport substancji biogennych z ładu, większe ich ładunki dopływają do wód i odpowiednio wyższa jest wówczas trofia (Kajak, 1998). W przypadku jeziora Kórnickiego, przeważającą część zlewni bezpośredniej stanowią grunty orne, dlatego należy sądzić, iż rolnictwo w znacznym stopniu zwiększa stężenie substancji biogennych w jeziorze i jego dopływach. Przyczyną tego jest fakt, iż nawozy naturalne i sztuczne tylko w pewnym stopniu są wykorzystywane przez rośliny. Znaczna ich część przedostaje się wraz z wodami opadowymi w głąb gleby, a także spływa z pól i dostaje się do wód powierzchniowych. Bezpośrednie otoczenie jeziora Kórnickiego stanowi obszar niekorzystny pod względem infiltracyjnym wskutek znacznej wilgotności gruntów, w związku z tym są to warunki sprzyjające spływowi powierzchniowemu.

Jak wspomniano wcześniej również atmosfera może niekorzystnie wpływać na stan czystości wód. Skład chemiczny opadów jest uzależniony przede wszystkim od zanieczyszczeń pyłowych i gazowych powietrza atmosferycznego pochodzących między innymi ze szlaków komunikacyjnych. Wzdłuż wschodniego brzegu jeziora Kórnickiego przebiega szosa Poznań – Śrem, która z pewnością ma ujemny wpływ na zanieczyszczenie powietrza i samego zbiornika. Niestety nie można jednoznacznie stwierdzić, w jakim stopniu, gdyż nie przeprowadzono analizy wody pod względem obecności w niej metali ciężkich.

Jakość wody jeziora Kórnickiego na przestrzeni lat pogarsza się. Jest to wynik sposobu użytkowania zlewni oraz odprowadzania zanieczyszczeń komunalnych i bytowych do akwenu. Świadczą o tym wyniki badań uzyskanych przez WIOŚ, OBiKŚ oraz badania własne z 2005 roku.

6. Podsumowanie i wnioski

W pracy przedstawiono wyniki badań fizyczno – chemicznych i bakteriologicznych wody z jeziora Kórnickiego, jego dopływów i odpływu, które zostały przeprowadzone w 2005 roku.

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że jakość wód jeziora jest zła, a w akwenu zachodzi proces postępującej eutrofizacji. Na podstawie klasyfikacji wg Kudelskiej, Cydzik, Soszki (1994), wody jeziora zakwalifikowano do pozaklasowych, natomiast pod względem podatności na degradację, jezioro Kórnickie oceniono jako poza kategorią.

Za stan zanieczyszczenia jeziora Kórnickiego odpowiedzialne są w głównej mierze stałe i okresowe dopływy do zbiornika, co stwierdzono na podstawie wyników badań. O złej jakości wód cieków dopływających do jeziora świadczą przypisane IV i V klasie (wg RMŚ z dnia 11 lutego 2004 r.) wartości takich wskaźników jak: barwa, siarczany, tlen rozpuszczony, utlenialność, BZT₅ oraz wskaźnik coli. Większość dopływów bocznych charakteryzowała się też wyższą liczebnością bakterii mezofilnych i psychrofilnych niż sam zbiornik. Na tej podstawie można sądzić, że do akwenu doprowadzane są ścieki bytowo – gospodarcze.

Jak wykazały badania, ciek dopływający do zbiornika niesie zanieczyszczenia pochodzenia rolniczego, bytowego i komunalnego, czyli odzwierciedlają one w głównej mierze negatywną działalność człowieka. O wysokim stopniu eutrofizacji zbiornika świadczyły stwierdzone w 2005 roku pozaklasowe wartości fosforu i wszystkich form azotu. Konsekwencją tego był intensywny rozwój planktonu, pogorszenie widzialności krążka Secchi'ego i wysoka zawartość chlorofilu *a*.

Jezioro Kórnickie jest akwenem silnie zanieczyszczonym (poza klasą) i bardzo podatnym na czynniki zewnętrzne (poza kategorią). Znaczący wpływ na to mają nie tylko wszystkie parametry morfometryczne, hydrograficzne i zlewniowe jeziora, ale także negatywna działalność człowieka. Uzyskanie poprawy jakości wody w badanym zbiorniku jest trudne do osiągnięcia i wymagałoby długotrwałych działań ochronnych na terenie zlewni.

Jezioro Kórnickie posiada wysokie walory zarówno przyrodnicze jak i turystyczno – rekreacyjne, w związku z tym powinno zostać poddane intensywnej ochronie. Działania takie podjęto już w roku 1993, kiedy to Uchwałą Nr II/12/93 Rady Gminy w Kórniku zatwierdzono Miejscowy Plan Zagospodarowania Przestrzennego Gminy Kórnik. Podano w nim ustalenia w zakresie ochrony jezior na terenie gminy, m.in. eliminowanie odprowadzania zanieczyszczeń do jezior ze zlokalizowanych nad nimi zabudowań i kierowanie ścieków poza obręb zlewni oraz niedopuszczenie do lokalizacji nowych ognisk zanieczyszczeń. Jako ostatni etap prac miałyby być także rekultywacja samych jezior za pomocą odpowiednich technik rekultywacyjnych (UM w Kórniku). Niestety badania wody jeziora Kórnickiego w 2001 i 2005 roku nie wykazały poprawy stanu czystości akwenu, a niektóre parametry wody jeziora uległy nawet pogorszeniu. Na tej podstawie można wnioskować, że aby założenia Miejscowego Planu Zagospodarowania Przestrzennego Gminy Kórnik mogły zostać spełnione potrzebna jest ścisła współpraca władz z mieszkańcami miasta Kórnik.

Bibliografia

- [1] Balcerzak W. Wpływ procesu eutrofizacji na kształtowanie jakości wód. XVIII Krajowa, VI Międzynarodowa Konferencja Naukowo – Technicznej *Zaopatrzenie w wodę, jakość i ochrona wód*. Poznań, 2004
- [2] Chelmiński W. Woda. Zasoby, degradacja, ochrona. PWN, Warszawa, 2001
- [3] IOŚ. Stan czystości rzek, jezior i Bałtyku na podstawie wyników badań wykonywanych w ramach państwowego monitoringu środowiska w latach 2002 – 2003. Warszawa, 2004
- [4] Kajak Z. Hydrobiologia – limnologia. Ekosystemy wód śródlądowych. PWN Warszawa, 1998
- [5] Kudelska D., Cydzik D., Soszka H. Wytyczne monitoringu podstawowego jezior. PIOŚ, Warszawa, 1994
- [6] Miejscowy Plan Zagospodarowania Przestrzennego Gminy Kórnik. Urząd Miejski w Kórniku. Uchwałą Nr II/12/93 Rady Gminy w Kórniku, 1993
- [7] Ośrodek Badań i Kontroli Środowiska (OBiKŚ) w Poznaniu. *Komunikat nr 59 o stanie czystości wód jezior ciągu Kórnickiego w latach 1976/77*. Poznań, 1978
- [8] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 r. w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód (Dz. U. Nr 32, poz. 284)
- [9] Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Am. Publ. Health Assoc. Washington, 1972
- [10] WIOŚ w Poznaniu. *Stan czystości jeziora Kórnickiego w roku 1996. Komunikat nr 173*. Poznań, 1997
- [11] WIOŚ w Poznaniu. *Stan czystości jeziora Kórnickiego w roku 2001. Komunikat nr 215*. Poznań, 2002
- [12] WIOŚ w Poznaniu. Raport o stanie środowiska w Wielkopolsce w roku 2004. Poznań, 2005