

MICHAŁ MICHAŁKIEWICZ¹, BEATA MĄDRECKA¹, TOMASZ DYSARZ², TOMASZ JONIAK³,
ELŻBIETA SZELAĞ-WASIELEWSKA³

¹Institut Inżynierii Środowiska

Politechnika Poznańska

²Katedra Inżynierii Wodnej i Sanitarnej

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

³Zakład Ochrony Wód

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

WPLYW MIASTA POZNANIA NA JAKOŚĆ WÓD RZEKI WARTY*

Streszczenie. Wiosną i latem 2010 r. analizowano stopień zanieczyszczenia rzeki Warty na 3 stanowiskach, zlokalizowanych na odcinku rzeki przepływającym przez miasto Poznań (12,28 km). Badania obejmowały 16 oznaczeń fizykochemicznych (np. pH, przewodnictwo, koncentracja azotu, fosforu, stężenie tlenu, BZT₅), 8 biologicznych (np. liczebność bakterii heterotroficznych, miano coli, chlorofil *a*, skład planktonu) i hydrologiczne. Wszystkie oznaczenia wykonano zgodnie z obowiązującą metodyką według Polskich Norm oraz Standard Methods (1999). Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że wraz z przepływem wody przez Poznań obserwuje się wzrost zanieczyszczenia rzeki Warty. Duży wpływ na jakość wody mają dopływy zanieczyszczeń punktowych i obszarowych. Bakteriologiczna analiza sanitarna wody wskazuje na intensywny dopływ ścieków fekalnych. Koncentracje chlorofilu *a*, sucha masa sestonu i obecność *Cyanobacteria* w fitoplanktonie świadczą o eutrofizacji rzeki.

Słowa kluczowe: rzeka Warta, zanieczyszczenie, monitoring, mikroorganizmy

Wstęp

Rzeka Warta ma długość 808,2 km i stanowi prawy, największy dopływ Odry. Źródła Warty znajdują się na Wyżynie Krakowsko-Częstochowskiej w okolicach Zawiercia, a uchodzi ona do Odry w rejonie Kostrzyna.

*Badania prowadzono w ramach międzyuczelnianego projektu badawczego Politechniki Poznańskiej, Uniwersytetu Przyrodniczego i Uniwersytetu im. A. Mickiewicza w Poznaniu pt.: „Wpływ miasta Poznania na jakość wód rzeki Warty” w 2010 r.

Prowadzone od wielu lat badania monitoringowe rzeki Warty wskazują, że jakość wody jest zróżnicowana na poszczególnych jej odcinkach, a dopływające do rzeki zanieczyszczenia wpływają na proces postępującej eutrofizacji. Głównym źródłem zanieczyszczeń jest stałe i okresowe odprowadzanie ścieków bytowo-gospodarczych i przemysłowych z miast zlokalizowanych w sąsiedztwie rzeki, dopływy, a także spływy powierzchniowe z terenów upraw rolnych.

Na badanym odcinku rzeki Warty do jej koryta uchodzi kilka dopływów. Najważniejszymi z nich są: Bogdanka (241 km), Cybina (240,3 km), Główna (240 km) i Głowieńka (239,85 km). Dodatkowo na tym odcinku rzeki odprowadzane są oczyszczone ścieki z LOŚ – Lewobrzeżnej Oczyszczalni Ścieków (239,5 km), COŚ – Centralnej Oczyszczalni Ścieków (237,25 km) oraz kilku punktowych zrzutów ścieków przemysłowych i kanałów burzowych. Dopływy te wpływają na jakość wód i charakter biocenozy wodnych. Celem badań była ocena oddziaływania miasta Poznania na jakość wód rzeki Warty.

Odwierciedleniem zanieczyszczenia wód są zmiany licznych parametrów fizyczno-chemicznych wody oraz zmiany w składzie makro- i mikroorganizmów. W wodach zanieczyszczonych rozwijają się także liczne organizmy fitoplanktonowe, które wskazują na stopień zanieczyszczenia i eutrofizacji. Miernikiem trofii wód jest również stężenie chlorofilu oraz sucha masa sestonu (KELLY i WHITTON 1998, WASEN i IN. 2002, MICHALSKA i BARTOSZEWICZ 1998, FLEITUCH i IN. 2001, DJUIKOM i IN. 2006).

Material i metody

W celu oceny wpływu miasta Poznania na stopień zanieczyszczenia wody rzeki Warty wykonano dwukrotnie – 26 maja i 3 sierpnia 2010 r. – kompleksowe badania fizyczno-chemiczne, biologiczne i hydrologiczne na odcinku rzeki przepływającym przez Poznań (12,28 km). Do badań wytypowano trzy stanowiska badawcze. Stanowisko 1 zlokalizowane było na Warcie wpływającej do Poznania (górną granicą Poznania), stanowisko 2 w jej środkowym odcinku przepływającym przez Poznań (przy Moście św. Rocha), natomiast stanowisko 3 znajdowało się za dolną granicą miasta Poznania, 30 m za wypływem oczyszczonych ścieków z COŚ w Koziegłowach. Wybór lokalizacji stanowisk badawczych był zgodny z zaleceniami PN-87/C-04632.02. W tabeli 1 zestawiono numerację i lokalizację stanowisk pomiarowych, na których pobierano próbki wody do badań.

Tabela 1. Lokalizacja i numeracja stanowisk
Table 1. Location and numbering of the positions

Nr stanowiska No of station	Km rzeki Warty Km of Warta river	Lokalizacja Locality
1	249,50	Poznań Starołęka – most na autostradzie A2 Poznań Starołęka – bridge on the highway A2
2	243,65	Poznań – most Rocha Poznań – Saint Roch Bridge
3	237,28	Poznań – Koziegłowy, 30 m za wypływem oczyszczonych ścieków z COŚ Poznań – Koziegłowy, 30 m below the outflow of wastewater from Central Wastewater Treatment Plant

Próbki wody do badań pobierano z nurtu rzeki. W badaniach fizyczno-chemicznych analizowano m.in. odczyn pH, przewodnictwo, barwę, mętność, temperaturę wody, fosfor (mineralny, organiczny i ogólny), azot (azotanowy, azotynowy, amonowy, organiczny i ogólny), koncentrację tlenu rozpuszczonego, stopień nasycenia wody tlenem i BZT₅. Badania biologiczne obejmowały określenie ogólnej liczebności bakterii mezofilnych (TVC 37°C) w 1 ml, psychrofilnych (TVC 22°C) w 1 ml, wskaźnika grupy coli (w 100 ml) i miana grupy coli, suchej masy sestonu, stężenia chlorofilu *a* oraz skład fito- i zooplanktonu. Wszystkie oznaczenia wykonano w Laboratorium Biologii Sanitarnej Politechniki Poznańskiej oraz w Zakładzie Ochrony Wód UAM w Poznaniu, zgodnie z obowiązującą metodyką wg Polskich Norm oraz Standard Methods of Examination of Water and Wastewater (1999). Liczebność bakterii określono metodą hodowli, suchą masę sestonu oznaczono metodą wagową, a analizę mikroskopową fitoplanktonu wykonano przy użyciu mikroskopu odwróconego MOTIC AE31 i komór do liczenia planktonu o objętości 9,0 ml.

W ramach badań przeprowadzono również analizę codziennych stanów wody oraz przepływów rzeki Warty w Poznaniu. W tym celu posłużono się danymi publikowanymi w Internecie przez OKI oraz IMGW oddział w Poznaniu, a także obserwacjami własnymi.

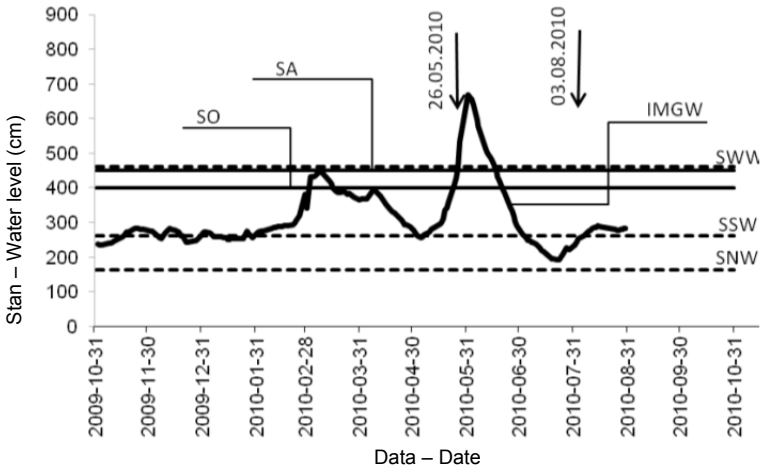
Wyniki

Analizę zmienności stanów wody przeprowadzono na podstawie wskazań wodowskazu umiejscowionego w Poznaniu przy Moście św. Rocha. Wyniki przedstawiono na rysunku 1. Stany codzienne są tam porównane z wybranymi wartościami charakterystycznymi (SNW, SSW, SWW) oraz stanem ostrzegawczym i alarmowym. Widać wyraźnie, że badania terenowe z 26 maja zostały przeprowadzone w chwili przekroczenia stanu alarmowego, natomiast 3 sierpnia w okresie utrzymywania się stanów średnich, po przejściu letniego wezbrania.

W trakcie badań terenowych zanotowano aktualne wskazania wodowskazów (przy Moście św. Rocha i COŚ), a następnie porównano je z danymi publikowanymi przez IMGW (tylko dla wodowskazu przy Moście św. Rocha). Niewielkie odchylenia notowań własnych od danych publikowanych można wytłumaczyć dobową zmiennością warunków hydrologicznych w rzece (tab. 2).

Temperatura wody w rzece Warcie w obu terminach badawczych była dość wyrównana i wahała się wiosną od 15,60 do 16,20°C, a latem od 21,40 do 22,00°C. Mętność wody wiosną wzrastała wraz z przepływem wody od 18,2 do 22,3 NTU, natomiast w sierpniu była nieco wyższa i zmienna (zakres od 22,5 do 28,9 NTU). Barwa utrzymywała się w maju na stałym, wysokim poziomie 170 mg Pt w 1 dm³, a w sierpniu zawierała się w przedziale od 50 do 68 mg Pt w 1 dm³. Odczyn pH był lekko alkaliczny. W maju był dość wyrównany i wynosił od 7,81 (stan. 2) do 7,86 (stan. 3), a w sierpniu zanotowano nieco większe różnice, od 7,84 (stan. 3) do 8,40 (stan. 1 i 2).

Przewodnictwo elektrolityczne właściwe zmieniało się od 463 do 1110 μS/cm i stwierdzono jego stopniowy wzrost wraz z przepływem wód rzeki od górnej do dolnej granicy Poznania. Najwyższą, odbiegającą od pozostałych wyników wartość przewodnictwa odnotowano latem za wypływem oczyszczonych ścieków z Centralnej Oczyszczalni Ścieków w Koziegłowach (rys. 2).

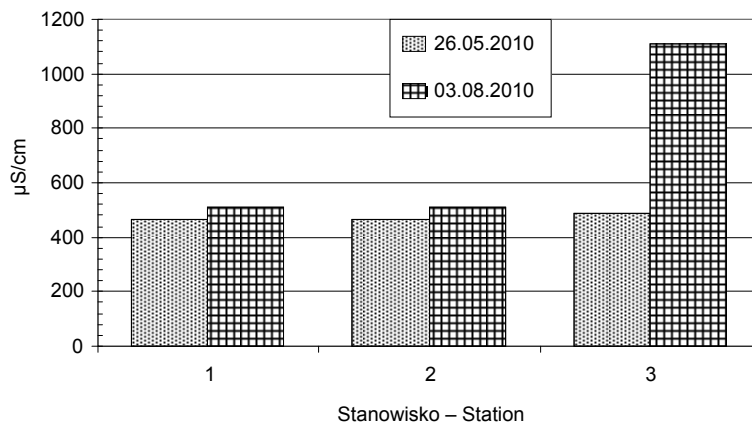


Rys. 1. Zmienność stanów obserwowana na wodowskaziu Poznań – Most Rocha w roku hydrologicznym 2010. Wykres sporządzono na podstawie danych publikowanych przez IMGW Poznań (SA – stan alarmowy, SO – stan ostrzegawczy, SWW – stan średni z wysokich, SSW – stan średni ze średnich, SNW – stan średni z niskich, IMGW – Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej)
 Fig. 1. Variability of water stages in gauge station Poznań – Most Rocha during hydrological year 2010. The graph prepared on the basis of data published by IMGW Poznań (SA – alarm state, SO – warning state, SWW – average of high water level, SSW – average of average water level, SNW – average of low water level, IMGW – data from Institute of Meteorology and Water Management)

Tabela 2. Stany i przepływy: obserwacje własne oraz dane publikowane przez IMGW
 Table 2. Water stages and discharges: own observations and data published by IMGW

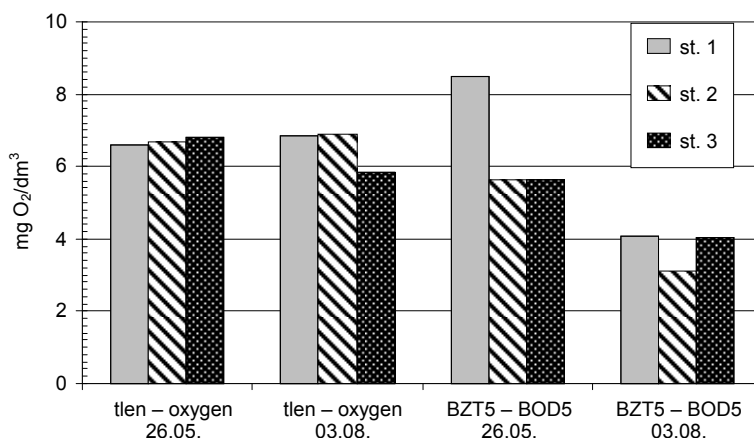
Stanowisko Station	Odczyt własny Autor's data		IMGW, godz. 7:00 IMGW, 7:00 am			
	stan – water level (cm)		stan – water level (cm)		przepływ – flow rate (m ³ /s)	
	26.05.	03.08.	26.05.	03.08.	26.05.	03.08.
Poznań – Starołęka	–	–	–	–	–	–
Poznań – Most św. Rocha Poznań – Saint Roch Bridge	457	263	457	253	275	101
Poznań – Koziegłowy	458	265	–	–	–	–

Koncentracje tlenu rozpuszczonego były dość wyrównane na badanym odcinku rzeki, latem natomiast odnotowano nieznaczny spadek stężenia tlenu na stanowisku 3 (rys. 3). Uzyskane wartości wskazują, że w obu terminach badawczych występował deficyt tlenowy (64,35 do 75,33% nasycenia). Wartości BZT₅ świadczące o podatności rozkładu materii organicznej przez mikroorganizmy były raczej dość niskie i wahały się od 3,10 do 8,49 mg O₂/dm³.



Rys. 2. Zmiany przewodnictwa na stanowiskach 1-3

Fig. 2. Changes in conductivity in stations 1-3

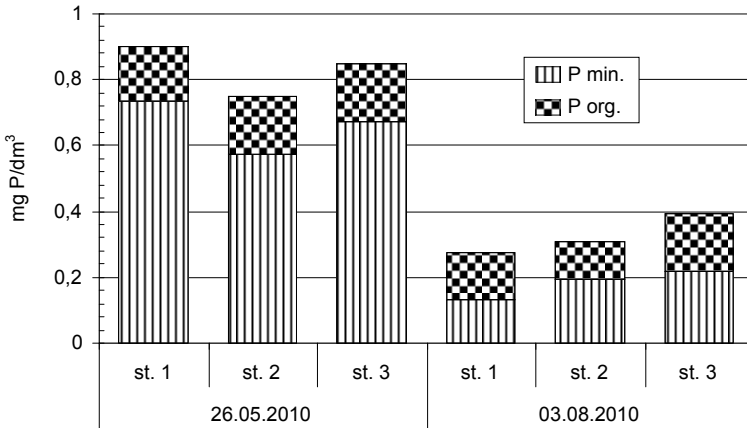


Rys. 3. Zmiany stężenia tlenu rozpuszczonego i BZT₅ na stanowiskach 1-3

Fig. 3. Changes in the concentration of dissolved oxygen and BOD₅ in stations 1-3

Na analizowanych stanowiskach w azocie ogólnym przeważał azot mineralny, w którym dominowały azotany (1,40 do 13,92 mg N-NO₃/dm³) przed azotem amonowym (0,46 do 0,86 mg N-NH₄/dm³), a azotyny występowały w śladowych ilościach. Stężenie azotu organicznego wiosną utrzymywało się na poziomie około 1,20 mg N/dm³. Znacznie wyższe stężenia azotu ogólnego odnotowano wiosną, podczas przekroczenia stanu alarmowego wody w Warcie. W czterech próbkach (67% z 6 próbek) obserwowano wzrost koncentracji azotu wraz z przepływem wody przez miasto Poznań. Najwyższe koncentracje azotu mineralnego stwierdzono na stanowisku 3, za wypływem oczyszczonych ścieków z COŚ w Koziegłowach.

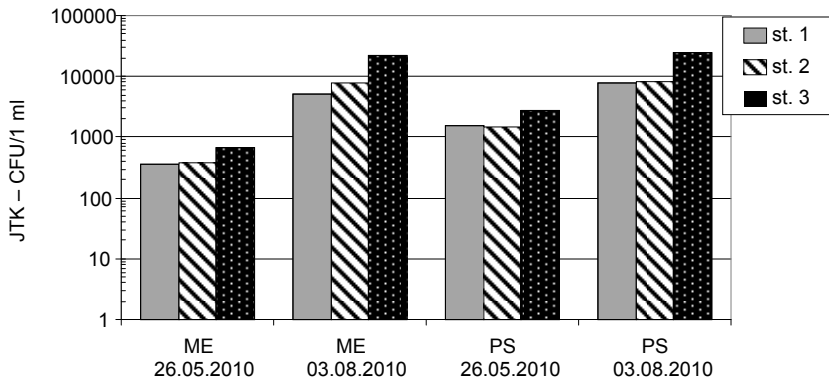
Koncentracje fosforu ogólnego zawierały się w zakresie od 0,273 do 0,900 mg P/dm³ i były wyższe w okresie wiosennych podtopień. Na wszystkich stanowiskach dominowały najczęściej (zwłaszcza wiosną) jego organiczne połączenia. Latem zauważono wyraźny wzrost koncentracji fosforu wraz z przepływem wody przez miasto Poznań (rys. 4).



Rys. 4. Zmiany koncentracji fosforu na stanowiskach 1-3

Fig. 4. Changes in the concentration of phosphorus in stations 1-3

Bakteriologiczna analiza sanitarna badanego odcinka rzeki Warty wykazała, że w wodzie dominują heterotroficzne bakterie psychrofilne, których liczebność rosła od górnej do dolnej granicy Poznania (rys. 5). Największą ich liczebność, 24 200 JTK/ml (JTK – Jednostki Tworzące Kolonie), stwierdzono na stanowisku 3. Ogólna liczebność bakterii mezofilnych była nieznacznie mniejsza i również stopniowo rosła.



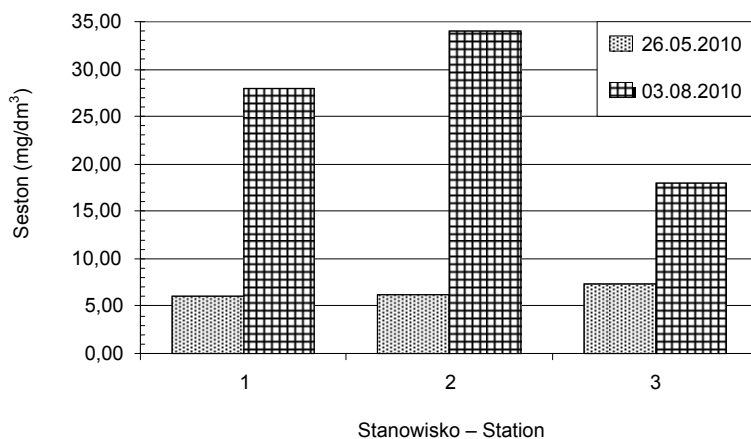
Rys. 5. Zmiany liczebności (JTK) bakterii mezofilnych (ME) i psychrofilnych (PS) na stanowiskach 1-3

Fig. 5. Changes in number (CFU) of mesophilic (ME) and psychrophilic (PS) bacteria in stations 1-3

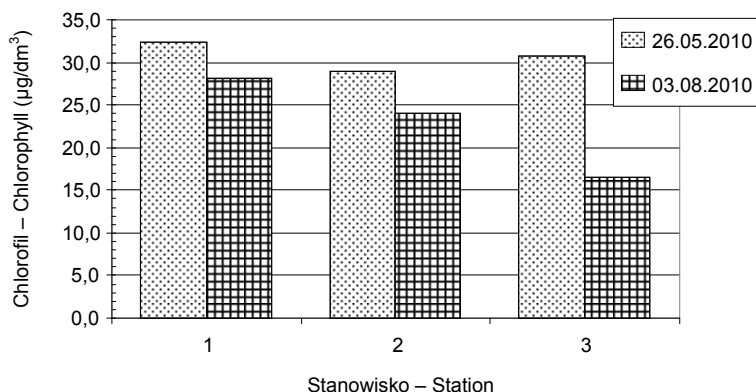
Odwierciedleniem dopływu zanieczyszczeń fekalnych jest obecność bakterii z grupy coli. Wartości miana grupy coli zmniejszały się stopniowo od stanowiska 1 do 3 (wiosną od 0,0028 do 0,0016, latem od 0,0015 do 0,0003). Odwrotnie, wartości wskaźnika grupy coli w 100 ml próbki wody rosły wraz z przepływem rzeki (wiosną od 36 000 do 62 000, a latem od 66 000 do 380 000). Największe zanieczyszczenie fekalne było zatem na stanowisku 3.

Sucha masa sestonu była zdecydowanie mniejsza wiosną, a w sierpniu była 2,5 do 5 razy większa. O ile wiosną stwierdzono stopniowy wzrost koncentracji sestonu wraz z przepływającą wodą, to latem nie odnotowano tej zależności (rys. 6).

Koncentracje chlorofilu *a* najczęściej malały od górnej do dolnej granicy Poznania. Latem na wszystkich stanowiskach badawczych odnotowano mniejsze wartości (rys. 7).



Rys. 6. Zmiany stężenia suchej masy sestonu na stanowiskach 1-3
Fig. 6. Changes in the concentration of seston in positions 1-3



Rys. 7. Zmiany koncentracji chlorofilu *a* na stanowiskach 1-3
Fig. 7. Changes in the concentration of chlorophyll *a* in stations 1-3

W maju na wszystkich stanowiskach badawczych dominowały okrzemki centryczne (*Centrales*) z rodzajów *Cyclotella* i *Stephanodiscus*, osiągając największą liczebność na stanowisku 1 – prawie 15 tys. kom./ml (tab. 3). Kolejnym ważnym taksonem była sinica nitkowata – *Pseudanabaena limnetica* (Lemm.) Kom. Jej liczebność zwiększała się wraz z biegiem rzeki – od ponad 5 tys. komórek (stanowisko 1) do ponad 6 tys. kom./ml na stanowisku 3 (wzrost mniej więcej o 20%). Na stanowisku 3, zlokalizowanym za oczyszczalnią ścieków w Koziegłowach, znaczny udział w liczbie komórek posiadały również inne sinice – *Oscillatoria* i *Phormidium granulatum* (Gard.) Anag.

Tabela 3. Taksony fitoplanktonu dominujące pod względem liczby komórek w rzece Warcie (wartości wyrażone w liczbie komórek na 1 ml)

Table 3. Major taxa in respect of cell abundance in the phytoplankton of the Warta River (values in cells per 1 ml)

Nr stanowiska No of station	Data – Date	
	26.05.2010	03.08.2010
1	<i>Centrales</i> (15 089) <i>Pseudanabaena limnetica</i> (5 231) <i>Rhodomonas lacustris</i> (2 917) <i>Coelastrum microporum</i> (1 811) <i>Phormidium granulatum</i> (1 408)	<i>Fragilaria crotonensis</i> (13 982) <i>Microcystis flos-aquae</i> (7 444) <i>Centrales</i> (4 275) <i>Aphanizomenon flos-aquae</i> (4 124) <i>Microcystis aeruginosa</i> (3 118)
2	<i>Centrales</i> (9 908) <i>Pseudanabaena limnetica</i> (5 834) <i>Rhodomonas lacustris</i> (4 476) <i>Synura</i> spp. (1 308) <i>Monoraphidium</i> spp. (634)	<i>Fragilaria crotonensis</i> (16 946) <i>Aphanizomenon flos-aquae</i> (10 763) <i>Microcystis flos-aquae</i> (5 432) <i>Centrales</i> (3 269) <i>Microcystis aeruginosa</i> (2 213)
3	<i>Centrales</i> (11 266) <i>Pseudanabaena limnetica</i> (6 237) <i>Oscillatoria</i> spp. (2 877) <i>Phormidium granulatum</i> (2 314) <i>Rhodomonas lacustris</i> (2 163)	<i>Microcystis aeruginosa</i> (8 719) <i>Fragilaria crotonensis</i> (4 401) <i>Centrales</i> (2 615) <i>Aphanizomenon flos-aquae</i> (2 414) <i>Scenedesmus</i> spp. (1 207)

W sierpniu na stanowiskach 1 i 2 dominowała okrzemka *Fragilaria crotonensis* Kitton. Na stanowisku położonym w centrum miasta osiągnęła prawie 17 tys. kom./ml. Na stanowisku 3 udział tego gatunku w ogólnej liczbie komórek fitoplanktonu zmniejszył się, przy równoczesnym wzroście udziału sinicy – *Microcystis aeruginosa* Kütz. (ponad 8,5 tys. kom./ml na stanowisku 3). Głównymi dominantami na wszystkich stanowiskach były także nitkowata sinica – *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs. oraz okrzemki centryczne.

W obu okresach badawczych fauna dominujących orzęsków składała się z przedstawicieli rzędów Oligotrichida (*Halteria*, *Strombidium*, *Strombolidium*), Peritrichida (*Vorticella*) i Scuticociliatida (*Pseudocohnilembus*). Najliczniejsze taksony to typowe,

drobne gatunki planktonowe o małych rozmiarach. Niekiedy liczniej pojawiały się formy osiadłe z rodzaju *Vorticella*. Scuticociliatida występowały głównie na stanowisku zlokalizowanym poniżej wylotu oczyszczonych ścieków z COŚ w Koziegłowach (tab. 4).

Tabela 4. Najliczniejsze taksony w zooplanktonie rzeki Warty w maju i sierpniu 2010 r. Liczebność podano w nawiasach

Table 4. The most important taxa in the zooplankton abundance of the Warta River in May and August 2010. Abundance is given in brackets

	Nr stanowiska No of station	Protozooplankton – liczba komórek w 1 dm ³ – number of cells in 1 dm ³	Metazooplankton – liczba osobników w 1 dm ³ – number of individuals in 1 dm ³
26.05.	1	<i>Halteria grandinella</i> (1 643) <i>Strombidium caudatum</i> (714) <i>Strombidium</i> sp. (643)	<i>Polyarthra vulgaris</i> (357) <i>Keratella cochlearis</i> (286) <i>Keratella cochlearis</i> f. <i>tecta</i> (143)
	2	<i>Halteria grandinella</i> (9 790) <i>Oligotrichida</i> n.det (1680) <i>Vorticella</i> sp. (1 040)	<i>Keratella cochlearis</i> (240) <i>Keratella cochlearis</i> f. <i>tecta</i> (120) <i>Polyarthra vulgaris</i> (120)
	3	<i>Halteria grandinella</i> (1 500) <i>Strombidium caudatum</i> (786) <i>Vorticella</i> sp. (643)	<i>Rotatoria</i> n.det (429) <i>Keratella cochlearis</i> (214) <i>Polyarthra</i> spp. (142)
03.08.	1	<i>Halteria grandinella</i> (2 458) <i>Vorticella</i> sp. (292) <i>Arcella vulgaris</i> (167)	<i>Keratella cochlearis</i> f. <i>tecta</i> (271) <i>Keratella cochlearis</i> (42) <i>Polyarthra</i> sp. (104)
	2	<i>Vorticella</i> sp. (440) <i>Arcella vulgaris</i> (140) <i>Strombidium</i> sp. (120)	<i>Keratella cochlearis</i> f. <i>tecta</i> (140) <i>Keratella cochlearis</i> (40) <i>Lecane closterocerca</i> (40)
	3	<i>Arcella vulgaris</i> (15 300) <i>Pseudocohnilembus pusillus</i> (9 000) <i>Diffugia</i> sp. (1 000)	<i>Lecane</i> spp (5714) <i>Trichocerca</i> sp. (142) <i>Keratella cochlearis</i> (20)

W sierpniu w grupie gatunków najliczniejszych pojawiły się korzenionózki (*Arcella*, *Diffugia*), uważane za preferujące wody zasobne w materię organiczną. W obrębie metazooplanktonu na wszystkich stanowiskach badawczych, zarówno w maju jak i w sierpniu, najliczniejsze były wrotki (Rotifera). Wśród nich najobficiej występowały gatunki z rodzaju *Lecane* i *Polyarthra* oraz *Keratella cochlearis*. Te pierwsze charakterystyczne były przede wszystkim dla stanowiska 3 zlokalizowanego poniżej COŚ. Z kolei skorupiaki (*Cladocera* i *Copepoda*) stwierdzano tylko pojedynczo.

Dyskusja

Eutrofizacja, potocznie rozumiana jako przeżyźnienie wód powierzchniowych, jest podstawowym zagrożeniem dla ekosystemów wodnych. Znacznie ogranicza ona możliwość wykorzystania wód dla zaopatrzenia ludności, przemysłu i dla rekreacji. Wynika to ze zwiększania się w wodzie stężenia związków azotu i fosforu (ILNICKI i IN. 2008). Na badanym odcinku rzeki Warty koncentracje azotu, zwłaszcza azotanowego, były najwyższe poniżej wypływu oczyszczonych ścieków z COŚ w Koziegłowach. Tam też azot amonowy występował w największych stężeniach. Świadczy to o dodatkowym oddziaływaniu oczyszczonych ścieków odprowadzanych do wód rzeki Warty. Wartości te nie są jednak krytyczne, gdyż COŚ ma pozwolenie na odprowadzanie oczyszczonych ścieków, które mogą zawierać maksymalnie 30 mg N w 1 dm³ (Internet).

Według ILNICKIEGO i IN. (2008) w latach 1991-2002 średnioroczne stężenie azotu ogólnego w Warcie ulegało znacznym wahaniom i między 206,3 a 342,5 km było w zakresie 5,26-5,75 mg N/dm³. W tym samym okresie średnioroczne stężenie fosforu ogólnego na Warcie wynosiło około 0,35 mg/dm³. Wartości największe były wtedy m.in. między Poznaniem a Gorzowem. Badania z maja i sierpnia 2010 roku wskazują, że w dolnej granicy Poznania odnotowano znacznie wyższe wartości.

Badania Warty w okolicach Poznania prowadzone były w dwóch terminach przy różnych stanach rzeki. Pobór majowy odbywał się na początku powodzi, natomiast sierpniowy, gdy woda w rzece wróciła już do swojego koryta, niosąc ze sobą m.in. liczne zanieczyszczenia. Dowodem tego są m.in. wyniki bakteriologicznej analizy sanitarnej, barwy, mętności, suchej masy sestonu czy BZT₅.

Według raportu o stanie środowiska w Wielkopolsce z 2008 roku, na odcinku Warty od Zbiornika Jeziorsko (503 km) do ujścia Cybiny (240,3 km) ze względu na silne zanieczyszczenia, „potencjał ekologiczny” tego fragmentu rzeki określono jako słaby (PUŁYK 2009). W 2009 roku według RAPORTU WIOŚ (2010) badano stan chemiczny JCW (jednolitych części wód) na odcinku Warty od Kopli do Cybiny, w punkcie pomiarowym w Poznaniu (wodowskaz przy Moście św. Rocha). Stan chemiczny wód (potencjał ekologiczny) uznano wtedy za dobry. W 2003 roku SZEŁĄG-WASIELEWSKA (2004) stwierdziła w Warcie w Poznaniu 5 do 40 mg/l sestonu i od 2,5 do 155 µg/l (średnio 78 µg/l) chlorofilu *a*. Największe wartości chlorofilu *a* występowały wówczas w czerwcu i w sierpniu. Obecne wyniki były zdecydowanie niższe niż w porównywalnych terminach z 2003 roku.

Analiza fitoplanktonu wskazuje na dużą liczebność okrzemek centrycznych na wszystkich stanowiskach badawczych w maju 2010 roku (ponad 9,5 tys. kom./ml). Wysoki udział *Centrales* w ogólnej liczbie komórek fitoplanktonu jest charakterystyczny dla tego okresu i był notowany we wcześniejszych badaniach rzeki Warty na terenie miasta Poznania. W maju 2003 roku SZEŁĄG-WASIELEWSKA (2004) stwierdziła liczne występowanie okrzemki z rodzaju *Stephanodiscus* (ponad 40 tys. kom./ml). W 2010 roku wśród wiosennych dominantów znalazło się także kilka taksonów sinic. Najliczniejsza na stanowisku w Koziegłowach była *Pseudanabaena limnetica*, często występująca w wodach zanieczyszczonych. W sierpniu na stanowiskach 1 i 2 stwierdzono dominację okrzemki *Fragilaria crotonensis*, natomiast na stanowisku 3 – sinicy *Microcystis aeruginosa*. W 2009 roku w tym samym okresie główną grupą były sinice (MĄDRECKA 2010, SZEŁĄG-WASIELEWSKA i IN. 2009). Największą liczbę komórek osiągnął

wtedy inny takson – *Aphanizomenon flos-aquae*. Wymienione sinice są typowe dla wód strefy β -mezosaprobowej. Licznie występująca w 2010 r. okrzemka *Fragilaria crotonensis* jest charakterystyczna dla wód strefy oligosaprobowej i β -mezosaprobowej, ale często występuje także w wodach zanieczyszczonych ściekami słonymi i bytowo-gospodarczymi (TUROBOYSKI 1979).

Wśród orzęsków większość niewielkich Oligotrichida odżywia się drobnymi zieleńcami i wiciowcami należącymi do piko- i nanofitoplanktonu. Z kolei Scuticociliatida, które są głównie bakteriożerne (FOISSNER i IN. 1999), pojawiały się licznie w sąsiedztwie odpływu ścieków z oczyszczalni. W grupie metazooplanktonu dominowały wrotki. Podobną sytuację obserwowano również we wcześniejszych badaniach rzeki Warty, nieopodal ujęcia wody Dębina w Poznaniu. SZYPER i IN. (2009) podali eurytopową, pospolitą *Keratella cochlearis* jako jeden z najliczniejszych taksonów wrotków, natomiast Cladocera bardziej wrażliwe na przepływ i turbulencje wody, podobnie jak Copepoda, nie stwierdzano lub pojawiały się one w bardzo małych ilościach.

Wnioski

1. Przeprowadzone w 2010 r. badania odcinka rzeki Warty (12,28 km) wskazują, że stopień jej zanieczyszczenia wzrastał wraz z przepływem przez miasto Poznań.

2. Koncentracje fosforu były stosunkowo niskie (od 0,273 do 0,900 mg P/dm³).

3. W azocie mineralnym dominował azot azotanowy lub amonowy.

4. Najważniejsze zmiany dotyczą przewodnictwa, stężenia azotanów i liczebności bakterii wskaźnikowych. Wyniki te świadczą o pogorszeniu jakości wody wraz z jej przepływem.

5. Bakteriologiczna analiza sanitarna wskazuje na intensywny dopływ ścieków fekalnych do rzeki Warty, zwłaszcza w dolnym odcinku miasta Poznania.

6. Sucha masa sestonu osiągnęła wyższe wartości po czerwcowej powodzi w 2010 r.

7. Taksony dominujące w fitoplanktonie i zooplanktonie oraz wartości chlorofilu *a* wskazują na zanieczyszczenie i wysoką trofię wód.

Literatura

- DJUIKOM E., NJINE T., NOLA M., SIKATI V., JUGNIA L.B., 2006. Microbiological water quality of the Mfoundi River watershed at Yaoundé, Cameroon, as inferred from indicator bacteria of fecal contamination. *Environ. Monit. Assess.* 122: 171-183.
- FLEITUCH T., STARZECKA A., BEDNARZ T., 2001. Spatial trends in sediment structure, bacteria, and periphyton communities across a freshwater ecotone. *Hydrobiologia* 464: 165-174.
- FOISSNER W., BERGER H., SCHAUMBURG J., 1999. Identification and ecology of limnetic plankton ciliates. Bavarian State Office for Water Management, Munich, Rep. Issue 3/99.
- ILNICKI P., GÓRECKI K., MELCER B., 2008. Eutrofizacja cieków wodnych zlewni Warty w latach 1992-2002. Wyd. UP, Poznań.
- KELLY M.G., WHITTON B.A., 1998. Biological monitoring of eutrophication in rivers. *Hydrobiologia* 384: 55-67.
- MĄDRECKA B., 2010. Changes in the structure of the community of phototrophic microorganisms in the middle section of the Warta River during the summer. W: 6th Hydromicrobiological

- Conference „Microorganisms from ecology to technology”. Gdańsk-Gdynia, 06-10.06.2010. Ed. H. Mazur-Marzec, K. Olańczuk-Neyman. Wyd. Seidel-Przywecki, Piaseczno: 42.
- MICHALSKA M., BARTOSZEWICZ M., 1998. The sanitary state of Pomeranian Bay and gulf of Gdańsk waters during the flood of 1997. Dtsch. Hydrogr. Z. Germ. J. Hydrogr. 50, 2-3: 265-272.
- PN-87/C-04632.02. Woda i ścieki. Ogólne zasady pobierania próbek do badań fizycznych, chemicznych i biologicznych. Planowanie i programowanie pobierania próbek. PKN, Warszawa.
- PULYK M., 2009. Raport o stanie środowiska w Wielkopolsce w roku 2008. Bibl. Monit. Środ. IOŚ, Poznań.
- RAPORT o stanie środowiska w Wielkopolsce w roku 2009, 2010. Bibl. Monit. Środ. WIOŚ, Poznań.
- STANDARD Methods of Examination of Water and Wastewater. 1999. APHA, Washington.
- SZELAǳ-WASIELEWSKA E., 2004. The smallest phototrophic organisms in a lowland river: comparison with other components of the phytoeston. Oceanol. Hydrobiol. Stud. 33, 4: 61-72.
- SZELAǳ-WASIELEWSKA E., JONIAK T., MICHAŁKIEWICZ M., DYSARZ T., MAǳRECKA B., 2009. Bakterioplankton of the Warta River in relation to physicochemical parameters and flow rate. Ecohydrol. Hydrobiol. 9, 2-4: 225-236.
- SZYPER H., DANIELAK K., SZELAǳ-WASIELEWSKA E., ROMANOWICZ-BRZOZOWSKA W., PIECHO-
WIAK M., DOMEK P., 2009. Opracowanie końcowe wraz z oceną przydatności podczyszczania wody w osadniku ziemnym. Maszynopis. Aqua Consult, Poznań.
- TUROBOYSKI L., 1979. Hydrobiologia techniczna. PWN, Warszawa.
- Urząd Miasta Poznania. <http://www.poznan.pl/mim/public/wos/scieki.html>.
- WASSEN M.J., PEETERS W.H.M., VENTERING H.O., 2002. Patterns in vegetation, hydrology, and nutrient availability in an undisturbed river floodplain in Poland. Plant Ecol. 165: 27-43.

THE INFLUENCE OF THE CITY OF POZNAŃ ON WATER QUALITY OF THE WARTA RIVER

Summary. In spring and summer 2010, the water pollution of river Warta was analysed at 3 stations located at 12,28 km section of this river. The researches included analyses of 16 physical-chemical (eg. pH, conductivity, nitrogen and phosphorus concentration, oxygen concentration, BOD₅), 8 biological (eg. abundance of heterotrophic bacteria, seston dry mass, chlorophyll *a*, plankton composition) and some hydrological parameters. All analyses were conducted according to an established methodology (Polish Standards and Standard Methods). The results of the study show, that along with river flowing through the Poznań, water pollution increases. The sewage inflow from the catchment area of the basin has significant influence on water quality of the Warta River. The sanitary bacteriological analyses of water indicate an intensive faecal wastes' flow into the river. The concentration of chlorophyll *a*, seston dry mass, and the presence of *Cyanobacteria* confirm the river eutrophication.

Key words: Warta river, pollution, monitoring, microorganisms

Michałkiewicz M., Mądrecka B., Dysarz T., Joniak T., Szelaǳ-Wasielewska E., 2011. Wpływ miasta Poznania na jakość wód rzeki Warty. *Nauka Przyr. Technol.* 5, 5, #89.

Adres do korespondencji – Corresponding address:

Michał Michałkiewicz, Instytut Inżynierii Środowiska, Politechnika Poznańska, ul. Piotrowo 3 A, 60-965 Poznań, Poland, e-mail: Michal.Michalkiewicz@put.poznan.pl

Zaakceptowano do druku – Accepted for print:

13.06.2011

Do cytowania – For citation:

*Michałkiewicz M., Mądrecka B., Dysarz T., Joniak T., Szelaǳ-Wasielewska E., 2011. Wpływ miasta Poznania na jakość wód rzeki Warty. *Nauka Przyr. Technol.* 5, 5, #89.*