

WPŁYW DZIAŁALNOŚCI OŚRODKA ZARYBIENIOWEGO NA JAKOŚĆ WODY DOLNEGO ODCINKA RZEKI WIŚNIÓWKA W LATACH 2005–2009

**Małgorzata BONISŁAWSKA¹⁾, Daniela SZANIAWSKA²⁾,
Magdalena SZMUKAŁA¹⁾, Rafał PENDER³⁾**

¹⁾ Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Zakład Zoologii Wód

²⁾ Akademia Morska w Szczecinie, Zakład Chemii i Inżynierii Środowiska

³⁾ Okręg Polskiego Związku Wędkarskiego w Szczecinie

Słowa kluczowe: monitoring jakości wód, wskaźniki jakości wód powierzchniowych, wylęgarnia ryb

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki badań zmian jakości wody ujściowego odcinka rzeki Wiśniówka w latach 2005–2009 w dwóch punktach – woda dopływająca do wylęgarni ryb i woda poniżej obiektu. Oznaczano wskaźniki ważne w aspekcie życia ryb w warunkach naturalnych, tj. temperaturę, pH, zawiesiny ogólne, zawartość tlenu, BZT₅, ChZT, azot amonowy, azotany (III), fosfor ogólny, żelazo ogólne, a następnie porównywano ich wartości z wymaganiami określonymi w Rozporządzeniu MŚ... [2002] i Rozporządzeniu MŚ... [2008]. Uzyskane wyniki zmian jakości wody rzeki Wiśniówka umożliwiły ocenę oddziaływania ośrodka zarybieniowego na stan czystości tego ciekłu w okresie 5 lat i mogą stanowić niezbędną bazę danych do zaplanowania zintegrowanej technologii uzdatniania i recyklingu wody, wykorzystywanej w wylęgarni ryb.

WSTĘP

Jakość wód powierzchniowych w Polsce, w tym głównie rzek, wciąż jest niezadowalająca. Najnowszy, przeprowadzony w latach 2006–2007, monitoring rzek województwa zachodniopomorskiego wskazuje, że zgodnie z wówczas obowiązują-

jącymi rozporządzeniami, tj. Rozporządzeniem MŚ w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód [2004] oraz Rozporządzeniem MŚ w sprawie wymagań, jakim powinny odpowiadać wody śródlądowe, będące środowiskiem życia ryb w warunkach naturalnych [2002], nie odnotowano wód dobrej i bardzo dobrej jakości – I i II klasy. Przeważały wody III i IV klasy czystości [IOŚ, WIOŚ... 2008]. Wody na żadnym badanym stanowisku pomiarowym nie spełniały wymagań obowiązujących dla wód przeznaczonych do bytowania ryb łososiowatych i karpowatych – na większości stanowisk były przekraczane wartości fosforu ogólnego, azotu azotanowego, jak również azotu amonowego, BZT₅, niezadowolająca była także zawartość tlenu rozpuszczonego [IOŚ, WIOŚ... 2008]. Przyczyną tego stanu są różnego rodzaju zanieczyszczenia. Do wód trafiają zarówno substancje pochodzenia naturalnego (geologicznego, klimatycznego, glebowego, geomorfologicznego, hydrologicznego), jak i zanieczyszczenia spowodowane działalnością człowieka. Główne źródła zanieczyszczeń rzek, wynikających z antropopresji, to: gospodarka, rolnictwo, przemysł, opady atmosferyczne, turystyka, a także chów i hodowla ryb. Na jakość wód w rzekach wpływa zagospodarowanie całej zlewni, a podstawowy wpływ na stan zasobów wody ma jej pobór i wykorzystanie oraz odprowadzanie ścieków.

Wody rzeki Ina, której zlewnię tworzy m.in. rzeka Wiśniówka (obiekt badań) po przeprowadzonym w latach 2006–2007 monitoringu w punkcie poniżej Goleniowa miały IV klasę czystości, a tym samym były to wody nienadające się do bytowania ryb [IOŚ, WIOŚ... 2008]. Rzeka Wiśniówka to II-rzędowy, prawy dopływ Iny. Początek bierze w lesie między Rożnowem a Darzmem i płynie przez powiat goleniowski w województwie zachodniopomorskim, a następnie tuż za Goleniowem wpada do Iny. Na całej długości, wynoszącej ok. 14,4 km, wody tego ciekłu o głębokości 0,2–0,7 m, są narażone na różnego typu zanieczyszczenia (spływy z pól uprawnych, ścieki komunalne, przemysłowe). Rzeka ta przepływa wzdłuż dróg asfaltowych, przez wsie, obszary rolne i tereny miejskie (Goleniów). Przeprowadzona w 2007 r. bonitacja rzeki na dwóch odcinkach (1 – Wiśniówka koło miejscowości Podańsko i Budno; 2 – Wiśniówka przy Ośrodku Zarybieniowo-Hodowlanym w Goleniowie) klasyfikuje ją jako nadającą się do zarybień rybami łososiowatymi. Piaszczysto-żwirowe dno rzeki stanowi idealne podłoże do tworzenia gniazd przez ryby łososiowate, np. troci [KESZKA i in. 2007]. Dzięki Towarzystwu Przyjaciół Rzek Iny i Głowienicy w maju 2010 r. na dolnym odcinku rzeki Wiśniówka, w Goleniowie powstała ścieżka edukacyjna „Okno w oko z łososiem” na tarlisku ryb łososiowatych.

Sezonowe badania jakości wody dolnego odcinka tej rzeki, prowadzone w Zakładzie Sozologii Wód Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie, wskazują na przynależność tych wód w latach 2005–2008 do III klasy czystości według Rozporządzenia MŚ... [2004] i wód pozaklasowych według

Rozporządzenia MŚ... [2002], jak podają BONISŁAWSKA i in. [2008; 2009], SZMUKAŁA i in. [2006].

Celem pracy była ocena oddziaływania ośrodka zarybieniowego na stan czystości wody rzeki Wiśniówka w latach 2005–2009, którą sporządzono na podstawie wyników analiz wybranych wskaźników jakości wody na odcinku zasilającym wylęgarnię ryb i poniżej obiektu.

MIEJSCE I METODY BADAŃ

Badania prowadzono w latach 2005–2009 na dolnym odcinku rzeki Wiśniówka (woj. zachodniopomorskie), zasilającym wylęgarnię ryb, należącą do Ośrodka Zarybieniowo-Hodowlanego w Goleniowie (własność Zarządu Okręgu Polskiego Związku Wędkarskiego w Szczecinie). Woda z rzeki wpływa do wylęgarni przez staw retencyjny o pojemności 7 tys. m³ (czas całkowitej wymiany wody w stawie 60 h). Następnie woda, po wstępnym oczyszczaniu na dwukomorowym filtrze keramzytowym (budynek filtrów), wpływa na aparaty wylęgarnicze: słoje Weissa (52 szt.), aparaty kalifornijskie (15 szt.) lub baseny długostrumieniowe (12 szt.), w których prowadzony jest podchów narybku.

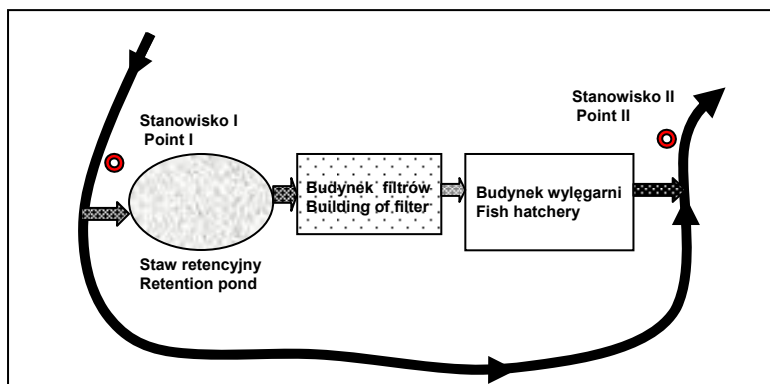
W obiekcie produkuje się materiał zarybieniowy wielu gatunków ryb:

- inkubacja ikry i podchów narybku ryb łososiowatych: pstrąga potokowego, troci wędrowniej i łososia (średnio 130–180 tys. szt. narybku; średnia masa ciała 0,4–2,0 g); od marca do końca czerwca narybek jest dokarmiany (w tym okresie zużywane jest ok. 80–120 kg starterów pstrągowych);
- inkubacja ikry i podchów narybku do stadium wylęgu żerującego: szczupaka, sandacza, miętusa, suma, siei, sielawy, certy, klenia i jazia – łącznie 2–5 mln szt.; ryby te karmione są w okresie III–VI larwami solowca (ilość inkubowanych w tym czasie jaj solowca ok. 4–5 kg).

Do ww. produkcji potrzebne jest 753 m³ wody na dobę [ŻBIKOWSKI 1997].

Szerokość ujściowego odcinka rzeki dopływającego do obiektu zarybieniowego wynosi 2,0–2,3 m, głębokość 0,25 m, prędkość prądu 0,27 m·s⁻¹, zaś dno z nielicznymi zagłębieniami ma charakter piaskowo-żwirowy, co stwarza idealne warunki do bytowania ryb łososiowatych [KESZKA i in. 2007]. Przeprowadzona w 2008 r. ewidencja miejsc tarłowych w Wiśniówce wskazuje na występowanie właśnie w tym miejscu aż 5 gniazd troci – cennego gatunku ryb łososiowatych [TAŃSKI i in. 2008].

Wodę do badań pobierano zgodnie z wymaganiami normy PN-ISO 5667-6: 2003 raz w miesiącu z dwóch wyznaczonych punktów rzeki: stanowisko I – woda dopływająca do wylęgarni (szerokość rzeki ok. 2,30 m, głębokość 0,20 m) i stanowisko II – woda za obiektem (szerokość rzeki ok. 2,60 m, głębokość 0,25 m) – rysunek 1.



Rys. 1. Bieg dolnego odcinka rzeki Wiśniówka wraz z punktami pobierania próbek wody;
źródło: opracowanie własne

Fig. 1. The lower course of the Wiśniówka River with sampling sites I and II;
source: own elaboration

W punktach pobierania próbek wody (rys. 1) dokonywano pomiaru: temperatury, odczynu wody, przewodności elektrolitycznej. Po przewiezieniu próbek do laboratorium przeprowadzono analizy chemiczne, zgodnie z obowiązującymi Polskimi Normami: temperatura – PN-C-04584:1977, odczyn – PN-C-04540-03:1990; zawiesiny ogólne ($\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$) – PN-EN 872:2005, tlen rozpuszczony ($\text{mg O}_2\cdot\text{dm}^{-3}$) – PN-ISO 5813:1997; biochemiczne zapotrzebowanie na tlen po pięciu dobach – BZT₅ ($\text{mg O}_2\cdot\text{dm}^{-3}$) – PN-EN 1899-1:2002; chemiczne zapotrzebowanie na tlen – ChZT_{Mn} ($\text{mg O}_2\cdot\text{dm}^{-3}$) – PN-C-04578-02:1985; chemiczne zapotrzebowanie na tlen – ChZT_{Cr} ($\text{mg O}_2\cdot\text{dm}^{-3}$) – PN-ISO 6060:2006; azot amonowy N-NH₄ ($\text{mg N}\cdot\text{dm}^{-3}$) – PN-ISO 7150-1:2002; azot azotanowy (III) – azotany (III) N-NO₂ ($\text{mg N}\cdot\text{dm}^{-3}$) – PN-C-045760-6:1973; fosfor ogólny ($\text{mg P}\cdot\text{dm}^{-3}$) – PN-EN ISO 6878:2004; przewodność elektrolityczna P ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) – PN-C-04542:1977; zasadowość ogólna ($\text{mg CaCO}_3\cdot\text{dm}^{-3}$) – PN-C-04540-03:1990; zawartość magnezu Mg²⁺ ($\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$) – PN-C-04562-01:1975; wapnia Ca²⁺ ($\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$) – PN-C-04551-01:1981; chlorki Cl⁻ ($\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$) – PN-C-04617-02:1975; żelazo ogólne Fe²⁺³⁺ ($\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$) – PN-ISO 6332:2001.

Analizy i oceny zmian stężenia badanych wskaźników jakości wody dokonywano według wymogów zawartych w dwóch aktualnie obowiązujących rozporządzeniach – Rozporządzenia MŚ... [2002] oraz Rozporządzenia MŚ... [2008].

WYNIKI BADAŃ

Fizyczne wskaźniki jakości wód – nie zaobserwowano wyraźnych zmian średnich wartości rocznych temperatury i odczynu wody pomiędzy stanowiskami I i II, które według Rozporządzenia MŚ... [2002] spełniały wymogi do bytowania

ryb łososiowatych, zaś według Rozporządzenia MŚ... [2008] były to wody klasy I (tab. 1, 2).

Tabela 1. Wymogi zawarte w z Rozporządzeniach MŚ... [2002; 2008]

Table 1. Standards from the Decrees of the Ministry of Environment [Rozporządzenie MŚ... 2002; 2008]

Parametr Parameter	Wymagania Requirements				
	ryby fishes		klasa class		
	łososiowate salmonids	karpionowate cyprinids	I	II	III–V
Temperatura, °C Temperature, °C	<21,5	<28,0	≤22	24	
pH		6,0–9,0	6,0–8,5	6,0–9,0	
Zawiesiny, mg·dm ⁻³ Suspended solids, mg·dm ⁻³		<25	≤25	50	wartości granicznych nie ustala się critical values are not established
Tlen rozpuszczony, mg O ₂ ·dm ⁻³ Dissolved oxygen (DO), mg O ₂ ·dm ⁻³	≥7	≥5	≥7	5	
BZT ₅ BOD ₅ , mg O ₂ ·dm ⁻³	<3	<6	≤3	6	
ChZT _{Mn} COD _{Mn} , mg O ₂ ·dm ⁻³		–	≤6	≤12	
ChZT _{Cr} COD _{Cr} , mg O ₂ ·dm ⁻³		–	≤10	≤20	
Azot amonowy (N-NH ₄), mg N·dm ⁻³ Ammonium nitrogen (N-NH ₄), mg N·dm ⁻³		<0,78	≤0,78	1,56	
Azot azotynowy (N-NO ₂), mg N·dm ⁻³ Nitrite nitrogen (N-NO ₂), mg N·dm ⁻³	<0,01	0,03	–	–	
Fosfor ogólny (P _{og}), mg P·dm ⁻³ Total phosphorus, mg P·dm ⁻³	<0,2	0,4	≤0,2	0,4	
Przewodność elektrolityczna, μS·cm ⁻¹ Electrolytic conductivity, μS·cm ⁻¹		–	≤1000	1500	
Zasadowość, mg CaCO ₃ ·dm ⁻³ Alkalinity, mg CaCO ₃ ·dm ⁻³		–	–	–	
Wapń (Ca), mg·dm ⁻³ Calcium (Ca), mg·dm ⁻³		–	≤100	200	
Magnez (Mg), mg·dm ⁻³ Magnesium (Mg), mg·dm ⁻³		–	≤50	100	
Chlorki (Cl), mg·dm ⁻³ Chlorides (Cl), mg·dm ⁻³		–	≤200	300	
Żelazo ogólne (Fe ²⁺ , Fe ³⁺), mg·dm ⁻³ Total iron (Fe ²⁺ , Fe ³⁺), mg·dm ⁻³		–	–	–	

Źródło: Rozporządzenie MŚ... [2002; 2008]. Source: Rozporządzenie MŚ... [2002; 2008].

Zawiesiny ogólne – najmniejsze ich wartości w wodzie odnotowano w latach 2008–2009. W tym okresie zarówno na stanowisku I, jak i II średnie roczne wartości tego wskaźnika w porównaniu z latami 2005–2007 zmalały dwu-trzykrotnie i były to wówczas wody odpowiednie do bytowania ryb łososiowatych [Rozporzą-

Tabela 2. Średnie roczne wartości wskaźników fizycznych dolnego odcinka rzeki Wiśniówka; stanowisko I i stanowisko II w latach 2005–2009

Table 2. Mean annual values of temperature, pH and SS in lower part of the Wiśniówka River in 2005–2009 at sampling sites I and II

Lata Years	Temperatura Temperature °C		Wartość pH pH value		Zawiesiny Suspended solid mg·dm ⁻³	
	$\frac{x}{\text{min.}-\text{max.}}$	<i>SD</i>	$\frac{x}{\text{min.}-\text{max.}}$	<i>SD</i>	$\frac{x}{\text{min.}-\text{max.}}$	<i>SD</i>
Stanowisko I Site I						
2005	$\frac{8,8}{2,5-17,4}$	5,27	$\frac{7,60}{7,54-8,86}$	0,59	$\frac{51}{15-160}$	51,07
2006	$\frac{8,6}{0,5-16,9}$	5,18	$\frac{7,70}{7,05-8,15}$	0,32	$\frac{54}{10-170}$	52,48
2007	$\frac{9,5}{4,5-17,5}$	3,98	$\frac{7,56}{6,83-8,15}$	0,46	$\frac{29}{4-80}$	23,59
2008	$\frac{9,0}{3,5-16,8}$	3,52	$\frac{7,66}{6,50-7,85}$	0,52	$\frac{18}{6-48}$	17,66
2009	$\frac{9,1}{2,0-16,6}$	4,56	$\frac{7,71}{7,23-8,05}$	0,28	$\frac{17}{6-29}$	11,22
Stanowisko II Site II						
2005	$\frac{8,7}{2,8-17,5}$	5,34	$\frac{8,27}{7,60-8,77}$	0,33	$\frac{48}{15-160}$	27,68
2006	$\frac{8,7}{2,2-12,0}$	5,19	$\frac{7,83}{7,25-8,24}$	0,23	$\frac{59}{10-150}$	65,84
2007	$\frac{10,0}{4,8-17,0}$	4,07	$\frac{7,54}{6,85-8,80}$	0,57	$\frac{22}{4-75}$	20,04
2008	$\frac{9,0}{3,3-17,2}$	3,42	$\frac{7,63}{6,46-7,93}$	0,40	$\frac{16}{4-28}$	10,81
2009	$\frac{9,2}{2,1-16,0}$	4,27	$\frac{7,61}{7,33-8,01}$	0,31	$\frac{14}{4-55}$	16,92

Objaśnienia: nad kreską podano wartości średnie, pod – zakres; *SD* – odchylenie standardowe.

Explanations: over the line – annual mean, under – range; *SD* – standard deviation.

Źródło: wyniki własne. Source: own studies.

dzenie MŚ... 2002] i I klasy czystości [Rozporządzenie MŚ... 2008] (tab. 1, 2). Stwierdzone duże odchylenia standardowe wartości średnich rocznych tego wskaźnika świadczą o bardzo zróżnicowanej zawartości zawiesin w ciągu każdego roku (tab. 2).

Wskaźniki tlenowe. Średnia roczna zawartość tlenu rozpuszczonego w wodzie dolnego odcinka rzeki Wiśniówka (punkt I i II) była zawsze na wysokim poziomie, zapewniającym korzystne warunki do bytowania ryb [Rozporządzenie MŚ... 2002] i spełniające wymogi I klasy czystości [Rozporządzenie MŚ... 2008] (tab. 1, 3).

Tak dobrą sytuację należy tłumaczyć głównie procesem dyfuzji tlenu do wody na tym płytkim odcinku Wiśniówki.

Tabela 3. Średnie roczne wartości wskaźników tlenowych wody ($\text{mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$) dolnego odcinka rzeki Wiśniówka; stanowiska I i II w latach 2005–2009

Table 3. Dissolved oxygen, BOD₅ and COD_{Mn, Cr} in water of lower part of the Wiśniówka River in 2005–2009; sampling sites I and II

Lata Years	Tlen rozpuszczony Dissolved oxygen		BZT ₅ BOD ₅		ChZT ¹⁾ COD ¹⁾	
	$\frac{x}{\text{min.} - \text{max.}}$	SD	$\frac{x}{\text{min.} - \text{max.}}$	SD	$\frac{x}{\text{min.} - \text{max.}}$	SD
Stanowisko I Site I						
2005	$\frac{8,96}{7,20-10,43}$	1,17	$\frac{2,17}{1,04-3,01}$	0,65	$\frac{9,78}{5,33-17,93}$	4,01
2006	$\frac{10,01}{7,52-3,04}$	2,00	$\frac{2,75}{0,56-8,08}$	1,74	$\frac{9,61}{5,10-14,20}$	2,77
2007	$\frac{8,44}{6,56-10,18}$	1,12	$\frac{2,52}{0,50-7,12}$	1,79	$\frac{14,37}{6,30-26,80}$	6,14
2008	$\frac{9,56}{7,50-11,20}$	0,98	$\frac{2,86}{1,04-4,80}$	0,64	$\frac{15,32}{12,00-26,50}$	5,86
2009	$\frac{9,07}{7,50-12,51}$	1,22	$\frac{3,00}{1,33-5,57}$	1,35	$\frac{24,41}{12,00-30,50}$	6,22
Stanowisko II Site II						
2005	$\frac{9,62}{6,40-10,88}$	1,42	$\frac{3,16}{1,92-3,84}$	0,81	$\frac{11,68}{6,30-17,05}$	3,80
2006	$\frac{9,87}{7,28-13,76}$	1,98	$\frac{3,25}{1,12-8,78}$	1,83	$\frac{9,30}{5,40-13,40}$	2,51
2007	$\frac{8,57}{6,80-10,24}$	1,11	$\frac{3,05}{0,8-6,58}$	1,83	$\frac{14,08}{3,30-24,50}$	6,25
2008	$\frac{9,45}{7,40-12,64}$	1,00	$\frac{2,79}{1,10-4,80}$	0,63	$\frac{15,72}{17,00-28,0}$	6,64
2009	$\frac{9,10}{8,40-11,72}$	1,07	$\frac{3,23}{1,03-5,81}$	1,71	$\frac{29,64}{13,00-40,30}$	7,94

¹⁾ W latach 2005–2008 oznaczane metodą nadmanganianową, w 2009 – metodą chromianową.

¹⁾ In the years 2005–2008 – determined with the permanganate method; in 2009 – determined with the dichromate method.

Objaśnienia, jak pod tabelą 2. Explanations as in Table 2.

Źródło: wyniki własne. Source: own studies.

Średnie roczne wartości BZT₅ – wskaźnika określającego obciążenie wody łątwo rozkładalnymi substancjami organicznymi – również są zadowalające (tab. 3) – stanowisko I – wody odpowiadające bytowaniu ryb łososiowatych, a tym samym I klasa czystości wód, stanowisko II – zwiększone wartości – nieco ponad 3 $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ w latach 2005–2007 i 2009 – wody odpowiadające bytowaniu ryb karpowatych, II klasa czystości (tab. 1, 3) [Rozporządzenie MŚ... 2002; 2008]. Dodatkowo zaobserwowano duże wartości maksymalne BZT₅ w poszczególnych latach zarówno na stanowisku I, jak i II (tab. 3).

Kolejny wskaźnik tlenowy to ChZT, oznaczany metodą nadmanganinową (tzw. utlenialność), której średnie roczne wartości w okresie 2005–2008 zwiększały się i przekraczały dopuszczalne wymogi dla II klasy czystości wód według Rozporządzenia MŚ... [2008] (tab. 1, 3). Sytuacja nie uległa zmianie w 2009 r., gdy parametr ten oznaczano metodą chromianową.

Wskaźniki biogenne. Średnia roczna zawartość azotu amonowego w wodzie dolnego odcinka rzeki Wiśniówka na stanowiskach I i II mieściła się w granicach 0,087–0,198 mg N·dm⁻³ – wody przeznaczone do bytowania ryb łososiowatych, I klasy czystości [Rozporządzenie MŚ... 2002; 2008] (tab. 1, 4).

W przypadku azotanów (III) średnia roczna wartość tego ważnego w aspekcie życia ryb wskaźnika, która wynosi dla mniej wrażliwych na zanieczyszczenia ryb karpionatych do 0,03 mg N·dm⁻³ (tab. 1) [Rozporządzenie MŚ... 2002], w anali-

Tabela 4. Średnie roczne wartości wskaźników: azot amonowy, azotynowy i fosfor ogólny – wody dolnego odcinka rzeki Wiśniówka; stanowiska I i II w latach 2005–2009

Table 4. Mean annual concentrations of ammonium nitrogen, nitrite nitrogen and total phosphorus in lower part of the Wiśniówka River in 2005–2009; sampling sites I and II

Lata Years	N-NH ₄ , mg N·dm ⁻³		N-NO ₂ , mg N·dm ⁻³		Pog, mg P·dm ⁻³	
	$\frac{x}{\text{min.}-\text{max.}}$	SD	$\frac{x}{\text{min.}-\text{max.}}$	SD	$\frac{x}{\text{min.}-\text{max.}}$	SD
Stanowisko I Site I						
2005	$\frac{0,164}{0,047-0,400}$	0,067	$\frac{0,043}{0,026-0,086}$	0,016	$\frac{0,396}{0,165-0,663}$	0,139
2006	$\frac{0,117}{0,046-0,235}$	0,055	$\frac{0,039}{0,019-0,068}$	0,013	$\frac{0,401}{0,133-0,617}$	0,133
2007	$\frac{0,114}{0,051-0,236}$	0,072	$\frac{0,047}{0,020-0,071}$	0,017	$\frac{0,370}{0,243-0,622}$	0,106
2008	$\frac{0,087}{0,051-0,127}$	0,034	$\frac{0,036}{0,020-0,059}$	0,015	$\frac{0,345}{0,220-0,584}$	0,122
2009	$\frac{0,090}{0,032-0,271}$	0,084	$\frac{0,033}{0,020-0,051}$	0,011	$\frac{0,304}{0,211-0,353}$	0,046
Stanowisko II Site II						
2005	$\frac{0,141}{0,040-0,326}$	0,088	$\frac{0,038}{0,018-0,065}$	0,020	$\frac{0,354}{0,168-0,532}$	0,170
2006	$\frac{0,107}{0,041-0,245}$	0,058	$\frac{0,041}{0,021-0,115}$	0,019	$\frac{0,369}{0,130-0,600}$	0,117
2007	$\frac{0,198}{0,062-0,702}$	0,017	$\frac{0,048}{0,028-0,068}$	0,013	$\frac{0,347}{0,224-0,437}$	0,082
2008	$\frac{0,155}{0,049-0,483}$	0,185	$\frac{0,035}{0,018-0,058}$	0,151	$\frac{0,350}{0,238-0,519}$	0,109
2009	$\frac{0,092}{0,024-0,221}$	0,079	$\frac{0,029}{0,019-0,053}$	0,011	$\frac{0,287}{0,210-0,321}$	0,040

Objaśnienia, jak pod tabelą 2. Explanations as in Table 2.

Źródło: wyniki własne. Source: own studies.

zowanym okresie była przekroczona na obu stanowiskach (wyjątek stanowisko II w 2009 r.) (tab. 4).

Średnie roczne zawartości fosforu ogólnego spełniały wymogi dla wód będących środowiskiem życia ryb karpiowatych w warunkach naturalnych [Rozporządzenie MŚ... 2002], zaś zgodnie z Rozporządzeniem MŚ... [2008] – były to wody II klasy czystości (tab. 1, 4). Jednakże w latach 2005–2008 stwierdzono zwiększone zawartości maksymalne, przekraczające wartość dopuszczalną – $0,4 \text{ mg P} \cdot \text{dm}^{-3}$ (tab. 1, 4).

Wskaźniki zasolenia. Przewodność elektrolityczna wskazuje głównie na zanieczyszczenie wód związkami mineralnymi (ilość rozpuszczonych w wodzie soli), a także w niewielkim stopniu na zanieczyszczenie związkami organicznymi [DOJLIDO 1995]. Średnia roczna wartość tego wskaźnika w badanym okresie na obu stanowiskach wynosiła od 627 do $817 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$, zaś duże odchylenie standardowe od średniej z każdego roku wskazuje na duże zróżnicowanie wartości tego wskaźnika w ciągu 12 miesięcy. W świetle Rozporządzenia MŚ... [2008], ze względu na przewodność, są to wody czyste – I klasy (tab. 1, 5).

Zasadowość (zawartość w wodzie związków zasadowych) [HERMANOWICZ i in. 1999] w wodzie dolnego odcinka rzeki Wiśniówka (stanowisko I i II) w latach 2005–2009 wynosiła od $189,3$ do $223,9 \text{ mg CaCO}_3 \cdot \text{dm}^{-3}$ (tab. 1, 5). W wodach powierzchniowych zasadowość wywołwana jest głównie obecnością wodorowęglanów, węglanów wapnia i magnezu.

Stężenie chlorków w wodzie na dwóch stanowiskach było niewielkie i nie przekraczało $200 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$, a tym samym zgodnie z Rozporządzeniem MŚ... [2008] spełniało wymogi dla klasy I. Dwa ostatnie ważne wskaźniki zasolenia to wapń i magnez. W wodach naturalnych stężenie magnezu jest niewielkie ($\leq 100 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$), czterokrotnie mniejsze od stężenia wapnia. W nielicznych przypadkach magnez może dostać się do wód wraz ze ściekami przemysłowymi [HERMANOWICZ i in. 1999]. Uzyskane wyniki pięcioletnich badań wskazują na niewielkie średnie roczne zawartości magnezu w wodach ujściowego odcinka badanej rzeki – I klasa wg Rozporządzenia MŚ... [2008] (tab. 1, 5).

Średnia roczna zawartość wapnia kwalifikowała wody tej rzeki na badanym odcinku do I i II klasy czystości wód (tab. 1, 5). Wartości maksymalne wapnia, wynoszące ponad $200 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ w latach 2005 i 2007 na obu stanowiskach (III–V klasa czystości – tab. 1), wskazują na okresowe pogorszenie jakości wody.

Średnie roczne stężenie **żelaza** w wodzie ujściowego odcinka badanej rzeki wynosiło na stanowisku I od $0,281$ do $0,423 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$, zaś na stanowisku II od $0,193$ do $0,389 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ (tab. 5). Stwierdzone podczas analizy duże odchylenie standardowe, a także duże różnice w wartościach minimalnych i maksymalnych wskazują na zróżnicowane stężenie tego metalu w badanej wodzie w ciągu roku (tab. 5). W 2008 r. stężenie maksymalne zarówno na stanowisku I, jak i II przekraczało ustaloną dopuszczalną wartość, wynoszącą ponad $0,9 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$, gdy pH wody wynosi $7,5$ (tab. 5) [SZCZERBOWSKI i in. 1993].

Tabela 5. Średnie roczne wartości wskaźników zasolenia wody i żelaza ogólnego dolnego odcinka rzeki Wiśniówka: stanowiska I i II w latach 2005–2009**Table 5.** Mean annual water salinity and concentrations of total iron in lower part of the Wiśniówka River in 2005–2009; sampling sites I and II

Lata Years	Przewodność Conductivity $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$		Zasadowość Alkalinity $\text{mg CaCO}_3\cdot\text{dm}^{-3}$		Chlorki Chlorides $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$		Mg^{2+} $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$		Ca^{2+} $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$		$\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}$ $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	
	$\frac{x}{\text{min.}-\text{max.}}$	<i>SD</i>	$\frac{x}{\text{min.}-\text{max.}}$	<i>SD</i>	$\frac{x}{\text{min.}-\text{max.}}$	<i>SD</i>	$\frac{x}{\text{min.}-\text{max.}}$	<i>SD</i>	$\frac{x}{\text{min.}-\text{max.}}$	<i>SD</i>	$\frac{x}{\text{min.}-\text{max.}}$	<i>SD</i>
Stanowisko I Site I												
2005	$\frac{627}{310-943}$	270,43	$\frac{209,0}{123,3-248,3}$	34,71	$\frac{30,69}{28,4-35,34}$	2,44	$\frac{50,74}{12,76-74,52}$	19,14	$\frac{197,63}{136,40-220,00}$	21,30	$\frac{0,281}{0,082-0,573}$	0,147
2006	$\frac{817}{554-1031}$	130,57	$\frac{223,9}{198,3-237,5}$	10,86	$\frac{39,45}{26,60-59,17}$	13,87	$\frac{19,78}{4,25-41,01}$	10,60	$\frac{108,11}{92,38-131,19}$	13,11	$\frac{0,423}{0,114-0,970}$	0,336
2007	$\frac{698}{436-923}$	140,42	$\frac{216,6}{132,5-247,5}$	39,58	$\frac{35,94}{24,85-69,2}$	12,16	$\frac{36,81}{8,55-59,50}$	19,36	$\frac{158,31}{82,03-216,20}$	53,58	$\frac{0,318}{0,090-0,536}$	0,125
2008	$\frac{670}{510-790}$	100,34	$\frac{211,0}{180,0-232,0}$	20,35	$\frac{30,53}{18,20-48,05}$	4,48	$\frac{21,49}{18,20-28,55}$	4,88	$\frac{94,83}{81,36-127,00}$	7,96	$\frac{0,336}{0,251-1,538}$	0,222
2009	$\frac{695}{539-881}$	136,18	$\frac{189,3}{100,0-225,0}$	3,82	$\frac{32,01}{26,63-39,01}$	4,15	$\frac{23,91}{17,90-22,00}$	7,54	$\frac{121,17}{93,10-197,30}$	3,62	$\frac{0,297}{0,161-0,660}$	0,157
Stanowisko II Site II												
2005	$\frac{688}{315-1003}$	238,71	$\frac{196,9}{116,7-228,3}$	35,33	$\frac{31,16}{29,3-34,2}$	2,32	$\frac{54,93}{17,62-159,40}$	45,68	$\frac{193,43}{146,60-220,00}$	27,45	$\frac{0,193}{0,090-0,395}$	0,132
2006	$\frac{807}{531-996}$	119,09	$\frac{215,0}{180,0-243,3}$	18,43	$\frac{40,93}{28,40-52,07}$	14,28	$\frac{22,26}{7,53-50,16}$	14,77	$\frac{107,41}{88,30-131,20}$	15,25	$\frac{0,246}{0,111-0,452}$	0,296
2007	$\frac{714}{539-935}$	137,99	$\frac{215,2}{134,0-260,0}$	37,72	$\frac{41,42}{28,4-67,5}$	11,19	$\frac{37,63}{9,72-60,50}$	12,16	$\frac{157,22}{78,95-215,00}$	55,47	$\frac{0,269}{0,060-0,436}$	0,098
2008	$\frac{710}{512-794}$	106,79	$\frac{209,5}{180,0-230,0}$	18,74	$\frac{32,73}{18,23-39,05}$	6,38	$\frac{22,86}{18,33-32,10}$	3,37	$\frac{94,21}{80,96-112,00}$	7,88	$\frac{0,389}{0,220-1,323}$	0,504
2009	$\frac{685}{567-799}$	100,03	$\frac{192,3}{165,3-217,5}$	6,03	$\frac{33,05}{28,4-42,60}$	4,45	$\frac{25,41}{18,30-35,00}$	7,51	$\frac{123,52}{92,50-200,00}$	2,88	$\frac{0,307}{0,186-0,571}$	0,154

Objaśnienia, jak pod tabelą 2. Explanations as in Table 2.

Źródło: wyniki własne. Source: own studies.

DYSKUSJA WYNIKÓW

Analiza wskaźników jakości wody zasilającej i opuszczającej wylęgarnię ryb wskazuje na przekroczenia wartości dopuszczalnych podanych w Rozporządzeniach MŚ... [2002; 2008] tylko w przypadku 4 z 15 badanych wskaźników: zawiesin ogólnych, $\text{ChZT}_{\text{Mn,Cr}}$ oraz azotanów (III) i fosforu ogólnego.

Uzyskana podczas badań średnia roczna zawartość zawiesin ponad $25 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ jest niebezpieczna, gdyż zawiesiny, czyli substancje pochodzenia naturalnego, zanieczyszczenia pływające lub zawieszane w toni, mogą osadzać się na dnie cieku i powodować zakłócenia w bytowaniu zespołów organizmów dennych. W przypadku tarlisk bardzo cennych ryb łososiowatych osadzająca się zawiesina może być przyczyną zamulania ikry, co wiąże się z ograniczeniem dostępu tlenu. W takich warunkach zwiększa się śmiertelność zarodków w jajach, a także zmniejsza się ilość wylęgniętych larw [KEMPIŃSKA 1969; NEWCOMBE, JENSEN 1996].

Pojawiające się zwiększone wartości maksymalne BZT_5 oraz średnie roczne wartości ChZT_{Mn} i ChZT_{Cr} na badanym odcinku rzeki zarówno przed obiektem wylęgarniczym, jak i za nim, mogą być spowodowane wprowadzaniem dużej ilości zanieczyszczeń do wody np. ścieków miejskich (które mogły się dostawać do wody z powodu nieuregulowanej gospodarki wodno-ściekowej w Goleniowie w okolicach badanych punktów). Efektem tego typu zanieczyszczeń może być również zwiększona zawartość wskaźników biogennych, tj. fosforu ogólnego (wartości maksymalne) i azotanów (III) w wodzie (wartości średnie roczne). Zwiększone stężenie N-NO_2^- może powodować: pogorszenie stanu zdrowia ryb, obniżenie płodności względnej, zmniejszenie objętości nasienia, mniejszy procent dojrzałych oocytów w jajnikach, zmniejszenie stosunku masy ikry do masy ciała oraz zmniejszenie stopnia przeżywalności ryb [KORWIN-KOSSAKOWSKI i in. 1995; SZCZERBOWSKI i in. 1993]. Podczas inkubacji ikry ryb karpowatych, a także łososiowatych w Ośrodku Zarybieniowo-Hodowlanym w Goleniowie w latach 2005–2009 nie zaobserwowano jednak ww. objawów oddziaływania zwiększonego stężenia tego składnika.

Odnotowane w 2008 r. zwiększone stężenie żelaza (stanowisko I i II – ponad $0,9 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$) w wodzie rzeki Wiśniówka może być spowodowana istnieniem przez długie lata nad rzeką powyżej badanych punktów zakładów metalowych, zajmujących się m.in. produkcją siatek do ogrodzeń oraz farb. Nieznacznie większe stężenie żelaza na stanowisku II (woda za obiektem) można tłumaczyć wtórnym zanieczyszczeniem wody w wylęgarni (nie modernizowany systemem rur doprowadzających wodę, stalowa konstrukcja, na której osadzony jest filtr). Podobnie jak w przypadku zwiększonych wartości ww. wskaźników, stężenie tego metalu w wodzie nie zakłóciło prawidłowego procesu produkcji materiału zarybieniowego w wylęgarni.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Jak wynika z przeprowadzonych badań działalność niewielkiej wylęgarni ryb w Goleniowie, zasilanej wodami dolnego odcinka rzeki Wiśniówka, funkcjonującej na otwartym obiegu wody, nie wpływała na jakość wody w cieku. Powstające zanieczyszczenia podczas inkubacji ikry i podchowu wylęgu, takie jak: produkty przemiany materii, enzym wyklucia, osłonki jajowe, środki lecznicze i dezynfekcyjne (stosowane do pielęgnacji ikry i wylęgu), a także resztki paszy, nie powodowały pogarszania się czystości wody na odcinku poniżej obiektu. Szczegółowe analizy wartości wskaźników jakości wody w badanym okresie i ocena stanu czystości dokonana na podstawie dwóch Rozporządzeń MŚ... [2002; 2008] umożliwiła wysnucie niżej podanych wniosków.

1. Zwiększone wartości czterech wskaźników jakości wody (zawiesiny ogólne, ChZT, azotany (III), fosfor ogólny), dopływającej do wylęgarni i wody poniżej obiektu mogą być spowodowane zrzutami ścieków gospodarczych i bytowych, bliskością zakładów przemysłowych, a także spływami ze zlewni i terenów rolnych.

2. Pojawiające się zanieczyszczenia w wodzie zasilającej ośrodek zarybieniowy nie zakłócają procesu produkcji materiału zarybieniowego, co można tłumaczyć przystosowaniem się ryb do zmieniających się warunków środowiskowych, panujących od kilku lat.

3. Troska o zasoby środowiska – wodę, wskazuje na potrzebę modernizacji wylęgarni, poprzez zastosowanie zamkniętego obiegu z uzdatnianiem wody zasilającej i oczyszczaniem wody opuszczającej obiekt, co umożliwi dużą oszczędność wody, a także ograniczy wpływ czynników zewnętrznych na produkcję materiału zarybieniowego.

4. Zaobserwowane w latach 2006–2008 zwiększenie stężenia żelaza ogólnego w wodach badanego odcinka rzeki, głównie na stanowisku II, wskazuje na pojawiające się zanieczyszczenia, jednakże średnie wartości tego parametru w wodach rzeki Wiśniówka na dwóch stanowiskach nie przekraczają bezpiecznego stężenia dla ryb – $0,9 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ (pH wody równe 7,5).

LITERATURA

- BONISŁAWSKA M., MAŁECKA K., MATUSIEWICZ J., SZMUKAŁA M., SZANIAWSKA D., PENDER R. 2009. Ocena wpływu działalności Wylęgarni Ryb w Goleniowie na jakość wód ujściowego odcinka rzeki Wiśniówki. W: Rozród, podchow, profilaktyka ryb łososiowatych i innych gatunków. Pr. zbior. Red. Z. Zakęś, K. Demśka-Zakęś, A. Kowalska, D. Ulikowski. Olsztyn. Wydaw. IRŚ s. 349–356.
- BONISŁAWSKA M., SZMUKAŁA M., SZANIAWSKA D. 2008. Sezonowe zmiany jakości wód ujściowego odcinka rzeki Wiśniówki. Przemysł Chemiczny. T. 87/5 s. 416–418.
- DOJLIDO J. 1995. Chemia wód powierzchniowych. Białystok. Wydaw. Ekonomia i Środowisko ss. 342.

- HERMANOWICZ W., DOŻAŃSKA W., DOJLIDO J., KOZIOROWSKA B. 1999. Fizyczno-chemiczne badanie wody i ścieków. Warszawa. Arkady ss. 556.
- IOŚ, WIOŚ Szczecin 2008. Raport o stanie środowiska w województwie zachodniopomorskim w latach 2006–2007. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Szczecin ss. 246.
- KEMPIŃSKA H. 1969. Zamulenie ikry jako czynnik limitujący naturalny rozród *Coregonus generosus* Peters. Zeszyty Naukowe SGGW. Ser. Zootechnika. Nr 7. Rybactwo. Nr 3 s. 31–37.
- KESZKA S., RACZYŃKI M., TAŃSKI A. 2007. Bonitacja głównego koryta Iny i pozostałych dopływów – II etap. Szczecin. Wydaw. AR ss. 75.
- KORWIN-KOSSAKOWSKI M., MYSZKOWSKI L., KAZUŃ K. 1995. Acute toxicite of nitrite to tench (*Tinca tinca* L.) larvae. Polskie Archiwum Hydrobiologii. Vol. 42 s. 213–216.
- NEWCOMBE C.P., JENSEN J.O.T. 1996. Channel suspended sediment and fisheries: a synthesis for quantitative assessment of risk and impact. The North American Journal Fisheries Management. Vol. 16 iss. 4 s. 693–727.
- PN-C-045760-6:1973. Woda i ścieki. Badania zawartości związków azotu. Oznaczanie azotu azotowego metodą kolorymetryczną z kwasem sulfanilowym i 1-naftyloaminą.
- PN-C-04617-02:1975. Woda i ścieki. Badania zawartości chlorków. Oznaczanie chlorków w wodzie i ściekach metodą argentometrycznego miareczkowania.
- PN-C-04562-01:1975. Woda i ścieki. Badania zawartości magnezu. Oznaczanie magnezu metodą wersenianową.
- PN-C-04542:1977. Woda i ścieki. Oznaczanie przewodności elektrolitycznej właściwej.
- PN-C-04584:1977. Woda i ścieki. Pomiar temperatury.
- PN-C-04551-01:1981. Woda i ścieki. Badania zawartości wapnia. Oznaczanie wapnia powyżej 10 mg·dm⁻³ metodą wersenianową.
- PN-C-04578-02:1985. Woda i ścieki. Badania zapotrzebowania tlenu i zawartości węgla organicznego. Oznaczanie chemicznego zapotrzebowania tlenu (ChZT) metodą nadmanganianową.
- PN-C-04540-03:1990. Woda i ścieki. Badania pH, kwasowości i zasadowości. Oznaczanie kwasowości i zasadowości mineralnej i ogólnej metodą miareczkowania wobec wskaźników.
- PN-ISO 5813:1997. Jakość wody. Oznaczanie tlenu rozpuszczonego. Metoda jodometryczna.
- PN-ISO 6332:2001. Jakość wody. Oznaczanie żelaza. Metoda spektrometryczna z 1,10–fenantroliną.
- PN-EN 1899-1:2002. Jakość wody. Oznaczanie biochemicznego zapotrzebowania tlenu po n dniach (BZTn). Część 1: Metoda rozcieńczania i szczepienia z dodatkiem alliliotiomocznika.
- PN-ISO 7150-1:2002. Jakość wody. Oznaczanie azotu amonowego. Manualna metoda spektrometryczna.
- PN-ISO 5667-6:2003. Jakość wody. Pobieranie próbek. Część 6: Wytyczne dotyczące pobierania próbek z rzek i strumieni.
- PN-EN ISO 6878:2004. Jakość wody. Oznaczanie fosforu. Metoda spektrometryczna z molibdenianem amonu.
- PN-EN 872:2005. Jakość wody. Oznaczanie zawiesin. Metoda z zastosowaniem filtracji przez sączki z włókna szklanego.
- PN-ISO 6060:2006. Jakość wody. Oznaczanie chemicznego zapotrzebowania tlenu.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 4 października 2002 r. w sprawie wymagań, jakim powinny odpowiadać wody śródlądowe będące środowiskiem życia ryb w warunkach naturalnych. Dz. U. nr 176 poz. 1455.
- 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.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 sierpnia 2008 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych. Dz. U. nr 162 poz. 1008.
- SZCZERBOWSKI J., ZDANOWSKI B., KRÜGER A., DEMBIŃSKI W., GORYCZKO K., LOSSOW K., BARTEL R., STUDNICKA M., ZAMOJSKI J. 1993. Rybactwo śródlądowe. Olsztyn. Wydaw. IRŚ ss. 567.

- SZMUKAŁA M., BONISŁAWSKA M., SZANIAWSKA D., PENDER R., SZYSZ J. 2006. Charakterystyka wybranych wskaźników jakości wód rzeki Wiśniówki dopływającej do wylęgarni ryb przy Ośrodku Zarybieniowym w Goleniowie. W: Rozród, podchow, profilaktyka ryb karpiowatych i innych gatunków. Pr. zbior. Red. Z. Zakęś, K. Demśka-Zakęś, J. Wolnicki. Olsztyn. Wydaw. IRŚ s. 359–372.
- TAŃSKI A., FORMICKI K., BONISŁAWSKA M., KORZELECKA-ORKISZ A., WINNICKI A. 2008. Możliwość wspomagania naturalnego rozrodu łososa atlantyckiego (*Salmo salar* L.) i troci wędrowej (*Salmo trutta m. trutta* L.) w zlewni rzeki Iny. W: Biotechnologia w akwakulturze. Pr. zbior. Red. Z. Zakęś, J. Wolnicki, K. Demśka-Zakęś, R. Kamiński, D. Ulikowski. Olsztyn. Wydaw. IRŚ s. 173–180.
- TRZEBIATOWSKI R., CHEŁKOWSKI Z., FILIPIAK J., KLIK R., WYDROWSKI P. 1984. Bonitacja wybranych cieków Pomorza Zachodniego (Ina). Maszynopis. Szczecin. Wydaw. AR. ss. 126.
- ŻBIKOWSKI M. 1997. Operat wodno-prawny 1 „Wylęgarnia ryb” przy Ośrodku Zarybieniowym w Goleniowie. Szczecin. Zarząd Okręgu PZW. Maszynopis ss. 32.

Małgorzata BONISŁAWSKA, Daniela SZANIAWSKA, Magdalena SZMUKAŁA, Rafał PENDER

**THE EFFECT OF FISH HATCHERY
ON WATER QUALITY IN THE LOWER STRETCH OF THE WIŚNIÓWKA RIVER
IN THE YEARS 2005–2009**

Key words: fish hatchery, water quality indicators, water quality monitoring

S u m m a r y

Water quality at the mouth of the Wiśniówka River was analysed between 2005 and 2009 at two sampling sites: at the inlet to (I) and at the outlet from (II) fish hatchery. Water quality indicators important for fish in natural conditions, i.e.: temperature, pH, suspended solids, dissolved oxygen, BOD₅, COD_{Mn,Cr}, total phosphorous, ammonium nitrogen, nitrate nitrogen, and total iron were determined. Obtained results were compared with standards given in the Decrees of the Polish Ministry of Environment of 4.10.2002 and 20.08.2008. The aim of the study was: evaluation of 5-year changes of water quality and building a database for the development of integrated technology for water treatment and recycling at a fish hatchery.

Recenzenci:

prof. dr hab. Józef Mosiej

prof. dr hab. Andrzej Sapek

Praca wpłynęła do Redakcji 20.09.2010 r.