

Mirosław Wiatkowski

**WYNIKI BADAŃ JAKOŚCI WODY DOPŁYWAJĄCEJ
I ODPLYWAJĄCEJ Z MAŁEGO ZBIORNIKA WODNEGO
MŁYNY NA RZECE JULIANPOLKA**

***QUALITY STUDY RESULTS OF WATER INFLOWING AND
OUTFLOWING FROM SMALL WATER RESERVOIR MŁYNY
ON RIVER JULIANPOLKA***

Streszczenie

Praca dotyczy małego zaporowego zbiornika wodnego Młyny II zlokalizowanego w km 6,968 rzeki Julianpolki, w miejscowości Młyny, w gminie Rudniki w województwie opolskim. Zbiornik ten jest jednym z dziewięciu małych zbiorników zaporowych, znajdujących się na terenie województwa opolskiego. Spełnia wiele funkcji, do których należy zaliczyć m.in. rolniczą (wykorzystanie wody do nawodnień rolniczych i hodowli ryb) oraz rekreacyjną. Powierzchnia zbiornika wynosi 4,53 ha, a jego pojemność 81 540 m³.

Celem pracy jest przedstawienie wyników badań jakości wody rzeki Julianpolki przepływającej przez zbiornik Młyny. Badania wykonywano w okresie od stycznia 2006 do grudnia 2006 roku. Pomiarami objęto następujące wskaźniki jakości wody: azotany, azotyny, amoniak, fosforany, BZT₅, odczyn wody, przewodność elektrolityczną i temperaturę wody.

Rozpoczęte na terenie zbiornika Młyny badania dostarczają informacji o jakości wody dopływającej i odpływającej ze zbiornika, co przyczyni się do podejmowania właściwych decyzji gospodarczych związanych z użytkowaniem wód retencjonowanych w zbiorniku i ich ochrony.

Słowa kluczowe: zbiornik wodny, jakość wód, azot, fosfor

Summary

Paper concerns the small reservoir Młyny II located in km 6,968 of river Julianpolka, place Młyny, commune Rudniki, Opole Province.

Młyny reservoir II is one of nine of small dam reservoirs situated in Opole Province. It has a lot of functions: agricultural irrigation, fish farming and recreation. Reservoir area is 4,53 ha, and capacity 81 540 m³.

The aim of this work is presentation of study results of water quality on river Julianpolka flowing across Młyny reservoir. Investigations have been performed in period from January 2006 to December 2006. Measurements concern following water quality indexes: nitrates, nitrites, ammonia, phosphates, BOD, COD, water reaction, electrolytic conductivity and water temperature.

Studies showed that water from Młyny reservoir had lower content of nitrates, phosphates and electrolytic conductivity.

Started investigations on Młyny reservoir deliver information on water quality inflowing and outflowing from this reservoir, and facilitate to make correct economic decisions connected with stored water use at reservoir and protection.

Key words: water reservoir, water quality, nitrogen, phosphorus

WSTĘP

Małe zbiorniki wodne, do których należy zbiornik Młyny II, stanowią podstawowe elementy małej retencji. Obecnie, w warunkach małych zasobów wodnych, zagadnienie małej retencji wodnej nabiera szczególnego znaczenia [Mioduszeński, Łoś 2002; Mioduszeński 2004; Pływaczyk 1995; Radczuk, Olearczyk 2002; Wiatkowski 2007]. W sytuacji, gdy w dorzeczu górnej i środkowej Odry możliwości budowy dużych zbiorników retencyjnych są ograniczone ze względu na warunki lokalizacyjne i koszty, budowa małych zbiorników jest uzasadniona.

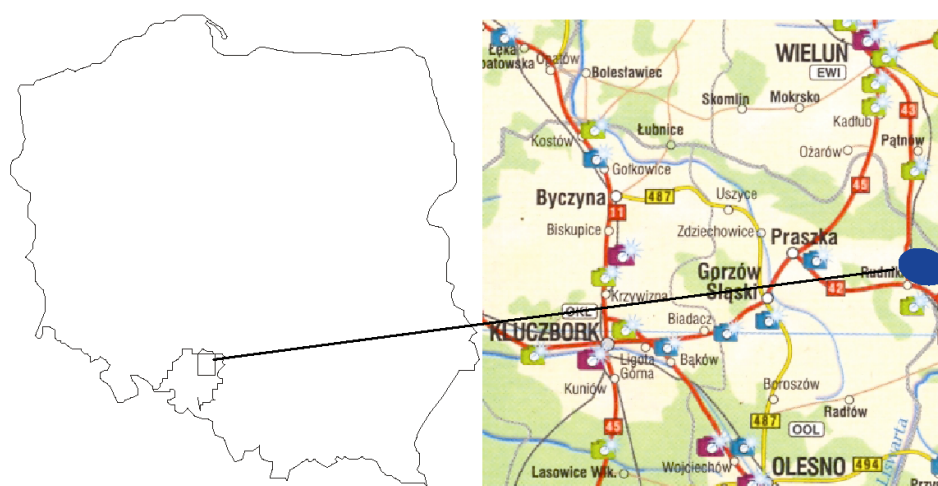
Małe zbiorniki wodne pełnią różnorodne funkcje. Jak podano w opracowaniu [Operat 2003] główną funkcją zbiornika Młyny jest funkcja rolnicza (wykorzystanie wody do nawodnień rolniczych), hodowla ryb i rekreacyjna – plażowanie – kajaki – rowery wodne. Wypełnieniu stawianych zbiornikowi funkcji mogą przeszkodzić dopływające do niego zanieczyszczenia, i co za tym idzie pogorszenie jakości wody gromadzonej w zbiorniku. Jak podają Benndorf i Pütz [1987], Ilnicki [2002], Miernik 2007, Rast i Thornton [1996], Suchowolec i Górniak [2006], Żbikowski i Żelazo [1993] znacznym zagrożeniem dla zbiorników wodnych jest proces eutrofizacji.

Z uwagi na dużą rolę obiektów małej retencji w gospodarce wodnej regionów bardzo ważny jest monitoring stanu czystości wód rzeki zasilającej zbiornik, a także z niego odpływającej. Różnice pomiędzy ilością zanieczyszczeń dopływających do zbiornika a odpływających ze zbiornika podlegają akumulacji w jego czaszy. Może to powodować zanieczyszczenie wody retencjonowanej w zbiorniku.

Celem pracy jest przedstawienie wyników badań jakości wody dopływającej do zbiornika Młyny z wodami rzeki Julianpolki i z niego odpływającej oraz jakości wody zmagazynowanej w zbiorniku.

CHARAKTERYSTYKA ZBIORNIKA

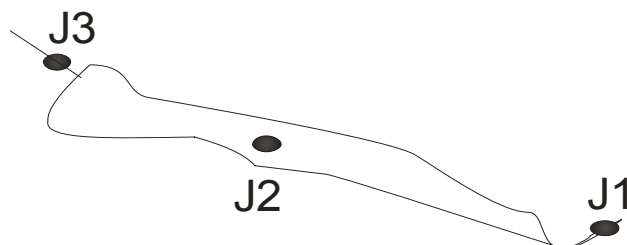
Zbiornik Młyny zlokalizowany jest w km 6,968 biegu rzeki Julianpolki, w północno-wschodniej części województwa opolskiego, w gminie Rudniki. Zbiornik wybudowany został w 1986 roku na bazie istniejącego stawu, a w 1998 został rozbudowany. Powierzchnia zlewni zbiornika wynosi 14,1 km². Pojemność całkowita zbiornika przy normalnym poziomie piętrzenia wynosi 81 540 m³, a jego powierzchnia – 4,53 ha. Głębokość średnia – 1,8 m. Charakterystyczne przepływy rzeki Julianpolki w przekroju zbiornika wynoszą: SSQ = 0,096 m³/s, NNQ = 0,019 m³/s, Q_{1%} = 5,416 m³/s [Operat 2003]. Zbiornik spełnia wiele funkcji, do których należy zaliczyć m.in. rolniczą (wykorzystanie wody do nawodnień rolniczych), hodowlę ryb i rekreacyjną [Wiatkowski i in. 2007]. Na rysunku 1 przedstawiono lokalizację zbiornika Młyny.



Rysunek 1. Lokalizacja zbiornika Młyny
Figure 1. Localization of Młyny reservoir

METODYKA BADAŃ

Badania jakości wody dopływającej do zbiornika i z niego odpływającej oraz retencjonowanej w zbiorniku Młyny prowadzono od stycznia 2006 roku do grudnia 2006 roku. Próbkę wody pobierano z częstotliwością 1 raz w miesiącu na 3 stanowiskach pomiarowych (rys. 2).



Rysunek 2. Lokalizacja stanowisk pomiarowych w zbiorniku Młyny
Figure 2. Młyny water reservoir and location of the research stations

Stanowisko 1 (J1) zlokalizowano na rzece Julianpolce w odległości około 50 m powyżej ujścia rzeki do zbiornika. Stanowisko 2 (J2) zlokalizowano w zbiorniku (powyżej zapory zbiornika), a stanowisko 3 (J3) zlokalizowano na odpływie ze zbiornika Młyny, 10 m poniżej zapory zbiornika. Na dopływie i odpływie ze zbiornika wodę pobierano w nurcie rzeki, z podpowierzchniowej warstwy wody. W zbiorniku wodę pobierano z podpowierzchniowej warstwy wody. Na wszystkich stanowiskach pobierano wodę i oznaczano: azotany, azotyny, amoniak, fosforany, BZT₅, odczyn wody, przewodność elektrolityczną i temperaturę wody. Odczyn wody, przewodność elektrolityczną i temperaturę wody mierzono *in situ*, natomiast pozostałe oznaczenia jakości wody wykonywano w laboratorium, według PN [Hermanowicz i in. 1999]. Na stanowiskach J1 i J2 wykonywano pomiary natężenia przepływu wody.

Uzyskane wyniki badań wskaźników fizyczno-chemicznych poddano analizie statystycznej. Jako miarę położenia przyjęto średnią wartość arytmetyczną. Jako miarę dyspersji zastosowano rozstęp i odchylenie standardowe.

W celu porównania jakości wody dopływającej do zbiornika (J1) z wodą odpływającą ze zbiornika (J3) wykonano analizę statystyczną stężeń poszczególnych wskaźników jakości wody. Istotności różnic pomiędzy średnimi arytmetycznymi badanymi wskaźnikami fizyczno-chemicznymi obliczono przy użyciu parametrycznego testu t-Studenta dla prób niezależnych. Test wykonano przy założonym 95% poziomie ufności.

Dla każdego wskaźnika jakości wody dopływającej i odpływającej ze zbiornika oraz wody zbiornika wyznaczono wartość stężenia odpowiadającą percentylowi 90 i porównano ją do klasy jakości wód powierzchniowych określonych w załączniku nr 1 do 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 [Rozporządzenie 2004].

WYNIKI BADAŃ

Charakterystykę statystyczną badanych wskaźników jakości wody przedstawiono w tabeli 1, a na rysunku 3 graficzne porównanie wartości średnich i zakresów stężeń wybranych wskaźników w wodach dopływających (J1) i odpływających (J3) ze zbiornika Młyny oraz wodach zbiornika (J2).

Tablica 1. Parametry statystyczne wody dopływającej do zbiornika (J1), wody retencjonowanej w zbiorniku (J2) i wody odpływającej ze zbiornika Młyny (J3) w okresie od stycznia 2006 do grudnia 2006 r.

Table 1. Statistic parameters of water inflowing to reservoir (J1), stored water in reservoir (J2) and outflowing water from Młyny reservoir (J3) in period from January 2006 to December 2006

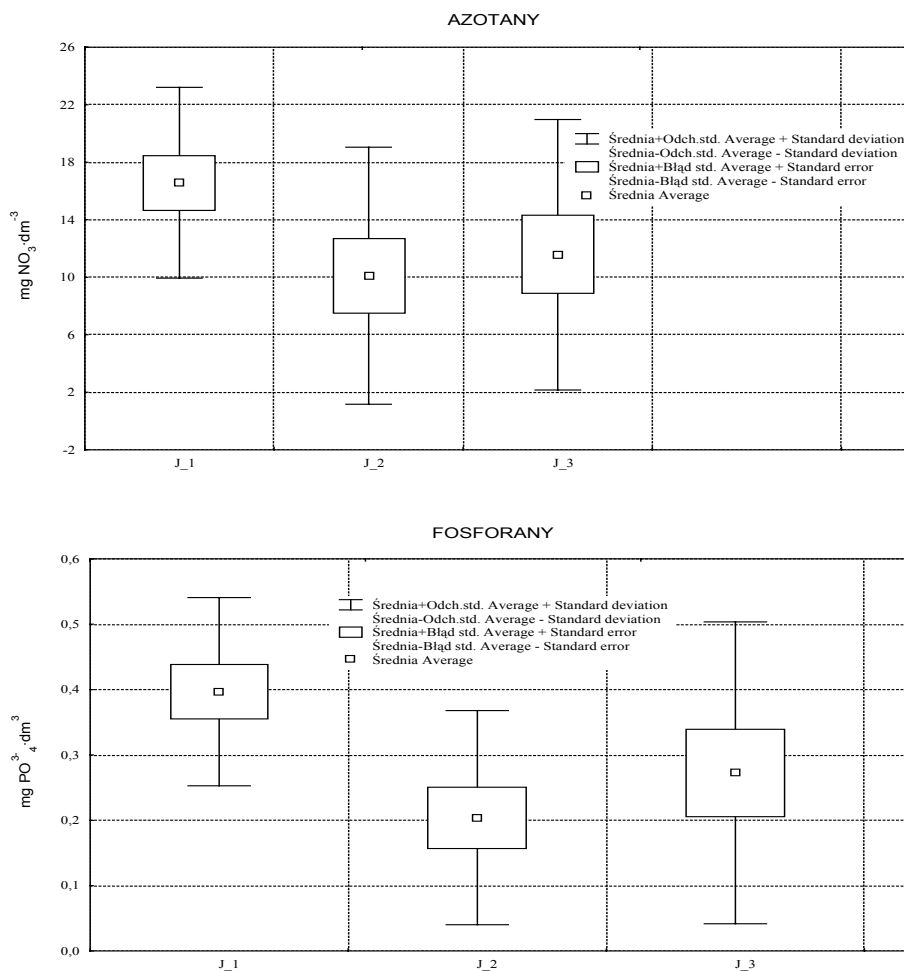
Wskaźnik Index	Dopływ do zbiornika (J 1) Inflow to reservoir	Zbiornik Młyny (J 2) Młyny reservoir	Odpływ ze zbiornika (J 3) Outflow – reservoir
	minimum – minimum — maksimum – maximum		
	średnia – mean		
Azotany mg NO ₃ ⁻ · dm ³ Nitrates	<u>7.354 – 26.514</u> 16,571	<u>0.199 – 21.663</u> 10,107	<u>0.222 – 21.707</u> 11,564
Azotyny mg NO ₂ ⁻ · dm ³ Nitrites	<u>0.079 – 0.362</u> 0,153	<u>0.003 – 0.451</u> 0,111	<u>0.007 – 0.395</u> 0,114
Amoniak mg NH ₄ ⁺ · dm ³ Ammonium	<u>0.073 – 0.685</u> 0,339	<u>0.049 – 0.472</u> 0,279	<u>0.132 – 0.651</u> 0,346
Fosforany mg PO ₄ ³⁻ · dm ³ Phosphates	<u>0.151 – 0.584</u> 0,397	<u>0.005 – 0.614</u> 0,204	<u>0.005 – 0.880</u> 0,272
BZT ₅ mg O ₂ · dm ³ BOD ₅	<u>1.02 – 2.30</u> 1,905	<u>2.85 – 9.60</u> 6,343	<u>3.66 – 7.32</u> 5,326
ChZT - Cr mg O ₂ · dm ³ COD	<u>5.76 – 63.20</u> 19,354	<u>13.6 – 38.0</u> 25,814	<u>10.40 – 57.60</u> 26,904
Odczyn - pH Reaction	<u>7.10 – 8.20</u> —	<u>7.50 – 8.97</u> —	<u>7.00 – 9.80</u> —
Przewodność elektroli- tyczna μS/cm Transmissivity	<u>94.00 – 406.00</u> 306,909	<u>140.00 – 380.00</u> 293,000	<u>66.00 – 374.00</u> 285,636
Temperatura wody °C Temperature	<u>3.10 – 18.1</u> 10,278	<u>3.00 – 25.3</u> 12,789	<u>2.40 – 24.8</u> 12,644

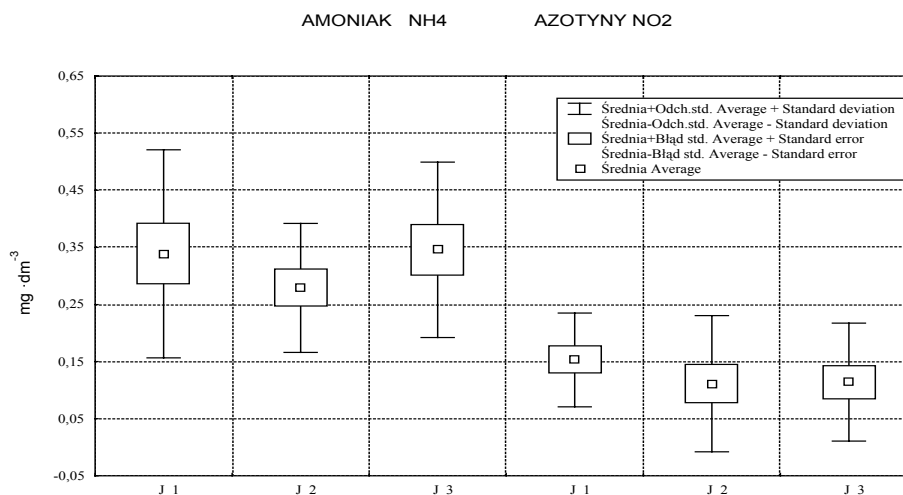
Z analizy danych wynika, że na stanowisku pomiarowym J1 (dopływ do zbiornika) najwyższe uśrednione wartości wskaźników fizyczno-chemicznych zaobserwowano dla: azotanów (16,571 mg NO₃⁻ · dm³), azotynów (0,153 mg NO₂⁻ · dm³) i fosforanów (0,397 mg PO₄³⁻ · dm³), przewodności elektrolitycznej (306,909 μS/cm). Najniższe uśrednione wartości na stanowisku J1 zaobserwowano dla BZT₅, ChZT-Cr i temperatury wody, a ich wartości wynosiły odpowiednio: BZT₅ – 1,905 mg O₂ · dm³, ChZT-Cr – 19,354 mg O₂ · dm³ i temperatury wody – 10,278 °C.

Z analizowanych danych wynika również, że na stanowisku J3 (odpływ ze zbiornika) w porównaniu ze stanowiskiem J1 (dopływ do zbiornika) zanotowano najwyższe wartości średnich stężeń amoniaku – $0,346 \text{ mg NH}_4^+ \cdot \text{dm}^3$, ChZT-Cr – $26,904 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^3$.

Na stanowisku J2 (zbiornik) w okresie badań występowały najmniejsze wartości azotanów ($10,107 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{dm}^3$), azotynów ($0,111 \text{ mg NO}_2^- \cdot \text{dm}^3$) amoniaku ($0,279 \text{ mg NH}_4^+ \cdot \text{dm}^3$), fosforanów ($0,204 \text{ mg PO}_4^{3-} \cdot \text{dm}^3$). Na tym stanowisku zanotowano natomiast największą wartość średnią temperatury wody – $12,789^\circ\text{C}$ i BZT₅ – $6,343 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^3$.

Poniżej, na rysunku 3 przedstawiono graficzne porównanie wartości średnich i zakresów stężeń azotanów, fosforanów, amoniaku i azotynów w wodach dopływających (J1) i odpływających (J3) ze zbiornika Młyny oraz wodach zbiornika (J2).





Rysunek 3. Graficzne porównanie wartości średnich i zakresów stężeń azotanów, fosforanów, amoniaku i azotynów w wodach dopływających (J1) i odpływających (J3) ze zbiornika Młyny oraz wodach zbiornika (J2)

Figure 3. Graphical comparison of average values and concentration of nitrates, phosphates, ammonia and nitrites in water inflowing (J1) and outflowing (J3) from Młyny reservoir, and in stored water (J2)

Z analizy graficznej wynika, że na stanowisku J1 zanotowano najwyższe wartości średnich stężeń azotanów. Wyższej średniej azotanów odpowiadała mniejsza zmienność wyników, czyli niższe wartości odchylenia standardowego.

W przypadku fosforanów najwyższe wartości stężeń zanotowano również na stanowisku pomiarowym J1. Wyższej średniej odpowiadała mniejsza wartość odchylenia standardowego, co wskazuje na mniejszą zmienność wyników.

Dla amoniaku najwyższe średnie stężenie odnotowano na stanowisku J3 a największe odchylenie standardowe od średniej stężenia amoniaku na stanowisku J1.

W przypadku azotynów najwyższą wartość średnią uzyskano na stanowisku J1. Wraz ze wzrostem średniej dyspersja wyników była mniejsza, co wskazuje na niższą zmienność wyników i ich rozrzut.

Natomiast w przypadku zbiornika Młyny, w okresie badawczym (tab. 1) stwierdzono, że obliczone wartości stężeń odpowiadające percentylowi 90 pod względem:

– azotanów zakwalifikowały wody z trzech stanowisk do II klasy jakości wód powierzchniowych [Rozporządzenie 2004].

– azotynów w wodach dopływających do zbiornika i z niego odpływających zakwalifikowały wody do klasy III jakości wód powierzchniowych, a wody zbiornika do II klasy,

– amoniaku na wszystkich stanowiskach (J1, J2 i J3) mieszczą się w klasie I jakości wód powierzchniowych,

– fosforanów na dopływie do zbiornika (J1) zakwalifikowały wodę Julianpolki do II klasy jakości wód, na stanowisku J2 i J3 do I klasy jakości wód,

– BZT₅ zakwalifikowały wody na stanowisku J1 do I klasy, na stanowisku J2 i J3 do III klasy jakości wód powierzchniowych,

– CHZT-Cr na stanowisku J1 zakwalifikowało wodę do II klasy, a na stanowisku J2 i J3 do III klasy jakości wód powierzchniowych,

– odczynu wody zakwalifikowały wody do I klasy jakości wód,

– przewodności elektrolitycznej i temperatury wody zakwalifikowały wody do I klasy jakości wód powierzchniowych na wszystkich stanowiskach: J1, J2, J3 [Rozporządzenie 2004].

Na rysunku 4 przedstawiono stężenia azotanów i fosforanów w wodzie dopływającej do zbiornika Młyny i z niego odpływającej oraz wodzie retencjonowanej w zbiorniku.

Stężenie azotanów w wodach Julianpolki dopływającej do zbiornika Młyny, w okresie prowadzenia badań, wahało się od 7,354 do 26,514 mg NO₃⁻ · dm⁻³ (tab. 1). Jak wynika z rysunku 4 największe stężenia azotanów (26,514 mg NO₃⁻ · dm⁻³) wystąpiły jesienią (29 listopad 2006) i w miesiącach lutym i marcu 2006 r. Najniższe stężenia azotanów wystąpiły w miesiącach letnich 2006 roku (lipiec – 7,921 mg NO₃⁻ · dm⁻³, sierpień – 7,354 mg NO₃⁻ · dm⁻³) (rys. 4).

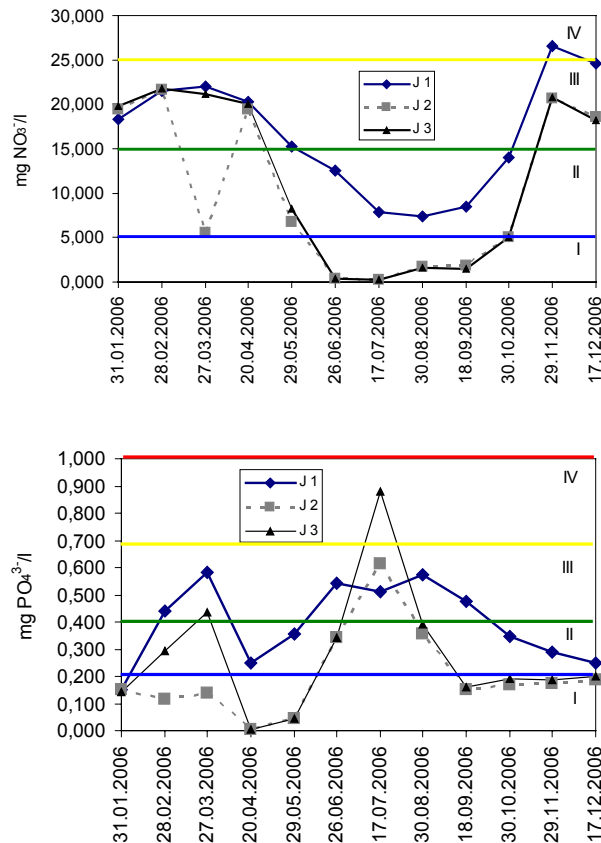
Stężenia azotanów w wodzie odpływającej ze zbiornika Młyny w okresie badań wahały się od 0,222 do 21,707 mg NO₃⁻ · dm⁻³ (tab. 1). Najwyższe stężenia azotanów wystąpiły w lutym 2006 roku (21,707 mg NO₃⁻ · dm⁻³), a najmniejsze w lipcu – 0,222 mg NO₃⁻ · dm⁻³.

W wodzie zbiornika najwyższe stężenie azotanów wystąpiło w lutym 2006 roku – 21,663 mg NO₃⁻ · dm⁻³, a najmniejsze w lipcu – 0,199 mg NO₃⁻ · dm⁻³ (rys. 3).

Większe stężenia fosforanów w wodzie z terenu zbiornika Młyny występowały w miesiącach letnich (lipiec – stanowisko J2 i J3 oraz sierpień – stanowisko J2). Natomiast najmniejsze stężenia miesięczne PO₄³⁻ odnotowano w miesiącach jesiennych i zimowych (rys. 3).

Zakres stężeń PO₄³⁻ wyniósł od 0,151 do 0,584 mg PO₄³⁻ · dm⁻³ (tab. 1). Największe stężenia fosforanów w wodzie dopływającej do zbiornika zanotowano w marcu 2006 roku.

Stężenie fosforanów w wodzie odpływającej ze zbiornika Młyny (J3) wahało się w przedziale od 0,005 do 0,880 mg PO₄³⁻ · dm⁻³ (tab. 1). Największe stężenia fosforanów zanotowano w lipcu 2006, a najmniejsze w kwietniu (rys. 3).



Rysunek 4. Zawartość azotanów (rysunek górny) i fosforanów (rysunek dolny) w wodzie rzeki Julianpolki dopływającej do zbiornika Młyny (J1), wodzie retencjonowanej w zbiorniku (J2) i wodzie odpływającej ze zbiornika (J3) w okresie I 2006 – XII 2006 r. **Figure 4.** Nitrates (upper figure) and phosphates content (lower figure) in river Julianpolka water infolwing to Młyny reservoir (J1), storied water at reservoir (J2) and outflowing water from reservoir (J3) during period I 2006 – XII 2006

Wody zbiornika (J2) charakteryzowały się mniejszymi stężeniami fosforanów, wynoszącymi od 0,05 do 0,614 mg PO₄³⁻ · dm⁻³ (tab. 1). Największe stężenie zanotowano w lipcu, a najmniejsze w kwietniu 2006 roku.

W tabeli 2 przedstawiono istotność statystyczną badanych wskaźników jakości wody przy zastosowaniu testu t-Studenta, przy założonym poziomie istotności p<0,05.

Tablica 2. Istotność statystyczna badanych wskaźników jakości wody przy poziomie istotności $p < 0,05$ **Table 2.** Statistical significance of studied coefficients of water quality at significance level $p < 0,05$

Wskaźnik zanieczyszczeń Pollution indicators	Istotność statystyczna różnicy ($p < 0,05$) Statistical significance of the difference ($p < 0,05$)	
	Dopływ do zbiornika Inflow to reservoir	Dopływ do zbiornika Inflow to reservoir
	Czasza zbiornika Reservoir	Odpływ ze zbiornika Outflow from reservoir
Azotany / Nitrates	$p < 0,05$ (tn)	$p < 0,05$ (tn)
Azotyny / Nitrites	NS (tn)	NS (tn)
Amoniak / Ammonia	NS (tn)	NS (tn)
Fosforany / Phosphates	$p < 0,05$ (tn)	$p < 0,05$ (tn)
BZT ₅ / BOD ₅	$p < 0,05$ (tn)	$p < 0,005$ (tn)
ChZT-Cr / COD	NS (tn)	NS (tn)
Odczyn / Reaction pH	$p < 0,05$ (tn)	$p < 0,005$ (tn)
Przewodność elektrolit. Electrolytic conductivity	NS (tn)	NS (tn)
Temperatura wody Water Temperature	NS (tn)	NS (tn)

- tn – test t Studenta dla prób niezależnych
tn – t-Student test for independent samples
NS – różnica nieistotna statystycznie
NS – statistically insignificant difference

Na podstawie analizy statystycznej stężeń wybranych wskaźników jakości wody dopływającej do zbiornika (J1), wody zbiornika (J2) i wody odpływającej ze zbiornika (J3) wynika, że występują istotne różnice ($p < 0,05$) pomiędzy pomierzonymi wskaźnikami.

Pomiędzy dopływem do zbiornika (J1) a czaszą zbiornika (J2) były istotne statystycznie różnice ($p < 0,05$) dla trzech wskaźników jakości wody – azotanów, fosforanów, BZT₅, odczynu. Nieistotne statystycznie różnice stwierdzono natomiast dla azotynów, amoniaku, ChZT-Cr, przewodności i temperatury.

Pomiędzy dopływem do zbiornika (J1) a odpływem ze zbiornika (J3) były istotne statystycznie różnice ($p < 0,05$) dla następujących wskaźników jakości wody – azotanów, fosforanów, BZT₅ i odczynu wody. Nieistotne statystycznie różnice stwierdzono natomiast dla azotynów, amoniaku, ChZT-Cr przewodności i temperatury, ($p > 0,05$)

W okresie badań wartości przepływów na stanowisku J1 mieściły się w granicach $0,0153 - 0,4480 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, a na stanowisku J3 w granicach $0,0178 - 0,324 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Wartości średnie przepływów w okresie badań wyniosły odpowiednio: $0,0817 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (J1) i $0,0658 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (J3).

WNIOSKI

1. Przeprowadzone na zbiorniku Młyny badania wykazały, że w okresie od stycznia 2006 do grudnia 2006 roku wody rzeki Julianpolki, dopływającej do zbiornika (stanowisko J1), zawierały najwyższe uśrednione wartości azotanów (16,571 mg NO₃-/l), azotynów (0,153 mg NO₂-/l), fosforanów (0,397 mg PO₄-/l), przewodności (306,909 μS/cm). Woda na tym stanowisku miała odczyn w granicach 7,10–8,20 pH.

2. W wodzie odpływającej ze zbiornika (stanowisko J3), w porównaniu z wodą do niego dopływającą, zaobserwowano najwyższe wartości średnich stężeń amoniaku (0,346 mg NH₄+/l) i ChZT-Cr (26,904 mg O₂/l). Ich zawartość w badanej wodzie w porównaniu do wody dopływającej zwiększała się po przejściu przez zbiornik. Odczyn na tym stanowisku zawierał się w granicach 7,00-9,80 pH.

3. Występują istotne statystycznie różnice pomiędzy wodą dopływającą do zbiornika (J1) i odpływającą (J3) dla azotanów, fosforanów, BZT₅ i odczynu.

4. Oceniając jakość wody dopływającej i odpływającej ze zbiornika, na podstawie Rozporządzenia z 2004 roku, w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych, należy stwierdzić, że wody te należą do III klasy ze względu na zawartość azotynów, BZT₅ i CHZt-Cr.

5. Rozpoczęte na terenie zbiornika Młyny badania dostarczają informacji o jakości wody dopływającej i odpływającej ze zbiornika, co przyczyni się do podejmowania właściwych decyzji gospodarczych związanych z użytkowaniem wód retencjonowanych w zbiorniku i ich ochrony.

BIBLIOGRAFIA

- Benndorf J., Pütz K. *Control of eutrophication of lakes and reservoirs by means of pre-dams – I. Mode of operation and calculation of the nutrient elimination capacity*. Wat. Res. Vol. 21, No. 7, 1987, s. 829–838.
- Czamara W., Wiatkowski M. *Ochrona zbiorników wodnych małej retencji przed zanieczyszczeniami antropogenicznymi*. Prace Instytutu Geografii AŚ w Kielcach nr 7, Kielce 2002, s. 259–267.
- Hermanowicz W., Dojlido J., Dożańska W., Koziorowski B., Zerbe J. *Physico-chemical analysis of water and sewage*, Arkady, Warszawa 1999, s. 556.
- Illicki P. *Przyczyny, źródła i przebieg eutrofizacji wód powierzchniowych*. Przegląd Komunalny 2 (125), 2002, s. 35–49.
- Miernik W. *Wstępne wyniki badań nad przemianą związków organicznych i biogennych w małym zbiorniku wodnym*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich Nr 4/1/2007, PAN, s. 131–140.
- Mioduszewski W., Łoś M. J. *Mała retencja w systemie ochrony przeciwpowodziowej kraju*. Gosp. Wodna nr 2, 2002, s. 69–73.
- Mioduszewski W. *Rola małej retencji w kształtowaniu i ochronie zasobów wodnych*. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Inżynieria Środowiska XIII, 2004, s. 293–305.

- Operat wodnoprawny na pobór wody powierzchniowej z rzeki Julianpolki, (wyk. Chmielewski R.), Kluczbork 2003.
- Pływaczek L. *Mała retencja wodna i jej uwarunkowania techniczne* [w:] *Ekologiczne aspekty melioracji wodnych*. L. Tomiałojć (red.). Wyd. Instytutu Ochrony Przyrody PAN, Kraków 1995, s. 141–148.
- Radczuk L., Olearczyk D. *Małe zbiorniki retencyjne jako element poprawy bilansu wodnego zlewni użytkowanej rolniczo*. Zesz. Nauk. AR w Krakowie. Inżynieria Środowiska, Nr 393, z. 23, Kraków 2002, s.139–148.
- Rast W., Thornton J. A. *Trends in eutrophication research and control*. Hydrological Processes, 10, s. 295–313, 1996.
- Suchowolec T., Górniak A. *Changes water quality in small reservoirs in agricultural landscape of northern Podlasie*. Teka Kom. Ochr. Kszt. Środ. Przynr. 3, 2006, s. 195–202.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dn. 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.
- Wiatkowski M. *Charakterystyka zbiorników zaporowych małej retencji w województwie opolskim*. Prace Komisji Nauk Rolniczych i Leśnych PAN, O/Katowice, z. 31, 2007, s. 127–129.
- Wiatkowski M., Głowski R., Kasperek R., Kościański S. *Ocena sposobu użytkowania zbiorników zaporowych małej retencji na terenie województwa opolskiego*. Nauka Przyroda Technologie, Melioracje i Inżynieria Środowiska, Tom 1, Zeszyt 2, , Poznań 2007, s. 249–257.
- Żbikowski A., Żelazo J. *Ochrona środowiska w budownictwie wodnym*. Materiały informacyjne. Ministerstwo Ochrony Środowiska Zasobów Naturalnych i Leśnictwa, Warszawa 1993.

Dr inż. Mirosław Wiatkowski
Katedra Ochrony Powierzchni Ziemi
Uniwersytet Opolski
ul. Oleska 22, 45-052 Opole,
e-mail: wiatkowski@uni.opole.pl

Recenzent: *Prof. dr hab. Włodzimierz Czamara*