

Anna Siemieniuk*, Joanna Szczykowska*

**MONITORING STOPNIA ZANIECZYSZCZENIA WÓD ZBIORNIKA
MAŁEJ RETENCJI W SOKÓŁCE**

**THE MONITORING OF WATER POLLUTION LEVEL IN LOW-
RETENTION RESERVOIRS IN SOKÓŁKA**

Słowa kluczowe: jakość wód, zbiornik małej retencji, zanieczyszczenia, związki biogenne.
Keywords: water quality, low – retention reservoirs, water pollution, biogenic compounds.

The specificity of storage reservoirs aimed at the possibility to keep nourish substances and their insolation make them as ecosystems liable to process of eutrofication. The very essential, undoubtedly, is also the reservoir's influence on water quality in the river water below the river dam. This is the essential reason for the monitoring of water pollution level in the low-retention storage reservoirs and all the river water flowing into these reservoirs. The subject of this study work was the analysis of the quality of the low-retention storage reservoir in Sokółka and its influence on the physicochemical parameters of river waters flowing into it as well as the description of seasonal changes of contests of few chosen physico-chemical features in characteristic points of the reservoir. The spectrum of this work included physico- chemical analysis of waters based on following parameters:

- 1) *apparent and factual colour,*
- 2) *turbidity,*
- 3) *oxidation,*
- 4) *electrolytic conductivity proper,*
- 5) *reaction,*
- 6) *Kjeldahl organic nitrogen,*
- 7) *ammonia nitrogen,*
- 8) *nitrites (II),*
- 9) *nitrites (V),*

* *Dr inż. Anna Siemieniuk, dr n. tech. Joanna Szczykowska – Katedra Technologii w Inżynierii i Ochronie Środowiska, Politechnika Białostocka; ul. Wiejska 45 A, 15-371 Białystok; e-mail: a.siemieniuk@pb.edu.pl, j.szczykowska@pb.edu.pl*

10) phosphates,

11) ferrum,

12) manganese.

The researches of samples of water, taken from surface layer of a coastal zone, taken place every month in the period from March 2007 to February 2011. The analysis of physico-chemical features of water was done according to current methodology and the statistical calculations, were based on all achieved results of tests, were done using three-factor analysis of variation for individual years, months and points where samples were collected from. The difference was measured with Tucke test on two confidence levels $\alpha = 0.05$ and $\alpha = 0.01$.

1. WPROWADZENIE

Zanieczyszczenie wód pierwiastkami śladowymi ma szczególne znaczenie ze względu na rolę, jaką one spełniają w krążeniu składników chemicznych, między różnymi elementami środowiska. Zanieczyszczenie to zależy zarówno od czynników naturalnych, jak i od czynników antropogenicznych, substancje skażające zaś dostają się do wód bezpośrednio lub pośrednio. [Kabata-Pendias A. i Pendias H. 1993]

Mała retencja wodna pozwala na gospodarowanie wodami i ich wykorzystywanie w obrębie małych zlewni. Pojęcie to kryje szereg działań technicznych i nietechnicznych, prowadzących do zmian i ingerencji człowieka w środowisko.

Mała retencja wodna pozwala na podtrzymanie walorów przyrodniczych i środowiskowych regionów, a także na wykorzystanie wody do celów rolniczych i gospodarczych. Zbiorniki małej retencji to również możliwości rozwoju turystycznego regionów oraz miejsce wypoczynku i rekreacji dla ludności. Działania mające na celu retencjonowanie wody należy jednak rozpatrywać równolegle w powiązaniu z jej jakością i z realizacją zadań mających na celu poprawę stanu czystości tych wód, ponieważ jednym z celów małej retencji jest wydłużenie drogi obiegu zanieczyszczeń [Mioduszewski W. 2003]. Zmagazynowanie wody i jej okresowe przetrzymanie powinno poprawiać zdolności wód do samooczyszczania się, ponieważ zachodzące w tych wodach procesy chemiczne i biochemiczne prowadzą do rozkładu szkodliwych związków. Szczególnie istotne jest w tym wypadku usuwanie azotu i fosforu.

Zapory rzeczne w wyniku sztucznego spiętrzenia wody przyczyniają się do wzmożonej sedymentacji substancji wnoszonych przez rzekę do zbiornika retencyjnego. Zdarza się, że ładunki są tak duże, iż żywotność zbiorników wynosi zaledwie kilkadziesiąt lat. Specyfika zbiorników retencyjnych, polegająca na możliwości zatrzymywania związków pokarmowych, oraz ich nasłonecznienie czynią z tych zbiorników ekosystemy podatne na proces eutrofizacji. Bardzo istotny jest także wpływ zbiornika na jakość wody w rzece poniżej zapory. [Klimaszyk P. 2006]. Dlatego istotnym staje się monitoring stanu czystości wód zbiorników małej retencji, jak również wód rzek zasilających te akweny.

Celem opracowania była analiza jakości wód zbiornika małej retencji w Sokółce oraz

jego wpływu na parametry fizykochemiczne wód rzeki zasilającej, jak również określenie sezonowych zmian zawartości wybranych wskaźników fizykochemicznych w charakterystycznych punktach zbiornika.

2. MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Gmina Sokółka położona jest w północno-wschodniej części województwa podlaskiego. Wschodnia granica gminy pokrywa się z granicą polsko-białoruską. Gmina Sokółka jest gminą rolniczą. Badaniami objęto wybudowany przez Niemców w 1942 r. zbiornik sokółski, o objętości około 320 tys m³ i powierzchni zalewu 18,3 ha (przy normalnym piętrzeniu). Zbiornik położony jest na Kanale Sokółskim, który jest prawym dopływem rzeki Sokołda. Średnia głębokość zbiornika wynosi 1,75 m. Ze względu na położenie zbiornika w mieście Sokółka, zalew jest szczególnie szeroko wykorzystywany do celów społecznych, a przede wszystkim jako ośrodek rekreacyjny.

Do badań wytypowano trzy punkty pomiarowo-kontrolne w czaszy zbiornika oraz po jednym punkcie na cieku doprowadzającym i odprowadzającym wody z akwenu. Wybór i rozmieszczenie punktów badawczych podyktowane były możliwością uchwycenia zmian właściwości fizyko-chemicznych wody zachodzących w analizowanym akwenu. Zakres badań [Hermonowicz W. i wsp. 1999] obejmował analizę fizykochemiczną wód obejmującą następujące oznaczenia:

- 1) barwę pozorną i rzeczywistą;
- 2) mętność;
- 3) utlenialność;
- 4) przewodność elektrolityczną właściwą;
- 5) odczyn;
- 6) zawartość:
 - azotu organicznego Kjeldahla,
 - azotu amonowego,
 - azotanów (III),
 - azotanów (V),
 - fosforanów,
 - żelaza ogólnego,oraz
 - manganu.

Badania próbek wody pobieranych z warstwy powierzchniowej strefy brzegowej przeprowadzano co miesiąc przez 4 lata, w okresie od marca 2007 r. do lutego 2011 r., w pięciu punktach pomiarowo-kontrolnych.

3. WYNIKI BADAŃ I Dyskusja

Na podstawie wszystkich uzyskanych wyników badań, wykonanych zgodnie z obowiązującą metodyką, w opracowaniu statystycznym obliczono wartości średnie uzyskanych wyników oraz wartości minimalne i maksymalne, medianę i odchylenie standardowe, wykorzystując program Statistica 6. Dokonano również trójczynnikowej analizy wariancji dla poszczególnych lat, miesięcy i punktów poboru próbek, różnicę zaś oceniono testem Tucke'ya, przy poziomach ufności $\alpha=0,05$ i $\alpha=0,01$.

Wartości średnich arytmetycznych, minimalnych i maksymalnych oraz medianę i odchylenie standardowe badanych wskaźników przedstawiono w tabelach 1 i 2.

Tabela 1. Podstawowe parametry statystyczne analizowanych wskaźników zanieczyszczeń wody zbiornika w Sokółce w okresie od marca 2007 – lutego 2009

Table 1. The main statistical parameters analysing indicators of reservoir in Sokółka water contamination

Badany parametr	Jednostka	Wyniki uzyskane w okresie:			
		marzec 2007r. – luty 2008r.		marzec 2008r. – luty 2009r.	
		min-max Średnia	mediana / odchylenie standardowe	min-max średnia	mediana / odchylenie standardowe
Barwa pozorna	mg Pt/dm ³	<u>32–158</u> 85,25	77,5/34,12	<u>33–218</u> 99,63	92,5/40,137
Barwa rzeczywista	mg Pt/dm ³	<u>12–59</u> 40,38	43/11,93	<u>25–111</u> 48,28	49/14,921
Mętność	NTU	<u>2,54–48</u> 12,53	10,45/10,43	<u>1,41–31</u> 12,468	14,8/8,666
Odczyn	pH	<u>7,1–8,9</u> 7,73	7,68/0,36	<u>6,95–8,9</u> 7,74	7,71/0,447
Przewodność	µS/cm	<u>134–496</u> 393,33	411,5/77,52	<u>124–503</u> 398,77	415/79,63
Żelazo og.	mg Fe/dm ³	<u>0,05–0,55</u> 0,21	0,18/0,122	<u>0,02–0,7</u> 0,232	0,18/0,157
Mangan	mg Mn/dm ³	<u>0,007–0,23</u> 0,052	0,037/0,048	<u>0,007–0,234</u> 0,061	0,043/0,058
Jon amonowy	mg NH ₄ ⁺ /dm ³	<u>0,1–0,851</u> 0,384	0,350/0,176	<u>0,09–0,851</u> 0,416	0,38/0,204
Azotany (III)	mg NO ₂ ⁻ /dm ³	<u>0,005–0,233</u> 0,054	0,024/0,064	<u>0,003–0,233</u> 0,048	0,02/0,058
Azotany (V)	mg NO ₃ ⁻ /dm ³	<u>0,433–7,97</u> 1,903	1,43/1,34	<u>0,433–7,969</u> 2,394	1,772/1,699
TKN	mg TKN/dm ³	<u>0,417–8,4</u> 3,427	2,92/2,266	<u>0,417–17,5</u> 4,832	4,084/4,264
Fosforany	mg PO ₄ ³⁻ /dm ³	<u>0,08–2,72</u> 0,539	0,29/0,631	<u>0,05–2,75</u> 0,665	0,335/0,761
Utlenialność	mg O ₂ /dm ³	<u>4,2–13,5</u> 9,648	10,5/2,768	<u>3,5–32</u> 11,5	11,25/5,413

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 2. Podstawowe parametry statystyczne analizowanych wskaźników zanieczyszczeń wody zbiornika w Sokółce w okresie od marca 2009 – lutego 2011

Table 2. The main statistical parameters analysing indicators of reservoir in Sokółka water contamination

Badany parametr	Jednostka	Wyniki uzyskane w okresie:			
		marzec 2009r. – luty 2010r.		marzec 2010r. – luty 2011r.	
		min–max średnia	mediana / odchylenie standardowe	min–max średnia	mediana /odchylenie standardowe
Barwa pozorna	mg Pt/dm ³	<u>78–146</u> 114,5	114,5/17,63	<u>85–175</u> 119,52	120/21,643
Barwa rzeczywista	mg Pt/dm ³	<u>43–119</u> 73,32	71/12,70	<u>52–109</u> 74,817	73/12,305
Mętność	NTU	<u>1,4–33</u> 14,25	15,45/11,15	<u>2–35</u> 15,33	17,45/9,077
Odczyn	pH	<u>6,89–8,31</u> 7,82	7,9/0,329	<u>6,43–8,73</u> 7,83	7,935/0,492
Przewodność	µS/cm	<u>290–549</u> 412,6	399,5/54,101	<u>306–589</u> 413,53	405,5/63,646
Żelazo og.	mg Fe/dm ³	<u>0,06–0,53</u> 0,233	0,21/0,115	<u>0,08–0,63</u> 0,273	0,26/0,119
Mangan	mg Mn/dm ³	<u>0,008–0,234</u> 0,108	0,09/0,070	<u>0,045–0,336</u> 0,175	0,162/0,080
Jon amonowy	mg NH ₄ ⁺ /dm ³	<u>0,18–2,1</u> 0,715	0,604/0,428	<u>0,01–2,93</u> 0,816	0,475/0,807
Azotany (III)	mg NO ₂ ⁻ /dm ³	<u>0,009–0,33</u> 0,065	0,036/0,075	<u>0,001–0,045</u> 0,018	0,015/0,013
Azotany (V)	mg NO ₃ ⁻ /dm ³	<u>0,083–12,95</u> 2,645	1,1/3,356	<u>0,2–1,7</u> 0,935	0,9/0,275
TKN	mg TKN/dm ³	<u>0,83–14,58</u> 4,954	4,65/3,402	<u>0,81–10,64</u> 5,060	5,16/2,573
Fosforany	mg PO ₄ ³⁻ /dm ³	<u>0,18–2,39</u> 0,729	0,56/0,544	<u>0,19–3,28</u> 0,891	0,43/0,856
Utlenialność	mg O ₂ /dm ³	<u>4,7–23</u> 12,082	12,5/5,160	<u>7–25,1</u> 12,573	10,2/5,547

Źródło: opracowanie własne.

Wartości wskaźnika barwy rzeczywistej, spowodowanej rozpuszczonymi w wodzie związkami, wahały się od wartości minimalnej 32 mg Pt/dm³ w pierwszym roku badawczym do wartości maksymalnej 218 mg Pt/dm³ w drugim roku badawczym. Należy jednak zauważyć, że wartości średnie wskaźnika barwy rzeczywistej w kolejnych latach badawczych stopniowo zwiększały się od wartości 85,25 do 119,52 mg Pt/dm³. Identyczną sytuację obserwuje się w odniesieniu do barwy pozornej, wywołanej barwiącymi wodę zawiesinami – średnie wartości wskaźnika barwy rzeczywistej zmieniały się od wartości minimalnej 40,38 do wartości 74,817 mg Pt/dm³. Należy dodać, że barwa wód powierzchniowych najczęściej jest spowodowana substancjami rozpuszczonymi i ciałami zawieszonymi w toni wodnej, np. zakwitaniem glonów. Na barwę mogą wpływać również frakcje substancji humusowych, posiadające intensywną barwę żółto-brunatną, charakterystyczną

dla terenów bagnistych, torfowych i zalesionych. [Borowski 2010] Te czynniki prawdopodobnie mogły mieć również wpływ na tak duże wartości wskaźnika barwy wody w badanym akwenu.

Mętność wody jest uwarunkowana obecnością nierozpuszczonych w niej cząstek pochodzenia nieorganicznego i organicznego, które rozpraszają i absorbują promienie świetlne.⁵ Średnia wartość wskaźnika mętności wahała się w przeprowadzonych badaniach od 12,53 NTU w pierwszym roku badawczym do 15,33 NTU w ostatnim roku badawczym.

Odczyn wody pH wahał się od wartości minimalnej 6,43 do wartości maksymalnej 8,9, wartość średnia pH wynosiła od 7,73 do 7,83. Zmiany odczynu spowodowane były prawdopodobnie rozwojem glonów i wyczerpywaniem przez nie dwutlenku węgla rozpuszczonego w wodzie, co z kolei prowadziło do zmian w przemianach węglanów wapnia, wpływających na podwyższenie wartości pH.

W wodach naturalnych jony przewodzące prąd pochodzą głównie z dysocjacji związków nieorganicznych. Związki organiczne występujące w wodzie nie ulegają dysocjacji lub ulegają dysocjacji w małym stopniu. Oznacza to, że pomiar przewodności świadczy o mineralnym zanieczyszczeniu wody. Przewodność wody w zbiorniku Sokółka wahała się w granicach od 124 do 589 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Średnie wartości w ciągu czterech lat badawczych sukcesywnie się zwiększały od 393,33 do 413,53 589 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Stężenie żelaza w wodach było bardzo zmienne, ponieważ podlega ono wpływom różnorodnych czynników [Kabata – Pendias A., Pendias H. 1993]. W omawianych badaniach żelazo występowało w stężeniach od wartości minimalnej 0,02 mg Fe/dm³ do wartości maksymalnej 0,7 mg Fe/dm³, wartości średnie zaś mieściły się w przedziale 0,21 – 0,273 mg Fe/dm³. Otrzymane wyniki potwierdzają badania Koca i Nowickiego [1997], które wykazały podwyższone stężenia jonów żelaza w wodach na obszarach sąsiadujących z polami ornymi.[Koc J.; Nowicki Z 1997]

Zawartość manganu rozpuszczonego w wodach była bardzo zmienna i – jak można przypuszczać – mangan może być szybko wytrącony w postaci zawiesiny koloidalnej. Trzeba również podkreślić, że zanieczyszczenie powierzchniowych wód manganem występuje rzadko, chociaż antropogeniczny jego poziom w ekosystemach wodnych jest wysoki [Kabata – Pendias A.; Pendias H. 1993]. W analizowanych badaniach zanieczyszczenie zbiornika związkami wahało się od 0,007 mg Mn/dm³ 0,336 mg Mn/ dm³. Najniższe średnie wartości uzyskiwano w pierwszym roku badawczym – 0,052 mg Mn/ dm³, najwyższe zaś w czwartym roku badawczym – 0,175 mg Mn/ dm³.

Źródłem azotu w wodach zbiornika wodnego może być azot atmosferyczny, który prawdopodobnie dostaje się tam w różnych terminach i różnych ilościach na skutek wiązania go przez bakterie i niektóre gatunki sinic [Kabata – Pendias A.; Pendias H. 1993]. Wyniki przeprowadzonych badań wykazały wyraźne sezonowe zmiany składu form azotu wód zbiornika Sokółka, które mogą być spowodowane przede wszystkim czynnikami klimatycz-

nymi, środowiskowymi oraz biologicznymi, zachodzącymi w wodach badanego akwenu. W odniesieniu do azotu amonowego zaobserwowano występowanie maksimum zimowych oraz minimum letnich. Średnie wartości tego parametru wahały się od 0,384 do 0,816 mg NH_4/dm^3 i stale się zwiększały w poszczególnych latach badawczych. Stężenia azotanów III i azotanów V również potwierdzają istnienie zmian sezonowych – może to być spowodowane intensywnym rozwojem roślinności wodnej, a także biologiczną sorpcją tych związków [Koc J.; Nowicki Z. 1997].

Najniższe stężenia azotanów III i V odnotowano latem, wyższe zaś w okresie zimowym. Otrzymane wyniki są potwierdzeniem badań prowadzonych przez Kowalika i Kulbika [Kowalik P.; Kulbik M. 2006], którzy twierdzą, że małe stężenia azotanów V w wodach w okresie lata mogą być powodowane intensywnym pobieraniem azotanów przez roślinność wodolubną porastającą brzegi oraz przez procesy denitryfikacji.

Wśród licznych wskaźników zanieczyszczeń wód powierzchniowych azot i fosfor mają szczególne znaczenie jako pierwiastki pokarmowe, wywierające bezpośredni wpływ na proces eutrofizacji [Nielsen K. i in. 2001]. W ostatnich dziesięcioleciach znacznie wzrosło zagrożenie nadmiernym rozwojem glonów w wodach, spowodowane zbyt dużymi ładunkami związków azotu i fosforu, które dostają się do zbiorników wodnych zarówno ze źródeł punktowych, jak i obszarowych. Nie zaobserwowano istotnych zmian sezonowych dotyczących ilości fosforanów oznaczonych w próbkach akwenu Sokółka, zanotowano jednak stopniowy wzrost średnich ilości tego wskaźnika od wartości 0,539 mg $\text{PO}_4^{3-}/\text{dm}^3$ w pierwszym roku badawczym do wartości 0,891 mg $\text{PO}_4^{3-}/\text{dm}^3$ w czwartym roku badawczym.

Średnia wartość utlenialności zmieniała się od 9,65 do 12,57 mg O_2/dm^3 . Przyczyną dosyć dużych stężeń związków organicznych, wyrażonych jako ChZT-Mn, mogą być niekontrolowane spływy powierzchniowe, infiltracja zanieczyszczeń z obszarów rolnych oraz wybitnie rolniczy charakter zlewni. Potwierdzają to również badania przeprowadzone przez Koszelnika i Tomaszka [Koszelnik P., Tomaszek A. J. 2004].

Na podstawie trójczynnika analizy wariancji wartości wszystkich badanych parametrów (tab. 3) udowodniono testem Tucke'ya, przy poziomach ufności $\alpha=0,05$ i $\alpha=0,01$, istotne różnice tych wartości pomiędzy poszczególnymi latami, miesiącami oraz punktami poboru próbek. Zaobserwowano istotne różnice pomiędzy poszczególnymi latami poboru próbek we wszystkich badanych parametrach oprócz mętności, pomiędzy miesiącami zaś wszystkie parametry były istotne. Nie miały natomiast istotnego znaczenia mętność i odczyn w punktach poboru.

Udowodniono istotne różnice we wszystkich badanych parametrach w poszczególnych latach i miesiącach poboru prób (AxB), lata i punkty (AxC) zaś nie miały znaczenia w odniesieniu do mętności, odczynu i utlenialności natomiast w miesiącach i punktach (BxC) różnice wartości parametrów miały tylko znaczenie w odniesieniu do przewodności i azotanów III.

Tabela 3. Wartości najmniejszych istotnych różnic (NIR) obliczone metodą Tukeya**Table 3.** Values of smallest important differences calculate method Tukey

NIR	A (lata)	B (miesiące)	C (punkty)	AB	AC	BC
	N=240					
Barwa pozorna	6,9867 **	15,4017 **	8,3063 **	33,4037 **	21,562 **	-
Barwa rzeczywista	3,5991 **	7,9339 **	4,2789 *	17,2072 **	11,1072 **	-
Mętność	-	15,439 **	-	33,4846 *	-	-
Przewodność	6,2665 **	13,814 **	7,4501 **	29,9605 **	19,3394 *	33,4969 *
Odczyn	0,0951 **	0,2096 **	-	0,4545 **	-	-
Żelazo og.	0,0352 **	0,0775 **	0,0418 **	0,1681 **	0,1085 **	-
Mangan	0,0168 **	0,0371 **	0,0200 **	0,0804 **	0,0519 *	-
Jon amonowy	0,0481 **	0,1059 **	0,0571 **	0,2298 **	0,1483 **	-
Azotany (III)	0,0116 **	0,0257 **	0,0138 **	0,0557 **	0,0359 *	0,0622 *
Azotany (V)	0,2635 **	0,5809 **	0,3133 **	1,2598 **	0,8132 *	-
TKN	0,6154 **	1,3566 **	0,7316 **	2,9423 **	1,8992 *	-
Fosforany	0,1260 **	0,2777 **	0,1498 **	0,6022 **	0,3887 **	-
Utlenialność	0,8149 **	1,7964 **	0,9688 **	0,3896 **	-	-

Źródło: opracowanie własne.

Objaśnienia: NIR (Najmniejsza Istotna Różnica), $p=0,05$; Czynniki: A–lata, B–miesiące, C–punkty;
** – bardzo istotne; * – istotne; – nieistotne.

Aby ustalić przebieg zmian badanych parametrów w przestrzennym układzie zbiornika, tak dobrano punkty badawcze, aby uzyskać informację, w którym miejscu zalew posiada wody najczystsze, a w którym wody te odbiegają od norm. Pierwszy punkt umieszczono na rzece doprowadzającej wody do zbiornika, ostatni zaś na wodach rzeki odpływającej ze zbiornika, aby stwierdzić, czy wody zalewu Sokółka posiadają możliwości samooczyszczania. Analizując uzyskane wyniki badań można stwierdzić, że stężenia prawie wszystkich badanych parametrów w wodach opuszczających zbiornik były wyższe niż w wodach dopływających, niezależnie od terminu poboru próbek. Na zwiększanie się ilości zanieczyszczeń mogły mieć wpływ głównie: dopływy zanieczyszczeń ze źródeł punktowych i w mniejszym stopniu ze źródeł obszarowych oraz rozwój roślinności wodnej [Illicki P. 2002], a także warunki tlenowe oraz temperatura panująca w zbiorniku.

4. WNIOSKI

Porównanie wyników badań z poszczególnych lat badawczych pozwoliło określić tendencje zmian zachodzących w zbiorniku oraz zagrożenia jakości wód w zbiorniku i samego zbiornika.

Zestawienie wyników badań wskazuje na rosnące wartości wszystkich badanych parametrów, a zwłaszcza związków biogenych w wodach zbiornika, co w konsekwencji może prowadzić do eutrofizacji wód zalewu Sokółka, a co za tym idzie do ograniczenia rekreacyjnego wykorzystania tego zbiornika.

Wraz z upływem lat zbiornik posiada wody coraz gorszej jakości, powodem tego stanu mogą być niekontrolowane spływy powierzchniowe, infiltracja zanieczyszczeń z obszarów rolnych, zróżnicowane warunki pogodowe w latach prowadzonych badań, a także stopniowe zarastanie i zamulanie się badanego zbiornika.

Należy podkreślić, że jakość wody zbiornika pogarsza się głównie w okresie letnim, a więc w tradycyjnym okresie wypoczynkowym. Jest to szczególnie widoczne zwłaszcza w okolicach kąpieliska.

Wody powierzchniowe są w dużym stopniu narażone na wpływ zanieczyszczeń antropogenicznych, przez co charakteryzuje je zmienność składu fizyczno-chemicznego. Wody zalewu Sokółka nie mają zarejestrowanych punktowych źródeł zanieczyszczeń, ale nie mogą się one poszczycić składem wód o właściwej jakości.

Podsumowując wyniki badań dotyczące zmiany jakości wód zbiornika małej retencji Sokółka, można stwierdzić:

- 1) przeprowadzone analizy wody akwenu w Sokółce w latach 2007–2010 wykazały wzrost wartości wszystkich badanych parametrów;
- 2) uzyskane wyniki charakteryzowała znaczna zmienność i były uzależnione od lat, miesięcy, punktów poboru próbek oraz pór roku;
- 3) zalew Sokółka nie miał zdolności do samooczyszczania wody, co może niekorzystnie wpływać na stan czystości rzeki Sokołda poniżej zbiornika.

PISMIENICTWO

- BOROWSKI G. 2010. Leksykon ekoinżynierii. Polskie Towarzystwo Ekoinżynierii, Warszawa.
- HERMANOWICZ W. i wsp. 1999. Fizyczno-chemiczne badanie wody i ścieków. Wydawnictwo Arkady, Warszawa.
- ILNICKI P. 2002. Przyczyny, źródła i przebieg eutrofizacji wód powierzchniowych. Przegląd Komunalny 2(125): 35–49.
- KABATA – PENDIAS A., PENDIAS H. 1993. Biochemia pierwiastków śladowych. PWN, Warszawa.

- KLIMASZYK P. 2006. Peatbog-Humic Water Complex in Forest Landscape: Factors Determining its Functioning. *Polish Journal of Env. Studies*, vol. 15, No. 5D, Part II: 384–388.
- KOC J., NOWICKI Z. 1997. Czynniki kształtujące chemizm wód oczek w środowisku rolniczym. W: *Mat. Konf.: na II Ogólnopolską Konf. Nauk.: Przyrodnicze i Techniczne Problemy Ochrony i Kształtowania Środowiska Rolniczego* Poznań: 91–97.
- KOSZELNIK P., TOMASZEK A.J. 2004. Share of different types of catchments In the Solina reservoir loadings with biogenic elements. *Env. Prot. Eng.* 30(4): 65–72.
- KOWALIK P., KULBIK M. 2006. Wpływ pokrywy glebowej w zlewni na kształtowanie się obszarowego spływu niektórych zanieczyszczeń do wód powierzchniowych. *Wyd. IMUZ Falęty* t.2, z.1(4): 211–223.
- MIODUSZEWSKI W. 2003. Mała retencja. *Ochrona zasobów wodnych środowiska naturalnego. Poradnik. Wyd. IMUZ Falenty.*
- NIELSEN K., RISGAARD-PETERSEN N., SOMOD B., RYSGAARD S., BERGO T. 2001. Nitrogen and phosphorus retention estimated independently by flux measurements and dynamic modelling in an estuary, Randers Fjord, Denmark, *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 219: 25–40.