

**Anna Siemieniuk\*, Joanna Szczykowska\*\***

**JAKOŚĆ WÓD W ZBIORNIKACH MAŁEJ RETENCJI  
NA TERENACH ROLNICZYCH WOJ. PODLASKIEGO**

**QUALITY OF WATERS IN LOW RETENTION RESERVOIRS  
IN FARMING AREAS OF PODLASKIE DISTRICT**

**Słowa kluczowe:** jakość wód, zbiornik małej retencji, zanieczyszczenia, związki biogenne.

**Key words:** quality of waters, low retention reservoir, pollutions, biogenic compounds.

*The aim of the conducted research was to assess the quality of waters in small retention reservoirs located in typically agricultural catchments in the following towns: Jasionówka and Korycin. During the research in each of the reservoirs there were selected three marks of both measurement and controlling type.*

*Selection and location of the research marks were dependent on the possibility of taking hold of changes in physical and chemical properties of water taking place in the observed reservoirs. Analyses of physical and chemical properties of water were conducted in accordance with the obligatory methodology, whereas statistic calculations were made on the basis of all the obtained results of the research, using three-factor analysis of variants for particular reservoirs, dates and marks of the samples. The differences between them were assessed using Tuckey test.*

*As regards physical and chemical indicators, waters supplying the reservoir of Jasionówka in most cases had much lower values than it was in case of waters flowing out of the reservoir. Therefore, the quality of water below the reservoir got deteriorated. Observations of spatial decomposition of the analyzed indicators have shown that the reservoir in Jas-*

---

\* *Dr inż. Anna Siemieniuk – Katedra Technologii w Inżynierii i Ochronie Środowiska, Politechnika Białostocka, ul. Wiejska 45 B, 15-351 Białystok; tel.: 85 746 96 30; e-mail: aniasiemieniuk@wp.pl*

\*\* *Dr n. tech. Joanna Szczykowska – Katedra Technologii w Inżynierii i Ochronie Środowiska, Politechnika Białostocka, ul. Wiejska 45 B, 15-351 Białystok; tel.: 85 746 96 30; e-mail: szczykowska@tlen.pl*

*ionówka is incapable of self-purification. Whereas waters flowing into the reservoir in Korycin are characterized by higher values of the analyzed parameters, yet waters flowing out of the reservoir had considerably less pollutions, which shows that the reservoir is capable of self-purification.*

## 1. WPROWADZENIE

Podstawowymi elementami małej retencji są wszelkiego typu niewielkie zbiorniki wodne [Gromiec 2004, Mioduszeowski, Łoś 2002]. Poprawiają one bilans wodny [Radczuk, Olearczyk 2002] i mogą polepszać stan czystości wód powierzchniowych. Zbiorniki retencyjne mają również możliwość zatrzymania zawieszin i związków biogennych w procesie sedymentacji i biologicznego wykorzystania przez organizmy autotroficzne [Szymańska 1996]. Jednak specyfika małych zbiorników zaporowych, polegająca na zatrzymywaniu związków pokarmowych, czyni z nich ekosystemy również podatne na procesy eutrofizacji [Klimaszczyk 2006, Houben 2001, Mioduszeowski 1999]. Takie zmiany jakości wód powierzchniowych są szczególnie widoczne w małych zbiornikach wodnych.

Celem prezentowanych w niniejszym opracowaniu badań była analiza jakości wód w wybranych zbiornikach małej retencji na terenie województwa podlaskiego, jak również określenie sezonowych zmian zawartości wybranych wskaźników fizykochemicznych w charakterystycznych punktach zbiorników.

## 2. TEREN I METODYKA BADAŃ

Badania zmienności wskaźników fizykochemicznych wody w zbiornikach prowadzono na dwóch wybranych obiektach zlokalizowanych na Podlasiu. Są to zbiorniki zlokalizowane w Korycinie, na rzece Kumiałka oraz w Jasionówce, na rzece Brzozówka. Pierwszym akwenem jest zbiornik małej retencji Korycin, oddany do użytku we wrześniu 2002 r. Objętość zalewu wynosi 81 tys m<sup>3</sup>, powierzchnia zalewu 6,8 ha, długości linii brzegowej zaś 1000 metrów. Akwen został zbudowany do użytku rekreacyjno-sportowego, pełni również rolę zbiornika retencyjnego i przeciwpowodziowego. Drugim akwenem jest zbiornik zaporowy „Jasionówka”, oddany do użytku w roku 2001. Akwen ma powierzchnię 2,03 ha i średnią głębokość 2 m. Podstawowe jego zadania to magazynowanie wody i wykorzystywanie jej w okresach niedoborów oraz cele przeciwpożarowe.

Podczas badań obrano po trzy punkty pomiarowo-kontrolne w czasach badanych zbiorników. Wybór i rozmieszczenie punktów badawczych podyktowane były możliwością uchwycenia zmian właściwości fizykochemicznych wody, zachodzących w analizowanych zbiornikach. W każdym ze zbiorników pierwszy punkt usytuowany był w obrębie dopływu, drugi w środkowej części, trzeci zaś przy ujściu wody ze zbiornika.

Zakres pracy obejmował analizę fizykochemiczną obejmującą następujące oznaczenia:

- barwy rzeczywistej i pozornej,
- mętności,
- utlenialności,
- przewodności elektrolitycznej,
- odczynu,
- TKN,
- azotu amonowego,
- azotanów (III) i azotanów (V),
- fosforanów,
- żelaza,
- manganu.

Badania próbek wody, pobieranych z warstwy powierzchniowej strefy brzegowej przeprowadzano co miesiąc, w okresie od maja 2008 r. do lutego 2009 r. Analizy wykonano zgodnie z obowiązującą metodyką, obliczenia statystyczne zaś wykonano na podstawie wszystkich uzyskanych wyników badań, stosując trójczynnиковą analizę wariancji dla poszczególnych zbiorników, terminów i punktów poboru próbek. Różnicę oceniono testem Tucke'ya, przy poziomach ufności  $\alpha=0,05$  i  $\alpha=0,01$ .

### 3. WYNIKI BADAŃ I Dyskusja

W badanych próbkach oznaczano barwę rzeczywistą i pozorną. Barwa pozorna wahała się od wartości minimalnej 14 mg Pt/dm<sup>3</sup>, występującej w wodach zalewu w Jasionówce, do wartości maksymalnej 115 mg Pt/dm<sup>3</sup>, w Korycinie. Intensywna barwa wody w miesiącach wiosennych i letnich mogła być spowodowana występowaniem substancji humusowych, masowym rozwojem roślinności wodnej oraz podwyższonymi opadami atmosferycznymi [Kowal, Świdarska-Bróź].

Wahania mętności wody były zbliżone do wahań barwy pozornej i rzeczywistej. Największe wartości wskaźników mętności wody zaobserwowano w miesiącach maj – lipiec 2008 r. Powodem takiej sytuacji było najprawdopodobniej rekreacyjne wykorzystanie obu zbiorników w tym okresie, przez naruszenie osadów dennych zalegających na dnie zbiornika przez osoby kąpiące się. Na zwiększenie mętności wody mogły mieć również wpływ silnie rozwijające się w tym okresie glony [Kowal, Świdarska-Bróź]. Na podstawie trójczynnиковej analizy wariancji średnich wartości wskaźników barwy i mętności (tab. 1) udowodniono istotne różnice pomiędzy zbiornikami i terminami poboru próbek, natomiast wartości tych wskaźników w zależności od punktów poboru nie miały istotnego znaczenia.

Prawie w całym okresie badawczym utlenialność charakteryzowały niewielkie zmiany jej wartości, zarówno w jednym, jak i w drugim zbiorniku. Jedynie w styczniu 2009 r. zaobserwowano największy wzrost wskaźnika utlenialności, średnio do 39,1 mg O<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup> w zbiorniku Jasionówka oraz 26,1 mg O<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup> w akwenu Korycin. Przyczyną tak dużego skoku

**Tabela 1.** Fizykochemiczne parametry próbek wody pochodzących ze zbiorników Jasionówka i Korycin  
**Table 1.** Physicochemical parameters of water samples of Jasionówka and Korycin reservoirs

Badany parametr	Kolejny punkt poboru	V'08	VI'08	VII'08	VIII'08	IX'08	X'08	XI'08	XII'08	I'09	II'09	Wartość średnia AxB	NIR
Bawna pozorna, mg Pt/dm <sup>3</sup>	J1/K1	69/82	61/87	25/46	32/77	38/55	32/50	15/42	33/62	53/37	62/42	<b>42,0/58,0</b>	A=6,27 B=23,94
	J2/K2	75/72	61/67	35/80	38/115	46/36	38/94	33/33	31/65	20/30	48/51	<b>44,5/64,3</b>	AB=38,66
	J3/K3	75/94	51/56	44/94	33/59	40/41	40/63	14/35	33/69	53/23	62/58	<b>42,5/59,2</b>	
	średnia	73,0/82,7	57,6/70,0	34,6/73,3	34,3/83,7	41,3/44,0	<b>36,7/69,0</b>	<b>20,7/36,7</b>	7/20	<b>32,3/72,0</b>	<b>42,0/30,0</b>	<b>57,3/50,3</b>	<b>43,0/60,5</b>
Bawna rzeczywista, mg Pt/dm <sup>3</sup>	J1/K1	33/29	32/40	21/24	24/25	32/52	30/45	16/33	16/33	21/19	19/37	<b>23,5/32,4</b>	
	J2/K2	34/39	39/39	13/48	36/36	44/29	30/35	16/18	18/33	15/21	19/39	<b>33,7/33,7</b>	A=3,59 B=13,68
	J3/K3	39/35	27/15	22/42	31/30	27/22	26/30	7/12	13/33	24/20	33/37	<b>24,9/27,6</b>	
	średnia	<b>35,3/34,3</b>	<b>32,7/31,3</b>	<b>18,7/38,0</b>	<b>29,3/30,3</b>	<b>34,3/34,3</b>	<b>28,7/36,7</b>	<b>10/16,7</b>	1/3	<b>15,7/33,0</b>	<b>20/20,0</b>	<b>23,7/37,7</b>	<b>27,3/31,2</b>
Mętność, NTU	J1/K1	5/13	12/17	8/11	2/5	3/5	1/2	1/7	1/3	8/5	1/2	<b>4,2/7,0</b>	A=0,662 B=2,53 AB=4,08
	J2/K2	8/14	12/13	7/15	2/5	3/3	1/2	2/5	1/3	3/4	2/3	<b>4,1/6,7</b>	
	J3/K3	6/13	10/10	6/13	2/4	2/2	4/1	1/4	1/4	6/4	1/2	<b>3,9/5,7</b>	
średnia	<b>6,3/13,3</b>	<b>11,3/13,3</b>	<b>7,0/13,0</b>	<b>2,0/4,7</b>	<b>2,7/3,3</b>	<b>2,0/1,7</b>	<b>1,3/5,3</b>	1/1,5	<b>1,0/3,3</b>	<b>5,7/4,3</b>	<b>1,3/2,3</b>	<b>4,1/6,5</b>	
Utlenialność, mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	J1/K1	0,5/0,5	3/12	5/7	3/2	1,5/2,5	2/2	1/1,5	3,5/8	29,4/28,2	2,5/4,5	<b>5,1/4,6,82</b>	
	J2/K2	0,5/0,5	2/3	1/2	2/4	2,5/3,5	1,5/2	1,5/1	5,5/6	27,8/24,4	3/3,5	<b>4,73/4,96</b>	
	J3/K3	0,5/0,5	1/4	5/3	4/3	2,5/3,0	1,5/3	1,5/2	4/5,5	60,0/25,6	7,5/4,5	<b>8,75/5,41</b>	B=8,65
	średnia	0,5/0,5	2,0/6,3	<b>3,7/4,0</b>	<b>3,0/3,0</b>	<b>2,2/3,0</b>	<b>1,7/3,2</b>	<b>1,3/1,5</b>	<b>4,3/6,5</b>	<b>39,1/26,1</b>	<b>4,3/4,2</b>	<b>6,21/5,73</b>	
Przewodność, µS/cm <sup>3</sup>	J1/K1	374/405	424/552	356/481	338/508	305/507	280/507	268/469	278/497	273/359	140/458	<b>303,6/474</b>	A=12,33 B=47,06
	J2/K2	373/405	429/483	360/484	340/505	304/492	283/502	270/466	273/487	283/374	293/432	<b>320,8/423</b>	
	J3/K3	372/410	429/486	356/411	341/486	306/494	282/509	267/473	275/493	300/363	254/445	<b>318,2/457</b>	AB=76,01
	średnia	373/406,7	427,3/507	357,3/458,7	339,7/499,7	305/497,7	281,7/506	268,3/469,3	275,3/492,3	<b>285,3/365,3</b>	<b>229/445</b>	<b>314,2/451,3</b>	
pH	J1/K1	8,69/8,48	8,24/7,94	7,6/7,31	7,33/8,12	7,66/7,53	8,15/7,6	8,36/7,69	8,18/7,67	7,38/7,26	7,74/7,9	<b>7,93/7,75</b>	A=0,113 B=0,433 AB=0,699
	J2/K2	8,84/8,06	8,06/8,43	7,6/17,63	7,8/8,11	7,64/7,76	8,05/7,63	8,07/7,64	8,35/7,71	7,53/7,26	7,56/7,93	<b>7,25/7,82</b>	
	J3/K3	8,86/7,79	8,13/8,42	7,67/7,65	7,8/7,52	7,8/7,77	8,04/7,53	8,89/7,7	8,23/7,72	7,33/7,2	7,50/8,0	<b>8,03/7,73</b>	
	średnia	<b>8,80/8,11</b>	<b>8,14/8,26</b>	<b>7,63/7,53</b>	<b>7,64/7,92</b>	<b>7,7/7,67</b>	<b>8,08/7,59</b>	<b>8,44/7,68</b>	<b>8,25/7,7</b>	<b>7,41/7,24</b>	<b>7,617,94</b>	<b>7,74/7,77</b>	

**Objaśnienia:** NIR (Najmniejsza Istotna Różnica), p=0,05; Czynniki: A – zbiornik; B – terminy; C – punkty.

**Tabela 2.** Fizykochemiczne parametry próbek wody pochodzących ze zbiorników Jasionówka i Korycin  
**Table 2.** Physicochemical parameters of water samples of Jasionówka and Korycin reservoirs

Badany parametr	Kolejny punkt poboru	V'08	VI'08	VII'08	VIII'08	IX'08	X'08	XI'08	XII'08	I'09	II'09	Wartość średnia Ax/B	NIR
TKN mg TKN/ dm <sup>3</sup>	J1/K1	12,083/2,083	7,917/0,833	2,083/6,250	3,333/3,333	7,917/16,667	3,333/2,083	13,333/1,250	10,000/0,833	6,667/2,083	5,000/3,333	<b>6,94/4,08</b>	n.i.
	J2/K2	7,083/8,333	4,167/5,000	4,167/18,333	3,750/6,667	5,417/2,083	3,750/0,417	3,333/13,333	1,250/0,833	2,083/1,250	2,500/1,250	<b>3,01/5,75</b>	
	J3/K3	20,833/2,500	7,917/2,917	2,500/13,750	6,667/0,417	14,167/3,750	2,083/5,417	1,250/2,083	4,417/3,333	3,333/2,500	0,833/1,667	<b>6,40/3,83</b>	
	średnia	13,333/4,305	6,666/2,917	2,917/12,778	4,583/3,472	9,167/1,500	3,055/2,639	5,972/5,555	5,222/1,666	4,028/1,944	<b>2,77/2,083</b>	<b>5,45/4,56</b>	
Azot amonowy mg N- NH <sub>4</sub> /dm <sup>3</sup>	J1/K1	0,012/0,049	0,134/0,231	0,122/0,292	0,134/0,231	0,219/0,292	0,085/0,134	0,122/0,231	0,085/0,170	0,170/0,195	0,182/0,122	<b>0,127/0,195</b>	B= 0,218
	J2/K2	0,012/0,061	0,158/0,109	0,146/0,365	0,195/0,134	0,195/0,134	0,146/0,024	0,499/0,146	0,122/0,158	0,851/0,170	0,085/0,134	<b>0,241/0,150</b>	
	J3/K3	0,012/0,036	0,122/0,036	0,195/0,353	0,195/0,122	0,365/0,219	0,085/0,109	0,036/0,158	0,158/0,195	0,280/0,207	0,109/0,122	<b>0,156/0,156</b>	
	średnia	<b>0,012/0,049</b>	<b>0,138/0,125</b>	<b>0,154/0,337</b>	<b>0,175/0,162</b>	<b>0,260/0,235</b>	<b>0,105/0,267</b>	<b>0,219/0,178</b>	<b>0,122/0,174</b>	<b>0,434/0,191</b>	<b>0,125/0,126</b>	<b>0,175/0,167</b>	
Azotany III mg N- NO <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	J1/K1	0,003/0,050	0,003/0,073	0,026/0,010	0,023/0,010	0,010/0,013	0,023/0,020	0,023/0,026	0,017/0,036	0,003/0,023	0,007/0,023	<b>0,014/0,052</b>	A=0,007 B*= 0,025 AB*=0,040
	J2/K2	0,003/0,046	0,013/0,079	0,017/0,010	0,013/0,007	0,013/0,007	0,010/0,023	0,010/0,023	0,020/0,040	0,003/0,026	0,020/0,026	<b>0,014/0,032</b>	
	J3/K3	0,066/0,043	0,003/0,030	0,007/0,007	0,003/0,023	0,013/0,007	0,013/0,020	0,010/0,026	0,010/0,030	0,007/0,023	0,013/0,036	<b>0,015/0,025</b>	
	średnia	<b>0,024/0,046</b>	<b>0,006/0,061</b>	<b>0,017/0,016</b>	<b>0,013/0,013</b>	<b>0,012/0,01</b>	<b>0,015/0,021</b>	<b>0,021/0,036</b>	<b>0,017/0,035</b>	<b>0,004/0,024</b>	<b>0,013/0,028</b>	<b>0,014/0,036</b>	
Azotany V mg N- NO <sub>3</sub> /dm <sup>3</sup>	J1/K1	0,443/0,885	0,443/0,443	0,797/3,099	0,885/2,214	1,771/1,771	0,443/2,214	0,885/1,328	0,443/0,771	2,656/2,214	0,885/2,214	<b>0,965/1,715</b>	A= 0,401 B= 1,53 AB=2,47 BC=3,03
	J2/K2	0,443/2,214	0,443/0,443	2,656/9,297	0,443/1,328	1,771/1,328	0,443/0,443	0,443/1,328	0,443/0,771	0,885/1,771	2,214/2,656	<b>1,018/2,158</b>	
	J3/K3	0,443/1,328	1,328/0,443	3,542/10,625	0,443/1,328	0,885/1,328	0,443/0,885	0,443/2,214	0,443/0,771	2,214/1,328	1,771/2,656	<b>2,594/2,291</b>	
	średnia	0,443/1,476	0,738/0,443	2,332/7,674	0,590/1,623	1,476/1,476	0,443/1,180	<b>0,590/1,641</b>	<b>0,443/0,771</b>	<b>1,918/1,771</b>	<b>1,623/2,509</b>	<b>1,847/2,055</b>	
Fosforany mg PO <sub>4</sub> / dm <sup>3</sup>	J1/K1	2,750/0,87	1,961/1,24	0,621/0,101	1,030/0,39	0,130/0,51	0,270/0,28	0,06/0,4	0,330/0,47	0,34/0,44	0,14/0,29	<b>0,76/0,59</b>	B=0,708
	J2/K2	1,711/1,28	0,801/1,84	0,48/1,74	0,22/0,61	0,12/0,33	0,28/0,31	0,13/0,53	0,13/0,44	0,19/0,40	0,29/0,42	<b>0,43/0,79</b>	
	J3/K3	0,88/0,82	1,23/1,71	1,47/2,4	0,43/0,99	0,08/0,21	0,23/0,30	0,14/0,34	0,23/0,42	0,60/0,36	0,16/0,40	<b>0,55/0,79</b>	
	średnia	<b>1,78/0,99</b>	<b>1,33/1,60</b>	<b>0,86/1,72</b>	<b>0,56/0,66</b>	<b>0,11/0,35</b>	<b>0,26/0,30</b>	<b>0,11/0,42</b>	<b>0,23/0,44</b>	<b>0,38/0,40</b>	<b>0,20/0,37</b>	<b>0,58/0,72</b>	
Żelazo mg Fe/ dm <sup>3</sup>	J1/K1	0,55/0,68	0,16/0,62	0,13/0,60	0,07/0,28	0,09/0,46	0,06/0,22	0,05/0,52	0,04/0,39	0,89/0,60	0,09/0,33	<b>0,21/0,47</b>	A= 0,084 B= 0,319
	J2/K2	0,25/0,83	0,30/0,20	0,14/0,43	0,09/0,25	0,11/0,24	0,04/0,27	0,13/0,37	0,08/0,41	0,16/0,42	0,40/0,33	<b>0,17/0,38</b>	
	J3/K3	1,02/0,65	0,18/0,11	0,16/0,44	0,16/0,20	0,12/0,27	0,05/0,17	0,07/0,38	0,07/0,56	0,44/0,42	0,51/0,27	<b>0,28/0,35</b>	
	średnia	<b>0,61/0,72</b>	<b>0,21/0,31</b>	<b>0,14/0,48</b>	<b>0,09/0,28</b>	<b>0,11/0,32</b>	<b>0,05/0,22</b>	<b>0,08/0,42</b>	<b>0,06/0,45</b>	<b>0,50/0,48</b>	<b>0,33/0,31</b>	<b>0,22/0,40</b>	
Mangan mg Mn/ dm <sup>3</sup>	J1/K1	0,030/0,047	0,016/0,067	0,030/0,028	0,037/0,087	0,004/0,048	0,002/0,013	0,017/0,046	0,007/0,062	0,039/0,148	0,033/0,053	<b>0,028/0,058</b>	A*= 0,026 B*= 0,098
	J2/K2	0,078/0,071	0,009/0,050	0,055/0,115	0,005/0,013	0,007/0,012	0,001/0,016	0,033/0,055	0,010/0,065	0,060/0,122	0,019/0,052	<b>0,028/0,057</b>	
	J3/K3	0,062/0,050	0,005/0,007	0,051/0,101	0,004/0,077	0,006/0,009	0,005/0,200	0,012/0,059	0,015/0,061	0,296/0,113	0,050/0,051	<b>0,054/0,073</b>	
	średnia	<b>0,057/0,056</b>	<b>0,045/0,041</b>	<b>0,045/0,081</b>	<b>0,015/0,059</b>	<b>0,006/0,016</b>	<b>0,003/0,076</b>	<b>0,021/0,053</b>	<b>0,011/0,063</b>	<b>0,132/0,128</b>	<b>0,054/0,052</b>	<b>0,037/0,063</b>	

Objaśnienia: NIR (Najmniejsza Istotna Różnica), p=0,05, Czynniki: A – zbiornik, B – terminy, C – punkty, n.i. – nieistotna, p=0,01.

wartości ChZT-Mn było najprawdopodobniej to, że próbki do badań pobierane były spod pokrywy lodowej. Może to świadczyć o znacznym nagromadzeniu materii organicznej w tym okresie. Wartości wskaźnika utlenialności w wodach akwenów były istotnie zróżnicowane tylko w zależności od terminu poborów próbek.

Można stwierdzić, że średnie wartości przewodności w poszczególnych punktach poboru prób zalewów w Jasionówce i Korycinie utrzymywały się na podobnym poziomie i nie przekroczyły przeciętnych wartości charakteryzujących wody powierzchniowe. Średnie ich stężenia wahały się od 229 do 507  $\mu\text{S}/\text{cm}^3$ . Wartość przewodności elektrolitycznej w wodach akwenów była istotnie zróżnicowana w zależności od zbiornika i terminów poboru.

Wody obydwu zalewów mają charakter alkaliczny. Można przypuszczać, że wpływ na to może mieć rodzaj podłoża zbiorników bądź też ilość i jakość doprowadzanych zanieczyszczeń. Namniejsza wartość pH, w obu zbiornikach wynosiła 7,24, najwyższa zaś wartość 8,8. Odczyn wody był istotnie zróżnicowany w zależności od zbiorników i terminów poboru próbek.

Oznaczane wartości stężenia azotu ogólnego Kjeldahla były bardzo zróżnicowane i mieściły się w granicach 0,417 do 20,833 mg TKN/dm<sup>3</sup>. Dostyć duży przyrost TKN w okresie wiosenno-letnim może być spowodowany biochemicznym rozpadem pozostałości roślinnych i zwierzęcych [Gomółka, Szaynok 1997]. Na podstawie trójczynnikowej analizy wariancji wartości średnich azotu ogólnego (tab. 2) nie udowodniono istotnych różnic – zbiornik, termin oraz punkty poboru próbek nie miały istotnego znaczenia.

Zawartość azotu amonowego w prowadzonych badaniach wykazywała znaczne wahania w ciągu roku. Ilość tej formy azotu w wodach zbiornika w Jasionówce wahała się od wartości minimalnej 0,012 do wartości maksymalnej 0,499 mg  $\text{NNH}_4/\text{dm}^3$ . Zawartość azotu amonowego w akwencie w Korycinie mieściła się natomiast w granicach od 0,024 mg  $\text{NNH}_4/\text{dm}^3$  do 0,365 mg  $\text{NNH}_4/\text{dm}^3$ . Wpływ na zwiększone ilości tego pierwiastka w różnych terminach poboru próbek mogły mieć roztopy śniegu oraz opady deszczu i związany z tym spływ z pól uprawnych pozostałości nawozów, które wraz z dopływającymi rzekami przedostawały się do badanych akwenów. Na podstawie trójczynnikowej analizy wartości azotu amonowego testem Tukey'a udowodniono istotne różnice przy prawdopodobieństwie  $p = 0,05$  tylko pomiędzy terminami poboru próbek, reszta czynników natomiast nie miała istotnego znaczenia (tab. 2).

Azotany (III) na ogół występują w wodach w niewielkich stężeniach. Miało to również miejsce w przypadku badanych akwenów. Stężenie azotanów (III) we wszystkich badanych punktach poboru mieściło się w zakresie od 0,003 do 0,066 mg  $\text{N-NO}_2/\text{dm}^3$ . Test Tukey'a udowodnił istotne różnice pomiędzy zbiornikami i terminami poboru próbek, punkty poboru natomiast nie miały w tym wypadku istotnego znaczenia (tab. 2).

Azotany (V) należą do substancji pożywkowych, niezbędnych do życia roślin wodnych, dlatego też ilość ich jest często uzależniona od rozwoju biomasy. W obydwu akwenach stężenie azotanów (V) wahało się od 0,443 do 10,625 mg  $\text{N-NO}_3/\text{dm}^3$ . Jednocześnie zaobserwowano podwyższone wartości azotanów (III) oraz azotanów (V) wiosną i jesienią w akwencie

w Korycinie, co prawdopodobnie było spowodowane intensywnymi opadami atmosferycznymi bądź zanieczyszczeniami obszarowymi spływającymi z pobliskich terenów użytkowanych rolniczo. W zbiorniku Jasionówka wzrost azotanów (V) nastąpił w lipcu i wrześniu 2008 r., powodem tego może być przedostawanie się wraz ze spływami powierzchniowymi nawozów azotowych. Drugi wzrost tej formy azotu nastąpił w styczniu i lutym 2009 r., czyli w okresie zamierania życia roślinnego i braku poboru azotanów (V) przez rośliny. Badanie za pomocą testu Tukey'a udowodniło istotne różnice w ilości azotanów (V) między zbiornikami i terminami poboru próbek, jak również istotne znaczenie terminów i punktów poboru azotanów.

Związki fosforu są stałym składnikiem wód powierzchniowych, lecz ich stężenia zależą od poziomu zanieczyszczenia wód, w związku z tym są zmienne w ciągu roku [Kiryłuk 2005]. Ilość fosforanów w wodach obu zbiorników wahała się od 0,08 do 2,75 mg  $\text{PO}_4^{2-}/\text{dm}^3$ . W trakcie badań zaobserwowano okresowość występowania fosforanów, największe ich stężenia – zarówno w jednym, jak i w drugim zbiorniku – odnotowano w maju, czerwcu i lipcu 2008 r. W kolejnych miesiącach zaś nastąpiło znaczne zmniejszenie ich ilości. Tak wysokie stężenie fosforanów w wodach obu zbiorników może pochodzić zdaniem Kiryłuka [Kiryłuk 2005], głównie z nawozów mineralnych stosowanych na otaczających glebach, a także z wylewów z rzek w okresie wczesnowiosennym. Wyniki testu Tukey'a potwierdziły istotne różnice w ilości fosforanów tylko w odniesieniu do terminów poboru próbek.

Stężenie żelaza w badanych wodach ulegało bardzo dużym wahaniom. W omawianych akwenach żelazo występowało w stężeniach od 0,01 do 1,02 mg  $\text{Fe}/\text{dm}^3$ . Zwiększona ilość żelaza może być powodem wytrącania się jego związków w wodach o lekko alkalicznym odczynie, co ma miejsce zarówno w jednym, jak i w drugim zbiorniku. Należy dodać, że większe stężenia omawianego parametru zanotowano w akwenu w Korycinie. Zwiększenie ilości żelaza może być również spowodowane uwalnianiem się żelaza z osadów dennych. Na podstawie trójczynnikowej analizy wariancji wartości średnich żelaza (tab. 2) udowodniono istotne różnice pomiędzy zbiornikami i terminami poboru próbek, natomiast punkty poboru próbek nie miały istotnego znaczenia.

Zawartość manganu zależy głównie od jego wymywania z podłoża, w mniejszym stopniu natomiast od dopływu ścieków. W przeprowadzonych badaniach ulegała ona dosyć dużym zmianom zarówno w okresie rocznym, jak i przy porównaniu wyników w poszczególnych punktach pomiarowo-kontrolnych. Wartości te wahały się w obu akwenach od wartości minimalnej 0,001 mg  $\text{Mn}/\text{dm}^3$  do wartości maksymalnej 0,296 mg  $\text{Mn}/\text{dm}^3$ . Wzrost ilości manganu może sugerować zachodzenie procesów biochemicznych, w wyniku których następuje uwalnianie manganu nieorganicznego z kompleksów organicznych.

#### 4. PODSUMOWANIE

Wartości badanych wskaźników fizykochemicznych, w wodach zasilających zbiornik Jasionówka były najczęściej dużo mniejsze niż wartości wód opuszczające akwen, dlatego

też jakość rzeki poniżej zbiornika uległa pogorszeniu. Obserwacje przestrzennego rozkładu badanych wskaźników wykazały, że zbiornik w Jasionówce nie ma zdolności do samooczyszczania. Potencjalnymi źródłami zanieczyszczeń zbiornika mogą być ścieki z nieskanalizowanych pobliskich miejscowości. Dostyc istotnym również źródłem materii organicznej oraz biogenów, zwłaszcza w tak niewielkim zbiorniku, mogą być roślinne zanęty wędkarskie, powszechnie stosowane zarówno na zawodach, jak i podczas wędkowania rekreacyjnego.

Wody zasilające zbiornik w Korycinie charakteryzowały najczęściej większe wartości analizowanych parametrów, jednak wody opuszczające zbiornik miały często mniej zanieczyszczeń, co wskazuje na zdolność tego zbiornika do samooczyszczania. Należy jednak dodać, że wody akwenu Korycin charakteryzowała duża niestabilność badanych parametrów. Uzyskane wyniki badań obu akwenów charakteryzowała znaczna zmienność i były niewątpliwie uzależnione od badanych czynników, czyli od zbiornika, terminów i punktów poboru prób, jak również od pory roku oraz od panujących warunków atmosferycznych.

## PIŚMIENNICTWO

- GOMÓŁKA E., SZAYNOK A. 1997. Chemia wody i powietrza. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław.
- GROMIEC M.J. 2004. Program małej retencji. *Gospodarka Wodna* 12, 484.
- HERMANOWICZ A.L., DOJLIDO J., DOŃSKA W., KOSIOROWSKI B. 1999. Fizykochemiczne badanie wody i ścieków, Arkady, Warszawa.
- HOUBEN G.J., MARTINY A., BASLER N., LANGGUTH H.R. PLUGER W.L. 2001. Assessing the reactive e transport of inorganic pollutants in groundwater of the Bourtanger Moor area., *Environmental Geology* 41: 488–494.
- KIRYŁUKA. 2005. Stężenia biogenów i węgla organicznego w wodach pochodzących z różnie użytkowanych torfowisk niskich. Monografie PAN Nr. 30:973–979.
- KLIMASZYK P. 2006. Peatbog-Humic Water Complex in Forest Landscape: Factors Determining its Functioning. *Polish J. of Environ. Studies* vol. 15, No. 5D, Part II: 384–388.
- KOWAL A.L., ŚWIDERSKA-BRÓŻ M. 1997. *Oczyszczanie wody*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa – Wrocław.
- MIODUSZEWSKI W. 1999. Ochrona a kształtowanie zasobów wodnych w krajobrazie rolniczym. Wydawnictwo IMUZ, Falenty.
- MIODUSZEWSKI W., ŁOŚ M.J. 2002. Mała retencja w systemie ochrony przeciwpowodziowej kraju. *Gospodarka Wodna* 2: 68–73.
- RADCZUK L., OLEARCZYK D. 2002. Małe zbiorniki retencyjne jako element poprawy bilansu wodnego zlewni użytkowanej rolniczo. *Zeszyt Naukowy AR Kraków* 393: 139–148.
- SZYMAŃSKA H. 1996. Retencja wody, a jej jakość. *Zeszyt Naukowy AR Wrocław, Konferencje* 11: 237–243.