

UWARUNKOWANIA JAKOŚCI WODY MAŁYCH ZBIORNIKÓW NA OBSZARACH WIEJSKICH ¹

Józef Koc, Andrzej Skwierawski

Katedra Melioracji i Kształtowania Środowiska,
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Wstęp

Jakość wody jest istotnym elementem funkcjonowania oczek wodnych w krajobrazie rolniczym zarówno ze względu na ich środowiskowe funkcje, jak i możliwość gospodarczego wykorzystania wody w rolnictwie i rekreacji. W warunkach młodoglacjalnej rzeźby terenów rolniczych Pojezierza Olsztyńskiego zagęszczenie małych zbiorników jest znaczne, dochodząc lokalnie do 20 szt.·km⁻². Stanowią więc one ważny element krajobrazu terenów otwartych i obszarów osadnictwa wiejskiego.

Oddziaływanie czynników zlewniowych jest uważane w głównej mierze za decydujące o stanie małych zbiorników wodnych, postępu ich eutrofizacji i możliwości spełniania różnorodnych funkcji [Koc i in. 2001]. Wśród oddziaływań zewnętrznych, decydujących o poziomie eutrofizacji i stanie degradacji małych zbiorników, zachodzi nakładanie się w różnych proporcjach trzech zasadniczych procesów:

1. Naturalna sukcesja ekologiczna, mająca charakter eutrofizacji na poziomie wynikającym z wielkości dostarczania składników ze zlewni i zasobności zbiornika w biogeny, prowadzi do stopniowej sukcesji roślinności oraz wypłycania w wyniku sedymentacji materiału dostającego się z terenów otaczających;
2. Eutrofizacja wykraczająca poza tempo przemian naturalnych, przyspieszona przez działalność człowieka oraz wzmożona akumulacja materii w zbiorniku na skutek zmian w strukturze użytkowania zlewni (nasilenie erozji);
3. Zjawiska bezpośredniego destrukcyjnego wpływu w postaci likwidacji zbiorników, wynikającej z różnych przyczyn (melioracje odwadniające, przeznaczenie terenu pod zabudowę itp.) lub degradacji na skutek zrzutów zanieczyszczeń, składowania odpadów itp.

¹ Badania wykonano w ramach projektu badawczego nr 3 P06S 041 25, finansowanego ze środków Komitetu Badań Naukowych.

Celem pracy było określenie zależności pomiędzy jakością wody i stanem troficznym wody wybranych małych zbiorników wodnych a stopniem nasilenia antropopresji, określonym w formie oceny zagrożenia degradacją małych zbiorników.

Materiał i metody badań

Badania prowadzono w latach 2000–2002 na Pojezierzu Olsztyńskim. Do ich realizacji wytypowano 3 małe zbiorniki charakteryzujące się zróżnicowanym sposobem zagospodarowania zlewni i obecnością czynników degradujących. Przy znacznie różniących się powierzchniach zwierciadła wody, pod względem warunków zlewniowych (wyłączając wpływy antropogeniczne) badane zbiorniki charakteryzowały się podobnymi cechami – średnim spadkiem terenu zlewni w granicach 5,4–7,3‰ oraz niewielkim zróżnicowaniem wartości współczynnika Schindlera (tab. 1). W wodzie analizowano podstawowe wskaźniki jakości wody w systemie comiesięcznych poborów i odnoszono je do obowiązujących klasyfikacji. Analizy laboratoryjne wykonano zgodnie z metodyką opracowaną przez HERMANOWICZA i in. [1999].

Tabela 1; Table 1

Charakterystyka badanych zbiorników i ich zlewni
Characteristics of investigated reservoirs and their catchments

Nr No.	Powierzchnia zbiornika Water table area (m ²)	Powierzchnia zlewni Catchment area (ha)	Śr. spadek terenu Catchment slope (‰)	Wsp. Schindlera Schindler's coefficient	Sposób użytkowania zlewni Land use	Czynniki degradujące Degradation factors
405	270	1,13	6,4	96,4	GO – 63% UZ – 23% Ls – 8% Nu – 5%	–
471	151	0,86	7,3	136,7	UZ – 42% TZ – 32% GO – 26%	świątynia zagrody farmstead neighbourhood
472	1300	4,94	5,4	107,9	TZ – 50% UZ – 33% GO – 15% Zd – 2%	odprowadzanie ścieków, zanieczyszczenie wastewater inflows, garbage

- GO – grunty orne; arable lands
UZ – użytki zielone (łąki i pastwiska); grasslands
Ls – lasy; forests
Nu – nieużytki rolnicze, tereny podmokłe; waste lands, wetlands
TZ – tereny zabudowane; built-up areas
Zd – zadrzewienia; afforestation

Wyniki i dyskusja

Badane małe zbiorniki należały do wód silnie zeutrofizowanych, jednak poziom ich zanieczyszczenia, w szczególności składnikami biogennymi, zależał od nasilenia antropopresji. Wytypowane do badań obiekty zaliczono do zbiorników

umiarkowanie zagrożonych degradacją (nr 405), a leżące w otoczeniu osadnictwa wiejskiego oczka 471 i 472 – zakwalifikowały się do zbiorników silnie zagrożonych, z tym, że obiekt 472 był wyraźnie silniej zdegradowany przez punktowe zrzuły zanieczyszczeń.

Poziom antropopresji odzwierciedlił się w wartościach wskaźników fizykochemicznych wody. Pod względem koncentracji składników biogenych (azotu i fosforu) wyróżniały się w szczególności zbiorniki położone na obszarach zabudowanych (471, 472), bowiem koncentracje fosforu ogółem w nich wielokrotnie przewyższały wartości w wodzie śródpolnego oczka 405. Znaczne zróżnicowanie dotyczyło również składu jonowego wody – przewodność elektrolityczna wody 560 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ zdegradowanego zbiornika 472 była dwukrotnie większa niż w zbiorniku śródpolnym. Spośród kationów najbardziej związane z nasileniem czynników zewnętrznych były koncentracje potasu i sodu (tab. 2), co zasługuje na uwagę ze względu na fakt, że w obecności obowiązującej ocenie wód powierzchniowych [ROZPORZĄDZENIE 2004] wskaźniki te nie są uwzględniane przy ustalaniu jakości wody. Wartości wskaźników antropopresji (K^+ , Na^+ , Cl^-) w zbiornikach zdegradowanych były nawet ponad 10-krotnie wyższe, podczas gdy składniki zależne głównie od spływu ze zlewni (Ca^{2+} , Mg^{2+}) wzrastały w nich tylko 2-krotnie. Ze względu na koncentracje fosforu w wodzie, wszystkie badane zbiorniki można zaliczyć do silnie zeutrofizowanych, z wyraźną granicą pomiędzy zbiornikiem śródpolnym (eutroficzne) a stawami wiejskimi (hipertroficzne), tab. 3.

Tabela 2; Table 2

Wartości średnie i zakresy głównych wskaźników fizykochemicznych ($\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$) w wodzie badanych zbiorników wodnych w latach 2000–2002

Average and ranges of the concentrations of main chemical compounds in water ($\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$) of small reservoirs in the period of 2000–2002

Wskaźnik Component	Nr zbiornika; No. of reservoir		
	405	471	472
	średnia i zakres; average value and range		
Odczyn pH; Reaction	6,5–8,1	6,5–8,9	6,3–8,2
Sucha pozostałość Dry residue	260 (112–710)	320 (208–529)	441 (288–630)
ChZT _{Cr} , COD _{Cr}	50,5 (26,0–88,0)	71,2 (34,0–231,0)	51,9 (12,8–100,0)
Barwa; Color ($\text{mg Pt}\cdot\text{dm}^{-3}$)	139 (52–299)	204 (119–351)	245 (131–378)
Przewodność* Conductivity†	215,7 (137–282)	362,5 (279–527)	560,2 (323–825)
P ogólny; Total P	0,169 (0,044–0,310)	0,795 (0,092–3,232)	2,416 (0,142–8,473)
P-PO ₄	0,043 (0,001–0,118)	0,418 (0,006–2,437)	2,034 (0,008–7,162)
N-NH ₄	0,282 (0,05–0,67)	0,424 (0,06–3,41)	1,386 (0,24–3,36)
N-NO ₃	0,124 (0,008–0,460)	0,113 (0,010–0,250)	0,519 (0,010–3,581)
N-NO ₂	0,0039 (0,0003–0,027)	0,0050 (0,0003–0,046)	0,0621 (0,0004–0,437)
K	1,5 (0,2–4,0)	33,7 (15,0–79,3)	15,8 (3,5–32,1)
Ca	38,4 (21,8–59,0)	43,4 (27,6–59,0)	67,7 (36,0–106,2)
Na	2,7 (0,4–4,8)	9,1 (5,6–14,4)	22,9 (6,8–44,4)
Mg	4,4 (0,5–11,1)	5,9 (1,9–14,3)	8,4 (1,9–19,8)
Cl ⁻	7,8 (1,0–15,0)	17,6 (11,0–30,0)	26,3 (13,0–37,0)

* $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$

Znacznie mniejszą zasobność małe zbiorniki wykazywały w odniesieniu do koncentracji azotu mineralnego, który przy nadmiarze fosforu (składnika z reguły limitującego produktywność ekosystemów wodnych) może przejmować rolę składnika występującego w minimum.

Według oceny jakości wód powierzchniowych [ROZPORZĄDZENIE 2004] wartości dla koncentracji odpowiadających percentylowi 90% w okresie obserwacji wskazują na V klasę tych wód (tab. 3). Wszystkie zbiorniki posiadały zbyt intensywną barwę wody oraz cechował je okresowy niedobór tlenu (wskazujący na znaczne tempo procesów destrukcji) i podwyższona zawartość materii organicznej (ChZT). Zbiorniki zdegradowane (471, 472) wykazywały także pozaklasowe stężenia fosforu. Zdecydowanie korzystniejszy wynik przedstawia się na podstawie klasyfikacji jakości wód jeziornych, korespondując ze stanem zagrożenia zewnętrznego badanych zbiorników.

Tabela 3; Table 3

Stan troficzny i jakość wody małych zbiorników wodnych
Trophic state and water quality of small water reservoirs

Wskaźnik; Parameter	Nr zbiornika; No. of reservoir		
	405	471	472
Stan troficzny na podst. stężeń azotu mineralnego w okresie wiosennym ⁽¹⁾ ; Trophic status based on N mineral in the spring season ⁽¹⁾	mezotrofia/eutrofia	oligotrofia/mezotrofia	eutrofia
Stan troficzny na podst. stężeń fosforu w okresie wiosennym ⁽¹⁾ ; Trophic status based on P in the spring season ⁽¹⁾	eutrofia	hipertrofia	hipertrofia
Klasa jakości wody ⁽²⁾ ; Water class ⁽²⁾	V	V	V
Wskaźniki obniżające klasę Parameters decreasing a class	O ₂ , ChZT, barwa; colour	O ₂ , ChZT, P og.; Total P, P-PO ₄ , barwa; colour	O ₂ , ChZT, P og.; Total P, P-PO ₄ , barwa; colour
Klasa jakości wody ⁽³⁾ Class of water ⁽³⁾	II	III	NON ⁽⁴⁾ Classless

⁽¹⁾ – na podstawie kryteriów VOLLENWIEDERA [1968]; according to VOLLENWIEDERS [1968] criteria

⁽²⁾ – wg Rozporządzenia Ministra Środowiska (Dz.U. 2004, nr 32, poz. 284) [ROZPORZĄDZENIE 2004]; according to Polish law [ROZPORZĄDZENIE 2004]

⁽³⁾ – wg kryteriów oceny jezior [KUDELSKA i in. 1994]; according to lake assessment [KUDELSKA i in. 1994]

⁽⁴⁾ NON - nieodpowiadający normom

Oczka wiejskie są dowodem na zagrożenie, jakie dla wód stanowią nieskanalizowane osiedla wiejskie. Jest to istotny problem, zwłaszcza że w obrębie województwa warmińsko-mazurskiego tylko 15,8% mieszkańców wsi obsługiwanych jest przez oczyszczalnie ścieków [URZĄD STATYSTYCZNY W OLSZTYNIE 2002]. Podobny stan utrzymuje się w całym kraju. Obszary zabudowy wiejskiej (źródła rozproszone) stanowią główne zagrożenie jakości wód w skali lokalnej. W skali kraju

w zanieczyszczeniu wód dominują źródła obszarowe, z tego względu zazwyczaj są postrzegane jako główna przyczyna eutrofizacji wód śródlądowych i Morza Bałtyckiego [STACHOWICZ 1995, KOC 1998]. DURKOWSKI i WORONIECKI [2001] na podstawie badań prowadzonych na Pomorzu Zachodnim stwierdzili, że wody stawów i oczek wodnych na obszarach wiejskich należą do zdecydowanie najbardziej zanieczyszczonych. Szczególnie wysokie stężenia dotyczyły fosforu fosforanowego, które wynosząc średnio $4,80 \text{ mg P-PO}_4\text{-dm}^{-3}$ ponad 2-krotnie przekraczały koncentracje zanotowane w rowach, do których wprowadzono odpływy z oczyszczalni ścieków i odwadniających tereny zabudowane, oraz 35-krotnie przewyższały wartości w wodach drenarskich. W porównaniu do oczek okolic Olsztyna były to koncentracje 30-krotnie wyższe od średniej w wodzie rozpatrywanego zbiornika śródpolnego (405) i 3-krotnie przewyższające wartości w oczkach wiejskich.

Przeprowadzone badania wskazują, że małe zbiorniki wodne są ekosystemami wrażliwymi na degradację. Niewielka ich powierzchnia i objętość wody w stosunku do wielkości zlewni, jak i często położenie w bezpośrednim sąsiedztwie źródeł zanieczyszczeń czyni je podatnymi na procesy degradacji [KOC i in. 2001]. W przypadku niewielkich zbiorników również jednorazowe, incydentalne zanieczyszczenie, np. zrzut ścieków, może mieć katastrofalne znaczenie dla funkcjonowania ekosystemu [CHOLEWIŃSKI, BIAULCIAK 1995; SURMACKI 1998]. BENNION i in. [1997] wskazują, że małe zbiorniki zarówno naturalne, jak i sztuczne zazwyczaj zawierają wodę eutroficzną, a najczęściej hipertroficzną. Wynika to z faktu, że w wodzie małych zbiorników występuje akumulacja składników dopływających ze zlewni i powracających do obiegu na skutek resuspensji osadów, mimo istnienia jednoczesnych procesów sedymentacji oraz wycofywania składników w układzie osad-woda.

Wnioski

1. Sposób użytkowania zlewni wpływał w znaczącym stopniu na kształtowanie się jakości wody małych zbiorników wodnych. Stopień zagrożenia zewnętrznego, wynikający z zagospodarowania zlewni i obecności czynników degradujących, korespondował z jakością wody małych zbiorników, pogarszając się w miarę nakładania się niekorzystnych czynników naturalnych i antropogenicznych.
2. Jakość wody małych zbiorników była niezadowalająca – cechowały ją pozaklasowe wartości chemicznego zapotrzebowania tlenu, koncentracji tlenu rozpuszczonego i barwy, a w zbiornikach położonych na terenach zabudowanych także fosforu.
3. Mały zbiornik śródpolny należał do wód eutroficzných ze względu na koncentracje fosforu, stawy wiejskie cechowało skrajne przeżyźnienie (hipertrofia).
4. Wyniki wskazują, że w obecnym stanie badane stawy wiejskie nie mogą spełniać przypisywanych im funkcji przyrodniczych oraz krajobrazotwórczych i wskazują na konieczność podejmowania rozwiązań mających na celu ich ochronę i rekultywację.

Literatura

- BENNION, H., HARRIMAN R., BATTARBEE W. 1997.** *A chemical survey of standing waters in south-east England, with reference to acidification and eutrophication.* Freshwat. Forum 8: 28–44.
- CHOLEWIŃSKI A., BŁAULCIAK R. 1995.** *Oczka wodne Pomorza Zachodniego i ocena zawartości wybranych składników chemicznych w ich wodach.* Wszechświat 96(5): 124–127.
- DURKOWSKI T., WORONIECKI T. 2001.** *Jakość wód powierzchniowych obszarów wiejskich Pomorza Zachodniego.* Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 476: 365–371.
- HERMANOWICZ W., DOJLIDO J., DOŻAŃSKA W., KOZIOROWSKI B., ZERBE J. 1999.** *Fizyczno-chemiczne badanie wody i ścieków.* Arkady, Warszawa: 556 ss.
- KOC J. 1998.** *Wpływ intensywności użytkowania terenu na wielkość odpływu biogenów z obszarów rolniczych.* Roczn. AR w Poznaniu 307, Roln. 52: 101–106.
- KOC J., CYMES I., SKWIERAWSKI A., SZYPEREK U. 2001.** *Znaczenie ochrony małych zbiorników wodnych w krajobrazie rolniczym.* Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 476: 397–407.
- KOC J., NOWICKI Z. 1997.** *Czynniki kształtujące chemizm wód oczek w środowisku rolniczym.* II Ogólnop. Konf. Nauk. „Przyrodnicze i techniczne problemy ochrony i kształtowania środowiska rolniczego”. Poznań, 21–23 IX 1997: 91–97.
- KUDELSKA D., CYDZIK D., SOSZKA H. 1994.** *Wytyczne monitoringu podstawowego jezior.* PIOŚ, Bibl. Monitoringu Środowiska, Warszawa: 52 ss.
- ROZPORZĄDZENIE 2004.** *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. 2004, nr 32, poz. 284.
- STACHOWICZ K. 1995.** *Migracja wodna składników pokarmowych ze zlewni rolniczych.* Człow. i Środ. 19(1): 125–141.
- SURMACKI A. 1998.** *Zagrożenia małych zbiorników śródpolnych na Pomorzu Zachodnim.* Chron. Przyr. Ojcz. 54(6): 61–69.
- URZĄD STATYSTYCZNY W OLSZTYNIE 2002.** *Rocznik statystyczny województwa warmińsko-mazurskiego 2002.* Wyd. US Olsztyn: 514 ss.
- VOLLENWEIDER R. A. 1968.** *Scientific fundamentals of the eutrophication of lakes and flowing waters, with particular reference to nitrogen and phosphorus as factors in eutrophication.* DAS/CSIO/68.27, OECD, Paris: 192 ss.

Słowa kluczowe: jakość wody, małe zbiorniki wodne, oczka wodne, eutrofizacja, krajobraz rolniczy

Streszczenie

Badaniami objęto 3 małe zbiorniki wodne, położone na Pojezierzu Olsztyńskim – w zlewniach rolniczych (405) i powiązanych z obszarami zabudowy wiejs-

kiej (471, 472). Cechowały się one zróżnicowanym stopniem nasilenia czynników antropogenicznych: zbiornik śródpolny określono jako umiarkowanie zagrożony, zaś zbiorniki 471 i 472 jako bardzo silnie zagrożone. Trzyletnie badania fizykochemiczne wody wykazały, że nasilenie czynników zewnętrznych korespondowało z jakością wody małych zbiorników. Jakość wody małych zbiorników była niezadowalająca – cechowały ją pozaklasowe wartości chemicznego zapotrzebowania tlenu, koncentracji tlenu rozpuszczonego i barwy, a w zbiornikach położonych na terenach zabudowanych także fosforu ogółem i fosforanów. Zbiorniki zdegradowane cechowały się wielokrotnie wyższymi koncentracjami większości składników, w szczególności fosforu ogółem (zbiornik 405 – 0,169 mg P·dm⁻³; 471 – 0,80 mg P·dm⁻³; 472 – 2,42 mg P·dm⁻³) i fosforanów (405 – 0,043 mg P-PO₄·dm⁻³; 471 – 0,42 mg P-PO₄·dm⁻³; 472 – 2,03 mg P-PO₄·dm⁻³), a także potasu (405 – 1,5 mg·dm⁻³; 471 – 33,7 mg·dm⁻³; 472 – 15,8 mg·dm⁻³) i sodu (405 – 2,7 mg·dm⁻³; 471 – 9,1 mg·dm⁻³; 472 – 22,7 mg·dm⁻³). Wyniki pozwoliły stwierdzić, że w obecnym stanie badane stawy wiejskie nie mogą spełniać funkcji przyrodniczych przypisywanych tego typu zbiornikom, co świadczy o konieczności wprowadzania rozwiązań mających na celu ich ochronę i rekultywację.

WATER QUALITY CONDITION OF SMALL RESERVOIRS IN THE RURAL LANDSCAPE

Koc Józef, Skwierawski Andrzej

Department of Land Reclamation and Environmental Management,
University of Warmia and Mazury, Olsztyn

Key words: water quality, small water bodies, midfield ponds, eutrophication, rural landscape

Summary

Three small water reservoirs in the Olsztyn Lake District were investigated. One of them was situated in agriculturally used catchment, and others near a built-up area. The investigated reservoirs differed as to the degree of anthropogenic influences – mid-field pond (reservoir no. 405) was judged as moderately threated, whereas reservoirs 471 & 472 as strongly endangered. Three-year studies on water chemistry show that the external factor intensity corresponded with water quality of the reservoirs. Water quality of small reservoirs was unfavourable with regards to such parameters as: COD_{Cr}, dissolved oxygen, colour and in the farmstead ponds (471, 472) as well as total phosphorus and phosphates. Degraded farmstead ponds contained multiple higher concentrations of majority of components, in particular: total phosphorus (reservoir 405 – 0.169 mg P·dm⁻³; 471 – 0.80 mg P·dm⁻³; 472 – 2.42 mg P·dm⁻³), phosphates (405 – 0.043 mg P-PO₄·dm⁻³; 471 – 0.42 mg P-PO₄·dm⁻³; 472 – 2.03 mg P-PO₄·dm⁻³), as well as potassium (405 – 1.5 mg·dm⁻³; 471 – 33.7 mg·dm⁻³; 472 – 15.8 mg·dm⁻³) and sodium (405 – 2.7 mg·dm⁻³; 471 – 9.1 mg·dm⁻³; 472 – 22.7 mg·dm⁻³). The results

show that at the present state, the investigated reservoirs in the built-up area can not fulfill neither environmental nor economic functions, and that is why the method of protection and reclamation should be applied.

Prof. dr hab. Józef **Koc**
Katedra Melioracji i Kształtowania Środowiska
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski
Plac Łódzki 2
10-719 OLSZTYN
e-mail: katemel@uwm.edu.pl