

WALORY UŻYTKOWE WODY RZEKI WILGI W ASPEKCIE JEJ MAGAZYNOWANIA W MAŁYM ZBIORNIKU RETENCYJNYM

Włodzimierz Kanownik, Tomasz Kowalik

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Streszczenie. Oceniano jakość i walory użytkowe wody rzeki Wilgi w celu określenia jej przydatności do magazynowania w projektowanym zbiorniku małej retencji. Zlewnia Wilgi do przekroju badawczego ma powierzchnię 19,67 km², jest położona w powiecie wielickim (woj. małopolskie). Badania hydrochemiczne prowadzono od marca 2006 do lutego 2007 r. W terenie mierzono temperaturę wody, pH, stężenie tlenu rozpuszczonego oraz przewodność elektrolityczną właściwą, w laboratorium zaś oznaczono stężenie zawiesiny ogólnej i substancji rozpuszczonych oraz zawartość związków biogenych (NH₄⁺, NO₂⁻, NO₃⁻, PO₄³⁻) i składników mineralnych (SO₄²⁻, Cl⁻, Mn²⁺, Fe^{2+/3+}, Mg²⁺, Ca²⁺). Wodę Wilgi odpływającą z obszaru badanej zlewni zakwalifikowano do III klasy, tj. do wód o zadowalającej jakości. Zdecydowały o tym wartości stężenia azotanów, żelaza i manganu. Planowany zbiornik małej retencji można wykorzystać do celów rekreacyjnych, gdyż woda spełnia wymagania stawiane jej przy korzystaniu z kąpielisk. Może być również wykorzystana do zaopatrzenia miejscowej ludności (kategoria A2), należy ją jednak wcześniej podać procesowi typowego uzdatniania fizycznego i chemicznego. Ustalono ponadto, że wody te jako środowisko życia ryb nie spełniają warunków koniecznych do ich bytowania, a to ze względu na bardzo wysokie stężenia azotanów.

Słowa kluczowe: mała retencja, wody powierzchniowe, jakość wody, walory użytkowe, zbiornik wodny

WSTĘP

Woda jest podstawowym czynnikiem warunkującym procesy zachodzące w środowisku. Gdy występuje w odpowiednich ilościach oraz odpowiednim czasie w stosunku do potrzeb, to dzięki swym właściwościom wpływa twórczo na prawie wszystkie jego elementy. W przeciwnym wypadku oddziałuje negatywnie, a nawet destrukcyjnie [Rajda 2005]. Dyspozycyjne zasoby wód powierzchniowych naszego kraju szacowane są na 22 km³. Pod względem ich wielkości w przeliczeniu na jednego mieszkańca Polska

Adres do korespondencji – Corresponding author: dr inż. Włodzimierz Kanownik, Katedra Melioracji i Kształtowania Środowiska, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, al. Mickiewicza 24–28, 30-059 Kraków, e-mail: rmkanown@cyf-kr.edu.pl

zajmuje 22. miejsce w Europie i należy do krajów ubogich w wodę. Ponadto zasoby wód powierzchniowych w Polsce są nierównomiernie rozłożone. Poza terenami podgóorskimi, górskimi oraz pojezierzami, gdzie występuje nadmiar wody, na rozległym Niżu Polskim rozciąga się obszar o niewystarczających ilościach wody. Ze względu na takie uwarunkowania należy dążyć do zwiększenia zdolności retencyjnych przede wszystkim zlewni górskich i podgóorskich, które powinny stać się magazynem wodnym nie tylko w skali regionu, ale całego kraju [Trybała 1996, Mioduszeński i in. 2005]. Wdrażając program małej retencji wodnej, należy mieć na uwadze nie tylko ilość gromadzonej wody, ale również jej czystość. W wielu wypadkach to właśnie zła jakość wody wprowadza znaczne ograniczenia w społeczno-gospodarczym, rekreacyjnym czy ekologicznym wykorzystaniu jej zasobów. O możliwości użycia wody do zaspokojenia różnorodnych potrzeb decyduje rodzaj i ilość zawartych w niej substancji [Mosiej i Somorowski 2001, Rajda i Natkaniec 2001, Rajda 2005, Rajda i Kanownik 2005, Koc i Skoniecznyk 2007].

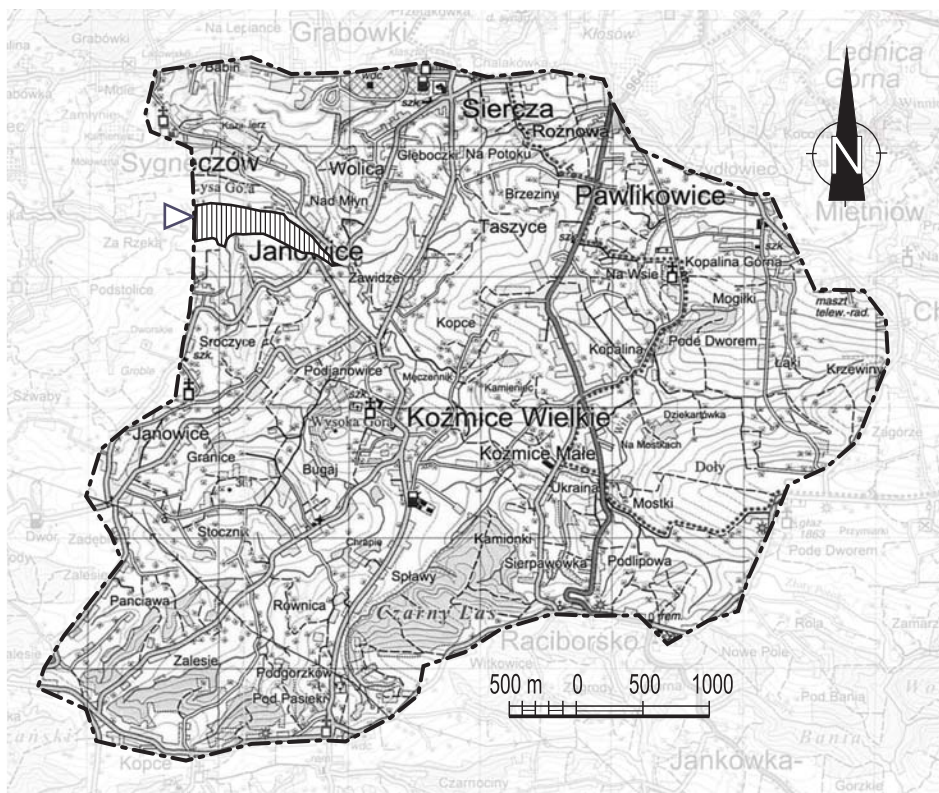
Celem pracy jest ocena walorów użytkowych wody gromadzonej w planowanym zbiorniku wodnym „Janowice” na rzece Wildze i określenie jej przydatności do zaspokojenia lokalnych potrzeb.



MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono w zlewni rzeki Wilgi położonej w gminie Wieliczka, w granicach następujących miejscowości: północno-zachodnia część zlewni we wsi Janowice, północna na terenie Sierczy i Pawlikowic, środkowa w Koźmicach Wielkich i południowa we wsi Gorzków (rys. 1), w mezoregionie Pogórze Wielickie [Kondracki 2002]. Wilga jest prawobrzeżnym dopływem Wisły (78+00 km). Jest to ciek II rzędu. Długość cieku głównego od źródła do punktu pomiarowo-kontrolnego wynosi 6,00 km, a średni spadek dna – 1,8%. Sieć rzeczna jest dobrze rozwinięta, jej długość to 33 km, co odpowiada gęstości $1,68 \text{ km} \cdot \text{km}^{-2}$. Zlewnia o powierzchni $19,67 \text{ km}^2$ położona jest na wysokości od 268 do 428 m n.p.m., a średni spadek terenu wynosi 6,2%. Teren zlewni jest w 83% użytkowany rolniczo, w tym 61,9% stanowią grunty orne rozmieszczone równomiernie na całej powierzchni, 12,9% – użytki zielone skoncentrowane głównie w dolinie Wilgi i jej dopływów, a 8,2% – sady. Lasy zajmują łącznie ok. 10,9% powierzchni zlewni. Położone są w południowo-zachodniej oraz w nielicznych enklawach w środkowej części zlewni. Teren zabudowany zajmuje 6,1% ogólnej powierzchni i rozproszony jest po terenie całej zlewni.

Badania terenowe realizowano od marca 2006 do lutego 2007 r. Próby wody pobierano systematycznie raz w miesiącu w km 15+400 rzeki Wilga, tj. w miejscu zaprojektowanej zapory czołowej zbiornika wodnego „Janowice” (rys. 1). W trakcie poboru wody w punkcie pomiarowo-kontrolnym oznaczano przewodność elektrolityczną, temperaturę wody, pH, stężenie tlenu rozpuszczonego i stopień nasycenia wody tlenem. W laboratorium oznaczano, metodami standardowymi: zawiesiny ogólne, substancję rozpuszczoną oraz stężenia NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , SO_4^{2-} , Cl^- , Mn^{2+} , $\text{Fe}^{2+/3+}$, Mg^{2+} , Ca^{2+} [Hermanowicz i in. 1999].

Jakość wody powierzchniowej oceniono zgodnie z obowiązującym rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 r. w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanów wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz



-  planowany zbiornik retencyjny – planned water reservoir
-  punkt poboru wody do badań – water sampling sites for analysis

Rys. 1. Zlewnia rzeki Wilgi do zapory piętrzącej planowanego zbiornika wodnego
 Fig. 1. Catchment of Wilga River up to dam of projected storage reservoir

sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód [Rozporządzenie... 2004]. Zgodnie z nim dla każdego wskaźnika jakości wód powierzchniowych mierzonego raz w miesiącu wyznaczono wartość stężenia odpowiadającą percentylowi 90. Obliczone wartości stężeń poszczególnych wskaźników jakości wody porównano z wartościami granicznymi określonymi w załączniku nr 1 tego rozporządzenia, przyjmując klasę obejmującą 90% wartości.

W celu określenia walorów użytkowych wody rzeki Wilga, pod kątem jej gromadzenia w zbiorniku małej retencji, dokonano zgodnie z obowiązującymi normami porównania badanych wskaźników z wartościami granicznymi, jakim powinna odpowiadać woda do bytowania ryb w warunkach naturalnych [Rozporządzenie... 2002a], do celów spożywczych [Rozporządzenie... 2002c] i w kąpieliskach [Rozporządzenie... 2002b] oraz dokonano oceny podatności badanych wód na eutrofizację [Rozporządzenie... 2002d].

WYNIKI BADAŃ

Ocena wody Wilgi na podstawie stężeń gwarantowanych poszczególnych wskaźników jakościowych [Rozporządzenie... 2004] wykazała, że w wypadku temperatury, zawiesin ogólnych, tlenu rozpuszczonego, amoniaku, chlorków oraz magnezu nie zostały przekroczone dopuszczalne wartości dla I klasy w żadnym z terminów oznaczeń (tab.). Raz zostały przekroczone wartości dla I klasy jakości w wypadku pH i stężenia siarczanów, klasyfikując wodę odpowiednio do V i II klasy. Tylko stężenie żelaza i pH osiągnęło wartość odpowiadającą V klasie jakości (w jednym terminie). Fosforany kwalifikowały wodę raz w 12 terminach oznaczeń do IV klasy jakości, trzykrotnie do II i ośmiokrotnie do I, mangan dwukrotnie do III i czterokrotnie do II klasy, natomiast pozostałe 6 próbek (tj. 50% ogółu) do I klasy. Stężenia azotynów, azotanów oraz żelaza klasyfikowały wodę do III klasy jakości odpowiednio 1-, 2- i 4-krotnie, do II klasy 6-, 3- i 6-krotnie, natomiast w pozostałych terminach nie przekraczały wartości granicznych dla klasy I (rys. 2). Negatywny wpływ na jakość wody Wilgi wywierały stężenia żelaza, wapnia oraz przewodność elektrolityczna, ponieważ tylko raz na 12 terminów oznaczeń pozwoliły zakwalifikować wody do I klasy jakości. Jakościowa analiza poszczególnych cech wody wykonana przy percentylu 90 wykazała, że tylko 8 z 16 badanych systematycznie wskaźników, tj. 50%, kwalifikuje wodę do I klasy czystości, 6, czyli 37,5%, do klasy II, natomiast 2, co stanowi 12,5% ich liczby, do klasy III. Z tego wynika, że 87,5% wskaźników zawiera się w I lub II klasie jakości wody. Można zatem stwierdzić, iż woda odpływająca ze zlewni Wilgi jest III klasy, czyli jej jakość jest zadawalająca (rys. 2).

Tabela. Ekstremalne, średnie i percentyle wartości cech fizykochemicznych wody odpływającej oraz ocena jej walorów użytkowych.

Table. Extreme values, means and percentiles for physicochemical properties of outflowing water, and assessment of its usability

Wyszczególnienie Item	Zakres – Range Średnia – Mean	Percentyl		Klasa jakości Quality class	Przydatność wody powierzchniowej Suitability of surface water				
		90	95		do spożycia for consumption	jako środowisko życia ryb as environment for fish to live in		do kąpiel for swimming	Eutrofizacja Eutrophication
						łosoś salmon	karp carp		
Temperatura, °C Temperature, °C	$\frac{3,5 \div 21}{11,3}$	19,8	20,3	I	A1	tak yes	tak yes	–	–
pH	$\frac{7,77 \div 9,09}{8,08}$	8,15	8,57	I	A1	tak yes	tak yes	tak yes	–
EC $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$	$\frac{457 \div 736}{639}$	702	718	II	A1	–	–	–	–
O ₂ %	$\frac{72 \div 121}{87}$	76	74	–	A1			nie no	–

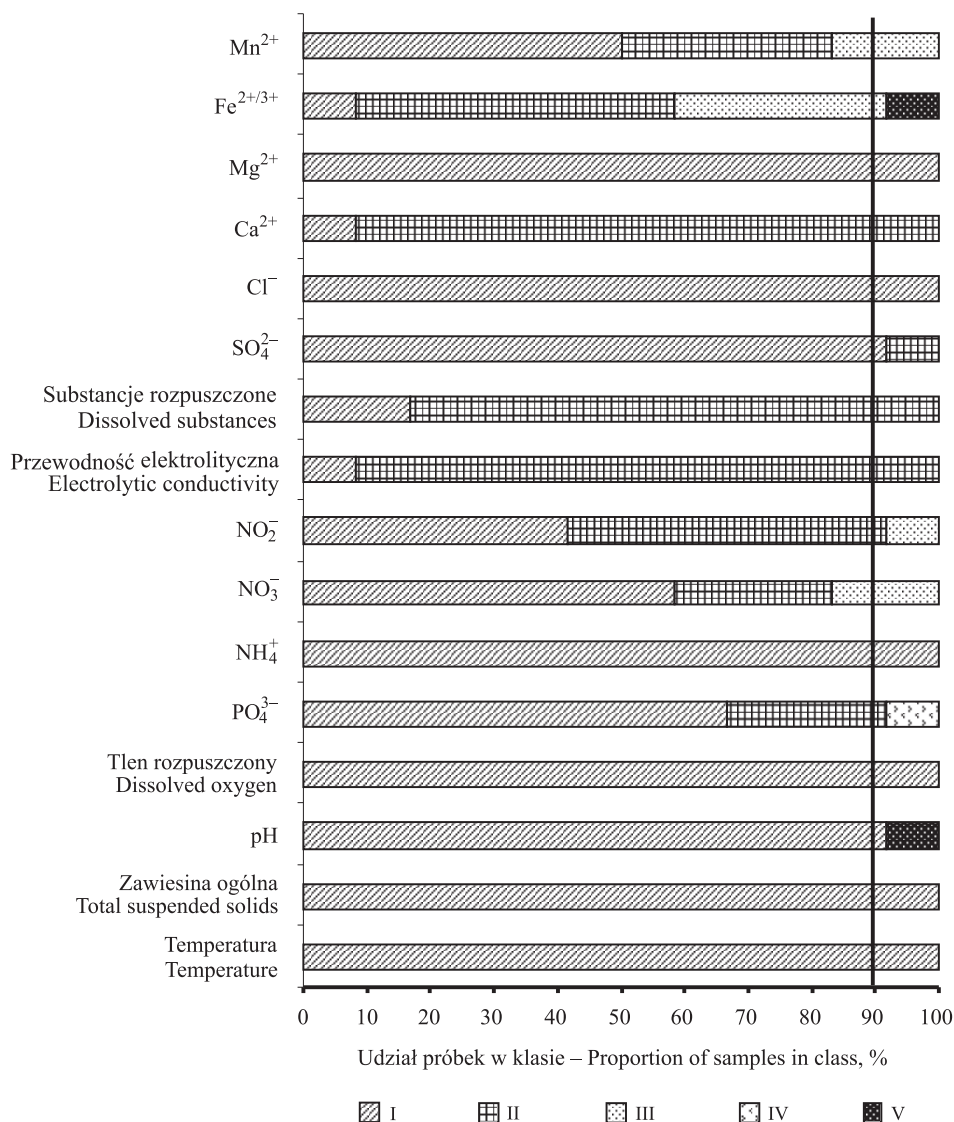
Tabela cd. – Table cont.

Wyszczególnienie Item	Zakres – Range Średnia – Mean	Percentyl		Klasa jakości Quality class	Przydatność wody powierzchniowej Suitability of surface water				
		90	95		do spożycia for consumption	jako środowisko życia ryb as environment for fish to live in		do kąpieli for swimming	Eutrofizacja Eutrophication
						łosoś salmon	karp carp		
O ₂	$\frac{7,6 \div 12,2}{9,4}$	8,0	7,8	I	–	tak yes	tak yes	–	–
SR	$\frac{238 \div 428}{347}$	385	405	II	–	–	–	–	–
ZO	$\frac{2 \div 13}{5}$	8	10	I	A1	tak yes	tak yes	tak yes	–
NH ₄ ⁺	$\frac{0,0 \div 0,11}{0,03}$	0,08	0,10	I	A1	–	–	–	–
N-NH ₄ ⁺	$\frac{0 \div 0,08}{0,02}$	0,06	0,07	–	–	tak yes	tak yes	tak yes	–
NO ₃ ⁻	$\frac{0 \div 19}{7}$	16	18	III	A1	–	–	– no	nie
N-NO ₃ ⁻	$\frac{0 \div 4,3}{2}$	3,7	4,0	–	–	–	–	tak yes	nie no
NO ₂ ⁻	$\frac{0,0 \div 0,15}{0,05}$	0,08	0,12	II	–	nie no	nie no	–	–
PO ₄ ³⁻	$\frac{0,02 \div 0,82}{0,20}$	0,31	0,54	II	A1	–	–	tak yes	–
P og	$\frac{0,01 \div 0,19}{0,06}$	0,10	0,18	–	–	tak yes	tak yes	tak yes	nie no
SO ₄ ²⁻	$\frac{50 \div 110}{68}$	86	97	I	A1	–	–	–	–
Fe ^{2+/3+}	$\frac{0,08 \div 2,85}{0,50}$	0,52	1,57	III	A2	–	–	–	–
Mn ²⁺	$\frac{0,01 \div 0,11}{0,05}$	0,10	0,11	III	A2	–	–	–	–
Ca ²⁺	$\frac{44 \div 93}{80}$	92	93	II	–	–	–	–	–
Mg ²⁺	$\frac{5 \div 9}{8}$	9	9	I	–	–	–	–	–
Cl ⁻	$\frac{25 \div 41}{35}$	40	41	I	A1	–	–	–	–

EC – przewodność elektrolityczna właściwa – electrolytic conductivity, SR – substancje rozpuszczone – dissolved substances, ZO – zawiesina ogólna – total suspended solids

A1 – woda wymagająca prostego uzdatniania fizycznego – water requiring simple physical treatment

A2 – woda wymagająca typowego uzdatniania fizycznego i chemicznego – water requiring typical physical and chemical treatment



Rys. 2. Częstotliwość (%) występowania wartości badanych wskaźników w poszczególnych klasach jakości wody; I-V – klasy jakości wody

Fig. 2. Frequency (%) of occurrence of studied indicator values; In particular classes of water quality; I-V – classes of water quality

Ocena przydatności wody do spożycia [Rozporządzenie... 2002c] wykazała, że na 12 analizowanych wskaźników 10 kwalifikowało wodę do kategorii A1. Pozostałe dwa, czyli stężenie żelaza (większe od $0,3 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$) oraz manganu (większe od $0,05 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$), spowodowały, że woda rzeki Wilgi zaliczona została do kategorii A2 (tab.). Oznacza to, że badana woda może być przeznaczona do spożycia, jednak wcześniej musi być poddana

procesowi typowego uzdatniania fizycznego i chemicznego, a w szczególności utleniania wstępnego, koagulacji, flokulacji, dekantacji, filtracji i dezynfekcji. Ze względu na dobrą jakość wody Wilgi oraz krajowy deficyt źródeł wody pitnej o dobrej jakości uzasadnione będzie przeznaczenie jej do spożycia.

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska w sprawie wymagań, jakim powinny odpowiadać wody śródlądowe będące środowiskiem życia ryb w warunkach naturalnych [Rozporządzenie... 2002a] stwierdzono, że woda rzeki Wilgi ze względu na temperaturę, warunki tlenowe, pH oraz stężenia zawiesiny ogólnej, azotu amonowego i fosforu ogólnego sprzyja bytowaniu ryb łososiowatych i karpowatych. Jedynie stężenia azotanów mogą wpływać niekorzystnie na ich rozwój, gdyż stwierdzono jednorazowe bardzo duże (dla ryb łososiowatych – 15-krotne, dla karpowatych – 5-krotne) przekroczenie dopuszczalnych wartości (tab.).

Woda magazynowana w przyszłym zbiorniku retencyjnym może być wykorzystana na kąpielisku [Rozporządzenie... 2002b]. Analiza wartości pH, zawiesin ogólnych, tlenu rozpuszczonego, azotu amonowego i azotanowego oraz fosforanów wykazała, że nie ma żadnych przeciwwskazań w tym zakresie. W terminach oznaczeń nie stwierdzono widocznych plam na powierzchni wody, które wskazywałyby na zanieczyszczenie wód olejami lub substancjami ropopochodnymi, co mogłoby dyskwalifikować badane wody. Natomiast niski stopień nasycenia wody Wilgi tlenem, który dyskwalifikuje ją, gdy idzie o cele kąpieliskowe, odnotowano jedynie w grudniu i styczniu, czyli poza sezonem urlopowy, kiedy ze względów klimatycznych woda zbiorników otwartych nie jest wykorzystywana do celów rekreacyjnych.

Wielkość stężenia fosforu ogólnego, azotanów oraz azotu azotanowego w wodzie rzeki Wilgi nie wskazuje na zagrożenie ich procesem eutrofizacji (tab.) zarówno w formie wód płynących, jak i stojących, czyli w przyszłym zbiorniku wodnym [Rozporządzenie... 2002d].

PODSUMOWANIE

Na podstawie badań dotyczących walorów użytkowych wody rzeki Wilgi przeprowadzonych w miejscu zaplanowanego zbiornika „Janowice” ustalono, co następuje:

1. Opierając się na ogólnej klasyfikacji jakości wód powierzchniowych wykonanej metodą stężeń gwarantowanych, wodę Wilgi odpływającą z obszaru badanej zlewni zakwalifikowano do III klasy, tj. do wód o zadowalającej jakości. Zdecydowały o tym wartości stężenia azotanów, żelaza oraz manganu.
2. W kwestii przydatności wody jako środowiska życia ryb stwierdzono, że nie nadają się one na ich siedlisko ze względu na bardzo wysokie stężenia azotanów, które w jednym terminie przekroczyły 15-krotnie dopuszczalne wartości dla ryb łososiowatych i 5-krotnie dla ryb karpowatych. Pozostałe cechy mieszczą się w wymaganiach dotyczących wód śródlądowych będących naturalnym środowiskiem dla tych ryb.
3. Uznano, że wodę w planowanym zbiorniku małej retencji można wykorzystać do celów rekreacyjnych, gdyż niewielkie przekroczenia dopuszczalnych wartości

- dotyczyły wyłącznie tlenu rozpuszczonego i wystąpiły tylko w okresie zimy, czyli w terminie, gdy kąpieliska na otwartych zbiornikach są nieczynne.
4. Badaną wodę zaliczono do kategorii A2 ze względu na zawartość żelaza ogólnego i manganu. Pozostałe cechy nie przekraczały wartości dopuszczalnych dla kategorii A1. Wykorzystanie jej do zaopatrzenia ludności w wodę wymaga zastosowania typowego uzdatniania fizycznego i chemicznego, w szczególności koagulacji, flokulacji, dekantacji, filtracji i dezynfekcji (chlorowania końcowego).
 5. Niskie stężenia azotanów, fosforu ogólnego oraz azotu azotanowego – których nadmiar przyczynia się do eutrofizacji wód powierzchniowych – pozwoliły na stwierdzenie, że wody rzeki Wilgi nie ulegają procesom eutrofizacji.

PIŚMIENNICTWO

- Hermanowicz W., Dojlido J., Dożańska W., Kozorowski B., Zerbe J., 1999. Fyzyko-chemiczne badanie wody i ścieków. Arkady Warszawa.
- Koc J., Skonieczny P., 2007. Role of retention reservoir in protecting a lake from biogenic substances running off from rural areas. *Pol. J. Envir.* 16(2A), 292–296.
- Kondracki J., 2002. Geografia regionalna Polski. PWN Warszawa.
- Mioduszewski W., Nyc K., Żelazo J., 2005. Zasoby wodne w obszarach wiejskich. *Post. Nauk Rol.* 3(315), 3–19.
- Mosiej J., Somorowski Cz., 2001. Aktualne problemy gospodarowania wodą w rolnictwie dla zrównoważonego rozwoju obszarów wiejskich. *Wiad. Mel. Łąk.* 1, 2–7.
- Rajda W., 2005. Woda w zagospodarowaniu przestrzennym obszarów wiejskich. *Post. Nauk Rol.* 3(315), 33–42.
- Rajda W., Kanownik W., 2005. Wpływ czynników antropogenicznych na jakość wody potoku na terenie podmiejskim i zurbanizowanym. *Wiad. Mel. Łąk.* 4, 176–180.
- Rajda W., Natkaniec J., 2001. Jakość wody odpływającej z mikrozelewni podgórskiej o zróżnicowanym użytkowaniu. *Zesz. Nauk. AR Krak., Inż. Środ.* 21, 33–40.
- 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. z 2002 r. Nr 176, poz. 1455.* 2002a.
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 16 października 2002 r. w sprawie wymagań, jakim powinna odpowiadać woda w kąpieliskach. *Dz. U. z 2002 r. Nr 183, poz. 1530.* 2002b.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 16 października 2002 r. w sprawie wymagań, jakim powinny odpowiadać wody powierzchniowe wykorzystywane do zaopatrzenia ludności w wodę przeznaczoną do spożycia. *Dz. U. z 2002 r. Nr 204, poz. 1728.* 2002c.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 23 grudnia 2002 r. w sprawie kryteriów wyznaczania wód wrażliwych na zanieczyszczenia związkami azotu ze źródeł rolniczych. *Dz. U. z 2002 r. Nr 241, poz. 2093.* 2002d.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 r. w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanów wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód. *Dz. U. z 2004 r. Nr 32, poz. 284.* 2004.
- Trybała M., 1996. Gospodarka wodna w rolnictwie. PWRiL Warszawa.

USABILITY OF WATER IN WILGA RIVER WITH RESPECT TO ITS POSSIBLE STORAGE IN SMALL RETENTION RESERVOIR

Abstract. The quality and usability of water in the Wilga River water were assessed in order to determine whether it can be stored in a projected small retention reservoir. The Wilga catchment up to the gauging section under study has an area of 19.67 km² and is situated in the Wieliczka county (Małopolska province). Hydrochemical studies were carried out from March 2006 to February 2007. Water temperature, pH, dissolved oxygen concentration and conductivity were measured on site, whereas total suspended solids, total dissolved substances, biogenic compounds (NH₄⁺, NO₂⁻, NO₃⁻, PO₄³⁻) and mineral constituents (SO₄²⁻, Cl⁻, Mn²⁺, Fe^{2+/3+}, Mg²⁺ and Ca²⁺) were determined in a laboratory. In terms of nitrate, iron and manganese concentrations, the Wilga River water flowing out of the catchment was classified into the 3rd purity class, i.e. into the waters of satisfactory quality. The projected reservoir may serve recreational purposes because the water fulfills the requirements posed for bathing sites. After a typical physical and chemical treatment it may also be used to provide water supply for the local community (category A2). Because of very high nitrite concentrations, however, the water creates an unsuitable environment for fish to live in.

Key words: small retention, surface waters, water quality, usability, water reservoir

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 17.10.2008