

CHEMICZNE WSKAŹNIKI JAKOŚCI WODY W ZLEWNI LASÓW PARCZEWSKICH

Antoni Grzywna¹

¹ Katedra Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie,
ul. Głębocka 28, 20-612 Lublin, e-mail: antoni.grzywna@up.lublin.pl

STRESZCZENIE

W pracy przedstawiono charakterystykę chemizmu wód powierzchniowych i gruntowych w dolinie rzeki Ochoża. Zmeliorowane użytki zielone stanowią 20% całej zlewni i znajdują się na glebach organicznych w dolinie Tyśmienicy zaliczanej częściowo do obszaru Natura 2000. Analizy właściwości fizykochemicznych wód mają na celu określenie skutków przekształceń antropogenicznych i rozpoznanie czynników wywierających wpływ na jakość wody na badanym terenie. Próbkę wody pobierano w latach 2011–2012 w kilkunastu punktach. Najniższą jakością charakteryzowały się wody powierzchniowe, stagnujące w rowach, w lipcu na plantacji borówki. Najwyższą jakością charakteryzowały się wody powierzchniowe odpływające rzeką z badanego obiektu. Występujący tu przez cały okres wegetacji przepływ wody, porastająca koryta trzcina pospolita oraz okresowe piętrzenie wody przyczyniały się do efektu samooczyszczania się wody. Prowadzone w różnych porach okresu wegetacji (zima, wiosna, lato, jesień) analizy chemizmu wody pozwalają stwierdzić efekty oddziaływania roślinności w procesie samooczyszczania wody. W badaniach stwierdzono, że wzdłuż rzeki następuje zmniejszenie BZT₅ o 26%, ChZT o 37%, fosforanów o 12% i potasu o 13%. Równocześnie nastąpiło zwiększenie zawartości związków azotowych – amoniaku o 27% i azotanów o 15%. Zwiększenie zawartości związków azotowych jest szczególnie widoczne w dolnej części zlewni, co prawdopodobnie jest związane z głębokimi rowami powodującymi nadmierne przesuszenie gleby. Najwyższe wartości wskaźników zanieczyszczeń notowano najczęściej na wiosnę prawdopodobnie w wyniku odpływu wody z drenów.

Słowa kluczowe: obiekt melioracyjny, jakość wody, szata roślinna, wskaźniki chemiczne.

CHEMICAL WATER QUALITY INDICATORS IN BASIN FOREST PARCZEW

ABSTRACT

This paper presents the characteristics of the chemistry of surface and ground water in the bottom of the river valley reclaimed Ochoża. Drained grassland accounts for 20% of the total catchment area and are located on organic soils in the valley Tyśmienica classified to the Natura 2000 sites. Analysis of physico-chemical properties of water are to assess the effects of anthropogenic transformation and identify factors that influence water quality in the study area. Water samples were collected in the years 2011–2012 in several points. The walls were characterized by surface water stagnant in the trenches, in July, blueberry plantation. Characterized by the highest quality of surface water runoff river with the test

object. Occurring here throughout the growing season water flow reed growing on the bed and temporary impoundment of water contribute to the self-cleaning effect of water. Conducted at different times of the growing season (winter, spring, summer, autumn) of water chemistry analysis allows to assess the impact of vegetation on the process of self-purification of water. Based on the survey it was found that the river is reduced by 26% BOD 5, COD by 37%, 12% phosphate and potassium by 13%. Concurrently, an increase in the content of nitrogen compounds – ammonia at 27% and 15% nitrate. The increase in the content of nitrogen compounds is particularly evident in the bottom of the object, which is probably associated with the deep trench causing excessive drying of the soil. The highest values of pollutants were recorded mostly in the spring probably due to the outflow of water from the drains.

Keywords: object drainage, water quality, vegetation, chemical indicators.

WSTĘP

Zagadnienie zanieczyszczania wód ze źródeł rolniczych zostało od dawna zidentyfikowane w krajach Unii Europejskiej, która ustanowiła zasady postępowania z tym rodzajem zanieczyszczeń. Zasady te określono w dyrektywie azotanowej [91/676/EE] i Ramowej Dyrektywy Wodnej [2000/60/WE]. Polska zagadnienia wynikające z tej dyrektywy zawarła w ustawie Prawo Wodne i stosownych rozporządzeniach wykonawczych do tego prawa. Chemizm wód jest wypadkową geochemii krajobrazu, składu chemicznego oraz rozkładu opadów atmosferycznych, gospodarki wodnej, sposobu zagospodarowania i użytkowania terenu, a także roślinności [Marcinek i inni 1994, Ryszkowski 1992]. Chemizm wód może różnić się także w zależności od położenia w rzeźbie terenu [Szafranski i inni 1998]. Stan zanieczyszczenia wód gruntowych wpływa na stopień zagrożenia eutrofizacją wód powierzchniowych, zasilanych przez odpływy podpowierzchniowe i drenarskie.

Niestety, jak wykazują wyniki monitoringu podstawowego i regionalnego wykonanego w 2011 roku spośród ocenionych 57 punktów tylko 3 osiągnęły stan bardzo dobry, w 39 określono potencjał dobry, natomiast dla w 15 wyznaczono potencjał słaby. O potencjale decydowały: wskaźniki warunków tlenowych, najczęściej ogólny węgiel organiczny oraz substancje biogenne, wśród których przekroczenia wartości granicznych dla II klasy odnotowano głównie dla azotu Kjeldahla oraz fosforanów [WIOS 2012].

W 2011 roku badania w zlewni Tyśmienicy objęły punkty: Rudka, Buradów, Niewęgłosz, Kock [Tyśmienica], Parczew, Koczergi, Zienki, Branica [Piwonia], Ostrówki, Ustrzesz, Paszki [Białka], Świderki, Borki, Wola Osowińska [Bystrzyca]. W ramach monitoringu większość rzek Polesia oceniana była wrywkowo, dlatego badania te nie są wystarczające do analizowania zmian jakości wody w ujęciu średniookresowym. Celem przedstawionych w niniejszej pracy badań była ocena zmian jakości wody w rowach i rzece Ochożanka na obszarze Lasów Parczewskich w latach 2011–2012.

MATERIAŁ I METODYKA BADAŃ

Analizy fizyczno-chemiczne wód wykonano w badaniach terenowych oraz w laboratorium Katedry Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie metodami standardowymi. W próbkach wody oznaczono następujące parametry:

- BZT₅, pH i przewodność – miernikiem wieloparametrowym Multi 340i firmy WTW,
- ChZT_{Cr} – metodą dwuchromianową (fotometrem MPM 2010 firmy WTW, po uprzednim utlenianiu badanej próbki w termoreaktorze w temperaturze 148 °C),
- stężenie azotu ogólnego – spektrofotometrem PCSpectro firmy AQUALYTIC, po uprzednim utlenianiu badanej próbki w termoreaktorze w temperaturze 100 °C,
- stężenie fosforanów, amoniaku i azotanów – fotometrem MPM 2010 firmy WTW,
- stężenie azotanów, siarczanów, chlorków i żelaza – fotometrem LF 300 firmy Slandi.

W 2011 i 2012 roku próbki wody pobierano czterokrotnie – w styczniu, kwietniu, lipcu i październiku. Analizę wyników badań i ocenę jakości wód wykonano w oparciu o Rozporządzenie Ministra Środowiska z 2004 roku [Dz.U. 2004, Nr 32, poz. 284], które stosowano w monitoringu wód do 2008 roku. Wytyczne tego rozporządzenia stosowano również w odniesieniu do wyników z lat 2011–2012 dla zachowania ciągłości analizy i porównywalności wyników. Nie odwoływano się do nowego Rozporządzenia z sierpnia 2008 roku [Dz.U. 2008, nr 162, poz. 1008] z uwagi na zastosowaną w nim zmianę systemu klasyfikacji oraz określenie wartości granicznych jedynie dla wybranych wskaźników fizyczno-chemicznych i tylko w odniesieniu dla klas I i II, brak natomiast zróżnicowania tych wskaźników dla gorszych klas. Z uwagi na mniejszą niż dwanaście liczbę obserwacji w roku dla określenia klasy jakości wód, przyjęto najgorszą wartość badanych wskaźników.

Granice zlewni wyznaczono na podstawie Atlasu Podziału Hydrograficznego Polski [Czarnecka 2005]. Charakterystykę fizjograficzną oraz zagospodarowania zlewni wykonano na podstawie map topograficznych w skali 1 : 10 000, pracy Kondrackiego [2002] oraz własnych prac badawczych [Grzywna, Urban 2006]. Opisy gleb sporządzono na podstawie Mapy Glebowej Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w skali 1 : 25000 oraz przeprowadzonej waloryzacji.

OBSZAR BADAŃ

Zlewnia rzeki Ochożanka znajduje się w centralnej części Lasów Parczewskich, 60 km na północ od Lublina, 15 km na południe od Parczewa na granicy gmin Uścimów i Parczew. Powierzchnia zmeliorowanych w latach 1930–1932 użytków zielonych wynosiła 458 ha przy całkowitej powierzchni zlewni 33,1 km² [Czarnecka 2005]. Teren zlewni znajduje się w dwóch obszarach Natura 2000: OSO Lasy Par-

czewskie – PLB060006, OZW Ostoja Parczewska – PLH060107. Powierzchnia terenu jest słabo zróżnicowana, urozmaicają ją jedynie niewielkie wyniesienia wydymowe.

Bezleśna część doliny ma kształt wydłużony o regularnie zarysowanej granicy rolno-leśnej. Jego długość wynosi 10 km a szerokość około 200 m (minimalnie 60 m, maksymalnie 350 m). Zlewnia Ochożanka o długości rzeki 12,3 km ma charakter leśny, z słabą zabudową mieszkalną i gospodarczą po byłym PGR (bloki, obory, garaże). W zlewni o powierzchni 31,3 km² dominują siedliska borów i lasów wilgotnych (sosna, dąb, olcha) oraz posuszne zbiorowiska łąkowe *Poa pratensis-Festuca rubra* i *Deschampsia caespitosa*.

W strukturze użytkowania przeważają tereny leśne stanowiące 81% powierzchni, użytki zielone 11%, plantacja trwała 4%, nieużytki i zadrzewienia 4%. Na użytkach zielonych prowadzona jest ekstensywna produkcja rolnicza (jednokośne półnaturalne łąki), zaś w środkowej części doliny bardzo intensywne plantacje borówki (nawożenie, środki grzybobójcze). Ze względu na duży kompleks leśny brak jest infrastruktury technicznej.

W bezleśnej części doliny na obszarze odwodnionym przez system rowów i drenów przeważają gleby torfowo-murszowe średnio przeobrażone wytworzone z torfów olsowych i turzycowych, miejscami najczęściej na obrzeżach występują zdegradowane antropogenicznie czarne ziemie oraz gleby murszowo-mineralne. Zatorfienie obiektu melioracyjnego wynosi 80%. W bezpośrednim otoczeniu dna doliny występują gleby rdzawe i brunatne wytworzone z piasków słabo gliniastych [Grzywna, Urban 2006].

Głównym ciekim zasilającym dolinę jest Ochożanka, wpływająca od wschodu, wąskim i silnie zarośniętym korytem. Do rzeki doprowadzono ponadto rowy melioracyjne, okresowo suche, odwadniające teren. Powierzchniowe źródła zanieczyszczeń stanowią przede wszystkim odpływy drenarskie i z plantacji borówki. Z tego względu ujściowy i środkowy odcinek rzeki zaliczono do wód wrażliwych na azotany i zagrożonych eutrofizacją. Inwentaryzacja sieci cieków sztucznych wykazała, że sumaryczna ich długość wynosi około 52 km, co kształtuje wskaźnik gęstości sieci cieków na poziomie 1,5 km·km⁻² w zlewni i 12 km·km⁻² na obiekcie melioracyjnym. Średni odpływ jednostkowy dla zlewni Ochoży jest trzykrotnie mniejszy niż przeciętny dla Lubelszczyzny i wynosi jedynie około 1,5 l·s⁻¹·km⁻². Z tego względu w okresie badań prowadzono tu nawodnienia metodą regulowanego odpływu wody przy wykorzystaniu piętrzeń stałych – groble ziemne (tamy bobrowe, worki wypełnione piaskiem) oraz piętrzeń ruchomych – przepusty i zastawki.

ANALIZA WYNIKÓW

Prowadzone dotychczas badania [Grzywna 2004] wskazują, że na warunki wilgotnościowe obiektu wpływają głównie eksploatacja piętrzeń oraz wielkość i rozkład opadów atmosferycznych w ciągu roku. Zasilanie opadem atmosferycznym oceniane jest w automatycznej stacji meteorologicznej UP Lublin w Sosnowicy. Lata prowadzonych

badań charakteryzowały się zróżnicowanymi sumami opadów. Pierwszy rok hydrologiczny 2010/11 charakteryzował się wysokimi sumami opadów atmosferycznych. W stacji Sosnowica suma opadów wyniosła 653 mm i była o 132 mm wyższa od średniej z wielolecia 1981–2010. Szczególnie wysokie były sumy opadów atmosferycznych w półroczu letnim (V–X), w którym wyniosły one 486 mm i były wyższe od średnich z wielolecia o 136 mm. Jednak rozkład opadów miesięcznych w poszczególnych latach był silnie zróżnicowany. Szczególnie wysokie sumy opadów powyżej 340 mm (ponad 50% sumy rocznej) odnotowano w czerwcu i lipcu co powodowało wystąpienie zalewania terenów dolinowych. Bardzo niskie opady odnotowano w marcu (poniżej 10 mm) co przy braku pokrywy śnieżnej przyczyniło się do szybkiego wyschnięcia gleby. W roku hydrologicznym 2011/12 suma opadów atmosferycznych wyniosła 521 mm i była równa średniej z wielolecia. Suma opadów półrocza zimowego była o 22 mm niższa, zaś półrocza letniego o tyle samo większa od przeciętnej.

Fizykochemiczne analizy wody obejmowały oznaczenia wskaźników charakteryzujących właściwości fizyczne (pH), stężenie minerałów (przewodność), warunki tlenowe (BZT₅, ChZT), obecność biogenów (związki azotu i fosforu) oraz sole (zawartość Cl⁺, K⁺, Fe⁺³, SO₄). Do określenia stanu czystości wody próbki wody pobierano w 4 przekrojach hydrometrycznych, poprzecznie do dna doliny w 12 punktach pomiarowych. W okresie 2-letnich badań pobrano 80 próbek wody. Przedstawiono zakres zmian (tab. 1) oraz sezonowe wartości najistotniejszych wskaźników jakości wody gruntowej i powierzchniowej w latach 2011–2012 (tab. 2). Nieuporządkowana gospodarka wodna oraz wprowadzenie w 2002 roku w środkowej części obiektu plantacji borówki powoduje, że wody są zanieczyszczane ściekami pochodzenia rolniczego. Wskaźniki jakości wody na badanym obszarze wahały się w dość szerokim zakresie. Zarówno wody powierzchniowe i gruntowe charakteryzują się bardzo dużą zawartością żelaza i wysokim stężeniem fosforanów. Zawartość żelaza w wodzie powierzchniowej na ogół przekraczała 2 mg·dm⁻³, a w wodzie gruntowej nawet 5 mg·dm⁻³, co odpowiada V klasie czystości wody. Zawartość fosforanów najczęściej osyculuje wokół wartości 1 mg·dm⁻³, co jest wartością graniczną dla IV klasy wód powierzchniowych i III klasy wód podziemnych. Zawartość fosforanów w wodzie w większości analizowanych próbek przekraczała zawartość 0,7 mg·dm⁻³ (granica III klasy).

Analizowane wody charakteryzuje dosyć niska zawartość związków azotowych – najczęściej poniżej 5 mg·dm⁻³ azotu ogólnego. Najszerszym zakresem zmian charakteryzują się wskaźniki tlenowe. Wartości wskaźnika BZT₅ wahały się od 2 do 19 mg·dm⁻³, zaś wartości ChZT od 29 do 191 mg·dm⁻³. Najniższą jakością charakteryzowały się wody powierzchniowe, stagnujące w płytkich bezodpływowych rowach. Najwyższe wartości wskaźników tlenowych zanotowano w rzece i rowach położonych w źródłowym i środkowym odcinku rzeki (tab. 1). Spowodowane było niskim przepływem wody w okresie letniej suszy 2012 roku oraz stosowaniem środków grzybobójczych na plantacji borówki. Spowolnienie przepływu i niskie stany wody powodowały powstanie warunków beztlenowych i gromadzenie się, szczególnie

Tabela 1. Wskaźniki jakości wody wzdłuż biegu rzeki**Table 1.** Indicators of water quality along the river

Wskaźnik	Jednostka	Źródła	Środek	Dolny	Ujście
Odczyn	pH	5,6–6,9	6,4–7,2	6,8–7,4	6,5–7,3
Przewodność	$\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$	171–243	181–260	140–202	128–194
ChZT _{cr}	$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	29–109	47–191	46–118	41–131
BZT ₅	$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	6–19	8–18	5–15	2–10
NO ₃	$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	0,5–2,0	1,0–3,0	0,7–1,8	1,6–4,8
NO ₂	$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	0,06–0,47	0,06–0,41	0,09–0,33	0,14–0,32
NH ₄	$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	0,14–0,51	0,16–0,64	0,17–0,38	0,29–0,61
N _{og}	$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	1,7–4,2	1,2–3,7	2,1–3,6	2,1–4,8
PO ₄	$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	0,3–1,1	0,5–1,7	0,2–0,9	0,5–1,4
K	$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	2,3–8,2	3,7–7,8	2,7–11	1,7–6,6
Fe	$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	0,9–2,2	1,6–4,0	1,6–3,9	1,1–2,7
SO ₄	$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	1–80	10–90	15–74	1–44
Cl	$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	3,1–14	5,3–35	4,2–11	3,3–15

w rowach, dużych ilości żelaza. W tym samym czasie ilość rejestrowanych w wodzie biogenów w tym miejscu była najmniejsza. Niski poziom biogenów w części źródłowej zlewni mógł być spowodowany bujnym rozwojem roślinności w ciekach i na łąkach.

Do głównych gatunków porastających koryto rzeki zaliczamy: mozgę trzcinową, trzcinę pospolitą, wiechlinę zwyczajną. Z kolei koryta rowów były porośnięte przez: moczarkę kanadyjską, trzcinę pospolitą, rzęsę wodną i wierzbę wiciową. Porastająca zarówno dno i brzegi roślinność pobiera znaczne ilości azotu i fosforu, co w warunkach małego natężenia przepływu, przyczynia się do poprawy jakości wody. Najwyższą jakością charakteryzowały się wody powierzchniowe odpływające rzeką z badanego obiektu. Występujący tu przez cały okres wegetacji przepływ wody (zimną zamarzniętą), porastająca koryta trzcina pospolita oraz okresowe piętrzenie wody przyczyniały się do efektu samooczyszczania się wody.

Prowadzone w latach 2011–2012 w różnych porach okresu wegetacji (zima, wiosna, lato, jesień) analizy chemizmu wody pozwalają na ocenę oddziaływania roślinności na proces samooczyszczania wody. Na podstawie przeprowadzonych badań (tab. 2) stwierdzono, że wzdłuż rzeki następuje redukcja BZT₅ o 26%, ChZT o 37%, fosforanów o 12% i potasu o 13%. Równocześnie nastąpił wzrost zawartości związków azotowych – amoniaku o 27% i azotanów o 15%. Wzrost zawartości związków azotowych jest szczególnie widoczny w dolnej części zlewni, co prawdopodobnie jest związane z głębokimi rowami powodującymi nadmierne przesuszenie gleby. Najwyższe wartości wskaźników zanieczyszczeń notowano najczęściej na wiosnę prawdopodobnie w wyniku odpływu wody z drenów.

Tabela 2. Wskaźniki jakości wody powierzchniowej według pory roku**Table 2.** Indicators of water quality surface by season

Wskaźnik	Jednostka	Zima	Wiosna	Lato	Jesień
Odczyn	pH	6,2–7,0	6,5–7,3	6,4–7,4	5,6–6,8
Przewodność	$\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$	102–194	159–212	148–240	132–196
ChZT _{cr}	$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	29–75	41–109	63–191	33–84
BZT ₅	$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	2–12	7–19	5–16	4–14
NO ₃	$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	0,5–2,0	0,7–4,8	0,8–4,9	1,0–2,8
NO ₂	$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	0,03–0,25	0,06–0,47	0,03–0,25	0,04–0,42
NH ₄	$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	0,14–0,33	0,17–0,64	0,22–0,81	0,15–0,60
N _{og}	$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	1,3–3,5	2,1–4,8	1,2–3,7	1,9–4,5
PO ₄	$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	0,2–1,2	0,3–1,4	0,5–1,7	0,3–0,9
K	$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	2,3–6,6	1,7–7,8	2,7–11	2,4–7,2
Fe	$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	0,9–2,4	0,9–4,1	1,6–2,8	1,4–3,0
SO ₄	$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	1–51	15–80	4–90	1–48
Cl	$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	2,6–11	3,3–15	4,2–35	3,1–12

PODSUMOWANIE

Do głównych czynników wywierających wpływ na jakość wody na badanym terenie można zaliczyć: porę roku, wielkość odpływu, stany wody gruntowej i powierzchniowej oraz stosowane zabiegi agrotechniczne [Przybyła i inni 2011, Ryszkowski 1992]. Analizowane wody zaliczono najczęściej do IV klasy czystości. Jednak z powodu bardzo wysokiego stężenia fosforanów, jonów żelaza i wskaźnika ChZT wiele prób wody zostało zaliczone do V klasy czystości. Najniższą jakością charakteryzowały się wody gruntowe na przesuszonych glebach torfowych oraz wody powierzchniowe, stagnujące w płytkich bezodpływowych rowach. Najwyższą jakością charakteryzowały się wody powierzchniowe odpływające rzeką. Na zmiany jakości wody niewątpliwie wpływ miały zabiegi konserwacyjne, uprawa roli i stosowanie środków ochrony roślin. Na zmeliorowanych torfowiskach istotną rolę w pogarszaniu jakości wody ma mineralizacja masy organicznej oraz poziom pratotechniki. Z badań Kiryluka [2004] wynika, że wody gruntowe pochodzące z łąki pobagiennej nienawożonej zawierają więcej jonów amonowych i azotanowych niż z nawożonej. Najniższą jakością charakteryzowały się wody powierzchniowe, stagnujące w rowach w lipcu na plantacji borówki. Najwyższe wartości wskaźników zanieczyszczeń notowano najczęściej na wiosnę prawdopodobnie w wyniku odpływu wody z drenów. Najwyższą jakością charakteryzowały się wody powierzchniowe odpływające rzeką z badanego obiektu. Występujący przez cały okres wegetacji przepływ wody, porastająca koryta trzcina pospolita oraz okresowe piętrzenie wody przyczyniały się do efektu samooczyszczania się wody. Podobne wyniki uzyskali inni autorzy [Ryszkowski 1992, Kiryluk 2004].

Podziękowanie

Praca naukowa finansowana ze środków budżetowych na naukę w latach 2010–2013 jako projekt badawczy N N313 439239.

LITERATURA

1. Marcinek J., Komisarek J., Kaźmierowski C., 1994. Dynamika składników rozpuszczalnych w wodach gruntowych uprawnych gleb pływających i czarnych ziem. Roczniki AR Poznań, nr 268, Melior. Inż. Środ. 15, 69-82.
2. Ryszkowski L., 1992. Rolnictwo a zanieczyszczenia obszarowe środowiska. Zesz. Prob. Post. Nauk Roln., nr 4, 3-14.
3. Szafranski Cz., Fiedler M., Bykowski J., 1998. Czasowo-przestrzenna zmienność chemizmu wód gruntowych na Pojezierzu Gnieźnieńskim na przykładzie obiektu Mokronosy. Przegląd Naukowy SGGW Warszawa, z. 16, 262-269.
4. Grzywna A., 2004. Analiza stosunków wodno-glebowych wybranego fragmentu doliny rzeki Tyśmienicy. Praca doktorska AR Lublin, maszynopis, ss. 114.
5. Grzywna A., Urban D., 2006. Wykorzystanie koncepcji waloryzacji produkcyjnej i przyrodniczej na przykładzie doliny rzeki Ochoża. Infrastruktura i ekologia terenów wiejskich, t. 4, z. 2, s. 29-41.
6. Czarnecka H. (red.), 2005. Atlas Podziału Hydrograficznego Polski, cz. 1 i 2. Wyd. IMGW Warszawa.
7. Kiryluk A., 2004. Wpływ nawożenia mineralnego i roślinności na jakość wód gruntowych w siedlisku łąk pobagiennych. Annales UMCS, sec. E., vol. 59, 761-767.
8. Kondracki J., 2002. Geografia regionalna Polski, Wyd. Nauk. PWN, Warszawa, 2002.
9. Przybyła Cz., Zbierska A., Dwornikowska Ż., 2011. Ocena zmian jakości wody w wybranych jeziorach Pojezierza Poznańskiego w latach 2004 – 2009. Rocznik Ochrona Środowiska, t. 13, 723-746.
10. 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).
11. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 sierpnia 2008 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych (Dz. U. 2008, nr 162, poz. 1008).
12. WIOŚ : Raport o stanie środowiska województwa lubelskiego w 2011 roku. Wyd. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Lublin 2012.