

Antoni Grzywna

**JAKOŚĆ WODY W ZMELIOROWANEJ DOLINIE
RZECZNEJ W LATACH 2004–2006**

***THE WATER QUALITY IN MELIORATED RIVER VALLEY
IN YEARS 2004–2006***

Streszczenie

W pracy przedstawiono charakterystykę chemizmu wód powierzchniowych i gruntowych w zmeliorowanym dnie doliny rzeki Ochoża. Zmeliorowane użytki zielone stanowią 20% całej zlewni i położone są na glebach organicznych w dolinie Tyśmienicy zaliczanej częściowo do obszaru Natura 2000. Analizy właściwości fizykochemicznych wód mają na celu ocenę skutków przekształceń antropogenicznych i rozpoznanie czynników wywierających wpływ na jakość wody na badanym terenie. Próbkę wody pobierano w w latach 2004–2006 w kilkunastu punktach. Prowadzono okresowe pomiary stanów wody gruntowej i powierzchniowej oraz natężenia przepływu. W ramach uprzednio prowadzonych badań przeprowadzono waloryzacje pokrywy glebowej, sposoby użytkowania oraz szaty roślinnej. Najwyższe stany wody występowały najczęściej w marcu, najniższe w sierpniu. Wskaźniki jakości wody na badanym obszarze wahały się w dość szerokim zakresie. Najniższą jakością charakteryzowały się wody powierzchniowe, stagnujące w rowach, w lipcu na plantacji borówki.

Słowa kluczowe: obiekt melioracyjny, jakość wody, szata roślinna, stany wody

Summary

The paper deals with the characteristics of surface and ground water chemistry in meliorated bottom of river Ochoża valley. Meliorated green lands cover 20% of the whole catchment and are localized on organic soils in Tyśmienica river valley counted in part to Nature 2000 area. Analysis of physicochemical properties of waters aim at evaluating the effects of anthropogenic transformations and learning the factors that exert their influence on water quality over the studied area. Water samples were collected at different seasons of 2004–2006 at several

measurement points distributed within the studied object. Along with water sampling, periodical measurements of ground and surface water states, as well as flow rates, were made. Valorization of the soil cover, ways of soil performance, and plant coverage was also performed within the frames of previous examinations. The hydrological measurements revealed that the highest water states were most often in March. Along with the time, water flow rate decreased reaching the lowest values in August. The water quality indicators on studied area oscillated within quite wide range. Surface waters, stagnating in ditches were characterized by the poorest quality in July on blueberry plantation.

Key words: *meliorated object, water quality, plant coverage, water state*

WSTĘP

Zasoby wodne kształtowane są przez warunki terenowe i klimatyczne. Dostępność wody zaspokajającej potrzeby jest zasadniczym elementem zrównoważonego rozwoju [Mioduszeński 1999]. Odnawialne zasoby wody na Lubelszczyźnie wynoszą 1400 m³/rok·osoba, przy średniej w Polsce 1580 m³/rok [Michalczyk, Wilgat 1998]. Na niskie zasoby wodne, zbliżone do terenów półpustynnych, nakłada się słaba jakość wód powierzchniowych w rzekach. W 2007 roku w województwie Lubelskim wodę w rzekach zaliczono w 17, 6% do klasy III, w 65% do klasy IV i w 16, 5% do klasy V [Raport 2008]. Do głównych przyczyn zanieczyszczenia wody zaliczamy: gospodarkę komunalną, transport, przemysł i rolnictwo. Po wejściu do UE prowadzony program ochrony środowiska spowodował wyraźne zmniejszenie ilości ścieków nieoczyszczanych. Jednak na obszarach zmeliorowanych torfowisk istotną rolę w kształtowaniu jakości wody ma mineralizacja masy organicznej oraz warunki odpływu wody. Prawidłowe gospodarowanie wodą w rolnictwie może w istotny sposób ograniczyć zasięg migracji zanieczyszczeń obszarowych [Nyc, Pokładek 2004]. Do najważniejszych czynników ekologicznych wpływających na walory przyrodnicze terenu należy sposób użytkowania, stosunki wodne i poziom pratotechniki [Brandyk 2002].

Celem pracy jest charakterystyka chemizmu wód powierzchniowych i gruntowych w zmeliorowanym dnie doliny rzeki Ochoża. Zmeliorowane użytki zielone stanowią 20% całej zlewni i położone są na glebach organicznych w dolinie Tyśmienicy zaliczanej do obszaru Natura 2000.

MATERIAŁ I METODYKA BADAŃ

Terenem badań prowadzonych w latach 2004–2006 był obiekt melioracyjny Ochoża położony w dnie doliny rzeki Ochożówki, prawego dopływu Tyśmienicy. W latach 1931–1935 wykonano tutaj w niezalesionym dnie doliny system płytkich (głębokość do 1 m) rowów odwadniających uzupełnionych nie-

kiedy na głębokości 50 cm drenami skrzynkowymi. Wówczas przeprowadzono także zagospodarowanie metodą pełnej uprawy całego obiektu o powierzchni 485 ha. W latach 1962–1972 przeprowadzono gruntowną renowację systemu melioracyjnego. Obejmowała ona wykonanie doprowadzalnika wody z Kanału Wieprz–Krzna (pośrednio przez rzekę Bobrówkę), budowę 4 zastawek piętrzących oraz pogłębienie w dolnej partii rzeki i rowów melioracyjnych (głębokość do 1,5 m) [Studium 1973]. Wszystkie prowadzone wówczas prace miały na celu podniesienie walorów produkcyjnych i wzrost plonów siana. Zmiany ustrojowe spowodowały jednak drastyczny spadek zapotrzebowania na naturalną paszę, co przyczyniło się do upadku w 1994 roku Zakładu Rolnego i zaniechania użytkowania na powierzchni 150 ha. Także na działkach należących do rolników indywidualnych ograniczono lub zaniechano użytkowanie kośne. W 2002 roku w środkowej części obiektu przeprowadzono ponowne zagospodarowanie (zakwaszanie, pługofrezowanie) i wprowadzono na powierzchni 100 ha plantację borówki amerykańskiej [Grzywna 2004]. W czasie prowadzonych badań stwierdzono 4 główne formy użytkowania terenu (naturalne łąki jednokośne, plantacja borówki, nieużytki, półnaturalne łąki dwukośne).

Na badanym obszarze wyróżniono 12 rodzajów gleb, wśród których 50% powierzchni zajmują gleby torfowo-murszowe średnio zmurszałe (MtII). Wyniki waloryzacji produkcyjnej i przyrodniczej obiektu Ochoża przedstawiono we wcześniejszej pracy [Grzywna, Urban 2006]. Mimo że obszar ten ma umiarkowane walory przyrodnicze (IV klasa) oraz został silnie przekształcony gospodarczo i długotrale przesuszony, to jego ujściowy fragment wchodzi w skład obszaru sieci Natura 2000 – Dolina Tyśmienicy. Pełna dokumentacja zdjęć fitosocjologicznych wykonanych w dominujących na obiekcie zbiorowiskach roślinności łąkowej z klasy *Molinio-Arrenatheretea* przedstawiono jest w pracy Urban i Grzywna [2003].

Powierzchnia zlewni rzeki Ochożówki wynosi 28,5 km² i charakteryzuje się dość płaskim ukształtowaniem o spadkach podłużnych, wynoszących około 2‰ i poprzecznych około 5‰. Ciek Ochożówka ma długość 10,4 km i wymiary: głębokość 1 m, szerokość dna 0,8 m, nachylenie skarp 1:1, napelnienie 0,3 m, przepływ średni 0,1 m³/s (rzeka jest całkowicie skanalizowana). Brzegi doliny ograniczone są lasem porastającym morenowe pagórki. Na zagospodarowanym rolniczo obiekcie o powierzchni 458 ha stwierdzono występowanie holocenijskich osadów bagienno-rzecznych wykształconych w postaci torfu i namułu. Podczas trwania prac terenowych w podłożu nawiercono jeden poziom wody gruntowej. W zależności od terminu badań, jak i położenia punktu wodę gruntową nawiercono na głębokości 0,5–1,8 m jako zwierciadło swobodne [Grzywna 2004].

Prowadzone badania obejmowały analizy wody gruntowej i powierzchniowej pobieranej w kilkunastu punktach położonych na całym obiekcie. Próbki

wody gruntowej pobierano czerpakiem z piezometrów, zaś próbki wody powierzchniowej pobierano z rzeki oraz bezodpływowych rowów. Oprócz badań chemicznych prowadzono okresowe pomiary stanów wody gruntowej i powierzchniowej oraz natężenia przepływu. W warunkach naturalnego odpływu najwyższe poziomy wody rejestrowano wczesną wiosną. W miarę upływu czasu poziom i przepływ wody zmniejszał się, osiągając najniższe wartości w sierpniu, w związku z czym w pełni wegetacji użytki rolne odczuwały niedobór wody. Badania terenowe prowadzono w warunkach produkcyjnych na obszarach użytkowanych jako łąki. Na obiekcie stosowano tylko okresową eksploatację zastawki piętrzącej zlokalizowanej w obrębie plantacji borówki amerykańskiej. Zasoby wodne cieków pozwalają na występowanie niewielkiego przepływu w okresie całego roku. Natomiast w rowach melioracyjnych przepływ wody nie występuje, co jest spowodowane zapadnięciem się przepustów drogowych.

Analizy fizykochemiczne wody obejmowały badania:

– temperatury, wartości pH, przewodności elektrolitycznej – miernikiem Multi 340i;

– BZT₅ – metodą rozcieńczeń;

– N-NO₂, N-NO₃, N-NH₄, PO₄, Fe, Ca, K, SO₄ – fotometrem Slandi 345;

– ChZT – metodą dwuchromianową fotometrem MPM 2010.

Do analiz wykorzystano gotowe odczynniki firmy Merck.

WYNIKI BADAŃ

Według podziału [Kondracki 1994] badany obszar zlewni Ochożówki położony jest w południowej części Polesia Lubelskiego, w makroregionie Pojezierze Łęczyńsko-Włodawskie i mezoregionie Równina Parczewska. Prowadzone dotychczas badania [Grzywina 2004] wskazują, że na warunki wilgotnościowe obiektu wpływa głównie sposób eksploatacji piętrzeń oraz wielkość i rozkład opadów atmosferycznych w ciągu roku. Warunki zasilania opadem atmosferycznym charakteryzuje automatyczna stacja meteorologiczna UP Lublin w Sosnowicy. Lata prowadzonych badań charakteryzowały się zróżnicowanymi okresowymi sumami opadów (tab. 1). Biorąc pod uwagę sumę opadów rocznych, rok 2005, można uznać za umiarkowanie mokry, zaś lata 2004 i 2006 za normalne. Rozkład opadów w poszczególnych miejscach był silnie zróżnicowany. Okres wegetacyjny 2006 można uznać za normalny, 2005 za średnio suchy, a 2004 za suchy. Rozkład opadów w poszczególnych miesiącach znacznie odbiegał od średniej z wielolecia. Szczególnie niekorzystny pod tym względem był rok 2006, kiedy to połowa wielkości opadów (199,2 mm) spadła w sierpniu. Powodowało to określone skutki w kształtowaniu warunków wodnych – wahaniami poziomu wody i uwilgotnienia gleby.

Tabela 1. Miesięczne i okresowe sumy opadów dla stacji Sosnowica
Table 1. Monthly and periodical sums of precipitation Sosnowica station

Rok	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	IV-X	I-XII
2004	32,7	52,5	33,9	38,1	38,0	49,9	90,5	48,5	14,2	19,1	83,8	21,5	298	523
2005	54,5	42,2	58,9	22,3	90,7	39,8	81,2	93,6	20,9	4,8	27,2	77,3	353	613
2006	21,1	31,4	62,3	48,1	64,4	30,1	7,7	199,2	10,6	19,8	44,9	25,6	380	565
1981-2006	28,5	28	34,5	39,8	58,2	62,2	77,5	64,6	53,5	34,9	37,8	32,9	391	552

Tabela 2. Zakres wahań zwierciadła wody w okresie wegetacji (m n.p.p.)
Table 2. Range amplitude water table in vegetation period

Rok	C1	P3	P8	C3	P27	P32	P54
2004	0,25-0,40	0,57-0,78	0,46-0,65	0,41-0,94	0,99-1,50	0,6-0,72	0,87-1,01
2005	0,26-0,43	0,59-0,81	0,48-0,67	0,42-1,0	1,0-1,52	0,61-0,74	0,86-1,02
2006	0,22-0,45	0,52-0,84	0,42-0,7	0,38-1,0	0,96-1,55	0,58-0,77	0,84-1,03
1999-2006	0,22-0,47	0,51-0,89	0,41-0,73	0,37-1,02	0,95-1,57	0,56-0,8	0,83-1,05

W tabeli 2 przedstawiono zakres wahań poziomu zwierciadła wody względem poziomu porównawczego przyjętego w danym przekroju hydrometrycznym na poziomie dna rzeki. Obiekt, który dysponuje głównie lokalnymi zasobami wody pochodzącymi z opadów atmosferycznych, pomimo znacznych opadów letnich (lipiec 2004 i 2005, sierpień 2006) po suchej wiosnie (maj 2004, kwiecień 2005) lub po długich okresach bezopadowych (lipiec 2006) charakteryzował się niewielkim przyrostem poziomu zalegania zwierciadła wody. Niekorzystny rozkład opadów w czasie wegetacji przyczyniał się do nadmiernego obniżenia zwierciadła wody gruntowej i przesuszenia gleby. W pełni okresu wegetacji zwierciadło wody gruntowej często zalegało na poziomie znacznie przekraczającym maksymalną głębokość odwodnienia (h_3). Nawet wysokie sumy opadów miesięcznych latem w warunkach równoczesnych dużych strat bieżących wody na parowanie powodowały tylko niewielką odbudowę retencji glebowej. Najmniejszą dynamiką wahań charakteryzowały się poziomy wody powierzchniowej w rowach, w których przepływ wody nie występuje (spowodowane jest to zapadnięciem się przepustów drogowych).

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 Ca⁺², K⁺, Fe⁺³, SO₄⁻²). Analizy wody wykonywano zgodnie z Normami Polskimi, zaś podstawą oceny jakości wód było Rozporządzenie [2004] określające dopuszczalne wielkości zanieczyszczeń wód powierzchniowych i i gruntowych. Do określenia stanu czystości wody próbki wody pobierano w 4 przekrojach hydrometrycznych, poprzecznie do dna doliny w 18 punktach pomiarowych. W okresie 3-letnich badań pobrano 180 próbek wody.

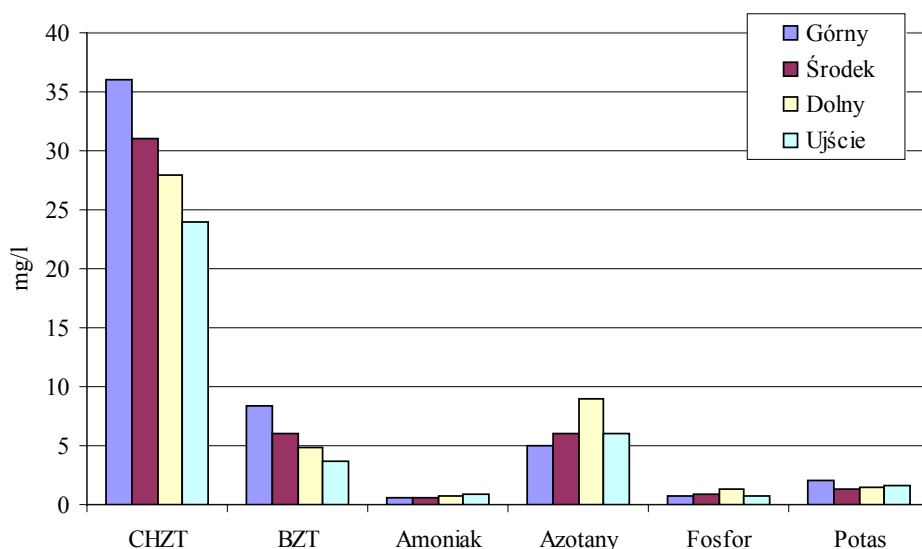
Tabela 3. Wskaźniki jakości wody gruntowej (piezometry) i powierzchniowej (ciek i rowy)**Table 3.** Indices of groundwater (in piezometers) and surface water (in the stream and ditch)

Wskaźniki jakości	Ujście			Źródła		
	rzeka	rów	grunt	rzeka	rów	grunt
Odczyn pH	6,7–7,6	7,0–7,6	6,8–7,4	6,2–7,7	6,6–7,5	6,7–7,3
Przewodność $\mu\text{s}/\text{dm}^3$	190–290	230–420	270–413	219–305	244–427	223–533
ChZT $\text{mg O}_2/\text{dm}^3$	19–70	37–76	–	25–63	30–70	–
BZT $\text{mg O}_2/\text{dm}^3$	1,8–15,9	2,5–16,2	–	2,3–18,4	2,5–17,9	–
Azot azotanowy $\text{mg NO}_3/\text{dm}^3$	0,9–18,6	0,5–14,2	0,5–22	0,5–7,6	0,5–9,0	0,9–19
Azot azotynowy $\text{mg NO}_2/\text{dm}^3$	0,03–0,16	0,04–0,17	0,05–0,12	0,01–0,12	0,02–0,18	0,02–0,17
Azot amonowy $\text{mg NH}_4/\text{dm}^3$	0,79–5,14	0,45–4,26	1,4–2,13	0,39–6,31	0,9–5,22	0,76–2,44
Fosfor $\text{mg PO}_4/\text{dm}^3$	0,7–3,03	0,7–2,65	0,94–4,7	0,7–1,37	0,8–1,55	0,82–2,91
Potas $\text{mg K}/\text{dm}^3$	1,6–7,1	1,4–6,0	1,7–5,1	1,5–6,0	1,6–6,2	1,5–5,8
Wapń $\text{mg Ca}/\text{dm}^3$	80–104	65–93	58–139	54–103	60–96	67–97
Żelazo $\text{mg Fe}/\text{dm}^3$	0,5–2,5	0,9–2,9	1,6–3,9	0,6–2,3	0,7–3,1	0,9–5,3
Siarczany $\text{mg SO}_4/\text{dm}^3$	168–360	100–155	86–141	100–250	69–200	86–100

W prezentowanej pracy przedstawiono zakres zmian (tab. 3) oraz sezonowe wartości najistotniejszych wskaźników jakości wody gruntowej i powierzchniowej w latach 2004–2006 (rys. 1).

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/l, a wodzie gruntowej nawet 5 mg/l, co odpowiada V klasie czystości wody. Zawartość fosforanów najczęściej oscyluje wokół wartości 1 mg/l, co jest wartością graniczną dla IV klasy wód powierzchniowych i III klasy wód podziemnych. Zawartość fosforanów w wodzie we wszystkich analizowanych próbkach przekraczała zawartość 0,7 mg/l (III klasa). Analizowane wody charakteryzuje dosyć niska zawartość związków azotowych – najczęściej poni-

żej 5 mg/l azotu ogólnego. Najszerszym zakresem zmian charakteryzują się wskaźniki tlenowe. Wartości wskaźnika BZT₅ wahały się od 1,8 do 18,4 mg O₂/dm³, zaś wartości ChZT od 19 do 76 mg O₂/dm³.



Rysunek 1. Zmiany wartości podstawowych wskaźników zanieczyszczeń wody cieką Ochożówka w sierpniu 2006 roku.

Rysunek 1. The changes of selected water pollution indices in Ochożówka stream

Najniższą jakością charakteryzowały się wody powierzchniowe, stagnujące w płytkich bezodpływowych rowach. Najwyższe wartości wskaźników tlenowych notowano w rzece i rowach położonych w źródłowym odcinku rzeki (rys. 1), co spowodowane było niemalże zatrzymaniem przepływu wody w okresie letniej suszy 2006 roku. Zahamowanie przepływu i niskie stany wody powodowały powstanie warunków beztlenowych i gromadzenie się, szczególnie w rowach, dużych ilości żelaza. W tym samym czasie ilość rejestrowanych w wodzie biogenów w tym miejscu była najmniejsza na całym obiekcie. Niski poziom biogenów w części źródłowej obiektu mógł być spowodowany bujnym rozwojem roślinności w ciekach i na łąkach. Do głównych gatunków porastających koryto rzeki zaliczamy: mozgę trzcinową, trzinę pospolitą, wiechlinę zwyczajną, pokrzywę zwyczajną. Z kolei koryta rowów były porośnięte przez: turzycę zaostrzoną, moczarkę kanadyjską, trzinę pospolitą, rzesę 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 zamarznięte), porastająca koryta trzcina pospolita oraz okresowe piętrzenie wody przyczyniały się do efektu samooczyszczania się wody.

Prowadzone w latach 2004–2006 w różnych porach okresu wegetacji (wiosna, lato, jesień) analizy chemizmu wody pozwalają na ocenę oddziaływania roślinności na proces samooczyszczania wody. Na podstawie przeprowadzonych w sierpniu 2006 roku (rys. 1) stwierdzono, że nastąpiła redukcja BZT₅ o 33,3%, ChZT o 55,9%, fosforanów o 12,5% i potasu o 23,8%. Równocześnie nastąpił wzrost zawartości związków azotowych – amoniaku o 41,3% i azotanów o 20%. Wzrost zawartości związków azotowych jest szczególnie widoczny w dolnej części obiektu, co prawdopodobnie jest związane z głębokimi rowami powodującymi nadmierne przesuszenie gleby.

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 [Borowiec, Zabłocki 1990]. Na podstawie przeprowadzonych badań analizowane wody zaliczono najczęściej do IV 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 z badanego obiektu. Na zmiany jakości wody niewątpliwym wpływ miały prowadzone zabiegi konserwacyjne, prace uprawowe i stosowanie środków ochrony roślin. Na obszarach zmeliorowanych torfowisk 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 nie-nawożonej zawierają więcej jonów amonowych i azotanowych.

BIBLIOGRAFIA

- Borowiec S., Zabłocki Z. *Czynniki kształtujące zmiany chemizmu odcieków drenarskich gruntów ornym w okolicach Szczecina w latach 1975-1985*. Materiały seminaryjne IMUZ Falenty, t. 26, 1990, s. 118–122.
- Brandyk T. *Stan retencji wodnej siedlisk hydrogenicznych i jego uwarunkowania*. Wiad. Mel. i Łak., nr 1, 2002, s. 18–21.
- Grzywna A. *Analiza stosunków wodno-glebowych wybranego fragmentu doliny rzeki Tyśmienicy*. Praca doktorska, UP Lublin, maszynopis, 2004, s. 114.
- Grzywna A., Urban D. *Wykorzystanie koncepcji waloryzacji produkcyjnej i przyrodniczej na przykładzie doliny rzeki Ochoża*. Infrastruktura i ekologia terenów wiejskich, nr 4, 2006, s. 29–41.

- Kiryluk A. *Wpływ nawożenia mineralnego i roślinności na jakość wód gruntowych w siedlisku łąk pobagiennych*. Annales UMCS, sec. E., vol. 59, 2004, s. 761–767.
- Kondracki J. *Geografia. Mezoregiony fizyczno-geograficzne*. PWN Warszawa 1994, s. 339.
- Michalczyk, Wilgat. *Stosunki wodne Lubelszczyzny*. UMCS Lublin 1998, ss. 42.
- Mioduszeński W. *Ochrona i kształtowanie zasobów wodnych w krajobrazie rolniczym*. IMUZ Falenty, 1999, s. 106.
- Nyc K., Pokładek R., 2004. *Rola małej retencji w kształtowaniu ilości i jakości wód*. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, nr 502, s. 343–352.
- Raport o stanie środowiska województwa lubelskiego w 2008 roku*. www.wios.lublin.pl.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 roku w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych oraz sposobu prowadzenia monitoringu* (Dz.U. nr 32, poz. 284).
- Studium terenowe*. 1973. Biuro Projektów Wodnych Melioracji w Lublinie, maszynopis, ss. 30.
- Urban D., Grzywna A., 2003. *Zbiorowiska roślinności łąkowej z klasy Molinio-Arrhenatheretea w dolinie Ochoży*. Annales UMCS, sec. E, vol. 58, s. 155–166.

Dr inż. Antoni Grzywna
Katedra Melioracji i Budownictwa Rolniczego
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
Ul. Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin
e-mail: agrzywna@wp.pl

Recenzent: *Prof. dr hab. Stanisław Czaban*