

STĘŻENIE OGÓLNEGO WĘGLA ORGANICZNEGO W WODZIE EKOSYSTEMÓW POBAGIENNYCH RÓŻNIE UŻYTKOWANYCH

Aleksander KIRYLUK

Politechnika Białostocka, Katedra Badań Technologicznych

Słowa kluczowe: ekosystemy pobagiennie, ogólny węgiel organiczny, woda gruntowa, woda powierzchniowa

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki badań stężenia ogólnego węgla organicznego (OWO ang. TOC) w wodzie ekosystemów pobagiennych. Badania wykonano na łąkach i pastwiskach obiektu Supraśl Górna. Zbadano stężenie węgla w wodzie gruntowej i powierzchniowej. W każdej zbadanej wodzie stężenie węgla było duże. Większe stężenie OWO stwierdzono w wodzie gruntowej, jego średnia wartość wynosiła ponad $59 \text{ mg C}\cdot\text{dm}^{-3}$. W wodzie powierzchniowej stężenie było mniejsze i wynosiło średnio ok. $48 \text{ mg C}\cdot\text{dm}^{-3}$. Na stężenie węgla w wodzie wpływał sposób użytkowania. Największe wartości stężenia wystąpiły w wodzie odpływającej z pastwisk intensywnie użytkowanych, mniejsze z łąk intensywnie użytkowanych, a najmniejsze – z łąk ekstensywnie użytkowanych. Każda badana woda ze względu na duże stężenie OWO kwalifikuje się do piątej klasy czystości.

WSTĘP

Ekosystemy bagienne i pobagiennie charakteryzują się dużą zawartością substancji organicznej, która może stanowić nawet 90% suchej masy ich gleb [CZA-PLAK, DEMBEK, 2004]. Akumulacja materii organicznej w ekosystemach mokradłowych następuje w warunkach beztlenowych i dużego uwodnienia siedliska. Duża zawartość wody w glebach bagiennych i pobagiennych ogranicza ich decesję przez spowolnienie procesu mineralizacji [PAWLUCZUK, GOTKIEWICZ, 2003]. Do-

Adres do korespondencji: dr inż. A. Kiryluk, Politechnika Białostocka, Katedra Badań Technologicznych, ul. Wiejska 45a, 15-351 Białystok; tel. +48 (85) 746-95-73, e-mail: kiryluk@pb.bialystok.pl

bre uwodnienie siedlisk pobagiennych skutecznie ogranicza straty masy organicznej [JURCZUK, 2004].

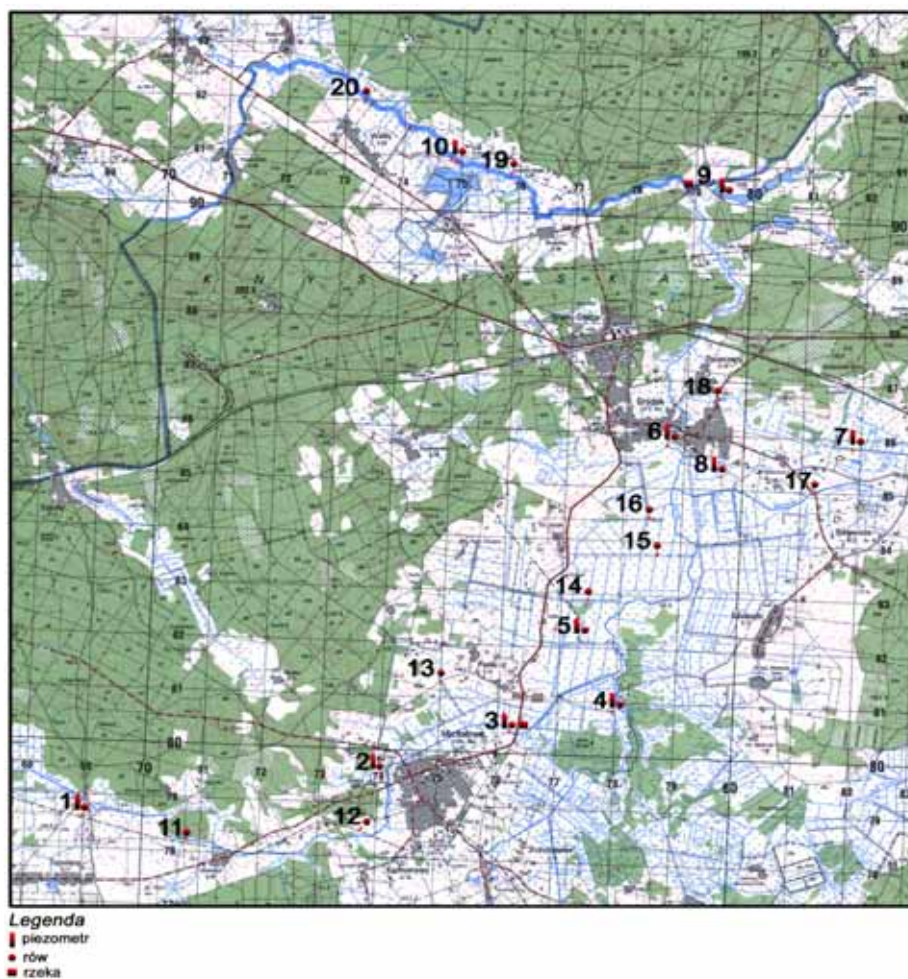
W procesie rozkładu, czyli mineralizacji materii organicznej, uwalniają się i przedostają do środowiska składniki mineralne oraz woda i węgiel. Głównym składnikiem organicznej substancji gleb torfowych jest węgiel, który może stanowić ok. 60% ich suchej masy [GÓRNIAK, 1996; KOZAKIEWICZ, 1962]. Zgromadzony w torfach węgiel jest podatny na wymywanie i przedostaje się w różnych formach do środowiska wodnego. Stężenie rozpuszczonych związków węgla organicznego w wodzie odpływającej z ekosystemów pobagiennych często przekracza kilkakrotnie wartość tła hydrochemicznego typowego dla płytkich wód podziemnych [JEKATIERYNCZUK-RUDCZYK, 1999]. Zwiększenie stężenia substancji humusowych w wodzie powoduje pogorszenie jej właściwości fizycznych i chemicznych i zmniejsza jej przydatność. Duża zawartość węgla w wodzie stosowanej do zaopatrzenia ludności może być przyczyną powstawania trihalometanów w procesach jej uzdatniania za pomocą chloru [ZBIEĆ, DOJLIDO, BIZIUK, 2002]. Dotychczas nie ma jednoznacznych wyników badań określających rolę węgla organicznego i kwasów humusowych w akumulacji i przemieszczaniu się składników mineralnych i metali ciężkich w wodzie [SZPAKOWSKA, KARLIK, GOŁDYN, 1998]. Substancja organiczna zawarta w wodzie może kompleksować metale ciężkie i ograniczać ich dalszą migrację w środowisku [BŁASZCZYK, 2001; GÓRNIAK, 1996; MYŚKÓW, 1989], może wpływać także na akumulację makroskładników [BŁASZCZYK, 2001] lub ich dalszą migrację.

Ekosystemy pobagiennie powodują wzbogacanie wody gruntowej i powierzchniowej w materię organiczną i w węgiel rozpuszczony [KIRYLUK, 2005]. Sytuacje takie nasilają się podczas zwiększonych opadów i zwiększonych spływów wody do rzek z obszaru zlewni. Dotychczas przeprowadzono niewiele badań dotyczących oceny przenikania węgla organicznego z torfowisk do wody oraz zależności między stężeniem tlenu i węgla w wodzie pochodzącej z ekosystemów pobagiennych.

Celem badań było określenie wpływu sposobu użytkowania ekosystemów pobagiennych na wartość stężenia ogólnego węgla organicznego (OWO) w wodzie gruntowej i powierzchniowej na torfowisku niskim.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Badania przeprowadzono w okresie wegetacyjnym 2005 r. w zlewni górnej Supraśli na zmeliorowanym w latach osiemdziesiątych dużym obiekcie pobagiennym (rys. 1). System melioracyjny odwadniająco-nawadniający na badanych łąkach jest mało funkcjonalny, ze względu na wypływanie rowów oraz brak ich regularnej konserwacji. Użytkowanie łąk i pastwisk na tym obiekcie jest bardzo zróżnicowane, ale przeważają łąki użytkowane ekstensywnie.



Rys. 1. Usytuowanie obszaru badań i punktów badawczych 1–20

Fig. 1. Location of the study area and sampling sites 1–20

Intensywne użytkowanie łąk w badanych warunkach polegało na stosowaniu corocznie nawożenia mineralnego azotowo-potasowego w wysokości 60–75 kg NK·ha⁻¹ i dwukrotnym wykaszaniu lub jednokrotnym koszeniu i wypasie po pierwszym pokosie.

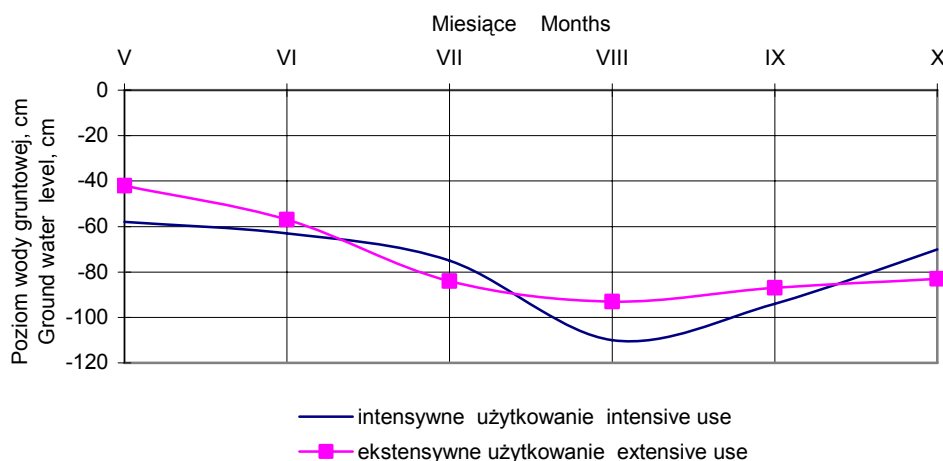
Na pastwiskach intensywnie użytkowanych był prowadzony wypas zorganizowany. Obsada zwierząt na tych pastwiskach przekraczała 1,5 DJP·ha⁻¹ UZ.

Na łąkach użytkowanych ekstensywnie nie stosowano nawożenia mineralnego, nie wykaszano roślinności, a bezplanowy wypas był prowadzony sporadycznie.

Stężenia ogólnego węgla organicznego (OWO) zbadano w 150 próbkach wody, w tym w 50 próbkach wody gruntowej i w 100 próbkach wody powierzchniowej.

Próbki wody powierzchniowej pobierano z rowów odwadniająco-nawadniających, stanowiących część systemu melioracyjnego obiektu Supraśl Górna i Pieńki. W rowach ustalono 20 stałych punktów poboru wody, w tym: na łąkach użytkowanych intensywnie – 7 punktów, na łąkach użytkowanych ekstensywnie – 9 punktów i na pastwiskach użytkowanych intensywnie – 4 punkty badawcze.

Próbki wody gruntowej pobierano z piezometrów zainstalowanych na głębokość 200 cm. Dopływ wody następował od dołu piezometru. Na łąkach i pastwiskach użytkowanych intensywnie zainstalowano po 3 piezometry, a na łąkach użytkowanych ekstensywnie – 4 piezometry. W zainstalowanych piezometrach określano też głębokość wody gruntowej, która wynosiła od 40 do 115 cm od powierzchni terenu (rys. 2).



Rys. 2. Poziomy wody gruntowej na badanym obiekcie w 2005 r.

Fig. 2. Ground water levels in studied object in 2005

Próbki wody do badań były pobierane raz w miesiącu. Stężenie węgla organicznego oznaczano za pomocą analizatora TOC 1200. Próbki wody nie były filtrowane przed oznaczeniami, dlatego wyniki dotyczą stężeń ogólnego węgla organicznego (OWO).

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

OGÓLNY WĘGIEL ORGANICZNY W WODACH POWIERZCHNIOWYCH

Stężenie ogólnego węgla organicznego w wodach powierzchniowych było zróżnicowane i wynosiło od 22,99 do 86,31 mg C·dm⁻³ (tab. 1). Średnie stężenie

Tabela 1. Stężenia ogólnego węgla organicznego (OWO) w wodzie powierzchniowej w różnie użytkowanych ekosystemach pobagiennych**Table 1.** Concentration of total organic carbon (TOC) in surface water of variably used post-bog ecosystems

Ekosystem Ecosystem	Stężenie OWO, mg C·dm ⁻³		Concentration of TOC, mg C·dm ⁻³		
	VI	VII	VIII	IX	X
Łąka użytkowana intensywnie	67,50	60,61	52,07	61,02	41,75
Intensively used meadow	54,72	20,98	39,80	45,94	42,11
	42,50	40,54	49,43	57,42	47,16
	28,41	24,21	46,89	62,06	49,32
	34,17	28,26	96,33	41,50	52,14
	25,18	22,99	52,55	54,91	45,65
	57,06	43,53	33,64	40,82	34,46
Łąka użytkowana ekstensywnie	25,27	35,69	54,49	43,06	45,15
Extensively used meadow	42,96	61,75	45,17	53,55	46,86
	87,49	63,77	46,73	55,00	48,87
	30,19	59,65	53,20	54,22	45,46
	27,62	27,23	33,76	43,52	44,15
	23,99	24,60	49,34	42,67	40,16
	36,29	48,03	38,99	42,18	38,28
	39,28	65,07	52,90	51,47	33,23
	36,75	36,76	65,79	67,66	38,17
Pastwisko użytkowane intensywnie	54,25	58,13	41,65	54,43	41,94
Intensively used pasture	63,90	51,00	29,67	86,31	72,27
	67,14	56,14	52,15	76,12	71,13
	67,84	71,74	44,54	78,24	64,85

Średnia dla łąki intensywnie użytkowanej ($n = 35$) Mean for intensively used meadow ($n = 35$) – 45,64

Średnia dla łąki ekstensywnie użytkowanej ($n = 45$) Mean for extensively used meadow ($n = 45$) – 45,47

Średnia dla pastwiska intensywnie użytkowanego ($n = 20$) Mean for intensively used pasture ($n = 20$) – 60,17

Średnia dla całego obiektu ($n = 100$) Mean for the whole object ($n = 100$) – 48,47

Odchylenie standardowe Standard deviation – 14,99

OWO w wodzie powierzchniowej wynosiło 48,47 mg C·dm⁻³. Największe stężenie tego pierwiastka stwierdzono w wodzie powierzchniowej z pastwiska intensywnie użytkowanego. Stężenie węgla w wodzie powierzchniowej średnio ponad czterokrotnie przekraczało wielkość stężenia tego pierwiastka w wodzie większości cieków, gdzie nie przekracza ono wartości 10 mg·dm⁻³ [BARAŁKIEWICZ, SIEPAK, 1994]. Duże stężenie OWO w wodzie pochodzącej z pastwisk może być spowodowane wypasem bydła, co wymaga jednak dalszych badań. Ze względu na duże średnie stężenie OWO, wynoszące prawie 50 mg C·dm⁻³, badaną wodę należy zakwalifikować do V klasy jakości [Rozporządzenie..., 2004].

OGÓLNY WĘGIEL ORGANICZNY W WODZIE GRUNTOWEJ

Stężenie OWO w wodzie gruntowej na badanym obiekcie pobagiennym wynosiło od 22,55 do 101,66 mg C·dm⁻³ i było większe niż w wodzie powierzchniowej (tab. 2). Przyczyną większego stężenia węgla w wodzie gruntowej może być jego bezpośrednie przenikanie z mineralizującej się masy torfowej [CZAPLAK, DEMBEK, 2000; PAWLUCZUK, GOTKIEWICZ, 2003]. Badania SAPKA i in. [2005] wskazują na dodatnią korelację między stężeniem RWO (rozpuszczalnego węgla organicznego) i wahaniami poziomu wody gruntowej na torfowisku Kuwasy. W tych badaniach także stwierdzano stężenie węgla przekraczające 60 mg C·dm⁻³. Duża amplituda wahań poziomu wody gruntowej wpływa na zmianę właściwości fizycznych i chemicznych gleb torfowo-murszowych [JURCZUK, 2004]. Badania w gospodarstwach demonstracyjnych w Gródku (obiekt Supraśl Górna) wskazują na dwukrotnie większe stężenie RWO w wodzie torfowiska niż w wyciągach glebowych [BURZYŃSKA, 2004].

Tabela 2. Stężenie ogólnego węgla organicznego (OWO) w wodzie gruntowej w różnie użytkowanych ekosystemach pobagiennych

Table 2. Concentration of total organic carbon (TOC) in ground waters of variably used post-bog ecosystems

Ekosystem Ecosystem	Stężenie OWO, mg C·dm ⁻³		Concentration of TOC, mg C·dm ⁻³		
	VI	VII	VIII	IX	X
Łąka użytkowana intensywnie	63,88	44,86	71,45	65,12	57,06
Intensively used meadow	73,11	59,26	62,33	64,77	62,80
Łąka użytkowana ekstensywnie	52,77	48,34	65,33	72,15	62,10
Extensively used meadow	48,63	44,19	52,14	46,05	42,96
	77,48	22,55	56,11	47,61	30,19
	72,60	49,75	51,15	68,78	56,52
	57,89	33,90	35,23	45,73	36,29
Pastwisko użytkowane intensywnie	86,56	33,81	58,12	67,37	67,84
Intensively used pasture	101,66	65,44	45,15	89,81	67,50
	77,61	88,66	59,88	91,28	63,90

Średnia dla łąki użytkowanej intensywnie ($n = 15$) Mean for intensively used meadow ($n = 15$) – 62,32

Średnia dla łąki użytkowanej ekstensywnie ($n = 20$) Mean for extensively used meadow ($n = 20$) – 48,78

Średnia dla pastwiska użytkowanego intensywnie ($n = 15$) Mean for intensively used pasture ($n = 15$) – 70,97

Średnia dla całego obiektu ($n = 50$) Mean for the whole object ($n = 50$) – 59,45

Odchylenie standardowe Standard deviation – 16,87

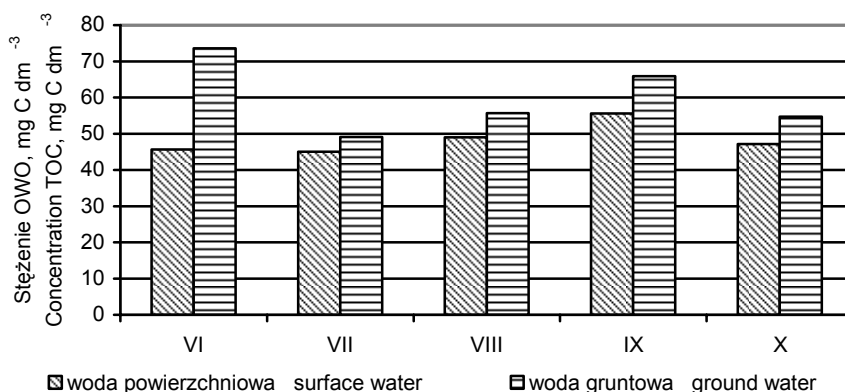
Sposób użytkowania ekosystemów pobagiennych wpływał na wielkość stężenia węgla w wodzie gruntowej, przy czym największe stężenie OWO (101,66 mg C·dm⁻³) stwierdzono w wodzie pobranej z pastwisk intensywnie użytkowanych. Na

wyraźne zróżnicowanie stężenia węgla organicznego w wodzie gruntowej w zależności od stopnia przeobrażenia siedlisk pobagiennych wskazują badania NADANEGO i SAPKA [2003].

Wodę gruntową ze względu na stężenie OWO przekraczające $20 \text{ mg C}\cdot\text{dm}^{-3}$ zgodnie z Rozporządzeniem [2004] należy uznać za pozaklasową.

SEZONOWA ZMIENNOŚĆ STĘŻEŃ OWO

Sezonowa zmienność stężenia OWO w wodach powierzchniowych i gruntowych była niewielka (rys. 3). Zwiększenie stężenia OWO w czerwcu i lipcu spowodowane było zwiększoną ilością opadów w tych miesiącach i silniejszym jego wypłukiwaniem z masy torfowej.



Rys. 3. Stężenie ogólnego węgla organicznego w wodzie ekosystemu pobagiennego w okresie wegetacyjnym

Fig. 3. Concentration of total organic carbon in water of post-bog ecosystem during vegetation season

WNIOSKI

1. W badanej wodzie powierzchniowej i gruntowej stwierdzono duże stężenie ogólnego węgla organicznego. Woda powierzchniowa zawierała średnio ponad $48 \text{ mg C}\cdot\text{dm}^{-3}$, a woda gruntowa – ponad $59 \text{ mg C}\cdot\text{dm}^{-3}$.

2. Większe stężenie OWO stwierdzono na użytkach zielonych intensywnie użytkowanych, mniejsze natomiast – na łąkach użytkowanych ekstensywnie. Największe stężenie wystąpiło na pastwiskach intensywnie wypasanych.

3. Ze względu na duże stężenie OWO badana woda powierzchniowa z pobawianego obiektu łąkowego kwalifikuje się do V klasy czystości, natomiast woda gruntowa jest pozaklasowa.

LITERATURA

- BARAŁKIEWICZ D., SIEPAK J., 1994. The contents and variability TOC, POC and DOC concentration in natural waters. *Polish J. Environ. Stud.* vol. 4 s. 15–28.
- BŁASZCZYK W.H., 2001. Wpływ kwasów humusowych i węgla ogólnego na akumulację makroskładników w glebach torfowo-murszowych. *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol.* z. 476 s. 61–68.
- BURZYŃSKA I., 2004. Współzależność między zawartością RWO w roztworze ekstrakcyjnym 0,01 mol CaCl₂ a wybranymi składnikami mineralnymi w wodach gruntowych. *Woda Środ. Ob. Wiej.* t. 4 z. 2a(11) s. 525–535.
- CZAPŁAK I., DEMBEK W., 2000. Torfowiska Polski jako źródło emisji dwutlenku węgla. *Zesz. Eduk.* nr 6/2000 s. 61–71.
- GÓRNIAK A., 1996. Substancje humusowe i ich rola w funkcjonowaniu ekosystemów słodkowodnych. Warszawa: Wydaw. Dissertationes Universitatis Varsoviensis. ss. 151.
- GÓRNIAK A., ZIELIŃSKI P., 1999. Rozpuszczona materia organiczna w wodach rzek północno-wschodniej Polski. W: *Ochrona zasobów i jakości wód powierzchniowych i podziemnych. Mater. Konf. Augustów, czerwiec 1999.* Białystok: Wydaw. Ekonomia i Środowisko s. 127–132.
- JEKATIERYN CZUK-RUDCZYK E., 1999. Tło hydrochemiczne płytkich wód podziemnych w dorzeczu Supraśli. W: *Gospodarka wodno-ściekowa w euroregionie Niemen. Mater. Konf. Augustów, czerwiec 1999.* Wydaw. Ekonomia i Środowisko s. 199–205.
- JURCZUK S., 2004. Warunki wodne ograniczające straty masy organicznej na łąkach o glebach torfowo-murszowych. *Woda Środ. Ob. Wiej.* t. 4 z. 2a(11) s. 379–394.
- KIRYLUK A., 2005. Stężenia biogenów i węgla organicznego w wodach pochodzących z różnie użytkowanych torfowisk niskich. *Monogr. Kom. Inżyn. Środow. PAN* vol. 30 s. 373–379.
- KOZAKIEWICZ A., 1962. Charakterystyka substancji organicznej gleb torfowych i torfów torfowisk dolinowych. *Rocz. Glebozn.* t. 11 s. 73–100.
- MYŚKÓW W., 1989. Ochronne działanie materii organicznej. W: *Wybrane zagadnienia związane z chemicznym zanieczyszczeniem gleb. Pr. zbior. Red. Kabata-Pendias.* Warszawa: PAN s. 41–65.
- NADANY P., SAPEK A., 2003. Różnicowanie stężenia węgla organicznego w wodzie gruntowej spod różnie użytkowanych obiektów gleb torfowych. *Mater. Konf. IMUZ 24–25.11.2003* s. 166–167.
- PAWLUCZUK J., GOTKIEWICZ J., 2003. Ocena procesu mineralizacji azotu w glebach wybranych ekosystemów torfowiskowych Polski północno-wschodniej w aspekcie ochrony zasobów glebowych. *Acta Agroph.* 1(4) s. 721–728.
- 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.* nr 32 poz. 284.
- SAPEK A., SAPEK B., CHRZANOWSKI S., URBANIAK M., 2005. Nutrient mobilisation and losses related to water conservation in peatlands. *Ecohydrol. Hydrobiol.* vol. 5. No 1 s. 59–65.
- SZPAKOWSKA B., KARLIK B., GOŁDYN H., 1998. Chemiczne formy metali ciężkich w wodach zlewni rolniczej. W: *Ekosystemy słodkowodne. Struktura – rodzaje – funkcjonowanie.* Lublin: UMCS. s. 215–220.
- ZBIEĆ E., DOJLIDO J., BIZIUK M., 2002. Trihalometany (THM). W: *Uboczne produkty dezynfekcji wody. Pr. zb. Red. J. Dojlido.* Warszawa: Wydaw. Szk. Ekol. i Zarządz. s.19–56.

*Aleksander KIRYLUK***CONCENTRATION OF TOTAL ORGANIC CARBON
IN WATER FROM VARIABLY USED POST-BOG ECOSYSTEMS***Key words: ground waters, post-bog ecosystems, surface waters, total organic carbon***S u m m a r y**

Results of a study on total organic carbon (TOC) in water of post-bog ecosystems are presented in the paper. The study was carried out on meadows and pastures of the object Supraśl Dolna. Concentration of carbon was analysed in ground and surface waters. All waters contained much organic carbon. Higher concentrations of TOC ($59 \text{ mg C}\cdot\text{m}^{-3}$ on average) were found in ground waters. In surface waters the concentrations were smaller and averaged $48 \text{ mg C}\cdot\text{dm}^{-3}$. Concentrations of carbon in waters were affected by land use. The highest concentrations were found in waters from intensively used pastures, lower in waters from intensively used meadows and the lowest in waters from extensively used meadows. Due to high TOC concentrations, all analysed waters were qualified to the V class of water quality.

Recenzenci:*prof. dr hab. Janusz Gotkiewicz**prof. dr hab. Andrzej Sapek*

Praca wpłynęła do Redakcji 19.12.2005 r.