

ANALIZA RÓŻNORODNOŚCI FITOPLANKTONU JAKO WSKAŹNIKA JAKOŚCI WÓD RZEK NIZINNYCH

Magdalena Frąk

Katedra Inżynierii Wodnej i Rekultywacji Środowiska,
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Wstęp

Zależność występowania poszczególnych grup glonów od warunków środowiska w jakim się rozwijają, jest powszechnie znana. Od początków XX wieku m.in. ta właśnie grupa organizmów jest wykorzystywana do określania jakości wód powierzchniowych. Zasadniają praktycznie wszystkie ekosystemy wodne, pełniąc w nich niezwykle istotną rolę w utrzymaniu równowagi biologicznej. Sinice i glony stanowią swoisty wskaźnik cech środowiska wodnego, takich jak np. temperatura, ilość dostępnego światła, odczyn, produktywność czy też zasobność w węgiel organiczny, fosfor, krzem.

Przez dłuższy czas ocena właściwości środowiska wodnego oparta była jedynie na określaniu parametrów fizykochemicznych. Systemy ekologiczne organizmów traktowane były jako jedynie jej uzupełnienie. Obecnie, metody bioindykacyjne zyskały na znaczeniu i stanowią podstawę przy określaniu stanu ekosystemów. Zgodnie z Ramową Dyrektywą Wodną UE (2000/60/WE) priorytetowymi elementami uwzględnianymi przy ocenie stanu ekologicznego rzek są właśnie badania biologiczne różnych zespołów organizmów wodnych. Elementy oceny wykorzystujące glony jako wskaźniki jakości wód dotyczą zbiorowisk fitoplanktonu i makrofitów. Organizmy fitoplanktonu są grupą najszybciej reagującą na zmiany w ekosystemie i jednoznacznie wskazującą wszelkie zakłócenia w jego równowadze. W badaniach rzek nizinnych są wykorzystywane jako szczególnie dobry wskaźnik zdolności produkcyjnej wód i zmian zachodzących pod wpływem zanieczyszczeń. Jednakże jest to metoda oceny jakości rzek bardzo pracochłonna i wymaga wiedzy fykologicznej.

Materiał i metodyka

Badaniom poddano rzeki Biebrzę i Narew. Próby wody i fitoplanktonu pobrano w pierwszym tygodniu lipca 2005 roku, w punktach badawczych zlokalizowanych wzdłuż biegu rzek: Narwi – 9 punktów, od Zbiornika Siemianówka do 143 kilometra rzeki; rzeki Biebrzy – 11 punktów, od 39 do 158 km biegu rzeki (tab.

1). Pobrane do polietylenowych pojemników próby transportowano i przechowywano w warunkach określonych w normie PN/88/C-04632/04.

Tabela 1; Table 1

Lokalizacja punktów pomiarowych (badawczych)
Location of measurement points

Rzeka River	Numer punktu pomiarowego; Number of measurement point										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	długość odcinka (km) rzek: Narwi od Zbiornika Siemianówka, Biebrzy od źródła rivers length (km): Narew river from the Siemianówka Reservoir, Biebrza river from the source										
Narew	0,2	21,9	47,8	76,6	84,5	98,9	112,6	117,1	129,7	–	–
Biebrza	39,5	53,5	66,8	82,1	88,8	106,7	115,2	126,5	150,6	155,5	158,0

Próby fitoplanktonu pobierano batometrem Patalasa z głównego nurtu rzeki wg zaleceń STARMACHA [1989], a następnie utrwalało metodą Untermöhla. Skład jakościowy określano mikroskopowo wg wskazówek Komarka [HUBER-PES-TALOZZI i in. 1983] oraz STARMACHA [1983, 1989].

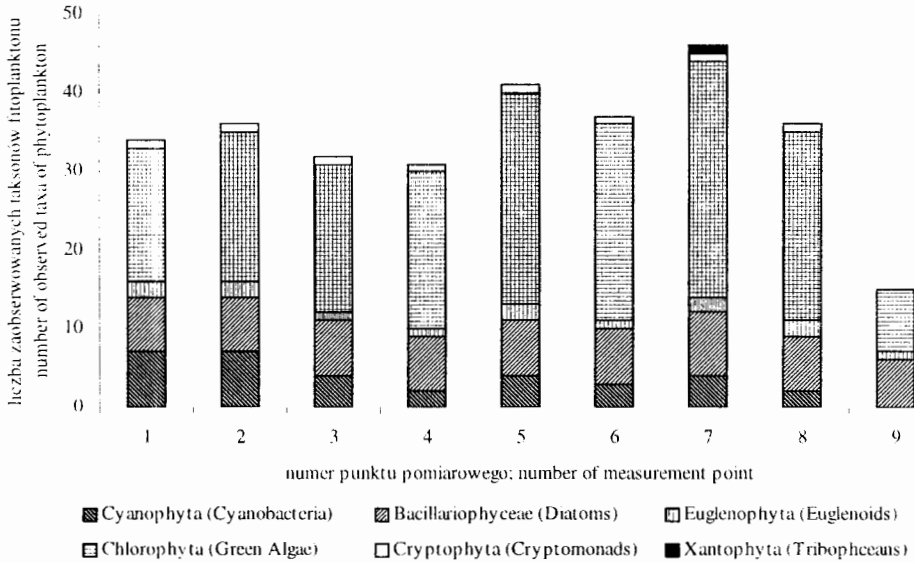
W terenie dokonano pomiarów temperatury, przewodności i pH wody. W warunkach laboratoryjnych próby wody pobrane do wybranych oznaczeń chemicznych odwirowywano z prędkością 4500 obr. przez 5 minut, celem usunięcia zawiesin. Analizę zawartości wybranych kationów i anionów wykonano metodą chromatografii cieczowej (z wykorzystaniem aparatu Dionex ICS-1000).

Dyskusja wyników

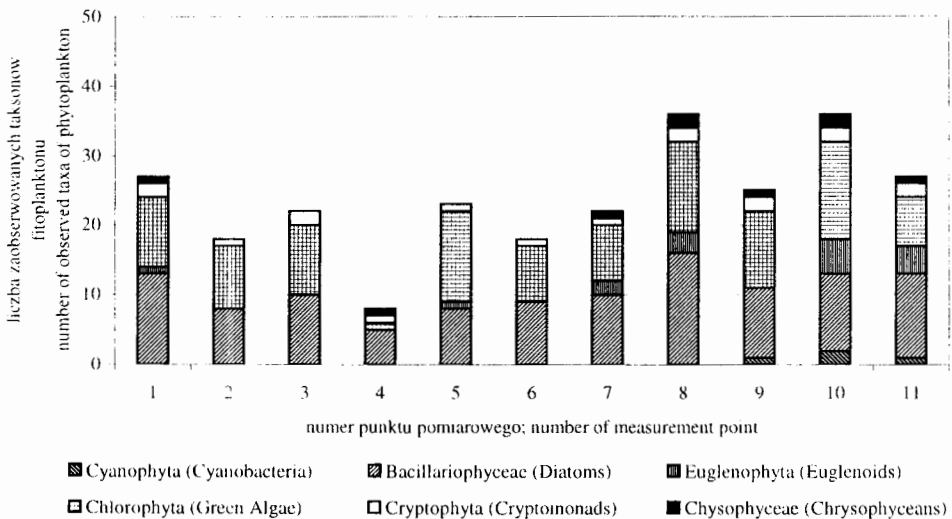
Do oceny możliwości wykorzystania organizmów fitoplanktonowych w określaniu jakości wód rzek nizinnych wybrano dwa cieki północno-wschodniej Polski (Region Wschodni) Narew i Biebrza. Badaniom poddano odcinki znajdujące się w obszarze parków narodowych (Narwiańskiego Parku Narodowego utworzonego w 1996 roku i Biebrzańskiego Parku Narodowego – w 1993 r.), ze względu na unikalne walory przyrodnicze oraz specyficzny charakter. Obszar obu rzek jest siedliskiem wielu cennych roślin i zwierząt, a także miejscem lęgowym ptaków wodnych i błotnych. Ponadto, obie doliny charakteryzują się zmianami poziomu wód powierzchniowych i gruntowych, co związane jest z występowaniem wiosennych okresów zalewowych. Ekosystem rzeki Narwi poddany jest dodatkowo wpływowi sztucznego zbiornika zaporowego „Siemianówka”, znajdującego się w górnym jego odcinku, natomiast rzeka Biebrza uznana jest za ciek o niskim stopniu antropopresji. Obszar zlewni rzeki Biebrzy jest terenem typowo rolniczym, ukierunkowanym zwłaszcza w środkowym i dolnym odcinku na hodowlę bydła mlecznego.

Określając różnorodność zbiorowisk fitoplanktonu rzeki Narwi, na całym badanym odcinku stwierdzono występowanie: 12 taksonów sinic (głównie *Microcystis* sp., *Woronichinia naegeliana*, *Coelomorum pusillum* sp., *Sphaerocystis* sp.), 2 – euglenin (*Phacus longicauda*, *Trachelomonas* sp.), 9 – okrzemek (głównie z rodzajów *Aulacoseira*, *Fragilaria*, *Navicula*), 31 – zielenie (głównie z rodzajów *Pediastrum*, *Scenedesmus*, *Closterium* oraz *Coenococcus*), 1 – kryptofitów (*Cryptomo-*

nas sp.) i 1 ksantofitów (*Goniochloris* sp.) rys. 1. Jednocześnie zauważono znaczne zmniejszanie się zarówno liczby występujących gatunków, jak i liczebności osobników wzdłuż biegu rzeki.



Rys. 1. Liczba zaobserwowanych taksonów glonów planktonowych w rzece Narwi
Fig. 1. Number of observed taxa of plankton-algae in the Narew river



Rys. 2. Liczba zaobserwowanych taksonów glonów planktonowych w rzece Biebrzy
Fig. 2. Number of observed taxa of plankton-algae in the Biebrza river

Poziom oznaczonych parametrów chemicznych wód rzeki Narwi przedstawiono w tab. 2. Analizując te dane także obserwuje się stopniowe zmiany w jakości wody względem kolejnych punktów badawczych.

Tabela 2; Table 2

Wyniki analizy fizykochemicznej wód rzeki Narwi
Results of water quality analysis of the Narew river

Wskaźnik Parameter		Numer punktu pomiarowego; Number of measurement point								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
T	(°C)	22,7	22,4	22,3	21,6	22,1	23,8	23,4	24,6	23,2
EC	(μ S)	334	353	372	501	447	449	461	449	495
pH	-	7,93	7,59	8,07	8,41	8,47	8,61	7,97	8,16	8,03
Cl	(mg·dm ⁻³)	7,49	5,99	5,82	11,50	9,00	7,94	7,64	7,84	9,24
NO ₂	(mg·dm ⁻³)	0,025	0,028	0,020	0,080	0,065	0,021	0,005	0,003	0,030
NO ₃	(mg·dm ⁻³)	0,041	0,622	0,663	0,798	0,486	0,043	0,049	0,024	0,344
PO ₄	(mg·dm ⁻³)	0,022	0,013	0,011	0,017	0,017	0,022	0,022	0,017	0,015
SO ₂	(mg·dm ⁻³)	11,6	11,7	11,7	17,8	16,4	14,6	14,1	14,1	15,6
NH ₄	(mg·dm ⁻³)	0,535	0,097	0,234	0,180	0,886	0,847	0,468	0,221	0,355
Mg	(mg·dm ⁻³)	6,08	6,64	7,29	9,26	9,52	8,95	9,13	9,20	9,82
Ca	(mg·dm ⁻³)	53,1	57,0	59,6	67,4	68,3	66,1	66,9	67,4	70,1
K	(mg·dm ⁻³)	2,07	2,13	2,13	2,52	2,69	1,79	2,12	2,35	2,42
Na	(mg·dm ⁻³)	5,59	5,08	5,15	11,79	8,47	8,14	8,00	8,14	9,87

T temperatura; temperature

EC przewodność elektrolityczna; electric conductivity

Zestawiając uzyskane informacje, jednoznacznie rysuje się wpływ na ekosystem Narwi Zbiornika Siemianówka, zrzucającego okresowo znaczne ilości wody wraz z rozwijającymi się w niej organizmami [DEPTUŁA 2004]. Zrzut biomasy wpływa nie tylko na wzbogacenie zbiorowisk fitoplanktonu w rzece, ale i na poziom wskaźników jakości fizykochemicznej. Stan taki może określać pogorszenie jakości wód rzeki oraz wysoką ich trofię [BURCHARDT 1987, 1994]. Poniżej zbiornika obserwuje się znaczną liczebność typowych dla niego sinic, w tym także toksycznych, należących do rodzajów *Microcystis* czy *Woronichinia*. Podobne wyniki podają m.in. GÓRNIAK i JEKATIERYNCZUK-RUDCZYK [1995] oraz HUTOROWICZ i in. [2004] – Narew na obszarze Parku może być okresowo nadmiernie obciążona glonami kwitnącymi z Zbiorniku Siemianówka, zwłaszcza w okresie mniejszej prędkości nurtu.

Natomiast określając skład jakościowy fitoplanktonu rzeki Biebrzy, stwierdzono dużo niższą różnorodność i liczebność gatunkową. Oznaczono obecność w pobranych próbach: 20 taksonów okrzemek (głównie z rodzajów *Meridion* – *M. Circulare*, *Fragillaria*, *Navicula*, *Nitzschia*), 5 – euglenin (głównie *Phacus* sp.), 17 – zielenic (głównie *Monoraphidium* sp., *Closterium* sp., *Scenedesmus* sp., *Pediastrum* sp.), 2 – kryptofitów (*Cryptomonas* sp., *Rhodomonas* sp.) i 2 – złotowiciowców (*Synura uvelia*), rys. 2. Zauważono jednak zmiany w składzie na niektórych

odcinkach pomiarowych, w obszarze Basenów Środkowego i Dolnego (punkty 5/6, 7/8, 9/11). W punktach tych stwierdzono wzrost liczebności fitoplanktonu, co prawdopodobnie było wynikiem sąsiedztwa terenów rolniczych i dopływem do rzeki składników pokarmowych [BURCHARDT 1987; KWADRANS 1988]. Ponadto, na odcinku 8/10 stwierdzono obecność wiciowców (euglenin), na co wpłynął intensywny wypas bydła i zwiększone ilości azotu w wodzie.

Większość sklasyfikowanych w rzece Biebrzy taksonów należała do typowej flory planktonu rzecznoego i charakteryzowała wody o wysokiej czystości. Współdominacja licznych gatunków okrzemek także wskazuje na niską saprobowość wody (β -mczo- do oligosaprobowej) [BURCHARDT 1994; BUCKA, WILK-WOŹNIAK 2002].

Powyższe dane zostały zestawione z wynikami oznaczeń chemicznych wody (tab. 3). Poziom analizowanych parametrów wskazywał na wysoką jakość wód i możliwość oznaczenia ich jako wody I i II klasy czystości.

Tabela 3; Table 3

Wybrane wyniki analiz fizykochemicznych wód rzeki Biebrzy
Selected results of water quality analysis of the Biebrza river

Wskaźnik Parameter		Numer punktu pomiarowego Number of measurement point										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
T	(°C)	23,4	23,1	24,1	24,3	24,7	24,9	26,2	23,7	26,4	26,3	25,8
EC	(μ S)	490	465	470	477	421	443	422	434	434	432	431
pH	-	7,62	7,59	7,64	7,97	8,02	8,00	7,93	8,90	8,07	8,04	8,08
Cl	(mg·dm ⁻³)	7,680	7,276	5,979	6,096	8,371	8,058	7,941	9,736	9,879	10,375	11,380
NO ₂	(mg·dm ⁻³)	0,103	nw	0,0503	nw	nw	nw	0,042	0,043	0,049	0,040	0,047
NO ₃	(mg·dm ⁻³)	1,933	0,715	0,867	1,213	1,316	1,012	1,004	0,976	0,752	0,849	1,249
PO ₄	(mg·dm ⁻³)	nw	nw	nw	nw	nw	nw	nw	nw	nw	nw	nw
SO ₄	(mg·dm ⁻³)	13,825	11,919	12,097	13,730	18,788	19,992	19,397	21,225	19,458	19,119	19,305
NH ₄	(mg·dm ⁻³)	nw	0,065	nw	nw	nw	nw	nw	nw	nw	nw	0,036
Mg	(mg·dm ⁻³)	18,78	18,81	18,12	17,77	15,48	15,55	15,76	15,52	15,98	16,18	15,93
Ca	(mg·dm ⁻³)	122,0	121,2	124,5	125,2	112,7	110,9	112,9	111,0	115,1	116,8	115,1
K	(mg·dm ⁻³)	2,121	1,937	1,418	1,498	2,929	2,427	2,305	2,511	2,615	2,667	3,762
Na	(mg·dm ⁻³)	8,886	8,973	7,767	7,762	9,099	8,734	8,686	10,09	10,153	10,375	11,711

T temperatura; temperature

EC przewodność elektrolityczna; electric conductivity

nw nie wykryto; not detected

Z zestawienia wszystkich uzyskanych danych wynika, iż zaobserwowane zmiany w zakresie chemizmu wody na odcinkach badawczych 4/5/6, 7/8 i 9/11 pokrywały się z odcinkami, na których zarejestrowano zmiany w liczebności i różnorodności fitoplanktonu.

W próbach pobranych z rzeki Narwi i rzeki Biebrzy stwierdzono zbliżoną różnorodność (rys. 1, 2) organizmów fitoplanktonowych – odpowiednio 55 i 56

taksonów. Jednakże w rzece Narwi ogółem dominowały sinice (12 taksonów) i zielenice (31 taksonów), natomiast w rzece Biebrzy – okrzemki (20) i także zielenice (17). Zielenice są grupą glonów charakterystyczną dla okresu letniego, choć ich różnorodność i liczebność występowania w danym ekosystemie zależna jest od poziomu jego trofii. Natomiast wzrost liczby taksonów okrzemek jest wyznacznikiem poprawy jakości wody.

Uwzględniając uzyskane wyniki badań można stwierdzić, iż na jakość wód obu rzek (a tym samym bioróżnorodność fitoplanktonu) znaczący wpływ mają różny stopień presji człowieka i sposób zagospodarowania terenu zlewni. Na wody rzeki Narwi wpływ mają zrzuty wód ze Zbiornika Siemianówka. Ich wpływ na stan ekologiczny Narwi obserwowalny jest do około 120 km rzeki. W kolejnych punktach badawczych coraz liczniej występują przedstawiciele okrzemek i zielenic, co świadczy o poprawie stanu ekologicznego rzeki i wysoką czystość wody. Natomiast na skład jakościowy fitoplanktonu Dolnego Basenu rzeki Biebrzy wpływ mają obecność większych skupisk ludzkich i liczne starorzecza stale połączone z rzeką. Większość oznaczonych taksonów jest charakterystyczna dla wód o niskiej trofii, a ich bogactwo w wodach rzeki Biebrzy wskazuje na niski stopień ich degradacji [BURCHARDT 1987; GRAHAM, WILCOX 2000]. Obserwacje biologiczne zgodne są w obu przypadkach z wynikami analiz fizykochemicznych wody. Świadczy to o możliwości wykorzystania badań zmienności zbiorowisk fitoplanktonu do oceny jakości wód rzek.

Wnioski

Uzyskane wyniki wskazują na możliwość wykorzystania badań bioróżnorodności fitoplanktonu w ocenie jakości wód rzek nizinnych. Mogą być zatem narzędziem oceny biologicznej (biomonitoringu) wód. Występowanie i różnorodność glonów mikroskopowych wskazuje jednoznacznie na zmiany zachodzące w ekosystemie. Zmiany te mogą być wywołane wahaniami chemizmu wód, zależnymi od hydromorfologii zlewni, jej zagospodarowaniem czy dopływem zanieczyszczeń pochodzenia naturalnego lub antropogenicznego.

Obecność na badanych odcinkach rzek specyficznych taksonów (sinice, okrzemki, zielenice), ich współdominacja oraz następstwo gatunkowe wskazują na niewielkie zanieczyszczenie wody oraz zdolność cieków do samooczyszczania. Wieloletnia obserwacja zbiorowisk fitoplanktonu z pewnością wskaże kierunek zachodzących w ekosystemach rzecznych zmian. W planowanych badaniach należy zwrócić szczególną uwagę na gatunki z grupy tzw. biowskaźników. Jednak w celu dokładniejszego określenia wpływu charakteru zlewni na chemizm wód obu rzek, analizę różnorodności fitoplanktonu należałoby uzupełnić o badania pozostałych biologicznych wskaźników jakości, nieunoszonych biernie z wodą, jak np. makrofitów, flory i fauny bentosowej.

Literatura

BUCKA H., WILK-WOŹNIAK E. 2002. *Gatunki kosmopolityczne i ubikwistyczne wśród glonów pro- i eukariotycznych występujących w zbiorowiskach wodnych Polski Południowej*. Zd. Biologii Wód PAN, Kraków: 233 ss.

- BURCHARDT L. 1987. *Population changes in phytoplankton of the Swietokrzyskie Lake against the background of changes in the environmental conditions*. Prace UAM w Poznaniu, Ser. Biologia 34: 90 ss.
- BURCHARDT L. 1994. *Dzisiejsze możliwości biologicznej oceny hipertrofii i politrofii w akwenu*, w: *Zintegrowana strategia ochrony i zagospodarowania ekosystemów wodnych*. Red. Zalewski M., wyd. Biblioteka Monitoringu Środowiska: 61–66.
- DEPTUŁA B. 2004. *NPN na tle obszarów chronionych województwa podlaskiego*, w: *Narwiański Park Narodowy*. Red. Banaszuk H., wyd. Ekonomia i Środowisko: 17–26.
- GÓRNIAK A., JEKATIERYNCZUK-RUDCZYK E. 1995. *Limnology of the Siemianowka dam reservoir (Eastern Poland)*. 1. *Environmental conditions*. Acta Hydrobiol. 37: 1–9.
- GRAHAM L.E., WILCOX L.W. 2000. *Algae*. Prentice Hall Inc., NY: 640 ss.
- HUBER-PESTALOZZI G., KOMAREK J., FOTT B. 1983. *Das Phytoplankton des Süßwassers – Systematik und Biologie*. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- HUTOROWICZ A., KRZYWOSZ W., HUTOROWICZ J. 2004. *Głony planktonowe na tle fizycznych i chemicznych właściwości wody*, w: *Narwiański Park Narodowy*. Red. Banaszuk H., wyd. Ekonomia i Środowisko: 262–280.
- KWANDRANS J. 1988. *A regulated river ecosystem in a polluted section of the Upper Vistula*. Acta Hydrobiol. 30(1–2): 61–71.
- STARMACH K. 1983. *Flora słodkowodna Polski*. T. 2. *Cyanophyta*, T. 3. *Euglenophyta*, T. 5. *Chrysophyceae*, T. 6. *Bacillariophyceae*. PWN, Warszawa.
- STARMACH K. 1989. *Plankton roślinny wód słodkich*. PWN, Warszawa: 364 ss.

Słowa kluczowe: fitoplankton rzek, jakość wód powierzchniowych, monitoring biologiczny wód, Ramowa Dyrektywa Wodna

Streszczenie

Organizmy fitoplanktonowe wykorzystywane są w monitoringu biologicznym wód powierzchniowych. Badania wód dwóch rzek o zróżnicowanym stopniu antropopresji, Narwi i Biebrzy, wskazały na celowość ich wykorzystania w ocenie zmian jakości. Analiza składu jakościowego zbiorowisk fitoplanktonu wykazały ścisłą zależność od chemizmu wody. Na jakość wód rzeki Narwi wpływa Zbiornik Siemianówka, który powoduje wzrost trofii i pogorszenie jakości wody. Zmniejszanie różnorodności fitoplanktonu wzdłuż biegu rzeki oraz wzrost liczebności zielenic i okrzemek, wskazuje na stopniową poprawę jej jakości. W rzece Biebrzy stwierdzono natomiast mniejszą liczebność i różnorodność fitoplanktonu niż w rzece Narwi. Zmiany w jakości wody oraz w zbiorowiskach glonów stwierdzono na odcinkach intensywnego wypasu bydła, bliskiego sąsiedztwa gospodarstw rolnych i zróżnicowanej szybkości przepływu.

ANALYSIS OF PHYTOPLANKTON BIODIVERSITY AS AN INDICATOR OF WATER QUALITY IN LOWLAND RIVERS

Magdalena Frąk

Department of Hydraulic Engineering and Environmental Recultivation,
Warsaw Agricultural University, Warszawa

Key words: phytoplankton of the rivers, quality of freshwater, biomonitoring of freshwater, Water Framework Directive

Summary

Phytoplankton taxons are used in biological monitoring of freshwaters. The studies of two rivers with varied anthropopressure degree, the Narew and the Biebrza rivers, indicated a purposeful use of both of them for assessing fresh water quality changes. Analysis of phytoplankton taxonomic composition showed its strict dependence on water quality. The Siemianówka Reservoir has an impact on the Narew river water by increasing trophy and decreasing water quality. Decreasing phytoplankton diversity and an increase of euglenoids and diatoms number along the river length, point to a gradual improvement of water quality. In the Biebrza river, a lower number and diversity of phytoplankton than in the Narew river were observed. Changes in water quality and in algae composition were found in the regions of intensive cattle grazing, and in the neighborhood of farms as well as at reaches with a diversified flow velocity.

Dr inż. Magdalena **Frąk**

Katedra Inżynierii Wodnej i Rekultywacji Środowiska

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego

ul. Nowoursynowska 159

02-776 WARSZAWA