

SKŁAD CHEMICZNY WODY RZECZNEJ W TERENIE LESSOWYM

*P. Gliński*¹⁾, *J. Gliński*²⁾

¹⁾Katedra Gospodarki Wodnej i Usuwania Ścieków, Politechnika Lubelska
Nadbystrzycka 40, 20-044 Lublin

²⁾Instytut Agrofizyki im. B. Dobrzańskiego, Polska Akademia Nauk
Doświadczalna 4, P.O. Box 201, 20-290 Lublin 27

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki 2-letnich badań jakości wód powierzchniowych rzeki Ciemięgi, przepływającej przez urzeźbione rolnicze tereny lessowe Wyżyny Lubelskiej. Stwierdzono, że jakość wód w okresie badań nie była zagrożona procesami erozyjnymi wpływającymi na ich skład chemiczny. Skład chemiczny tych wód był wynikiem głównie procesów geochemicznych.

Słowa kluczowe: skład chemiczny wody rzecznej, procesy erozyjne.

WSTĘP

Tereny lessowe, podatne na procesy erozyjne, wywierają znaczny wpływ na chemizm wód rzek przepływających przez te tereny. Składniki chemiczne wód, szczególnie w zlewniach użytkowanych rolniczo, są często źródłem zanieczyszczeń tych wód, obniżając klasę ich czystości.

W miarę zmiany systemów gospodarowania na roli, rozwoju uprzemysłowienia i urbanizacji, wzrosła ilość ładunków zanieczyszczeń chemicznych odprowadzanych do wód. Źródłem tych polutantów są zarówno ścieki miejskie i przemysłowe, jak też użytkowanie rolnicze terenu, kwaśne deszcze i inne.

Istotnym źródłem obszarowych zanieczyszczeń chemicznych wód jest ich wymywanie z powierzchni terenu przez wody opadowe. Dotyczy to szczególnie związków biogenych i pochodnych środków ochrony roślin oraz nawozów pochodzących z terenów rolniczych [11, 12, 15, 17, 19, 20]. Na wielkość tych za-

nieczyszczeń, oprócz ich ładunku, istotny wpływ ma gatunek gleby decydujący o jej przepuszczalności oraz wielkość opadów atmosferycznych.

Głównym polutantem wód gruntowych są azotany, wskutek ich dużej mobilności. Fosfor jest przenoszony przez spływ powierzchniowy, powodując eutrofizację wód powierzchniowych. Może też być unieruchomiony w glebie w zależności od pH, składu granulometrycznego i zawartości materii organicznej.

Czynnikami, które wywierają szczególnie istotny wpływ na stan chemiczny środowiska są: rzeźba terenu i związane z nią procesy erozyjne [14]. Czynniki te stanowią jeszcze dodatkowe zagrożenie poprzez możliwość uruchomienia tzw. Chemicznej Bomby Czasowej (Chemical Time Bomb – CTB), [18].

Podsumowując należy stwierdzić, że zanieczyszczenie wód jest powodowane głównie przez przemysł i gospodarkę komunalną. Zanieczyszczenia te są lokalne i przy obecnych tendencjach ochrony środowiska powinny być ograniczone. Inny charakter mają zanieczyszczenia związane z działalnością rolniczą. Są one wielkoobszarowe i chociaż nie tak niebezpieczne jak przemysłowe i komunalne, to jednak systematyczna ich akumulacja stwarza zagrożenie dla środowiska. Równie ważne jest zagrożenie jakości wód wskutek procesów erozji wodnej, to jest poprzez spływy i zmywy powierzchniowe gleb, szczególnie na obszarach urzeźbionych, gdzie dominują tereny rolnicze.

Jakość wód jest w Polsce systematycznie badana, ale są to badania doraźne i kosztowne, odzwierciedlające aktualny stan wód, bez uwzględniania czynników środowiska, mających wpływ na stan ich czystości.

Celem niniejszej pracy jest charakterystyka jakości wód powierzchniowych w terenie urzeźbionym na przykładzie użytkowanej rolniczo, małej zlewni rzeki Ciemięgi k. Lublina.

CHARAKTERYSTYKA ZLEWNI CIEMIĘGI

Rzeka Ciemięga jest lewobrzeźnym dopływem Bystrzycy. Jej zlewnia jest położona w północno-wschodniej części Płaskowyżu Nałęczowskiego subregionu Wyżyny Lubelskiej zajmując powierzchnię 157,1 km², ciągnie się równoleżnikowo na długości 41 km.

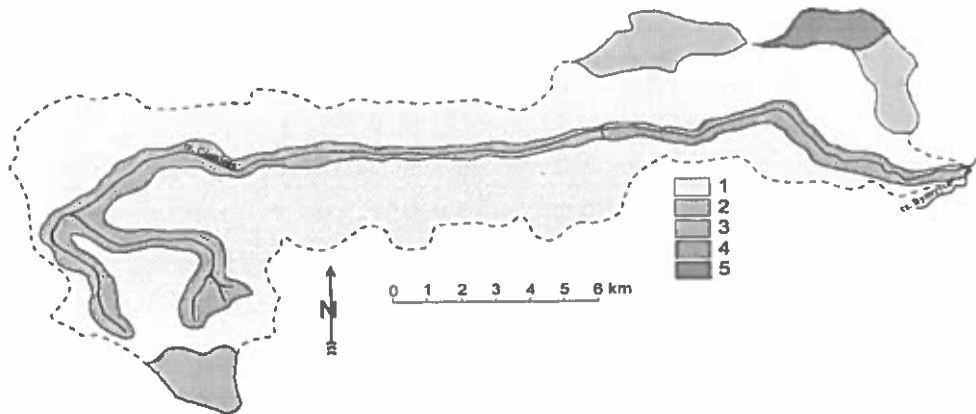
Podłoże doliny rzeki Ciemięgi jest zbudowane ze skał kredowych (margle i opoki) należących do górnego mastrychtu. Skały te zalegają na różnej głębokości, odsłaniając się na zboczach dolnego biegu rzeki [6, 8]. W dnie doliny, między

Baszkami a Zawadowem, strop kredy znajduje się na zmiennej głębokości ok. 2,3–9,7 m, obniżając się ku północy do ponad 70 m. Stropowa część skał kredowych ma charakterystykę gliny pylasto-ilastej z okruchami skały litej będących wynikiem procesów wietrzeniowych.

Stropową część czwartorzędu tworzy pokrywa lessowa stanowiąca około 90% powierzchni zlewni, dochodząca na wierzchołkach i zboczach dolin do 25 m miąższości, podczas gdy dna dolin erozyjnych wypełniają aluwialne utwory pylasto-ilaste.

W zlewni Ciemięgi dominują gleby brunatnoziemne: brunatne i płowe wytworzone z lessów i utworów lessowatych [21] (Rys. 1).

Ze względu na występowanie urodzajnych gleb w dorzeczu Ciemięgi, naturalna szata roślinna została zniszczona. Lasy zajmują tylko 1,5% powierzchni, przy czym są to przeważnie zakrzaczone wąwozy i strome zbocza pokryte roślinnością krzaczastą. Łąki, istniejące tylko na dnie doliny obejmują ok. 7,5% obszaru. Zbocza i wierzchołki, wznoszące się do 200–230 m n.p.m. zajęte są przez pola uprawne, stanowiące ok. 89% powierzchni. Zabudowania, drogi i wody zajmują ok. 2% powierzchni. Obszar zlewni zamieszkuje ok. 15 tys. osób.

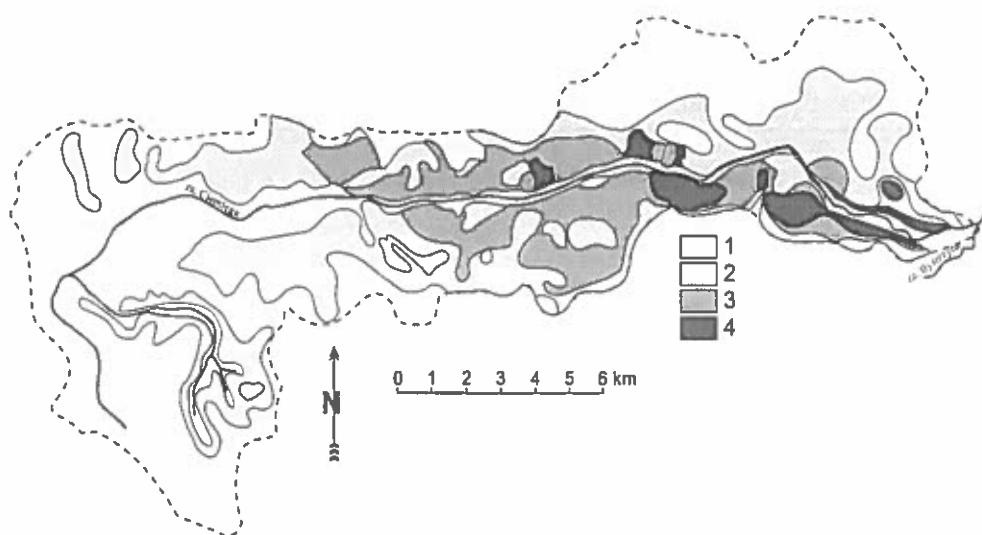


Rys. 1. Schematyczna mapa gleb zlewni rzeki Ciemięgi (wg Mapy Gleb Polski 1:300 000): 1 – gleby wytworzone z lessów i utworów lessowatych, 2 – gleby wytworzone z lessów i utworów lessowatych, niecałkowicie napiaskowe, 3 – gleby mułowo-bagiennie, 4 – mady, 5 – gleby wytworzone z glin i piasków.

Fig. 1. Schematic soil map of Ciemięga river value (acc. to soil Map of Poland in scale 1:300.000). 1 – soils formed from loess and loesslike deposits, underlying with sand; 2 – soils formed from loess and loesslike deposits, underlying with sand; 3 – boggy soils; 4 – alluvial soils; 5 – soils formed from loams and sands.

Na terenie zlewni Ciemięgi przeważają gospodarstwa małe (kilka ha). Związana jest z tym gęsta sieć małych i większych wsi oraz kolonie połączone licznymi drogami gruntowymi, często biegnącymi wzdłuż spadku terenu, potęgującymi procesy erozyjne w zlewni i zamulanie dna doliny.

Rodzaj utworów geologicznych, użytkowanie ziemi i warunki klimatyczne przyczyniły się w dorzeczu Ciemięgi do intensywnych procesów erozyjnych, w wyniku których rzeźba zlewni uległa silnemu zróżnicowaniu [14]. Wykształciły się różnorodne formy: od łagodnych kopuł i płaskich obniżeń, do stromych stoków, ostrych form wąwozowych, głęboko wciętych dróg gruntowych (Rys. 2).



Rys. 2. Zasięgi erozji gleb w zlewni Ciemięgi: 1 – bez erozji lub erozja słaba (52,15% pow.); 2 – erozja średnia (30,16% pow.); 3 – erozja silna (14,21% pow.); 4 – erozja bardzo silna (3,48% pow.) [wg 14].

Fig. 2. Erosion phenomena in Ciemięga river basin. 1 – no or slight erosion (52,15% of area); 2 – medium erosion (30,16% of area); 3 – strong erosion (14,21% of area), 4 – very strong erosion (3,4% of area).

Jakość wód powierzchniowych źródeł rzeki Ciemięgi badał Michalczyk z zespołem [9, 10], Podlaszewski, Karaś [16] i Mąka [7] oraz Orlik i Józwiakowski [13]. Stwierdzili oni, że pod względem fizyko-chemicznym jakość wód odpowiada III klasie czystości. O tej klasyfikacji decydowała zawartość fosforu ogólnego, wahająca się od 0,26 do 0,38 mg P/dm³. Natomiast przekroczenia dla norm klasy

I dotyczyły fosforanów, azotu ogólnego, BZT5, utlenialności, ogólnej zawiesiny, substancji rozpuszczonych i przewodnictwa. Sporadycznie stwierdzono również przekroczenie wskaźnika ołowiu. Pod względem wskaźników biologicznych wody rzeki są stosunkowo czyste.

Wody źródeł oceniono jako twarde lub średniej twardości, o odczynie słabo zasadowym i o wysokim stężeniu fosforanów ($0,2 \text{ mg PO}_4/\text{dm}^3$). W dwóch źródłach stwierdzono podwyższone stężenie azotu azotanowego ($> 2,0 \text{ mg}/\text{dm}^3$).

W przypadku stawów wystąpiło okresowe zwiększenie zawartości fosforanów i azotanów.

Wody rzeki Ciemięgi nie zawierały przekroczeń wskaźników w zakresie metali ciężkich.

METODYKA BADAŃ

W trzech miejscach wzdłuż rzeki zlokalizowano punkty pomiarowe w miejscowościach Baszki, Pliszczyn i Snopków. Dwa pierwsze punkty Baszki i Pliszczyn charakteryzują dolny, silnie urzeźbiony odcinek doliny, natomiast trzeci (Snopków) w górnej części doliny znajduje się w terenie o wiele łagodniejszym.

Próbki do badań wody pobierano przy wodowskazach systematycznie od kwietnia do października 1996 r. oraz od maja do września 1997 roku, ze środkowego nurtu rzeki do pojemników polietylenowych o pojemności $0,5 \text{ l}$, przepłukiwanych wodą z rzeki przed pobraniem próbek. Wodę przeznaczoną do analizy chemicznej utrwalano ultraczystym kwasem azotowym w proporcji 1 ml kwasu na 100 ml pobranej próbki wody.

W celu oceny jakości wody rzeki Ciemięgi z pobranych próbek wody wykonano w laboratorium następujące analizy:

- a) mętności wody metodą spektrometryczną,
- b) składu chemicznego na zawartość jonów decydujących o jakości wody (PO_4 , NO_3 , NH_4 , HCO_3 , SO_4 , Cl , Ca , Mg , K , Na , Mn , Zn , Pb , Cu) oraz pH i Eh.

Badanie mętności określającej zawartość zawiesiny wykonano spektrometrem Shimadzu [2, 3], wykorzystującej zjawisko rozpraszania światła przez roztwory koloidalne.

Analizę anionów takich jak NH_4 , NO_3 , PO_4 przeprowadzono w Instytucie Agrofizyki PAN przy użyciu analizatora Fiastar 5010 firmy Tecator metodą spektrofotometrii absorpcyjnej na spektrofotometrze przepływowym [5]. Dodatkowo zmierzono odczyn pH wody oraz Eh.

Zawartość kationów makroelementów i pierwiastków śladowych oznaczono metodą spektrometrii stosowanej w Politechnice Lubelskiej.

Przy oznaczaniu pierwiastków: Ca, N, K, Mg oprócz utrwalaania prób kwasem dodawano 10% LaCl₃, w celu wyeliminowania interferencji chemicznej (dotyczy metody AAS). Równolegle przeprowadzono analizę tych samych pierwiastków na spektrofotometrze ICP-AES.

Pomiary przeprowadzono na dwóch różnych liniach analitycznych dla każdego pierwiastka z osobna, a ponadto wykonano skany dla uniknięcia interferencji spektralnych i oszacowania zawartości składników.

WYNIKI

Poziom wody w rzece w 2 okresach badań wahał się w granicach wartości średnich dla okresu badań od 24 do 39 cm w zależności od miejscowości. Wartość ta wzrastała wraz z biegiem rzeki od Snopkowa do Pliszczyna. Wahania w poszczególnych terminach oznaczeń wynosiły od 19 (20 sierpnia 97 r.) do 30 cm (20 lipca 97 r.) dla posterunku Snopków, od 20 do 55 cm dla posterunku Baszki i od 27 do 58 cm dla posterunku Pliszczyn (Tabela 1).

Natężenie przepływu (Q) wynosiło średnio dla okresu badań od 153 do 347 l/s i było skorelowane z poziomem wody w rzece. Wahania w poszczególnych terminach oznaczeń wyrażone skrajnymi wartościami wynosiły od 76 (1 lipiec 97 r.) do 326 (20 lipiec 97 r.) l/s dla posterunku Snopków, od 148 do 959 l/s dla posterunku Baszki i od 176 do 644 l/s dla posterunku Pliszczyn.

Mętność różnicowała się średnio dla okresu badań w granicach od 7,8 do 16,4 mg/l wykazując podobną do poziomu wody i natężenia przepływu tendencję wzrostu z biegiem rzeki z tym, że w poszczególnych latach (1996 i 1997) była ona bardzo niska w górnym biegu rzeki (Snopków 7–8 mg/l), a największa w środkowym biegu (Baszki 24–37 mg/l) i w dolnym biegu (Pliszczyn) wynosiła 15–16 mg/l.

Wahania w poszczególnych terminach oznaczeń wynosiły od 3 do 23 mg/l dla posterunku Snopków, od 4 do 39 mg/l dla posterunku Baszki i od 2 do 35 mg/l dla posterunku Pliszczyn.

Odczyn wód był wyrównany i mieścił się w granicach pH 7–8.

Potencjał redoks wód mieścił się w granicach Eh 100–400 mV przy czym najwyższe wartości Eh występowały w wodach górnego biegu rzeki (Snopków) a także były nieznacznie większe w 1997 r. w porównaniu do 1996 roku.

Zawartość Mg w wodach rzeki wahała się średnio dla okresu badań od 13 do 17 mg/l, przyjmując największe wartości w środkowym odcinku rzeki (Baszki).

Średnia zawartość Ca była wyrównana w badanym okresie i występowała w pobliżu 100 mg/l.

Zawartość K wahała się średnio w okresie badań od 1,49 do 1,89 mg/l i była najmniejsza na odcinku Snopkowa, wzrastając wraz z biegiem rzeki.

Sód nie wykazywał zróżnicowania zawartości w zależności od miejsca pobierania prób wody (średnio dla okresu badań od 9,1 do 9,7 mg/l) z tym, że zawartość była wyższa w 1997 roku w porównaniu do 1996 r. Wahania w terminach pomiarów wynosiły od 7,3 do 10,9 mg/l (Snopków), od 7,1 do 12,7 mg/l (Baszki) i od 7,6 do 11,6 mg/l (Pliszczyn).

Tabela 1. Średnie i skrajne wartości parametrów przepływu i chemizmu wód rzeki Ciemięgi w badanych posterunkach i dla całej rzeki

Table 1. Mean (1), maximum (2) and minimum (3) values of chemical composition of Ciemięga river waters and standard deviation (4) in 3 locations under investigations (I, II, III) and for the whole river (IV) in 1996–1997

Posterunek	Parametr jednostka	P. wody cm	Q l/s	Męt- ność mg/l	pH	Eh mV	Mg ₂ mg/l	Ca ₂ mg/l	K mg/l	Na ₂ mg/l
Snopków 1996–1997	w. średnia	24,2	153	7,8	7,6	183	13	105	1,5	9
	w. max.	30	326	23	8,1	321	16	123	2,1	11
	w. min.	19	84	4	7,1	89	8	86	1	7,7
	S.D.	2,4	57	4,8	0,3	90,4	2	11	0,4	1
Baszki 1996–1997	w. średnia	35,25	275	14,4	7,7	277	16	112	1,9	9,1
	w. max.	55	395	70	8,1	456	21	124	2,2	12
	w. min.	24	157	3	7,3	187	2,5	98	1,3	7,1
	S.D.	8,9	99	12,7	0,17	96,9	2,5	9,3	0,2	1,6
Pliszczyn 1996–1997	w. średnia	39	347	16,4	7,7	281	16	114	1,8	9,7
	w. max.	58	644	35	8,1	409	23	123	2,4	12
	w. min.	27	176	4	7,3	178	8	86	0,9	7,3
	S.D.	7,3	115	8,67	0,2	81,8	4	4,8	0,3	1,1
Chemizm wód Ciemięgi po uśr. cech z punktów po- miarowych	w. średnia	32,8	259	12,9	7,7	247	15	110	1,7	9,3
	w. max.	58	644	70	8,1	456	23	135	2,4	13
	w. min.	19	76	3	6,9	87	8	86	0,9	7,1
	S.D.	9,2	122	9,8	0,2	99,5	3,3	9,3	0,3	1,3

Tabela 1. c.d.

Table 1. continuation

Posterunek	Parametr jednost.	Zn ₂ mg/l	Mn ₂ mg/l	Cu ₂ µg/l	Pb ₂ µg/l	NH ₄ mg/l	N/NO ₃ mg/l	P/PO ₄ mg/l	HCO ₃ mg/l	SO ₄ mg/l	Cl mg/l
Snopków 1996–1997	w. średnia	0,03	0,03	4,22	0,04	0,32	1,4	0,28	214	21,1	18,8
	w. max.	0,08	0,06	7	0,08	0,44	2,09	0,4	245	26	28
	w. min.	0,02	0,01	2	0,03	0,21	0,88	0,1	196	18	13
	S.D.	0,02	0,01	1,56	0,02	0,06	0,35	0,1	17	2,74	3,61
Baszki 1996–1997	w. średnia	0,02	0,04	6,45	0,03	0,44	1,27	0,47	383,8	25,8	16,8
	w. max.	0,03	0,08	9	0,05	0,78	1,98	0,7	427	34	25
	w. min.	0,01	0,01	4	0,02	0,21	1,21	0,3	367	21	13
	S.D.	0,01	0,02	1,31	0,01	0,2	0,38	0,14	18,7	4,11	3,3
Pliszczyn 1996–1997	w. średnia	0,03	0,02	6,2	0,05	0,29	1,7	0,23	326,5	30,74	24
	w. max.	0,06	0,06	8	0,09	0,45	2,12	0,8	369	37	32
	w. min.	0,02	0,01	4	0,02	0,13	0,64	0,1	277	22	18
	S.D.	0,01	0,01	1,2	0,02	0,08	0,34	0,17	27,8	3,74	3,5
Chemizm wód Ciem- ięgi po uśr. cech z pkt. pom.	w. średnia	0,03	0,003	5,67	0,042	0,35	1,46	0,33	308,2	25,7	19,7
	w. max.	0,08	0,02	9	0,09	0,9	2,12	0,8	427	37	32
	w. min.	0,01	0,001	2	0,01	0,13	0,56	0,1	187	16	12
	S.D.	0,01	0,003	1,57	0,021	0,14	0,39	0,17	73,6	5,1	4,4

Cynk występował w wodach Ciemiegi w zawartości średniej 0,03 mg/l. Wyjątek stanowiła zawartość 0,08 mg/l w górnym biegu rzeki (Snopków) w 1997 roku. Wahania przy poszczególnych pomiarach wynosiły od 0 do 0,08 mg/l.

Średnia zawartość Mn wynosiła 0,003 mg/l i wahała się w granicach od 0,001 do 0,009 mg/l (Baszki).

Miedź występowała średnio w ilości 5,67 µg/l przy wahaniach od 2 do 9 µg/l i była najmniejsza w górnym biegu rzeki (Snopków) – 4,22 µg/l oraz ponad 6 µg/l dla środkowego i dolnego odcinka rzeki.

Zawartość ołowiu wynosiła średnio 0,04 µg/l przy wahaniach od 0,01 do 0,09 µg/l.

Wystąpiły duże różnice w zawartości dwóch form N – azotu amonowego i azotanowego w wodzie rzeki. Zawartość N/NO₃ była przeszło trzykrotnie większa (1,46 µg/l) od zawartości N/NH₄ (0,35 µg/l). Również wahania w zawartości

obu form były znaczne – 7-krotne w przypadku N/NH_4 (od 0,13 do 0,9 $\mu\text{g/l}$) i 4-krotne w przypadku N/NO_3 (od 0,56 do 2,12 $\mu\text{g/l}$).

Fosforany, wyrażone PO_4 , mieściły się w wartościach średnich od 0,34 do 0,41 mg/l z wyraźnym wzrostem zawartości w środkowym biegu rzeki (Baszki) w roku 1996. Wartości te świadczą o przekroczeniu norm czystości wody. Wahań w poszczególnych terminach pomiarów wynosiły dla wszystkich 3 posterunków od 0,1 do 0,8 mg/l , (Pliszczyn).

Zawartość węglanów (HCO_3) w wodzie wynosiła średnio 308,2 $\mu\text{g/l}$, wahając się od 187 do 427 $\mu\text{g/l}$. Najmniejszą zawartość HCO_3 stwierdzono w górnym biegu rzeki (Snopków 214 $\mu\text{g/l}$), a najwyższą w środkowym (Baszki 38,3 $\mu\text{g/l}$), i dolnym biegu rzeki (Pliszczyn 326,5 $\mu\text{g/l}$).

Zawartość siarczanów (SO_4) wynosiła średnio 25,7 $\mu\text{g/l}$, wykazując wahania od 16 do 37 $\mu\text{g/l}$. Zawartość ta w okresie badań wykazała wzrost wraz z biegiem rzeki od 21,1 $\mu\text{g/l}$ (Snopków), 25,8 $\mu\text{g/l}$ (Baszki) do 30,7 $\mu\text{g/l}$ (Pliszczyn).

Zawartość chlorków wynosiła w okresie badań średnio 19,7 $\mu\text{g/l}$, wahając się od 12 do 32 $\mu\text{g/l}$.

OCENA JAKOŚCI WÓD RZEKI CIEMIĘGI

Analiza wód rzeki Ciemięgi wykazała dużą (istotną statystycznie) zgodność między zawartością zawiesiny (mętność) wody i wielkością przypiływu w trzech punktach pomiarowych, wyrażone współczynnikiem korelacji $R_2=0,6285$ (Pliszczyn), 0,6686 (Snopków) i 0,6999 (Baszki).

W okresie 2 sezonów wegetacyjnych badań 1996 i 1997 r. oznaczone składniki chemiczne wód rzeki Ciemięgi nie przekraczały (poza fosforanami) wartości wskazujących na pogorszenie jakości wody. Było to związane z małymi opadami i niewielką ich intensywnością w tym okresie, za wyjątkiem m-ca lipca 1997 r. kiedy zanotowano wzrost poziomu wody, natężenia przepływu, mętności wody, potencjału redoks i zawartości $N-NH_4$.

Dane z literatury, dotyczące ostatnich lat (1994–1996) wskazują również na okresy zwiększonego zanieczyszczenia wody związkami fosforowymi pochodzącymi ze zlokalizowanych ognisk zanieczyszczeń w obrębie doliny Ciemięgi tj. z zaśmieconych zboczy i dna doliny (wysypiska śmieci, wylewiska nieczystości itp.), a także z niewłaściwego stosowania nawozów i środków ochrony roślin. Dotyczy to szczególnie środkowego i dolnego odcinka rzeki (Baszki, Pliszczyn). Znajdowało to odbicie również w zróżnicowanych zawartościach badanych pierwiastków na różnych odcinkach rzeki.

Tabela 2. Korelacja pomiędzy badanymi parametrami jakości wody Ciemiegi
 Table 2. Correlations between examined parameters concerning quality of Ciemiegi river water

	P.wody	Q	Mętność	pH	Eh	Mg ₂	Ca ₂	K	Na ₂	Zn ₂	Mn ₂	N/NH ₄	N/NO ₃	P/PO ₄	Cu ₂	Pb ₂	HCO ₃	SO ₄	Cl
P.wody	1																		
Q	0,9243	1																	
Mętność	0,8775	0,9	1																
pH	0,1778	0,06	0,0426	-0,15															
Eh	-0,095	0,08	-0,1447		1														
Mg ₂	0,2049	-0,01	0,1632	0,23	-0,9	1													
Ca ₂	-0,19	-0,16	-0,2555	-0,05	0,69	-0,66	1												
K	0,0614	0,24	0,0631	-0,18	0,05	-0,09	-0,03	1											
Na ₂	0,0455	0,1	-0,0645	-0,12	0,42	-0,43	0,36	0,22	1										
Zn ₂	0,0244	0,03	0,0891	0,45	-0,2	0,31	-0,42	-0,1	0,5	1									
Mn ₂	-0,347	-0,23	-0,5069	-0,1	0,67	-0,64	0,51	0,29	0,41	-0,1	1								
N/NH ₄	0,0815	0,11	0,1707	-0,18	-0	-0,05	0,07	-0,1	0,11	-0,11	-0,03	1							
N/NO ₃	0,2668	0,13	0,3452	0,13	-0,6	0,68	-0,55	-0,1	0,3	0,471	-0,55	-0,04	1						
P/PO ₄	-0,133	-0,06	-0,3061	0,18	0,58	-0,47	0,51	-0	0,51	-0,26	0,41	-0,093	-0,453	1					
Cu ₂	0,1875	0,15	0,3381	0,14	-0,4	0,46	-0,33	-0,1	0,6	0,288	-0,56	0,027	0,335	-0,37	1				
Pb ₂	-0,089	-0,07	-0,2146	-0,12	0,68	-0,53	0,47	-0,2	0,35	-0,23	0,49	0,016	-0,35	0,544	-0,3	1			
HCO ₃	-0,24	-0,26	-0,3132	-0,36	-0,3	0,14	0,01	0,19	0,29	-0,36	0,07	0,232	0,065	-0,02	-0,2	-0,4	1		
SO ₄	0,3693	0,25	0,2508	-0,05	-0,4	0,37	-0,07	0,03	0,06	-0,15	-0,19	0,259	0,289	-0,24	0,11	-0,3	0,49	1	
Cl	-0,121	-0,11	-0,1274	-0,31	0,16	-0,24	0,43	-0,2	0,34	-0,64	0,07	0,487	-0,32	0,156	-0,2	-0	0,56	0,35	1

Charakterystyczny był systematyczny wzrost wartości Eh wraz z długością rzeki od Snopkowa do Pliszczyna oraz znacznie wyższe wartości Eh w roku 1997 w porównaniu do 1996 r. Zjawisko to należy wiązać ze zmianą warunków natlenienia wody w rzece.

Tabela 2 (korelacyjna) wskazuje na istotną dodatnią korelację Eh z Ca, Na, Pb i Mn, natomiast ujemną – z Cu.

Wysoką dodatnią korelację stwierdzono pomiędzy: azotem amonowym i azotanowym, ołowiem i manganem, cynkiem i jonami azotanowo-amonowymi, oraz sodem i ołowiem, ujemną korelację wykazuje miedź z ołowiem i manganem, cynk z ołowiem, oraz wapń z miedzią.

WNIOSKI

Badania chemizmu wód Ciemięgi wykazały, że ich jakość w okresie pomiarów (1996–1997) nie była zagrożona procesami erozyjnymi, chociaż wywierały one znaczący wpływ na zawartość niektórych kationów i anionów. Stwierdzono jednak podwyższoną zawartość fosforanów. Skład chemiczny wód Ciemięgi jest więc przede wszystkim wynikiem procesów geochemicznych a nie procesów erozyjnych i działalności gospodarczej człowieka.

PIŚMIENNICTWO

1. **Dębicki R., Gliński P.:** Wykorzystanie modelu AGNPS do oceny intensywności erozji wodnej w małej zlewni lessowej. *Acta Agrophysica*, 22, 39–52, 1999.
2. **Dębicki R., Gliński P., Kuczyński A.:** Spectrometric method for sediment concentration measurement in river waters. 6 ICA Proc., GICA, 3, 421, 1997.
3. **Dębicki R., Gliński P., Kuczyński A.:** Seasonal dynamics of sediment in the river Ciemięga. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 436, 21–24, 1996.
4. **Gliński P., Dębicki R.:** Degradacja gleb lessowych na przykładzie zlewni Ciemięgi. *Acta Agrophysica*, 23, 39–46, 1999.
5. **Kotowska U.:** Oznaczanie form azotu przy użyciu analizatora HA star 5010 firmy TECATOR. *Mat. IX Szkoły „Fizyka z elementami agrofizyki”*, IA PAN, Lublin, 1997.
6. **Łoza K.:** Zarys budowy geologicznej doliny rzeki Ciemięgi na odcinku między Baszkami a Zawadowem. *Proekologiczne zagospodarowanie rzeki Ciemięgi*. *Lub. Fund. Ochr. Środ. nat.*, *Mat. Konf. Nauk.-Techn.*, Lublin, 47–50, 1995.
7. **Mąka A.:** Wpływ zagospodarowania ziemi na jakość wód w urzeźbionej zlewni rzeki Ciemięgi. *Wydz. Mat.-Przyrodn. KUL*, Lublin, 1998.

8. **Michalczyk Z.:** Stosunki wodne dorzecza Ciemięgi. Proekologiczne zagospodarowanie zlewni rzeki Ciemięgi. *Lub. Fund. Ochr. Środ. Nat., Mat. Konf. Nauk.-Tech.*, Lublin, 25–36, 1995.
9. **Michalczyk Z. (red.):** Źródła zachodniej części Wyżyny Lubelskiej. *Wyd. UMCS, Lublin*, ss. 200, 1993.
10. **Michalczyk Z., Chmiel S., Głowacki S., Zielińska B.:** Ocena zasobów wodnych dorzecza Ciemięgi. *Mat. Konf. „Efekty proekologiczne zagospodarowania zlewni rzeki Ciemięgi”*. AR Lublin, 21–36, 1997.
11. **Mioduszewski W.:** Gospodarka wodna w małych zlewniach rolniczych elementem ochrony zasobów wodnych. *Biuletyn Informacyjny – Melioracje Rolne 1/2. „Bipromel”, Warszawa*, 2–13, 1997.
12. **Misztal M., Smal H.:** Wpływ rolniczego użytkowania gleby na skład chemiczny wód gruntowych. *Mat. „Geologiczne aspekty ochrony środowiska”, Wyd. AGH, Kraków*, 235–239, 1991.
13. **Orlik T., Józwiakowski K.:** Charakterystyka małych zbiorników wody w dolinie Ciemięgi. *Mat. Konf. „Efekty proekologiczne zagospodarowania zlewni rzeki Ciemięgi”, AR Lubin*, 49–55, 1997.
14. **Orlik T., Węgorzek T.:** Zagrożenie erozyjne w zlewni rzeki Ciemięgi i koncepcja przeciwdziałania. W: *Proekologiczne zagospodarowanie zlewni rzeki Ciemięgi. LFOŚN, Mat. Konf. Nauk.-Techn.*, Lublin, 51–64, 1995.
15. **Pawłowski L., Kozak Z.:** Chemiczne zagrożenie środowiska w Polsce (Raport-Ekspertyza). *UMCS, Lublin*, 1984.
16. **Podlaszewski Z., Karaś A.:** Jakość wód zlewni rzeki Ciemięgi. *Mat. Konf. „Efekty proekologiczne zagospodarowania zlewni rzeki Ciemięgi”, AR Lubin*, 37–43, 1997.
17. **Pondel H., Terelak H.:** Skład chemiczny wód drenarskich jako podstawa oceny strat składników mineralnych wymywanych do wód gruntowych. *Pam. Puławski*, 75, 149–169, 1981.
18. **Stigliani W.M. (red.):** Chemical time bombs. *Environment*, 33, 4–30, 1991.
19. **Szpakowska B., Życzyńska-Błoniak I.:** Transport składników mineralnych wodami gruntowymi w zależności od charakteru ekosystemu. *Mat. Konf. „Geologiczne aspekty ochrony środowiska”. Wyd. AGH*, 250–254, Kraków, 1991.
20. **Świdarska-Bróz M.:** Zanieczyszczenia wód podziemnych – problem z ich uzdatnieniem. *Mat. Konf. „Geologiczne aspekty ochrony środowiska”, AGH, Kraków*, 255–259, 1991.
21. **Turski R., Uziak S., Zawadzki S.:** Środowisko przyrodnicze Lubelszczyzny. *Gleby. Wyd. LTN, Lublin*, 1993. Zał.

CHEMICAL COMPOSITION OF RIVER WATER IN LOESS REGION

P. Gliński¹⁾, J. Gliński²⁾

¹⁾Technical University, Nadbystrzycka 40, 20-044 Lublin

²⁾Institute of Agrophysics, Polish Academy of Sciences
Doświadczalna 4, P.O. Box 201, 20-290 Lublin 27

Summary. Two years' investigations of water quality of Ciemięga river situated in eroded loess region fully agriculturally used were conducted in 1996 and 1997.

It was found that chemical composition of river water was not affected by erosion processes, except of phosphorous compounds. It was only under the geochemical processes.

Key words: chemical composition of river water, erosion processes.