Fragm. Flor. Geobot. Polonica 16(1): 155–167, 2009

Dynamika zbiorowisk okrzemek w źródłach o różnym typie hydrobiologicznym

JOANNA ŻELAZNA-WIECZOREK i AGNIESZKA BIK

ŻELAZNA-WIECZOREK, J. AND BIK, A. 2009. Dynamics of diatom communities in springs of different hydrobiological types. *Fragmenta Floristica et Geobotanica Polonica* 16(1): 155–167. Kraków. PL ISSN 1640-629X.

ABSTRACT: This paper presents results of the qualitative and quantitative analysis of diatom communities in two hydrobiological types of springs. Differentiation of diatom communities in limnocrenic and reocrenic springs and changes in two research seasons was observed. Human impact and type of surface are the major factors that influence dynamics of diatom communities.

KEY WORDS: diatoms, dynamics of communities, reocrenic and limnocrenic springs

J. Żelazna-Wieczorek, A. Bik, Katedra Algologii i Mikologii, Uniwersytet Łódzki, ul. Banacha 12/16, PL-90-237 Łódź, Poland; e-mail: joannazelaznawieczorek@yahoo.co.uk

WSTĘP

Źródła są to naturalne, skoncentrowane, samoczynne wypływy wód podziemnych na powierzchnię ziemi (CHEŁMICKI 2001). W Polsce źródła występują we wszystkich regionach geograficznych. Na terenie Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej odnotowano 250 źródeł (KLECZKOWSKI 1972), jednak tylko kilka z nich było badanych pod względem algologicznym. Badania te głównie o charakterze florystycznym były prowadzone w południowej części Wyżyny Krakowskiej przez SKALNĄ (1969, 1973), SKALSKĄ (1966a, b), KUBIK (1970), WOJTAL (2003, 2004), WOJTAL i KWANDRANS (2006) oraz w północnej części Wyżyny Częstochowskiej przez WASZKIEWICZ (1999), WASZKIEWICZ i ŻELAZNĄ-WIECZOREK (1999), ŻELAZNĄ-WIECZOREK i MAMIŃSKĄ (2006).

Badane źródła zlokalizowane są w przełomowym odcinku rzeki Warty, w miejscowości Mstów na Wyżynie Krakowsko – Częstochowskiej. Na atrakcyjność przyrodniczą Przełomu Warty zwracało uwagę wielu autorów opracowujących florę, zbiorowiska roślin naczyniowych (HEREŹNIAK i in. 1970, 1973) i grzyby (ŁAWRYNOWICZ 1999, 2001).

Dynamiką zbiorowisk glonów określa się natężenie rozwoju i zmienność zbiorowisk w czasie. Dynamika zbiorowisk opiera się na czynnikach powodujących wzrost lub spadek, zagęszczenia populacji każdego poszczególnego gatunku w zbiorowisku (KAWECKA & ELORANTA 1994).

W niniejszej pracy przedstawiono analizę jakościową i ilościową zbiorowisk okrzemek w dwóch hydrobiologicznych typach źródeł: limnokrenicznym i reokrenicznym. Podjęto próbę wskazania czynników wpływających na dynamikę badanych zbiorowisk okrzemek.

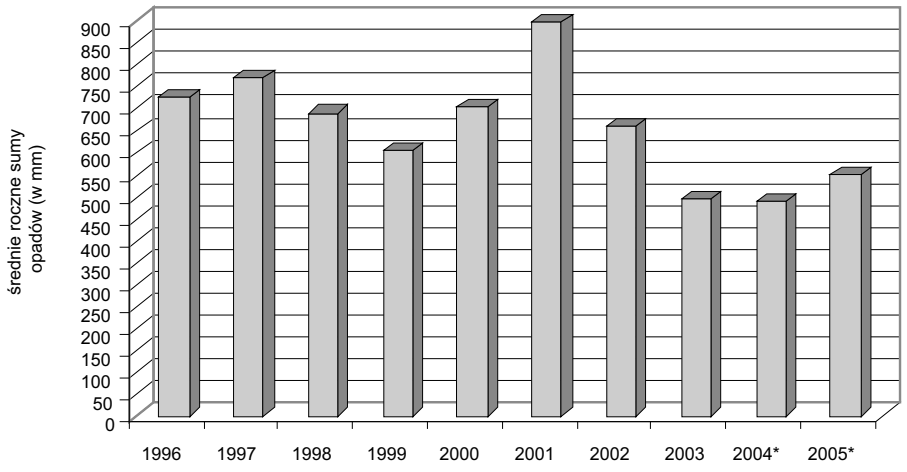
Teren badań

Przełom Warty rozpoczyna się w Mirowie, kończy w Chraponiu koło Mstowa. Teren badań leży w północnej części byłego województwa częstochowskiego, obecnie województwa śląskiego. Przełom Warty przez próg górnojurajski powstał w wyniku przelania się wód górnej pra-Warty do Niecki Włoszczowskiej w schyłkowej fazie stadium zlodowacenia Odry. Obszar ten stanowi jedno z największych rozcięć erozyjnych na Wyżynie Krakowsko–Częstochowskiej i zarazem największe w obrębie Wyżyny Częstochowskiej (Hereźniak i in. 1970).

Na Wyżynie Krakowsko-Częstochowskiej zbiornik wodonośny stanowią skaliste, płytowe wapienie oraz margle jurajskie. Źródła krasowe, wypływające z wapieni, występują na obszarze zbudowanym z wapieni jurajskich, o krasowym krążeniu wód podziemnych. Na skutek rozcięcia systemów kanałów krasowych przez głębokie doliny, wypływy są obfite. Przełomowe odcinki rzeki Warty szczególnie intensywnie drenują horyzonty wód podziemnych (Chełmicki 2001).

Zwierciadło wód podziemnych zalega na różnej głębokości, w zależności od poziomu wody w rzece, miąższości utworów przepuszczalnych, pory roku i ilości opadów atmosferycznych.

Wskaźniki klimatyczne dla omawianego terenu przedstawiają się następująco: średnia roczna suma opadów 690 mm; średnia roczna temperatura: 6–8°C (Chełmicki



Ryc. 1. Średnie roczne sumy opadów w Częstochowie w latach: 1996–2005 (Rocznik statystyczny 1997–2003, * – zsumowane średnie miesięczne sumy opadów w mm – www.imgw.pl)

Fig. 1. Mean yearly rainfall total in Częstochowa in 1996–2005 (Statistic annuals 1997–2003 – total sum of average month amount of precipitation in mm – www.imgw.pl)

2001). Średnie roczne sumy opadów dla Częstochowy w latach 1996–2005 przedstawia rycina 1.

Źródła znajdują się w Mstowie pod Górą 3. Maja przy drodze do Krasic. Współrzędne geograficzne źródeł 50°49′26,17″ szer. geogr. północnej i 19°17′57,67″ dł. geogr. wschodniej.

Warstwę wodonośną badanych wypływów stanowią płytowe wapienie oraz margle jurajskie. Wydajność wynosiła w 2000 roku 16,8 l/s, podczas gdy w 1973 roku, w trakcie badań prowadzonych przez Dynowską, 40 l/s. Mineralizacja wody, typu hydrochemicznego wodorowęglanowo-wapniowego, wynosi około 200 mg/l. W klasyfikacji jakości wód podziemnych ze względu na koncentrację $N\text{-}NO_3$ i PO_4 zostały zaliczone do klasy I b – wysokiej (CHEŁMICKI 2001).

Badane źródła są obiektami, z których miejscowa ludność czerpie wodę do celów gospodarczych, stanowią więc one rezerwuar wody pitnej. Omawiane obiekty graniczą ze stadionem piłkarskim i polem biwakowym, dlatego są intensywnie penetrowane przez wczasowiczów, turystów i pielgrzymów. Teren „U Źródeł" stanowi kulminacyjny punkt warszawskiej pieszej pielgrzymki w przeddzień wkroczenia na Jasną Górę. 13 sierpnia każdego roku setki pielgrzymów korzystają z wody do picia, ochłody i higieny osobistej.

MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań pobierano ze źródeł należących do dwóch typów hydrobiologicznych: limnokren i reokren. Oba źródła są zasilane z tego samego poziomu wodonośnego, a ich wypływy oddalone są od siebie o 5 metrów.

W źródle limnokrenicznym próby pobierano szklaną pipetą z zeszlifowaną końcówką, o pojemności 10 ml zakończonej gumową gruszką nr 9, z podłoża piaszczystego i drobnych okruchów skalnych, nie przekraczających 5 mm długości. W źródle reokrenicznym okrzemki zdrapywano skalpelem ze skał i kamieni wapiennych, z powierzchni około 25 cm^2. W obu źródłach próby pobierano do 50 cm od wypływu źródła.

Próby zbierano do zakręcanych, plastikowych pojemników o pojemności 100 ml. Próby konserwowano 4% roztworem formaldehydu. Podczas każdego poboru prób mierzono: temperaturę wody termometrem rtęciowym o skali od –10°C do +50°C, a także głębokość wody za pomocą drewnianej miarki wyskalowanej, co 1 mm.

Materiał zbierano podczas dwóch sezonów: od 01.08.2004 do 31.08.2004 – 31 prób z limnokrenu i 31 z reokrenu, od 01.08.2005 do 31.08.2005 – 31 prób z limnokrenu i 31 z reokrenu. Zbiór prób odbywał się w godzinach rannych między 9^{00} a 10^{00}.

Zebrany materiał okrzemkowy poddano oczyszczeniu chemicznemu z użyciem stężonego H_2SO_4 i 20% H_2CrO_4. Następnie próbki kilkukrotnie przepłukiwano wodą destylowaną i odwirowywano. Czynność powtarzano do momentu, aż woda w probówkach była przeźroczysta i o obojętnym pH. Następnie wykonywano preparaty stałe w syntetycznej żywicy Naphrax.

W każdym preparacie oznaczano i zliczano wszystkie okrywy okrzemek w trzech pasach, w 1/3, 1/2 i 2/3 wysokości szkiełka nakrywkowego, przy powiększeniu 10 × 100.

Identyfikacji taksonomicznej dokonano na podstawie prac: KRAMMER i LANGE-BERTALOT (1986, 1991a, 1991b, 1997), KRAMMER (2000), LANGE-BERTALOT (2001), LANGE-BERTALOT i METZELTIN (1996), WERUM i LANGE-BERTALOT (2004).

Biorąc pod uwagę wartości bezwzględne (udział procentowy) poszczególnych gatunków określono: dominanty (D) – powyżej 5% udziału w zbiorowisku, subdominanty (S) – 2–5%, influenty (I) – 1–2%, akcesoryczne (A) – poniżej 1% (KAWECKA & ELORANTA 1994).

Określono klasy stałości występowania okrzemek według V – stopniowej skali Braun – Blanqueta: gatunki stałe występujące w 81–100% prób – V klasa stałości; gatunki częste 61–80% – IV klasa stałości; gatunki średnio częste, 41–60% – III klasa stałości; gatunki niezbyt częste, 21–40% – II klasa stałości; gatunki rzadkie lub sporadyczne, 1–20% – I klasa stałości.

Wyliczono także współczynnik podobieństwa Sörensena, który umożliwił porównanie poszczególnych prób i poszczególnych typów źródeł:

$$S = 2c/(a + b)$$

gdzie:

a – liczba gatunków okrzemek w zbiorowisku A,

b – liczba gatunków okrzemek w zbiorowisku B,

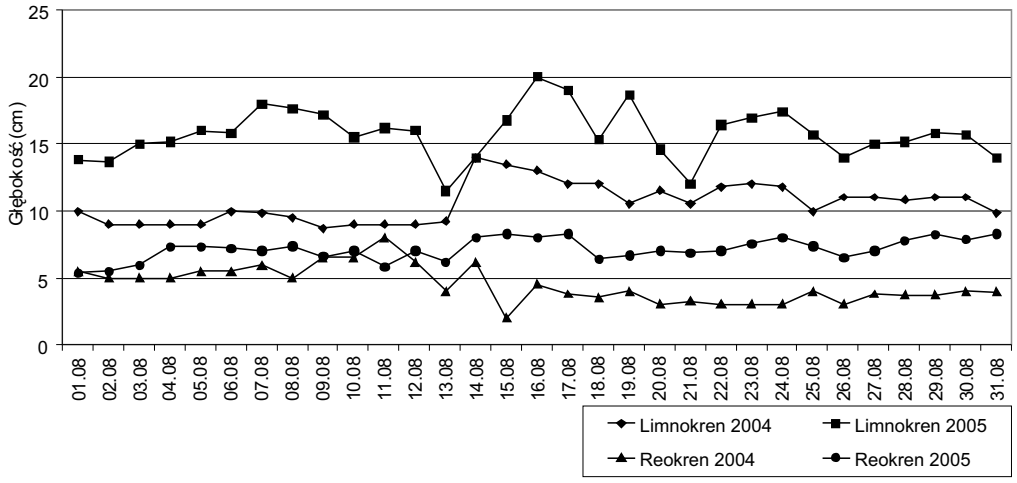
c – liczba gatunków wspólnych dla obu zbiorowisk (KAWECKA & ELORANTA 1994).

WYNIKI

Temperatura wody w źródłach w trakcie prowadzonych badań zmieniała się w wąskim zakresie: limnokren 2004 – 8,0–9,2°C, 2005 – 9,0–10,0°C; reokren 2004 – 8,0–10,0°C, 2005 – 9,0–10,0°C (wartość mediany we wszystkich przypadkach wynosiła 9°C). Wahania poziomu wody w badanych obiektach krenologicznych przedstawia rycina 2.

W badanych próbach zidentyfikowano 70 taksonów okrzemek, w tym 31 taksonów w źródle limnokrenicznym w 2004 r., 45 taksonów w źródle reokrenicznym w 2004 r., 55 taksonów w źródle limnokrenicznym w 2005 r. i 52 taksony w źródle reokrenicznym w roku 2005 (Tab. 1).

Taksonami oznaczonymi tylko w źródle limnokrenicznym były: *Amphora ovalis* (Kütz.) Kütz., *Cocconeis placentula* var. *euglypta* (Ehrenb.) Grun., *Ellerbeckia arenaria* (Moore) Crawf., *Karayevia clevei* var. *rostrata* (Hust.) Kingst., *Navicula menisculus* Schum., *N. moenofranconica* Lange-Bert., *Stauroneis acidoclinata* Lange-Bert. & Werum, *Staurosira venter* (Ehrenb.) Cl. & Moeller, *Staurosirella pinnata* var. *intercedens* (Grun.) Hamilt.



Ryc. 2. Zmiany głębokości wody w obu typach hydrobiologicznych badanych źródeł

Fig. 2. Changes of water depth in two hydrobiological types of examined springs

Tabela 1. Taksony okrzemek zidentyfikowane w badanych źródłach, w sezonach 2004 i 2005 (D – dominanty, S – subdominanty, I – influenty, A – akcesoryczne)
Table 1. Diatom taxa were identified in examined springs, in seasons 2004 and 2005 (D – dominants, S – Subdominants, I – influents, A – accessory)

Taksony okrzemek Diatom taxa	Limnokren Limnocrenic		Reokren Reocrenic	
	2004	2005	2004	2005
Achnanthidium biasolettianum (Grun. *in* Cl. & Grun.) Lange-Bert.	A	S	A	
*Achnanthidium minutissimum (*Kütz.) Czarn.		A	S	D
Achnanthidium saprophila (Kobayasi & Mayama) Round & Bukht.		A	A	
Amphora copulata (Kütz.) Schoe. & Arch.	D	S	I	S
Amphora inariensis Kram.	S	S	S	D
Amphora ovalis (Kütz.) Kütz.		A		
Amphora pediculus (Kütz.) Grun.	S	S	I	S
Caloneis fontinalis (Grun.) Lange-Bert. & Reich.	A	A	A	S
Cocconeis neodiminuta Kram.	A	A	A	A
Cocconeis placentula Ehrenb. var. *placentula*	A	A	A	I
Cocconeis placentula var. *euglypta* Ehrenb.		A		
Cocconeis pseudothumensis Reich.	A	A		A
Cymbopleura amphicephala (Naeg.) Kram.				I
Denticula tenuis Greg.	A	A	S	S
Diadesmis contenta (Grun.) D. G. Mann		A	A	
Ellerbeckia arenaria (Moore) Crawf.	A	A		
Encyonema minutum (Hilse) D. G. Mann				A
Encyonema silesiacum (Bleisch) Mann		A	I	I
Eolimna minima (Grun.) Lange-Bert.		A	A	
Eolimna subminuscula (Mang.) Moser, Lange-Bert. & Metz.		I		A
Fallacia pygmaea (Kütz.) D. G. Mann				A
Frustulis vulgaris (Thw.) De Toni	A	A	I	I
Gomphonema micropus Kütz.	A	A	I	A
Gomphonema olivaceum (Horn.) Bréb.		A	I	A
Gomphonema parvulum (Kütz.) Kütz.			I	A
Hantzschia calcifuga Lange-Bert.		A		A
Karayevia clevei (Grun. *in* Cl. & Grun.) Round & Bukht.	A	A	A	A
Karayevia clevei var. *rostrara* (Hust.) Kingst.		A		
Luticola nivalis (Ehrenb.) D. G. Mann			A	A
Mayamaea asellus (Weinh.) Lange-Bert.			A	A
Mayamaea atomus (Kütz.) Lange-Bert. var. *atomus*		A		S
Meridion circulare (Grev.) Ag.	A	A	A	A
Navicula antonii Lange-Bert.		A		S
Navicula cari Ehrenb.		A	A	S
Navicula cryptocephala Kütz.		A	S	
Navicula gregaria Donk.		A		S
Navicula joubaudii Germ.		A		A
Navicula lundii Reich.	I	S	S	S
Navicula menisculus Schum.	A			
Navicula moenofranconica Lange-Bert.		A		
Navicula reinhardtii Grun.	I	A	I	A
Navicula striolata (Grun.) Lange-Bert.	I	A	A	A

(c.d.)

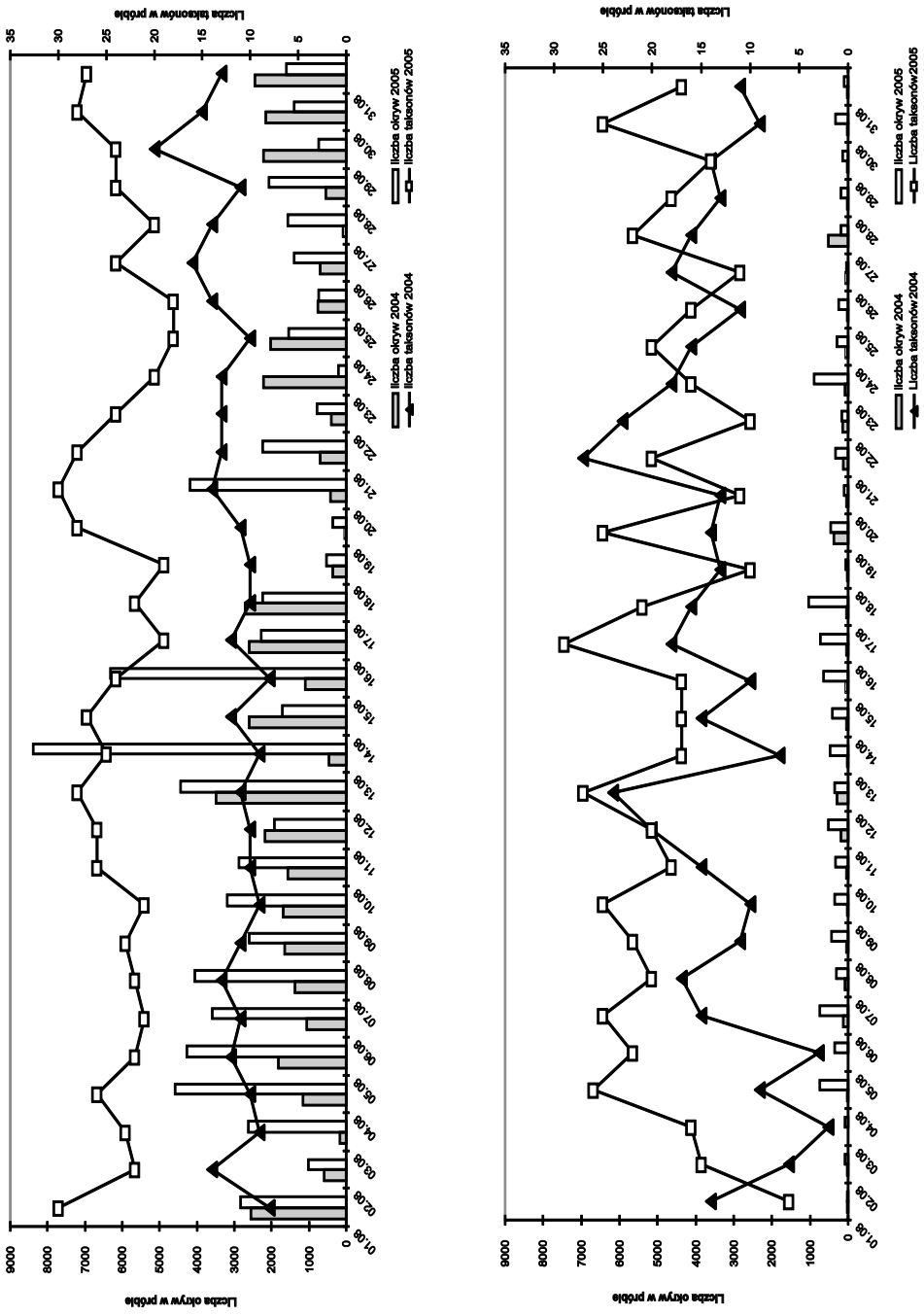
Tabela 1. Kontynuacja – **Table 1.** Continued

Taksony okrzemek Diatom taxa	Limnokren Limnocrenic		Reokren Reocrenic	
	2004	2005	2004	2005
Navicula trivialis Lange-Bert.				A
Navicula upsaliensis (Grun.) Peragallo		A	I	
Nitzschia dissipata (Kütz.) Grun.	S	I	S	I
Nitzschia linearis (Ag. *ex* W. Sm.) W. Sm.			I	A
Nitzschia perminuta (Grun.) Peragallo		A	S	A
Nitzschia recta Hantzsch		A	A	A
Nitzschia sinuata (Thw.) Grun.	A	A	I	I
Nitzschia sinuata var. *delognei* (Grun.) Lange-Bert.		A	A	
Pinnularia frauenburgiana var. *caloneiopsis* Lange-Bert. & Werum		A	A	
Pinnularia microstauron (Ehrenb.) Cl.			I	
Placoneis clementis (Grun.) Cox		A		I
Planothidium delicatulum (Kütz.) Round & Bukht.	A	S	I	A
Planothidium dubium (Grun.) Round & Bukht.	D	D	D	D
Planothidium frequentissimum (Lange-Bert.) Lange-Bert.	A	I	A	S
Planothidium lanceolatum (Bréb.) Lange-Bert.	D	D	D	D
Reimeria sinuata (Greg.) Kociolek et Stoer.	A	A	I	I
Sellaphora seminulum (Grun.) D.G. Mann		A		A
Stauroneis acidoclinata Lange-Bert. & Werum		A		
Stauroneis kriegerii Patrick				A
Stauroneis phoenicenteron (Nitzsch) Ehrenb.				A
Stauroneis separanda Lange-Bert. & Werum		A	I	A
Stauroneis smithii Grun.	A	A	A	A
Staurosira construens Ehrenberg var. *binodis* (Ehrenb.) Hamilt.				A
Staurosira venter (Ehrenb.) Cl. & Moeller	A			
Staurosirella leptostauron (Ehrenb.) Will. & Round	A	A	A	I
Staurosirella pinnata (Ehrenb.) Will. & Round	S	I	S	S
Staurosirella pinnata var. *intercedens* (Grun.) Hamilt.	A			
Surirella minuta Bréb.	A	A	S	I

Taksonami oznaczonymi tylko w źródle reokrenicznym były: *Cymbopleura amphicephala* (Naeg.) Kram., *Encyonema minutum* (Hilse *in* Rabh.) D.G. Mann, *Fallacia pygmaea* (Kütz.) D. G. Mann, *Gomphonema parvulum* (Kütz.) Kütz., *Mayamaea asellus* (Weinh.) Lange-Bert., *Luticola nivalis* (Ehrenb.) D. G. Mann, *Navicula trivialis* Lange-Bert., *Nitzschia linearis* (Ag. *ex* W. Sm.) W. Sm., *Pinnularia microstauron* (Ehrenb.) Cl., *Stauroneis kriegerii* Patrick, *St. phoenicenteron* (Ehrenb.) Nitzsch, *Staurosira construens* var. *binodis* (Ehrenb.) Hamilt.

Najmniejszą liczbę taksonów odnotowano w próbie z dnia 3 sierpnia 2004 r. w źródle reokrenicznym, gdzie ich liczba wynosiła 2. Największą liczbę taksonów odnotowano w próbie z dnia 1 sierpnia 2005 r. w źródle limnokrenicznym, która wynosiła 30 (Ryc. 3).

Najmniejszą liczbę okryw okrzemek zliczono w próbie z dnia 3.08.2004 r. w reokrenie, gdzie liczba osobników wynosiła 2. Najliczniej okrywy okrzemek występowały w próbie z limnokrenu, 13 sierpnia 2005 r., liczba zliczonych okryw wynosiła 8391 (Ryc. 3).



Ryc. 3. Liczba taksonów oraz liczba okryw okrzemek zidentyfikowanych w poszczególnych próbach w obu typach badanych źródeł: a – limnokren, b – reokren

Fig. 3. Number of taxa and diatoms' valve identified in particular samples in both types of springs: a – limnocrenic spring, b – reocrenic spring

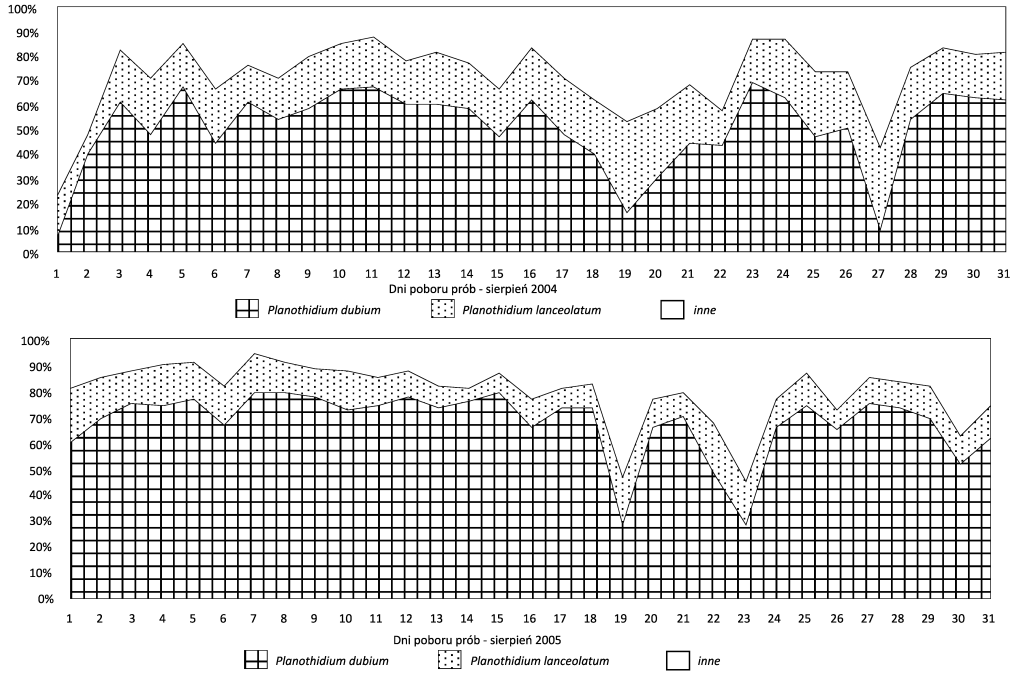
W źródle limnokrenicznym w pierwszych dniach prowadzonych badań liczba okryw była stosunkowo niska, ale widoczna była tendencja wzrostowa, która utrzymywała się do połowy miesiąca. Później odnotowano spadek liczby okryw, a pod koniec miesiąca liczba okryw ponownie wzrosła. W reokrenie nie zauważono takiej prawidłowości, jak w limnokrenie (Ryc. 3).

Liczba okryw w reokrenie była znacznie niższa niż w limnokrenie i nie przekroczyła 1000, poza jedną próbą z dnia 1 sierpnia 2004 roku, gdzie liczba okryw wynosiła 2546 (Ryc. 3).

Taksonami dominującymi w limnokrenie były: *Planothidium dubium* (Grun.) Round et Bukht., *Planothidium lanceolatum* (Bréb.) Lange-Bert.. W reokrenie również te taksony wystąpiły jako dominanty, przy czym w roku 2005 z udziałem ponad 5% wystąpiły także: *Achnanthidium minutissimum* (Kütz.) Czarn. i *Amphora inariensis* Kram. (Ryc. 4, 5).

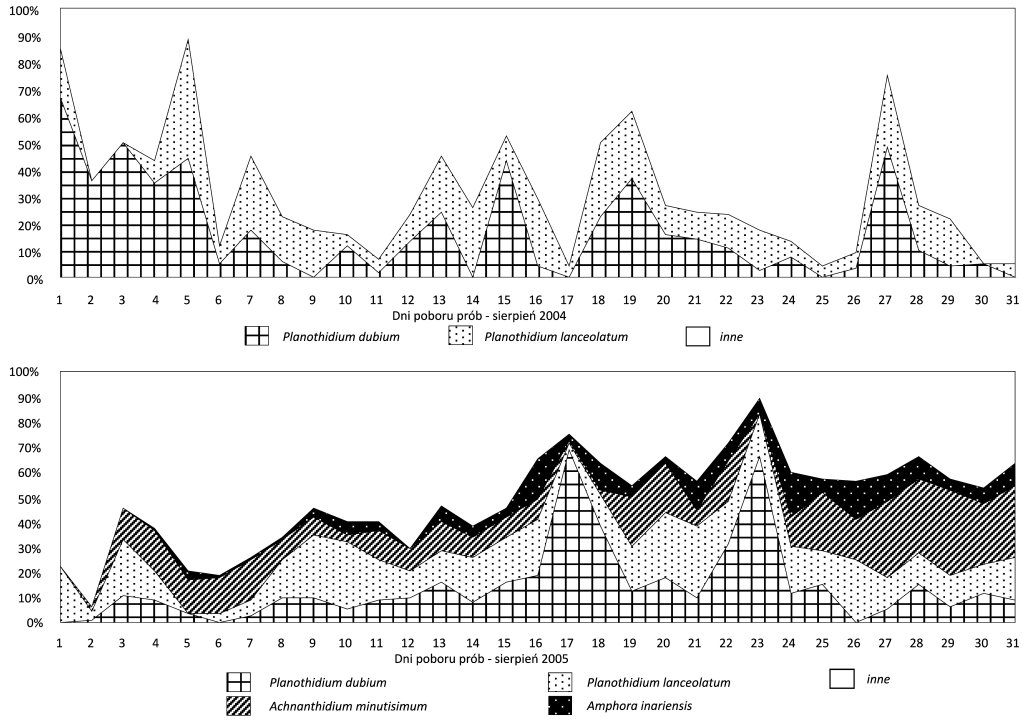
W limnokrenie gatunki dominujące stanowiły od 60% do 80% udziału w zbiorowisku okrzemek (Ryc. 4), z niewielkimi wahaniami udziału w składzie zbiorowiska w tym samym czasie w obu sezonach prowadzenia badań. Natomiast w reokrenie widoczne były znaczne wahania udziału dominantów w składzie zbiorowiska okrzemek (Ryc. 5).

Wyliczono współczynnik Sörensena, podobieństwa jakościowego między zbiorowiskami okrzemek odnotowanych w limnokrenie i reokrenie, w obu sezonach prowadzenia badań. Współczynnik ten wynosił: pomiędzy limnokrenem i reokrenem w 2004 r. – 0,69; pomiędzy limnokrenem i reokrenem w 2005 r. – 0,74; pomiędzy limnokrenem 2004 i limnokrenem 2005 – 0,64 i pomiędzy reokrenem 2004 i reokrenem 2005 – 0,70.



Ryc. 4. Udział gatunków dominujących w limnokrenie w obu sezonach badań

Fig. 4. Percentage share of dominant taxa in limnocrenic spring in both researched seasons



Ryc. 5. Udział gatunków dominujących w reokrenie w obu sezonach badań

Fig. 5. Percentage share of dominant taxa in reocrenic spring in both researched seasons

W limnokrenie najliczniej reprezentowane były okrzemki należące do gatunków rzadkich lub sporadycznych (w 2004 – 51% i 2005 – 42%) oraz zaznaczyła się wyraźnie obecność taksonów stałych dla tego zbiorowiska (w 2004 – 22% i 2005 – 23%).

W reokrenie, 58% taksonów okrzemek w 2004 r., a w 2005 r. 52%, należało do gatunków rzadkich i sporadycznych, natomiast udział procentowy okrzemek w pozostałych klasach stałości (II, III, IV, V) rozkładał się równomiernie.

Dyskusja i Wnioski

Bardzo często źródła określane są jako naturalne laboratoria, gdyż przez cały rok występują w nich stosunkowo stałe warunki. Związane jest to z wypływem wód z głębszych warstw, gdzie woda nie jest poddawana wahaniom sezonowym. Właściwości chemiczne wody źródlanej zależą od rodzaju podłoża, z którego woda wypływa. Właściwości te są również stałe (Kawecka & Eloranta 1994).

Badane źródła charakteryzowała stała temperatura wody, natomiast poziom wody ulegał wahaniom podczas całego okresu badań, przy czym w limnokrenie wyraźnie zaznaczył się wzrost głębokości po 13 sierpnia 2004 i 2005 r., w wyniku pogłębiania przez osoby czerpiące wodę.

W obu źródłach w Mstowie oznaczono 70 taksonów okrzemek. Pod względem różnorodności gatunkowej badane źródła należą do jednych z najuboższych obiektów krenologicznych zasilanych z utworów wapiennych. SKALSKA (1966b) badając występowanie okrzemek w źródle w Dubiu oznaczyła 74 taksony, RAKOWSKA (1996) w Niebieskich Źródłach oznaczyła 152 taksony. KUBIK (1970) badając okrzemki trzech źródeł potoku Będkówka (Wyżyna Krakowsko-Częstochowska) oznaczyła łącznie 122 taksony. ŻELAZNA-WIECZOREK i MAMIŃSKA (2006) badając źródło w starorzeczu rzeki Warty w Działoszynie zidentyfikowały 208 taksonów okrzemek.

Do gatunków stałych, a zarazem dominujących należały: *Planothidium dubium* i *P. lanceolatum*. W pracach dotyczących występowania okrzemek w obiektach krenologicznych na podłożu wapiennym zaobserwowano podobny skład gatunkowy dominantów (SKALSKA 1966b; KUBIK 1970; SKALNA 1973; ŻELAZNA-WIECZOREK & MAMIŃSKA 2006).

Na podstawie współczynnika podobieństwa Sörensena stwierdzono, że podobieństwo jakościowe okrzemek między typami hydrobiologicznymi źródeł i poszczególnymi latami badań było wysokie. Podobny skład gatunkowy zbiorowisk okrzemek w obu źródłach pozwala potwierdzić, że woda wypływająca z nich, pochodzi z tego samego obszaru zasilania. Badania przeprowadzone przez PACZUSKĄ i PACZUSKIEGO (1999) w kilku źródłach, wskazują na duże podobieństwo gatunkowe we wszystkich badanych źródłach, które występują na ograniczonej powierzchni i są zasilane z tego samego poziomu wodonośnego.

Na podstawie liczby oznaczonych taksonów oraz zmian w liczebności okryw okrzemek można stwierdzić, że reokren jest mniej stabilny pod względem składu jakościowego i ilościowego niż limnokren. Może to wynikać z głębokości źródła, które jest płytkie i narażone na wymywanie nawet podczas niewielkich opadów deszczu.

Z analizy głębokości można wnioskować, głównie w przypadku limnokrenu, że wpływ antropopresji na zbiorowiska okrzemek jest wysoki. Badane obiekty są stale narażone na działalność człowieka, gdyż miejscowa ludność czerpie z tych źródeł wodę do celów gospodarczych. W przypadku głębokości wody w limnokrenie, zaznacza się znaczny wzrost głębokości w dniach 13–20 sierpnia, co jest konsekwencją naruszenia podłoża przez pielgrzymów. Spadek liczby okryw i liczby taksonów okrzemek w limnokrenie po 13 sierpnia, wskazuje na zaburzenie piaszczystego podłoża w źródle.

Porównując zbiorowiska okrzemek w obu typach źródeł, obserwuje się w reokrenie uboższy skład gatunkowy oraz niższą liczbę okryw okrzemek. Związane jest to z charakterem źródła, w którym silny prąd i stosunkowo mała głębokość wody uniemożliwia trwałe osadzanie się okrzemek. Podobne zależności zauważyła KUBIK (1970). W źródle o silnym wypływie wody i użytkowanym gospodarczo odnotowała uboższy skład gatunkowy, w porównaniu ze źródłem, które nie podlegało żadnym zakłóceniom.

Czynnikiem wpływającym na zróżnicowanie zbiorowisk okrzemek w obu źródłach jest charakter podłoża. Podłoże piaszczyste jest zazwyczaj dobrze przewietrzane, lecz zawiera stosunkowo mało składników pokarmowych. Piasek łatwo podlega ruchom wody, jest więc podłożem niestałym (MIKULSKI 1982). Okrzemki zasiedlające piasek to przede wszystkim formy bardzo małe, osiadłe, lub poruszające się wolno, które do piachu przyczepiają się całą powierzchnią okryw, bądź za pomocą stylików. Szybkość, z jaką okrzemki kolonizują niektóre ziarna piasku zależy od różnych czynników, np.: prądu wody, składu

mineralnego i wielkości ziaren piachu. Częściej zasiedlany jest piasek wód stojących, niż płynących (KAWECKA & ELORANTA 1994). Podłoże skaliste może oddziaływać na zbiorowiska okrzemek poprzez swoją naturę fizyczną, na przykład: szorstkość, twardość. Występowanie okrzemek na poszczególnych skałach zależy od rodzaju skały. Średnia biomasa glonów jest większa dwukrotnie na piaskowcach i granitach w porównaniu z podłożem wapiennym, czy bazaltowym (KAWECKA & ELORANTA 1994). Również WOJTAL (2002), badając wpływ zasiedlanego podłoża na skład taksonomiczny zbiorowisk okrzemkowych na podłożu kamienistym, zaobserwowała najniższe bogactwo gatunkowe.

Badania algologiczne źródeł, jak dotąd, nie były prowadzone na podstawie codziennego poboru prób. W pracach: SKALSKIEJ (1966a, b), KUBIK (1970), SKALNEJ (1973), RAKOWSKIEJ (1996), PACZUSKIEJ i PACZUSKIEGO (1999), WASZKIEWICZ (1999), ŻELAZNEJ-WIECZOREK i MAMIŃSKIEJ (2006), przedstawiono wyniki badań zbiorowisk okrzemek, na podstawie prób pobieranych w odstępach dwutygodniowych, miesięcznych lub sezonowo.

Codzienny pobór prób, w tym samym miesiącu w dwóch kolejnych latach, z dwóch typów hydrobiologicznych źródeł w Mstowie, pozwolił na uchwycenie dynamiki składu jakościowego i liczebności zbiorowisk okrzemek w nich występujących. Oprócz typu hydrobiologicznego źródła, przyczynami obserwowanej zmienności w zbiorowiskach okrzemek źródeł w Mstowie, wydają się – podłoże oraz antropopresja.

Planowane włączenie terenu obejmującego badane źródła, do europejskiej sieci obszarów chronionych Natura 2000 (informacja ustna Prof. M. Ławrynowicz), pozwoli na ograniczenie niekorzystnych oddziaływań antropogenicznych na źródła i obszar ich zasilania.

Podziękowania. Autorki składają podziękowania Pani Prof. Marii Ławrynowicz za wskazanie źródeł okolic Mstowa, jako interesujących obiektów do badań algologicznych oraz cenne uwagi przy przygotowywaniu manuskryptu pracy.

LITERATURA

CHEŁMICKI W. 2001. Źródła Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej i Miechowskiej. Zmiany w latach 1973–2000, s. 1–127. Uniwersytet Jagielloński, Kraków.

HEREŹNIAK J., KRASOWSKA H. & ŁAWRYNOWICZ M. 1970. Roślinność przełomu Warty pod Częstochową. – Ziemia Częstochowska **8/9**: 315–350.

HEREŹNIAK J., KRASOWSKA H. & ŁAWRYNOWICZ M. 1973. Flora przełomu Warty koło Częstochowy. – Roczniki Muzeum w Częstochowie **3**: 35–80. Częstochowa.

KAWECKA B. & ELORANTA P. V. 1994. Zarys ekologii glonów wód słodkich i środowisk lądowych. s. 252. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.

KLECZKOWSKI A. 1972. Wody powierzchniowe i podziemne Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej. s. 31–68. Wydawnictwa Geologiczne, Kraków.

KRAMMER K. 2000. The genus *Pinnularia*. – W: H. LANGE-BERTALOT (red.), Diatoms of Europe **1**, s. 526. A.R.G. Gantner Verlag K.G.

KRAMMER K. & LANGE-BERTALOT H. 1986. *Bacillariophyceae* **1**. *Naviculaceae*. – W: H. ETTL, J. GERLOFF, H. HEYNING & D. MOLLENHAUER (red.), Süsswasserflora von Mitteleuropa **2**, s. 876. G. Fischer Verlag, Stuttgart – New York.

KRAMMER K. & LANGE-BERTALOT H. 1997. *Bacillariophyceae* **2**. *Bacillariaceae, Epithemiaceae*, *Surirellaceae*. – W: H. ETTL, J. GERLOFF, H. HEYNING & D. MOLLENHAUER (red.), Süsswasserflora von Mitteleuropa. **2**, s. 611. G. Fischer Verlag, Jena.

KRAMMER K. & LANGE-BERTALOT H. 1991a. *Bacillariophyceae* **3**. *Centrales*, *Fragilariaceae*, *Eunotiaceae*. – W: H. ETTL, J. GERLOFF, H. HEYNING & D. MOLLENHAUER (red.), Süsswasserflora von Mitteleuropa. **2**, s. 600. G. Fischer Verlag, Jena.

KRAMMER K. & LANGE-BERTALOT H. 1991b. *Bacillariophyceae* **4**. *Achnanthaceae,* Kritische Ergänzungen zu *Navicula* (*Lineolatae*) und *Gomphonema*. – W: H. ETTL, J. GERLOFF, H. HEYNING & D. MOLLENHAUER (red.), Süsswasserflora von Mitteleuropa. **2**, s. 437. G. Fischer Verlag, Stuttgart – New York.

LANGE-BERTALOT H. 2001. *Navicula* sensu stricto, 10 Genera Separated from *Navicula* sensu lato, *Frustulia*. – W: H. LANGE-BERTALOT (red.), Diatoms of Europe **2**, s. 526. A.R.G. Gantner Verlag K.G.

LANGE-BERTALOT H. & METZELTIN D. 1996. Indicators of Oligotrophy, 800 Taxa representative of three ecologically distinct lake types. s. 390. Koeltz Scientific Books, Königstein, Germany.

ŁAWRYNOWICZ M. 1999. *Tuber mesentericum,* an interesting species of black truffles in Poland. – Acta Mycol. **34**(1): 169–172.

ŁAWRYNOWICZ M. 2001. Macromycetes of oak forests in the Jurassic Landscape Park (Częstochowa Upland) – monitoring studies. – Acta Mycol. **36**(1): 81–110.

KUBIK B. 1970. Okrzemki trzech źródeł potoku Będkówka (Wyżyna Krakowsko-Częstochowska). – Fragm. Flor. Geobot. **16**(4): 549–561.

MIKULSKI J. St. 1982. Biologia wód śródlądowych. s. 353–356. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.

PACZUSKA B. & PACZUSKI R. 1999. Glony sześciu źródeł doliny dolnej Wisły. – W: E. BIESIADKA & S. CZACHOROWSKI (red.), Źródła Polski, Stan badań, Monitoring i Ochrona, s. 145–149. Wyższa Szkoła Pedagogiczna, Olsztyn.

RAKOWSKA B. 1996. Diatom communities occurring in Niebieskie Źródła near Tomaszów Mazowiecki, Central Poland (1963–1990). – Fragm. Flor. Geobot. **41**(2): 639–655.

ROCZNIK STATYSTYCZNY 1995–2003. Komitet Redakcyjny Głównego Urzędu Statystycznego, Warszawa.

SKALNA E. 1969. Okrzemki trzech źródeł potoku Kobylanka (Wyżyna Krakowsko-Częstochowska). – Fragm. Flor. Geobot. **15**(2): 245–254.

SKALNA E. 1973. Glony wywierzyska krasowego w Jerzmanowicach (Wyżyna Krakowsko-Częstochowska). – Fragm. Flor. Geobot. **19**(3): 343–348.

SKALSKA T. 1966a. Zimowe okrzemki źródła w Dubiu koło Krakowa. – Fragm. Flor. Geobot. **12**(2): 233–240.

SKALSKA T. 1966b. Występowanie okrzemek w źródle w Dubiu. – Acta Hydrobiol. **8** Suppl. 1: 311–319.

WASZKIEWICZ D. 1999. Okrzemki źródeł krasowych przełomu Warty na Wyżynie Częstochowskiej. – W: E. BIESIADKA & S. CZACHOROWSKI (red.), Źródła Polski, Stan badań, Monitoring i Ochrona, s. 227–240. Wyższa Szkoła Pedagogiczna, Olsztyn.

WASZKIEWICZ D. & ŻELAZNA-WIECZOREK J. 1999. The second discovery of *Vaucheria ornithocephala* (*Xantophyceae*) in Poland. – Fragm. Flor. Geobot. **44**(1): 202–204.

WERUM M. & LANGE-BERTALOT H. 2004. Diatoms in Springs. – W: H. LANGE-BERTALOT (red.), Iconographia Diatomologica **13**, s. 480. A. R. G. Gantner Verlag K. G.

WOJTAL A. 2002. Wpływ zasiedlanego podłoża na skład taksonomiczny zbiorowisk okrzemkowych. – W: Glony różnych ekosystemów, problemy ochrony, ekologii i taksonomii. 13–16 czerwca 2002, Sosnówka Górna – Karpacz: 84–85.

WOJTAL A. 2003. Diatoms of the genus *Gomphonema* from karstic stream in the Kraków-Częstochowa Upland (S Poland). – Acta Soc. Bot. Pol. **72**(3): 213–220.

WOJTAL A. 2004. New or rare species of the genera *Achnanthidium* and *Psammothidium* (*Bacillariophyceae*) in the diatom flora of Poland. – Polish Bot. J. **49**(2): 215–220.

WOJTAL A. Z. & KWANDRANS J. 2006. Diatoms of the Wyżyna Krakowsko-Częstochowska Upland (S Poland) – *Coscinodiscophyceae* (*Thalassiosirophycidae*). – Polish Bot. J. **51**(2): 177–207.

ŻELAZNA-WIECZOREK J. & MAMIŃSKA M. 2006. Algoflora and vascular flora of a limestone spring in the Warta River valley. – Acta Soc. Bot. Pol. **75**(2): 131–143.

SUMMARY

This paper presents the results of the qualitative and quantitative analysis of diatom communities in springs of two different hydrobiological types. The research was being taken during two seasons, in August 2004 and 2005, with taking samples the same time, daily.

During the time of studies, the temperature was constant, whereas the water level had been changing. In both springs 70 taxa have been noticed. From the species diversity point of view, studied springs are ones of the poorest, as a supplied by limestone's layer. Constant and also dominant species were: *Planothidium dubium* and *Planothidium lanceolatum*. According to the Sörensen's coefficient, the similarity of diatoms' qualitative between these hydrobiological types of the investigated springs, during the years of the research was high. On the basis of identified taxa and changes in the valves' amount, noticeable is the fact that reocrenic type of spring is less stable, in case of quantitative and qualitative composition, then limnocrenic. From the depth analysis, there is a conclusion, that human impact has great influence on diatom communities, especially in limnocrenic type of spring. Studied springs are still under people's influence. Inhabitants, all year long, and pilgrims to Częstochowa, once a year, use them as a source of water.

During everyday taking of samples, in such small water ecosystems, as springs, the dynamics of quantitative and qualitative composition of diatoms' communities is noticeable. The reason of observed changeability of springs in Mstów, seem to be mainly: theirs hydrobiological type, their surface and human impact.

Przyjęto do druku: 14.01.2009 r.