

7. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Zagadnienie występowania i różnorodności mikroskopijnych organizmów w ekosystemach wodnych od dawna cieszy się dużym zainteresowaniem badaczy. Naukowcy postawili sobie pytanie „czy wszystko małe jest wszędzie” („*is everything small everywhere?*”) (Fontaneto 2011). Rodzi się pytanie, jakie wzorce decydują o przestrzennym rozmieszczeniu i różnorodności tych małych organizmów, które potencjalnie mogą być organizmami kosmopolitycznymi? Czy może zachodzą jakieś procesy, które wpływają na ograniczenie ich występowania? Próba odpowiedzi na te pytania były badania Baas`a i Becking`a (1934), których wynikiem było twierdzenie że, „wszystko, co małe jest wszędzie, ale środowisko wybierze” (“*everything small is everywhere, but the environment selects*”).

W badaniach, których rezultatem jest ta publikacja, ograniczono się do wybranych zbiorników antropogenicznych położonych na terenie całej Polski. Skupiono się nie tylko na rozmieszczeniu przestrzennym wrotków i skorupiaków planktonowych, ale również na ich różnorodności oraz wpływie czynników środowiskowych na ich występowanie.

Badano trzy typy zbiorników antropogenicznych:

1. zbiorniki zaporowe, których najważniejszą cechą odróżniająca od naturalnych jezior jest asymetryczny kształt masy jeziornej, zmienny poziom wody, obecny litoral lub jego brak. Badane zbiorniki różniły się warunkami środowiskowymi. Na tej podstawie wyróżniono wśród nich zbiorniki nizinne z wykształconym litoralem i podgórskie bez wyróżnionej strefy litoralu;

2. zbiorniki powyrobiskowe, które powstały w wyrobiskach po wydobywaniu różnego rodzaju surowców: rud, wapieni, kredy, margli, żwiru, kruszywa itp. W zależności od podłoża geologicznego w wodzie tych wyrobisk panują różne warunki fizykochemiczne mające wpływ na rozwijający się w nich zooplankton;

3. zbiorniki miejskie, podobnie jak zbiorniki powyrobiskowe, są zbiornikami o bardzo różnorodnych warunkach siedliskowych, wśród nich wyróżniamy zbiorniki zaporowe na rzekach przepływających przez miasta, różnego rodzaju stawy, miejskie wyrobiska.

Najbardziej charakterystyczne dla miast są fontanny, sadzawki parkowe, fosy usytuowane w fortyfikacjach miejskich.

Właściwości fizykochemiczne wód zbiorników były bardzo zróżnicowane i zależały od pochodzenia a także usytuowania (zwłaszcza w przypadku zbiorników powyrobiskowych i miejskich) badanych akwenów. W przypadku zbiorników zaporowych większe znaczenie miała ich funkcja użytkowa (np. hodowlana czy rekreacyjna) i usytuowanie (zbiornik podgórski, nizinny). Ważnym czynnikiem mającym wpływ na strukturę i rozmieszczenie gatunków planktonowych była głębokość zbiorników oraz stopień wykształcenia strefy litoralowej zwiększającej pulę nisz dostępnych dla zooplanktonu (Radwan i in. 2004).

W celu porównania zbiorników antropogenicznych pod względem parametrów fizykochemicznych użyto analizy gradientowej pośredniej (PCA). Wśród zbiorników zaporowych wyróżniono 3 grupy: **pierwsza** to zbiorniki o wysokich koncentracjach fosforanów (PO_4^{3-}) w wodzie - Zbiornik Myłof (region: I), Jezioro Koronowskie (Zbiornik Koronowski) (region II) oraz Jezioro Zygmunta Augusta i Siemiatyckie Zalewy (region III); **druga** to zbiorniki o wysokich koncentracjach chlorków (Cl) oraz siarczanów (SO_4^{2-}) w wodzie – Jezioro Łapińskie Nowe (region: I), Zbiornik Próba (region: III), Zbiornik Wióry (region: IV); natomiast do **trzeciej** grupy zaliczono zbiorniki o najwyższej koncentracji azotanów (NO_3^-) – Zbiornik Lubachowski i Jezioro Leśniańskie (region: V). Wśród zbiorników powyrobiskowych wyłaniają się 2 grupy: **pierwszą** stanowią zbiorniki charakteryzujące się wysoką zawartością siarczanów (SO_4^{2-}) oraz fosforanów (PO_4^{3-}) w wodzie, jak również kwaśnym odczynem i najmniejszą liczbą gatunków zooplanktonu (Kolorowe Jeziorko; Jeziorko Purpurowe, Jeziorko Żółte i Jeziorko Błękitne – wyrobiska pirytu) (region: V); **drugą** tworzą zbiorniki (głównie wyrobiska kredy, wapieni i żwiru), o wyraźnie niższych wartościach przewodnictwa, lepszym natlenieniu, oraz niskimi wartościami koncentracji siarczanów (SO_4^{2-}) i fosforanów (PO_4^{3-}) w wodzie (zbiorniki: kredy- Stara Kredownia, Jezioro Turkusowe (region I); wapieni – Jezioro Daisy, Zabierzów

(region: IV i V) i żwiru - Borowiec, Owińska, i Skoki Duże (region: I, II, III).

W kategorii zbiorników miejskich akwenem najbardziej różniącym się od pozostałych jest miejska sadzawka w Parku Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy (region II), cechująca się niskimi wartościami koncentracji tlenu (O_2) w wodzie. W tej grupie znalazły się zbiorniki, charakteryzujące się wysokimi stężeniami chlorków (Cl^-) i wapnia (Ca^{2+}). Zbiorniki te pochodzą z prawie wszystkich regionów Polski: Jezioro Szmaragdowe i Park Oruński (region: I), Park im A. Mickiewicza w Łodzi (region III), Zalew Nowa Huta – Kraków (region IV) i Staw – Wałbrzych (region V).

Na podstawie krokowej analizy dyskryminacyjnej połączonej z analizą kanoniczną (CA) stwierdzono, że czynnikami fizykochemicznymi różnicującymi zbiorniki antropogeniczne, zwłaszcza zbiorniki zaporowe i powyroboiskowe, były jony NH_4^+ , Cl^- , NO_3^- oraz pH.

Badane zbiorniki antropogeniczne pod względem właściwości fizykochemicznych wód różniły się nie tylko w granicach regionu ale również pomiędzy regionami.

W badanych zbiornikach antropogenicznych stwierdzono obecność: 134 gatunków wrotków, 49 wióslarek i 40 widłonogów (Tabela 54). Zbiorowiska planktonowe charakteryzowały się różną liczbą gatunków i były zróżnicowane pod względem składu gatunkowego w zależności od typu zbiornika. W kategorii zbiorników zaporowych liczba gatunków wahała się od 33 do 69, przy czym można wyróżnić grupy akwenów: silnie zeutrofizowanych, płytkich, typu hodowlanego jak np. Jezioro Zygmunta Augusta (całkowita liczba gatunków cłg – 38), podgórskich głębokich – Jezioro Leśniańskie i Zbiornik Lubachowski, gdzie cłg wynosiła od 33 do 46 oraz eutroficznych o funkcji rekreacyjnej i wędkarskiej takich jak Jezioro Koronowskie, Siemiatyckie Zalewy, Zbiornik Próba – cłg powyżej 60.

Liczba opisanych gatunków zooplanktonu nie różni się od podawanej we wcześniejszych opracowaniach o zbiornikach zaporowych Polski. W kilku z ostatnich prac dotyczących liczby gatunków, najmniejszą liczbę gatunków zooplanktonu stwierdzono w zbiornikach pomorskich Rosnowo i Hajka: 26–7 (Pociecha,

Hesse 2007), a największą w zbiorniku Włocławskim – 77 (Dembowska, Napiórkowski 2000).

W podgórskim Zbiorniku Lubachowskim, o nie wykształconym litoralu, stwierdzono w ciągu całego okresu badawczego tylko 33 gatunki, natomiast w zbiornikach o dobrze wykształconej strefie litoralu występowało najwięcej gatunków: Jezioro Koronowskie (69), Zbiornik Próba (67), Siemiatyckie Zalewy (65).

Bogacka i Paturej (2006) w swoich badaniach zaobserwowały, że zooplankton ze strefy litoralnej charakteryzował się większą różnorodnością gatunkową niż zooplankton strefy pelagialu. Zaobserwowały również, że w strefie pelagialu zagęszczenie zooplanktonu jest znacznie mniejsze w stosunku do litoralu, tłumacząc ten fakt między innymi znaczną prędkością przepływu wody utrudniającą tworzenie stabilnych struktur zooplanktonu.

Z otrzymanych danych wynika, że w zbiornikach zaporowych istotny wpływ na liczbę gatunków miała głębokość zbiornika, obecność strefy litoralnej, jak również żyzność i funkcja zbiornika, oraz że bogactwo gatunkowe nie różniło się między zbiornikami tak jak w przypadku pozostałych typów zbiorników.

W zbiornikach powyroboiskowych liczba gatunków zawierała się w zakresie od 13 do 74. Zróżnicowanie to wynikało ze struktury geologicznej zbiorników i właściwości fizykochemicznych ich wód. Najmniejszą liczbę gatunków stwierdzono w silnie zakwaszonych Kolorowych Jeziorkach (cłg 13–19), a największą w poźwirowych zbiornikach Owińska (74) i Skoki Duże (70). W przypadku zbiorników powyroboiskowych na liczbę gatunków miało wpływ podłoże geologiczne, właściwości wody, jak również występowanie lub brak strefy litoralnej. Podobną liczbę gatunków zooplanktonu w zbiornikach powyroboiskowych odnotowali inni autorzy (np. Kuczyńska-Kippen i in. 2006; Wilk-Woźniak, Żurek 2006).

Nieco inaczej przedstawia się liczba gatunków w zbiornikach miejskich. Zakres liczby gatunków wynosi od 19 do 62. Najmniej gatunków – poniżej 20, stwierdzono w miejskiej sadzawce parkowej Park Saski w Lublinie. W pozostałych miejskich zbiornikach liczba

gatunków wahała się od 30 do 62, niezależnie czy był to miejski zbiornik zaporowy, fosa, wyrobisko czy staw przeciwpożarowy. W miejskiej fontannie w Parku Krakowskim stwierdzono tylko 30 gatunków. Sádzawka parkowa i fontanna miały spuszczaną wodę na zimę i jako zbiorniki nietrwałe charakteryzowały się najmniejszą liczbą gatunków. Natomiast największą liczbę gatunków stwierdzono w miejskim zbiorniku zaporowym Zbiornik Arturówek Łódź–Łagiewniki – 62 gatunki i w wyrobisku kredy i margla Jezioro Szmaragdowe – 60 gatunków. W zbiornikach tych występowała strefa litoralowa i poziom wody nie zmieniał się w ciągu roku.

Inni badacze w miejskich ekosystemach wodnych otrzymali podobne wyniki w odniesieniu do specyfiki i rodzaju zbiornika. W zbiorniku bezrybnym, powstałym w kraterze meteorytowym zlokalizowanym na terenie miejskim, liczba gatunków zooplanktonu wynosiła 24 (Kuczyńska-Kippen N. i in. 2013), a w miejskim zbiorniku wyrobisku kredy – 12 (Ślusarczyk 2003).

Shurin i in. (2000) stwierdzili, że występowanie zwierząt planktonowych w ekosystemach wodnych wiąże się z określonym zakresem tolerancji (optimum ekologicznym) zależnym od czynników abiotycznych środowiska, także ich występowanie zależne jest od interakcji biotycznych zachodzących między organizmami. W przestrzeni wielowymiarowej (niszy realnej) występowanie organizmów nie zależy tylko od jednego czynnika środowiskowego. Wiele taksonów wykazuje zakresy tolerancji w stosunku do wielu czynników, zarówno niezależnych od człowieka, jak i będących efektem antropopresji.

Wyniki dotyczące zagęszczenia i suchej masy zooplanktonu w trzech typach badanych zbiorników przedstawiono w Tabeli 54.

W zbiornikach zaporowych zarówno w litoralu jak i pelagialu średnie zagęszczenie wrotków przekraczało 6500 os L⁻¹. Największe zagęszczenia wrotków (7073 os L⁻¹), widłonogów (712 os L⁻¹) i wioślarek (1953 os L⁻¹) stwierdzono w zbiorniku zaporowym Jezioro Zygmunta Augusta. Również wysokie zagęszczenie wrotków i wioślarek – powyżej 1800 os L⁻¹, obserwowano w eutroficznym zbiorniku Pró-

ba. Największe wartości suchej masy (od 0,5 do 1,0 mg L⁻¹) stwierdzono w tych zbiornikach u wrotków i widłonogów natomiast wioślarki największą wartość suchej masy osiągnęły w zbiorniku Siemiatyckie Zalewy (sucha masa: 5,117 mg L⁻¹). Można zatem wnioskować, że żyzność zbiorników zaporowych jest istotnym elementem decydującym o zróżnicowaniu liczby gatunków, zagęszczeniu i suchej masie. Wysokie wartości zagęszczenia (4153 os. L⁻¹) i biomasy (62,32 mg L⁻¹), jednego z gatunków wioślarek *Bosmina longirostris*, otrzymali inni autorzy w hypereutroficznym zbiorniku zaporowym (Górniak, Karpowicz 2014). Podobne obserwacje dotyczące liczby gatunków, zagęszczenia i suchej masy zooplanktonu w zbiornikach zaporowych podaje Pocięcha (2002). Autorka zwróciła uwagę, że na zagęszczenie i suchą masę zooplanktonu mogły mieć wpływ różny wiek zbiorników, odmienna morfometria, różny czas retencji, położenie geograficzne (położenie zbiornika: pomorskie, nizinne, podgórskie i górskie), jak również charakter zbiornika – limniczny czy reolimniczny.

W zbiornikach powyrobiskowych obserwowano znacznie niższe zagęszczenia zooplanktonu niż w zbiornikach zaporowych. W zbiorniku Jezioro Purpurowe (Kolorowe Jezioro – wyrobisko pirytu) wartość zagęszczenia wrotków zawierało się w zakresie od 1 do 55 os L⁻¹, a sucha masa osiągnęła wartość poniżej 0,001 mg L⁻¹. Natomiast w pozostałych Kolorowych Jeziorokach: Żółte i Błękitne, wartości zagęszczenia i suchej masy były zdecydowanie większe i porównywalne z innymi zbiornikami powyrobiskowymi (zągęszczenia zawierały się w zakresie od 3 do 940 os L⁻¹, a sucha masa od 0,009 do 0,075 mg L⁻¹). Największe wartości zagęszczenia wrotków (1580–3306 os L⁻¹) i suchej masy (0,032–0,184 mg L⁻¹) odnotowano w zbiornikach poźwirowych. Nieco odmiennie wyniki otrzymano w przypadku widłonogów i wioślarek, ponieważ największe wartości zagęszczenia i suchej masy otrzymano w wyrobisku wapienni dewońskich – Jezioro Daisy (widłonogi: zagęszczenie 396 os L⁻¹, sucha masa powyżej 1 mg L⁻¹; wioślarki: zagęszczenie 474 os L⁻¹, sucha masa powyżej 2 mg L⁻¹). Najmniejsze wartości zagęszczenia

i suchej masy, tak jak w przypadku wrotków, stwierdzono w Kolorowych Jeziorkach (zagęszczenie poniżej 5 os L⁻¹, sucha masa poniżej 0,001 mg L⁻¹). Powyższe wyniki wskazują, że ważnym elementem w kształtowaniu zagęszczenia i suchej masy zooplanktonu była obecność strefy litoralowej.

Ciekawym przykładem ilustrującym duży rozrzut w zagęszczeniu np. wrotków mogą być wcześniejsze badania dotyczące wyrobisk piasku, gdzie w 6 zbiornikach, różniących się wiekiem, głębokością, powierzchnią oraz występowaniem lub brakiem strefy litoralowej, zagęszczenie wahało się od 238 os L⁻¹ do 1424 os L⁻¹ (Bielańska-Grajner i in. 2008).

W zbiornikach typu miejskiego, maksymalne zagęszczenia i suchą masę wrotków stwierdzono w sadzawce parkowej Park Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy (zagęszczenie – 26 912 os. L⁻¹; sucha masa – 1,925 mg L⁻¹). Największą suchą masę wrotków odnotowano w sadzawce miejskiej Mysiadło (31 gatunków), gdzie wartość ta przekraczała 5,15 mg L⁻¹. Natomiast najwyższe zagęszczenia i wartości suchej masy w przypadku widłonogów (4 gatunki) i wioślarek (11 gatunków) stwierdzono w miejskim zbiorniku zaporowym Park im. A. Mickiewicza w Łodzi (zagęszczenie 788–3646 os.L⁻¹; sucha masa 1,732–31,165 mg L⁻¹). Najmniejszą liczbę gatunków, najmniejsze zagęszczenie i suchą masę u widłonogów i wioślarek obserwowano w niestabilnych warunkach w fontannie i sadzawkach parkowych. Na liczbę gatunków i ich zagęszczenie ma wpływ roślinność występująca w sadzawce miejskiej, czyli większa liczba potencjalnych siedlisk, a w przypadku widłonogów i wioślarek stabilność hydrologiczna badanego zbiornika wodnego (Ejsmont-Karabin, Kuczyńska-Kippen 2001; Pocięcha i in. 2015).

Oceny wpływu czynników środowiskowych na zgrupowania wybranych przedstawicieli wrotków, wioślarek oraz widłonogów (dominantów z każdej grupy) stwierdzonych w zbiornikach zaporowych, powyrobiskowych i miejskich, dokonano za pomocą analizy CCA. W przypadku zbiorników zaporowych istotnymi czynnikami fizykochemicznymi wpływającymi na obecność dominujących gatunków wrotków i skorupiaków (gatunki dominujące

– Tabela 54) były Na⁺, Mg²⁺, Ca²⁺, NH₄⁺, NO₃⁻, Cl⁻, PO₄³⁻, F⁻, CO₃²⁻, SO₄²⁻ oraz przewodnictwo.

W przypadku zbiorników powyrobiskowych istotnymi czynnikami fizykochemicznymi wpływającymi na obecność gatunków dominujących zooplanktonu były K⁺, Na⁺, Mg²⁺, Ca²⁺, Cl⁻, CO₃²⁻, SO₄²⁻ oraz przewodnictwo.

Dla grupy zbiorników miejskich czynnikami fizykochemicznymi, które wpływały istotnie na występowanie dominujących gatunków zooplanktonu były koncentracja O₂, pH, Li⁺, Na⁺, Cl⁻, PO₄³⁻, F⁻, CO₃²⁻, SO₄²⁻ oraz przewodnictwo.

W badanych zbiornikach antropogenicznych stwierdzono dużą liczbę gatunków eurytopowych, szeroko rozpowszechnionych, występujących we wszystkich typach zbiorników; często były to gatunki dominujące (Tabela 54), np. wśród wrotków należy wymienić takie gatunki jak: *Asplanchna priodonta*, *Keratella cochlearis*, *Keratella tecta*, *Polyarthra dolichoptera*, wśród widłonogów: *Eudiaptomus gracilis*, *Metacyclops gracilis*, a wśród wioślarek: *Bosmina longirostris*, *Chydorus sphaericus*, *Daphnia cucullata*, *Diaphanosoma brachyurum*. Oprócz gatunków szeroko rozpowszechnionych odnotowano także charakterystyczne dla danego regionu np. *Eubosmina thersities* (wioślarka) – występuje w północnej części Polski (region: I i II); *Brachionus falcatulus* (wrotek) – występuje w południowej części Polski (region: IV). Stwierdzono występowanie 15 gatunków wrotków rzadkich dla obszaru Polski, między innymi były to: *Aspelta circinator*, *Cephalodella gibboides*, *Euchlanis oropha*. Wśród wioślarek znaleziono 3 gatunki rzadkie: *Alonella nana*, *Ceriodaphnia sestosa*, *Scapholeberis rammeri* oraz jeden gatunek introdukowany w XX w. – *Daphnia ambigua*. Wśród widłonogów nie stwierdzono występowania rzadkich gatunków.

Część gatunków wykazuje szeroki zakres tolerancji na czynniki środowiskowe, a część jest ściśle z nimi związana. W zbiornikach o kwaśnym odczynie wody występowały gatunki wrotków i skorupiaków planktonowych charakterystyczne dla tego środowiska (np. wrotki *Cephalodella delicata*, *Cephalodella hoodi*, *Eloisa worallii*) lub mające szeroki zakres tolerancji w stosunku do pH wody (np. wioślarka *Bosmi-*

Tabela 54. Wieloparametrowe porównanie zbiorowisk wrotków i skorupiaków w 3 różnego typu zbiornikach wodnych
Table 54. The multi-parameter comparison of rotifers and crustaceans communities in 3 different kinds of water reservoirs

	Zbiorniki zaporowe	Zbiorniki powyrobiskowe	Zbiorniki miejskie
Wrotki			
Liczba gatunków	58	83	79
Dominujące gatunki	Anuraeopsis fissa, Asplanchna priodonta, Brachionus angularis, Brachionus calyciflorus, Brachionus diversicornis, Conochilus unicornis, Filinia longisetata, Kellicotia longispina, Keratella cochlearis, Keratella tecta, Keratella quadrata, Lecane closteroerca, Lepadella ovalis, Polyarthra dolichoptera, Polyarthra longiremis, Polyarthra major, Polyarthra remata, Polyarthra vulgaris, Pompholyx sulcata, Synchaeta oblonga, Synchaeta pectinata, Trichocerca cylindrica, Trichocerca pusilla, Trichocerca similis	Anuraeopsis fissa, Ascomorpha ovalis, Asplanchna priodonta, Conochilus unicornis, Gastropus stylifer, Kellicotia longispina, Keratella cochlearis, Keratella tecta, Keratella quadrata, Polyarthra dolichoptera, Polyarthra remata, Polyarthra vulgaris, Pompholyx sulcata, Synchaeta pectinata, Trichocerca similis	Anuraeopsis fissa, Asplanchna priodonta, Brachionus angularis, Filinia longisetata, Keratella cochlearis, Keratella tecta, Keratella quadrata, Lecane closteroerca, Polyarthra dolichoptera, Polyarthra vulgaris, Pompholyx sulcata, Trichocerca pusilla, Trichocerca similis
Zagęszczenie w pelagialu (zakres: min.–max.) [os. L ⁻¹]	24–7073	1–2182	13–26912
Zagęszczenie w litoralu (zakres: min.–max.) [os. L ⁻¹]	4–6560	22–3136	142 (J. Szmargdowe)
Sucha masa w pelagialu (zakres: min.–max.) [mg L ⁻¹]	0,002–0,518	0,001–0,184	0,002–5,15
Sucha masa w litoralu (zakres: min.–max.) [mg L ⁻¹]	0,003–0,554	0,002–0,267	0,008 (J. Szmargdowe)
Różnorodność (wskaźnik Shannona – zakres)	1,009–2,484	0,464–2,486	0,370–2,247
Wioślarki			
Liczba gatunków	31	31	33
Dominujące gatunki	Bosmina longirostris, Ceriodaphnia quadrangula, Chydorus sphaericus, Daphnia cucullata, Daphnia galeata, Diaphanosoma brachyurum, Eubosmina crassicornis, Eubosmina theisites	Alonella nana, Bosmina longirostris, Ceriodaphnia quadrangula, Chydorus sphaericus, Daphnia cucullata, Diaphanosoma brachyurum	Bosmina longirostris, Ceriodaphnia quadrangula, Chydorus sphaericus, Daphnia cucullata, Diaphanosoma brachyurum

cd. Tabeli 54

	Zbiorniki zaporowe	Zbiorniki powyrobitskowe	Zbiorniki miejskie
Zagęszczenie w pelagialu (zakres: min.–max.) [os. L ⁻¹]	2–1311	1–474	1–3646
Zagęszczenie w litoralu (zakres: min.–max.) [os. L ⁻¹]	4–1953	1–364	15 (J. Szmaragdowe)
Sucha masa w pelagialu (zakres: min.–max.) [mg L ⁻¹]	0,001–1,689	0,001–1,863	0,004–31,165
Sucha masa w litoralu (zakres: min.–max.) [mg L ⁻¹]	0,001–1,57	0,001–4,745	0,005 (J. Szmaragdowe)
Różnorodność (wskaźnik Shannona – zakres)	0,526–2,098	0–2,163	0,674–2,068
Widłonogi			
Liczba gatunków	22	25	23
Dominujące gatunki	Acartocyclops robustus, Eudiaptomus gracilis, Metacyclops gracilis, Thermocyclops crassus, Thermocyclops oithonoides.	Eudiaptomus gracilis, Metacyclops gracilis, Thermocyclops oithonoides.	Eudiaptomus gracilis; Metacyclops gracilis.
Zagęszczenie w pelagialu (zakres: min.–max.) [os. L ⁻¹]	3–712	1–396	6–788
Zagęszczenie w litoralu (zakres: min.–max.) [os. L ⁻¹]	1–720	1–180	38 (J. Szmaragdowe)
Sucha masa w pelagialu (zakres: min.–max.) [mg L ⁻¹]	0,0001–1,762	0,001–1,008	0,006–1,732
Sucha masa w litoralu (zakres: min.–max.) [mg L ⁻¹]	0,002–0,31	0,0001–0,322	0,048 (J. Szmaragdowe)
Różnorodność (wskaźnik Shannona – zakres)	0,327–2,063	0–1,534	0–1,486

na *longirostris*). Jak podają Belyaeva i Deneke (2012), występowanie i taksonomiczna różnorodność gatunków wrotków i skorupiaków planktonowych w wodach kwaśnych, zwłaszcza zbiorników powyrobiskowych (wyrobiska pokopalniane), jest ściśle uzależniona od wartości pH. Wykazują, że w tego typu zbiornikach bogactwo gatunkowe zooplanktonu osiąga niskie wartości. Tylko niektóre gatunki mogą tolerować tak surowe warunki abiotyczne. Największą tolerancją na tego typu warunki środowiskowe wykazują gatunki wrotków, potem wioślarek, a najrzadziej spotykane są widłonogi.

Innym ważnym i statystycznie istotnym czynnikiem wpływającym na strukturę zbiorowisk zooplanktonu jest przewodność wody. Istnieją gatunki, które występują w wodach o wysokiej wartości tego parametru lub takie o szerokim zakresie tolerancji (Shurin i in. 2000; Bielańska-Grajner, Gładysz 2010; Bielańska-Grajner, Cudak 2014).

W naszych badaniach gatunki preferujące wody o wysokiej trofii występowały w zbiornikach o wysokiej przewodności wody. Wśród wrotków stwierdzono 7 gatunków związanych z wysoką trofią: np. *Anuraeopsis fissa*, *Brachionus angularis*, *Pompolyx sulcata*; wśród wioślarek były to: *Bosmina longirostris*, *Chydorus sphaericus*, a wśród widłonogów *Mesocyclops leuckarti* i *Thermocyclops crassus*.

Niektóre gatunki wrotków i skorupiaków dzięki szerokiemu zakresowi tolerancji na zmiany jakie zachodzą w środowisku wodnym, mogą stanowić wskaźnik stanu troficznego zbiornika wodnego (Hall i in. 2002). Paturej (2008) w swoich długoterminowych badaniach jeziora Długiego wykazała, że liczba gatunków, liczebność i biomasa zwierząt planktonowych była zróżnicowana i uzależniona od trofii jeziora oraz od czynników abiotycznych środowiska. Wykazała że, w wyniku zmniejszenia ilości zanieczyszczeń wprowadzanych do jeziora, nastąpiła przebudowa struktury zooplanktonu w kierunku zwiększenia bogactwa gatunkowego oraz wyraźnego zmniejszenia liczby i liczebności gatunków wskaźnikowych, świadczących o wysokiej trofii jeziora.

Wśród gatunków planktonowych istnieją preferencje co do rodzaju zbiorników wod-

nych. Merrix-Jones i in. (2013) przeprowadzili meta-analizę danych literaturowych co do zasiedlania przez skorupiaki planktonowe rodzaju zbiornika: naturalny czy sztuczny. Wyniki tej analizy pokazały, że widłonogi *Eudiaptomus* i *Thermocyclops* preferują zbiorniki sztuczne, a *Cyclops* i *Acanthocyclops* zbiorniki naturalne; wioślarki *Moina* zasiedlają chętniej zbiorniki sztuczne, a *Chydorus* zbiorniki naturalne. W opisywanych przez nas zbiornikach wszystkie wymienione rodzaje widłonogów i wioślarek licznie występowały we wszystkich typach zbiorników antropogenicznych.

Różnorodność biologiczną zooplanktonu w badanych zbiornikach zbadano przy pomocy kilku wskaźników bioróżnorodności. Najwyższe wartości wskaźnika różnorodności Margalefa dla zooplanktonu stwierdzono we wszystkich 3 typach zbiorników z dobrze wykształconą strefą litoralu. Wartości były w zakresie od 7,5 do 8,5 (zbiorniki: a) zaporowe: Zbiornik Myłof, Jezioro Koronowskie (region: I–II); b) powyrobiskowe (wyrobisko żwiru): Skoki Duże, Owińska (region: II–III); c) miejskie: Jezioro Szmaragdowe (region: I). Zbiorniki te są zlokalizowane w 3 regionach geograficznych blisko siebie położonych.

Najwyższe wartości wskaźników różnorodności gatunkowej Brillouina (H'), Shannona-Wienera (H'') i Simpsona (I'') odnotowano dla zooplanktonu w zbiornikach zaporowych (aż w 7 z nich wskaźnik Shannona-Wienera (H'') był $> 2,5$). Spośród zbiorników powyrobiskowych jedynie zróżnicowanie zooplanktonu zbiornika w Owińskich (wyrobisko żwiru) osiągnęło wysoką wartość porównywalną z tymi dla zooplanktonu zbiorników zaporowych. Z kolei wskaźniki zróżnicowania zooplanktonu w grupie zbiorników miejskich osiągały wysokie wartości tylko w dwóch zbiornikach zlokalizowanych w Łodzi (miejskie zbiorniki zaporowe: Park im. A. Mickiewicza w Łodzi i Zbiorniki Arturówek (Łódź–Łagiewniki). Najwyższe wartości wskaźnika równomierności dla zooplanktonu (powyżej 50) stwierdzono tylko w wyrobisku pirytu w Jeziorze Purpurowym (Kolorowe Jezioro) oraz w miejskiej sadzawce w Lublinie (Park Saski Lublin), gdzie stwierdzono najmniejszą liczbę gatunków, odpowiednio 16 i 19.

Podsumowując, najwyższe wartości wskaźników różnorodności odnotowano dla zooplanktonu w zbiornikach zlokalizowanych w III regionie w Polsce: Niziny Środkowopolskie, Wysoczyzny Podlasko-Białoruskie i Polesie.

W celu oceny podobieństwa zgrupowań zooplanktonu w różnego typu zbiornikach antropogenicznych, do analiz użyto wskaźnika Sørensen. Analizy wykazały, że w zbiornikach zaporowych jak i w zbiornikach powyrobiskowych, można wydzielić po dwie grupy zbiorników różniących się składem gatunkowym zooplanktonu; do **pierwszej** grupy zaliczono zbiorniki zaporowe: Jezioro Łapińskie Nowe, Myłof, Jezioro Koronowskie, Siemiatyckie Zalewy i Zbiornik Próba, do **drugiej** grupy zaliczono pozostałe zbiorniki zaporowe. Pierwsza grupa zbiorników wyróżniona wskaźnikiem

Sørensen położona jest w regionach I–III, natomiast w drugiej grupie znalazły się zbiorniki z regionów III–V.

W zbiornikach powyrobiskowych wydzielono również dwie grupy zbiorników różniące się składem gatunkowym. Do **pierwszej** zaliczono zbiorniki Kolorowe Jeziorka z regionu V (wyrobiska pirytu), a **drugą** grupę stanowiły zbiorniki z regionów I–IV (wyrobiska: żwiru, kredy i wapieni). Porównując zgrupowania zooplanktonu w zbiornikach miejskich nie można było w sposób jednoznaczny wydzielić żadnych grup.

Podsumowując stwierdza się, że skład gatunkowy zooplanktonu w zbiornikach zaporowych i powyrobiskowych, lecz nie miejskich różni się pomiędzy zbiornikami w poszczególnych regionach Polski.

8. Literatura

- Andrzejewski R., Weigle A. 2003. *Różnorodność biologiczna Polski*. Narodowa Fundacja Ochrony Środowiska. Warszawa.
- Baas Becking L.G.M. 1934. *Geobiologie of inleiding tot de milieukunde*. The Hague: Van Stockum and Zoon.
- Basińska A.M., Świdnicki K., Kuczyńska-Kippen N. 2014. Effect of surrounding trees and dry rush presence on spring zooplankton community in an urban pond complex. *Annales de Limnologie – International Journal of Limnology* 50 (4): 315–323.
- Belyaeva M., Deneke R. 2012. 3.3.1.2. Zooplankton. W: Geller W., Schulze M., Kleinmann R., Wolkersdorfer Ch. (red.). *Acid pit lasek. The legacy of coal and metal surface mines*. Springer, ss. 117–126.
- Benzie J.A. 2005. The genus *Daphnia* (including *Daphniopsis*) (Anomopoda: Daphniidae). T. 21. Guide to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world. Leiden Kenobi Productions, Ghent and Backhuys Publishers.
- Biełańska-Grajner I., Cudak A. 2014. Effects of salinity on species diversity of rotifers in anthropogenic water bodies. *Polish Journal of Environmental Studies* 23 (1): 27–34.
- Biełańska-Grajner I., Gładysz A. 2010. Planktonic rotifers in mining lakes in the Silesian Upland: Relationship to environmental parameters. *Limnologica – Ecology and Management of Inland Waters* 40 (1): 67–72.
- Biełańska-Grajner I., Gruszka K. 2008. Planktonic rotifer community before and after restoration of lake Paprocany. *Teka Komisji Ochrony i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego* 5: 5–11.
- Biełańska-Grajner I., Ejsmont-Karabin J., Iakovenko N. 2013. *Wrotki Rotifera, Bdelloidea*. Fauna Ślaskowa. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, 32 C: 1–151.
- Biełańska-Grajner I., Prudel M., Skawińska A. 2006. Rotifera and Cladocera in Paruszowiec dam reservoir after restoration. *Teka Komisji Ochrony i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego* 3: 19–23.
- Biełańska-Grajner I., Gładysz A., Furman B., Gadomska A., Kopaczyńska-Nowacka A., Żymelka I. 2008. Rotifer communities in reservoirs created by sand extraction in the silesian upland. *Teka Komisji Ochrony i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego* 5: 12–17.
- Biedziński L.A. 1989. *Zooplankton ecology of Włocławek Dam Reservoir*. Doctoral dissertation, PhD thesis, Dept. Hydrobiology, Nicholas Copernicus University, Toruń.
- Bogacka E., Paturej E. 2006. Reakcja zespołów zooplanktonu na podwyższoną temperaturę wody w jeziorach będących pod wpływem zrzutu wód z elektrowni. *Acta Scientiarum Polonorum, Formatio Circumiectus* 5: 111–120.
- Boix D.S., Gascon J., Sala A., Badosa S., Brucet R., Lopez-Flores M., Martinoy J., Gifre Quintana X. D. 2008. Patterns of composition and species richness of crustaceans and aquatic insects along environmental gradients in Mediterranean water bodies. *Hydrobiologia* 597: 53–69.
- Bowszys M. 2004. The effect of impoundment and environmental factors on zooplankton of the Pierzchalski Dam Reservoir (Poland). *Polish Journal of Natural Sciences* 17 (2): 405–423.
- Dembowska E., Napiórkowski P. 2000. The lower Vistula bioeston in the Wyszogród-Toruń segment. W: Giziński A. (red.). *Hydrobiology of the lower Vistula River between Wyszogród and Toruń. An assessment of the influence of the Włocławek dam on the structure and functions of the river ecosystem*. Acta Universitatis Nicolai Copernici, Prace Limnologiczne 21 (105): 59–73.
- De Smet W. 1997. Dicranophoridae (Monogononta) in Rotifera 5. The Dicranophoridae and the Ituridae (Monogononta). W: Nogrady T., Dumont H.J.F. (red.). *Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World*, 12, SPB Academic Publishing, bv, Amsterdam, s. 325.
- Dussart B. 1967. *Les Copépodes des eaux continentales d'Europe occidentale: Calanoides et harpacticopides*. Boubée and Cie, Paris, s. 500.
- Dussart B. 1969. *Les Copépodes des eaux continentales d'Europe occidentale: Cyclopoïdes et biologie*. Boubée and Cie, Paris, s. 267.
- Dussart B.H., Defaye D. 2001. *Introduction to the Copepoda*. W: Dumont H.J. (red.). *Guide to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world*. T. 16. Backhuys, Leiden, ss. 344.
- Ejsmont-Karabin J. 1995. Rotifer occurrence in relation to age, depth and trophic state of quarry lakes. *Hydrobiologia* 313: 21–28.
- Ejsmont-Karabin J., Kuczyńska-Kippen N. 2001. Urban rotifers: structure and densities of rotifer communities in water bodies of the Poznań agglomeration area (western Poland). *Hydrobiologia* 446 (1): 165–171.
- Ejsmont-Karabin J., Węgleńska T. 1990. *Zooplankton Zbiornika Zegrzyńskiego – jego obfitość, struktura i rola w funkcjonowaniu ekosystemu*. W: Kajak Z. (red.). *Funkcjonowanie ekosystemów wodnych ich ochrona i rekultywacja. Część I. Ekologia zbiorników zaporowych i rzek*. SGGW–Akademia Rolnicza, Warszawa, s. 29–56.
- Ejsmont-Karabin J., Radwan S., Biełańska-Grajner I. 2004. *Monogononta – atlas gatunków*. W: Radwan S. (red.). *Wrotki (Rotifera) Fauna Ślaskowa*. 32. Polskie Towarzystwo Hydrobiologiczne, Uniwersytet Łódzki, Oficyna Wydawnicza Tercja, Łódź, 32 B: 147–448.
- Fleith T., Pocięcha A. 2000. *Zooplankton*. W: Starmach J., Mazurkiewicz-Boroń G. (red.). *Monografia: Zbiornik*

- Dobczycki. Ekologia–eutrofizacja–ochrona. Zakład Biologii Wód im. Karola Starmacha PAN, Kraków, s. 113–120.
- Flößner D. 1972. Krebstiere, Crustacea. Kiemen-und Blattfüßer, Branchiopoda. Fischläuse, Branchiura. Jena, Fischer Verlag, ss. 501.
- Flößner D. 2000. Die Haplopoda und Cladocera Mitteleuropas. Backhuys Publisher, Leiden, ss. 428.
- Fontaneto D. (red.) 2011. Biogeography of Microscopic Organisms. Is Everything Small Everywhere? Cambridge University Press, Cambridge.
- Galicka W., Lesiak T., Rzerzycha E. 1992. Dynamics of phytoplankton in the Sulejow Reservoir (central Poland), as related to nutrients and zooplankton pressure. *Acta Hydrobiologica* 4 (34): 315–327.
- Godlewska M., Mazurkiewicz-Boroń G., Pocięcha A., Wilk-Woźniak E., Jelonek M. 2003. Effects of flood on the functioning of the Dobczyce reservoir ecosystem. *Hydrobiologia* 504 (1–3): 305–313.
- Gołdyn R., Szelaż-Wasielewska E., Kowalczywska-Madura K., Dondajewska R., Szyper H., Joniak T., Domek P. 2006. Functioning of the gravel pit Lake in Owińska (West Poland) in the years 2001–2005. *Teka Komisji Ochrony i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego* 3: 45–54.
- Górniak A., Karpowicz M. 2014. Development of crustacean plankton in a shallow, polyhumic reservoir in the first 20 years after impoundment (northeast Poland). *Inland Waters* 4 (3): 311–318.
- Grabowska M., Ejsmont-Karabin J., Karpowicz M. 2013. Reservoir-river relationships in lowland, shallow, eutrophic systems: an impact of zooplankton from hypertrophic reservoir on river zooplankton. *Polish Journal of Ecology* 61 (4): 759–768.
- Hall J., Catherine J.B., Carolyn W. 2002. Environmental gradients and zooplankton distribution in a shallow tidal lake. *Archiv für Hydrobiologie* 154 (3): 485–497.
- Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P.D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4 (1): 9.
- Hillbricht-Ilkowska A. 1998. Różnorodność biologiczna siedlisk słodkowodnych. *Problemy, potrzeby, działania. Idee Ekologiczne* (Poznań), 13, ser. Szkice 7: 13–54.
- Kondracki J. 2000. *Geografia regionalna polski*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Koste W. 1978. *Rotatoria*. Gebrüde Borntraeger, Berlin, Stuttgart, T. 1, 2. 234 tabl., ss. 673.
- Koste W., Shiel R.J. 1990. Rotifera from Australian inland waters. V. Lecanidae (Rotifera: Monogononta). *Transactions of the Royal Society of South Australia* 114 (1): 1–36.
- Kovach W.L. 2015. MVSP – a Multivariate Statistical Package for Windows, ver. 3.2. Kovach Computing Services, Pentraeth, Wales, U.K.
- Krzanowski W. 1971. Zooplankton of the dam reservoir on the Sola at Tresna in the first year after its construction. *Acta Hydrobiologica* 13 (3): 323–333.
- Krzanowski W. 1986. Development and Structure of the Goczałkowice Reservoir Ecosystem: IX. Zooplankton. *Ekologia Polska* 34 (3): 415–428.
- Krzanowski W. 1987. Zooplankton of the Wisla-Czarne Dam Reservoir (Southern Poland) in the Years 1975–1984. *Acta Hydrobiologica* 29 (4): 417–427.
- Krzyżanek E., Kasza H., Krzanowski W., Kuflikowski T., Pajak G. 1986. Sucession of communities in the Goczałkowice dam reservoir in the period 1955–1982. *Archiv für Hydrobiologie* 106 (1): 21–43.
- Kuczyńska-Kippen N., Basińska A. 2014. Habitat as the most important influencing factor for the rotifer community structure at landscape level. *International Review of Hydrobiology* 99 (1–2): 58–64.
- Kuczyńska-Kippen N., Baczyńska-Chudy E., Gołdyn H. 2006. Comparison of the rotifera and crustacean community structure of two post-excavation peat pits near Turew, Wielkopolska region, Poland. *Teka Komisji Ochrony i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego* 3: 96–103.
- Kuczyńska-Kippen N., Basińska A.M., Świdnicki K. 2013. Specificity of zooplankton distribution in meteorite crater ponds (Morasko, Poland). *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 409 (8): 1–11.
- Kuczyńska-Kippen N., Nagengast B., Celewicz-Gołdyn S. 2006. Physical-chemical and biological parameters of two neighbouring post-exploitation clay-pits. *International agrophysics* 20 (3): 183.
- Kuczyńska-Kippen N., Nagengast B., Bartkowska E., Horbajczuk L. 2004. Differentiation of the structure of zooplankton communities in stands of water and rush vegetation of post-exploitation small water bodies in Poznań. *Teka Komisji Ochrony i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego* 1: 122–129.
- Lewkowicz M. 1971. Biomass of zooplankton and production of some species of Rotatoria and *Daphnia longispina* in carp ponds. *Polish Archives of Hydrobiology* 18 (2): 215–223.
- Merrix-Jones F.L., Thackeray S.J., Ormerod S.J. 2013. A global analysis of zooplankton in natural and artificial fresh waters. *Journal of Limnology* 72 (1): 140–153.
- Moe S.J., Dudley B., Ptacnik R. 2008. REBECCA databases: experiences from compilation and analyses of monitoring data from 5,000 lakes in 20 European countries. *Aquatic Ecology* 42: 183–201.
- Napiórkowski P., Kentzer A., Dembowska E. 2006. Zooplankton of the lower Vistula River: The effect of Włocławek Dam Reservoir (Poland) on community structure. *Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie Verhandlungen* 29 (4): 2109–2114.
- Nogrady T., Segers H. 2002. Rotifera 6. The Asplanchnidae, Gastropodidae, Lindiidae, Microcodinidae, Synchaetidae, Trochosphaeridae. W: Dumont H.J. (red.). *Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World* 18. Backhuys Publishers BV, Dordrecht, The Netherlands, s. 264.

- Nogrady T., Pourriot R., Segers H. 1995. Rotifera 3. The Notommatidae and The Scardiidae. W: Dumont H.J., Nogrady T. (red.). Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World 8. SPB Academic, The Hague, The Netherlands, s. 248.
- Paluch J., Szulicka J., Wróbel S., Bombówna M., Brabecka M., Nojda K., Skalska T. 1975. Limnological characteristics of the cascade of dam reservoirs on the Sola River. Part I. Aquatic organisms. Polish Archives of Hydrobiology 22: 285–299.
- Patulej E. 2008. Wpływ rekultywacji na trofię jeziora śródmiejskiego. Acta Scientiarum Polonorum, Formatio Circumiectus 7 (1): 3–12.
- Pociecha A. 2002. Wpływ czynników abiotycznych i biotycznych na strukturę i dynamikę zespołu zooplanktonu w zbiorniku zaporowym (Zbiornik Dobczycki, południowa Polska). Rozprawa doktorska. Uniwersytet Łódzki, Łódź.
- Pociecha A., Amirowicz A. 2003. An attempt to determine the share of zooplankton in food consumed by fish in the limnetic zone of a eutrophic dam reservoir. Oceanological and Hydrobiological Studies 32 (2): 15–31.
- Pociecha A., Heese T. 2007. Spatial distribution of zooplankton in a cascade system of Pomeranian dam reservoirs (Hajka, Rosnowo), northern Poland. Oceanological and Hydrobiological Studies 36 (3): 39–51.
- Pociecha A., Wilk-Woźniak E. 2003. Cyanoprokaryota–Cladocera relationships in a submontane dam reservoir modified by hydrological conditions. Algological Studies 109 (1): 499–508.
- Pociecha A., Wilk-Woźniak E. 2006. The life strategy and dynamics of selected species of phyto- and zooplankton in a dam reservoir during “wet” and “dry” years. Polish Journal of Ecology 54 (1): 29–38.
- Pociecha A., Wilk-Woźniak E. 2007. Effect of environmental conditions on rotifers and selected phytoplankton species in three submountane dam reservoirs (southern Poland, Central Europe). Ekologia (Bratysława) 26 (2): 132–142.
- Pociecha A., Wilk-Woźniak E., Mróz W., Bielańska-Grajner I., Gadzinowska J., Walusiak E. 2015. Biodiversity of rotifers in urban water reservoirs of Southern Poland. Oceanological and Hydrobiological Studies 44(3): 335–342.
- Pótorak T. 1982. Zooplankton of post-gravel pit ponds and the zooplankton of Rzeszów dam reservoir covering their area now. Acta Universitatis Nicolai Copernici 52: 65–94.
- Radwan S., Płaska W., Mieczan T. 2004. Różnorodność biologiczna środowisk wodnych i podmokłych na obszarach wiejskich. Woda – Środowisko – Obszary wiejskie 4: 277–294.
- Rusak J.A., Yan N.D., Somers K.M., McQueen D.J. 1999. The temporal coherence of zooplankton population abundances in neighboring north-temperate lakes. American Naturalist 153: 46–58.
- Rusak J.A., Yan N.D., Somers K.M., Cottingham K.L., Micheli F., Carpenter S.R., Frost T.M., Paterson M.J., McQueen D.J. 2002. Temporal, spatial, and taxonomic patterns of crustacean zooplankton variability in unmanipulated north-temperate lakes. Limnology and Oceanography 47: 613–625.
- Rzętała M. 2008. Funkcjonowanie zbiorników wodnych oraz przebieg procesów limnicznych w warunkach zróżnicowanej antropopresji na przykładzie regionu górnośląskiego. Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, Katowice, s. 172.
- Rybak J.I., Błędzki L.A. 2005. Copepods. Copepoda: Cyclopoida. Warszawa, IOŚ, BMŚ.
- Rybak J.I., Błędzki L.A. 2010. Słodkowodne skorupiaki planktonowe: klucz do oznaczania gatunków. Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego.
- Segers H. 1995. Rotifera 2. The Lecanidae (Monogononta). W: Dumont H.J., Nogrady T. (red.). Guides to the Identification of the Continental Waters of the World 6. SPB Academic, The Hague, The Netherlands, s. 226.
- Shurin J.B., Havel J.H., Leibold M.A., Pinel-Alloul B. 2000. Local and regional zooplankton species richness: a scale-independent test for saturation. Ecology 81: 3062–3073.
- Sienkiewicz E., Gąsiorowski M. 2015. Influence of Acid Mine Drainage (AMD) on recent phyto- and zooplankton in. W: EGU General Assembly Conference Abstracts, 17: 1764.
- Starzykowska K. 1972. Populations of Cladocera and Copepoda in dam reservoirs of southern Poland. Acta Hydrobiologica 14 (1): 37–55.
- StatSoft, Inc. 2014. STATISTICA (data analysis software system), version 10. www.statsoft.com.
- Szeląg-Wasielewska E., Goldyn R., Fyda J., Romanowicz W. 2006. Structure and spatial differentiation of the planctonic community in the gravel pit lake in Owińska (West Poland). Teka Komisji Ochrony i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego 3: 216–24.
- Szumiec M.A., Jakubas M., Kolasa-Jaminska B., Urbaniec-Brózda W. 2001. The effect of temperature decrease on carp *Cyprinus carpio* L. culture in a temperate climate. Part II. Zoo- and phytoplankton dynamics and the chemical composition of pond water. Archiwum Rybactwa Polskiego 9 (2): 209–218.
- Ślusarczyk A. 2003. Limnological study of a lake formed in limestone quarry (Kraków, Poland). I. Zooplankton community. Polish Journal of Environmental Studies 12 (4): 489–493.
- Świerzowski A., Godlewska M., Pótorak T. 2000. The relationship between the spatial distribution of fish, zooplankton and other environmental parameters in the Solina reservoir, Poland. Aquatic Living Resources 13 (5): 373–377.
- Ter Braak C.J.F., Šmilauer P. 2002. CANOCO Reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide: Soft-

- ware for Canonical Community Ordination (version 4.5). Microcomputer Power (Ithaca NY, USA), ss. 500.
- Wilk-Woźniak E., Pocięcha A. 2007. Dynamics of chosen species of phyto- and zooplankton in a deep submontane dam reservoir in light of differing life strategies. *Oceanological and Hydrobiological Studies* 36: 35–48.
- Wilk-Woźniak E., Żurek R. 2006. Phytoplankton and its relationships with chemical parameters and zooplankton in meromictic Piaseczno reservoir, Southern Poland. *Aquatic Ecology* 40 (2): 165–176.
- Wilk-Woźniak E., Amirowicz A., Pocięcha A., Gąsiorowski M. 2015. The effect of water balance of a man made lacustrine ecosystem on the food web: does flushing affect the carbon signature of plankton and benthos? *Ecohydrology*. DOI: 10.1002/eco.1672
- Wilk-Woźniak E., Pocięcha A., Ciszewski D., Aleksander-Kwaterczak U., Walusiak E. 2011. Phyto- and zooplankton in fishponds contaminated with heavy metal runoff from a lead-zinc mine. *Oceanological and Hydrobiological Studies* 40 (4): 77–85.
- Wiśniewski R., Błędzki L.A. 1989. Factors influencing the microspatial zooplankton and oxygen heterogeneity in Włocławek Dam reservoir. *Archiv für Hydrobiologie. Beihefte* 33: 3–8.
- Wojtal A., Frankiewicz P., Wagner-Łotkowska I., Zalewski M. 2004. The evaluation of the role of pelagic invertebrate versus vertebrate predators on the seasonal dynamics of filtering Cladocera in a shallow, eutrophic reservoir. *Hydrobiologia* 515 (1–3): 123–135.
- Żurek R. 1998. Zooplankton of the Wisła–Czarne dam reservoir before and after experimental alkalisation of its tributaries. *Studia Naturae* 44: 215–223.
- Żurek R. 2006. Zooplankton of a flooded opencast sulphur mine. *Aquatic Ecology* 40 (2): 177–202.



ISBN 978-83-61191-80-3

<http://rcin.org.pl>