

CHARAKTERYSTYKA PARAMETRÓW FIZYKOCHEMICZNYCH WÓD BĘDĄCYCH SIEDLISKIEM RAMIENIC (CHARALES) W ZBIORNIKACH ANTROPOGENICZNYCH ZAGŁĘBIA DĄBROWSKIEGO

**Characterisation of physicochemical parameters in waters serving as habitats
for stoneworts (Charales) in anthropogenic reservoirs of the Dąbrowa Basin**

EWELINA RATAJCZAK¹ 

Zarys treści. Działalność antropogeniczna w znaczny sposób przekształca komponenty środowiska przyrodniczego. Obszar Zagłębia Dąbrowskiego został silnie przekształcony w wyniku wieloletniej działalności przemysłowej – głównie przemysłu wydobywczego. W rezultacie powstało wiele wyrobisk oraz zapadlisk, które w dużej mierze rekultywowano w kierunku wodnym. Tego typu akweny, mimo dużej antropopresji, mogą być siedliskiem cennych gatunków fauny i flory. W artykule przedstawiono wyniki analiz chemicznych wód w wybranych zbiornikach antropogenicznych na terenie Zagłębia Dąbrowskiego oraz oceniono, czy nadal występują tam zbiorowiska ramienic (Charales). Prowadzone badania wykazały dużą zdolność przystosowania się ramienic do zmiennych parametrów wód zbiorników.

Słowa kluczowe: zbiorniki antropogeniczne, hydrologia, hydrochemia, zanieczyszczenie wód, bioróżnorodność

Abstract. Anthropogenic activity significantly transforms components of the natural environment. The area of the Dąbrowa Basin has been heavily altered by long-term industrial activities, primarily mining. As a result, numerous excavations and sinkholes have been created, many of which have been largely reclaimed as water bodies. Despite substantial anthropogenic pressure, such water bodies can serve as habitats for valuable fauna and flora species. The article presents the results of chemical analyses of waters in selected anthropogenic reservoirs within the Dąbrowa Basin and assesses whether stonewort communities (Charales) still occur in these areas. The conducted research shows a high ability of stonewort to adapt to the changing parameters of reservoir waters.

Key words: anthropogenic reservoirs, hydrology, hydrochemistry, water pollution, biodiversity

Wstęp

Działalność człowieka w znaczny sposób wpływa na przekształcanie środowiska naturalnego (Gabrysiak 2012; Solarski i in. 2012). Zagłębie Dąbrowskie znajduje się w południowej części Polski, w województwie śląskim. W wyniku wieloletniej działalności przemysłowej – głównie przemysłu wydobywczego – powstało wiele wyrobisk,

które po zakończeniu eksploatacji w większości były rekultywowane w kierunku wodnym. Utworzyło się tu również wiele zapadlisk, samoczynnie wypełnionych wodą.

Powstałe zbiorniki wodne pozostają pod wpływem silnej antropopresji. Znaczny wpływ na warunki fizykochemiczne wód mają antropogeniczne przekształcenia zlewni i jej zagospodarowanie, natomiast tło hydrogeochemiczne odgrywa znacznie mniejszą rolę, niż ma to miejsce

¹ Uniwersytet Śląski w Katowicach, Wydział Nauk Przyrodniczych, Instytut Nauk o Ziemi, ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec; e-mail: eweratajczak@gmail.com, ORCID: 0009-0001-3121-0815

w zlewniach w mniejszym stopniu przekształconych przez człowieka (Machowski 2010). Mimo kształtowania się warunków odbiegających od naturalnych, zbiorniki antropogeniczne niejednokrotnie stały się siedliskami cennych gatunków roślin, takich jak ramienice.

Ramienice (Charales) należą do najwyższej uorganizowanych grup glonów (Dąbska, Karpiński 1954). Charakterystyka ramienic jako wyspecjalizowanych glonów oznacza, że są one często zależne od specyficznych warunków środowiska i wykazują dużą wrażliwość na wzbogacanie wód składnikami odżywczymi. W rezultacie ramienice są dobrymi wskaźnikami jakości oligo- do mezotroficznymi siedlisk słodkowodnych o twardej wodzie (Fox, Stipniec 2023). Zmiany jakości wody, jej temperatury oraz przekształcenia cech reżimu limnicznego, a w szczególności amplitudy stanów wody, mogą negatywnie wpływać na zdolność ramienic do przetrwania w danym środowisku. W rezultacie poszczególne gatunki mogą znaleźć się w coraz trudniejszej sytuacji i zmniejszać swoje zasięgi występowania (Gąbka i in. 2011).

W badanych zbiornikach ramienice były wcześniej notowane przez Krajewskiego (2012). Celem opracowania jest analiza parametrów fizykochemicznych wód wybranych zbiorników Zagłębia Dąbrowskiego i określenie warunków siedliskowych ramienic, których występowanie zostało potwierdzone podczas prowadzonych badań.

Charakterystyka zbiorników

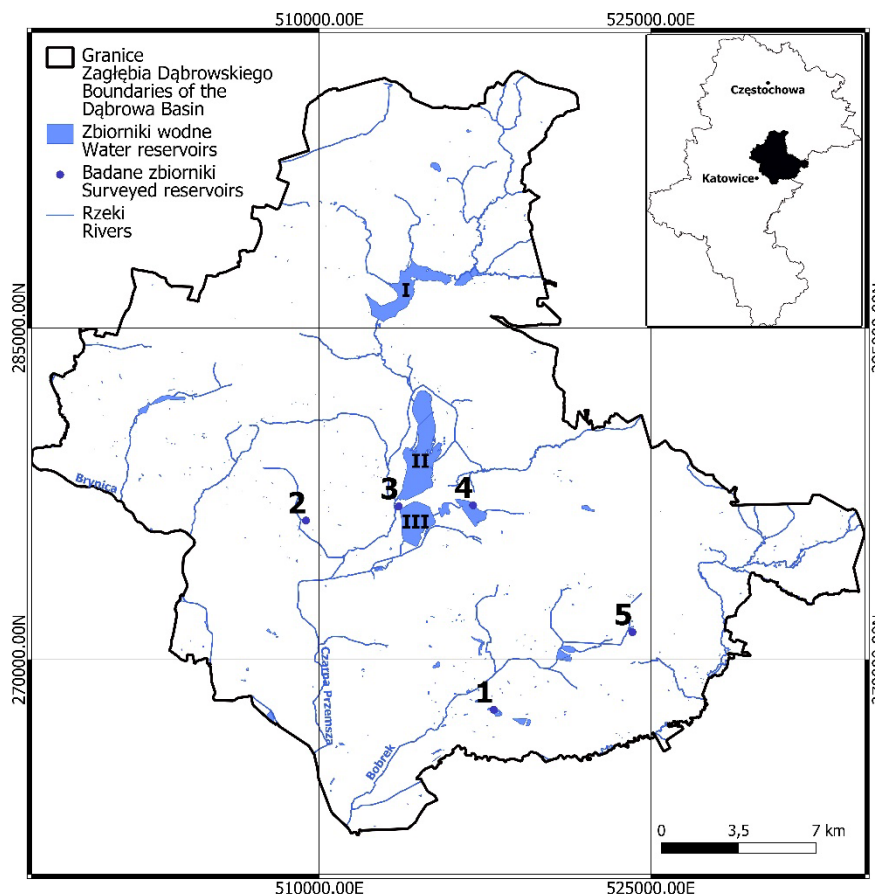
Do badań wytypowano pięć zbiorników zlokalizowanych na terenie Zagłębia Dąbrowskiego (rys. 1; tab.1), które znajduje się na południu Polski w centralnej części województwa śląskiego, między rzekami: Brynicą na zachodzie oraz Białą Przemszą na wschodzie (Dulias 2007). Analizowany region ma bardzo dobrze rozwiniętą sieć rzeczną, występuje tu również wiele zbiorników wodnych (głównie pochodzenia antropogenicznego), przez co określane jest w literaturze jako Górnośląskie Pojezierze Antropogeniczne (Janowski 1986; Rzętała 2016).

Ponadto, Zagłębie Dąbrowskie jest mocno zróżnicowane pod względem budowy geologicznej. Najstarsze utwory skalne na tym obszarze datowane są na dewon dolny i są reprezentowane przez piaskowce, mułowce oraz iłowce (Kurek i in. 1994). Licznie występują osady karbońskie, które w dużej mierze zostały wyeksploatowane w wyniku działalności górniczej (Wilanowski,

Żaba 2016). Znaczna część Zagłębia Dąbrowskiego jest pokryta utworami czwartorzędowymi, w skład których wchodzi osady lodowcowe (plejstoceny), oraz polodowcowe (holoceny) (Biernat 1970).

Znaczny wpływ na jakość wód posiada rodzaj zagospodarowania terenu wokół zbiorników:

1. Balaton – zbiornik przepływowy na cieku, o powierzchni 7,5 ha i głębokości dochodzącej do 2 m, otoczony głównie przez obszary leśne. W całym akwenu obowiązuje zakaz kąpielii; zbiornik jest odwiedzany głównie przez wędkarzy.
2. Cegielnia – zbiornik bezodpływowy zasilany opadami, położony w zlewni Potoku Psarskiego. Powierzchnia zbiornika wynosi 0,2 ha, głębokość zaś dochodzi do 2 m. Zlokalizowany jest on w centrum dzielnicy Łagisza w Będzinie w pobliżu elektrociepłowni; w otoczeniu występują liczne zabudowania jednorodzinne oraz zakład meblarski.
3. Marianki – zbiornik zlokalizowany poniżej akwenu Kuźnica Warężyńska. Wraz z położoną powyżej pompownią ze zbiornikiem wyrównawczym akwen Marianki stanowi element odwadniającego. Powierzchnia zbiornika wynosi 0,55 ha, a głębokość osiąga maksymalnie 1,5 m. Na zachód od zbiornika płynie Czarna Przemsza. Bezpośrednio przy zachodnim brzegu przebiega droga gminna, a nad zbiornikiem przeprowadzono wiadukt kolejowy. W najbliższym otoczeniu występuje niewiele gospodarstw domowych.
4. Pogoria I – zbiornik o powierzchni 72,54 ha i głębokości dochodzącej do 8 m. Jest to zbiornik przepływowy zlokalizowany na cieku Pogoria. Charakteryzuje się najsilniej przekształconymi obszarami przyległymi bezpośrednio do akwenu. W północno-wschodniej części zbiornika znajduje się plaża oraz osiedle domów jednorodzinnych, natomiast zachodni brzeg to skupisko domków letniskowych.
5. Zbiornik w Sławkowie – najmniejszy wśród badanych zbiorników, mający 0,17 ha powierzchni i głębokości dochodzącej do 0,5 m. Jest to zbiornik bezodpływowy zasilany wodami opadowymi. Zlokalizowany jest między dwiema liniami kolejowymi, w najbliższej okolicy znajduje się niewiele gospodarstw domowych, a akwen otoczony jest głównie przez tereny zielone. Mimo łagodnej antropopresji, wynikającej ze sposobu zagospodarowania terenu, zauważono podczas prowadzonych badań, że do zbiornika wyrzucane są odpady.



Rys.1. Lokalizacja badanych zbiorników

1 – Balaton, 2 – Cegielnia, 3 – Marianki, 4 – Pogoria I, 5 – Sławków;
I – Przezyce, II – Kuźnica Warężyńska, III – Pogoria III

Location of the studied reservoirs

1 – Balaton, 2 – Cegielnia, 3 – Marianki, 4 – Pogoria I, 5 – Sławków;
I – Przezyce, II – Kuźnica Warężyńska, III – Pogoria III

Tabela 1

Charakterystyka zbiorników

Characteristics of reservoirs

Zbiorniki/ Reservoir	Typ hydrologiczny/ Hydrological type	Typ genetyczny/ Genetic type	Współrzędne geograficzne/ Coordinates	
			X	Y
Balaton	odpływowy	wyrobiskowy	517885.94	267700.46
Cegielnia	bezodpływowy	wyrobiskowy	509373.75	276288.34
Marianki	bezodpływowy	zagłębienie powstałe w wyniku budowy grobli przyległych zbiorników	513562.64	276968.84
Pogoria I	odpływowy	wyrobiskowy	516876.55	277032.34
Sławków	bezodpływowy	zagłębienie śródpolne	525430.55	270361.91

Metody badań

Próbki wód do analiz chemicznych były pobierane sześciokrotnie w 2021 roku ($n = 30$). Wodę pobierano do butelek polietylenowych o pojemności 0,5 l, a następnie transportowano do laboratorium w temperaturze $+4^{\circ}\text{C}$. Pomiar parametrów takich jak odczyn, przewodność elektrolityczna właściwa (odniesiona do 25°C) oraz temperatura były wykonywane *in situ*. Do pomiarów został wykorzystany miernik multiparametryczny firmy Hanna Instruments, model HI98194.

Stężenie jonów wód oznaczono metodą chromatografii jonowej. Przed wykonaniem analiz próbki wody filtrowano na sączkach ($0,45\mu\text{m}$). Następnie, za pomocą chromatografu 850 Professional IC oznaczono jony (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{+} , K^{+} , NH_4^{+} , CO_3^{2-} , F^{-} , Cl^{-} , NO_2^{-} , Br^{-} , NO_3^{-} , PO_4^{3-} , SO_4^{2-}). Wodorowęglany (HCO_3^{-}) były oznaczane metodą miareczkową, przy zastosowaniu wskaźnika zasadowości i roztworu kwasu solnego (HCl) o stężeniu $0,05\text{ mol/l}$.

Obecność ramienic rozpoznawano zgodnie z metodyką zaproponowaną przez Dąbską i Karpińskiego (1954) oraz Pelechatego i Pukacza (2008). W strefie przybrzeżnej, a także w zbiornikach o małej głębokości rośliny pobierano ręcznie. Nie określano szczegółowo ich gatunków.

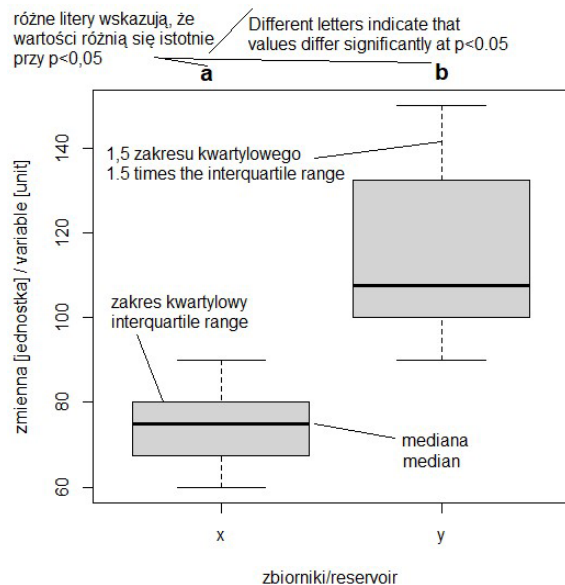
Graficzne opracowanie danych zostało wykonane przy użyciu programu geoinformacyjnego QGIS 3.16.5 oraz oprogramowania do analiz statystycznych R x64 4.1.1. Dodatkowo na wykresach przedstawiono wyniki testu Kruskala-Wallis, mającego na celu wykazanie istotnych różnic statystycznych między próbkami (Vargha, Delaney 1998). Do porównania wyników między grupami dodatkowo wykorzystano test Conovera.

Wyniki i dyskusja

Wyniki testów dotyczących różnic statystycznych między parametrami wód badanych zbiorników wyrażonymi medianą, zaprezentowano na wykresach typu „box & whisker” w systemie literowym. Wyjątek stanowiły serie obejmujące odczyn wody. Identyczne oznaczenia literowe wskazywały na brak istotnych statystycznie różnic między zbiornikami na poziomie ufności $p < 0,05$ (rys. 2). Wyniki przeprowadzonych badań wykazały duże różnice cech fizykochemicznych wody między badanymi zbiornikami w zakresie wszystkich badanych parametrów.

Analizując odczyn wód zbiorników, można zauważyć znaczne różnice wartości (rys. 3). Naj-

mniej wahaniami odznaczał się zbiornik Cegielnia, którego wody najczęściej miały odczyn obojętny. Natomiast największe amplitudy wartości tej charakterystyki odnotowano w Pogorii I. Dane wskazują, że występowały tam wody lekko kwaśne, obojętne oraz słabo alkaliczne. Wody pozostałych zbiorników wykazywały zbliżone wartości odczynu – Balaton ($6,46\text{--}7,45$), Marianki ($6,45\text{--}7,53$) oraz Sławków ($6,53\text{--}7,72$) (rys. 3). W rezultacie ich wody określono jako: lekko kwaśne, obojętne, a także słabo alkaliczne.

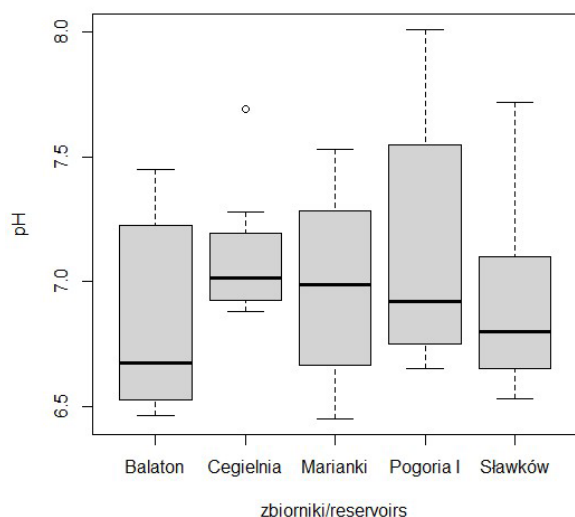


Rys. 2. Schemat prezentacji danych na wykresach (na podstawie: Molenda 2011)

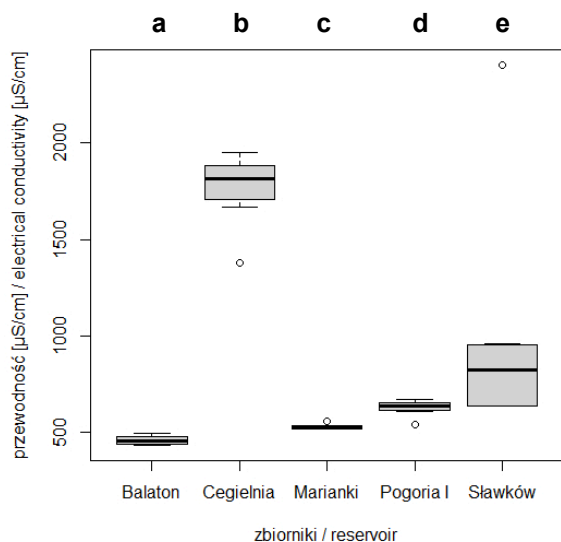
Schematic presentation of data on charts (based on: Molenda 2011)

Prowadząc analizę przewodności elektrolitycznej właściwej, można zauważyć, że zbiornik Cegielnia zdecydowanie wyróżnia się wysokimi wartościami na tle pozostałych akwenów (rys. 4). Zakres zmienności tej charakterystyki zawierał się w przedziale $1376\text{--}1951\ \mu\text{S/cm}$. Wysoką przewodność w porównaniu z pozostałymi zbiornikami odnotowano również w Sławkowie: $633\text{--}957\ \mu\text{S/cm}$. Jedynie pierwsze badania w tym zbiorniku wskazywały wartości przekraczające $2000\ \mu\text{S/cm}$ (rys. 4). Poziom wody w tym miesiącu (marzec) był znacznie niższy niż w pozostałej części okresu badawczego – zostało to zaobserwowane na pniach drzew znajdujących się na obrzeżu zbiornika. Tak niski stan retencji mógł mieć wpływ na zwiększenie stężenia soli rozpuszczonych w wodzie.

Pozostałe trzy zbiorniki charakteryzowały się znacznie niższymi wartościami przewodności. Najniższe wśród wszystkich odnotowano w zbior-



Rys. 3. Zakres pH wód zbiorników
The pH range of reservoir waters

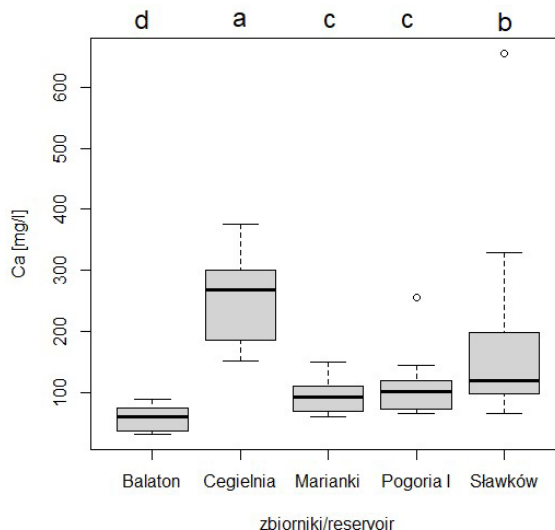


Rys. 4. Przewodność elektrolityczna właściwa wód zbiorników
Electrical conductivity of reservoir waters

niku Balaton – wartości zawierały się w przedziale 433–492 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Natomiast najmniejszym zróżnicowaniem wyników charakteryzował się zbiornik Marianki, którego przewodność utrzymywała się na poziomie 517–544 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (rys. 4). Badania parametrów fizykochemicznych wód zbiorników antropogenicznych na obszarze Zagłębia Dąbrowskiego były prowadzone między innymi przez Machowskiego i Rzętałą (2020), którzy dowiedli, że średnia przewodność wód zbiornika powyrobiiskowego Pogoria III wynosi 602 $\mu\text{S}/\text{cm}$, a także Jakóbczyka i Kowalczyka (2009), którzy badali właściwości zbiornika Kuźnica Warężyńska. Przewodność elektrolityczna tego zbiornika za-

wierała się w zakresie 488–627 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Świadczy to o tym, że wysokie wartości PEW notowane w zbiornikach Cegielnia oraz Sławków mają charakter ekstremalny w skali badanego obszaru.

Analizując skład chemiczny wody pod kątem możliwości występowania ramienic, szczególną uwagę należy zwrócić na stężenie wapnia i magnezu – ramienice preferują bowiem wody zasobne w wyżej wymienione jony (Dąbska 1964; Pelechaty, Pronin 2015). Obecność wapnia wpływa również na odczyn wody i ma znaczący wpływ na strukturę i funkcjonowanie ekosystemów wodnych (Dojlido 1995), w tym organizmów wodnych, roślinności oraz innych procesów biogeochemicznych (Buczyk i in. 2015). Stężenie wapnia w wodzie z reguły jest mniejsze w zlewniach leśnych w porównaniu z terenami użytkowymi rolniczo oraz przekształconymi przez człowieka (Grochowska, Tandyrak 2009; Grochowska i in. 2019). Prowadzone badania potwierdziły tę zależność – najmniejsze stężenie wapnia wystąpiło w zbiorniku Balaton, który jest otoczony lasem. Najwyższe natomiast stężenia odnotowano w zbiornikach Cegielnia oraz Sławków – tych, które były silnie narażone na presję antropogeniczną. Zbiorniki Pogoria I oraz Marianki charakteryzowały się bardzo zbliżonym stężeniem wapnia (średnia podczas okresu badawczego dla zbiornika Marianki wyniosła 94,97 mg/l, natomiast dla Pogorii I – 108,37 mg/l) (rys. 5).

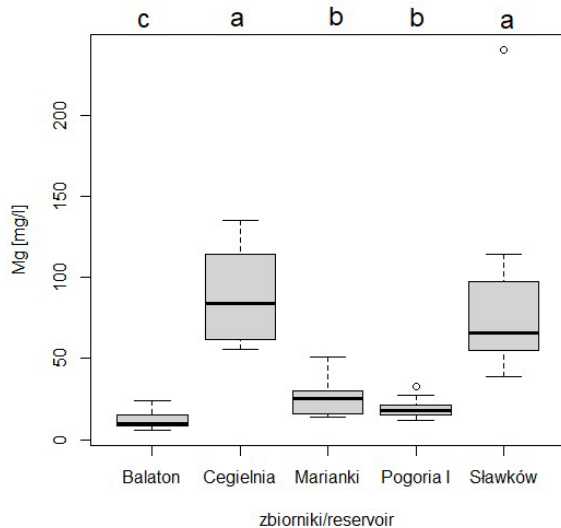


Rys. 5. Stężenie wapnia w wodach badanych zbiorników

Calcium ion concentration in water of studied reservoirs

Stężenie magnezu w wodach jest zazwyczaj mniejsze niż wapnia i zwykle nie przekracza

40 mg/l (Dojlido 1995). Biorąc pod uwagę średnie stężenie magnezu w analizowanych zbiornikach, można stwierdzić, że w większości akwenów (Balaton, Marianki, Pogoria I) teza ta się potwierdziła. Jedynie w zbiornikach Cegielnia oraz Sławków odnotowano znacznie wyższe średnie stężenie magnezu (rys. 6; tab. 2).



Rys. 6. Stężenie magnezu w wodach badanych zbiorników

Magnesium ion concentration in water of studied reservoirs

Wysokie stężenie siarczanów w zbiornikach Cegielnia, Pogoria I oraz Sławków wskazuje na silną antropopresję (Seniczak i in. 2006). Równie wysokie wartości odnotowano w przypadku chlorków, wyjątek stanowił jednak zbiornik Sławków, którego średnie stężenie chlorków wyniosło 10,59 mg/l – najmniej wśród badanych zbiorników (tab. 2).

Przeprowadzone badania pozwalają stwierdzić, że zagospodarowanie terenu w sąsiedztwie zbiornika ma znaczny wpływ na parametry fizykochemiczne wód. Zbiorniki, których otoczenie jest bardziej zdegradowane przez działalność człowieka wykazują wyższe wartości przewodności elektrolitycznej właściwej. Do najsilniej zanieczyszczonych można zaliczyć dwa zbiorniki: Cegielnia oraz Sławków. Obiekty te regularnie są zasypywane odpadami, najprawdopodobniej przez okolicznych mieszkańców. Pomimo, że otoczenie zbiornika Pogoria I również w znacznym stopniu zostało przekształcone przez działalność człowieka, jakość jego wód jest lepsza niż dwóch wyżej wymienionych zbiorników. Może być to wynikiem sposobu zasilania zbiorników – Cegielnia oraz Sławków są zbiornikami bezodpływowymi, natomiast Pogoria I jest zasilana wodami Pogorii, przez co charakteryzuje się większym tempem wymiany wody.

Podczas badań terenowych określono, czy w zbiornikach nadal występują zbiorowiska ramienic wykazane we wcześniejszych publikacjach przez Krajewskiego (2012). Ich obecność potwierdzono we wszystkich stanowiskach badawczych. Najczęściej notowano je w zbiorniku Marianki w okresach letnim oraz jesiennym (lipiec–listopad) 2021 roku. W zbiornikach Pogoria I oraz Balaton ramienice były notowane latem 2021 roku, natomiast w Cegielni oraz Sławkowie potwierdzono ich występowanie wiosną 2022 roku (tab. 3). Były to jednak tylko pojedyncze okazy w strefie przybrzeżnej zbiorników. Wpływ na ich występowanie mogą mieć parametry fizykochemiczne oraz morfometria zbiornika. Jak podaje Pukacz i in. (2016) ramienice preferują wody mało zasobne w składniki odżywcze, co jest wynikiem

Tabela 2

Średnie stężenie jonów w zbiornikach [mg/l]

Average ion concentration in the reservoirs [mg/l]

	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	NH ₄ ⁺	HCO ₃ ⁻	F ⁻	Cl ⁻	NO ₂ ⁻	Br ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻
Balaton	58,61	11,44	31,06	5,44	0,06	108,80	0,19	57,88	0,06	0,07	0,69	0,00	46,26
Cegielnia	253,04	88,14	84,10	29,55	0,05	370,20	0,82	169,74	0,15	0,92	1,65	0,00	386,40
Marianki	94,97	24,74	17,05	4,26	0,02	193,22	0,20	33,17	0,15	0,11	1,89	0,00	66,57
Pogoria I	108,37	19,37	36,39	4,95	0,01	150,01	0,19	85,43	0,18	0,26	1,63	0,00	102,29
Sławków	186,50	85,13	11,37	8,30	0,00	324,95	0,29	10,59	0,28	0,20	0,82	0,00	245,22

Notowania ramienic w badanych zbiornikach
The occurrences of stonewort in the studied reservoirs

Data [miesiąc.rok]/ Date [month.year]	Zbiornik/Reservoir				
	Balaton	Cegielnia	Marianki	Pogoria I	Sławków
03.2021	-	-	-	-	-
04.2021	-	-	-	-	-
06.2021	+	-	-	-	-
07.2021	+	-	+	+	-
09.2021	-	-	+	-	-
10.2021	-	-	+	-	-
11.2021	-	-	+	-	-
04.2022	-	+	-	-	+

ich bytowania w obszarach dennych zbiornika, gdzie mogą tworzyć tak zwane łąki ramienicowe. Wzrost trofii zbiornika powoduje ograniczenie dostępu do światła, które jest niezbędne do ich rozwoju (Pukacz i in. 2016). Przeprowadzone badania potwierdziły tę zależność. W zbiorniku Marianki – płytkim, o dużej przezroczystości wody – ramienice występowały w większych skupiskach niż w Cegielni czy Sławkowie, gdzie wody były bardziej zasobne w składniki odżywcze, a przezroczystość wody była znacznie mniejsza.

Wnioski

Przeprowadzone badania wskazują na znaczne zróżnicowanie parametrów fizykochemicznych wód badanych zbiorników. Ramienice występowały w każdym z nich, jednak w akwenach poddanych wysokiej antropopresji, mogą one zanikać. Dotyczy to szczególnie Cegielni oraz Sławkowa – zbiorników bezodpływowych (mają znacznie ograniczoną możliwość wymiany wód), gdzie mimo wysokiego stężenia wapnia i magnezu ramienice nie występowały licznie. Może to być wynikiem wysokich stężeń innych jonów (na przykład siarczanów) oraz postępującej eutrofizacji tych zbiorników – ramienice są wypierane przez inne gatunki, między innymi przez wyłócznik kłosowy, którego pędy rozdzielają się dopiero przy powierzchni lustra wody, zabierając tym samym dostęp do światła ramienicom. Największe skupiska ramienic zaobserwowano w zbiorniku Marianki, gdzie odnotowano najbardziej stabilne warunki do ich rozwoju: małe wahania przewodności elektrolitycznej właściwej, stosunkowo wysokie stężenie wapnia i magnezu, małą głębokość

zbiornika i dużą przezroczystość wody zapewniającą odpowiednią ilość światła do ich rozwoju. Parametry fizykochemiczne wód zbiorników Balaton oraz Pogoria I również sprzyjały rozwojowi ramienic, jednakże były one znacznie głębsze, przez co ramienice miały ograniczony dostęp do światła, a w strefach przybrzeżnych musiały konkurować z innymi gatunkami.

Literatura

- Biernat S. 1970. Objasnienia do szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, arkusz Katowice. Wyd. Geologiczne. Warszawa.
- Burczyk P., Rawicki K., Gałczyńska M., Brysiewicz A., Marciniak A. 2015. Ocena stężenia magnezu i wapnia w wodach gruntowych na terenach rolniczych Pomorza Zachodniego. *Woda–Środowisko–Obszary Wiejskie* 15(3): 15-23.
- Dąbska I. 1964. Charophyta – ramienice. PWN, Warszawa.
- Dąbska I., Karpiński J. 1954. Ramienice. Klucz do oznaczania gatunków krajowych. PWN, Warszawa.
- Dojlido J.R. 1995. Chemia wód powierzchniowych. Wyd. Ekonomia i Środowisko, Białystok.
- Dulias R. 2007. Geomorfologiczne skutki eksploatacji węgla kamiennego w Zagłębiu Dąbrowskim. *Kształtowanie środowiska geograficznego i ochrona przyrody na obszarach uprzemysłowionych i zurbanizowanych*: 8-22.
- Fox A.D., Stipniece A. 2023. Interactions between stoneworts (*Charales*) and waterbirds. *Bio-*

- logical Reviews*. Online: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/brv.13027> (data ostatniego dostępu: 10.12.2023).
- Gabrysia J. 2012. Wpływ antropopresji na środowisko fizycznogeograficzne Będzina. *Z badań nad wpływem antropopresji na środowisko* 13: 35-46.
- Gąbka M., Pełechaty M., Krupska J., Burchardt L. 2011. Ramienice (Characeae, Charophyta) Wielkopolskiego Parku Narodowego – różnorodność, stan poznania, zagrożenia i ochrony. *Prace i Materiały Wielkopolskiego Parku Narodowego*: 11-22.
- Grochowska J., Tandyrak R. 2009. The influence of the use of land on the content of calcium, magnesium, iron and manganese in water, exemplified in three lakes in the Olsztyn vicinity. *Limnological Review* 9: 9-16.
- Grochowska J., Karpienia M., Tandyrak R., Płachta A., Dzięczek J., Gołębiewska A.E., Jędrzejewski P., Tomczak M., Turek M., Zaręba F. 2019. Wstępna ocena chemizmu wód jeziora Bartąg pod Olsztynem i zarys koncepcji jego ochrony. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie* 19: 5-18.
- Jakóbczyk S., Kowalczyk A. 2009. Skład chemiczny wód podziemnych w rejonie zatopionej kopalni piasku Kuźnica Warężyńska w świetle badań modelowych. *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego* 436: 165-174.
- Jankowski A. 1986. Antropogeniczne zmiany stosunków wodnych na obszarze uprzemysłowionym i urbanizowanym (na przykładzie Rybnickiego Okręgu Przemysłowego). *Prace naukowe UŚ* 868. Wyd. Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach, Katowice.
- Krajewski Ł. 2012. Ramienice (Characeae) Zagłębia Dąbrowskiego (S Polska). *Natura Silesiae Superioris* 13: 13-56.
- Kurek S., Paszkowski M., Preidl M. 1994. Objasnienia do szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, arkusz Jaworzno. Wyd. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Machowski R. 2010. Przemiany geosystemów zbiorników wodnych powstałych w nieckach osiadania na Wyżynie Katowickiej. *Prace Naukowe Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach* 2811: 1-182.
- Machowski R., Rzętała M. 2020. Zbiornik Pogoria III. *Encyklopedia Województwa Śląskiego* 7. Instytut Badań Regionalnej Biblioteki Śląskiej, Katowice.
- Molenda T. 2011. Naturalne i antropogeniczne uwarunkowania zmian właściwości fizyczno-chemicznych wód w pogórnich środowiskach akwaticznych. Na przykładzie regionu górnośląskiego i obszarów ościennych. Wyd. Naukowe i Artystyczne GNOME, Katowice.
- Pełechaty M., Pukacz A. 2008. Klucz do oznaczania gatunków ramienic (Characeae) w rzekach i jeziorach. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa.
- Pełechaty M., Pronin E. 2015. Rola roślinności wodnej i szuwarowej w funkcjonowaniu jezior i ocenie ich stanu wód. *Studia Limnologica et Telmatologica* 9: 25-34.
- Pukacz A., Pełechaty M., Schubert H., Blindow I., Raabe U. 2016. Ochrona jezior ramienicowych Ziemi Lubuskiej i Brandenburgii. *Polsko – Niemiecki Instytut Badawczy, Ślubice*.
- Rzętała M. 2016. Górnośląskie Pojezierze Antropogeniczne. *Encyklopedia Województwa Śląskiego* 3. Instytut Badań Regionalnej Biblioteki Śląskiej, Katowice.
- Seniczak A., Seniczak S., Nowicka A. 2006. Roztocze (Acari) strefy brzegowej dwóch jezior śródleśnych, o różnej jakości wody, w Borach Tucholskich. *Zeszyty Naukowe. Zootechnika* 36: 31-38.
- Solarski M., Pradela A., Pellinen V.A. 2012. Przemiany sieci hydrograficznej Wyżyny Miechowickiej w latach 1827-1994. *Z badań nad wpływem antropopresji na środowisko* 13: 81-95.
- Wilanowski S., Żaba M. 2016. Objasnienia do szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, arkusz Wojkowice (911). Wyd. Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa.
- Vargha A., Delaney H.D. 1998. The Kruskal – Wallis Test and Stochastic Homogeneity. *Journal of Educational and Behavioral Statistics* 23(2): 170-192.

Summary

The article presents the physicochemical parameters of waters in five reservoirs in the Dąbrowa Basin, an area heavily transformed by anthropogenic activity. The author focuses on the location of the reservoirs and the anthropogenic impact on water conditions. Additionally, the research aimed to determine whether stonewort communities (Charales) are still present in the reservoirs.

Data for the research was gathered on six occasions in 2021. Parameters such as pH and specific electrical conductivity were measured in the field at the sampling point for chemical analysis. Chemical composition analysis was performed using ion chromatography.

The analyses reveal significant differences between the reservoirs, with the highest concen-

trations of individual ions found in the Cegielnia and Sławków reservoirs, likely due to regular dumping of waste by residents. The Marianki reservoir showed the greatest stability in chemical composition, while Pogoria I and Sławków had the most unstable parameters.

The analysis of the presence of stonewort indicated that they are still present in all reservoirs, confirming earlier observations by Krajewski (2012). The largest concentration in 2021 was observed in the Marianki reservoir.

In summary, the research demonstrates that land development significantly affects water conditions, and the presence of water ferns indicates the ability of these organisms to adapt to diverse environmental conditions in a reservoir.