

WPLYW ZBIORNIKA ZAPOROWEGO CEDZYNA NA WYBRANE PARAMETRY JAKOŚCI WODY RZEKI LUBRZANKI W OKRESIE LETNIM

Rafał Kozłowski, Joanna Przybylska, Joanna Kaleta

Kozłowski R., Przybylska J., Kaleta J., 2017: Wpływ zbiornika zaporowego Cedzyna na wybrane parametry jakości wody rzeki Lubrzanki w okresie letnim (*Influence of the “Cedzyna” dam reservoir on selected water quality parameters of the Lubrzanka river in summer*), *Monitoring Środowiska Przyrodniczego*, Vol. 19(1), s. 81–89.

Zarys treści: W pracy omówiono wyniki badań jakości wód rzeki Lubrzanki (Góry Świętokrzyskie) i zasilanego przez nią zbiornika zaporowego Cedzyna, wykonane w okresie od maja do września 2017 roku. Porównując wartości mierzone w rzece powyżej i poniżej zbiornika, stwierdzono, że powoduje on podwyższenie temperatury wody, retencję głównych jonów i pierwiastków biogennych, a co za tym idzie obniżenie przewodności elektrolitycznej wody, a także jej nieznaczną alkalizację i wzrost zawartości tlenu rozpuszczonego.

Słowa kluczowe: chemizm wód, zbiorniki zaporowe, Góry Świętokrzyskie

Key words: water chemistry, dam reservoirs, Świętokrzyskie Mountains.

Rafał Kozłowski, Katedra Ochrony i Kształtowania Środowiska, Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach, ul. Świętokrzyska 15, 25-406 Kielce, e-mail: rafalka@ujk.kielce.pl

Joanna Przybylska, Instytut Geografii, Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach

Joanna Kaleta, Katedra Ochrony i Kształtowania Środowiska, Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach

1. Wprowadzenie

Oddziaływanie zbiorników zaporowych na chemizm rzek jest różnicowane i zależy zarówno od wielkości, przeznaczenia i konstrukcji zbiornika (Allan 1998), jak i od jakości zasilających go wód (Dumnicka i in. 1988). Dotychczasowe badania wykazywały wpływ funkcjonowania sztucznych zbiorników na temperaturę, pH, przewodność elektrolityczną i stężenia poszczególnych jonów w wodach rzecznych (Rzętała 2008, Rzętała i in. 2011, Wiejaczka 2011; Kanclerz i in. 2014). Pomimo ponad 40 lat funkcjonowania, zbiornik Cedzyna nie był jak dotąd przedmiotem badań umożliwiających ocenę jego wpływu na jakość wód Lubrzanki. Wcześniejsze prace dotyczyły tempa zamulania zbiornika (Bodulski, Górski 2006) oraz zawartości wybranych metali w wodach i osadach dennych zbiornika i rzeki (Bezak-Mazur, Rabajczyk 1994).

Celem rozpoczętych w 2017 roku badań jest ocena wpływu funkcjonowania zbiornika na wybrane parametry jakości wód rzeki Lubrzanki. W niniejszym artykule scharakteryzowano obszar zlewni zasilających go cieków pod względem użytkowania terenu, a także przeanalizowano różnicowanie przestrzenne i czasowe badanych parametrów fizykochemicznych w okresie letnim.

2. Obszar badań

Badaniami objęto zbiornik zaporowy Cedzyna, usytuowany w granicach powiatu kieleckiego (woj. świętokrzyskie), na obszarze mezoregionu Góry Świętokrzyskie na Wyżynie Małopolskiej (Kondracki 2009). Pod względem hydrograficznym zbiornik położony jest w zlewni Nidy, należącej do dorzecza Wisły. Zbiornik zasilany jest głównie wodami Lubrzanki, klasyfikowanej jako potok

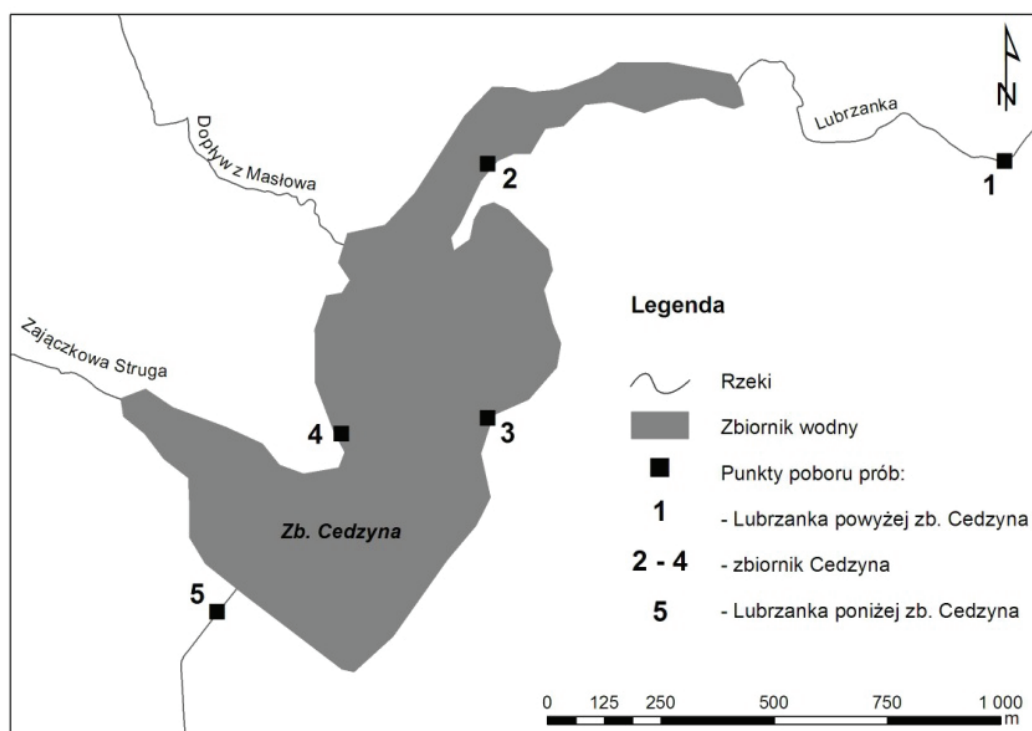
wyżynny węglanowy z substratem drobnoziarnistym na lessach i lessopodobnych (typ 6). Od strony zachodniej do zb. Cedzyna uchodzą dwa niewielkie dopływy Lubrzanki – Dopływ z Masłowa, również zaklasyfikowany jako typ 6, i Zajączkowska (Zajączkowa) Struga – potok wyżynny krzemianowy z substratem drobnoziarnistym – zachodni (typ 5). Wymienione cieki uznane są za naturalne części wód, z kolei sam zbiornik, ujęty jako odrębna jednolita część wód powierzchniowych, zaliczono do silnie zmienionych JCWP o typie nieokreślonym (Dz.U. 2016 poz. 1911).

Zbiornik Cedzyna, wybudowany w latach 1971–1973, piętrzy wody Lubrzanki na odcinku o długości ok. 2,9 km – od km 16+265 (zapora) do km 19+200 przy normalnym poziomie piętrzenia (NPP = 260,0 m n.p.m.). Objętość zbiornika w warunkach NPP wynosi 1,554 miliona m³ przy powierzchni lustra wody 64 ha i średniej głębokości 2,5 m. Przepływ nienaruszalny na rzece poniżej jazu określony został pozwoleniem wodnoprawnym jako $Q_n = 0,24 \text{ m}^3/\text{s}$ i ma on być utrzymany poprzez zachowanie warstwy przelewowej nad kłapą zamknięcia głównego min. $H = 0,08 \text{ m}$ przy jednym przęśle lub $H = 0,05 \text{ m}$ przy dwóch przęsłach (Decyzja RO.II.6341.111.2015.JM z 9.11.2015 r.). Wysokość piętrzenia przy NPP wynosi 7,30 m, przy czym budowla nie

jest wyposażona w urządzenia umożliwiające migrację organizmów wodnych. Zbiornik pełni obecnie funkcję retencyjną i rekreacyjną; do 2013 r. na jazie zainstalowana była mała elektrownia wodna. Właścicielem obiektu jest Skarb Państwa, a dotychczasowym administratorem był Świętokrzyski Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych w Kielcach, którego zadania od 2018 r. przejmuje utworzone na mocy nowelizacji Prawa wodnego Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie (Dz.U. 2017 poz. 1566). Biorąc pod uwagę okres wymiany wody, wynoszący w przypadku Cedzyny ok. 1 miesiąca, zbiornik ten należy zaliczyć do przejściowych, o cechach zbliżonych do rzek w części cofkowej i do jezior w części sąsiadującej z zaporą (Picińska-Fałtynowicz, Błachuta 2012).

3. Metody badań

W okresie od maja do września 2017 r. w cyklu miesięcznym wykonywano badania terenowe i analizę prób wody pobranych z Lubrzanki powyżej ujścia do zb. Cedzyna, z samego zbiornika (trzy punkty zlokalizowane w strefie litoralu) oraz z Lubrzanki poniżej zapory (ryc. 1). Na miejscu oznaczano temperaturę, pH, przewodność elektrolityczną właściwą i stężenie



Ryc. 1. Rozmieszczenie punktów poboru prób wody rzeki Lubrzanki i zb. Cedzyna (opracowanie własne w programie ArcGis 9.3)

Fig. 1. Location of water sampling sites in the Lubrzanka River and "Cedzyna" reservoir (performed in ArcGis 9.3)

tlenu rozpuszczonego za pomocą przenośnego analizatora EUTECH PCD650. Pobrane próby analizowano w Laboratorium Badań Środowiska Katedry Ochrony i Kształtowania Środowiska Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach. Zawartość wodorowęglanów oznaczano, miareczkując 0,1M HCl. Do oznaczenia stężeń jonów zastosowano chromatograf jonowy DIONEX ICS-3000, wyposażony w kolumnę analityczną IonPac CS16 3x250 mm (kationy) i IonPac AS18 2x250 mm (aniony). Analizę udziału poszczególnych form pokrycia terenu wykonano za pomocą oprogramowania ArcGis 9.3, na podstawie warstw wektorowych Corine Land Cover 2012. Granice zlewni badawczych przyjęto za Mapą Podziału Hydrologicznego Polski (1:10000). Do analiz statystycznych wykorzystano program STATISTICA 12.

4. Wyniki

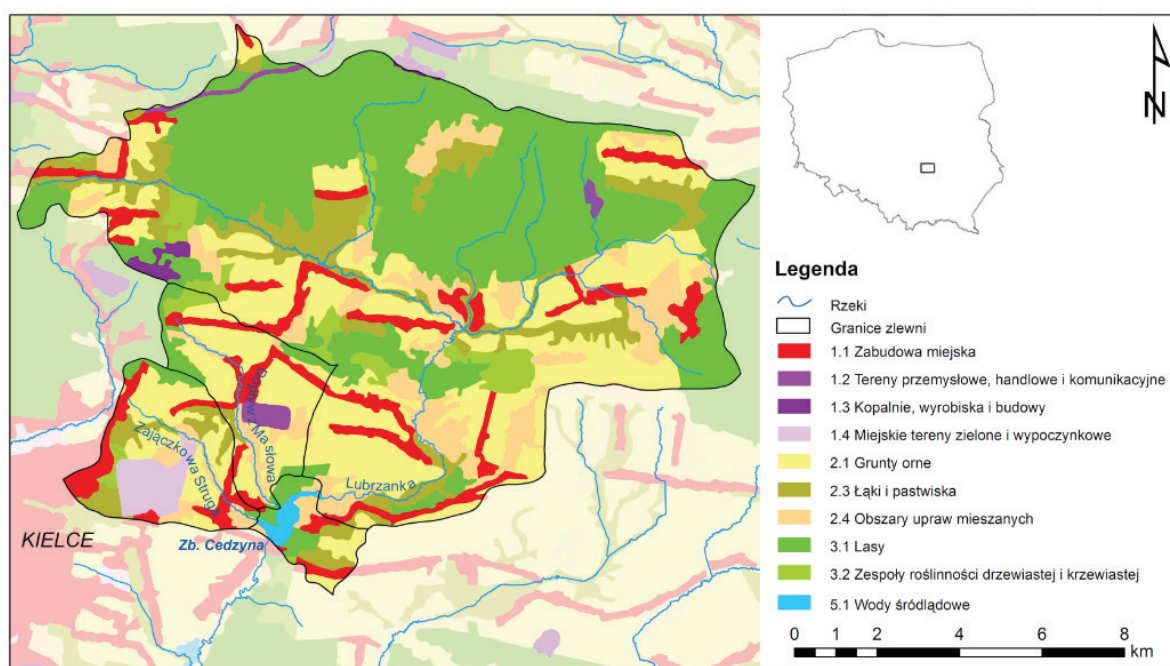
4.1. Użytkowanie terenu zlewni

Zlewnie cieków zasilających zbiornik Cedzyna charakteryzują się znacznym zróżnicowaniem form pokrycia terenu (ryc. 2, tab. 1). O ile w największej, stanowiącej ok. 80% powierzchni zasilania zbiornika zlewni Lubrzanki udział lasów i terenów rolnych jest mniej więcej równy, przy stosunkowo niskim udziale terenów zabudowanych (< 10%), zlewnie Dopływu z Masłowa

i Zajączkowskiej Strugi są w znacznym stopniu odlesione, a dominującą formą użytkowania terenu są w nich grunty orne. W tych dwóch zlewniach o porównywalnej powierzchni znacznie wyższy jest udział terenów antropogenicznych, na co składa się, poza zabudową mieszkalną, także duży kompleks ogródków działkowych (Zajączkowska Struga) i lotnisko sportowe (Dopływ z Masłowa). W zlewni Lubrzanki do profilu poniżej zapory zb. Cedzyna wzrasta więc udział różnego typu terenów antropogenicznych oraz gruntów rolnych kosztem udziału lasów i zadrzewień.

4.2. Parametry fizykochemiczne wody

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono istotne różnice w całym okresie badań pomiędzy temperaturą wody w Lubrzance powyżej i poniżej zbiornika (tab. 2, ryc. 3). Średnio woda w rzece poniżej jazu była o 3,2°C wyższa niż powyżej zbiornika, a największą różnicę temperatury (4,3°C) odnotowano w sierpniu. Temperatura wody w zbiorniku i w rzece poniżej jazu w każdym z analizowanych miesięcy była wyższa niż w Lubrzance powyżej. Najwyższą temperaturę (24,6°C) stwierdzono w strefie przybrzeżnej zbiornika w czerwcu. Pomimo wyższej temperatury zawartość tlenu rozpuszczonego była w okresie V–VIII wyższa w wodach litoralu zbiornika i poniżej jazu niż w dopływach zbiornika (ryc. 4). Istotne różnice pomiędzy natlenieniem



Ryc. 2. Formy pokrycia terenu zlewni zb. Cedzyna (opracowanie własne w programie ArcGis 9.3, na podstawie CLC 2012)

Fig. 2. Land cover in the “Cedzyna” reservoir catchment area (analysed in ArcGis 9.3 based on CLC 2012)

Tabela 1. Charakterystyka zlewni badawczych pod względem form pokrycia terenu (obliczenia własne w programie ArcGis 9.3, na podstawie CLC 2012)

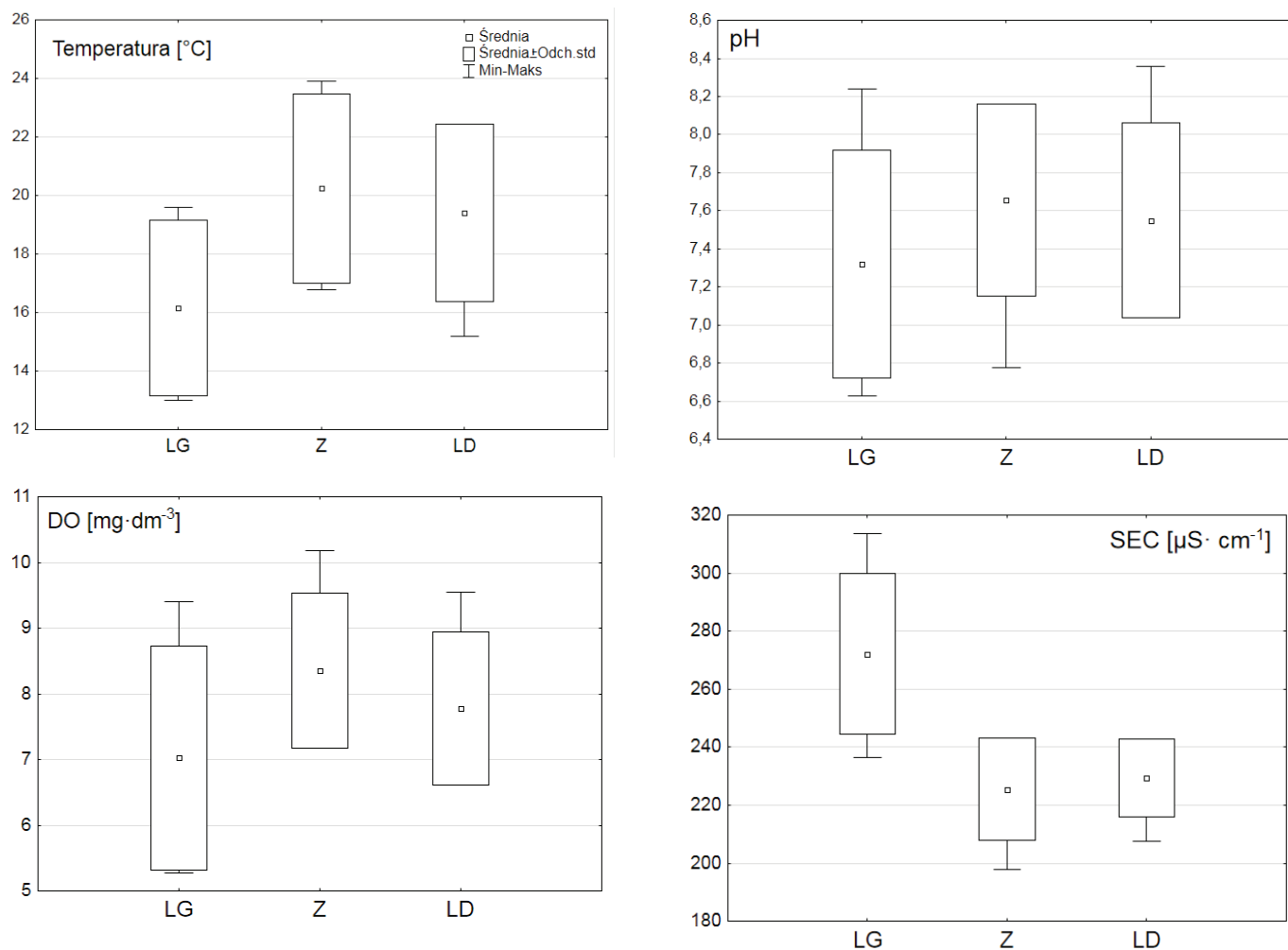
Table 1. The characteristics of researched catchment areas in terms of land cover (analysed in ArcGis 9.3, based on CLC 2012)

Nazwa profilu <i>Profile name</i>	Lubrzanka – ujście do zb. Cedzyna <i>Lubrzanka River – inflow to “Cedzyna” reservoir</i>	Dopływ z Masłowa – ujście do zb. Cedzyna <i>Dopływ z Masłowa Stream – inflow to “Cedzyna” reservoir</i>	Zajączkowa Struga – ujście do zb. Cedzyna <i>Zajączkowa Struga Stream – inflow to “Cedzyna” reservoir</i>	Lubrzanka – poniżej zapory <i>Lubrzanka River – outflow from “Cedzyna” reservoir</i>
Powierzchnia zlewni [km ²] <i>Catchment area [km²]</i>	114,4	11,2	11,9	141,6
Udział poszczególnych form pokrycia terenu zlewni [%]/ <i>Share of land cover types in the catchment area [%]</i>				
Tereny antropogeniczne, w tym: <i>Artificial surfaces, including:</i>	8,4	21,3	36,7	12,1
Zabudowa miejska (luźna) <i>Discontinuous urban fabric</i>	7,3	15,7	18,0	9,1
Tereny przemysłowe, handlowe i komunikacyjne <i>Industrial or commercial units</i>	0,5	5,6	0,0	0,9
Kopalnie, wyrobiska i budowy <i>Mineral extraction sites</i>	0,6	0,0	0,0	0,5
Miejskie tereny zielone i wypoczynkowe <i>Sport and leisure facilities</i>	0,0	0,0	18,7	1,6
Tereny rolne, w tym: <i>Agricultural areas, including:</i>	46,2	63,4	56,6	48,3
Grunty orne/ <i>Arable land</i>	23,7	48,1	32,0	26,1
Łąki i pastwiska <i>Meadows and pastures</i>	11,0	1,4	14,3	10,6
Obszary upraw mieszanych <i>Complex cultivation patterns</i>	11,5	13,9	10,3	11,6
Lasy i zadrzewienia, w tym: Forests and semi-natural areas, including:	45,4	15,3	6,7	39,1
Lasy liściaste <i>Broad-leaved forest</i>	11,0	0,0	0,0	8,9
Lasy iglaste <i>Coniferous forest</i>	19,5	6,5	2,0	17,1
Lasy mieszane <i>Mixed forest</i>	11,2	4,9	2,4	9,6
Lasy i roślinność krzewiasta w stanie zmian <i>Transitional woodland-shrub</i>	3,7	3,9	2,3	3,5
Zbiorniki wodne Water bodies	0,0	0,0	0,0	0,5

Tabela 2. Wyniki badań analizowanych wód w okresie letnim 2017 r. – średnia, min.-max.

Table 2. The results of water analyses in summer 2017 – average, min.-max.

Parametr Parameter		Lubrzanka powyżej zb. Cedzyna <i>Lubrzanka River – inflow to “Cedzyna” reservoir</i>	Zb. Cedzyna pkt 1 “Cedzyna” <i>reservoir; site No. 1</i>	Zb. Cedzyna pkt 2 “Cedzyna” <i>reservoir; site No. 2</i>	Zb. Cedzyna pkt 3 “Cedzyna” <i>reservoir; site No. 3</i>	Lubrzanka poniżej zb. Cedzyna <i>Lubrzanka River – out- flow from “Cedzyna” reservoir</i>
Temp.	°C	16,2	19,2	20,9	20,6	19,4
		13,0-19,6	13,6-23,1	17,3-24,0	17,0-24,6	15,2-21,9
pH	–	7,07	7,25	7,62	7,28	7,37
		6,63-8,24	6,60-8,40	7,01-8,39	6,81-7,75	7,04-8,36
SEC	$\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$	272,1	227,2	222,9	226,5	229,4
		236,4-313,5	199,7-248,9	197,8-235,8	196,0-247,8	207,7-242,4
DO		7,03	8,07	8,90	8,09	7,78
		5,28-9,41	6,65-10,16	7,79-11,07	7,01-9,32	6,85-9,55
HCO_3^-		127,4	103,2	105,9	104,4	112,0
		61,0-185,4	57,3-146,4	48,8-141,5	57,3-140,3	48,8-150,1
Na^+		14,53	11,79	11,44	11,76	11,48
		10,21-19,24	8,58-13,77	8,28-13,27	8,50-14,05	8,58-13,01
NH_4^+		0,12	0,17	0,20	0,19	0,12
		0,06-0,26	0,09-0,23	0,14-0,25	0,07-0,31	0,05-0,17
Mg^{2+}		4,71	3,82	3,89	3,99	4,00
		3,26-6,15	2,39-4,77	2,49-4,86	2,52-4,92	2,54-4,93
K^+		2,35	1,94	1,89	1,96	1,85
		1,24-3,26	1,34-2,64	1,34-2,35	1,49-2,74	1,30-2,41
Ca^{2+}		43,84	35,72	36,75	36,67	37,20
		28,19-61,03	21,76-46,08	24,25-45,15	23,43-46,70	22,62-46,70
F^-		0,17	0,17	0,18	0,17	0,17
		0,15-0,19	0,12-0,20	0,17-0,20	0,08-0,20	0,12-0,20
Cl^-		23,88	17,75	17,65	17,82	17,57
		15,14-34,22	11,78-21,61	11,68-21,43	11,70-22,68	11,75-21,58
NO_2^-		2,50	1,79	2,48	2,43	2,47
		1,39-3,11	0,11-2,95	1,65-2,94	1,67-2,97	1,60-2,82
SO_4^{2-}		40,53	42,23	35,82	37,14	34,59
		27,36-75,55	28,28-79,20	28,62-48,53	28,52-55,51	26,88-47,57
NO_3^-		4,85	1,25	1,00	0,96	1,37
		3,82-5,78	0,08-3,00	0,17-2,68	0,04-2,34	0,03-3,78



Ryc. 3. Wybrane parametry fizykochemiczne wody w miesiącach letnich; LG – Lubrzanka powyżej zb. Ceczyna, Z – średnia wartość z trzech punktów w zbiorniku, LD – Lubrzanka poniżej zb. Ceczyna

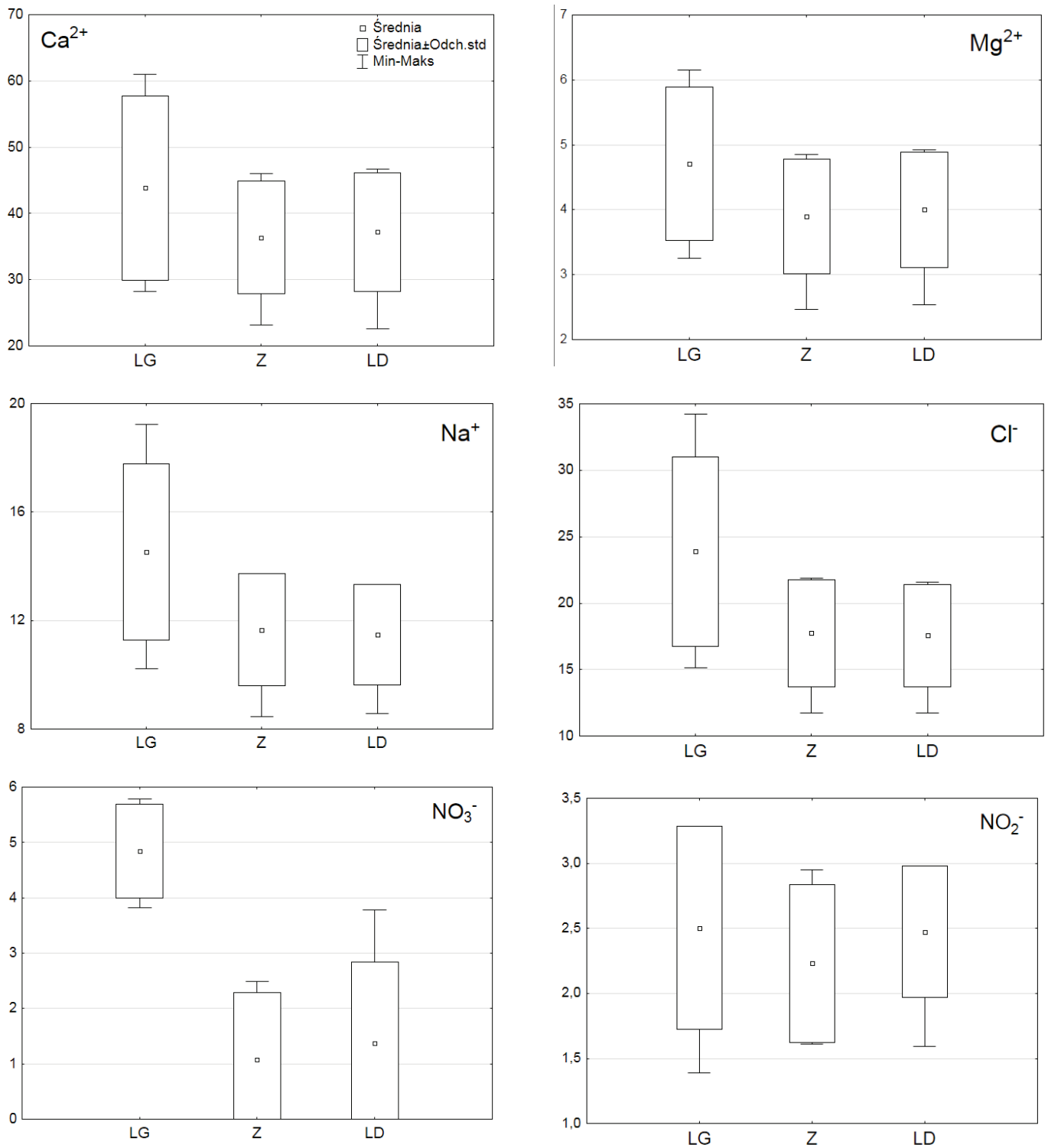
Fig. 3. Selected physicochemical parameters of water in summer; LG – Lubrzanka River, inflow to the reservoir; Z – mean values from three sites in the “Ceczyna” reservoir; LD – Lubrzanka River, outflow from the reservoir

Lubrzanki powyżej i poniżej zbiornika, wynoszące do $2 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ odnotowano w czerwcu i w lipcu; w pozostałych miesiącach różnice w zawartości tlenu były minimalne. We wrześniu zawartość tlenu w zbiorniku spadła poniżej wartości notowanych w obydwu przekrojach Lubrzanki.

Przebieg zmian i wartości pH wody w Lubrzance powyżej i poniżej zbiornika były zbliżone. Największe różnice w wartości omawianego parametru odnotowano w lipcu pomiędzy wodą w zbiorniku (pH 7,92) a wodą w Lubrzance powyżej Ceczyny (pH 7,00). Przez większą część okresu badań stężenie wodorowęglanów w dopływie zbiornika było wyższe niż w samym zbiorniku i poniżej jazu. Wyjątkiem był wrzesień, kiedy stężenie HCO_3^- w Lubrzance powyżej zbiornika spadło poniżej wartości odnotowanych w zbiorniku Ceczyna. Przewodność elektrolityczna właściwa była w badanym okresie wyższa w Lubrzance powyżej niż w samym

zbiorniku i rzece poniżej zapory, przy czym we wrześniu wartości z obydwu punktów Lubrzanki i ze zbiornika były już bardzo zbliżone.

Średnie stężenia wszystkich badanych jonów w okresie letnim w Lubrzance poniżej zbiornika były niższe (Na^+ , Mg^{2+} , K^+ , Ca^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} i NO_3^-) bądź zbliżone (NH_4^+ , NO_2^-) do wartości odnotowanych w rzece powyżej ujścia (ryc. 4). Największe różnice, szczególnie w okresie VI–VIII, stwierdzono w przypadku zawartości azotanów. Najwyższe średnie i maksymalne stężenia NH_4^+ odnotowano w punktach zlokalizowanych w strefie litoralu zbiornika Ceczyna. Stężenia chlorków w całym okresie letnim w Lubrzance poniżej jazu były bardzo zbliżone do średnich z punktów zlokalizowanych w obrębie zbiornika, przy czym od maja do sierpnia były one niższe niż w Lubrzance powyżej zbiornika, a we wrześniu wartości odnotowane w omawianych punktach wyrównały się. We wrześniu stężenia Mg^{2+} , NO_2^- i Ca^{2+} w rzece poniżej zbior-



Ryc. 4. Stężenia wybranych jonów [$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$] w miesiącach letnich; LG – Lubrzanka powyżej zb. Cedzyna, Z – średnia wartość z trzech punktów w zbiorniku, LD – Lubrzanka poniżej zb. Cedzyna

Fig. 4. Concentration of selected ions [$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$] in summer; LG – Lubrzanka River, inflow to the reservoir, Z – mean values from three sites in the “Cedzyna” reservoir, LD – Lubrzanka River, outflow from the reservoir

nika wzrosły i przewyższyły wartości notowane powyżej ujścia. Odmienną dynamikę stwierdzono w przypadku siarczanów, których stężenia w czerwcu i lipcu były nieznacznie wyższe, a w pozostałych miesiącach okresu letniego niższe w rzece poniżej zbiornika.

5. Dyskusja

Spośród badanych parametrów istotne różnice pomiędzy punktami zlokalizowanymi powyżej i poniżej zbiornika odnotowano w przypadku temperatury. Ze względu na konstrukcję zapory do Lubrzanki poniżej zbiornika wpływa woda z powierzchniowej warstwy, przez co w okresie letnim funkcjonowanie zbiornika powoduje wzrost temperatury wody w rzece średnio o 3,2°C. Podobny wpływ na ustrój termiczny rzek odnotowano w przypadku mniejszych zbiorników na Mazowszu (Łaszewski 2015) i Opolszczyźnie (Wiatkowski 2008). Inaczej na reżim termiczny rzeki oddziałują duże zbiorniki z dolnym spustem wody, np. zb. Klimkówka na rz. Ropie i kompleks Czorsztyn-Sromowce Wyżne na Dunajcu, w okresie letnim obniżając temperaturę wody rzek o kilka stopni (Wiejaczka i in. 2015, Wiejaczka, Kijowska-Strugała 2016). Konstrukcja zapory może także wyjaśniać różnice w odczynie wody w rzece powyżej i poniżej zbiornika. O ile akwenu zasilające rzeki wodą z warstw przydennych w okresie letnim powodują obniżenie wartości pH (Wiejaczka 2011), zb. Cedzyna wpływał na nieznaczne podwyższenie pH wody w Lubrzance. Tego typu oddziaływanie podawano z porównywalnych zbiorników na Dolnym Śląsku (Wiatkowski 2011) i Lubelszczyźnie (Mazur 2010). Wynika ono z fotosyntezy zachodzącej w półroczu letnim szczególnie intensywnie w warstwie powierzchniowej zbiornika i powodującej wyczerpywanie zasobów rozpuszczonego dwutlenku węgla, alkalizację wód i wzrost ich natlenienia (Rzetała 2008). Potwierdza to wyższa zawartość tlenu w Lubrzance poniżej zb. Cedzyna, która poza procesami asymilacji w zbiorniku może wynikać z dotleniania wody podczas spadku z zapory i przepływu przez usytuowane bezpośrednio za nią sztuczne bystrze. W okresie letnim zbiornik powodował obniżenie wartości przewodności elektrolitycznej właściwej wód Lubrzanki, co można tłumaczyć magazynowaniem słabiej zmineralizowanych wód z wiosennych roztopów i wezbrań spowodowanych wiosenno-letnimi opadami (Wiejaczka 2011).

Duży obszar zlewni całkowitej w stosunku do objętości mas wodnych (współczynnik Schindlera = 91,1 m⁻¹) powoduje, że zbiornik Cedzyna jest bardzo podatny na oddziaływanie zanieczyszczeń pochodzących z obszaru zlewni (Kudelska i in. 1994). Zlewnie dopływów zb. Ce-

dzyna charakteryzują się zróżnicowaną strukturą pokrycia terenu, w tym udziałem obszarów przekształconych, mogących stanowić źródło docierających do akwenu zanieczyszczeń. Dotychczasowe badania w zlewniach małych rzek wyżynnych Gór Świętokrzyskich wskazują na pozytywne korelacje pomiędzy udziałem gruntów rolnych i terenów zabudowanych w strukturze pokrycia terenu a stężeniami azotanów i fosforanów w wodach powierzchniowych (Kozłowski i in. 2016). Biorąc pod uwagę wyższy udział terenów antropogenicznych w zlewni Lubrzanki w profilu poniżej zapory niż powyżej zbiornika, należałoby spodziewać się wzrostu stężeń biogenów wraz z dopływem wód Zajączkowskiej Strugi i Dopływu z Masłowa. W zbiorniku następowała jednak retencja azotanów, szczególnie w okresie intensywnego rozwoju roślinności wodnej (V–VIII). Wyniki te są zbieżne z obserwacjami z innych małych i średnich zbiorników przepływowych (Mazur 2010, Wiatkowski 2010, 2011), z kolei duże zbiorniki z upustem dolnym powodowały zwiększenie stężeń związków azotu (Kijowska-Strugała i in. 2016). Należy zaznaczyć, że poza okresem wegetacji oddziaływanie zbiornika na migrację zanieczyszczeń rzeką Lubrzanką może być odmienne, o czym świadczy spadek jego zdolności retencyjnych w stosunku do NO₃⁻ o ok. 30% pomiędzy sierpniem a wrześniem oraz prawie dwukrotnie wyższe stężenie NO₂⁻ odnotowane we wrześniu w rzece poniżej zapory.

6. Wnioski

W okresie letnim funkcjonowanie zbiornika zapowego Cedzyna oddziaływało na badane parametry fizykochemiczne rzeki Lubrzanki, przede wszystkim poprzez podwyższenie temperatury wody w rzece poniżej zbiornika, retencję głównych jonów i pierwiastków biogenych, a co za tym idzie – obniżenie przewodności elektrolitycznej wody, a także jej nieznaczną alkalizację i wzrost zawartości tlenu rozpuszczonego. Badania kontynuowane będą w półroczu zimowym dla uzyskania pełnego obrazu wpływu zbiornika na jakość wód rzeki w cyklu rocznym.

7. Literatura

- Allan J. D., 1998: Ekologia wód płynących. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- Bezak-Mazur E., Rabajczyk A., 1994: Korelacje między zawartością ołowiu, kadmu i niklu z wartościami pH w wodach i osadzie dennym rzeki Lubrzanki. *Monitoring Środowiska Regionu Świętokrzyskiego*, 2: 25-27.
- Bodulski J., Górski J., 2006: Evaluation and prediction

- of silting in reservoir Cedzyna on the Lubrzanka River. *J. Water Land Dev.*, 10: 133–149.
- Corine Land Cover ver. 2012:** <http://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc-2012>
- Decyzja Starosty Kieleckiego znak: RO.II.6341.111.2015.JM z dn. 9.11.2015 r. udzielająca ŚZMiUW w Kielcach pozwolenia wodnoprawnego na piętrzenie wód rzeki Lubrzanki w km 16+265 oraz retencjonowanie wód powierzchniowych w zbiorniku wodnym „Cedzyna”.**
- Dumnicka E., Kasza H., Kownacki A., Krzyżanek E., Kufikowski T., 1988:** Effects of regulated stream on the hydrochemistry and zoobenthos in differently polluted parts of the upper Vistula River (Southern Poland). *Hydrobiologia*, 169: 183-191.
- Kanclerz J., Wicher-Dysarz J., Dysarz T., Sojka M., Dwornikowska Ż., 2014:** Wpływ zbiornika Stare Miasto na jakość wody rzeki Powy. *Nauka Przyr. Technol.*, 8(4), #54.
- Kijowska-Strugała M., Wiejaczka Ł., Kozłowski R., 2016:** Influence of reservoirs on the concentration of nutrients in the water of mountain rivers. *Ecol. Chem. Eng. S.*, 23(3): 413-424.
- Kondracki J., 2009:** *Geografia regionalna Polski*. PWN, Warszawa.
- Kozłowski R., Przybylska J., Szwed M., 2016:** Chemizm małych rzek wyżynnych na przykładzie Gór Świętokrzyskich. *Proceedings of ECOpole*, 10(2): 667-675.
- Kudelska D., Cydzik D., Soszka H., 1994:** Wytyczne monitoringu podstawowego jezior. *Bibl. Monit. Środ.*, PIOŚ Warszawa.
- Łaszewski M., 2015:** Wpływ niewielkich zbiorników na temperaturę wody rzek nizinnych na przykładzie Jeziorki i Rządzy. *Prz. Nauk. Inż. Kszt. Środ.* 67: 13-25.
- Mazur A., 2010:** Influence of the pre-dam reservoir on the quality of surface waters supplying reservoir „Nielisz”. *Teka Kom. Ochr. Kszt. Środ. Przyr. OL PAN*, 7: 243–250.
- Picińska-Fałtynowicz J., Błachuta J., 2012:** Wytyczne metodyczne do przeprowadzenia monitoringu i oceny potencjału ekologicznego zbiorników zaporowych w Polsce. *IOŚ, Warszawa*.
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 października 2016 r. w sprawie Planu gospodarowania wodami na obszarze dorzecza Wisły.** *Dz.U.* 2016 poz. 1911.
- Rzętała M., 2008:** Funkcjonowanie zbiorników wodnych oraz przebieg procesów limnicznych w warunkach zróżnicowanej antropopresji na przykładzie regionu górnośląskiego. *Wyd. Uniw. Śl., Katowice*.
- Rzętała M.A., Jaguś A., Rzętała M., 2011:** Wpływ eutroficznego środowiska limnicznego na fluwialny transport zanieczyszczeń (zbiornik zaporowy Przechyże). *Nauka Przyr. Technol.*, 5(4), #46.
- Ustawa z dnia 20 lipca 2017 r. – Prawo wodne.** *Dz.U.* 2017 poz. 1566.
- Wiatkowski M., 2008:** Wyniki badań jakości wody dopływającej i odpływającej z małego zbiornika wodnego Młyny na rzece Julianpolka. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, 9: 297-318.
- Wiejaczka Ł., 2011:** Wpływ zbiornika wodnego „Klimkówka” na abiotyczne elementy środowiska przyrodniczego w dolinie Ropy. *Prace Geograficzne IGiPZ PAN*, nr 229.
- Wiejaczka Ł., Kijowska-Strugała M., Pierwola P., Nowak M., 2015:** Influence of the Czorsztyn-Sromowce Wyżne Reservoir complex on the Dunajec River thermal-regime. *Geographia Polonica*, 88(3): 467-782.
- Wiejaczka Ł., Kijowska-Strugała M., 2016:** Effect of a reservoir operation on relations between river water temperature and air temperature. *International Scientific Conference GEOBALCANICA*; DOI: 10.18509/GBP.2016.10

INFLUENCE OF THE “CEDZYNA” DAM RESERVOIR ON SELECTED WATER QUALITY PARAMETERS OF THE LUBRZANKA RIVER IN SUMMER

Summary

The article presents the results of research conducted in May-September 2017 on a small upland river Lubrzanka at the “Cedzyna” dam reservoir (Świętokrzyskie Mountains, Poland). Water samples were collected once a month from the river inflow to reservoir, sites located in the reservoir and at the river outflow. Retention of water in the reservoir caused an increase of its temperature, reduced the concentration of major ions and nutrients, decreased water conductivity, increased the content of dissolved oxygen and alkalinity. The research will be continued in order to assess the impact of the reservoir on water quality of the river in the winter half-year.