

DARIUSZ ŚWIERK, BARBARA SZPAKOWSKA

Katedra Terenów Zieleni
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

OCENA WARTOŚCI REKREACYJNEJ WYBRANYCH ZBIORNIKÓW MIEJSKICH A FUNKCJONOWANIE STREFY LITORALNEJ*

Streszczenie. Zbiorniki wodne stanowią niezbędny element krajobrazu miasta, pełniąc wiele ważnych funkcji. Zbiorniki te są miejscami wypoczynku ludności, zaspokajając jej potrzeby zarówno rekreacyjne, jak i estetyczne (oddziałując na lokalny klimat), a także są miejscem bytowania bogatej flory i fauny, wpływając na wzrost bioróżnorodności w ubogim krajobrazie miejskim. Celem prezentowanej pracy była analiza wartości rekreacyjnych trzech zbiorników wodnych, położonych na terenie miasta Poznania. Ponadto badania zmierzały do wykazania roli roślinności szuwarowej w zatrzymywaniu swobodnej migracji zanieczyszczeń (tzw. bariera biogeochemiczna), co w konsekwencji może wpłynąć na jakość wód i przyczynić się do poprawy wartości rekreacyjnej zbiorników i zdrowia człowieka. W wyniku przeprowadzonej analizy stwierdzono, że dużą wartością rekreacyjną charakteryzują się Jeziora Kierskie (17 pkt/29) oraz Strzeszyńskie (16 pkt/29). Wykazano natomiast niewielką wartość rekreacyjną Zbiornika Rusalka (9 pkt/29), tym niemniej atrakcyjna lokalizacja tego zbiornika stwarza również warunki do rekreacji na tym terenie. Badania dotyczące zanieczyszczenia elementów biotycznych i abiotycznych wykazały znaczny stopień akumulacji metali ciężkich przez rośliny wodne, w szczególności *Typha angustifolia* (L.) oraz *Phragmites australis* (Cav. Trin. ex Steudel). Pozwala to wysnuć wniosek, że zwarty pas roślinności szuwarowej, składający się z tego typu roślin, może być skutecznie wykorzystany w procesach fitoremediacji.

Słowa kluczowe: Jezioro Kierskie, Jezioro Strzeszyńskie, Zbiornik Rusalka, metale ciężkie w roślinach, wartość rekreacyjna

Wstęp

Interakcje turystyki i rekreacji ze środowiskiem przyrodniczym mają bardzo zróżnicowany charakter. Skutkuje to wymiernymi zmianami w relacjach człowiek-przyroda, która najsilniej wchodzi w związki interakcyjne (KRZYMOWSKA-KOSTROWICKA 1997).

*Część badawcza pracy była wspierana finansowo przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, Grant N N305 085635.

Jednym z wiodących komponentów środowiska przyrodniczego, gdzie te relacje są bardzo wyraźne, są zbiorniki wodne zlokalizowane na terenach miejskich. Często zbyt intensywne wykorzystanie gospodarcze czy rekreacyjne może doprowadzić do degradacji środowiska przyrodniczego i wpłynąć ujemnie na warunki optymalnego wypoczynku (ZWOLIŃSKI 1979). Dlatego też tak ważna jest odpowiednio prowadzona gospodarka wodno-ściekowa oraz prace zmierzające do poprawy stanu jakości wód zbiorników.

W ostatnich latach bardzo prężnie są prowadzone badania dotyczące zatrzymywania zanieczyszczeń przez tzw. barierę biogeochemiczną (RYSZKOWSKI i IN. 1996, SZYMANOWSKA i IN. 1999, KARATHANASIS i JOHNSON 2003, RYSZKOWSKI i IN. 2003, SZPAKOWSKA i IN. 2005). Jest to zwarty pas roślinności wodnej, której zadaniem jest filtrowanie wody i pobieranie przez korzenie jonów metali oraz biogenów, takich jak azotany czy fosforany. Substancje te wpływają na pogorszenie jakości wody w zbiorniku, a często przyczyniają się do eutrofizacji zbiornika.

Celem badań jest analiza wartości rekreacyjnej trzech zbiorników (Jezioro Kierskie, Zbiornik Rusałka oraz Jezioro Strzeszyńskie), położonych w północno-zachodnim klinie zieleni miasta Poznania. Ponadto analizy zmierzały do wykazania, czy pas składający się z roślinności szuwarowej, *Typha angustifolia* (L.) oraz *Phragmites australis* (Cav. Trin. ex Steudel), może być barierą biogeochemiczną i pełnić istotną rolę w zatrzymywaniu metali ciężkich (Zn, Pb i Cu).

Material, metoda, opis terenu badań

Teren badań obejmuje trzy zbiorniki miejskie, które są najbardziej wykorzystywane przez mieszkańców do celów turystyki weekendowej.

Jezioro Kierskie, zlokalizowane w północno-zachodniej części Poznania, jest największym miejskim zbiornikiem (rys. 1). Charakteryzuje się największą powierzchnią (285,5 ha), co stanowi 50% powierzchni wszystkich zbiorników położonych na terenie miasta. Zlewnia bezpośrednia to zaledwie 12,15 km², a tereny przyległe to głównie grunty orne i lasy (GOLDYŃ I IN. 1996). Taka struktura wpływa niekorzystnie na jakość wody w okolicznych zbiornikach, gdyż tereny rolnicze przyczyniają się do pogorszenia stanu czystości jeziora. Natomiast wydłużony kształt jeziora, średnia głębokość 10,1 m oraz bogata infrastruktura (30 klubów żeglarskich oraz 27 ośrodków turystyczno-wypoczynkowych) stwarzają warunki do rozwoju żeglugi oraz sportów motorowodnych.

Jezioro Strzeszyńskie to czwarte co do wielkości jezioro miasta Poznania. Położone w dolinie rzeki Bogdanki, jest czynnie wykorzystywane przez poznaniaków jako miejsce letniego wypoczynku (rys. 2). Teren jest głównie porośnięty lasami liściastymi i sosnowymi. Akwen ten jest przede wszystkim wykorzystywany do celów rekreacyjnych. Jezioro Strzeszyńskie, podobnie jak Kierskie, dysponuje bogatym zapleczem. Położony nad jeziorem ośrodek oferuje kąpielisko dla 10 tys. osób, motel oraz restaurację czynną przez cały rok. W skład obiektu wchodzi również domki letniskowe oraz kemping, dysponujący około 150 miejscami.

Zbiornik Rusałka to jezioro zaporowe, powstałe w 1943 roku przez spiętrzenie rzeki Bogdanki. Leży w gołęcińskim klinie zieleni i stanowi ważny ośrodek rekreacyjny dla mieszkańców miasta Poznania (rys. 3). W 1960 roku na północnym brzegu jeziora powstał ośrodek wypoczynkowy z piaszczystą plażą, wypożyczalnią sprzętu wodnego



Rys. 1. Zdjęcie lotnicze Jeziora Kierskiego
Fig. 1. Air photograph of the Kierskie Lake

i polem kempingowym. Zbiornik jest otoczony prawie wyłącznie przez lasy. Ich powierzchnia to 89,5%, co tworzy wyjątkowy krajobraz w mieście.

Zawartość Zn, Pb oraz Cu badano w nadziemnych i podziemnych organach dwóch gatunków makrofitów *Typha angustifolia* (L.) oraz *Phragmites australis* (Cav. Trin. ex Steudel) (rys. 4 i 5) w trzech terminach: maju, sierpniu i listopadzie 2005 roku. Materiał był pobierany w miejscach narażonych na spływ powierzchniowy (na każdym zbiorniku dwa punkty poboru). Przygotowany homogeniczny materiał mineralizowano w sześciostanowiskowym mineralizatorze CEM Star 6 firmy Varian. Następnie próbki analizowano z wykorzystaniem spektrofotometru absorpcji atomowej SpectraAA 200 HT firmy Varian.

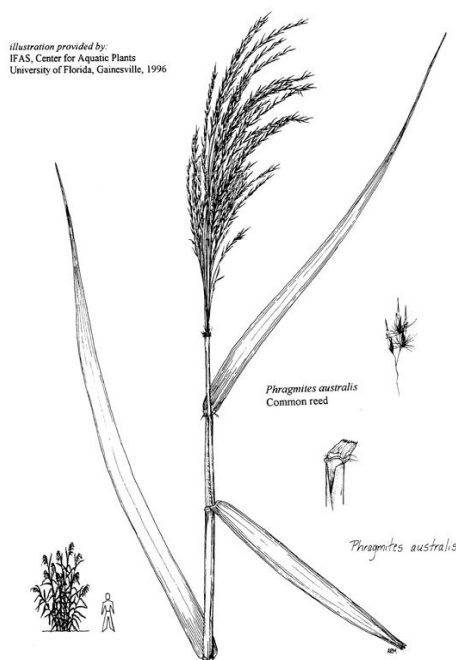
Analiza wartości rekreacyjnych trzech zbiorników wodnych została wykonana według metodyki zaproponowanej przez DEJĘ (2001). W analizie uwzględniono parametry morfometryczne (powierzchnia, głębokość) oraz wskaźnik rozwinięcia linii brzegowej, wydłużenie jeziora, zarastanie strefy brzegowej, zarastanie powierzchni jeziora roślinnością wodną oraz zalesienie brzegów.



Rys. 2. Zdjęcie lotnicze Jeziora Strzeszyńskiego
Fig. 2. Air photograph of the Strzeszyńskie Lake



Rys. 3. Zdjęcie lotnicze Zbiornika Rusalka
Fig. 3. Air photograph of the Rusalka Lake



Rys. (Fig.) 4. *Phragmites australis*



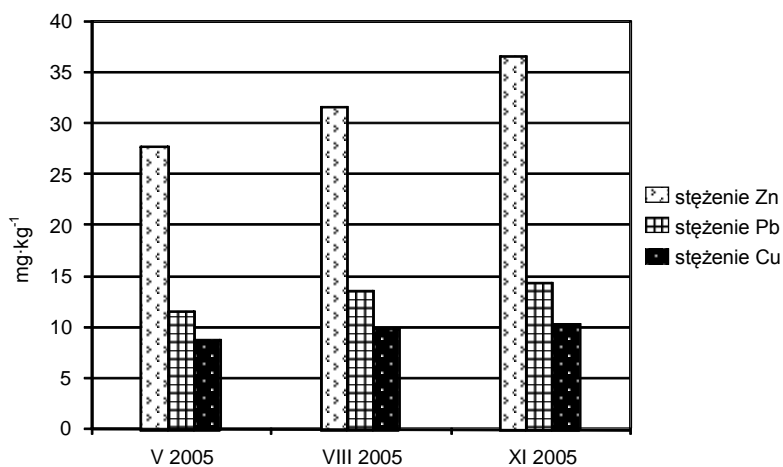
Rys. (Fig.) 5. *Typha angustifolia*

Wyniki badań i dyskusja

Poziomy zawartości metali ciężkich w makrofitach zbiorników miejskich

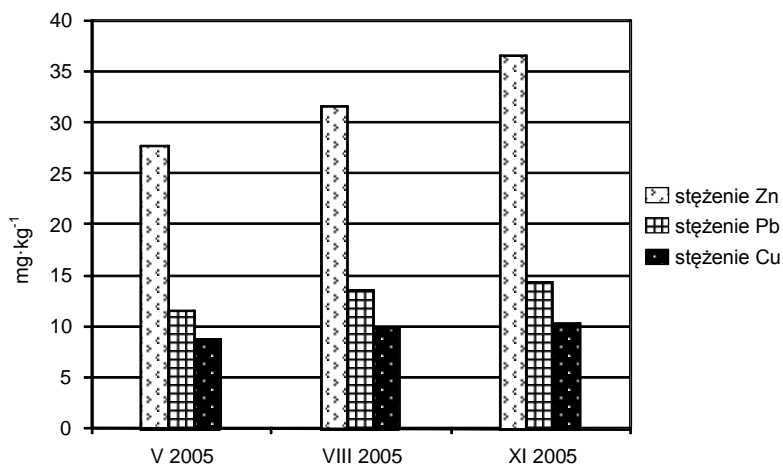
Analizując makrofity zasiedlające Jezioro Kierskie wykazano wzrost stężeń wszystkich metali ciężkich w okresie wegetacyjnym zarówno w *Phragmites australis*, jak i *Typha angustifolia*. Sugeruje to, że badane makrofity mogą pobierać metale pośrednio z wody i gromadzić je w swoich organach. Zdolności akumulacyjne roślin są porównywalne, na co wskazują rysunki 6 i 7. Zmienność sezonowa zawartości metali ciężkich w makrofitach zależy głównie od cyklu życiowego rośliny i od charakteru pierwiastka. Cynk jest zaliczany do metali ruchliwych, natomiast miedź jest uważana za pierwiastek mało ruchliwy i jej zawartość w ciągu sezonu wegetacyjnego nie zmienia się zbyt gwałtownie. Zarówno trzcina, jak i pałka gromadziły w największych ilościach Zn, a najmniejszych – Cu.

Roślinność z Jeziora Strzeszyńskiego również kumulowała metale ciężkie. Odnotowano większe zawartości Zn, Pb oraz Cu w *Typha angustifolia* (rys. 8, 9). W listopadzie stężenie Zn w tej roślinie wynosiło $34,861 \text{ mg kg}^{-1}$, natomiast w *Phragmites australis* – tylko $25,146 \text{ mg kg}^{-1}$. Pałka wodna okazała się w tym zbiorniku lepszym akumulatorem zanieczyszczeń. Uwagę zwraca spadek zawartości ołowiu w listopadzie w *Typha angustifolia* (rys. 9). Mogło to być spowodowane mniejszym nagromadzeniem tego pierwiastka w osadach dennych. Zawartość metali ciężkich w obu roślinach Jeziora Strzeszyńskiego układa się w następujący szereg: $\text{Zn} > \text{Cu} > \text{Pb}$.



Rys. 6. Zawartość metali ciężkich w *Phragmites australis* z Jeziora Kierskiego w 2005 roku

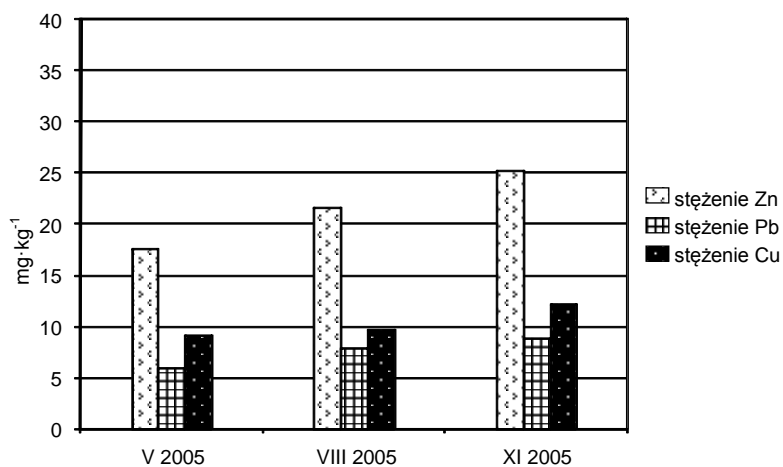
Fig. 6. Content of heavy metals in *Phragmites australis* taken from the Kierskie Lake in 2005



Rys. 7. Zawartość metali ciężkich w *Typha angustifolia* z Jeziora Kierskiego w 2005 roku

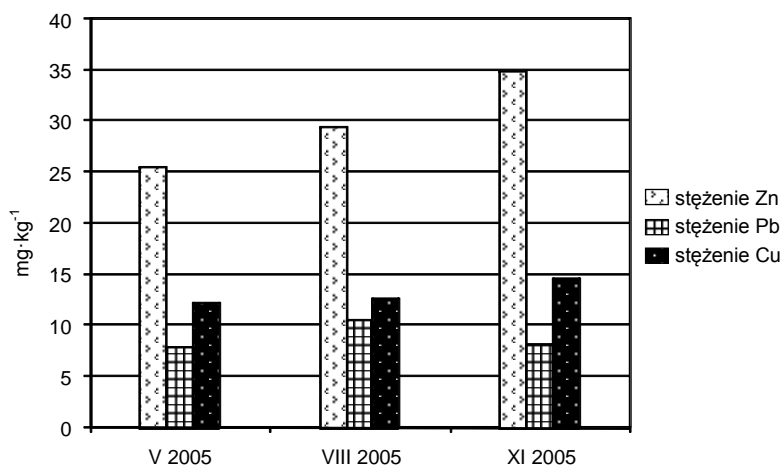
Fig. 7. Content of heavy metals in *Typha angustifolia* taken from the Kierskie Lake in 2005

Podobnie jak w dwóch poprzednich zbiornikach, w Jeziorze Rusalka również zachodzą procesy kumulacji w obrębie strefy litoralnej. W większym stopniu Pb i Cu zostały zgromadzone w *Phragmites australis*, natomiast Zn w *Typha angustifolia* (rys. 10 i 11). Podobnie jak w Jeziorze Kierskim, zaobserwowano tu dość wysoki poziom stężenia ołowiu, który może być związany z intensywnym wykorzystaniem osadów



Rys. 8. Zawartość metali ciężkich w *Phragmites australis* z Jeziora Strzeszyńskiego w 2005 roku

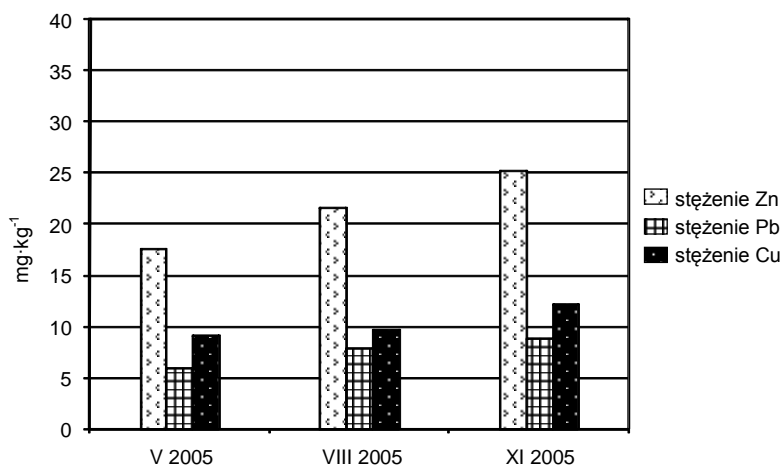
Fig. 8. Content of heavy metals in *Phragmites australis* taken from the Strzeszyńskie Lake in 2005



Rys. 9. Zawartość metali ciężkich w *Typha angustifolia* z Jeziora Strzeszyńskiego w 2005 roku

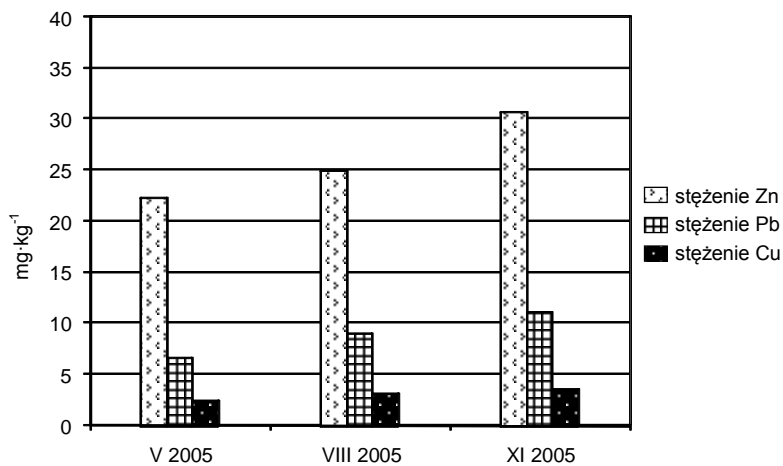
Fig. 9. Content of heavy metals in *Typha angustifolia* taken from the Strzeszyńskie Lake in 2005

ściekowych. Istotnym źródłem ołowiu może być również opad atmosferyczny, w którym zawartość ołowiu mieści się w granicach 5 g-1,7 kg.



Rys. 10. Zawartość metali ciężkich w *Phragmites australis* z Jeziora Rusalka w 2005 roku

Fig. 10. Content of heavy metals in *Phragmites australis* taken from the Rusalka Lake in 2005



Rys. 11. Zawartość metali ciężkich w *Typha angustifolia* z Jeziora Rusalka w 2005 roku

Fig. 11. Content of heavy metals in *Typha angustifolia* taken from the Rusalka Lake in 2005

Analiza wartości rekreacyjnych zbiorników wodnych

Na wartość rekreacyjną zbiorników wodnych w dużym stopniu wpływają parametry morfometryczne (tab. 1). Analiza tych cech pozwoliła na obliczenie wartości rekreacyjnej poszczególnych zbiorników. Na wysokie wskaźniki w znacznym stopniu wpływają:

Tabela 1. Parametry morfometryczne badanych zbiorników
Table 1. Morphometric parameters of examined lakes

Parametr	Jezioro Kierskie	Jezioro Strzeszyńskie	Zbiornik Rusalka
Powierzchnia zwierciadła wody (ha)	285,5	34,9	36,7
Objętość (tys. m ³)	28 858,5	2 847,1	701,4
Długość maksymalna (m)	4 470	1 210	1 540
Szerokość maksymalna (m)	1 060	540	330
Głębokość maksymalna (m)	37,6	17,8	9,0
Głębokość średnia (m)	10,1	8,2	1,9
Linia brzegowa (m)	12 650	4 550	3 300

duża powierzchnia oraz głębokość zbiornika, wysoki wskaźnik rozwinięcia linii brzegowej (ponad 2,5), wydłużenie jeziora mieszczące się w przedziale 3-5, mały stopień zarastania strefy brzegowej oraz powierzchni jeziora oraz zalesienie wynoszące 40-60%.

Synteza wszystkich parametrów (tab. 2) wykazała, że najbardziej atrakcyjnym zbiornikiem pod względem wykorzystania rekreacyjnego jest Jezioro Kierskie, które otrzymało 17 pkt na 29 możliwych (II klasa). Na zaklasyfikowanie tego Jeziora do przedziału o dużej wartości rekreacyjnej niewątpliwie wpłynęły duża powierzchnia oraz głębokość, a także zalesienie, które wynosi 21,2%.

Tabela 2. Wartości rekreacyjne badanych zbiorników (pkt)
Table 2. Recreational values of examined lakes (points)

	Jezioro Kierskie	Jezioro Strzeszyńskie	Zbiornik Rusalka
1. Powierzchnia jeziora	5	1	1
2. Głębokość jeziora	2	2	0
3. Wskaźnik rozwinięcia linii brzegowej	2	3	2
4. Wydłużenie jeziora	1	1	1
5. Zarastanie strefy brzegowej	2	2	2
6. Zarastanie powierzchni jeziora roślinnością wodną	2	2	2
7. Zalesienie brzegów	3	5	1
Wartość rekreacyjna jeziora	17	16	9

Przedziały wielkości:

do 10 pkt – jezioro o niewielkiej wartości rekreacyjnej – IV klasa

10,1-15,9 pkt – jezioro o średniej wartości rekreacyjnej – III klasa

16,0-21,7 pkt – jezioro o dużej wartości rekreacyjnej – II klasa

21,8-29,0 pkt – jezioro o bardzo dużej wartości rekreacyjnej – I klasa

Również Jezioro Strzeszyńskie znajduje się w II klasie, o czym zdecydowały średnia głębokość 8,2 m oraz wskaźnik rozwinięcia linii brzegowej – 2,17, czyli stosunek długości linii brzegowej jeziora do jego powierzchni. Niewątpliwie dużą zaletą Jeziora Strzeszyńskiego jest jego zalesienie, które wynosi 61% (5 pkt). Wyniki przeprowadzonej analizy, lokalizacja oraz bogate zaplecze jednoznacznie wskazują na atrakcyjność Jeziora Strzeszyńskiego, które jest doskonałym miejscem wypoczynku weekendowego.

Odmierna sytuacja występuje w Zbiorniku Rusałka, który zaklasyfikowano do IV klasy pod względem wartości rekreacyjnej. Przyczyną okazała się niewielka głębokość, tylko 1,9 m, która wyłącza zbiornik z wykorzystania do żeglugi, oraz sportów motorowodnych. Na stosunkowo małą wartość rekreacyjną zbiornika ma także wpływ zbyt bogate zalesienie 89,5% (1 pkt), które utrudnia dostęp do jeziora. Natomiast atrakcyjna lokalizacja oraz bogate zaplecze stwarza odpowiednie warunki tylko do plażowania.

Wnioski

1. Zarówno *Typha angustifolia* (L.) jak i *Phragmites australis* (Cav. Trin. ex Steudel) kumulowały wszystkie badane metale ciężkie, stanowiąc istotną barierę biogeochemiczną niekorzystnych swobodnym rozprzestrzenianiu zanieczyszczeń. W największych ilościach makrofity akumulowały Zn.

2. Lepszym akumulatorem metali ciężkich okazała się *Typha angustifolia* (L.). Uzyskane rezultaty wskazują na to, że ta roślina może zostać wykorzystana w oczyszczalniach hydrofitowych na terenach wiejskich.

3. W celu poprawy jakości wody w jeziorach, jest wskazane prowadzenie zrównoważonej gospodarki wodno-ściekowej oraz zachowanie odpowiednich proporcji pomiędzy pasem roślinności a plażą. Zaleca się pozostawianie szerokich pasów roślinności szuwarowej w miejscach narażonych na spływ powierzchniowy.

4. Jeziora Kierskie oraz Strzeszyńskie są bardzo atrakcyjne pod względem parametrów morfometrycznych, lokalizacji oraz infrastruktury. Zostały zakwalifikowane do II klasy, co oznacza, że posiadają dużą wartość rekreacyjną.

5. Zbiornik Rusałka, mimo niekorzystnych parametrów morfometrycznych, może być wykorzystywany rekreacyjnie ze względu na atrakcyjną lokalizację.

Literatura

- DEJA W., 2001. Przydatność rekreacyjna strefy brzegowej. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań.
- GOLDYN R., JANKOWSKA B., KOWALCZAK P., PUŁYK M., TYBISZEWSKA E., WIŚNIEWSKI J., 1996. Wody powierzchniowe miasta Poznania. ŚNMP, Poznań.
- KARATHANASIS A.D., JOHNSON C.M., 2003. Metal Removal Potential by Three Aquatic Plants in an Acid Mine Drainage Wetland. *Mine Water and Environment* 22: 22-30.
- KRZYMOWSKA-KOSTROWICKA A., 1997. Środowisko przyrodnicze jako obiekt użytkowania turystyczno-rekreacyjnego. *Geoekologia turystyki i wypoczynku*. PWN, Warszawa.
- RYSZKOWSKI L., BAŁAZY S., KĘDZIORA A., 2003. Kształtowanie i ochrona zasobów wodnych na obszarach wiejskich. ZBŚRiL PAN, Poznań.
- RYSZKOWSKI L., ŻYCZYŃSKA-BALONIAK I., SZPAKOWSKA B., 1996. Wpływ barier biogeochemicznych na ograniczenie rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń obszarowych. *Oczyszczalnie*

Świerk D., Szpakowska B., 2009. Ocena wartości rekreacyjnej wybranych zbiorników miejskich a funkcjonowanie strefy litoralnej. *Nauka Przyr. Technol.* 3, 1, #51.

hydrobotaniczne. W: Materiały II Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Technicznej, 2-3 IX 1996. KBN, Poznań.

SZPAKOWSKA B., GOLIŃSKI P., KARLIK B., KACZMAREK Z., SZCZEPAŃSKA M., 2005. Distribution of selected heavy metals (Zn, Cd, Pb, Cu) in different element of urban water reservoirs. *Pol. J. Environ. Stud.* 14: 13-17.

SZYMANOWSKA A., SAMECKA-CYMERMAN A., KEMPERS A.J., 1999. Heavy metals in three lakes in west Poland. *Ecotoxicol. Environ. Safety* 43, 21-29.

ZWOLIŃSKI A., 1979. Jeziora jako podstawa turystycznego zagospodarowania pojezierzy. *Zesz. Nauk. Inst. Turyst.* 7: 132-172.

ESTIMATION OF RECREATIONAL VALUES OF CHOSEN WATER RESERVOIRS AND LITTORAL ZONE FUNCTIONING

Summary. Water reservoirs belong to necessary elements of urban landscape playing many important functions. These reservoirs are places for leisure and rest, having effect on local climate, and which is also very important, being a refuge for flora and fauna. The last reservoirs feature is very important for increasing the biodiversity in urban landscape. The aim of the study was to analyse recreational values of three water reservoirs situated in Poznań. Moreover, the studies tend to indicate the role of rush plants in stopping free migration of pollutants (i.e. biogeochemical barriers) which in consequence will influence water quality and improve the recreational values of reservoirs and human health. High recreational value was found for the Kiekrz Lake (17 points/29) and for the Strzeszynek Lake (16 points/29). Low recreational value was indicated for the Rusalka Reservoir (9 points/29), nevertheless attractive localization of this reservoirs also creates a remarkable conditions for leisure and rest. The studies concerning contamination of biotic and abiotic elements indicate that water plants, in particularly *Typha angustifolia* (L.) and *Phragmites australis* (Cav. Trin. ex Steudel) can to a large extent accumulate heavy metals. One can conclude that belt of rushes consisting of such plants can be effectively used in phytoremediation processes.

Key words: the Kiekrz Lake, the Strzeszynek Lake, the Rusalka Lake, heavy metals in plants, recreational value

Adres do korespondencji – Corresponding address:

Dariusz Świerk, Katedra Terenów Zieleni, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Dąbrowskiego 159, 60-594 Poznań, Poland, e-mail: dariusz.swierk@op.pl

Zaakceptowano do druku – Accepted for print:

3.12.2008

Do cytowania – For citation:

Świerk D., Szpakowska B., 2009. Ocena wartości rekreacyjnej wybranych zbiorników miejskich a funkcjonowanie strefy litoralnej. *Nauka Przyr. Technol.* 3, 1, #51.