

Łukasz Bryl, Szymon Jusik, Ryszard Staniszewski, Krzysztof Achtenberg

**CHARAKTERYSTYKA ROŚLINNOŚCI WODNEJ
ZBIORNIKA SZUMIRAD (WOJ. OPOLSKIE)
W 2014 ROKU, ZE SZCZEGÓLNYM
UWZGLĘDNIENIEM KOTEWKI
ORZECHA WODNEGO *TRAPA NATANS* L. 1753**



**Characteristics of vegetation in water reservoir Szumirad
(Opole province) in 2014, with particular emphasis on water caltrop
Trapa natans L. 1753**

ABSTRAKT: Celem niniejszej pracy była charakterystyka roślinności rzeczywistej zbiornika Szumirad, ze szczególnym uwzględnieniem populacji kotewki orzecha wodnego *Trapa natans* L. 1753, której liczebność w akwenu w czasie ostatnich 25 lat podlegała znacznym fluktuacjom. Badania wykonano w 2014 roku, a ich zakres obejmował m.in. inwentaryzację zbiorowisk roślinnych oraz określenie parametrów fizyczno-chemicznych wody. Ogółem zidentyfikowano 14 zespołów roślinnych, wśród których najliczniejsze były: *Nupharo-Nymphaeetum albae* TOMASZ. 1977, *Phragmitetum australis* (GAMS 1927) SCHMALE 1939 i *Typhetum angustifoliae* (ALLORGE 1922) SOO 1927. Uzyskane wyniki porównano z danymi historycznymi dotyczącymi liczebności populacji kotewki i parametrów fizyczno-chemicznych wody. Odnotowano znaczne zmiany liczebności i kondycji populacji. Po silnym spadku w latach 2010-2012 występuje obecnie powolny trend wzrostu.

SŁOWA KLUCZOWE: kotewka orzech wodny, makrofity, zbiorowiska roślinne, parametry fizyczno-chemiczne wody, zmiany liczebności populacji

ABSTRACT: The purpose of this study was to characterize the actual vegetation in water reservoir Szumirad, with particular emphasis on the population of water caltrop *Trapa natans* L. 1753, whose numbers during the past 25 years have been subject to large fluctuations. The study was performed in 2014, and its scope included inventory of plant communities and determination of the physical and chemical parameters of water. In total, 14 plant communities were identified. The most numerous associations were: *Nupharo-Nymphaeetum albae* TOMASZ. 1977, *Phragmitetum australis* (GAMS 1927) SCHMALE of 1939 and *Typhetum angustifoliae* (ALLORGE 1922) Soo 1927. The results were compared to historical data on the population of water caltrop and physical and chemical parameters of water. There has also been an increase in the number and improvement of health of the population of water caltrop. After a sharp drop in 2010-2012, currently a slow growth trend can be observed.

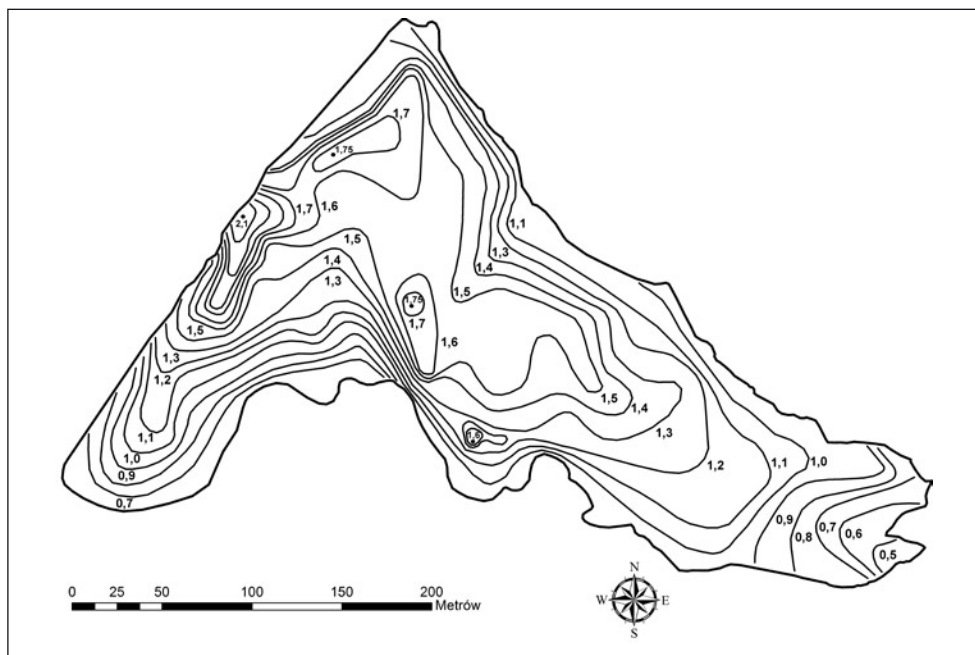
KEY WORDS: water caltrop, macrophytes, plant communities, physico-chemical parameters of water, changes in population

Wstęp

Zbiornik wodny Szumirad (N50°50'13,37"; E18°14'58,89") znajduje się na obszarze rezerwatu przyrody Smolnik (pow. 24,92 ha), który utworzono dnia 11 lutego 1958 r. Położony jest on we wsi Szumirad, w gminie Laskowice Wielkie, w powiecie kluczborskim, w województwie opolskim, na terenie Obszaru Chronionego Krajobrazu „Lasy Stobrawsko-Turawskie” oraz w obszarze Natura 2000 „Dolina Budkowiczanki” (PLH160020). Celem istnienia rezerwatu jest zachowanie ze względów naukowych i dydaktycznych ekosystemów zbiornika wodnego oraz przylegających torfowisk i lasów o charakterze seminaturalnym ze stanowiskami roślin chronionych, zagrożonych i rzadkich. W latach 1998 (Dajdok i Kącki 1998) i 2012 (Badora i Nowak 2012) opracowano Plany ochrony rezerwatu przyrody Smolnik, w których wśród zadań ochronnych wymieniono przeciwdziałanie

zanikowi populacji kotewki orzecha wodnego oraz zagrożeniom ze strony nielegalnego wędkarstwa i rekreacji.

Wchodzący w skład rezerwatu sztuczny zbiornik wodny Szumirad o charakterze stawu, zlokalizowany jest w górnym biegu rzeki Bystrzyny (lewobrzeżny dopływ Budkowiczanki). Zbiornik ten jest stosunkowo płytki – jego średnia głębokość wynosi 1,5 m, a maksymalna 2,1 m (w zachodniej części zbiornika, w pobliżu budowli spustowej). Akwen generalnie wypłyca się w kierunku południowym i wschodnim (ryc. 1). Miąższość organicznych osadów dennych waha się w przedziale 0,1-0,9 m i jest większa od strony wschodniej, gdzie dopływa Bystrzyna. Według danych historycznych powierzchnia zbiornika Szumirad wynosiła 8,79 ha (Messtischblatt 1929). Własne badania przeprowadzone w 2014 roku wykazały, że powierzchnia lustra wody zmniejszyła się do 7,06 ha. Zbiornik zmniejsza się w wyniku wypełniania osadami naniesionymi przez



Ryc. 1. Plan batymetryczny zbiornika Szumirad na podstawie badań z 2014 r.

Fig. 1. Bathymetric map of water reservoir Szumirad based on author's own research in 2014.

rzekę Bystrzynę (we wschodniej części) oraz w wyniku naturalnej sukcesji roślinności prowadzącej do wypływania i zarastania akwenu (w południowej części). W latach 70. XX wieku głębokość wody wahała się pomiędzy 0,6 a 3,4 m (Piórecki 1980), podczas gdy w 2014 roku zmniejszyła się ona do 0,5-2,1 m. W zbiorniku Szumirad występuje populacja kotewki orzecha wodnego *Trapa natans* L. 1753, której liczebność w czasie ostatnich 25 lat podlegała znacznym fluktuacjom.

Tereny na południe i wschód od zbiornika stanowią kompleks mokradeł o charakterze torfowiska niskiego, w tym zbiorowiska szuwarowe (głównie *Typhetum latifoliae* Soó 1927 i *Caricetum acutiformis* SAUER 1937 oraz w mniejszym stopniu *Caricetum rostratae* RÜBEL 1912, *Caricetum paniculatae* WANGERIN 1916, *Glycerietum maximae* HUECK 1931 i *Sparganietum erecti* ROLL 1938), torfowiska przejściowe z klasy *Scheuchzeria-Caricetea nigrae* (NORDH. 1937) R.Tx. 1937 oraz olsy *Alnion glutinosae* (MALC. 1929) MEIJER DREES 1936 i łęgi jesionowo-olszowe *Fraxino-Alnetum* W.MAT. 1952 (Badora i Nowak 2012).

Celem niniejszej pracy była charakterystyka roślinności rzeczywistej zbiornika wodnego Szumirad, ze szczególnym uwzględnieniem populacji kotewki orzecha wodnego, na podstawie własnych badań terenowych przeprowadzonych w 2014 r. Celem było także porównanie obecnego występowania kotewki z danymi historycznymi (Sendek 1970, Bombówna et al. 1972, Piórecki 1980, Słodczyk 1989, Nowak 1997, Dajdok i Kącki 1998, Kącki i Dajdok 1998, Nowak i Spalek 2003, Badora i Nowak 2012) oraz sprawdzenie stabilności warunków fizyczno-chemicznych wody, poprzez porównanie z danymi z 2012 r.

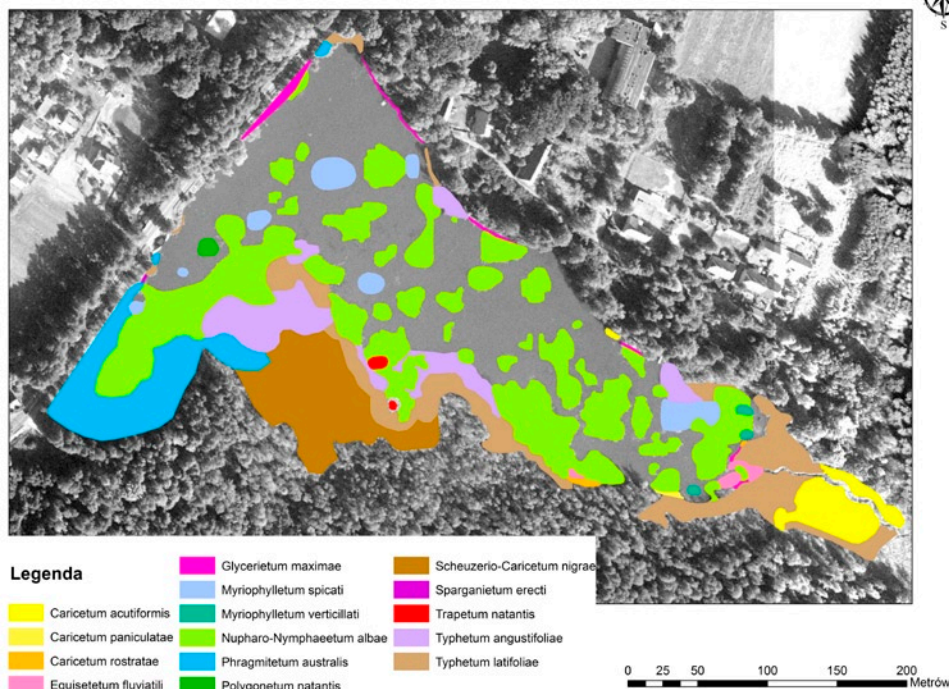
Materiał i metody

Badania roślinności zbiornika wodnego Szumirad przeprowadzono w roku 2014 w

szczycie sezonu wegetacyjnego (sierpień). Ich zakres obejmował inwentaryzację i opis zbiorowisk roślinnych, inwentaryzację oraz ocenę stanu zachowania populacji i siedliska kotewki orzecha wodnego, zgodnie z obowiązującą metodyką GIOŚ (Kamiński 2012) oraz określenie parametrów fizyczno-chemicznych wody.

Zastosowano metody zdjęć fitosocjologicznych (Braun-Blanquet 1964) oraz pełnego mapowania fitolitoralu (Kolada i Ciecierska 2008), zarówno z pontonu, przez wielokrotne sondowanie dna przy pomocy grabek hydrobiologicznych, jak i od strony lądu. Jako zbiorowiska traktowano płaty roślinności zajmujące co najmniej 5 m², o pokryciu co najmniej 5%, zgodnie z oficjalną metodyką WIOŚ (Kolada i Ciecierska 2008). Zasięgi poszczególnych fitocenoz były rejestrowane za pomocą urządzenia GPS. Identyfikacji zespołów roślinnych dokonano zgodnie z opracowaniem Matuszkiewicza (2011). Ogółem wykonano 83 zdjęcia fitosocjologiczne o powierzchni od 10 do 100 m². Rozmieszczenie oraz zasięgi wszystkich zidentyfikowanych fitocenoz były nanoszone na mapę zbiornika (ryc. 2).

Ponadto przeprowadzono comiesięczne (od maja do września) analizy 17 parametrów fizyczno-chemicznych wody pobranej w trzech przekrojach badawczych zbiornika Szumirad: powyżej, w środku i poniżej zbiornika. Bezpośrednio w terenie mierzono odczyn (potencjometrycznie pH-metrem mikrokomputerowym Elmetron CPI-551) i przewodność elektrolityczną właściwą (konduktometrem mikrokomputerowym Elmetron CC-551). Próby wody do analiz stężenia substancji rozpuszczonych były filtrowane w terenie na membranach Sartorius Cellulose Nitrate Filter o porach 0,45 µm. Po pobraniu próby były schładzane w przenośnej lodówce do temperatury < 10°C i analizowane w ciągu 12 godzin. Kompleksometryczną metodą miareczkową oznaczono następujące parametry: zasadowość – metodą z kwasem siarkowym w obecności oranżu metylowego, twardość ogólną – metodą z wersen-



Ryc. 2. Mapa roślinności rzeczywistej zbiornika Szumirad w 2014 roku.

Scheuzerio-Caricetum nigrae (na południu) oraz kompleks *Typhetum latifoliae* i *Caricetum acutiformis* (na wschodzie) porastają mokradła poza otwartym lustrem wody.

Fig. 2. Actual vegetation map of water reservoir Szumirad in 2014.

Scheuzerio-Caricetum nigrae (in the south) and complex *Typhetum latifoliae* and *Caricetum acutiformis* (in the east) are covered with marshes beyond the open water.

nem dwusodowym oraz stężenia magnezu – metodą z wersenianem dwusodowym w obecności żółci tytanowej. Metodą kolorymetryczną, za pomocą spektrofotometru Hach Lange DR 2800, oznaczono stężenia następujących jonów: siarczanów – metodą z barem oraz SulfaVer 4; chlorków – metodą z tiocyjanianem rtęci; fosforanów – metodą z kwasem askorbinowym; fosforu ogólnego – metodą z kwasem askorbinowym po wcześniejszej mineralizacji mikrofalowej w urządzeniu Mars 5X; azotu azotanowego – metodą redukcji kadmem; azotu azotynowego – metodą z kwasami sulfanilowym i chromotropowym; azotu amonowego

– metodą Nesslera. Stężenia azotu Kjeldahla oznaczono metodą destylacyjną Kjeldahla, po wcześniejszej mineralizacji mikrofalowej. Azot organiczny obliczono jako różnicę stężenia azotu Kjeldahla i amonowego, natomiast azot ogólny jako sumę azotu Kjeldahla, azotynowego i azotanowego. Metodą kolorimetrii płomieniowej, za pomocą urządzenia BWB Flame Photometres, oznaczono stężenia wapnia, sodu i potasu. W tabeli 3 zestawiono wyniki własnych badań z 2014 roku (średnia z 5 pomiarów $\pm$ odchylenie standardowe) oraz danych z 2012 roku (pojedynczy pomiar w sierpniu na podstawie Badora i Nowak 2012).

Wyniki

W zbiorniku Szumirad zaobserwowano w 2014 roku występowanie 14 zespołów roślinnych, porastających powierzchnię co najmniej 5 m², które reprezentowały 5 klas fitosocjologicznych. Na podstawie badań obliczono powierzchnie zajęte przez poszczególne fitocenozy (tab. 1) oraz wykonano mapę roślinności rzeczywistej (ryc. 2). W obliczeniach uwzględniono wyłącznie płyty zasiedlające otwarte lustro wody i pominięto płyty roślinności o charakterze torfowiska niskiego lub przejściowego, porastające części akwenu, które uległy procesowi ładowacenia wskutek wypełniania się osadami naniesionymi przez rzekę Bystrzynę – zbiorowiska z klasy *Scheuchzeria-Caricetea nigrae* w południowej części akwenu oraz płyty *Caricetum acutiformis* i *Typhetum latifoliae* przechodzące w olsy od wschodu.

Z obliczeń wykonanych w bazie GIS wynika, że w 2014 roku zbiornik Szumirad miał powierzchnię około 7,06 ha, a fitolitoral zajmował około 4 ha (56,6% obecnej powierzchni zbiornika), w tym zbiorowiska roślin zanurzonych (elodeidów) – 0,23 ha, zbiorowiska roślin o liściach pływających (nymfeidów) – 2,18 ha, szuwały właściwe – 1,57 ha i szuwały turzycowe – 210 m². Największą powierzchnię (2,15 ha) zajmował zespół *Nupharo-Nymphaeetum albae* TOMASZ. 1977, rozlokowany w 38 płytach o powierzchni od 0,02 do 0,57 ha i pokryciu 35-75% (fot. 1). Zbiorowisko to zajmowało ponad 30 % powierzchni zbiornika i 54 % fitolitoralu. Drugim pod względem udziału był szuwar *Phragmitetum australis* (GAMS 1927) SCHMALE 1939 (fot. 3), porastający powierzchnię 0,58 ha (8% powierzchni zbiornika i 14,5% fitolitoralu), natomiast trzecim – szuwar *Typhetum angustifoliae* (ALLORGE

Tab. 1. Powierzchnie zbiorowisk roślinnych stwierdzonych w zbiorniku Szumirad w 2014 r.

Tab. 1. The surfaces of plant communities found in the water reservoir Szumirad in 2014

Lp.	Zbiorowisko roślinne / Plant community	Powierzchnia / Area	Udział w pow. zbiornika (%) / Percentage in reservoir area (%)	Udział w fitolitoralu (%) / Percentage in phytolittoral (%)
1.	<i>Nupharo-Nymphaeetum albae</i> TOMASZ. 1977	2,15 ha	30,43	53,74
2.	<i>Phragmitetum australis</i> (GAMS 1927) SCHMALE 1939	0,58 ha	8,21	14,51
3.	<i>Typhetum angustifoliae</i> (ALLORGE 1922) Soó 1927	0,49 ha	6,87	12,14
4.	<i>Typhetum latifoliae</i> Soó 1927	0,41 ha	5,81	10,26
5.	<i>Myriophylletum spicati</i> SOE 1927	0,21 ha	2,97	5,24
6.	<i>Glycerietum maximae</i> HUECK 1931	580 m ²	0,82	1,45
7.	<i>Equisetetum fluviatili</i> STEFFEN 1931	345 m ²	0,49	0,86
8.	<i>Myriophylletum verticillati</i> Soó 1927	180 m ²	0,26	0,45
9.	<i>Polygonetum natantis</i> Soó 1927	170 m ²	0,24	0,42
10.	<i>Trapetum natantis</i> MÜLL. et GÖRS 1969	145 m ²	0,20	0,36
11.	<i>Caricetum rostratae</i> RÜBEL 1912	110 m ²	0,16	0,28
12.	<i>Caricetum paniculatae</i> WANGERIN 1916	56 m ²	0,08	0,14
13.	<i>Caricetum acutiformis</i> SAUER 1937	45 m ²	0,06	0,11
14.	<i>Sparganietum erecti</i> ROLL 1938	14 m ²	0,02	0,04
	Ogółem / Total	~4 ha	56,62	100,00



Fot. 1. Zbiorowisko grążela żółtego w południowo-zachodniej części zbiornika wodnego Szumirad.
Photo 1. Community of yellow water-lily in the south-western part of water reservoir Szumirad.



Fot. 2. Kotewka orzech wodny w zbiorniku wodnym Szumirad w 2014 roku.
Photo 2. Water caltrop in water reservoir Szumirad in 2014.



Fot. 3. Zespół jeżogłówki gałęzistej w sąsiedztwie zapory czołowej zbiornika wodnego Szumirad.
Photo 3. Association of simplestem bur-reed located near the dam of water reservoir Szumirad.

1922) Soó 1927 o powierzchni 0,49 ha (7% zbiornika i 12% fitolitoralu). Na uwagę zasługuje znaczna powierzchnia zespołu *Myriophylletum spicati* SOE 1927, porastającego około 0,21 ha, podczas gdy w 2012 roku nie był on stwierdzony (Badora i Nowak 2012). W 2014 roku zbiorowisko to występowało w 7 płatach we wschodniej i zachodniej części akwenu. Poza wywłócznikiem pojawiły się też spore płaty szuwaru *Equisetum fluviatilis* STEFFEN 1931 na dopływie rzeki Bystrzyny (łącznie prawie 350 m²).

W przypadku kotewki orzecha wodnego w 2014 roku odnotowano znaczący wzrost liczebności i poprawę kondycji populacji, w porównaniu do lat wcześniejszych (Badora i Nowak 2012). Większość osobników kotewki zaobserwowano wzdłuż południowo-centralnego brzegu zbiornika na odcinku o

długości około 100 m, w odległości do 30 m od linii szuwaru. Skrajne współrzędne tego odcinka to N 50°50'20,8", E 18°14'43,9" od strony zachodniej i N 50°50'18,5", E 18°14'46,0" od strony wschodniej. Ogółem naliczono 151 rozet, w tym 104 były skupione w dwóch zwartych płatach o powierzchniach 113 i 32 m². W pierwszym z nich zagęszczenie wynosiło 5-10 rozet/m², natomiast w drugim 8-12 rozet/m². Trzecie większe skupisko kotewki stwierdzono w płacie zespołu grążela żółtego (26 rozet), jednak zagęszczenie było tam bardzo niewielkie (1 rozetka na kilka m²). Pozostałe rozety występowały pojedynczo lub w grupach po kilka lub kilkanaście sztuk w płatach zespołu *Nupharo-Nymphaeetum albae*, także w miejscach, gdzie od wielu lat gatunek ten nie był obserwowany (dwa

płaty w centralnej części zbiornika o współrzędnych: N 50°50'19,9", E 18°14'48,2" oraz N 50°50'19,0", E 18°14'50,6"). Od 2012 roku obserwowano wyraźny spadek liczebności i kondycji populacji. W lipcu 2014 roku obserwacje kotewki prowadzone były również przez pracowników RDOŚ w Opolu, jednak nie były one wykonane metodą Kamińskiego (2012). Dokonano jedynie policzenia rozet w czasie pojedynczego przepłynięcia łódką zbiornika (inf. z RDOŚ Opole). Naliczono wówczas około 50 rozet, czyli trzy razy mniej niż podczas badań prezentowanych w niniejszej publikacji. Analogiczna sytuacja wystąpiła w roku 2012, kiedy pracownicy RDOŚ naliczyli kilkanaście rozet (inf. z RDOŚ Opole), podczas gdy w Planie ochrony rezerwatu podano liczbę 33 rozet (Badora i Nowak 2012). W 2012 roku rozety były niewielkich rozmiarów, rosły w dużym rozproszeniu wśród grążela żółtego i nie tworzyły dającego się wyróżnić zespołu. Na szczęście ta niekorzystna tendencja w 2014 roku uległa zmianie i możliwe było wyróżnienie dwóch dobrze wykształconych płatów zespołu *Trapa natans* MÜLL. et GÖRS 1969, które łącznie zajmowały powierzchnię 145 m² (fot. 2). Występowały one wewnątrz płatów *Nuphar-Nymphaeetum albae*, w miejscach o niewielkim zwarcie grążela (20-40%). Zespół kotewki miejscami graniczył od brzegu z szuwarem *Typhetum angustifoliae*.

Stan zdrowotny populacji kotewki orzecha wodnego w roku 2014 był bardzo dobry. Rozety były dużych rozmiarów, bez widocznych uszkodzeń spowodowanych żerowaniem szkodników oraz bez obecności patogenów. Licznie występowały owoce kotewki, zarówno te w pełni dojrzałe, jak i te jeszcze dojrzewające na rozetach. Ogółem całkowita powierzchnia siedliska zaję-

tego przez *Trapa natans* wynosiła około 245 m² i składała się z trzech głównych płatów oraz trzech mniejszych wewnątrz płatów grążela. W przyszłości zagrożeniem dla kotewki może być potencjalna konkurencja ze strony grążela żółtego, którego średnie pokrycie na stanowisku sięga 60%. Obecnie jednak konkurencja ze strony tego gatunku nie występuje. Parametry charakteryzujące stan populacji *Trapa natans* w zbiorniku Smolnik w roku 2014 przedstawiono w tabeli 2.

Woda w zbiorniku Szumirad charakteryzuje się niskim stężeniem większości analizowanych jonów w wodzie (tab. 3). Słabą mineralizację wód potwierdza niska przewodność elektrolityczna (150-154 µS/cm). Odczyn wody jest bliski obojętnemu. Leśny charakter zlewni Bystrzyny powyżej akwenu determinuje brak zanieczyszczenia wód zbiornika Szumirad. Najbliższy obszar zabudowany – Kamieniec, zlokalizowany jest w odległości kilku kilometrów od zbiornika. Oddziaływanie zbiornika Szumirad powoduje rozcieńczanie i oczyszczanie wód rzeki Bystrzyny. Poniżej zbiornika zanotowano niższe stężenia: fosforanów, fosforu ogólnego, azotu ogólnego, wapnia, magnezu, sodu i potasu oraz wyższe stężenia siarczanów i chlorków (tab. 3). Wewnątrz zbiornika następuje retencja biogenów deponowanych w formie osadów dennych. Jest to zjawisko typowe dla większości przepływowych jezior i sztucznych zbiorników zaporowych. Analizując zmienność miesięczną w 2014 roku, należy stwierdzić, że najbardziej zmiennym parametrem były fosforany, natomiast najbardziej stałym przewodność elektrolityczna (tab. 3). Porównując uzyskane dane z rokiem 2012 (Badora i Nowak 2012) uwiadamia się wzrost trofii wody (fosforany i azot amonowy).

Tab. 2. Stan zachowania populacji *Trapa natans* L. 1753 w zbiorniku Szumirad w roku 2014. Ocena: właściwa (FV), niezadowalająca (U1), zła (U2).

Tab. 2. The condition of the population *Trapa natans* L. 1753 in the reservoir Szumirad in 2014. Rating: proper (FV), inadequate (U1), bad (U2).

Wskaźnik Indicator	Wartość wskaźnika i komentarz The value of the indicator and comment	Ocena Rating	
Populacja / Population	Liczebność populacji – liczba rozet	FV	U1
	Zagęszczenie roślin w płatach	U1	
	Średnia liczba owoców i zawiązków owoców w rozecie	FV	
	Średnica rozet liściowych	FV	
	Zdrowotność roślin	FV	
	Liczba skupień	–	
	Średnica blaszek liściowych	–	
Siedlisko / Habitat	Liczba liści w rozecie	–	U1
	Powierzchnia siedliska zajmowana przez populację	FV	
	Powierzchnia potencjalnego siedliska	FV	
	Fragmentacja siedliska	U1	
	Ocienienie siedliska	FV	
Perspektywy ochrony Protection perspective	Stopień zarośnięcia lustra wody przez szuwały oraz roślinność zajmującą tę samą niszę	U1	U1
	Zabiegi ochrony czynnej Active conservation measures	U1	
Ocena ogólna / Overall rating			U1

Tab. 3. Parametry fizyczno-chemiczne wody zbiornika Szumirad na podstawie badań własnych z 2014 roku (średnia z 5 pomiarów $\pm$ odchylenie standardowe) oraz danych z 2012 roku (pojedynczy pomiar w sierpniu na podstawie Badora i Nowak 2012).

Tab. 3. Physico-chemical parameters of water in water reservoir Szumirad based on the author's own research in 2014 (mean of 5 measurements $\pm$ SD) and data from 2012 (single measurement in August on the basis of Badora i Nowak 2012).

Stanowisko / Position		Powyżej zbiornika / Above the reservoir		Środek zbiornika / Center of the reservoir		Poniżej zbiornika / Below the reservoir	
Rok badania / Year of study		2012	2014	2012	2014	2012	2014
odczyn / pH	-	7,42	7,25 $\pm$ 0,13	7,25	7,37 $\pm$ 0,23	7,37	7,52 $\pm$ 0,18
przewodność conductivity	$\mu\text{S}/\text{cm}$	154	154 $\pm$ 8	151	154 $\pm$ 5	150	153 $\pm$ 5
zasadowość alkalinity	$\text{mg CaCO}_3/\text{l}$	-	60,0 $\pm$ 10,0	-	60,0 $\pm$ 8,9	-	53,8 $\pm$ 11,8
siarczany sulfur	$\text{mg SO}_4^{2-}/\text{l}$	23,52	18,50 $\pm$ 2,52	22,89	19,25 $\pm$ 3,59	22,67	21,25 $\pm$ 4,99
chlorki chlorides	$\text{mg Cl}^-/\text{l}$	5,04	4,03 $\pm$ 0,48	4,97	4,05 $\pm$ 0,72	5,05	4,13 $\pm$ 0,97
fosforany phosphates	$\text{mg PO}_4^{3-}/\text{l}$	0,11	0,33 $\pm$ 0,28	< 0,005	0,24 $\pm$ 0,16	< 0,005	0,30 $\pm$ 0,22
fosfor ogólny total phosphorous	$\text{mg P}/\text{l}$	-	0,16 $\pm$ 0,07	-	0,17 $\pm$ 0,07	-	0,14 $\pm$ 0,06
azot azotanowy nitrate nitrogen	$\text{mg N}/\text{l}$	0,53	0,35 $\pm$ 0,06	0,33	0,38 $\pm$ 0,05	0,30	0,35 $\pm$ 0,06
azot azotynowy nitrite nitrogen	$\text{mg N}/\text{l}$	0,034	0,004 $\pm$ 0,003	< 0,005	0,005 $\pm$ 0,001	< 0,005	0,005 $\pm$ 0,003
azot amonowy ammonium nitrogen	$\text{mg N}/\text{l}$	0,07	0,22 $\pm$ 0,08	0,11	0,21 $\pm$ 0,09	0,11	0,20 $\pm$ 0,11
azot organiczny organic nitrogen	$\text{mg N}/\text{l}$	-	2,73 $\pm$ 1,17	-	2,20 $\pm$ 1,33	-	1,88 $\pm$ 1,30
azot Kjeldahla Kjeldahl nitrogen	$\text{mg N}/\text{l}$	-	2,95 $\pm$ 1,22	-	2,41 $\pm$ 1,39	-	2,08 $\pm$ 1,31
azot ogólny total nitrogen	$\text{mg N}/\text{l}$	-	3,30 $\pm$ 1,24	-	2,79 $\pm$ 1,37	-	2,43 $\pm$ 1,29
twardość ogólna total hardness	$\text{mg CaCO}_3/\text{l}$	136,1	98,3 $\pm$ 38,0	104,1	94,6 $\pm$ 32,8	124,1	81,2 $\pm$ 26,4
wapń calcium	$\text{mg Ca}^{2+}/\text{l}$	23,07	23,13 $\pm$ 2,64	20,00	24,63 $\pm$ 2,96	20,47	20,35 $\pm$ 5,68
magnez magnesium	$\text{mg Mg}^{2+}/\text{l}$	3,29	9,73 $\pm$ 8,29	2,69	8,05 $\pm$ 5,77	2,71	5,98 $\pm$ 2,57
sód sodium	$\text{mg Na}^+/\text{l}$	4,93	4,10 $\pm$ 0,45	5,03	3,94 $\pm$ 0,38	4,74	3,90 $\pm$ 0,48
potas potassium	$\text{mg K}^+/\text{l}$	1,40	0,39 $\pm$ 0,18	1,29	0,39 $\pm$ 0,10	1,02	0,36 $\pm$ 0,04

Dyskusja i podsumowanie

Kotewka orzech wodny preferuje nasłonecznione stanowiska w eutroficznych wodach stojących i wolno płynących (np. zatoki, zakola, wyciszone miejsca odpływu wód). Rośnie w starorzeczach i stawach z podłożem mulistym, bogatym w materię organiczną, do których może być introdukowana (Piórecki 1980, Staniszewski i Zielnica 2006, Smieja i Ledwoń 2013). Na ogół dobrze rozwija się na niewielkich akwenach o powierzchni do 5 arów oraz przy pH w przedziale 6,0-7,5, przy czym znosi pH w zakresie od 4,2 do 9,4 (Staniszewski et al. 2008). W zbiornikach eutroficznych o znacznej miąższości osadach organicznych i pozostających bez wymiany wód w cyklu kilkuletnim lub posiadających dopływ wód ze spływów powierzchniowych, obserwuje się zmniejszenie liczebności kotewki. Po wymyciu części osadów często obserwuje się odrodzenie populacji kotewki.

Dojrzałe nasiona kotewki opadają na dno akwenu jesienią i kiełkują zazwyczaj w pierwszym lub w drugim roku. Orzechy zachowują żywotność przez okres 5-12 lat, dłuższy w przypadku gdy nie ulegną odwodnieniu (Eyres 2009, Mikulyuk i Nault 2009). Całkowita ilość kiełkujących nasion może dochodzić do około 90% (Kurihara i Ikusima 1991). Kotewka może się również zachowywać jak roślina wieloletnia dzięki zjawisku proliferacji (Eyres 2009).

W Polsce *Trapa natans* ma status gatunku krytycznie zagrożonego i podlega całkowitej ochronie. Chroniona jest również dyrektywą siedliskową w ramach europejskiej sieci ochrony przyrody Natura 2000. Liczba stanowisk w Polsce szacowana jest na około 40, skupionych głównie w kotlinach podgórskich: Oświęcimskiej (w Dolinie Górnej Wisły), Sandomierskiej oraz na Nizinie Śląskiej. Szacuje się, że na przełomie XIX i XX w. ubyłło około 180 stanowisk kotewki w kraju (Piórecki 1980, Dajdok et al. 1998, Kaźmierczakowa i Zarzycki 2001, Piórecki 2001, No-

wak i Spalek 2003, Mirek i Piękoś-Mirkowa 2008, Kamiński i Czernicki 2012).

Główne przyczyny ustępowania kotewki orzecha wodnego to przede wszystkim zarastanie i wypływanie jezior oraz starorzeczy, renowacje stawów, wykaszanie roślinności stawowej przed wykształceniem orzechów, dopływ ścieków oraz wprowadzanie amura białego *Ctenopharyngodon idella* VALENCIENNES 1844. Kotewka ustępuje też z uwagi na zmiany chemizmu wód. Jej ostoją stały się stawy rybne, z których jest jednak czasem usuwana jako roślina uciążliwa. Wśród największych zagrożeń dla stanowisk kotewki wymienia się również melioracje wodne, takie jak: odwadnianie gruntów, regulacja rzek i obniżanie poziomu wód. Wpływ na siedlisko kotewki mają ponadto średnie temperatury roczne, szybkość przepływu wód lub ich zaleganie w okresie powodziowym oraz zbyt niskie temperatury wody i powietrza – ustępuje wówczas na rzecz innych makrofitów (Piórecki 1980, Staniszewski i Zielnica 2006).

Pierwsze informacje o występowaniu kotewki orzecha wodnego w zbiorniku Szumirad pochodzą z roku 1887 (Bombówna et al. 1972). Stopniowe zanikanie gatunku notowano już od 1950 roku, pomimo tego, że jego populacja mogła wówczas liczyć nawet 20 000 rozet. Z czasem zajmowana przez niego powierzchnia zaczęła się kurczyć – zjawisko to sygnalizował Sendek w 1970 roku, a następnie Piórecki w 1980 roku. W latach 1976-77 nie zaobserwowano żadnych rozet kotewki. Bezpośrednią przyczyną czasowego zaniku była nadmierna eksploatacja akwenu przez miejscowy, nieistniejący już ośrodek rekreacyjny (Ślodziak 1989). Kotewka orzech wodny jest bardzo wrażliwa na uszkodzenia mechaniczne, spowodowane np. użytkowaniem rekreacyjnym zbiornika (pływanie łodziami, kajakami, wędkowanie), a większość populacji rozwijała się od strony wspomnianego ośrodka. W 1997 roku przeprowadzono udaną reintrodukcję gatunku za pomocą nasion przeniesionych

ze stawów hodowlanych w Krogulnie (Nowak 1997). Brak jest jednak jakichkolwiek informacji na temat ilości wprowadzonego materiału oraz miejsca wsiedlenia. W następnym roku wykazano obecność kotewki na powierzchni około 20 m² (południowy brzeg zbiornika oraz pojedyncze osobniki w części północnej) (Dajdok i Kącki 1998, Kącki i Dajdok 1998). W 1999 roku liczebność populacji ulegała ponownemu załamaniu. W tym samym roku do stawu wprowadzono kolejne 50 nasion. Brak informacji o liczebności populacji kotewki w latach 2000-2009. Od 2010 roku obserwacje polegające na zliczaniu rozet wykonywali pracownicy RDOŚ Opole. Były one prowadzone w okresie od połowy lipca do końca sierpnia przez te same osoby (inf. z RDOŚ Opole). W 2010 roku stwierdzono występowanie około 1000 rozet kotewki, przy czym populacja zajmowała łącznie powierzchnię ok. 1 ha. W roku 2011 badania wykazały, iż liczebność kotewki zmniejszyła się o blisko połowę (550 rozet). Udokumentowano dwa skupiska o powierzchni 10 i 18 m², zlokalizowane wzdłuż południowej linii stawu, pozostałe okazy występowały w rozproszeniu. W roku 2012 kotewka w zbiorniku Szumirad występowała pojedynczo w płatach zespołu *Nupharo-Nymphaetum* lub tworzyła niewielkie płyty w południowych obrzeżach stawu. Prowadząc obserwacje do Planu ochrony rezerwatu Badora i Nowak (2012) naliczyli 33 rozety, podczas gdy pracownicy RDOŚ jedynie kilkanaście. Różnice wynikają najprawdopodobniej z różnej dokładności poszukiwań. Mianowicie w pierwszym przypadku prowadzono dokładne kartowanie fitosocjologiczne całego zbiornika, w drugim natomiast jedynie policzono rozety w czasie pojedynczego przepłynięcia łodzią zbiornika. W kolejnym roku badań (2013) pracownicy RDOŚ stwierdzili występowanie jedynie 20 rozet w dwóch małych grupach, w południowej części stawu. Analogiczne rozbieżności jak w 2012 roku wystąpiły również w roku 2014. Mianowicie bardzo

szczegółowe badania własne, wykonane w sierpniu, towarzyszące pełnemu mapowaniu roślinności wodnej, wykazały obecność 151 rozet (w tym 104 w dwóch zwartych płatach), podczas gdy pracownicy RDOŚ w lipcu naliczyli jedynie 50 rozet. Można więc przyjąć założenie, że pojedyncze przepłynięcie łodzią zbiornika Szumirad wzdłuż linii brzegowej daje około trzykrotne niedoszacowanie liczebności populacji. Zdaniem autorów termin prowadzenia badań ma drugorzędne znaczenie, pod warunkiem, że są one wykonywane nie wcześniej niż w połowie lipca. Zalecenie Kamińskiego (2012), aby badania monitoringowe prowadzić w sierpniu, wynika z możliwości oceny w tym okresie sukcesu reprodukcyjnego populacji (liczby owoców oraz ich zawiązków w rozetach). Ponadto rozety wówczas dalej już nie rosną. Prowadząc obserwacje w drugiej połowie lipca, większość osobników kotewki posiada rozety pływające po powierzchni wody, chociaż nie mają one jeszcze pełnych wymiarów i nasiona nie są jeszcze wykształcone.

Fluktuacja liczebności populacji kotewki orzecha wodnego w zbiorniku wodnym Szumirad jest niepokojącym zjawiskiem, szczególnie że w ostatnich 25 latach nie potrafi odzyskać swojej liczebności z czasów utworzenia rezerwatu, ani też utworzyć znacznych powierzchniowo płatów. Dodatkowo, w latach 2010-2012 nastąpił wyraźny, 30-krotny spadek liczebności populacji (z 990 do 33 rozet), spowodowany najprawdopodobniej, analogicznie jak wcześniej, presją rekreacyjną i wędkarską. Na szczęście w kolejnych 3 latach (2012-2014) obserwowano powolną odbudowę populacji.

W latach 1998 (Dajdok i Kącki 1998) i 2012 (Badora i Nowak 2012) opracowano Plany ochrony rezerwatu przyrody Smolnik, w których wśród zadań ochronnych wymieniono przeciwdziałanie zanikowi populacji kotewki orzecha wodnego oraz zagrożeniom ze strony wędkarstwa i rekreacji. Przyjęto m.in. zakaz pływania po

zbiorniku, wędkowania z łodzi i kajaków oraz likwidację pomostów i dzikich przystani dla jednostek pływających. Nieskuteczne ograniczenia w zakresie penetracji wędkarskiej i pływania mogą prowadzić do mechanicznego niszczenia kotewki. Mimo formalnego zakazu omawiany proceder w latach poprzednich był jednak nielegalnie i nagminnie uprawiany. Potwierdzają to wizje terenowe w 2012 roku (Badora i Nowak 2012), w trakcie których stwierdzono od kilku do kilkunastu zajętych stanowisk wędkarskich, obserwowano również łódki i kajaki pływające na zbiorniku. Wzdłuż północnej linii brzegowej zlokalizowanych jest kilka drewnianych pomostów, wykorzystywanych przez wędkarzy oraz służących do cumowania. W 2014 roku podczas pięciu wizji terenowych nie zaobserwowano żadnego wędkarza łowiącego ryby, ani żadnych kajaków czy łodzi pływających po zbiorniku. Zaobserwowano jednak wcześniejsze ślady wędkowania w postaci trzech zerwanych zestawów wędkarskich, przygotowanych do połowu szczupaka na żywcza.

Jako potencjalne przyczyny fluktuacji liczebności kotewki i zaniku jej populacji podawano w Planie ochrony rezerwatu Smolnik (Badora i Nowak 2012) m.in. wędkarstwo i ekspansję grążela żółtego. W szczególności poważnym problemem i zagrożeniem dla kotewki może być mechaniczne uszkodzenie rozetek w wyniku pływania po nich oraz wędkowania. Fakt ten potwierdzają badania terenowe z 2014 roku, gdzie przy znacznie ograniczonej presji ze strony wędkarstwa populacja kotewki orzecha wodnego odbudowała się. Jako powód wymierania kotewki wykluczono wpływ warunków siedliskowych (odpowiednia głębokość, miąższość osadów dennych, stabilny poziom wody, parametry fizykochemiczne wody mieszczące się w optimum kotewki), ekspansję grążela żółtego (umiarkowane zwarcie, sięgające co najwyżej 60%, wszystkie stwierdzone rozetki kotewki występują wewnątrz płatów grążela, które sta-

nowią dla nich ochronę przed falowaniem) oraz ryb. Wyniki inwentaryzacji ichtiologicznych (Dolny et al. 2007, Badora i Nowak 2012 et al.) potwierdzają dominację ryb drapieżnych (głównie szczupaka *Esox lucius* L. 1758) oraz brak ryb stwarzających zagrożenie dla kotewki, tzn. amura białego (*Ctenopharyngodon idella* Valenciennes 1844) i karpia *Cyprinus carpio* L. 1758.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono umiarkowane perspektywy ochrony siedliska kotewki orzecha wodnego w zbiorniku Szumirad, ze względu na wyraźną skłonność do fluktuacji liczebności, której prawdopodobną przyczyną w przeszłości mogło być intensywne użytkowanie rekreacyjne (m.in. pływanie łódkami oraz kajakami) i wędkarskie akwenu.

Z dostępnej literatury wynika, że omawiany gatunek charakteryzuje się dużą skłonnością do fluktuacji i aktualnie trudno jest znaleźć stanowiska, gdzie liczebność kotewki cechuje się stabilnością. Potwierdzają to informacje o wyginieciu wielu stanowisk w dorzeczu środkowego Sanu oraz górnej Odry i Wisły, a także Nysy Łużyckiej. Czy też na zachowanych stanowiskach w stawach rybackich w dorzeczu Odry oraz w starorzeczach górnej i środkowej Wisły. Istnieją zapisy o występowaniu *Trapa natans* jeszcze w XIX w. w okolicach Gdańska i w Wielkopolsce. Odkrywa się też pojedyncze nowe stanowiska jak np. w 1998 roku w Międzyrzeczu Dolnym (staw rybny) i w Kolonii Ochaby koło Skoczowa. Tempo znikania gatunku w latach 1970-1980 wynosiło około 4 stanowiska rocznie, a obecnie około 2 stanowiska rocznie. W tamtym czasie wyginęło w Polsce aż 82% znanych stanowisk kotewki. Wśród głównych przyczyn fluktuacji na stanowiskach wymienia się intensyfikację produkcji w stawach rybackich, wprowadzanie roślinożernych gatunków ryb (np. amura białego), odwodnienia akwenów, czy też sukcesję innych zbiorowisk roślinnych (Piórecki 1980, Dajdok et al. 1998, Kaźmierczakowa i Zarzycki 2001, Piórecki 2001, No-

wak i Spałek 2003, Mirek i Piękoś-Mirkowa 2008, Kamiński i Czernicki 2012). Niezależnie od powyższych czynników, zmniejszenie się zasięgu kotewki w ostatnich latach jest zjawiskiem zachodzącym nie tylko pod wpływem czynników antropogenicznych (np. presji wędkarstwa i rekreacji), ale również z powodu ogólnych zmian klimatycznych.

Podziękowania

Niniejszy artykuł powstał w oparciu o badania terenowe przeprowadzone na potrzeby ekspertyzy dotyczącej wymierania kotewki w rezerwacie przyrody Smolnik. Były one finansowane z projektu pn. „Ochrona różnorodności biologicznej opolskich obszarów Natura 2000 w roku 2014” współfinansowanego ze środków Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Opolu (umowa nr 14/2013/G-41/OP-PP/D).

Autorzy dziękują anonimowym recenzentom za pomoc i cenne wskazówki podczas pisania niniejszego artykułu.

LITERATURA

- BADORA K., NOWAK A. 2012. Plan ochrony rezerwatu przyrody Smolnik. Opole. Maszynopis.
- BOMBÓWNA M., BUCKA H., KRZECZKOWSKA-WOŁOŚZYN Ł., ZIĘBA J. 1972. Hydrobiologiczna charakterystyka stawu w rezerwacie „Smolnik” w woj. opolskim. Ochr. Przyr. 37: 327-342.
- BRAUN-BLANQUET J. 1964. Pflanzensoziologie; Grundzüge der Vegetationskunde. Wien, New York, Springer-Verlag.
- DAJDOK Z., KĄCKI Z. 1998. Plan Ochrony Rezerwatu Przyrody „Smolnik”. Instytut Botaniki Uniwersytetu Wrocławskiego. Wrocław. Maszynopis.
- DAJDOK Z., KĄCKI Z., NOWAK A., NOWAK S., SPAŁEK K. 1998. Atlas rozmieszczenia roślin naczyniowych prawnie chronionych w województwie opolskim. Wyd. Uniwersytetu Opolskiego, Opole.
- EYRES W. 2009. Water chestnut (*Trapa natans* L.) infestation in the Susquehanna River watershed: population assessment, control, and effects. Biological Field Station Oneonta, N.Y., State University Of New York College At Oneonta 44.
- KAMIŃSKI R. 2012. Kotewka orzech wodnej (*Trapa natans* L. s.l.). In: PERZANOWSKA J. (Ed.). Monitoring gatunków roślin. Przewodnik metodyczny. Część III. GIOŚ, Warszawa: 128-143.
- KAMIŃSKI R., CZERNICKI M. 2012. Kotewka orzech wodny *Trapa natans*. Monitoring gatunków i siedlisk przyrodniczych ze szczególnym uwzględnieniem specjalnych obszarów ochrony siedlisk Natura 2000, Wyniki Monitoringu GIOŚ, 10 ss. http://siedliska.gios.gov.pl/pdf/siedliska/2009-2011/wyniki_monitoringu_roslin_trapa_natans.pdf, data dostępu: 15.04.2016.
- KAŻMIERCZAKOWA R., ZARZYCKI K. (Eds.). 2001. Polska czerwona księga roślin. Instytut Botaniki im. W. Szafera PAN, Kraków.
- KĄCKI Z., DAJDOK Z. 1998. Rezerwat przyrody „Smolnik” nadal cennym obiektem przyrodniczym. Chrońmy Przyr. Ojcz. 54, 4: 66-72.
- KOLADA A., CIECIERSKA H. 2008. Terenowe metody badania makrofytów w jeziorach w świetle monitoringu biologicznego wód zgodnego z Ramową Dyrektywą Wodną. Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych 37: 9-23.
- KURIHARA M., IKUSIMA I. 1991. The ecology of the seed in *Trapa natans* var. *japonica* in a eutrophic lake. Vegetatio 97: 117-124.
- MATUSZKIEWICZ W. 2011. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. Wyd. 3. Wyd. Naukowe PWN, Warszawa.

- MESSTISCHBLATT 1929. Topographische Karte (Messtischblatt) cz. wschodnia (Ostdeutschland). arkusz 5175 (alt. 3024), Sausenberg (1:25 000).
- MIKULYUK A., NAULT M.E. 2009. Water Chestnut (*Trapa natans*): A Technical Review of Distribution, Ecology, Impacts, and Management. Wisconsin Department of Natural Resources Bureau of Science Services, PUB-SS-1054 2009. Madison, Wisconsin, USA. Maszynopis.
- MIREK Z., PIĘKOŚ-MIRKOWA H. 2008. Czerwona księga Karpat Polskich. Instytut Botaniki PAN, Kraków.
- NOWAK A. 1997. (Ed.). Przyroda województwa opolskiego. Urząd Wojewódzki w Opolu, Opole.
- NOWAK A., SPAŁEK K. 2002. Czerwona księga roślin województwa opolskiego. Śląskie Wyd. ADAN, Opole.
- PIÓRECKI J. 1980. Kotewka – orzech wodny – *Trapa* L. w Polsce. Bibl. Przemyska 13. Tow. Przyjaciół Nauk w Przemyśle, Przemyśl.
- PIÓRECKI J. 2001. *Trapa natans* L. In: R. KAŻMIERCZAKOWA, K. ZARZYCKI (Eds.). Polska Czerwona Księga Roślin. PAN Instytut Botaniki im. W. Szafera PAN, Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków: 260-261.
- SENDEK A. 1970. Rezerwat przyrody Smolnik w Szumiradzie. Głos Olesna 5: 153-156.
- SŁODCZYK K. 1989. Roślinność stawu rezerwatu „Smolnik” w Szumiradzie. Prace OTPN 27: 29-35.
- SMIEJA A., LEDWOŃ M. 2013. Reintrodukcja kotewki orzecha wodnego *Trapa natans* w Kotlinie Oświęcimskiej. Chrońmy Przyr. Ojcz. 69, 6: 475-482.
- STANISZEWSKI R., ZIELNICA J. 2006. Ocena możliwości przywrócenia kotewki orzecha wodnego (*Trapa natans* L.) do wód Wielkopolski. Prace Komisji Nauk Rolniczych i Leśnych PTPN 100: 131-137.
- STANISZEWSKI R., ZIELNICA J., KUPIEC J., PACHOLEK B. 2008. *Trapa natans* as alternative food – case study in Wielkopolska region (Poland). The 16th IGWT Symposium, Achieving Commodity & Service Excellence In the Age of Digital Convergence, Proceedings Volume II, August 18-22, 2008, Suwon, Korea: 786-789.

Summary

Water reservoir Szumirad is located in the nature reserve Smolnik (village Szumirad, community Laskowice Wielkie), upstream of the river Bystrzyna. In the reservoir there are many species of macrophytes, including the population of water caltrop *Trapa natans* L. 1753, whose size during the past 25 years, has been subject to large fluctuations. The purpose of the present study was to characterize the actual vegetation in the water reservoir Szumirad, with particular emphasis on the population of water caltrop. The study was performed in 2014.

For the purposes of the study phytosociological records and a complete mapping of phytolittoral were used. Also, an inventory and description of the communities of water caltrop were made in accordance with the valid methodology GIOŚ, and physico-chemical parameters of water were determined. Water was collected from three sections of water reservoir Szumirad: above, inside and below the reservoir (five times from May until September). The ranges of individual phytocoenoses were recorded using GPS devices and their location plotted on a map of the reservoir, along with the calculation of the actual area.

In total 83 phytosociological releves were taken sized from 10 to 100 m² and 14 plant communities were observed sized at least 5 m². The study includes only the plant communities colonizing on the open water surface. Calculations made in the GIS database show that in 2014 the reservoir Szumirad has an area of about 7.06 ha and fitolittoral was about 4 ha. The most numerous plant communities were: *Nuphar-Nymphaeetum albae* TOMASZ. 1977, *Phragmitetum australis* (GAMS 1927) SCHMALE 1939 (fot. 3) and *Typhetum angustifoliae* (ALLORGE 1922) SOÓ 1927. In water reservoir Szumirad plant groups have also appeared, which during the study in 2012 were not found (for example *Myriophyl-*

letum spicati SOE 1927). Water in reservoir Szumirad has a low concentration of most of the analyzed ions.

Fluctuation of water caltrop was analyzed in the own research and available literature (the period from 1887 to 2014 r.). Historical changes in population of *Trapa natans* L. in Szumirad fluctuate as follows: to 1950 (approximately 20000 rosettes), since 1950 (the gradual reduction of population), 1976-1977 (total loss of the population), 1997 (reintroduction of the species), 1999 (continued reintroduction - 50 seeds), 2000 (20 rosette), 2010 (990 rosette), 2011 (550 rosette), 2012 (33 rosettes), 2013 (20 rosette). In 2014 was reported a significant increase in their numbers (151 rosettes), and the probable causes of fluctuation of water caltrop are unlawful recreation and fishing.

Adresy autorów:

Łukasz Bryl
PROTE Technologie dla Środowiska Sp. z o.o.
ul. Dziadoszańska 10, 61-248 Poznań
e-mail: lukasz.bryl@outlook.com

Szymon Jusik, Ryszard Staniszewski, Krzysztof Achtenberg
Katedra Ekologii i Ochrony Środowiska
Wydział Inżynierii Środowiska i Gospodarki Przestrzennej
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
ul. Piątkowska 94c, 60-649 Poznań
e-mail: jusz@up.poznan.pl, erstan@up.poznan.pl, acht@up.poznan.pl