

Wpłynęło 16.02.2018 r.  
Zrecenzowano 4.04.2018 r.  
Zaakceptowano 5.06.2018 r.

A – koncepcja  
B – zestawienie danych  
C – analizy statystyczne  
D – interpretacja wyników  
E – przygotowanie maszynopisu  
F – przegląd literatury

# WARTOŚĆ PRZYRODNICZA SZATY ROŚLINNEJ A MORFOLOGIA I JAKOŚĆ WODY W NIEWIELKICH ZBIORNIKACH WODNYCH NA TERENACH ROLNICZYCH

Agnieszka KLARZYŃSKA<sup>ABCDEF</sup>, Anna KRYSZAK<sup>ADF</sup>,  
Jan KRYSZAK<sup>DF</sup>

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Wydział Rolnictwa i Bioinżynierii, Katedra Łąkarstwa  
i Krajobrazu Przyrodniczego

## Streszczenie

Celem pracy była ocena walorów przyrodniczych fitocenoz wykształconych w obrębie niewielkich zbiorników wodnych (tzw. oczek wodnych) oraz jakości wody w tych obiektach w zależności od ich morfologii i użytkowania terenów przyległych.

W ramach prac terenowych wybrano 22 zbiorniki wodne, wydzielając wśród nich 7 grup różniących się usytuowaniem w krajobrazie rolniczym, tj. lokalizacją względem otaczających upraw. Określono ich parametry morfologiczne, tj. powierzchnię lustra wody, nachylenie skarp i głębokość, a także z każdego pobrano wody do analiz laboratoryjnych. Roślinność wykształconą w strefie brzegowej opisano na podstawie 240 zdjęć fitosocjologicznych. Badania te dały podstawę do oceny różnorodności szaty roślinnej i umożliwiły wskazanie cech, które wpływają na jakość wód.

Analizowane oczka wodne charakteryzowało duże zróżnicowanie morfologiczne, przy czym zbiorniki usytuowane w otoczeniu trwałych użytków zielonych wyróżniały się największą powierzchnią i miały zawsze łagodne skarpy. Najmniejsza powierzchnia i jednocześnie najmniejsza głębokość wody cechowała oczka zlokalizowane wśród upraw kukurydzy oraz te, wokół których wykształcił się zwarty pas zadrzewień. Stwierdzono, że różnorodność gatunkowa w większym stopniu zależy od parametrów morfologicznych zbiornika wodnego niż od sąsiadującej uprawy. Zasobność wód analizowanych oczek wodnych w składniki biogenne jest zróżnicowana, lecz wskazuje na postępujący proces eutrofizacji, co wiąże się bezpośrednio z sąsiedztwem łąk kośnych oraz pól uprawnych i może stanowić zagrożenie dla różnorodności gatunkowej.

**Słowa kluczowe:** fitoróżnorodność, jakość wód, małe zbiorniki wodne, tereny sąsiadujące

**Do cytowania For citation:** Klarzyńska A., Kryszak A., Kryszak J. 2018. Wartość przyrodnicza szaty roślinnej a morfologia i jakość wody w niewielkich zbiornikach wodnych na terenach rolniczych. Woda-Srodowisko-Obszary Wiejskie. T. 18. Z. 2 (62) s. 25–40.

## WSTĘP

Wzrastające zapotrzebowanie na żywność przyczyniło się do zwiększania powierzchni uprawianej ziemi, a tym samym fragmentacji naturalnych biocenoz. Zachowane w krajobrazie rolniczym płaty roślinności naturalnej lub półnaturalnej tworzą wyspy środowiskowe, które dla wielu gatunków flory i fauny są ostoją [SYMONIDES 2010; TRYJANOWSKI i in. 2011]. W monotonnym krajobrazie rolniczym są nimi m.in. oczka wodne – niewielkie zbiorniki, których powierzchnia nie przekracza zazwyczaj 1 ha, natomiast sezonowe oscylacje poziomu wody często nadają im charakter zbiorników astatycznych.

Odgrywają one na terenach użytkowanych rolniczo ważną rolę środowiskową, gdyż często są jedynymi wilgotnymi obszarami wśród monokultur uprawowych. Ponadto zwiększają retencję, oddziałując znacząco na obieg wody oraz powiązany z nim transport substancji biogennych. Często na terenach rolniczych są ważnym elementem ciągu mikrośrodków współtworzących korytarze ekologiczne, tym samym umożliwiając migracje wielu gatunków roślin i zwierząt. Stanowią one lokalne banki genów wielu gatunków roślin, często chronionych i zagrożonych [BIGGS i in. 2005; PACZUSKA, PACZUSKI 2015].

Są one zagrożone przez silnie narastającą antropopresję, które najczęściej mają charakter troficzných, co prowadzi do zwiększenia żywności wody, np. na skutek źle zbilansowanego nawożenia czy stosowania pestycydów, lub charakter niotroficzných – oddziałujących np. na ilość zasobów wodnych [BAŃKOWSKA, SIKORA 2010; KOC, SZYPEREK 2001; WALDON 2012]. W ostatnich latach, zwłaszcza na terenach, gdzie prowadzi się wielkoobszarowe uprawy, oczka wodne często są zasypywane, gdyż utrudniają pracę maszyn rolniczych, lub stanowią lokalne wysypiska śmieci. Jak podają KRASKA i KANIECKI [1995], w środkowej Wielkopolsce liczba drobnych oczek wodnych w okresie niespełna stu lat zmniejszyła się z 11 000 (ok. 1892) do 2 500 (w 1961 r.).

Celem pracy była ocena walorów przyrodniczych fitocenoz wykształconych w obrębie niewielkich zbiorników wodnych oraz jakości ich wód w zależności od ich morfologii i użytkowania obszarów przyległych.

## METODY BADAŃ

Badaniami objęto 22 niewielkie zbiorniki wodne (tzw. oczka wodne) położone wśród agroekosystemów na terenie Wielkopolski (niedaleko Poznania – w odległości do 50 km), różniące się morfologią i strukturą szaty roślinnej. Badania prowadzono w sezonie wegetacyjnym (maj/czerwiec) 2014 i 2015 roku.

W ocenie morfologii zbiorników uwzględniono następujące parametry: powierzchnię lustra wody (używając aparatu GPS Garmin Oregon 650 t ze zaktualizowanymi mapami), wysokość skarp (przypisując im umowne wartości: 1 – bardzo

łagodne; 1,5 – łagodne; 2 – umiarkowanie łagodne; 2,5 – strome niskie; 3 – strome wysokie) oraz głębokość (używając tyczki mierniczej).

Natomiast ocenę szaty roślinnej przeprowadzono, poddając analizie 240 zdjęć fitosocjologicznych wykonanych metodą Brauna-Blangueta, obejmujących całe jednorodne płyty roślinne wykształcone w obrębie strefy brzegowej zbiornika wodnego. Na podstawie zdjęć fitosocjologicznych scharakteryzowano strukturę roślinności oraz oceniono walory przyrodnicze fitocenoz [OŚWIT 2000].

Badaniami laboratoryjnymi objęto również pobrane z każdego zbiornika próbki wody (po jednej próbce z jednego zbiornika – na końcu maja). W próbkach wody oceniono zawartość 9 składników biogennych, tj. kolorymetrycznie: fosfor reaktywny (z molibdenianem amonu i kwasem askorbinowym), fosfor ogólny (metodą z molibdenianem amonu i kwasem askorbinowym), azotyny (metodą z kwasem sulfamidowym), azotany (metodą redukcji z użyciem kadmu), azot amonowy (metodą z odczynnikiem Nesslera, azot organiczny (metodą destylacji Kjeldahla), azot ogólny – jako sumę wszystkich form azotu, wapń i magnez – metodą miareczkową kompleksometryczną, a także odczyn (pH).

Analizy statystyczne zostały w większości wykonane w programie Excel, natomiast do oceny zmienności parametrów jakości wód w obrębie analizowanych zbiorników wodnych, w zależności od rodzaju i typu otaczającej zbiornik uprawy, zastosowano analizę głównych składowych PCA.

W analizie wyników florystycznych i chemicznych wody uwzględniono lokalizację zbiorników wodnych względem otaczających upraw, dzieląc je na 7 grup:

- 1) wśród zbóż odsłonięte,
- 2) wśród upraw zbóż otoczone zwartym pasem zadrzewień,
- 3) wśród upraw rzepaku,
- 4) wśród upraw kukurydzy,
- 5) wśród użytków zielonych,
- 6) użytki zielone ok. 50% + inna uprawa,
- 7) nieużytki >50% + uprawa.

## WYNIKI I DISKUSJA

Analizowane zbiorniki wodne charakteryzowało duże zróżnicowanie morfologiczne, zarówno pod względem powierzchni lustra wody, głębokości, jak i nachylenia skarp (tab. 1). Analizując parametry morfologiczne oczek wodnych stwierdzono, że zbiorniki usytuowane w otoczeniu trwałych użytków zielonych charakteryzują się największą powierzchnią, często też głębokością i mają zawsze łagodne skarpy. Najmniejsze powierzchniowo były oczka zlokalizowane wśród upraw kukurydzy i zbóż zarówno te odsłonięte, jak i otoczone zwartymi pasami zadrzewień, natomiast najpłytsze – wśród upraw kukurydzy oraz zbóż oddzielone pasem zadrzewień.

**Tabela 1.** Cechy morfologiczne i przyrodnicze obiektów badawczych**Table 1.** Morphological and nature features of research objects

Numer zbiornika wodnego Number of water reservoir	Otaczająca uprawa Neighborhood	Parametry morfologiczne Morphological parameters			Parametry przyrodnicze Natural parameters				
		powierzchnia, m <sup>2</sup> surface, m <sup>2</sup>	głębokość, m depth, m	rodzaj skarp* type of slopes*	liczba gatunków number of species	średnia liczba gatunków w zdjęciu fitosocjologicznym average number of species in releves	liczba zdjęć fitosocjologicznych number of phytosociological releve	średnie pokrycie, % medium coverage, %	wskaznik Oświta Oświt index
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		1000	1	3	46	8,6	13	53,5	3,25
3	zboża cereals	780	2	3	48	9,8	14	64,6	3,14
2		300	0,4	1,5	55	8,4	12	62,5	3,05
4		260	1,7	2,5	31	7,1	7	58,8	3,15
Średnia	Average	585	1,8		45	8,5	11,5	59,8	3,15
7		850	0,35	1,5	43	21,2	5	70,0	2,50
5	zarośla – zboża scrub – cereals	600	0,1	2,5	42	12,9	7	81,4	3,18
6		400	1,2	2,5	39	15,4	5	53,0	2,23
Średnia	Average	617	0,55		41,3	16,5	5,67	68,1	2,64
9		5000	2	1,5	50	1,6	9	69,4	3,04
8	rzepak – zboże rape – cereals	800	1	2	40	7,7	19	71,3	3,40
10		500	0,3	2	35	8,9	8	7,4	3,44
Średnia	Average	2100	1,1		41,7	9,4	12	71,7	3,30
13		700	0,7	1,5	37	9,3	7	62,1	3,10
12	kukurydza maize	600	0,1	2	20	9,6	5	80,0	3,09
11		200	0,4	1	50	9,3	12	62,1	2,92
Średnia	Average	500	0,4		35,7	9,4	8	68,1	3,04
18	łąki + lucerna meadows + lucerne	3100	1,7	2,5	81	11,2	19	76,6	2,83
17	łąki + kukurydza meadows + maize	2000	1,5	2	62	13,6	10	86,0	2,43
19	łąki + rzepak meadows + rape	800	0,4	1,5	20	4,1	10	76,5	3,81
Średnia	Average	1967	1,2		54,3	9,64	13	79,7	3,02

cd tab. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
22	nieużytki + zboże fallow + cereals	3000	0,6	1,5	60	13,3	12	80,0	3,19
20	nieużytki + rzepak fallow + rape	1000	1	3	37	8,3	9	65,6	3,15
21	nieużytki + rzepak fallow + rape	800	1,5	2,5	40	9,8	9	76,7	3,51
	Średnia Average	1600	1,03		45,7	10,5	10	74,1	3,28

\* Rodzaj skarp: 1 = bardzo łagodne; 1,5 = łagodne; 2 = umiarkowanie łagodne; 2,5 = strome niskie; 3 = strome wysokie.

\* Type of slopes: 1 = very mild; 1,5 = mild; 2 = moderately mild; 2,5 = steep low; 3 = steep high.

Źródło: opracowanie własne. Source: own elaboration.

Wśród zbiorowisk wykształconych wokół zbiorników wodnych dominowały szuwały z klasy *Phragmitetea* (tab. 2). Wyjątkiem był skład florystyczny zbiorowisk strefy brzegowej oczek wodnych usytuowanych wśród upraw zbożowych otoczonych zwartymi zadrzewieniami i tych położonych wśród pól kukurydzy, w których notowano znaczny udział gatunków z klasy *Artemisietea* (rys. 1a).

Zawartość związków biogennych w wodzie wykazuje związek ze strukturą roślinności otaczającej zbiorniki. Wraz ze wzrostem w strefie przybrzeżnej udziału zbiorowisk z klasy *Artemisietea* w otoczeniu zbiorników (rys. 1a) zaznacza się trend wzrostowy zawartości azotu w wodzie, natomiast spadek ogólnej formy fosforu. Odwrotną zależność stwierdzono, gdy w strefie tej dominowały zbiorowiska szuwarowe z klasy *Phragmitetea* (rys. 1b). Im większy był udział powierzchniowy tych zbiorowisk w otoczeniu zbiorników, tym mniej azotu, a więcej fosforu wykazano w próbkach wody. Zależność ta wskazuje, że zbiorowiska z klasy *Artemisietea* lepiej zatrzymują fosfor, natomiast szuwały z klasy *Phragmitetea* są lepszym filtrem w odniesieniu do azotu. Podobnie duże znaczenie składu gatunkowego fitocenoz przybrzeżnych w kształtowaniu parametrów wody podkreśla w swojej pracy ŻELAZO [1996].

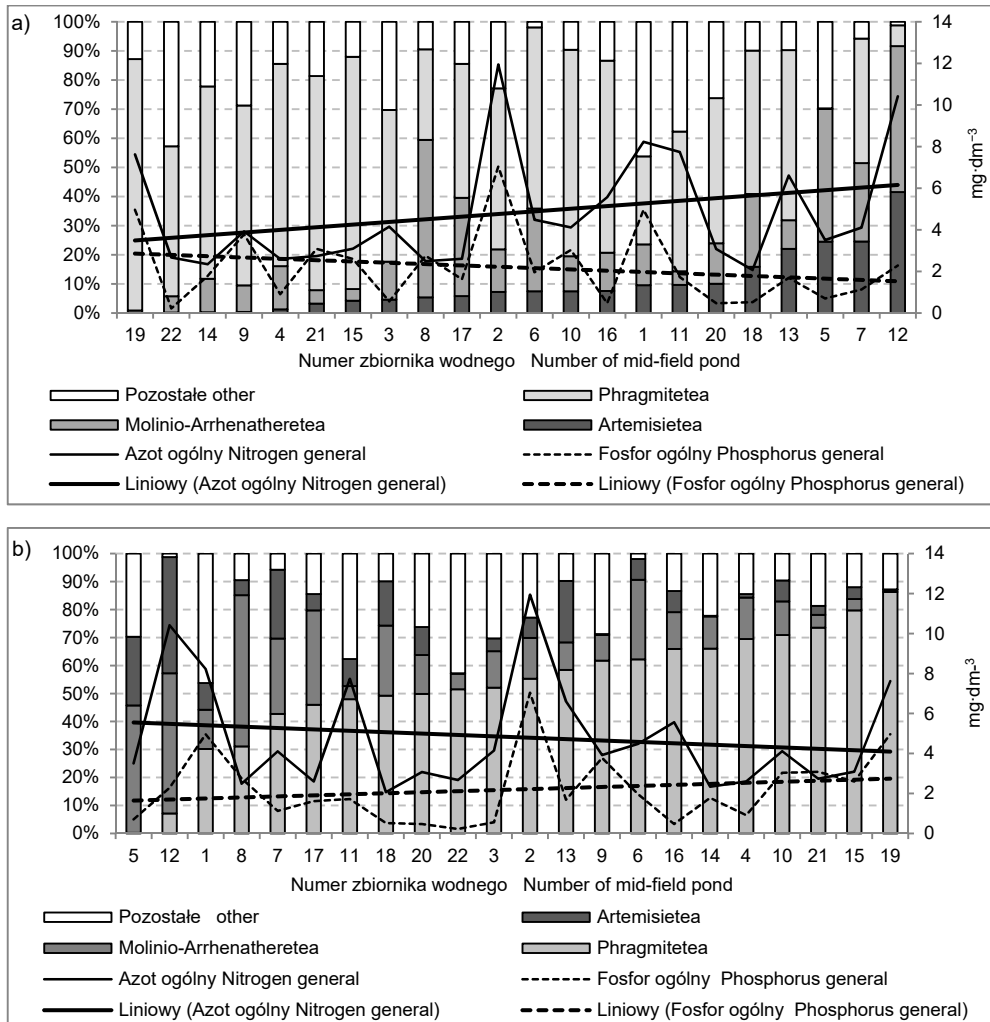
We wszystkich badanych zbiornikach wodnych zanotowano łącznie 220 taksonów. Jednakże ogólne bogactwo wyrażone liczbą gatunków roślin notowanych w obrębie każdego zbiornika uzależnione było w znacznym stopniu od otaczającej uprawy (rys. 2a), a w mniejszym od powierzchni (rys. 2b) i głębokości zbiornika (rys. 2c). Nie stwierdzono natomiast zależności między kształtem skarp a bogactwem występujących gatunków (rys. 2d). Podobnie OŹGO [2010] zwracał uwagę, że w przypadku drobnych zbiorników wodnych ogólna zasada biogeograficzna, która określa zależność między bogactwem gatunkowym i powierzchnią (im większa powierzchnia, tym więcej gatunków), często nie znajduje potwierdzenia.

Najwięcej gatunków notowano w otoczeniu zbiorników sąsiadujących przynajmniej z jednej strony z użytkami zielonymi (średnio 54 gatunki), najmniej wśród upraw kukurydzy (średnio 36 taksonów). Szatę roślinną charakteryzował

**Tabela 2.** Dominujące fitocenozy wykształcone w strefie brzegowej badanych oczek wodnych**Table 2.** Dominant phytocoenoses in the coastal zone of the studied small water ponds

Numer zbiornika wodnego Number of water reservoir	Otaczająca uprawa Neighborhood	Dominujące fitocenozy Dominant phytocoenoses
1		<i>Oenanthro-Rorippetum</i> , <i>Phalaridetum arundinaceae</i> , <i>Urtico-Calystegietum sepium</i>
2	zboża cereals	<i>Caricetum ripariae</i> , <i>Caricetum gracilis</i> , <i>Scirpetum lacustris</i> , zbiorowisko z / community with <i>Cirsium arvense</i>
3		<i>Phragmitetum australis</i> , zbiorowisko z/community with <i>Festuca rubra</i> , zbiorowisko z/community with <i>Bromus inermis</i>
4		<i>Phragmitetum australis</i> , <i>Scirpetum lacustris</i>
5		<i>Anthriscetum sylvestris</i> , zbiorowisko z / community with <i>Galio-Urticenea</i>
6	zarośla – zboża scrub – cereals	<i>Caricetum gracilis</i> , <i>Scirpetum lacustris</i> , <i>Eleocharitetum palustris</i> , <i>Oenanthro-Rorippetum</i> , <i>Phalaridetum arundinaceae</i>
7		zdegradowane/degraded <i>Phalaridetum arundinaceae</i> , zbiorowisko / community <i>Poa pratensis</i> – <i>Festuca rubra</i> , <i>Urtico-Calystegietum sepium</i>
8		<i>Scirpetum lacustris</i> , <i>Juncetum effusi</i> , <i>Typhetum angustifoliae</i>
9	rzepak – zboże rape – cereals	<i>Caricetum ripariae</i> , <i>Typhetum latifoliae</i> , <i>Phragmitetum australis</i> , <i>Scirpetum lacustris</i>
10		<i>Caricetum gracilis</i> , <i>Typhetum angustifoliae</i>
11		<i>Urtico-Calystegietum sepium</i> , <i>Caricetum ripariae</i> , <i>Caricetum gracilis</i>
12	kukurydza maize	<i>Urtico-Calystegietum sepium</i> , zbiorowisko z / community with <i>Cirsium arvense</i> , zdegradowane/degraded <i>Phalaridetum arundinaceae</i>
13		<i>Phragmitetum australis</i> , <i>Urtico-Calystegietum sepium</i> , <i>Oenanthro-Rorippetum</i>
14		<i>Caricetum gracilis</i> , <i>Caricetum ripariae</i> , <i>Phalaridetum arundinaceae</i>
15	łąki meadows	<i>Caricetum gracilis</i> , <i>Scirpetum lacustris</i> , <i>Eleocharitetum palustris</i> , <i>Oenanthro-Rorippetum</i> , <i>Caricetum ripariae</i>
16		<i>Caricetum ripariae</i> , <i>Typhetum latifoliae</i> , <i>Scirpetum lacustris</i>
17	łąki + kukurydza meadows + maize	<i>Phragmitetum australis</i> , <i>Scirpetum lacustris</i> , <i>Eleocharitetum palustris</i> , <i>Typhetum latifoliae</i> , zbiorowisko / community <i>Poa pratensis</i> – <i>Festuca rubra</i>
18	łąki + lucerna meadows + lucerne	<i>Phragmitetum australis</i> , <i>Caricetum gracilis</i> , <i>Phalaridetum arundinaceae</i>
19	łąki + rzepak meadows + rape	<i>Caricetum ripariae</i> , <i>Caricetum gracilis</i> , <i>Typhetum latifoliae</i>
20	nieużytki + rzepak fallows + rape	<i>Oenanthro-Rorippetum</i> , <i>Phragmitetum australis</i>
21	nieużytki + rzepak fallows + rape	zbiorowisko z / community with <i>Polygonum persicaria</i> , <i>Caricetum ripariae</i>
22	nieużytki + zboże fallows + cereals	<i>Scirpetum lacustris</i> , <i>Eleocharitetum palustris</i> , <i>Oenanthro-Rorippetum</i>

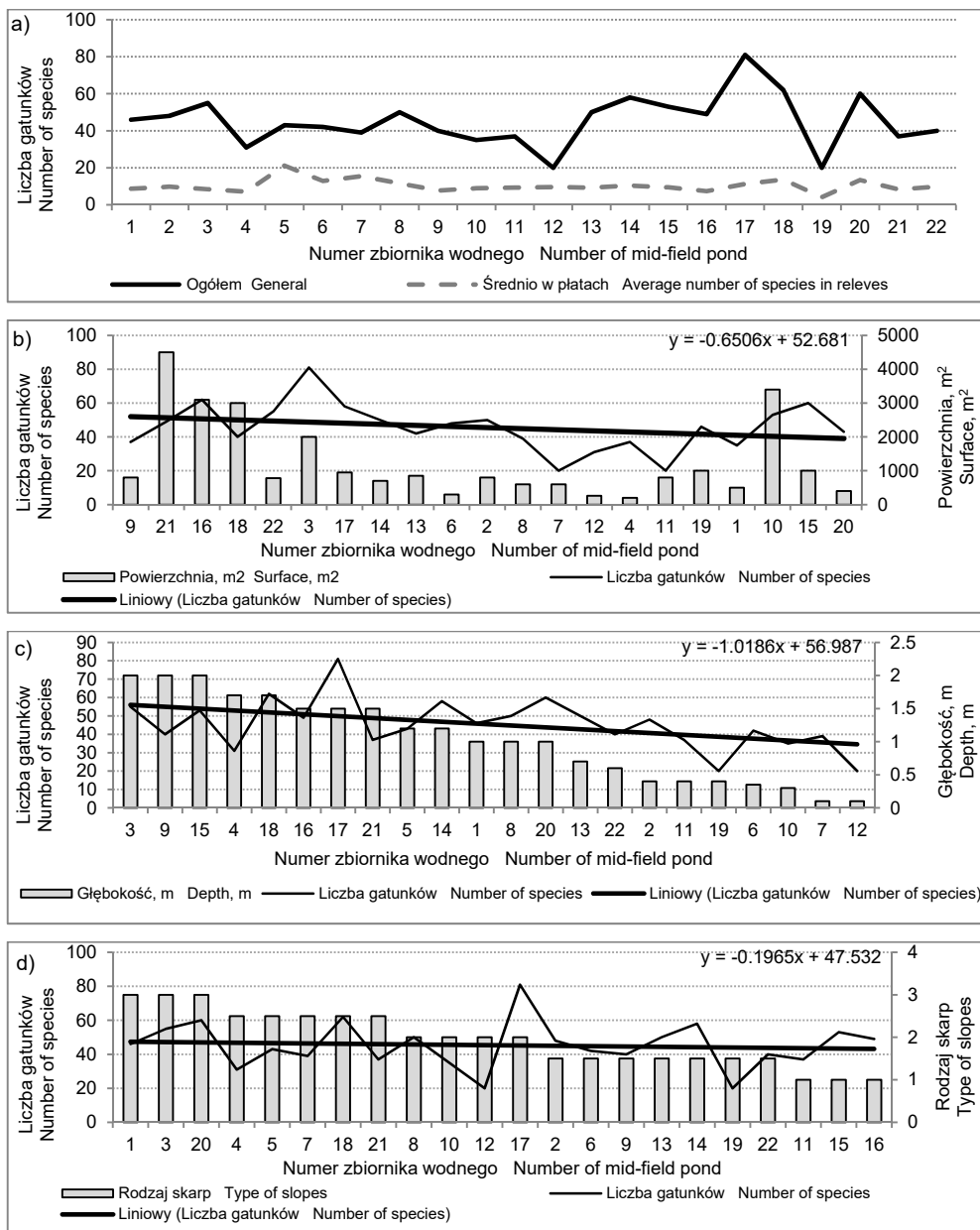
Źródło: opracowanie własne. Source: own elaboration.



Rys. 1. Zasobność zbiorników wodnych w związku azotu i fosforu: a) w zależności od udziału płatów fitocenzoz z klasy *Artemisietaea*, b) w zależności od udziału płatów fitocenzoz z klasy *Phragmitetea*; źródło: wyniki własne

Fig. 1. The content of nitrogen and phosphorus compounds in the studied water reservoirs: a) depending on the proportion of phytoplankton from the *Artemisietaea* class, b) depending on the proportion of phytoplankton from the *Phragmitetea* class; source: own study

duży stopień naturalności, który przekłada się na duże wartości walorów przyrodniczych (tab. 1). Nie zależą one jednak tylko od liczby gatunków w płatach, ale także sąsiedztwa upraw. Najmniejsze średnie walory przyrodnicze stwierdzono w przypadku obiektów zlokalizowanych pośród upraw roślin zbożowych osłoniętych zadrzewieniami, natomiast największe – zbiorników położonych pośród łąk



Rys. 2. Liczba gatunków notowanych wokół zbiornika: a) w stosunku do średniej liczby gatunków w płatach, b) w zależności od powierzchni zbiornika, c) w zależności od głębokości zbiornika, d) w zależności od nachylenia skarp zbiornika; rodzaj skarp jak w tab. 1; źródło: wyniki własne

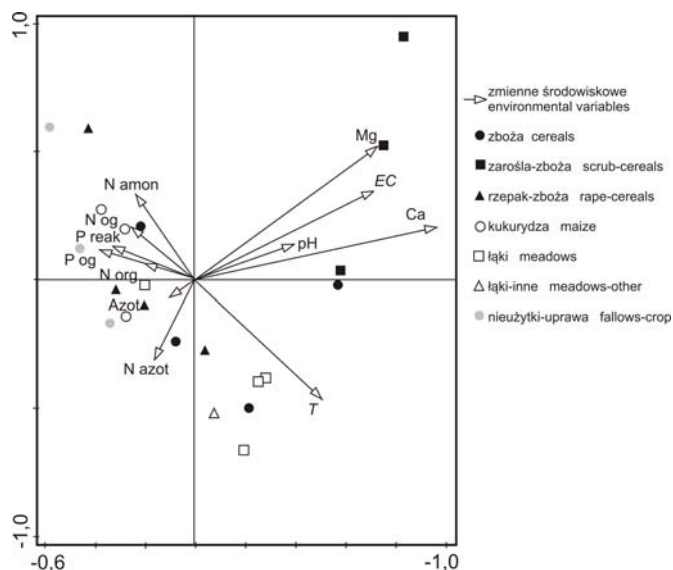
Fig. 2. Number of species recorded around the water reservoir: a) in relation to the average number of species in the phytosociological releves, b) depending on the surface of the water reservoir, c) depending on the depth of the water reservoir, d) depending on the type of slope of the water reservoir; type of slopes as in Tab. 1; source: own study



(tab. 1). Liczni autorzy podkreślają znaczącą rolę tych najdrobniejszych zbiorników w utrzymaniu bioróżnorodności [DAVIES i in. 2008; NOWAK i in. 2007; WILLIAMS i in. 2003]. Często wykazuje się, że spośród wszystkich typów zbiorników słodkowodnych małe zbiorniki wodne zlokalizowane wśród agroekosystemów wyróżniają się większym bogactwem gatunkowym oraz większą liczbą gatunków rzadkich, zarówno wśród flory naczyniowej, jak i licznych grup zwierząt, głównie bezkręgowców wodnych.

Rozpatrując wyniki analiz laboratoryjnych wód oczek wodnych, stwierdzono zróżnicowaną zasobność w składniki biogenne. Świadczy to o postępującym procesie eutrofizacji wód oczek zlokalizowanych w bezpośrednim sąsiedztwie z łąkami i polami uprawnymi, co może stanowić zagrożenie dla ich różnorodności gatunkowej. Potwierdziła to analiza głównych składowych PCA (rys. 3), które rozdzieliły obiekty badawcze względem cech jakościowych wody. Wyodrębniły się tu zwłaszcza oczka otoczone pasem zadrzewień. Różnicuje je od pozostałych przede wszystkim zawartość w wodzie  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , konduktywność i pH. Pozostałe zbiorniki (odsłonięte) zlokalizowane w otoczeniu intensywnie prowadzonych upraw polowych wykazują dużo większą zasobność wody w związki biogenne, takie jak N i P.

Parametry charakteryzujące stan jakościowy wody wykazują zależność z rodzajem sąsiadującej uprawy oraz cechami morfologicznymi zbiorników. Zarówno



Rys. 3. Wykres głównych składowych PCA zmienności parametrów jakości wód w obrębie analizowanych zbiorników wodnych; *EC* = konduktywność, *T* = temperatura; źródło: wyniki własne

Fig. 3. Graph of the main components of PCA chart of variability of water quality parameters within the analyzed water reservoirs; *EC* – electrical conductivity, *T* = temperature; source: own study

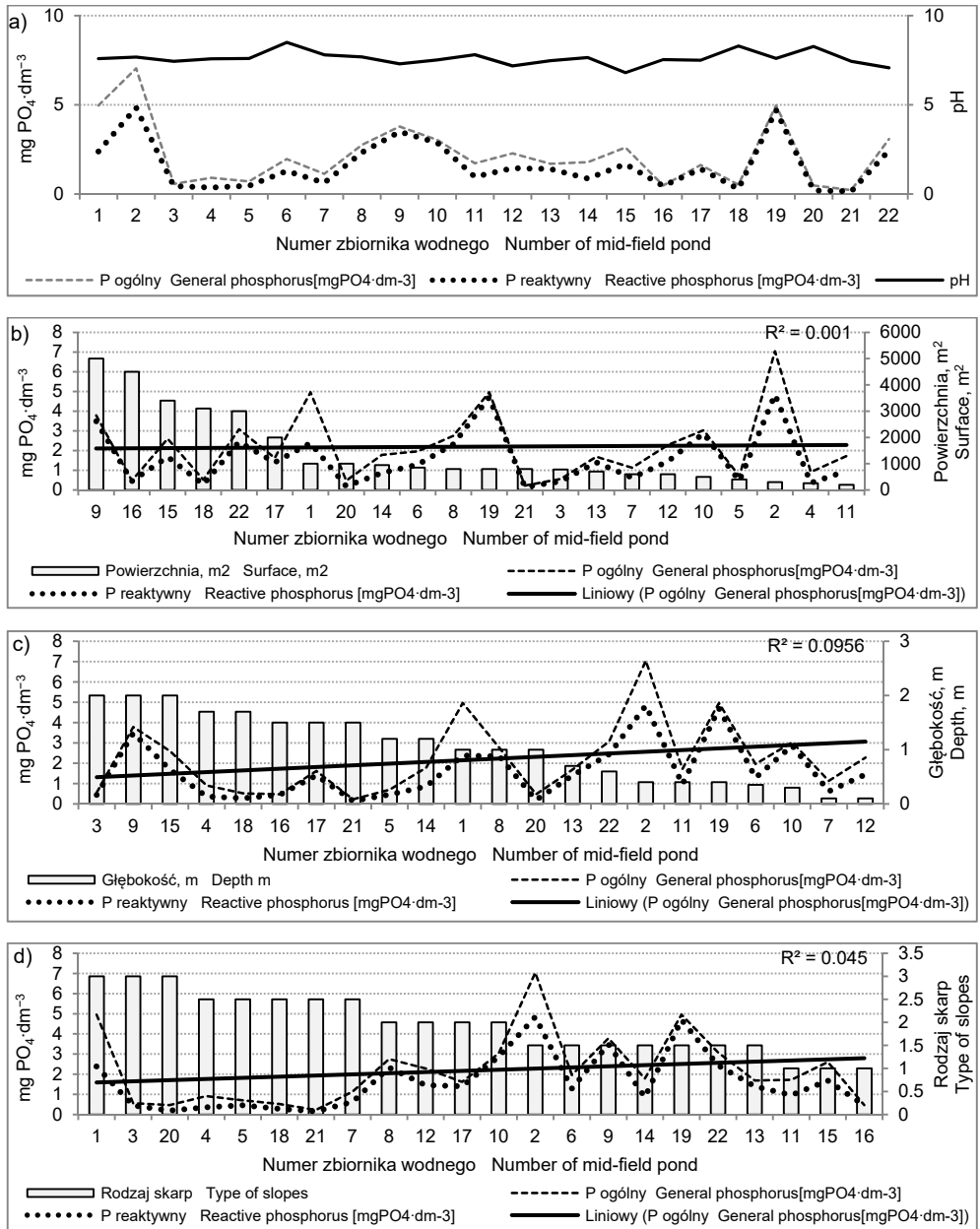
w przypadku związków azotu, jak i fosforu nie stwierdza się wyraźnego wpływu rodzaju użytkowania terenu sąsiadującego na zawartość tych substancji biogennych (rys. 4a, 5a). Natomiast zaznacza się dużo większy wpływ występowania zwartego pasa zadrzewień okalającego zbiornik, który tworzy strefę buforową. Znaczenie stref buforowych, tj. zarośli wierzbowych czy szerokich pasów roślinności szuwarowej, w ochronie śródpolnych oczek wodnych przed nadmierną eutrofizacją podkreślają KOC i SZYPEREK [2001].

Jednocześnie wyniki badań wskazują, że na zawartość związków fosforu w analizowanych oczkach śródpolnych większy wpływ ma morfologia zbiornika, szczególnie głębokość (rys. 4c) oraz nachylenie skarp (rys. 4d). Im mniejsza głębokość i bardziej łagodne skarpy, tym zbiornik bardziej zasobny w związki fosforu. Nie stwierdzono jednak istotnego wpływu powierzchni zbiorników na zawartość tych związków w wodzie (rys. 4b). Podsumowując, zwraca uwagę bardzo duża zmienność zawartości związków fosforu w wodach zbiorników śródpolnych, a uwarunkowane jest to zarówno presją człowieka, jak i lokalnymi czynnikami środowiskowymi, co również potwierdzają wyniki badań GAŁCZYŃSKIEJ i GAMRAT [2004], a także GAŁCZYŃSKIEJ i WYBIERALSKIEGO [2004].

W przypadku form azotu obserwuje się tendencję, że im mniejsza powierzchnia oczka (rys. 5b) oraz im mniejsza ich głębokość (rys. 5c), tym większa zawartość różnych form azotu w wodzie. Jednocześnie największą koncentrację azotu w wodach stwierdzono w zbiornikach, które mają umiarkowanie łagodne brzegi (rys. 5d).

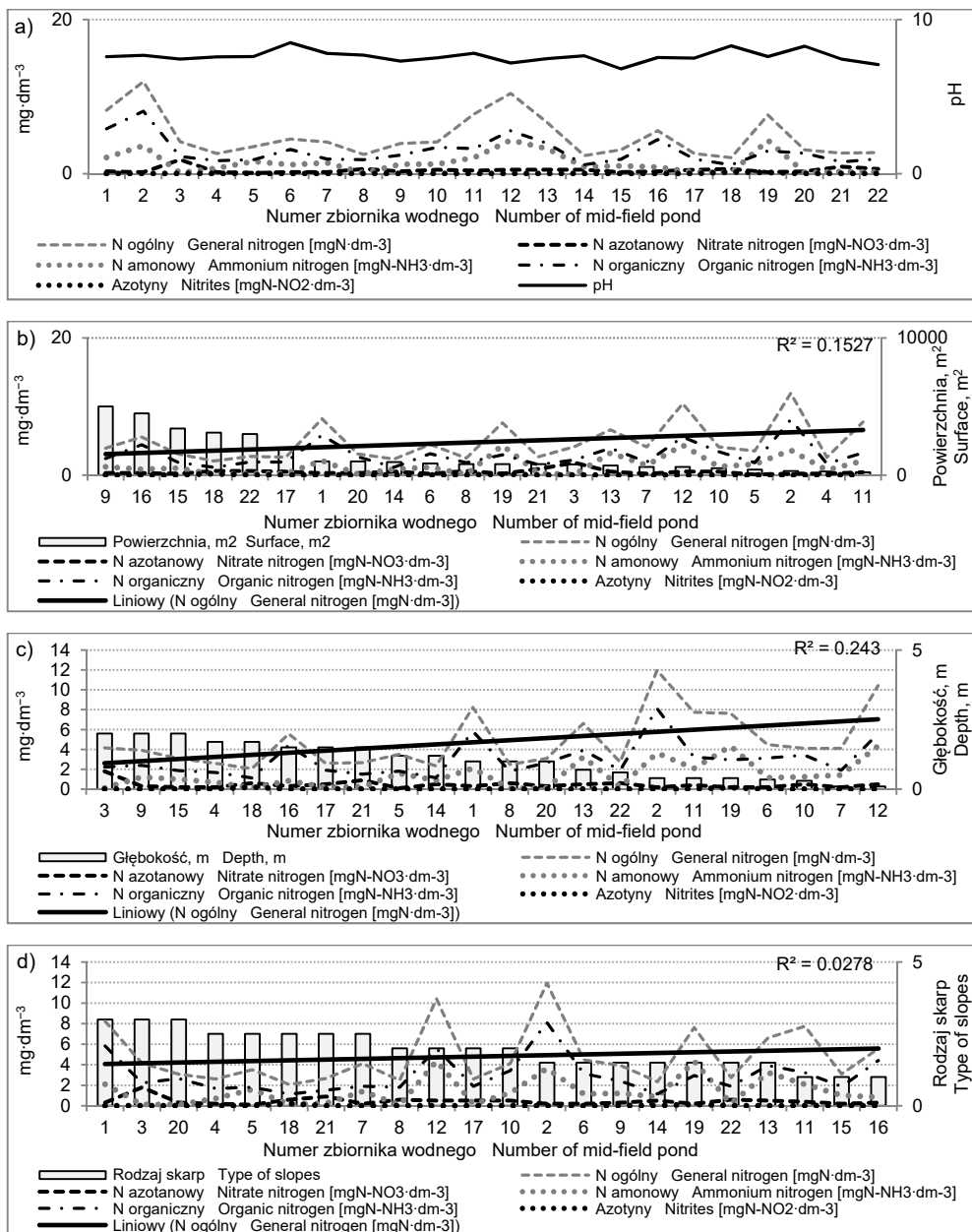
Wapń i magnez to makroskładniki, które są niezbędne do rozwoju roślin. Jednocześnie zarówno nadmiar, jak i niedobór mogą ograniczać przyswajanie innych pierwiastków, co podkreślali BURCZYK i in. [2015]. Stężenie magnezu i wapnia w wodzie jest uzależnione głównie od procesów wymywania skał, a także stosowania nawozów mineralnych, np. wapniowych. W wodzie z oczek usytuowanych wśród upraw polowych otoczonych zadrzewieniami, a także często usytuowanych wśród łąk stwierdzono większą zawartość związków wapnia (rys. 6), co jest cechą charakterystyczną wód słabo zmineralizowanych. Największą zawartość wapnia, tj. ponad  $200 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ , odnotowano w próbkach wody pobranych z oczek osłoniętych zwartym pasem zadrzewień. Podobnie duże zróżnicowanie zawartości wapnia (od ok. 20 do  $230 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ ) notowali w wodzie z małych zbiorników śródpolnych zlokalizowanych koło Żabowa i Ryszewka w powiecie pyrzyckim GAŁCZYŃSKA i in. [2013]. Natomiast SZYPEREK [2005] w wodzie z oczek śródpolnych koło Olsztyna średnie stężenie wapnia określiła na  $41,2 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

W badanych zbiornikach śródpolnych poziom magnezu był dużo niższy niż wapnia i wahał się zazwyczaj w granicach  $10\text{--}50 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ , a tylko w oczkach osłoniętych zadrzewieniami notowano go zdecydowanie więcej ( $44,2\text{--}129 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ ). Podobne wyniki badań wód oczek śródpolnych opisane przez GAŁCZYŃSKĄ i in. [2013] wskazują na zróżnicowanie zawartości magnezu, które wahało się od 5 do  $52 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ .



Rys. 4. Zawartość form fosforu w oczkach śródpolnych: a) względem pH, b) w zależności od powierzchni zbiornika, c) w zależności od głębokości zbiornika, d) w zależności od nachylenia skarp zbiornika; rodzaj skarp jak w tab. 1; źródło: wyniki własne

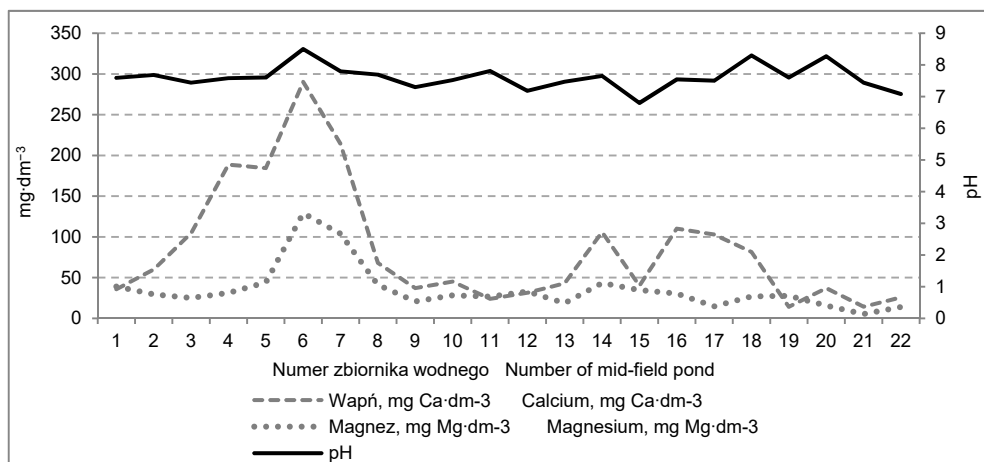
Fig. 4. The content of phosphorus forms in mid-field ponds: a) depending on pH, b) depending on the surface of the water reservoir, c) depending on the depth of the water reservoir, d) depending on the type of slope of the water reservoir; type of slopes as in Tab. 1; source: own study



Rys. 5. Zawartość form azotu w oczkach śródpolnych: a) względem pH, b) w zależności od powierzchni zbiornika, c) w zależności od głębokości zbiornika, d) w zależności od nachylenia skarp zbiornika; rodzaj skarp jak w tab. 1; źródło: wyniki własne

Fig. 5. The content of nitrogen forms in mid-field ponds: a) depending on pH, b) depending on the surface of the water reservoir, c) depending on the depth of the water reservoir, d) depending on the type of slope of the water reservoir; type of slopes as in Tab. 1; source: own study

Jak podają KUBIAK i in. [1999], w wodzie o ogólnej mineralizacji do  $500 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$  stosunek  $\text{Ca}^{2+}$  do  $\text{Mg}^{2+}$  waha się od 4:1 do 2:1. Natomiast niniejsze wyniki badań wskazują, że woda w badanych oczkach śródpolnych charakteryzuje się słabą mineralizacją, co potwierdza stosunek jonów  $\text{Ca}^{2+}$  do jonów  $\text{Mg}^{2+}$ . W pobranych próbkach wody w zdecydowanej większości zawartość jonów  $\text{Ca}^{2+}$  przeważała nad jonami  $\text{Mg}^{2+}$  (stosunek od 1,5:1 do 7:1). Zwiększenie mineralizacji obserwuje się, gdy w wodzie zaczynają dominować jony  $\text{Mg}^{2+}$ , co stwierdzono jedynie w próbkach pobranych z oczek nr 11 i 19 (rys. 6).



Rys. 6. Zawartość wapnia i magnezu w wodach śródpolnych oczek; źródło: wyniki własne

Fig. 6. The content of calcium and magnesium in mid-field ponds; source: own study

## WNIOSKI

1. Fitocenozy otaczające oczka wodne charakteryzowały się dużym zróżnicowaniem, zależnym od ich usytuowania w krajobrazie rolniczym, tj. głównie od użytkowania terenów sąsiednich, wyrażającym się w:

- strukturze zbiorowisk – dominują szuwały z klasy *Phragmitetea*;
- strukturze grup socjologiczno-ekologicznych gatunków – dominują taksony charakterystyczne dla klasy *Phragmitetea*, z wyjątkiem strefy brzegowej oczek wodnych porośniętej zwartymi zadrzewieniami, gdzie znaczny udział mają gatunki z klasy *Artemisietea*;
- stopniu naturalności – najniższy stwierdzono na obiektach zlokalizowanych wśród upraw roślin zbożowych, natomiast największy tam, gdzie uprawą sąsiadującą były trwale użytki zielone;
- bogactwem gatunkowym – zanotowano łącznie 220 taksonów; najwięcej taksonów współtworzyło strefy brzegowe zbiorników, gdzie przynajmniej z jednej

strony przylegały zbiorowiska łąkowe (średnio 54 gatunki), a najmniej notowano ich w otoczeniu pól obsianych kukurydzą (średnio 35 gatunków).

2. Zasobność wód w analizowanych oczkach wodnych w składniki biogenne jest zróżnicowana, lecz – niezależnie od sposobu użytkowania terenów przyległych – wskazuje na postępujący proces eutrofizacji wód, co może stanowić zagrożenie dla różnorodności gatunkowej.

3. Najlepszy filtr dla biogenów, takich jak związki azotu i fosforu, stanowią pasy buforowe w postaci zwartych zadrzewień.

## BIBLIOGRAFIA

- BAŃKOWSKA A., SIKORA A. 2010. Zagrożenia ekosystemów wodnych. W: Kompendium wiedzy – ekosystemy wodne [In: Knowledge compendium – Water ecosystems]. Warszawa. Ośrodek Działań Ekologicznych „Źródła” s. 19–35.
- BIGGS J., WILLIAMSS P., WHITFIELD M., NICOLET P., WEATHERBY A. 2005. 15 years of pond assessment in Britain: Results and lessons learned from the work of pond conservation. *Aquatic Conservation. Marine and Freshwater Ecosystems*. Vol. 15 s. 693–714.
- BURCZYK P., RAWICKI K., GAŁCZYŃSKA M., BRYSEWICZ A., MARCINIAK A. 2015. Ocena stężenia magnezu i wapnia w wodach gruntowych na terenach rolniczych Pomorza Zachodniego [An assessment of magnesium and calcium content in ground water in agricultural areas of Pomorze Zachodnie]. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*. T. 15. Z. 3(51) s. 15–23.
- DAVIES B.R., BIGGS J., WILLIAMS P.J., LEE T.J., THOMSON S. 2008. A comparison of the catchment sizes of rivers, streams, ponds, ditches and lakes: implications for protecting aquatic biodiversity in an agricultural landscape. *Hydrobiologia*. No. 591 s. 7–17.
- GAŁCZYŃSKA M., GAMRAT R. 2004. Zawartość związków azotu, fosforu i makroelementów w wodach śródpolnych oczek wodnych w rejonie Krzemlina [Changes of nitrogen, phosphorus and some macroelements in water-eyelets of the Krzemlin area]. *Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis*. Vol. 242(98) s. 45–50.
- GAŁCZYŃSKA M., GAMRAT R., BURCZYK P., HORAK A., KOT M. 2013. Wpływ antropopresji i trwałości lustra wody na wielkość stężenia wybranych makroskładników pokarmowych w wodach śródpolnych oczek [The influence of human impact and water surface stability on the concentration of selected mineral macroelements in mid-field ponds]. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*. T. 13. Z. 3(43) s. 41–54.
- GAŁCZYŃSKA M., WYBIERAŁSKI J. 2004. Changes of N and P compounds content in water-eyelets in Western Pomerania. New agrochemicals and their safe use for health and environment. *Chemistry for Agriculture*. Z. 5 s. 439–444.
- KOC J., SZYPEREK U. 2001. Rola przybrzeżnych pasów roślinności w ochronie śródpolnych oczek wodnych [Role of bank vegetation zones in the protection of midfield ponds]. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*. Z. 477 s. 65–72.
- KRASKA M., KANIECKI A. 1995. Mała retencja wodna w Wielkopolsce i jej uwarunkowania przyrodnicze. W: *Ekologiczne aspekty melioracji wodnych* [Small water retention in Wielkopolska and its natural conditions. In: Ecological aspects of water melioration]. Red. L. Tomiałojć. Kraków. IOP PAN s. 123–139.
- KUBIAK J., TÓRZ A., NĘDZAREK A. 1999. *Analityczne podstawy hydrochemii* [Analytical basics of hydrochemistry]. Szczecin. Wydaw. AR w Szczecinie. ISBN 83-87327-67-0 ss. 229.

- NOWAK A., NOWAK S., CZERNIAWSKA-KUSZA I. 2007. Rare and threatened pondweed communities in anthropogenic water bodies of Opole Silesia (SW Poland). *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*. No. 76 s. 151–163.
- OŚWIT J. 2000. Metoda przyrodniczej waloryzacji mokradeł i wynik jej zastosowania na wybranych obiektach [The natur valorization method of wetlands and the result of its application on selected objects]. *Materiały Informacyjne*. Nr 35. Falenty. Wydaw. IMUZ. ISSN 08060-1410 ss. 36.
- OŹGO M. 2010. Rola małych zbiorników wodnych w ochronie bioróżnorodności [The role of small water bodies in the conservation of biodiversity]. *Parki Narodowe i Rezerваты Przyrody*. Nr 29(3) s. 117–124.
- PACZUSKA B., PACZUSKI R. 2015. Small water ponds as reservoirs of algae biodiversity. *Oceanological and Hydrobiological Studies*. No. 44(4) s. 480–486.
- SYMONIDES E. 2010. Znaczenie powiązań ekologicznych w krajobrazie rolniczym [The role of ecological interactions in the agricultural landscape]. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*. T. 10. Z. 4(32) s. 249–263.
- SZYPEREK U. 2005. Rola oczek wodnych jako bariery biogeochemicznej dla spływów wapnia i magnezu ze środowiska rolniczego [Role of biogeochemical zone of midfield ponds for calcium and magnesium from agricultural enviromental]. *Journal of Elementology*. Vol. 10(4) s. 1083–1090.
- TRYJANOWSKI P., DAJDOK Z., KUJAWA K., KAŁUSKI T., MRÓWCZYŃSKI M. 2011. Zagrożenia różnorodności biologicznej w krajobrazie rolniczym: Czy badania wykonywane w Europie Zachodniej pozwalają na poprawną diagnozę w Polsce? [Threats to biodiversity in farmland: Are results from Western Europe good solutions for Poland?]. *Polish Journal of Agronomy*. Z. 7 s. 113–119.
- WALDON B. 2012. The conservation of small water reservoirs in the Krajeńskie Lakeland (North-West Poland). *Limnologica*. Vol. 42 s. 320–327.
- WILLIAMS P., WHITFIELD M., BIGGS J., BRAY S., FOX G., NICOLET P., SEAR D. 2003. Comparative biodiversity of rivers, streams, ditches and ponds in an agricultural landscape in Southern England. *Biological Conservation*. No. 115 s. 239–341.
- ŻELAZO J. 1996. Uwagi o potrzebie i skuteczności roślinnych pasów brzegowych [Comments on the need and effectiveness of waterside vegetation belts]. *Gospodarka Wodna*. Nr 3 s. 86–91.

*Agnieszka KLARZYŃSKA, Anna KRYSZAK, Jan KRYSZAK*

## NATURAL VALUE OF VEGETATION AND MORPHOLOGY AND WATER QUALITY OF SMALL WATER RESERVOIRS ON AGRICULTURAL AREAS

**Key words:** *neighboring areas, phytodiversity, small water reservoirs, water quality*

### S u m m a r y

The aim of the work was to assess the natural values of phytocoenoses developed within small water reservoirs and the quality of water of these places, depending on their morphology and the use of adjacent areas.

As part of the fieldwork, 22 water reservoirs were selected, separated into 7 groups that differ in their location in the agricultural landscape, i.e. location relative to the surrounding crops. Their morphological parameters were determined, i.e. the size of the reservoir's surface, the height of the slopes and the depth, moreover, the water for laboratory analyzes were taken from each water reservoir. The vegetation developed in the shore zone was described on the basis of 240 phytosociological releves. These studies provided the basis for assessing the diversity of vegetation and made it possible to identify the features that affect water quality.

The analyzed ponds were characterized by a large morphological diversity, while water reservoirs situated in the vicinity of permanent grasslands are characterized by the largest area and have always mild slopes. The smallest areas and at the same time the smallest depth of water were characterized by ponds located among corn crops and those around which a dense belt of trees developed. It was found that the species diversity depends more on the morphological parameters of the water reservoir than from the neighboring crop. The water content of the analyzed ponds in biogenic components varies, but indicates the progressive eutrophication process, which is directly related to the neighborhood of hay meadows and farmlands and may pose a threat to species diversity.

**Adres do korespondencji:** dr inż. Agnieszka Klarzyńska, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Wydział Rolnictwa i Bioinżynierii, Katedra Łąkarstwa i Krajobrazu Przyrodniczego, ul. Dojazd 11, 60-632 Poznań; e-mail: [agaklar@up.poznan.pl](mailto:agaklar@up.poznan.pl)