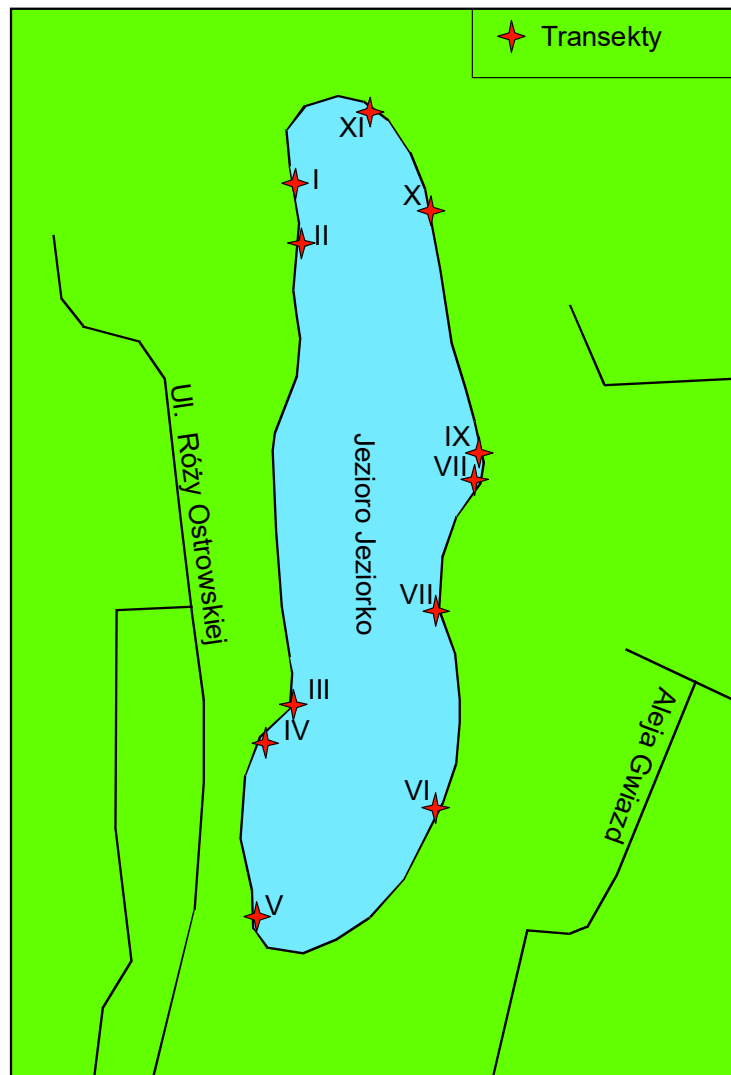


(Mirek i in. 2006). Z niższym pokryciem występuje on także w północno-zachodnim krańcu jeziora w płatach *Typhaetum latifoliae*.

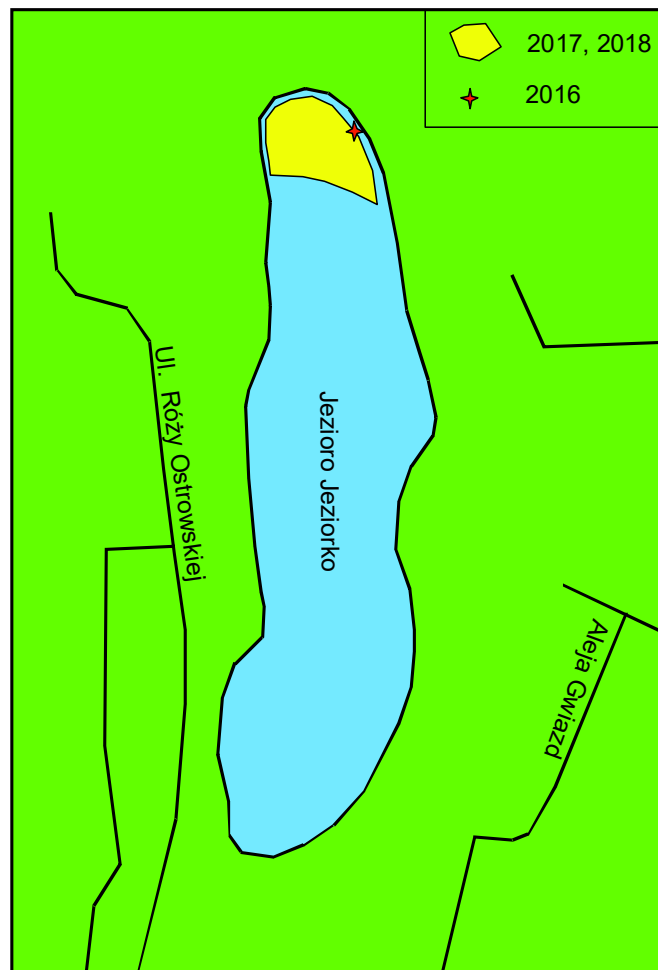


Ryc. 15. Rozmieszczenie poszczególnych transektów (I-XI) wykonanych w obrębie misy jeziora

Jezioroko

Zbiorowiska leśne, zaroślowe i szuwarowe nie uległy istotnym zmianom w ciągu trzech lat badań. Natomiast znaczącą różnicę zaobserwowano w przypadku rogatka sztywnego (*Ceratophyllum demersum*). W pierwszym roku badań stwierdzono występowanie pojedynczych egzemplarzy *Ceratophyllum demersum* w północnej części jeziora, blisko brzegu w szuwarze trzcinowym (*Phragmitetum communis*). Niewielkie pojedyncze fragmenty rośliny wyłowiono z toni wodnej jeziora. Po aplikacji bakterii w drugim roku badań obserwowano ekspansję tego gatunku w głąb misy jeziornej ze względu na zwiększoną przejrzystość wody. W północnej części jeziora na głębokości 60-90 cm

gatunek ten osiągał wysokie pokrycie, tworząc zespół rogatka sztywnego (*Ceratophylletum demersi*) (Ryc. 15). W trzecim roku badań gatunek ten utrzymał swoje pokrycie (Ryc. 16).



Ryc. 16. Rozmieszczenie *Ceratophyllum demersum* w jeziorze Jeziorko na przestrzeni trzech lat badań (2016-2018)

Lista stwierdzonych zbiorowisk roślinnych w obrębie misy jeziornej jeziora Jeziorko:

Lemnetea minoris

Lemnetalia minoris

Lemnion minoris

Lemno-Spirodeletum polyrhizae

Lemnetum minoris

Potametea

Potametalia

Potamion

Ceratophylletum demersi

Nymphaeion

Hydrocharitetum morsus-ranae

Phragmitetea

Phragmitetalia

Phragmition
Typhaetum latifoliae
Phragmitetum australis
Equisetetum fluviatilis
Eleocharitetum palustris
Glycerietum maximae
Acoretum calami
Magnocarition
Caricetum paniculatae
Caricetum rostratae
Caricetum acutiformis
Rhamno-Prunetea
Prunetalia spinosae
Pruno-Rubion fruticosi
Frangulo-Rubetum plicati
Alnetea glutinosae
Alnetalia glutinosae
Alnion glutinosae
Ribo nigri-Alnetum
Zbiorowisko *Alnus-Urtica*

Tab. 6. Zbiorowiska z klasy Potametea (A *Ceratophylletum demersi*, B *Hydrocharitetum morsus-ranae*)

Numer zdjęcia w tabeli	1	2	3	4	5	6
Numer zdjęcia w terenie	11.4	11.4	1.7	4.1	8.2.2	10.2
	2017	2018	2016	2016	2016	2016
	07	07	07	07	07	07
Data	05	04	06	06	07	07
Powierzchnia zdjęcia (m2)	100	100	1	5	1	1
Pokrycie (%)	70	65	90	100	100	100
Pokrycie w-wy zielnej (%)	7	7	90	100	100	100
Liczba gatunków	1	1	5	8	3	6
Ch. Ass	A	A	B	B	B	B
<i>Ceratophyllum demersum</i>	c 4	4	.	.	.	.
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	c .	.	5	5	3	3
Ch. Lemnetea						
<i>Lemna minor</i>	c .	.	2b	2b	4	3
<i>Lemna trisulca</i>	c .	.	.	.	.	2b
<i>Spirodela polyrhiza</i>	c .	.	.	2m	1	.
Ch. Phragmitetea						
<i>Eleocharis palustris</i>	c .	.	2a	2m	.	2m
<i>Equisetum fluviatile</i>	c .	.	.	.	.	2m
<i>Glyceria maxima</i>	c .	.	.	2m	.	.
<i>Phragmites australis</i>	c .	.	.	.	.	2a
<i>Rumex hydrolapathum</i>	c .	.	.	+	.	.
<i>Typha latifolia</i>	c .	.	2a	2m	.	.
Inne						
<i>Carex rostrata</i>	c .	.	2m	.	.	.
<i>Mentha aquatica</i>	c .	.	.	1	.	.

Tab. 7. Zbiorowiska z klasy Phragmitetea ze związku Phragmition (A *Glycerietum maximae*, B

Acoretum calami).

Numer zdjęcia w tabeli	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Numer zdjęcia w terenie	4.1	4.1	8.3	8.3	2.4	2.4	3.1.2	3.1.2	4.2	4.2	5.1.1	5.1.1	6.3	8.2.1	8.2	8.2
	2017	2018	2016	2017	2016	2017	2017	2018	2018	2017	2017	2018	2016	2016	2017	2018
Data	07	07	07	07	07	07	07	07	07	07	07	07	07	07	07	07
Powierzchnia zdjęcia (m2)	04	04	07	05	06	04	04	04	04	04	05	04	07	07	05	04
Pokrycie (%)	10	7.5	10	15	15	15	7.5	7.5	20	17.5	15	15	7.5	24	25	25
Pokrycie w-wy drzew (%)	90	90	90	60	100	100	75	90	75	75	100	100	80	60	95	95
Pokrycie w-wy krzewów (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pokrycie w-wy zielnej (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pokrycie w-wy mszystej (%)	90	90	90	60	100	100	75	90	75	75	100	100	80	60	95	95
Liczba gatunków	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	15	13	3	1	14	14	3	9	6	5	15	14	5	7	11	8
	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Ch. Ass																
<i>Glyceria maxima</i>	c 3	3	4	.	2b	2b	+	.	.	.	.	2a	.	2m	2a	2a
<i>Acorus calamus</i>	c 2b	2a	.	.	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4
Ch. Phragmitetea																
<i>Eleocharis palustris</i>	c .	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	2a	.	.	.
<i>Equisetum fluviatile</i>	c 1	1	.	4	1	1	.	.	.	.	1	1	+	2b	2a	2a
<i>Rumex hydrolypatum</i>	c 1	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.	.
<i>Typha latifolia</i>	c .	2b	.	.	.	.	+	2a	2b	3	.	2m	2a	.	2a	2m
Ch. Magnocarition																
<i>Carex pseudocyperus</i>	c .	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Carex rostrata</i>	c .	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	2a	2a	2b
<i>Cicuta virosa</i>	c +	+	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	2m	.	+	.	.
<i>Galium palustre</i>	c +	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	2m	.	.	1	.
<i>Lysimachia thyrsoflora</i>	c .	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Phalaris arundinacea</i>	c .	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	2a	.	.	.	.
<i>Poa palustris</i>	c .	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	.	.	.	.	.
Ch. Molinio-Arrhenatheretea																
<i>Poa trivialis</i>	c .	.	.	.	1	1	.	.	.	.	2a	.	.	.	.	.
<i>Cirsium palustre</i>	c .	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Galium uliginosum</i>	c .	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Caltha palustris</i>	c .	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Myosotis palustris</i>	c 1	1	.	.	2m	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Inne																
<i>Agrostis stolonifera</i>	c 2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	1	.	.	.	.
<i>Bidens frondosa</i>	c 1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2m	.	.	.	.
<i>Galium aparine</i>	c +	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Galium rivale</i>	c r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Glyceria fluitans</i>	c .	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	2a	.	.	.	.
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	c .	.	1	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	.	.
<i>Lemna minor</i>	c .	.	2m	.	.	.	.	+	1	+	.	.	.	3	2a	2b
<i>Lycopus europaeus</i>	c .	+	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lysimachia vulgaris</i>	c r	2b	.	.	2a	2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Mentha aquatica</i>	c 2b	2b	.	.	2m	2m	.	.	.	.	2a	1	.	.	.	.
<i>Menyanthes trifoliata</i>	c .	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Polygonum amphibium</i>	c .	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Salix capraea	c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+
Solanum dulcamara	c	2b	2b	.	.	.	.	+	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Spirodela polyrhiza	c	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	2b
Stellaria palustris	c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Urtica dioica	c	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Tab. 8. Zbiorowiska z klasy Phragmitetea ze związku Phragmition c. d. (Typhaetum latifoliae).

Numer zdjęcia w tabeli	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Numer zdjęcia w terenie	1.8	1.8	1.8	2.3	2.3	2.3	3.2	3.2	3.2	4.3	5.1	5.1.2	5.1.2	7.3	10.4	
Data	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2016	2017	2018	2016	2018	
Powierzchnia zdjęcia (m2)	07	07	07	07	07	07	07	07	07	07	07	07	07	07	07	
Pokrycie (%)	06	04	04	06	04	04	06	04	04	06	06	05	04	07	04	
Pokrycie w-wy drzew (%)	9	9	15	20	20	25	20	15	15	15	20	15	15	10	20	
Pokrycie w-wy krzewów (%)	40	40	15	70	70	70	90	85	85	40	90	75	85	60	65	
Pokrycie w-wy zielnej (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Pokrycie w-wy mszystej (%)	40	40	15	70	70	70	90	85	85	40	90	75	85	60	65	
Liczba gatunków	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	
	1	1	1	1	1	1	5	9	7	1	11	8	8	3	2	
Ch. Ass																
Typha latifolia	c	3	3	2b	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	
Ch. Phragmitetea et Phragmition*																
Eleocharis palustris	c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	1	2a	.
Equisetum fluviatile	c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	.	.	.	2m
Glyceria maxima	c	.	.	.	.	.	3	1	.	.	2a	2m	7	2a	.
Rumex hydrolypaphum	c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.
Acorus calamus*	c	.	.	.	.	.	2b	2a	2b	.	.	3	2a	.	.
Ch. Magnocarition																
Cicuta virosa	c	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.
Galium palustre	c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
Poa palustris	c	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
Ranunculus lingua	c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.
Inne																
Alnus glutinosa	c	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.
Bidens frondosa	c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
Galium aparine	c	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.
Hydrocharis morsus-ranae	c	.	.	.	.	.	.	2a	2a	.	.	2m	1	.	.
Lemna minor	c	.	.	.	.	.	.	2b	1	.	.	2m	1	.	.
Mentha aquatica	c	.	.	.	.	.	1	2m	1	.	2m	.	.	.	.
Sonchus oleraceus	c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
Spirodela polyrhiza	c	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	2m	1	.	.
Stellaria palustris	c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.

Tab. 9. Zbiorowiska z klasy Phragmitetea ze związku Phragmition c. d. (Phragmitetum australis).

Numer zdjęcia w tabeli	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Numer zdjęcia w terenie	9.1	9.1	9.1	10.1	10.1	10.1	11.3	11.3	11.3
Data	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Powierzchnia zdjęcia (m2)	07	07	07	07	07	07	07	07	07
Pokrycie (%)	110	110	110	15	35	35	30	30	30
Pokrycie w-wy drzew (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Pokrycie w-wy krzewów (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Pokrycie w-wy zielnej (%)		100	100	100	100	97	95	100	100	100
Pokrycie w-wy mszystej (%)		0	0	0	5	35	35	0	0	0
Liczba gatunków		5	6	5	13	21	18	10	9	10
Ch. Ass										
Phragmites australis	c	5	5	5	4	4	5	4	4	5
Ch. Phragmitetea										
Eleocharis palustris	c	.	.	.	2m	2a	2a	2a	2a	2a
Equisetum fluviatile	c	1	1	1	2a	2a	2m	.	.	.
Rumex hydrolapathum	c	.	.	.	.	+	.	.	.	.
Ch. Magnocarition										
Carex appropinquata	c	.	.	.	.	.	2m	.	.	.
Carex paniculata	c	.	.	.	.	2a	2a	.	.	.
Carex pseudocyperus	c	.	.	.	.	1	1	.	.	.
Carex rostrata	c	.	.	.	.	2b	2a	2b	2b	2a
Cicuta virosa	c	.	.	.	1	1	.	.	.	.
Galium palustre	c	.	.	.	1	2b	2b	.	.	.
Lysimachia thyrsoflora	c	.	.	.	.	.	.	+	.	.
Ranunculus lingua	c	.	.	.	+	.	1	.	.	.
Inne										
Agrostis gigantea	c	.	.	.	.	1	.	.	.	.
Agrostis stolonifera	c	.	.	.	.	2b	2b	.	.	.
Berula erecta	c	1	1	+	1	1	.	1	+	.
Cardamine pratensis	c	.	.	.	.	1	1	.	.	.
Ceratophyllum demersum	c	.	.	.	.	.	.	+	1	1
Epilobium hirsutum	c	.	.	+	.	.	.	.	.	+
Epilobium palustre	c	.	.	.	.	1	1	.	.	.
Hydrocharis morsus-ranae	c	1	1	1	2a	2m	1	3	3	2b
Lemna minor	c	2a	2a	2a	2a	2m	2b	2a	2a	2m
Lemna trisulca	c	.	.	.	2a	.	.	2m	2m	1
Lycopus europaeus	c	.	.	.	1	+	.	.	.	.
Mentha aquatica	c	.	+	+	2b	2b	2m	.	.	.
Myosotis palustris	c	.	.	.	.	3	2b	.	.	.
Solanum dulcamara	c	.	.	.	1	+	+	.	.	.
Spirodela polyrhiza	c	.	.	1	.	2m	1	+	+	1
Leptodictyum riparium	d	.	.	.	2m	3	3	.	.	.
Fontinalis antipyretica	d	+	1	1	.	.	.	.	.	.

Tab. 10. Zbiorowiska z klasy Phragmitetea ze związku Phragmition c. d. (*Equisetum fluviatile*).

Numer zdjęcia w tabeli		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Numer zdjęcia w terenie		5.3	5.3	8.4	8.4	8.4	10.4	10.2	10.3	10.2	10.3
		2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2017	2018	2018
		07	07	07	07	07	07	07	07	07	07
Data		05	04	07	05	04	07	05	05	04	04
Powierzchnia zdjęcia (m2)		35	35	60	75	75	60	20	50	20	50
Pokrycie (%)		7	7	70	60	60	90	95	85	95	85
Pokrycie w-wy drzew (%)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pokrycie w-wy krzewów (%)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pokrycie w-wy zielnej (%)		7	7	70	70	60	90	95	85	95	85
Pokrycie w-wy mszystej (%)		0	0	0	0	0	0	3	0	3	0
Liczba gatunków		1	1	3	5	3	7	9	4	11	6
Ch. Ass											
Equisetum fluviatile	c	2a	2a	4	3	4	4	4	5	4	5
Eleocharis palustris	c	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
Ch. Phragmitetea et Phragmition*											
Alisma plantago-aquatica	c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Glyceria maxima	c	.	.	.	4	.	.	.	2a	.	1					
Phragmites australis	c	.	.	.	.	2m	.	2m	.	2m	.					
Typha latifolia	c	.	.	.	.	2m	2b	2m	2a	2a	2a	2a	2a	2a	2a	2a
Acorus calamus*	c	.	.	.	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ch. Magnocarition																
Carex rostrata	c	.	.	.	.	.	.	2m	.	.	.	2a	.	.	.	.
Cicuta virosa	c	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.	.	.	.	.
Ranunculus lingua	c	.	.	.	.	.	.	2a	2a	.	.	2a	.	.	.	.
Ch. Scheuchzerio-Caricetea nigrae																
Potentilla palustris	c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Drepanocladus aduncus	d	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.
Inne																
Cardamine pratensis	c	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
Hydrocharis morsus-ranae	c	.	.	1	.	.	2a	2m	2a	2m	2a	2m	2a	2m	2a	2m
Lemna minor	c	.	.	2m	2m	.	2m	.	.	.	.	2m	2m	2m	2m	2m
Mentha aquatica	c	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	2m	.	.	.	.
Myosotis palustris	c	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	.	.	.
Solanum dulcamara	c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
Spirodela polyrhiza	c	.	.	.	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	.
Leptodictyum riparium	d	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	.	.	.

Tab. 11. Zbiorowiska z klasy Phragmitetea ze związku Phragmition c. d. (*Eleocharitetum palustris*).

Numer zdjęcia w tabeli	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Numer zdjęcia w terenie	1.5	1.5	1.5	4.2	4.3	4.3	5.2	5.2	5.2	6.2	6.4	6.3	6.3	7.3	7.3	7.4
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2016	2017	2018	2017	2018	2016
Data	07	07	07	07	07	07	07	07	07	07	07	07	07	07	07	07
Powierzchnia zdjęcia (m2)	06	04	04	06	04	04	06	05	04	07	07	05	04	05	04	07
Pokrycie (%)	2.5	2.5	2.5	20	17.5	15	20	15	15	5	7.5	30	25	17.5	25	7.5
Pokrycie w-wy drzew (%)	95	95	95	65	50	50	70	55	40	90	75	80	60	50	50	50
Pokrycie w-wy krzewów (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pokrycie w-wy zielnej (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pokrycie w-wy mszystej (%)	95	95	95	65	50	50	70	55	40	90	75	80	60	50	50	50
Liczba gatunków	35	35	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	14	11	13	4	2	2	3	3	3	7	2	3	5	3	3	2
Ch. Ass																
Equisetum fluviatile	c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	+	.	.
Eleocharis palustris	c	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	5	4	3	3	4
Ch. Phragmitetea et Phragmition*																
Glyceria maxima	c	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	.	2m	.
Rumex hydrolapathum	c	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Typha latifolia	c	.	.	+	2a	2m	+	2a	2a	2m	2a	2a	2a	3	2b	2m
Acorus calamus*	c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2b	.	+	.	.	.
Ch. Magnocarition																
Carex paniculata	c	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Carex pseudocyperus	c	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cicuta virosa	c	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Galium palustre	c	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Lysimachia thyrsoflora	c	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Poa palustris	c	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ch. Scheuchzerio-Caricetea nigrae et Caricetalia nigrae*																
Potentilla palustris	c	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Drepanocladus aduncus	d	2b	.	2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Menyanthes trifoliata	c	1	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
Triglochin palustre	c	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Calamagrostis stricta*	c	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Hydrocotyle vulgaris*	c	2m	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.

Inne																	
Agrostis stolonifera	c	2a	2a	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Epilobium parviflorum	c	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Equisetum palustre	c	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.
Hydrocharis morsus-ranae	c	.	.	.	.	.	.	2m	.	.	.	.	.	.	1	.	.
Lemna minor	c	.	.	.	2a	.	.	.	.	2a	.	.	.	.	.	.	.
Lycopus europaeus	c	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Mentha aquatica	c	1	1	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
Salix purpurea	c	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Spirodela polyrhiza	c	.	.	.	2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Climacium dendroides	d	.	.	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Plagomnium affine	d	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Leptodictyum riparium	d	2a	.	2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Marchantia polymorpha	d	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Tab. 12. Zbiorowiska z klasy Phragmitetea ze związku Magnocarition (Caricetum rostratae).

Numer zdjęcia w tabeli		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Numer zdjęcia w terenie		1.6	1.6	1.6	2.1	2.2	2.1	2.2	2.1	2.2	10.3
		2016	2017	2018	2016	2016	2017	2017	2018	2018	2016
Data		07	07	07	07	07	07	07	07	07	07
Powierzchnia zdjęcia (m2)		06	04	04	06	06	04	04	04	04	07
Pokrycie (%)		16	16	40	60	30	60	30	50	25	25
Pokrycie w-wy drzew (%)		90	90	90	100	90	100	90	100	80	95
Pokrycie w-wy krzewów (%)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pokrycie w-wy zielnej (%)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pokrycie w-wy mszystej (%)		90	90	90	100	90	100	90	100	80	95
Liczba gatunków		0	0	0	30	3	0	30	0	30	50
		6	7	6	18	10	21	10	21	5	17
Ch. Ass											
Carex rostrata	c	5	5	5	4	5	4	5	4	5	3
Ch. Phragmitetea											
Alisma plantago-aquatica	c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Eleocharis palustris	c	2m	2m	1	1	2m	1	2m	1	2m	2b
Equisetum fluviatile	c	.	+	1	1	.	1	.	1	.	2b
Phragmites australis	c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Rumex hydrolapathum	c	.	.	.	+	+	+	+	1	.	.
Typha latifolia	c	2a	2a	2m	1	2a	1	2a	2a	2a	.
Ch. Magnocarition											
Carex appropinquata	c	.	.	.	.	.	+	.	1	.	.
Carex paniculata	c	.	.	.	2m	.	2m	.	1	.	.
Carex pseudocyperus	c	.	.	.	1	1	1	1	1	.	.
Cicuta virosa	c	.	.	.	2m	+	2m	+	2m	.	+
Galium palustre	c	.	.	.	1	.	1	.	1	.	2m
Ranunculus lingua	c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a
Ch. Molinio-Arrhenatheretea et Molinieta*											
Cardamine pratensis	c	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+
Poa trivialis	c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Cirsium palustre*	c	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.
Myosotis palustris*	c	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.
Lysimachia vulgaris*	c	.	.	.	1	.	1	.	1	.	.
Lythrum salicaria*	c	.	.	.	.	.	+	.	1	.	.
Ch. Scheuchzerio-Caricetea nigrae et Caricetalia nigrae*											
Potentilla palustris	c	.	.	.	2m	.	2m	.	1	.	.
Drepanocladus aduncus	d	.	.	.	3	1	3	1	2	1	4
Menyanthes trifoliata	c	.	.	.	3	2b	3	1	3	.	.
Stellaria palustris*	c	.	.	.	1	.	+	.	.	.	.
Inne											

Agrostis stolonifera	c	.	.	.	2m	2m	2m	2m	2a	.	.
Berula erecta	c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Bidens frondosa	c	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.
Epilobium palustre	c	.	.	.	.	.	.	.	2m	.	.
Epilobium parviflorum	c	.	.	.	+	.	+	.	.	.	+
Hydrocharis morsus-ranae	c	2b	2b	1	.	2m	.	1	.	1	1
Lemna minor	c	2a	2a	1	.	2m	.	1	1	+	1
Lycopus europaeus	c	.	.	.	2m	.	+	.	.	.	1
Mentha aquatica	c	.	.	.	2m	.	1	.	.	.	2b
Nuphar lutea	c	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Solanum dulcamara	c	.	.	.	.	.	.	.	+	.	1

Tab. 13. Zbiorowiska z klasy Phragmitetea ze związku Magnocarition c. d. (Caricetum rostratae).

Numer zdjęcia w tabeli	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Numer zdjęcia w terenie	1.4	1.4	1.4	11.2	11.2	11.2	3.1	3.1.1	3.1.1	7.2	7.2	7.2
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Data	07	07	07	07	07	07	07	07	07	07	07	07
Powierzchnia zdjęcia (m2)	06	04	04	07	05	04	06	04	04	07	05	04
Pokrycie (%)	25	25	25	20	20	20	20	20	20	10	7.5	15
Pokrycie w-wy drzew (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	80	80
Pokrycie w-wy krzewów (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pokrycie w-wy zielnej (%)	5	5	5	7	7	7	0	0	0	0	0	0
Pokrycie w-wy mszystej (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	80	80
Liczba gatunków	30	30	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	16	20	24	16	16	16	9	8	9	3	6	6
	A	A	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B
Ch. Ass												
Carex paniculata	c	5	5	5	5	5	.	.	.	.	.	.
Carex acutiformis	c	.	.	.	.	.	4	5	5	5	5	4
Ch. Phragmitetea et Phragmition*												
Eleocharis palustris	c	.	+	1	2m	1	.	.	.	.	1	.
Equisetum fluviatile	c	1	1	1	.	.	.	.	.	+	1	1
Glyceria maxima	c	.	.	.	.	.	2b	1	2m	.	.	.
Phragmites australis	c	.	.	.	2a	2a	2a	.	.	.	.	.
Rumex hydrolapathum	c	1	1	1	+	+	.	.	.	.	.	.
Typha latifolia	c	2m	2m	2a	1	1	1	2a	2m	2a	2a	2m
Acorus calamus*	c	.	.	.	.	.	2b	.	2a	.	.	.
Ch. Magnocarition												
Carex pseudocyperus	c	.	.	.	+	+	2m	.	.	.	.	1
Carex rostrata	c	.	.	1	1	1	1	.	.	.	.	.
Cicuta virosa	c	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Galium palustre	c	1	1	1	2m	2m	1	.	.	.	.	.
Peucedanum palustre	c	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
Poa palustris	c	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.
Ranunculus lingua	c	2m	2m	1	.	.	.	.	.	.	.	.
Scutellaria galericulata	c	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
Ch. Molinio-Arrhenatheretea et Molinietalia*												
Cardamine pratensis	c	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Rumex acetosa	c	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Cirsium palustre*	c	1	1	1	+	+	.	.	.	.	.	.
Lotus uliginosus*	c	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Myosotis palustris*	c	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
Lysimachia vulgaris*	c	.	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.
Lythrum salicaria*	c	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
Ch. Scheuchzerio-Caricetea nigrae et Caricetalia nigrae*												
Potentilla palustris	c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Drepanocladus aduncus	d	2b	2b	2b	1	1	1	.	.	.	.	.

Menyanthes trifoliata	c	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Stellaria palustris*	c	+	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.
Ch. Alnetea glutinosae													
Lycopus europaeus	c	1	1	1	1	+	.	1	+	+	.	+	.
Salix cinerea	c	.	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Solanum dulcamara	c	.	.	.	1	1	1	1	+	1	.	.	.
Thelypteris palustris	c	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
Inne													
Agrostis stolonifera	c	1	1	2a	.	.	2b	.	.	.	.	.	.
Alnus glutinosa	b	2m	2m	2m	2a	2a	2a	.	.	.	.	.	.
Alnus glutinosa	c	+	+	+	.	.	.	+	.	+	.	.	.
Berula erecta	c	.	.	.	2m	1	.	.	.	.	.	.	.
Bidens frondosa	c	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.	.	.
Carduus crispus	c	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cirsium arvense	c	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
Epilobium hirsutum	c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
Epilobium palustre	c	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	+	.
Epilobium parviflorum	c	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Lemna minor	c	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Mentha aquatica	c	2a	2a	1	2a	2a	.	1	.	.	.	.	+
Polygonum amphibium	c	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Urtica dioica	c	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
Plagomnium affine	d	2a	2a	2a	+	+	+	.	.	.	.	.	.
Marchantia polymorpha	d	2m	2m	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Tab. 14. Zbiorowiska z klasy Potametea (A Ceratophylletum demersi, B Hydrocharitetum morsuranae).

Numer zdjęcia w tabeli	1	2	3	4	5	6
Numer zdjęcia w terenie	11.4	11.4	1.7	4.1	8.2.2	10.2
	2017	2018	2016	2016	2016	2016
	07	07	07	07	07	07
Data	05	04	06	06	07	07
Powierzchnia zdjęcia (m2)	100	100	1	5	1	1
Pokrycie (%)	70	65	90	100	100	100
Pokrycie w-wy zielnej (%)	7	7	90	100	100	100
Liczba gatunków	1	1	5	8	3	6
Ch. Ass						
Ceratophyllum demersum	c	4	4	.	.	.
Hydrocharis morsus-ranae	c	.	.	5	5	3
Ch. Lemnetea						
Lemna minor	c	.	.	2b	2b	4
Lemna trisulca	c	.	.	.	.	2b
Spirodela polyrhiza	c	.	.	.	2m	1
Ch. Phragmitetea						
Eleocharis palustris	c	.	.	2a	2m	.
Equisetum fluviatile	c	.	.	.	.	2m
Glyceria maxima	c	.	.	.	2m	.
Phragmites australis	c	.	.	.	.	2a
Rumex hydrolapathum	c	.	.	.	+	.
Typha latifolia	c	.	.	2a	2m	.
Inne						
Carex rostrata	c	.	.	2m	.	.
Mentha aquatica	c	.	.	.	1	.

Tab. 15. Zbiorowiska z klasy Rhamno-Prunetea (A Frangulo-Rubetum plicati) oraz z klasy Alnetea glutinosae (B Ribeso nigri-Alnetum, B zbiorowisko Alnus-Urtica).

Numer zdjęcia w tabeli	1	2	3	4	5	6	7	8	9	13	14	15	16	17	18	10	11	12
Numer zdjęcia w terenie	1.2 2016 07 06	1.2 2017 07 04	1.2 2018 07 04	2.5 2016 07 06	2.5 2017 07 04	2.5 2018 07 04	6.1 2016 07 07	6.1 2017 07 05	6.1 2018 07 04	8.1 2016 07 07	8.1 2017 07 05	8.1 2018 07 04	11.1 2016 07 707	11.1 2017 07 05	11.1 2018 07 04	7.1 2016 07 07	7.1 2017 07 05	7.1 2018 07 04
Data	06	04	04	06	04	04	07	05	04	07	05	04	07	05	04	07	05	04
Powierzchnia zdjęcia (m2)	10	10	10	25	25	25	10	10	10	15	15	15	100	100	100	50	50	50
Pokrycie (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Pokrycie w-wy drzew (%)	0	0	0	95	95	95	0	90	90	90	90	90	95	95	95	95	95	95
Pokrycie w-wy krzewów (%)	80	80	80	5	5	5	10	10	10	10	30	30	10	10	10	5	7	7
Pokrycie w-wy zielnej (%)	80	80	80	50	50	50	90	50	95	90	70	70	90	90	90	100	100	100
Pokrycie w-wy mszystej (%)	0	0	0	5	5	5	0	0	0	15	15	10	7	7	7	5	5	5
Liczba gatunków	15	14	21	18	18	22	21	15	11	22	16	20	20	24	27	10	12	11

	A	A	A	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	C	C	C
Ch. D* Ass																		
Rubus plicatus	c	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Frangula alnus*	b	5	5	2m	2m	2m	.	.	.	2m	2b	2b	2a	2a	2a	.	.	.
Betula pendula*	c	2m	2m	2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ribes nigrum	c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	2m	2m	.	.	.
Ch. Alnetea glutinosae																		
Calamagrostis canescens	c	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.
Lycopus europaeus	c	.	.	1	1	1	+	.	1	+	.	.	.	.	+	.	.	.
Salix cinerea	b	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	2m	2m	.	.	.	.	.	.
Salix cinerea	c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
Solanum dulcamara	c	.	.	2b	2b	1	.	.	.	1	1	2m	3	3	3	.	.	.
Thelypteris palustris	c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	3	3	.	.	.
Ch. Phragmitetea et Phragmition*																		
Acorus calamus	c	.	.	.	.	.	.	.	1	.	2m	.	.	.	.	.	.	.
Eleocharis palustris	c	.	.	.	.	.	2m	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Equisetum fluviatile	c	1	1	1	1	1	2a	2a	2b	1	1	2m	+	+	1	.	.	+
Glyceria maxima	c	.	.	.	.	.	2a	2a	2a	1	.	2m	.	.	.	.	.	.
Phragmites australis	c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	1	.	.	.
Rumex hydrolapathum	c	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Typha latifolia	c	.	.	1	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ch. Magnocarition																		
Carex acutiformis	c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	+
Carex appropinquata	c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
Carex gracilis	c	2a	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Carex paniculata	c	.	.	+	+	.	.	.	.	.	2m	2m	.	.	.	.	.	.
Carex pseudocyperus	c	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Carex rostrata	c	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cicuta virosa	c	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Galium palustre	c	1	1	.	.	1	2m	2a	1	.	2m	2m	.	.	.	.	.	.
Lysimachia thysiflora	c	.	.	.	.	.	2b	2a	1	1	+	+	.	.	.	.	.	.
Peucedanum palustre	c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.
Poa palustris	c	.	1	+	+	+	.	.	.	.	.	2m	1	1	1	.	2a	.

Scutellaria galericulata	c	.	.	.	.	1	+	2a	.	.	.	.	+	+	+	+	1	+
Ch. Molinio-Arrhenatheretea et Molinietales*																		
Cardamine pratensis	c	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
Holcus lanatus	c	1	1	1	.	.	2a	1	.	.	2m	.	1	.	.	.	.	.
Poa trivialis	c	.	.	.	.	.	2m	.	2m	.	.	.	2m	.	+	1	2a	2b
Rumex acetosa	c	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Angelica sylvestris*	c	.	.	.	+	+	1	1	+	.	2a	2m	1	.	.	.	.	+
Cirsium palustre*	c	+	+	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.
Climacium dendroides*	d	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.
Lotus uliginosus*	c	1	1	1	.	.	.	+	.	.	2a	1	.	.	.	.	.	.
Caltha palustris*	c	+	+	+	+	+	.	.	.	1	2b	2m	1	1	1	.	.	.
Crepis paludosa*	c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.
Myosotis palustris*	c	.	.	.	.	.	.	.	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Scirpus sylvaticus	c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	2m	2a	.	.
Ch. Scheuchzerio-Caricetea nigrae et Caricetalia nigrae*																		
Potentilla palustris	c	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Menyanthes trifoliata	c	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Carex nigra*	c	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Hydrocotyle vulgaris*	c	2b	2b	2b	.	.	.	3	2a	.	.	.	.	+	+	+	.	.
Viola palustris*	c	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ch. Artemisietea																		
Carduus crispus	c	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Urtica dioica	c	.	.	.	2a	2a	2a	.	.	.	2a	1	1	2m	2m	2m	4	4
Galium aparine	c	.	.	+	+	+	.	1	.	.	.	.	.	1	+	.	2b	3
Geum urbanum	c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Inne																		
Agrostis capillaris	c	2a	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Agrostis stolonifera	c	.	.	.	.	.	.	1	2a	2b	.	.	.	.	.	.	.	.
Alnus glutinosa	a	.	.	.	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Alnus glutinosa	b	.	.	.	.	.	.	2a	2a	2a	2m	3	3	2m	2m	2m	1	2m
Alnus glutinosa	c	.	.	.	.	.	.	+	.	2m	4	.	+	+	.	.	.	.
Anthoxanthum odoratum	c	.	.	1	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Berula erecta	c	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	1	.	.	1	.	.
Bidens frondosa	c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.
Cardamine amara	c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
Carex hirta	c	.	.	2b	.	.	.	.	.	.	2m	2a	2m	.	.	.	.	.
Carex ovalis	c	2m	2m	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m
Dryopteris carthusiana	c	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	+	+	1	.	.
Dryopteris dilatata	c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	1	.	.
Elymus caninus	c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m
Epilobium hirsutum	c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
Epilobium palustre	c	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	+	+	+	.	.
Eupatorium cannabinum	c	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Galeopsis bifida	c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+

33. *Crepis paludosa*
34. *Dryopteris carthusiana*
35. *Dryopteris dilatata*
36. *Eleocharis palustris*
37. *Elymus repens*
38. *Epilobium hirsutum*
39. *Epilobium palustre*
40. *Epilobium parviflorum*
41. *Equisetum fluviatile*
42. *Equisetum palustre*
43. *Eupatorium cannabinum*
44. *Filipendula ulmaria*
45. *Frangula alnus*
46. *Galeopsis bifida*
47. *Galium aparine*
48. *Galium palustre*
49. *Galium rivale*
50. *Galium uliginosum*
51. *Geum rivale*
52. *Geum urbanum*
53. *Glyceria fluitans*
54. *Glyceria maxima*
55. *Holcus lanatus*
56. *Holcus mollis*
57. *Hydrocharis morsus-ranae*
58. *Hydrocotyle vulgaris*
59. *Lemna minor*
60. *Lemna trisulca*
61. *Listera ovata*
62. *Lotus uliginosus*
63. *Lychnis flos-cuculi*
64. *Lycopus europaeus*
65. *Lysimachia thyrsoflora*
66. *Lysimachia vulgaris*
67. *Lythrum salicaria*
68. *Mentha aquatica*
69. *Menyanthes trifoliata*
70. *Myosotis palustris*
71. *Nuphar lutea*
72. *Peucedanum palustre*
73. *Phalaris arundinacea*
74. *Phragmites australis*
75. *Poa palustris*
76. *Poa trivialis*
77. *Polygonum amphibium*
78. *Potentilla anserina*
79. *Potentilla palustris*
80. *Prunella vulgaris*
81. *Ranunculus acris*
82. *Ranunculus lingua*
83. *Ranunculus repens*
84. *Ribes nigrum*

85. *Rumex acetosa*
86. *Rumex hydrolapathum*
87. *Rubus plicatus*
88. *Salix capraea*
89. *Salix cinerea*
90. *Salix cinerea*
91. *Salix purpurea*
92. *Sambucus nigra*
93. *Scirpus sylvaticus*
94. *Scrophularia umbrosa*
95. *Scutellaria galericulata*
96. *Solanum dulcamara*
97. *Sonchus oleraceus*
98. *Spirodela polyrhiza*
99. *Stellaria palustris*
100. *Stellaria uliginosa*
101. *Thelypteris palustris*
102. *Trifolium repens*
103. *Triglochin palustre*
104. *Typha latifolia*
105. *Urtica dioica*
106. *Viola palustris*

Lista stwierdzonych gatunków mszaków w obrębie misy jeziornej jeziora Jeziorko:

1. *Brachythecium mildeanum*
2. *Climacium dendroides*
3. *Drepanocladus aduncus*
4. *Fontinalis antipyretica*
5. *Leptodictyum riparium*
6. *Marchantia polymorpha*
7. *Oxyrhynchium hians*
8. *Plagomnium affine*
9. *Sciuro-hypnum oedipodium*

Wnioski

1. Roślinność misy jeziora Jeziorka wskazuje na degradujący wpływ antropopresji w skali wieloletniej,
2. Skutkiem hipertrofii jest zanik notowanych tu wcześniej elodeidów takich jak *Myriophyllum spicatum* czy gatunków z rodziny ramienicowatych (Characeae),
3. Cykliczne badania roślinności w czasie realizacji projektu zasadniczo nie wykazały istotnych zmian jakościowych i ilościowych,

4. Wyjątkiem są zmiany występowania rogatka sztywnego w północnej części jeziora gdzie na głębokości 60-90 cm gatunek ten osiągał wysokie pokrycie, tworząc zespół rogatka sztywnego (*Ceratophylletum demersi*).
5. Zmiany te zaobserwowane w pierwszym roku po aplikacji probiotyku i utrzymały się do końca prac badawczych i mogą być interpretowane, jako przejaw korzystnego oddziaływania remediacji probiotycznej

Literatura

- BARKMAN, J. J., H. DOING, S. SEGAL. 1964. Kritische Bemerkungen und Vorschläge zur quantitativen Vegetationanalyse. Acta Botanica Neerlandica, 13: 394-419.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1964. Pflanzensoziologie, Grundzüge der Vegetationskunde 3. Springer. Wien – New York.
- BRZEG, A., M. WOJTERSKA. 2001. Zespoły roślinne Wielkopolski, ich stan poznania i zagrożenie. In: Szata roślinna Wielkopolski i Pojezierza Południowopomorskiego. Przewodnik sesji terenowych 52. Zjazdu PTB, 24-28 września 2001. M. Wojterska (ed.): 39-110. Bogucki Wydawnictwo Naukowe. Poznań.
- MATUSZKIEWICZ, W. 2011. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa.
- MIREK, Z., K. ZARZYCKI, W. WOJEWODA, Z. SZELĄG (red.). 2006. Czerwona lista roślin i grzybów Polski. Instytut Botaniki im. W. Szafera, PAN. Kraków.

Badania fauny bezkręgowej

Wstęp

Do oceny kondycji zbiorników wód stojących stosowano w historii bardzo różne metody. Obecnie metodą zalecaną przez Główny Inspektorat Ochrony Środowiska jest Multimetriks LMI (Lake Macroinvertebrate Index) (Kurzej 2016), będący elementem Ramowej Dyrektywy Wodnej (Guidance Document No 10).

Powyższy index daje możliwość charakteryzowania i porównywania między sobą bardzo różnych zbiorników, jest jednak zawodny przy próbach bardziej precyzyjnej bioindykacji, która powinna być wykonywana na wybranych taksonach zwierzęcych, charakteryzujących się obecnością gatunków o odmiennych skalach ekologicznych, od gatunków eurytopowych po stenotopowe. Taką grupą są wodopójki (Hydrachnidia), które były wielokrotnie podawane jako grupa o znacznych właściwościach bioindykacyjnych (Biesiadka, Kowalik 1991; Zawal 1993, 1996; Goldschmidt 2016).

Materiał i metody

W celu oceny możliwości rekultywacji jeziora Jezioro przy pomocy bakterii probiotycznych wykonano badania makrobentofauny jeziora. Badania wykonano trzykrotnie: przed wykonaniem zabiegu rekultywacyjnego – lipiec 2016; 11 miesięcy po wykonaniu zabiegu – lipiec 2017; oraz 23 miesiące po wykonaniu zabiegu – lipiec 2018.

Wykonano kompleksowe badania bezkręgowców bentosowych z wyróżnieniem stref jeziora tzn. litoralu i profundalu. Łącznie zebrano trzykrotnie próby z 26 stanowisk, przy czym za każdym razem pobierano próby z tych samych stanowisk. W litoralu pobrano próby czerpakiem hydrobiologicznym z 8 stanowisk, uwzględniając obecność wszystkich typów siedlisk. W profundalu zebrano próby z 9 stanowisk przy pomocy dragi oraz 9 stanowisk przy pomocy pułapek świetlnych o podstawie w kształcie trójkąta (Zgłoszenie patentowe P.416115) eksponowane przez okres 24 godzin.

Do wstępnej oceny kondycji zbiornika przed i po aplikacji wykorzystano Multimetriks LMI (Lake Macroinvertebrate Index) (Guidance Document No 10, 2003). W tym celu dokonano oznaczeń całości makrobentofauny do poziomu rodzin, z wyjątkiem wodopójek (Hydrachnidia) charakteryzujących się wysokimi możliwościami bioindykacyjnymi, które oznaczono do gatunków.

Wyniki i dyskusja

W wyniku badań przeprowadzonych przed i po aplikacji bakterii probiotycznych stwierdzono łącznie obecność: w roku 2016 bezkręgowców należących 34 rodzin o łącznej liczebności 1109 osobników (Tab. 16); w roku 2017 bezkręgowców należących do 31 rodzin o łącznej liczebności 1360 osobników (Tab. 17); w roku 2018 bezkręgowców należących do 25 rodzin o łącznej liczebności 491 osobników. Dodatkowo odnotowano obecność 9739 osobników należących do 38 gatunków wodopójek (Hydrachnidia) (Tab. 18).

Wskaźniki bioróżnorodności Shannona-Wienera wynosiły: w roku 2016 – 0.98; w roku 2017 – 2.16; a w roku 2018 – 2.2 (Tab. 16, 17 i 18).

Tab. 16. Zestawienie materiału zebranego w roku 2016 ze wskaźnikami bioróżnorodności i LMI.

	3	4	5	1	17	2	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	total
Bithyniidae						1	1											2
Lymnaeidae					7		13	5						17	6	4		52
Physidae							1											1
Planorbidae				5			7	4						1			1	18
Oligochaeta		4	2		4			7		1				15	10	2		45
Erpobdellidae				11		4	1	5						1	3			25
Glossiphoniidae				12		1	1			47			1	2	16			80
Piscicolidae					5		4	4		3	1			4	6			27
Asellidae				2			20	6							11	6		45
Baetidae				4	13	10	2	7							3	9		48
Caenidae							1			1	1					3		6
Sialidae							12	1										13
Aeschnidae															2			2
Coenagrionidae					4		2	2						3	16	1		28
Corduliidae															4			4
Lestidae larva				1		2												3
Naucoridae				9		12		7						7	13			48
Corixidae				1	2	2										1		6
Gerridae				2		2									3	2		9
Nepidae															1			1
Notonectidae				6		2												8
Pleidae		1		16		2	2											21
Hydroptilidae					3													3
Leptoceridae				2			6	3	8	6	2			6	5			38
Limnephilidae								1	1						4			6
Phryganeidae				1				1	2		1				3	4		12
Dytiscidae															5			5
Hydrophilidae				1												1		2

Chaoboridae			1									14					15	
Ceratopogoniidae		5			3			1				1	5				15	
Chironomidae	30	2	7		1		223	57		12	7	15	17	15	115	1	16	518
Culicidae																1		1
Dixidae																1		1
Limoniidae														1				1
suma	30	12	10	73	42	38	296	111	11	70	12	30	23	71	227	37	16	1109
liczba rodzin	1	4	3	14	9	10	15	15	3	6	5	3	3	10	19	14	1	34
BMWP-PL																		118
ASPT-PL																		4.5
Shannon-Wiener																		0.98
%Trichoptera (log)																		1.73
%Diptera																		49.7
EPT/Diptera																		1
EQR ASPT-PL																		0.07
EQR Shannon-Wiener																		0
EQR %Trichoptera																		0.66
EQR %Diptera																		0.33
EQR EPT/Diptera																		0
LMI																		0.21

Tab. 17. Zestawienie materiału zebranego w roku 2017 ze wskaźnikami bioróżnorodności i LMI.

	1A	1B	2	3	4	5	6	7	8	Draga 1	Draga 2	Draga 3	Draga 4	Draga 5	Draga 6	Draga 7	Draga 9	total
Spongillidae			1															1
Lymnaeidae	1	2	2	11	1	3	1	10									1	32
Physidae	3			2		1	1			1	1							9
Planorbidae	1	1	1	2	6	5	3	1	17									37
Oligochaeta		1		9				1		15	1	3					1	31
Erpobdellidae	8	2		4	3	3			1	1								22
Glossiphoniidae	1	9		1	2	1	1	17	1			1					1	35
Piscicolidae					4													4
Asellidae	8	37		2	26	28	2		75								1	179
Cambaridae					1	1												2
Baetidae	9	16		13	3	3	1				1	1			3			50
Caenidae	5	27	1		19	3		1	1			2			3		2	64
Sialidae				1	7	2												10
Coenagrionidae	1	2				1												4
Libellulidae		1																1
Naucoridae	5					7	10											22
Corixidae	1											1						2
Gerridae		1		6														7
Nepidae		2	1	5		2												10
Notonectidae	1	6		2					5									14

Pleidae		2		6														8
Leptoceridae	4	11		5	21	15	2							6			18	82
Limnephilidae						5											1	6
Molannidae						2												2
Phryganeidae					2	4	2	1	17								3	29
Dytiscidae		1			1	3												5
Hydrophilidae				4													1	5
Chaoboridae																35		35
Ceratopogoniidae		2						1		11	3	1				1		19
Chironomidae	11	23	6	54	162	121	83	13	25	15	7	30	12	12	29	7	20	630
Limoniidae				3														3
suma	59	146	12	130	258	210	106	45	142	43	13	39	12	12	41	44	48	1360
liczba rodzin	14	18	6	17	14	19	10	8	8	5	5	7	1	1	4	4	9	31
BMWP-PL																		129
ASPT-PL																		4.16
Shannon-Wiener																		2.16
%Trichoptera (log)																		1.94
%Diptera																		50.5
EPT/Diptera																		0.34
EQR ASPT-PL																		0
EQR Shannon-Wiener																		0.72
EQR %Trichoptera																		0.83
EQR %Diptera																		0.32
EQR EPT/Diptera																		0
LMI																		0.37

Tab. 18. Zestawienie materiału zebranego w roku 2018 ze wskaźnikami bioróżnorodności i LMI.

	1	2	3	4	5	6	7	8	draga 1	draga 2	draga 3	draga 4	draga 5	draga 6	draga 7	draga 8	draga 9	total
Lymnaeidae	1	1	5	2	2	2	7											20
Oligochaeta	2	1	6		1	2	1	1	11	4	5	4	7	9	5	9	3	71
Erpobdellidae			1	8		5	2											16
Glossiphoniidae	3	2	12	3	2	7	8		2		1		1			2		43
Piscicolidae	1	3	2			3	4											13
Asellidae			1			7	3											11
Baetidae			6	1		2				1	3			4				17
Caenidae	2	4	4	2	2	1	5	3		1			1				1	26
Aeshnidae			2	2														4
Coenagrionidae	1	2		2	5	1												11
Corduliidae																		0
Lestidae			2		1	1												4
Corixidae	1	4	1	3	2	5	6	1										23
Ilycoridae						2												2
Mesoveliidae		2	2															4

Nepidae			3	2	3	3	1												12
Pleidae		1																	1
Veliidae			1	1															2
Leptoceridae		6	1	1															8
Molannidae			1																1
Phryganeidae							1												1
Polycentropodidae																			0
Dytiscidae			1			1													2
Hydrophilidae			1	3															4
Ceratopogoniidae																			0
Chironomidae	2	22	26	16	5	24	7	4	10	12	7	8	16	3	11	8	9		190
Limoniidae				2	1		1												4
Crambidae				1															1
suma																			491
liczba rodzin																			25
BMWP-PL																			98
ASPT-PL																			5,16
Shannon-Wiener																			2,20
%Trichoptera (log)																			1,68
%Diptera																			49,52
EPT/Diptera																			2,50
EQR ASPT-PL																			0,61
EQR Shannon-Wiener																			0,75
EQR %Trichoptera																			0,62
EQR %Diptera																			0,33
EQR EPT/Diptera																			0,21
LMI																			0,50

Wartość wyliczonego indeksu LMI dla jeziora Jeziorko zarówno przed aplikacją i 11 miesięcy po aplikacji miała niską wartość i wynosiła odpowiednio – 0.21 i 0.37, natomiast 23 miesiące po aplikacji miała wartość wyraźnie wyższą i wynosiła 0.50. Wskazuje to na „stan słaby” (Tab. 16) w dwóch pierwszych przypadkach i stan umiarkowany w przypadku trzecim. Ponieważ wartości wyliczonego indeksu LMI dla jeziora Jeziorko przed aplikacją i po aplikacji miały wartości niskie nie można mówić o wyraźnej poprawie kondycji zbiornika. Jednak w fakcie, że zanotowano niewielki wzrost wskaźnika w roku 2017 z jednoczesnym wyraźnym wzrostem wskaźnika bioróżnorodności Shannona-Wienera, należy upatrywać początku trendu prowadzącego do poprawy kondycji jeziora, a niewielkie wartości zmiany złożyć na karb krótkotrwałości procesu. W roku 2018 wartość indeksu LMI wyraźnie wzrosła, plasując jezioro w „stanie umiarkowanym”, co było wyraźną kontynuacją trendu wzrostowego, wzmocnionego jednocześnie przez wzrost wskaźnika bioróżnorodności Shannona-Wienera.

Tab. 19. Zestawienie wartości wskaźnika LMI z określonymi stanami ekologicznymi zbiornika, z zaznaczeniem stanu jeziora Jezioroko przed rekultywacją.

Stan bardzo dobry		>0,764
Stan dobry		0,763-0,573
Stan umiarkowany	2018	0,572-0,382
Stan słaby	2016 2017	0,381-0,191
Stan zły		<0,191

Wodopójki (Hydrachnidia)

Łącznie zebrano 9739 osobników należących do 38 gatunków wodopójek (Hydrachnidia). Do eudominantów zaliczono: *Limnesia maculata* (18,8%), *Piona conglobata* (16,3%), *Forelia liliacea* (11,3%) i *Unionicola aculeata* (10,8%); co stanowiło łącznie 57,2% całości fauny, co przy fakcie że było to tylko 4 gatunki stanowi bardzo wysoki odsetek.

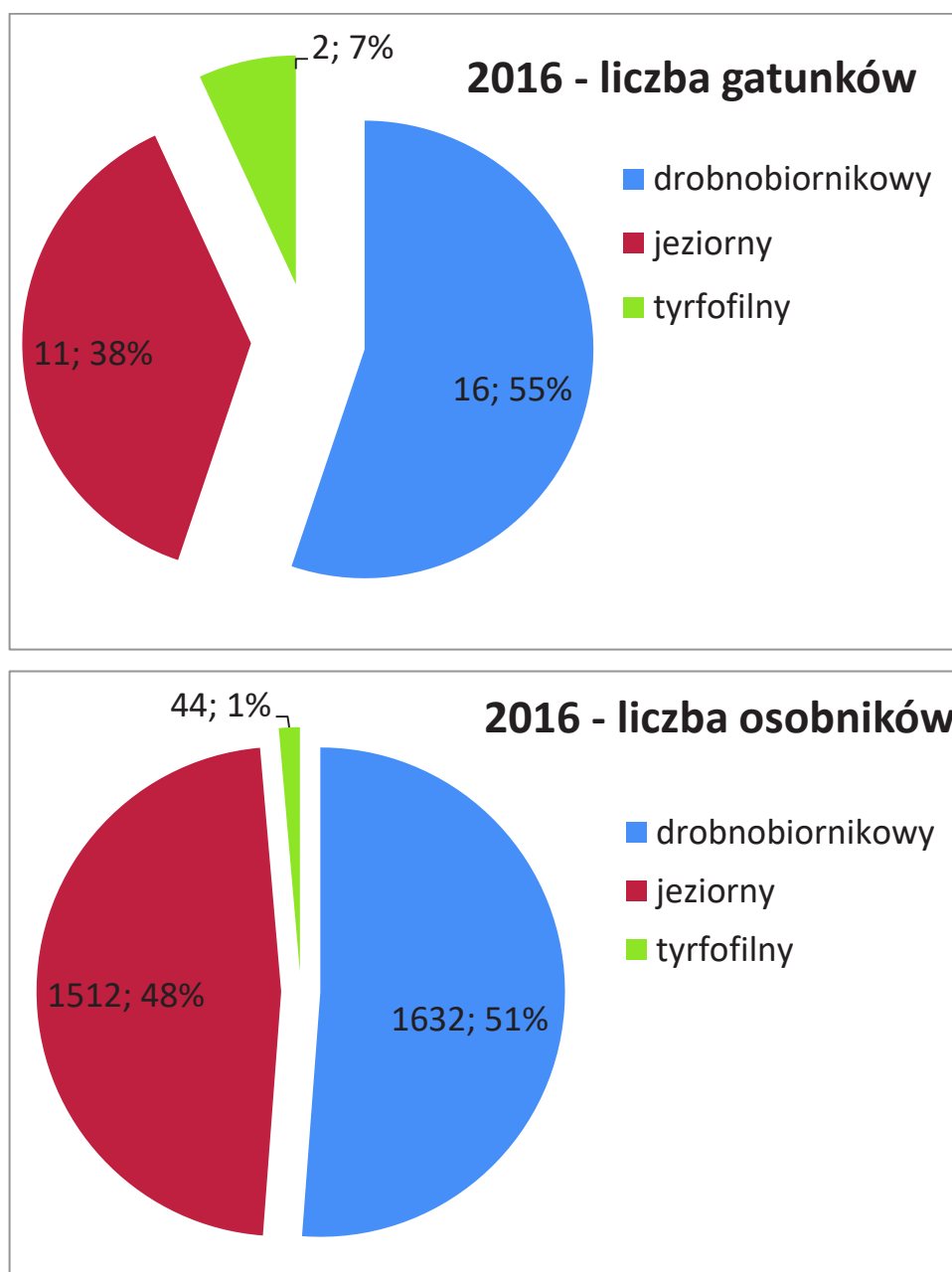
W roku 2016 (przed aplikacją) odnotowano 3209 osobników należących do 27 gatunków. Do eudominantów należały: *Limnesia maculata* (19,8%), *Unionicola aculeata* (16,4%) i *Forelia liliacea* (14,3%); a do dominantów *Piona coccinea* (7,5%); co stanowiło łącznie 58,0% całości fauny. W roku 2017 (rok po aplikacji) odnotowano 4446 osobników należących do 30 gatunków wodopójek. Do eudominantów należały: *Piona conglobata* (21,2%), *Limnesia maculata* (18,4%) i *Forelia liliacea* (13,7%); a do dominantów *Piona coccinea* (9,5%) i *Unionicola aculeata* (6,3%); co stanowiło łącznie 69,1% całości fauny. W 2018 roku odnotowano 2084 osobniki należące do 27 gatunków wodopójek. Do eudominantów należały: *Piona conglobata* (23,4%), *Limnesia maculata* (18,4%) i *Unionicola aculeata* (11,4%); a do dominantów *Piona stjordalensis* (9,5%), *Hydrodroma pilosa* (8,3%) i *Piona coccinea* (5,8%); co stanowiło łącznie 71,6% całości fauny (Tab. 17).

Tab. 20. Całościowe zestawienie fauny wodopójek (Hydrachnidia).

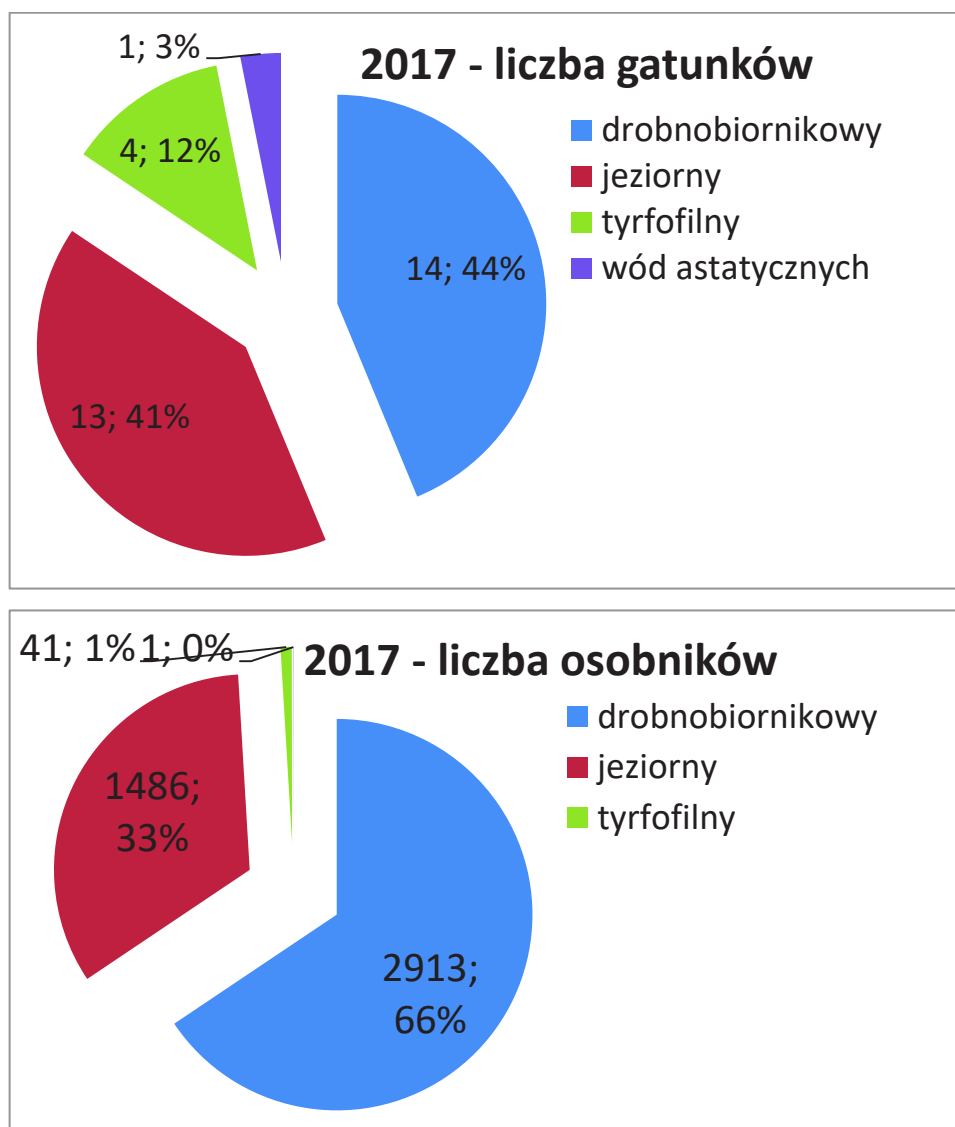
Gatunek	rok 2016		rok 2017		rok 2018		Suma		status ekologiczny
	l.o.	dom. (%)	l.o.	dom. (%)	l.o.	dom. (%)	l.o.	dom. (%)	
<i>Arrenurus affinis</i>			1	0,02			1	0,01	tyrfofilny
<i>Arrenurus biscissus</i>					1	0,05	1	0,01	jeziorny
<i>Arrenurus bruzelii</i>	2	0,06					2	0,02	drobnobiornikowy

<i>Arrenurus crassicaudatus</i>	69	2,15	114	2,56	56	2,69	239	2,45	jeziorny
<i>Arrenurus falciger</i>	41	1,28	12	0,27	3	0,14	56	0,58	tyrfofilny
<i>Arrenurus globator</i>	3	0,09	30	0,67			33	0,34	drobnobiornikowy
<i>Arrenurus latus</i>	5	0,16					5	0,05	jeziorny
<i>Arrenurus maculator</i>	1	0,03					1	0,01	drobnobiornikowy
<i>Arrenurus perforatus</i>			2	0,04			2	0,02	jeziorny
<i>Arrenurus sinuator</i>	78	2,43	92	2,07	15	0,72	185	1,90	drobnobiornikowy
<i>Arrenurus sp.</i>	17	0,53	5	0,11	7	0,34	29	0,30	
<i>Brachypoda versicolor</i>	75	2,34	140	3,15	62	2,98	277	2,84	jeziorny
<i>Eylais extendens</i>		0,00	6	0,13			6	0,06	drobnobiornikowy
<i>Forelia liliacea</i>	459	14,30	609	13,70	36	1,73	1104	11,34	jeziorny
<i>Forelia variegator</i>					2	0,10	2	0,02	drobnobiornikowy
<i>Hydrachna globosa</i>	7	0,22	39	0,88	28	1,34	74	0,76	drobnobiornikowy
<i>Hydrodroma pilosa</i>	63	1,96	195	4,39	172	8,25	430	4,42	drobnobiornikowy
<i>Hygrobates longipalpis</i>	21	0,65	49	1,10	6	0,29	76	0,78	jeziorny
<i>Limnesia connata</i>	3	0,09	1	0,02	1	0,05	5	0,05	jeziorny
<i>Limnesia maculata</i>	636	19,82	817	18,38	378	18,14	1831	18,80	drobnobiornikowy
<i>Limnesia marmorata</i>			23	0,52			23	0,24	drobnobiornikowy
<i>Limnesia sp.</i>	4	0,12	1	0,02	6	0,29	11	0,11	drobnobiornikowy
<i>Limnochares aquatica</i>	3	0,09	5	0,11	2	0,10	10	0,10	tyrfofilny
<i>Mideopsis orbicularis</i>	85	2,65	53	1,19	17	0,82	155	1,59	jeziorny
<i>Neumania deltoides</i>	3	0,09		0,00	51	2,45	54	0,55	drobnobiornikowy
<i>Neumania limosa</i>	165	5,14	53	1,19	52	2,50	270	2,77	jeziorny
<i>Neumania vernalis</i>	1	0,03	2	0,04	1	0,05	4	0,04	drobnobiornikowy
<i>Oxus ovalis</i>			1	0,02			1	0,01	jeziorny
<i>Piona alpicola</i>			23	0,52			23	0,24	tyrfofilny
<i>Piona coccinea</i>	241	7,51	421	9,47	121	5,81	783	8,04	drobnobiornikowy
<i>Piona conglobata</i>	146	4,55	941	21,17	499	23,94	1586	16,29	drobnobiornikowy
<i>Piona imminuta</i>			4	0,09	6	0,29	10	0,10	jeziorny
<i>Piona neumani</i>	8	0,25			1	0,05	9	0,09	drobnobiornikowy
<i>Piona nodata</i>					1	0,05	1	0,01	wód astatycznych
<i>Piona pusilla</i>	2	0,06	29	0,65	2	0,10	33	0,34	jeziorny
<i>Piona rotundoides</i>	44	1,37	5	0,11			49	0,50	drobnobiornikowy
<i>Piona sp.</i>	333	10,38	308	6,93	112	5,37	753	7,73	drobnobiornikowy
<i>Piona stjordalensis</i>	103	3,21	149	3,35	198	9,50	450	4,62	jeziorny
<i>Piona variabilis</i>	62	1,93	33	0,74			95	0,98	drobnobiornikowy
<i>Pionides ensifer</i>			1	0,02			1	0,01	wód astatycznych
<i>Unionicola aculeata</i>	525	16,36	282	6,34	246	11,80	1053	10,81	jeziorny
<i>Unionicola figuralis</i>					2	0,10	2	0,02	jeziorny
larwa	4	0,12					4	0,04	
Razem	3209		4446		2084		9739		

Analizując udziały różnych grup synekologicznych w jeziorze Jeziorko, wyraźnie widać dużą przewagę gatunków drobnobiotnikowych nad jeziornymi (Ryc. 17, 18 i 19). Liczba gatunków jeziornych w niewielkim stopniu wzrosła w roku 2017, a w roku 2018 utrzymała się na tym samym poziomie. Natomiast liczebność gatunków jeziornych wykazała niewielki spadek w roku 2017, który wyraźnie pogłębił się w roku 2018. Ponieważ jednak w roku 2018 odnotowano bardzo duży spadek całkowitej liczebności wodopójek, więc udział procentowy gatunków jeziornych pozostał na niezmiennym poziomie. Liczba gatunków drobnobiotnikowych oraz ich udział w całkowitej liczbie gatunków zanotował w roku 2017 niewielki spadek, aby ustabilizować się na tym samym poziomie w roku 2018 (Ryc. 17, 18 i 19).



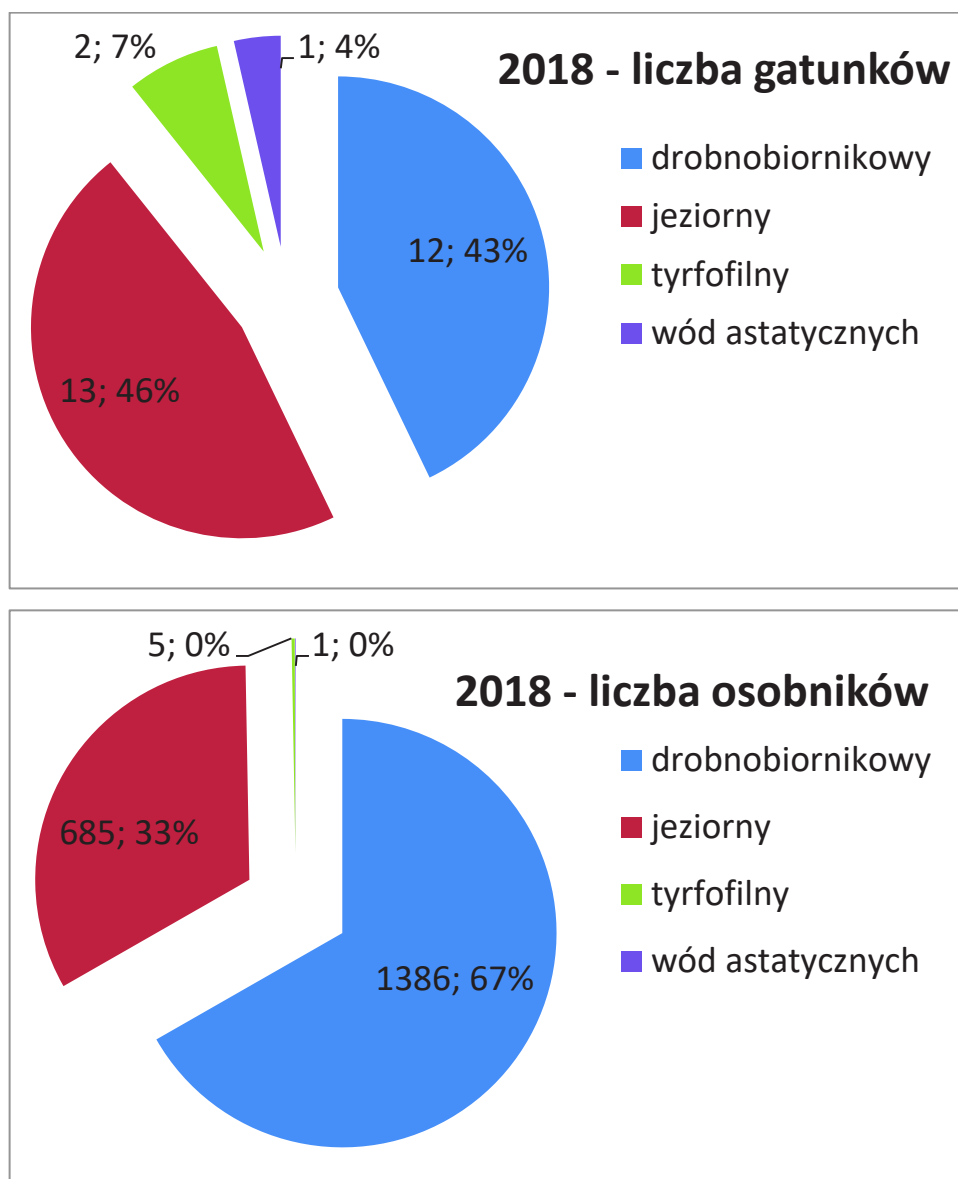
Ryc. 17. Udział poszczególnych grup synekologicznych wodopójek w jeziorze Jeziorko w roku 2016.



Ryc. 18. Udział poszczególnych grup synekologicznych wodopójek w jeziorze Jezioro w roku 2017.

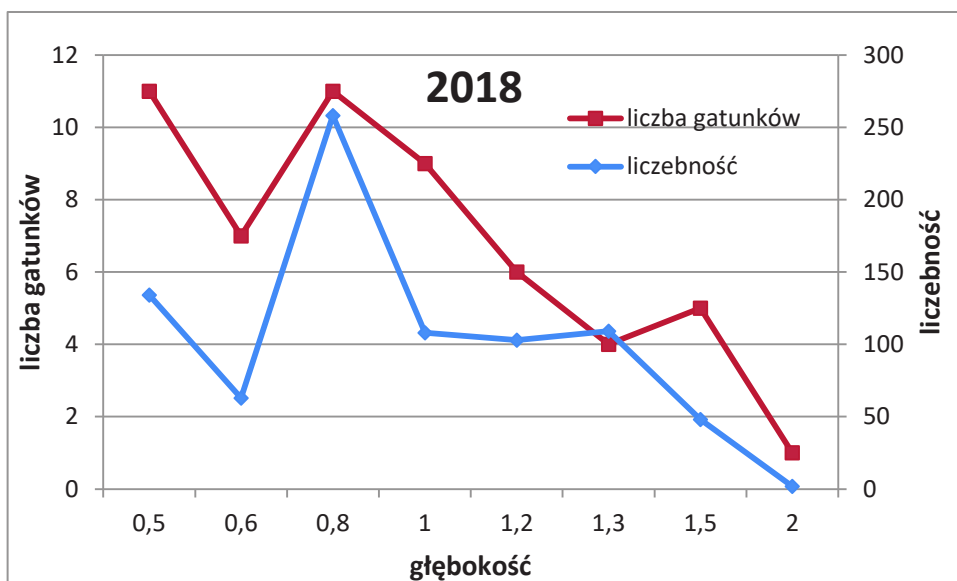
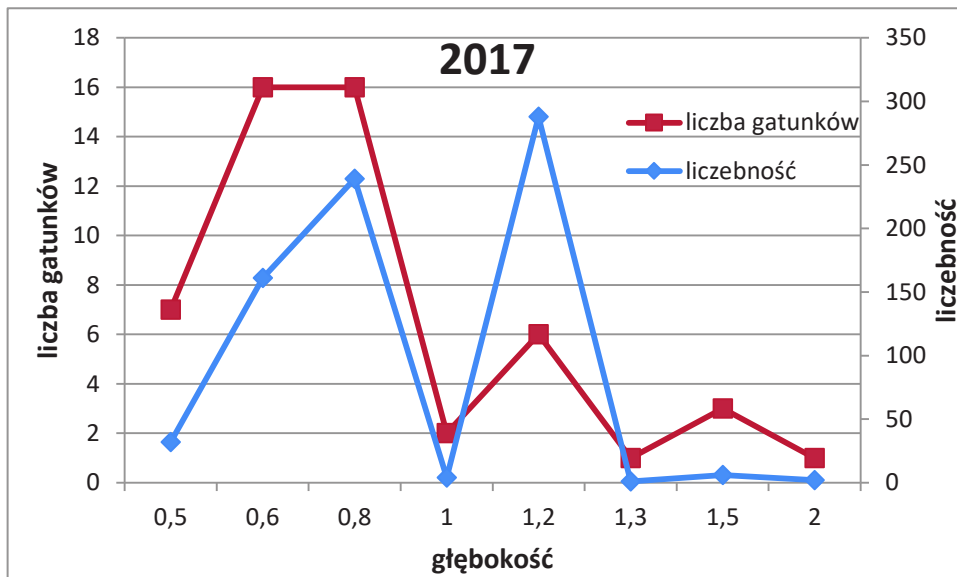
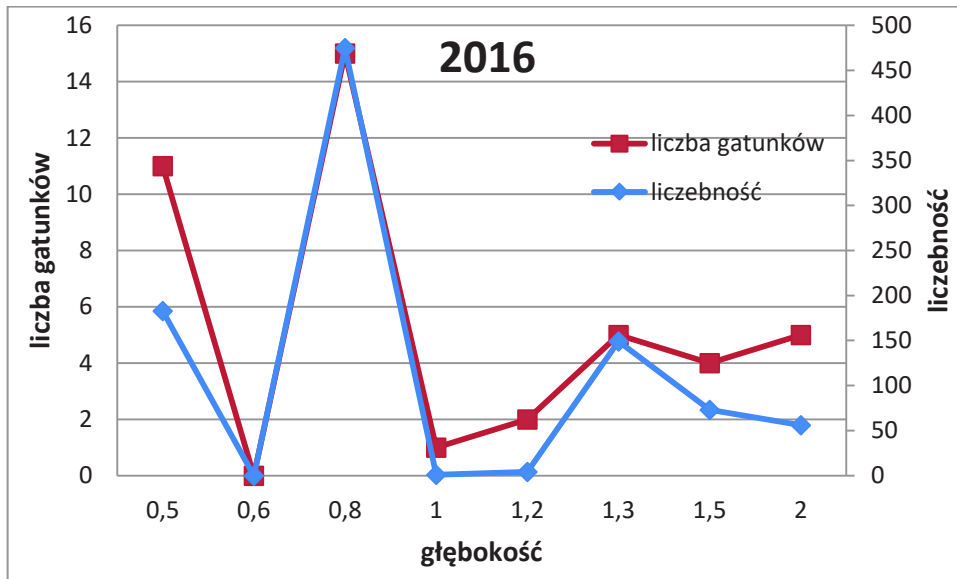
Analiza rozmieszczenia wodopójek w profilu jeziora w latach przed i po aplikacji, pokazuje niewielki spadek liczby gatunków i osobników na głębokościach 1,3-2 m oraz bardzo wyraźny wzrost na głębokości 1,2 m w pierwszym roku po aplikacji. Natomiast w drugim roku po aplikacji nastąpił wyraźny wzrost liczby gatunków i osobników na głębokości 0,5 m, oraz niewielki wzrost liczby gatunków wraz ze wzrostem liczby osobników na głębokościach 1-2 m (Ryc. 4). Charakter fauny wodopójek (Hydrachnidia) w jeziorze Jezioro przed i po aplikacji bakterii nie wykazał wyraźnych różnic. Pewne różnice zarysowały się we wzroście ogólnej liczby gatunków i ich liczebności w pierwszym roku po aplikacji, które jednak cofnęły się rok później, wykazując znaczący regres w stosunku do sytuacji wyjściowej. Spadek liczebności w 2018 roku dotyczył głównie wodopójek zasiedlających najpłytszy litoral oraz zbiegł się z wykazanim przez badania hydrochemiczne znacznym dopływem biogenów,

które w powiązaniu z wyjątkowo ciepłym i słonecznym latem, doprowadziło do bardzo intensywnych zakwitów sinicowych. Z całą pewnością



Ryc. 19. Udział poszczególnych grup synekologicznych wodopójek w jeziorze Jezioro w roku 2018.

zakwity te prowadziły do dobowych wahań zawartości tlenu w wodzie oraz lokalnego podwyższenia pH, które najsilniej manifestowały się w płytkim litoralu, co niekorzystnie wpłynęło na liczebność litoralowych wodopójek. W tym kontekście zrozumiałą jest spadek liczebności oraz udziału gatunków jeziornych związanych z płytkim litoralem (*Arrenurus crassicaudatus*, *Brachypoda versicolor*, *Forelia liliacea*, *Hygrobates longipalpis*, *Mideopsis orbicularis*), które są bardziej wrażliwe na powyższe zmiany niż gatunki drobnobiotnikowe.



Ryc. 20. Rozmieszczenie wodopójek (Hydrachnidia) w profilu jeziora Jeziorko przed aplikacją bakterii (2016), w 11 miesięcy (2017) i 35 miesięcy (2018) po aplikacji.

Znamienne jest, że spadki liczebności nie dotknęły wodopójek zasiedlających głębsze partie jeziora, a w niektórych przypadkach odnotowano wzrosty. Wzrósł również udział gatunków jeziornych (*Neumania limosa*, *Unionicola aculeata*, *Piona stjordalensis*) zasiedlających głębsze partie zbiornika. Wynika to z bardziej stabilnych warunków tlenowych i pH w tej części zbiornika. Charakterystyka fauny wodopójek głębszych partii jeziora ma większe wartości bioindykacyjne niż charakterystyka fauny litoralu, gdyż dotyczy części jeziora o bardziej stabilnych warunkach środowiskowych, a co za tym idzie jest lepszym wskaźnikiem kondycji zbiornika. W związku z czym, pomimo niekorzystnych zmian w litoralowej faunie wodopójek, istnieje prawdopodobieństwo rozpoczęcia trendu wskazującego na poprawę kondycji zbiornika.

Niewielka skala różnic uniemożliwia wyciągnięcie jednoznacznych wniosków. Jednak fakt, że w pierwszym roku po aplikacji uzyskano wyraźne wzrosty liczebności wodopójek, w tym również wzrost liczby gatunków jeziornych, oraz liczebności niektórych z nich (*Arrenurus crassicaudatus*, *Brachypoda versicolor*, *Piona stjordalensis*), zwłaszcza związanych z dnem piaszczystym (psanmofilnych), może wskazywać na poprawiające się warunki tlenowe.

Podsumowanie

Do analizy wpływu aplikacji bakterii probiotycznych na kondycję jeziora Jezioro wykorzystano Multimetriks LMI (Lake Macroinvertebrate Index) oraz wstępną analizę fauny wodopójek (Hydrachnidia). Uzyskane po dwóch latach wyniki wskazują, że po 11 miesiącach od aplikacji warunki zasadniczo się nie zmieniły. Wskaźnik LMI wykazał niewielkie podwyższenie wartości, ale nadal mieścił się w tym samym, niskim przedziale. Wyraźną zmianę natomiast odnotowano po 35 miesiącach od aplikacji. Wartość wskaźnika wzrosła do 0.50 i wskazała na „stan umiarkowany”. Wskazuje to na rozpoczęcie bardzo pozytywnego trendu, tym bardziej, że rok 2018 charakteryzował się dużą liczbą słonecznych i ciepłych dni, które w połączeniu z wykrytym metodami hydrochemicznymi wzrostem substancji biogennych, doprowadził do intensywnych zakwitów sinicowych, mających niezwykle niekorzystny wpływ na kondycję jeziora.

Struktura fauny wodopójek wykazała niewielkie, fluktuacyjne zmiany związane głównie ze zmianami pogodowymi odnotowanymi w poszczególnych latach. Natomiast krótki czas od momentu aplikacji, nie pozwala na wyraźną odpowiedź badanej fauny. Zwłaszcza że gro pomiarów pochodzi ze strefy litoralu, który podlega znacznym wahaniom w zależności od zmieniających się warunków pogodowych.

Różnice manifestowały się wzrostem ogólnej liczby gatunków i ich liczebności w pierwszym roku po aplikacji, które ustąpiły rok później, wykazując znaczący regres w stosunku do sytuacji wyjściowej. Regres ten dotyczył głównie wodopójek zasiedlających najpłytszy litoral i odzwierciedlał pogorszenie warunków na skutek zakwitów sinicowych. Regres liczebności nie dotyczył wodopójek zasiedlających głębsze partie jeziora. Ponieważ fauna wodopójek zasiedlająca głębsze partie jeziora ma większe znaczenie bioindykacyjne, we wzroście jej liczebności można upatrywać początków trendu prowadzącego do poprawy kondycji zbiornika.

Wnioski

1. Ponieważ wartości wyliczonego indeksu LMI dla jeziora Jezioro przed aplikacją i po aplikacji miały wartości niskie nie można mówić o wyraźnej poprawie kondycji zbiornika,
2. Niewielki wzrost wskaźnika w roku 2017 z jednoczesnym wyraźnym wzrostem wskaźnika bioróżnorodności Shannona-Wienera, należy interpretować jako początek trendu prowadzącego do poprawy kondycji jeziora,
3. Wyraźnie wysoka wartość indeksu LMI w roku 2018 klasyfikuje jezioro w „stanie umiarkowanym”, co było wyraźną kontynuacją trendu wzrostowego, wzmocnionego jednocześnie przez wzrost wskaźnika bioróżnorodności Shannona-Wienera.
4. Struktura fauny wodopójek wykazała relatywnie niewielkie, fluktuacyjne zmiany w poszczególnych latach badań. Zarysowały się jednak wyraźne tendencje korzystnych zmian środowiskowych (2017). Natomiast krótki czas od momentu aplikacji oraz duża zmienność warunków klimatycznych w kolejnych latach badań (2018), nie pozwalał na wyraźną odpowiedź badanej fauny,
5. Różnice struktury manifestowały się wzrostem ogólnej liczby gatunków i ich liczebności w pierwszym roku po aplikacji, które ustąpiły rok później, wykazując pewien regres w stosunku do sytuacji wyjściowej,
6. Regres ten dotyczył głównie wodopójek zasiedlających najpłytszy litoral i odzwierciedlał pogorszenie warunków związany z intensywnymi zakwitami sinic (*Microcystis aeruginosa*),
7. Regres liczebności nie dotyczył wodopójek zasiedlających głębsze partie jeziora. Ponieważ fauna wodopójek zasiedlająca głębsze partie jeziora ma większe znaczenie bioindykacyjne, we wzroście jej liczebności można upatrywać początków trendu prowadzącego do poprawy kondycji zbiornika.

Literatura

- Biesiadka, E., and Kowalik, W. (1991), 'Water mites (Hydracarina) as indicators of trophic and pollution in lakes', in *Modern Acarology*, eds. F. Dusbabek and V. Bukva, Hague: SPB Academic Publishing, 1, pp. 475-481.
- Goldschmidt T. 2016. Water mites (Acari, Hydrachnidia): powerful but widely neglected bioindicators – a review. *Neotropical Biodiversity*, 2: 12–25. doi.10.1080/23766808.2016.1144359
- Guidance Document No 10. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Rivers and Lakes – Typology, Reference Conditions and Classification Systems Produced by Working Group 2.3 – Refcond.
- Kurzaj M. 2016. Ocena stanu jednolitych części wód powierzchniowych jeziornych na obszarze województwa lubuskiego badanych w 2015 r. z uwzględnieniem dziedziczenia ocen z lat 2010-2014. Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Zielonej Górze.
- Zawal A., 1993. Typologia jezior oparta na wodopójkach (Hydracarina). Konferencja Młodych Pracowników Nauki Wydziału Biologii i Nauk o Morzu, Szczecin – 29 maja 1991. Wyd. Nauk. US. Materiały, Konferencje: 13-17.
- Zawal A. 1996. Wodopójki (Hydracarina) jako bioindykatory. w: Hłyńczak A. J., Poleszczuk G. (red.) *Przyrodnicze aspekty badania wód estuarium Odry i wód jeziornych województwa szczecińskiego*. 19: 229-235.

Badania ichtiofauny

Badania monitoringowe ichtiofauny jeziora Jeziorko w trakcie realizacji projektu były prowadzone dwutorowo celem identyfikacji potencjalnych zmian implikowanych zastosowaniem probiotyku. Jeden z wyżej podanych kierunków obejmował rejestrację zmian ilościowych i jakościowych populacji gatunków ryb stwierdzonych w tym akwenu. Drugi kierunek badań koncentrował się na analizie zmian parazytofauny występującej u gatunków ryb dominujących w odłowach próbnych tj. okonia, uklei i płoci. Ze względu na stosunkowo krótki czas zmian siedliskowych powodowanych przez probiotyk w tym akwenu oraz uwzględniając naturalną dynamikę procesów biologicznych realizujących się w obrębie populacji ryb i ich pasożytów, można było zakładać jedynie na wystąpienie oznak pewnych korzystnych tendencji ekologicznych rejestrowanych bioindykacyjnie u ryb i ich pasożytów.

Metodyka badań

Połowy te wykonywano każdego roku badań w miesiącu lipcu przy wykorzystaniu narzędzi stawnych – sieci skrzelowych. W tym celu wykorzystano 4 zestawy sieci sektorowych typu Bentic-net PN-EN 14757 o długości 50 m i wysokości 1 m składających się z sektorów o boku oczka od 9 do 55 mm wzorowanych na modelu sieci zalecanych przez HELCOM COMBINE.

Opisane narzędzia połowu były wystawiane sekwencyjnie na 4 stanowiskach badawczych na okres 24 godzin każde.

Każdy połów był bezpośrednio po jego zakończeniu rejestrowany z uwzględnieniem wielkości oczek jadra łowiącego poszczególne osobniki. Takie postępowanie umożliwiło także określić strukturę wielkościową połowu.

Wszystkie osobniki poddano podstawowym badaniom biologicznym, określając ich długości: całkowitą i ciała (l. totalis (TI), l. corporis (SI)) przy pomocy suwmiarki lub przymiaru do mierzenia ryb z dokładnością odpowiednio do 0,01 mm oraz 1,0 mm. Ponadto ryby zważono przy pomocy wagi Axis 3000 z dokładnością do 0,1 g. Analizę danych przeprowadzono przy użyciu programu Excel 2007 i programu STATISTICA. W celu określenia wieku pobrano próbkę łusek i/lub otolity.

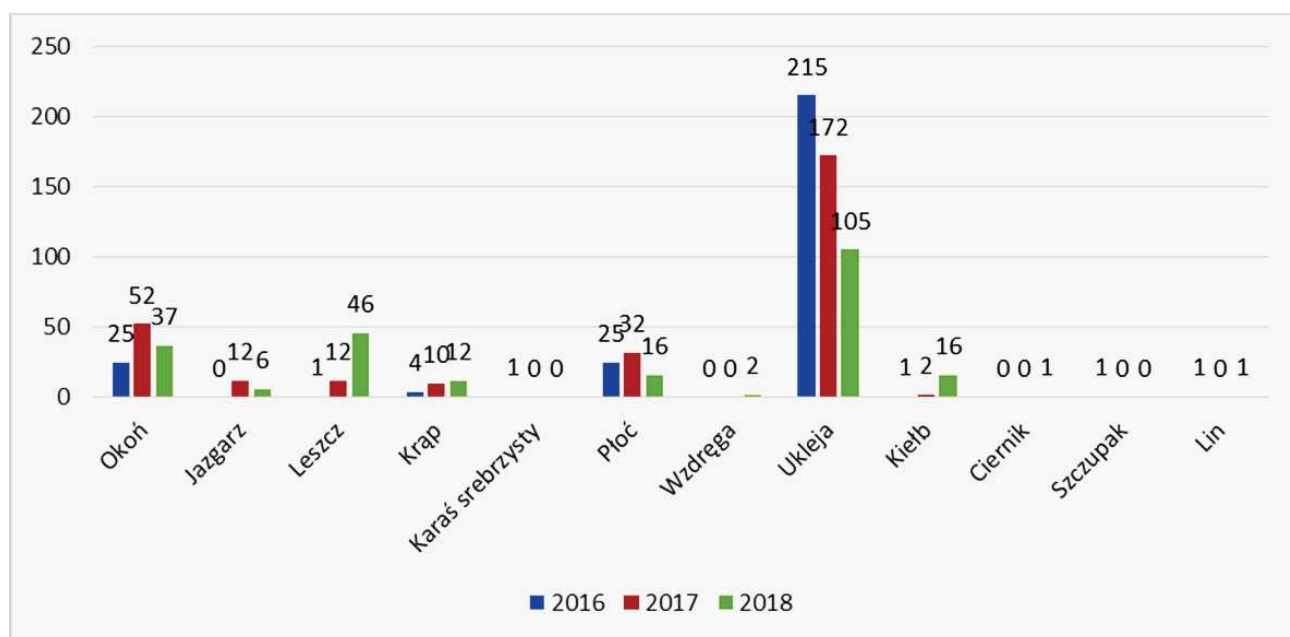
Badania parazytologiczne zrealizowane na zakonserwowanym (mrożenie) materiale realizowano na podstawie badań prób gatunków dominujących występujących w każdym odłowcie.

Sekcje ryb pobranych w próbach były przeprowadzone w celu stwierdzenia obecności pasożytów występujących wybranych narządach. Po oględzinach zewnętrznych ryb badaniu poddane zostały:

mięśnie, skóra, oczy, jelito, pęcherz pławny, wątroba oraz nerki. Policzono występujące na skórze matacerkarie. Po zbadaniu skóry badane były mięśnie ryb. Powłoka mięśniowa była przecinana nożyczkami i ściągana z ryb za pomocą pęsety. Następnie mięśnie były oddzielane od skóry i zostały przeniesione na szkiełko podstawowe i skompresowane między dwoma szkiełkami. Oczy zostały wypreparowane z oczodołów i obejrzone pod binokulem w celu znalezienia pasożytów występujących w soczewce i ciałku szklistym. Po rozcięciu powłok ciała wszystkie narządy wewnętrzne były izolowane i umieszczane w oddzielnych szalkach. Jelito zostało przecięte wzdłuż a jego zawartość została wypłukana. Błonę śluzową jelita zeszkrobano za pomocą pęsety. Resztki pokarmowe z jelita zostały oddzielone od siebie igłą preparacyjną. Pęcherz pławny został przecięty tak aby ściany pęcherza nie nachodziły na siebie. Tak przygotowany preparat został dokładnie obejrany pod mikroskopem. Zbadano nerki i wątrobę, które tak jak poprzednie narządy zostały przeniesione na szalkę Petriego i obejrzone pod binokulem. Pasożyty zostały zakonserwowane w etanolu 75%. Celem identyfikacji zmian pozwalających na stwierdzenie ich istotności statystycznej określano wartości następujących wskaźników ekologicznych: *prewalencji* – jest to liczba żywicieli zarażonych danym gatunkiem pasożyta w stosunku przebadanych. Stosunek ten jest wyrażany w procentach, *średniej intensywności* – średnia liczba pasożytów przypadająca na jednego żywiciela który jest zarażony, *zakresu intensywności* – jest wyznaczony przez minimalną i maksymalną liczbę pasożytów, oraz *względnej zagęszczenia* – średnia liczba pasożytów która przypada na jednego żywiciela w badanej próbie, wszystkie zebrane pasożyty podzielone przez liczbę badanych [Pojmiańska i in. 2016, Złotorzycka i in. 1998].

Wyniki

Analiza wyników wstępnych badań ichtiologicznych wskazała na bardzo złą kondycję ichtiobiocenozy jeziora Jeziorko. Wysoki poziom trofii zbiornika spowodował degradujące zjawiska przejawiające się w malejącej liczbie gatunków i rosnącej reprezentacji tych które najlepiej znoszą pogarszające się warunki środowiskowe. Z danych przedstawionych na rycinie (Ryc. 21) wynika że gatunkami takimi są płoć, okoń i przede wszystkim ukleja. Gatunek ten bytujący zasadniczo w strefie pelagialu wydaje się znajdować względnie dogodne warunki bytowania spowodowane umiarkowaną redukcją dostępu do pożywienia oraz niską presją drapieżniczą powodowaną spadkiem liczebności drapieżników (szczupaka) oraz niedogodnymi warunkami ich żerowania (niska przezroczystość wody). Spodziewanych korzystnych oddziaływań remediacji probiotycznej należało upatrywać w zmianach ukierunkowanych na wzrost liczby gatunków stwierdzanych w odłowach i malejącą przewagę ilościową u gatunków dominujących. Wyniki pozwalające na taką ocenę prezentowane są w tabeli (Tab. 21).



Ryc. 21. Wyniki odłowów kontrolnych ryb w jeziorze Jezioro w kolejnych latach badań z uwzględnieniem ich składu gatunkowego

Tab. 21. Wartości wskaźników zmian zróżnicowania gatunkowego ryb w jeziorze Jezioro w kolejnych latach badań

Rok	2016	2017	2018
Liczba osobników	280	276	242
Liczba gatunków	9	8	10
Wskaźnik S-W	1,228	1,636	2,372
Wariancja wsk. S-W	0,0176	0,0307	0,0289

Wyniki prezentowane w tej tabeli wskazują wyraźnie na wystąpienie tendencji oczekiwanych zmian ekologicznych rejestrowanych za pomocą bioindykacji ichtologicznej. Szczególnie wyraźnie tendencja ta rysuje się poprzez wzrost wartości wskaźnika zróżnicowania gatunkowego Shannona-Wienera, którego wartość w okresie badań wzrosła prawie dwukrotnie.

Wyniki porównań bezpośrednich przedstawione w tabeli (Tab. 22) pozwalają na stwierdzenie wykrycia zmian mający charakter zdecydowanie silniejszy niż jedynie tendencji.

O ile wyniki porównania wartości wskaźnika Shannona-Wienera w roku 2017 względem roku rozpoczęcia badań nie była wyraźna to już zestawienie wyników osiągniętych w tych latach do stanu z roku 2018 wykazało istotność statystyczną wystąpienia korzystnych zmian w biocenozie.

Tab. 22. Wyniki porównań wartości wskaźnika zróżnicowania gatunkowego S-W ryb w jeziorze Jezioroko w kolejnych latach badań

Rok	2016	2017	2018
2016		p=0,065 t=1,851	p=0,0027 t=3,014
2017	p=0,065 t=1,851		p=0,0000 t=5,297
2018	p=0,0000 t=5,297	p=0,0027 t=3,014	

Zatem, pomimo ograniczonej wrażliwości bioindykacyjnej ichtiofauny na szybkie zmiany siedliskowe w przypadku tych badań wykazano osiągnięcie wyraźnego efektu ekologicznego spodziewanego zastosowanie remediacji probiotycznej.

Wyniki badań parazytologicznych stanowią materiał kontynuowanych analiz będących tematem prac zrealizowanych i realizowanych prac dyplomowych (licencjackich i magisterskich). Przykładowe wyniki tych badań prezentowane są w tabeli (Tab. 23).

Tab. 23. Zarażenie parazytami u dwu gatunków ryb w dwóch okresach – przed rekultywacją jeziora (przed EM) oraz rok i dwa lata po rekultywacji (po EM). W nawiasach liczebność próby.

OKOŃ	Przed EM (43)		1 rok po EM (18)		2 lata po EM (25)	
	Prewal. %	Intens. średnia	Prewal %	Intens. średnia	Prewal %	Intens. średnia
Pasożytnicze helminty (z wyjątkiem Monogenea/ skrzeli)						
Przywry digeniczne Digenea	98	16	89	20	32	3
Tasiemce Cestoda	16	3	39	3	4	20(1 ryba)
Nicienie Nematoda	26	1	22	3	8	1
Kolcogłowy Acantocephala	6	1	11	15(2 ryby)	0	0
RAZEM HELMINTY	98	17	94	22	48	8

UKLEJA	Przed EM (55)		1 rok po EM (37)		2 lata po EM (34)	
	Prewal. %	Intens. średnia	Prewal %	Intens. średnia	Prewal %	Intens. średnia
Pasożytnicze helminty (z wyjątkiem Monogenea/ skrzeli)						
Przywry digeniczne Digenea	78	7	97	10	97	18
Tasiemce Cestoda	9	2	0	0	13	1
Nicienie Nematoda	0,04	1	0	0	3	1
Kolcogłowy Acantocephala	0	0	0	0	0	0
RAZEM HELMINTY	82	7	97	10	97	18

Na podstawie przeprowadzonych analiz parazytologicznych stwierdzono u uklei bardzo niską różnorodność gatunkową pasożytów wewnętrznych. Niewielką liczbę tasiemców i sporadycznie – nicienie stwierdzono przed EM i w 2 lata po EM. Kolcogłowów nie stwierdzono w ogóle w żadnym okresie. Wysoka prewalencja zarażenia helmintami u tego gatunku (82% przed aplikacją i 97% w rok



Ryc. 22. Ukleja w jeziorze Jeziorko silnie zarażona metacerkariami przywr

po aplikacji i utrzymała się na wysokim poziomie w 2 lata po aplikacji – również 97% jest wynikiem prawie wyłącznie z wysokiej prewalencji przywr (78% przed EM, 97% po aplikacji i 97% 2 lata po aplikacji). Były to przede wszystkim przywry występujące w skórze i płetwach – metacerkarie *Posthodiplostomum cuticola* (Ryc.22).

W przypadku okonia wyniki wykazały, że przed aplikacją probiotyku 98% ryb było zarażonych przez helminty, przy średniej intensywności 17 pasożytów (w jednej rybie). W pierwszym roku po EM liczba (%) okoni zarażonych niewiele się zmniejszyła (z 98 do 94%), a intensywność zarażenia nieco się zwiększyła (z 17 do 22 pasożytów w rybie) - ale w dwa lata po zastosowaniu EM nastąpił istotny spadek liczby okoni zarażonych helmintami o połowę w stosunku do stanu przed aplikacją i rok po (do 48%) oraz zmniejszenie intensywności zarażenia do 8 pasożytów w rybie.

Prewalencja zarażenia przywrami zmniejszyła się zarówno rok, jak i 2 lata po aplikacji (odpowiednio z 98% na 89% i na 32%), a intensywność zarażenia niewiele zwiększyła się w rok po aplikacji ale istotnie się zmniejsza w kolejnym roku tj. 2 lata po aplikacji (odpowiednio z 16 na 20 i na 3 przywry w rybie).

Podobnie jak dla przywr tendencję spadkową obserwujemy dla prewalencji zarażenia nicieniami – liczba (%) okoni zarażonych nicieniami obniża się z 26% przed aplikacją do 22% w pierwszym roku po EM i 8% w drugim roku po aplikacji. Również intensywność zarażenia nicieniami nieco zwiększa się w pierwszym roku po aplikacji ale obniża się w drugim roku – do stanu początkowego, przy czym wahania średniej liczby nicieni są niewielkie (z 1 na 3 w rok po aplikacji i dalej spadek do 1 w dwa lata po aplikacji mniejszym stopniu przywry występujące w oczach- *Diplostomum* sp).

Wnioski

1. Istotne różnice stwierdzone na poziomie zróżnicowania gatunkowego mierzonego wartością wskaźnika Shannona-Wienera (S-W) w latach 2016 -2018 oraz 2017-2018 wskazują na zainicjowanie korzystnych zmian siedlisk ryb powodowanych remediacją mikrobiologiczną.
2. Powyższe wyniki interpretowane są także, jako przejaw większej mobilności wszystkich gatunków ryb na obszarze całego zbiornika wskazując na poszerzenie się dostępnych nisz ekologicznych, co również przypisać należy efektom zabiegu remediacji.
3. Zanotowano zmiany w występowaniu pasożytów u dominujących gatunków ryb z jeziora Jezioro, które można interpretować jako konsekwencja zmian środowiskowych powodowanych zastosowaniem probiotyku.
4. Zmiany te charakteryzowały się spadkiem prewalencji zarażenia nicieniami i oraz przywrami co może być tłumaczone wzrostem odporności ryb na infekcje pasożytnicze spowodowane poprawą warunków bytowania, chociaż zasadniczo mechanizm tych zmian należy w pierwszej kolejności tłumaczyć zmianami w cyklu rozwojowym pasożytów powodowanych przekształceniem siedlisk.

Piśmiennictwo

1. Bray RA, Gibson DI, Jones A., (eds) (2008) Keys to the Trematoda, vol 3. CAB International and Natural History Museum, Wallingford
2. Brylińska M. i wsp.: Ryby słodkowodne Polski. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa 2000
3. Combes C.: Ekologia i ewolucja pasożytnictwa – długotrwałe wzajemne oddziaływania. Wydawnictwo naukowe PWN. Warszawa 1999
4. Dzika E.: Pasożyty ryb Polski (klucze do oznaczania) – przywry monogeniczne. Polskie Towarzystwo Parazytologiczne. Warszawa 2008
5. Dzika E., Wyżlic I.; Fish parasites as quality indicators of aquatic environment. Zoologica Poloniae. Olsztyn 2009-2010
6. Grabda J.: Katalog fauny pasożytniczej polski część II – Pasożyty kręgloustych i ryb. Państwowe wydawnictwo naukowe, Warszawa-Wrocław
7. Grabda-Kazubska B., Okulewicz A.: Pasożyty ryb Polski (klucze do oznaczania) – nicienie nematoda. Polskie Towarzystwo Parazytologiczne. Warszawa 2005
8. Gibson DI, Jones A., Bray RA (eds) (2002) Keys to the Trematoda, vol 1. CAB International, Wallingford

9. Mierzejewska K., Własow T., Kapusta A., Szymańczyk K.: Fish digeneans from the Seven Islands ornithological reserve at OEwin Lake, Poland. Part I. Posthodiplostomum cuticola von Nordmann, 1832. Acta Ichthyol. Piscat. 2004, 34 (1): 73–84.
10. Niewiadomska K.: Pasożyty ryb polski (klucze do oznaczania) - przywry digenea. Polskie Towarzystwo Parazytologiczne. Warszawa 2003
11. Niewiadomska K.: Przywry trematoda – część ogólna; część systematyczna – Aspidogastrea, Digenea: Strigeida. Uniwersytet Łódzki. Łódź 2010
12. Niewiadomska K.: Przywry trematoda - część systematyczna digenea: echinostomida. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego. Łódź 2015
13. Niewiadomska K., Pojmańska T., Machnicka B., Czubaja A.: Zarys Parazytologii ogólnej; wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2001
14. Pojmańska T., Niewiadomska K., Okulewicz A.: Pasożytnicze helminty Polski - gatunki, żywiciele, białe plamy. Polskie Towarzystwo Parazytologiczne. Warszawa 2007
15. Pojmańska T., Niewiadomska K., Okulewicz A.: Robaki pasożytnicze w ekosystemach wodnych i lądowych. Instytut Parazytologii im. W. Stefańskiego PAN. Warszawa 2005
16. Prost M.: Choroby ryb. Państwowe wydawnictwo rolnicze i leśne. Warszawa 1980
17. Siwicki A., Antychowicz J., Waluga J.: Choroby ryb hodowlanych. Instytut rybactwa śródlądowego. Olsztyn 1991
18. Szczerbowski J. (red), Zdanowski B., Krüger A., Dembiński W., Goryczko K., Lossow K., Nartel R., Studnicka M., Zamojski J.: Rybactwo śródlądowe. Wydawnictwo Instytutu Rybactwa Śródlądowego, Olsztyn 1993
19. Złotorzycka J., Lonc E., Majewska A., Okulewicz A., Pojmańska T.: Słownik parazytologiczny. Polskie Towarzystwo Parazytologiczne. Warszawa 1998.

Podsumowanie wyników efektu ekologicznego

1. Wyniki zrealizowanych analiz hydrochemicznych wykazały duży wpływ warunków pogodowych i hydrologicznych na jakość wody w jeziorze Jezioro, maskujących w dużym stopniu bezpośredni wpływ zabiegu bioremediacji,
2. Wyniki zrealizowanych analiz hydrochemicznych wskazują na stały dopływ do wód jeziora Jezioro substancji biogenicznych pochodzenia antropogennego przyczyniających się do permanentnego pogarszania się jakości siedlisk w tym zbiorniku,
3. Stwierdzono istotny spadek miąższości osadów dennych, którego wystąpienie należy kojarzyć z wzrostem tempa mineralizacji generowanego oddziaływaniem probiotyku,

4. Wyniki zrealizowanych analiz hydrobiologicznych wskazują na wystąpienie szeregu zmian wskazujących na poprawę jakości siedlisk indukowanych zabiegiem remediacji,
5. Zarówno prace badawcze nad zapoczątkowanym procesem remediacji jeziora Jeziorka powinny być kontynuowane celem zapewnienia trwałości uzyskanych rezultatów i głębszego poznania skuteczności zastosowanej metody.
6. Należy opracować wdrożyć system działań wspomagających zapoczątkowany proces remediacji oparty realizacji zadań polegających:
 - a. na likwidacji lokacji zanieczyszczeń w postaci ścieków bytowych i nawozów do wód Jeziorka,
 - b. próbie odprowadzania nadmiaru biogenów poprzez zastosowanie biomanipulacji,
 - c. zaangażowaniu społeczności lokalnej w działania służące poprawie jakości ekologicznej jeziora Jeziorko, oparte na wykorzystaniu potencjału użytkowego tego zbiornika w obecnym stanie.

Wyniki realizacji projektu – efekt popularyzatorski

Równoległe do działań bezpośrednie związanych z remediacją mikrobiologiczną jeziora Jeziorko prowadzone były działania na rzecz popularyzacji tej metody rekultywacji środowisk jeziornych. Założeniem tych działań było oparcie wyłącznie o wyniki badań własnych realizowanych w tym zbiorniku. Generalnie do połowy roku 2018 zdecydowanie wyraźnie pozytywne wyniki działań remediacyjnych uprawniały do publikacji materiałów służących propagacji tej metody w sposób bezsprzecznie poparty wynikami badań terenowych. W tym czasie metodę tę propagowano na dwóch konferencjach międzynarodowych organizowanych przez Clean Baltic Coalition – związku towarzyszeń zrzeszającym ponad 22 organizacje ekologiczne krajów leżących w zlewni Morza Bałtyckiego i skupiającej ogółem ponad 800 tys. członków. Informacje o stosowanej w jeziorze Jeziorko metodzie remediacyjnej prezentowano w formie posterowej dwukrotnie – 2017 CCB Annual Conference “Linking Biodiversity and Nature Conservation at Sea and Across the Basin”, 11-12.05.2017 r., Rostock/Niemcy (prezentacja pt. “Probiotic lake remediation method as a chance to limit phosphorus runoff to the Baltic Sea”) oraz 2018 CCB Annual Conference, 20-21.04.2018 r., Zelenogradsk/Rosja (prezentacja pt. “The results of probiotic remediation of hypertrophic lakes on an example reclamation of jeziorko Lake in North Poland”).

Metoda została rozpropagowana również dzięki publikacji broszury pt. „Bioremediacja biologiczna jeziora Jeziorko Wdzydzkie we Wdzydzech” (2018). Promocja projektu odbywa się również za

pośrednictwem strony internetowej <http://gajanet.pl/projekty/poprawa-jakosci-ekologicznej-jeziora-jeziorko-we-wdzydzach-kiszewskich/>.

Wyniki badań służących propagowaniu metody probiotycznej jako korzystnej dla biocenoz bezkręgowców wodnych zostały opublikowane w formie artykułu pt. „Short term research of ecological conditions of lake „Jeziorko Wdzydzkie” after biological bioremediation”, a wyniki tych badań prezentowane na międzynarodowej konferencji naukowej 3rd Central European Symposium for Aquatic Macroinvertebrate Research (CESAMIR) w lipcu 2018 w Łodzi.

Kompleksowe wyniki badań realizowanych podczas realizacji projektu zostały złożone do publikacji w czasopiśmie naukowym Acta Biologica pt. „Changes in ecological conditions and their impact on chosen elements of biocenosis of hypertrophic lake „Jeziorko Wdzydzkie” after microbiological bioremediation with the use of EM”.

Ponadto wyniki prac monitoringowych posłużyły za materiał badawczy służący powstaniu pięciu prac dyplomowych broniących na Wydziale Biologii Uniwersytetu Szczecińskiego. Prowadzone w ramach realizacji projektu badania wykonywali także studenci a uzyskane przez nich wyniki służyły uzupełnieniu rezultatów końcowych oraz były podstawą następujących prac dyplomowych:

- Praca magisterska "Analiza porównawcza wybranych wskaźników stanu zdrowotnego okonia *Perca fluviatilis* L. z jeziora jeziorko w woj. pomorskim w aspekcie zmian środowiskowych powodowanych działaniami rekultywacyjnymi". Agnieszka Cieślikiewicz.
- Praca magisterska: "Wpływ Efektywnych Mikroorganizmów (EM) stosowanych w rekultywacji jezior na pasożyty uklei (*Alburnus alburnus*). Aleksandra Dełęgowska.
- Praca inżynierska: "Analiza jakościowa i ilościowa okrzemek jeziora Jeziorko jako narzędzie oceny skuteczności rekultywacji tego jeziora". Justyna Cybulska.
- Praca licencjacka: "Ocena jakościowa ichtiofauny jako narzędzie oceny skuteczności rekultywacji jeziora "Jeziorko". Agnieszka Cieślikiewicz.
- Praca inżynierska: Ocena parazytologiczna jako narzędzie oceny skuteczności rekultywacji jeziora "Jeziorko" we Wdzydzach z wykorzystaniem metod probiotycznych. Paulina Ligenza.

Wyniki zrealizowanego projektu zaprezentowane zostały również podczas zorganizowanego w tym celu spotkania w siedzibie Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Gdańsku, w dniu 6 grudnia 2018 r.

W konkluzji niniejszego raportu końcowego należy stwierdzić, że zarówno efekt ekologiczny, jak i rzeczowy projektu „Poprawa jakości ekologicznej jeziora Jeziorko we Wdzydzach Kiszewskich poprzez

wykorzystanie metod probiotycznych z monitoringiem indukowanych zmian i opracowaniem służącym propagowaniu metody” zostały osiągnięte.