

# ŚRÓDLEŚNE JEZIORA OLIGO-HUMOTROFICZNE JAKO NATURALNE ZBIORNIKI RETENCYJNE

Anna Namura-Ochalska

## Abstrakt

W wyniku długotrwałego procesu zarastania śródleśnych, nieprzepływowanych jezior oligo-humotroficznych, tzw. „oczek wodnych”, charakteryzujących się małą zasobnością związków pokarmowych oraz dużą zawartością substancji humusowych, wykształcają się zbiorowiska torfowisk przejściowych i wysokich z klasy *Scheuchzerio-Caricetea* i *Oxycocco-Sphagnetetea*. Pomimo ubóstwa florystycznego strefy zarastania jezior oligo-humotroficznych odznaczają się dużą różnorodnością fitocenoz.

Śródleśne jeziora o niskiej trofii odgrywają bardzo ważną rolę retencyjną już w inicjalnej fazie zarastania; stanowią naturalne zbiorniki wodne, a wykształcone w wyniku ich odgórnego ładowienia pło torfowcowe nasuwające się na lustro wody wykazuje bardzo duże możliwości jej magazynowania. Duże zdolności retencyjne pływający pomost roślinny zawdzięcza torfowcom. Ich listki poza komórkami chlorofilowymi zawierają duże, martwe komórki wodne, o ścianach komórkowych usianych porami, dzięki którym mogą pobierać i zatrzymywać olbrzymie ilości wody.

Badania wykazały m.in.:

- silne uwodnienie kolejnych stref zarastania, od około 97 do 91%,
- wysoki poziom zalegania wody, przy czym w inicjalnej strefie zarastania woda występuje już w warstwie przypowierzchniowej,
- olbrzymie zdolności retencyjne pła torfowiskowego – niewielki płat mszaru przygiętkowego z inicjalnej strefy zarastania o powierzchni 1 ara i miąższości zaledwie 10 cm jest w stanie zmagazynować aż około 10 000 litrów wody,
- istotną rolę przygiętki białej *Rhynchospora alba* w procesie zarastania jezior oligo-humotroficznych, której obfite występowanie oraz silnie rozwinięte systemy kłączowo-korzeniowe utralają pło torfowcowe.

Śródleśne jeziora humotroficzne wraz z zarastającymi je zbiorowiskami torfowiskowymi pełnią zatem ważną rolę retencyjną. Wyniki badań wskazują, iż w warunkach braku antropopresji śródleśne kompleksy wodno-torfowiskowe są systemami względnie stabilnymi i zachowują swój naturalny charakter. Specyficzne czynniki hydrogeologiczne sprawiają, iż największym zagrożeniem dla tych cennych, śródleśnych siedlisk stanowią melioracje odwadniające i obniżenie poziomu wód gruntowych w zlewni.

## OLIGO-HUMOTROPHIC MID-FOREST LAKES AS NATURAL RETENTION RESERVOIRS

### Abstract

As a result of the long-term overgrowing of mid-forest oligo-humotrophic lakes (so-called 'small ponds') characterized by a low content of nutrients and rich in humus substances, communities of transitional and raised peat lands from the *Scheuchzerio-Caricetea* and *Oxycocco-Sphagneteta* classes form. Despite the fact that the overgrowing zone of oligo-humotrophic lakes jest poor in species they are distinguished by a high diversity of phytocenoses.

The mid-forest lakes of low trophy play a significant retention role already in the initial zone of overgrowing. They constitute natural water reservoirs. Floating peat mat, which forms as a result of terrestrialization and covers the water surface, is exceptionally able to store up water. The floating pier owes its retention capability to peat mosses. Apart from chlorophyll cells their leaflets contain big dead water cells with porous walls which enable peat mosses to take up and accumulate huge amounts of water.

The study has shown, inter alia:

- a high water content in consecutive overgrowing zones, from ca. 97 to 91%,
- a high level of water occurrence: in the initial zone of overgrowing water occurs just in the below-surface layer,
- huge retention abilities of floating peat mat – a rather small patch with the surface of 1 are (100 m<sup>2</sup>) and only 10 cm deep accumulates as much as 10 000 l of water,
- the species of great significance in the overgrowing process of oligo-humotrophic lakes is *Rhynchospora alba*; its abundance and well developed rhizome-root systems firm floating peat mat.

The mid-forest humotrophic lakes along with overgrowing them peatland communities play so an important role in retention. The results of the study indicate that in the conditions with no anthropopression mid-forest water-peatland complexes are stable systems and retain their natural character. Specific hydrogeological agents cause that the biggest threat for these precious mid-forest habitats are land melioration and lowering groundwater level in catchments.

### Wstęp

Śródleśne, małe, nieprzepływowe jeziora oligo-humotroficzne tzw. „oczka wodne” wraz z zarastającymi je emersyjnymi, zbiorowiskami torfowisk przejściowych i wysokich z klasy *Scheuchzerio-Caricetea* i *Oxycocco-Sphagneteta* charakteryzują się małą zasobnością związków pokarmowych oraz dużą zawartością substancji humusowych, które nadają wodom jeziora charakterystyczne brązowo-żółte zabarwienie i ograniczają dostęp światła (Górniak 1995, 1996, Aerts et al. 1999, Mäkelä et al. 2004). Fizyczno-chemiczne właściwości wody skutecznie ograniczają rozwój

hydrofitów, a skład gatunkowy i obfitość glonów są odmienne, niż w innych zbiornikach wodnych i rzekach (Dojlido 1995, Dziedzic 1998, Hillbricht-Ilkowska et al. 1998, Hutorowicz 2004). Jeziora oligo-humotroficzne zarastają w specyficzny sposób; na lustro wody narasta pływający pomost torfowcowy – tzw. pło – zbudowany przez torfowce *Sphagnum* sp. (Sobotka 1967, Podbielkowski i Tomaszewicz 1996, Namura-Ochalska 2007). Skrajne warunki siedliskowe, takie jak grząskie, silnie nawodnione podłoże o kwaśnym odczynie, stałym niedoborze tlenu i małej trofii powodują, iż pomost torfowcowy zasiedlany jest jedynie przez nieliczne, wysoce wyspecjalizowane gatunki roślin naczyniowych (Jasnowski 1975, Polakowski 1976, Vasander i in. 1988, Herbichowa i Potocka 2004, Namura-Ochalska 2005). W miarę zarastania zwiększa się jego miąższość, zmniejsza natomiast uwodnienie, co powoduje zmianę struktury kolejnych zbiorowisk mszysto-turzycowych. W końcowych fazach zarastania na kwaśnych oligotroficznych siedliskach, zasilanych wyłącznie lub niemal wyłącznie przez wody opadowe wykształcają się zbiorowiska torfowisk wysokich *Oxycocco-Sphagnetea*, a dalszy rozwój roślinności prowadzi do powstania naturalnego zespołu boru bagiennego *Vaccinio uliginosi-Pinetum* (Matuszkiewicz W. 2001, Matuszkiewicz J. M. 2001, Herbichowa et al. 2004).

Torfowiska odgrywają ważną rolę retencyjną; z literatury przedmiotu wiadomo, że torfy w odróżnieniu od podłoża mineralnego zawierają dużą ilość wody, stanowiącą od 75 do 95% objętości (Tobolski 2000, Ilnicki 2002). Pomimo braku złóż torfowych w inicyjalnych fazach łądowania jezior oligo-humotroficznych silnie nawodnione pło torfowcowe nasuwające się na lustro wody wykazuje duże możliwości jej magazynowania. Zdolności retencyjne do zatrzymywania wody opadowej pływające pło zawdzięcza torfowcom. Ich listki poza komórkami chlorofilowymi odpowiedzialnymi za proces fotosyntezy zawierają duże, martwe komórki wodne, o błonach komórkowych usianych porami, dzięki którym mogą pobierać i magazynować olbrzymie ilości wody (Lubliner-Mianowska 1957.).

Zarówno jeziora oligo-humotroficzne, jak i torfowiska powstałe w wyniku ich zarastania należą do siedlisk przyrodniczych o znaczeniu wspólnotowym – rzadkich i zagrożonych wyginięciem (Hutorowicz 2004, Herbichowa 2004, Herbichowa et al. 2004). Zwiększają m.in. różnorodność biologiczną lasów oraz pełnią ważną rolę retencyjną, począwszy od inicyjalnej fazy zarastania.

Specyficzne czynniki hydrogeologiczne warunkujące powstanie i istnienie zbiorowisk torfowisk przejściowych i wysokich sprawiają, iż są one bardzo wrażliwe na wszelkie, choćby najmniejsze zmiany czynników środowiskowych, związane zarówno z naturalnymi procesami, jak również wynikające z antropopresji. Największe zagrożenie dla tych cennych, śródleśnych siedlisk stanowią melioracje odwadniające i obniżenie poziomu wód gruntowych w zlewni (Jasnowski 1972, 1975, 1977, Tobolski K. 1998).

## **Teren badań i metody**

Badania prowadzone są na Pojezierzu Olsztyńskim, na terenie Puszczy Napiewodzko-Ramuckiej, która obfituje w zarastające zbiorowiskami torfowiskowymi

„oczka wodne”. Niniejszy artykuł jest częścią długoterminowych badań nad procesem zarastania śródleśnych jezior oligo-humotroficznych. Do długoterminowych badań nad procesem ich zarastania w 1993 roku wytypowano 13 śródleśnych jezior humotroficznych, różniących się m.in.: wielkością, głębokością, składem chemicznym, zakwaszeniem wody, kształtem misy jeziornej oraz typami fitocenoz wykształconymi w wyniku ich lądowania oraz 2 otoczone lasami torfowiska powstałe w wyniku ich całkowitego zarośnięcia (fot. 1a–d). Co 4–5 lat w homogenicznych płatach roślinności, w kolejnych strefach zarastania wykonano zdjęcia fitosocjologiczne metodą Brauna-Branqueta i na podstawie zasad systematyki fitosocjologicznej przeprowadzono identyfikację i typologię zbiorowisk roślinnych, z uwzględnieniem ich wewnętrznego zróżnicowania w aspekcie zmienności lokalnosiedliskowej. Bogactwo fitocenoz w kolejnych strefach zarastania dwóch typowych jezior oligo-humotroficznych autorka przedstawiła na konferencji w Rogowie 2007 roku (Namura-Ochalska 2007).



**Fot. 1.** Typowe, śródleśne jeziora oligo-humotroficzne (fot. A. Namura-Ochalska)  
*Photo 1. Typical overgrowing oligo-humotrophic mid-forest lakes*

- a) „Perelka – Nadleśnictwo Szczytno / „Perelka” – Forest Inspectorate Szczytno
- b) „Wiercioch” – Nadleśnictwo Nowe Ramuki / „Wiercioch” – FI Nowe Ramuki
- c) „Staw Oczko” – Nadleśnictwo Szczytno / „Staw Oczko” – FI Szczytno
- d) „Kociołek” – Nadleśnictwo Wielbar / „Kociołek” – FI Wielbark



W celu oszacowania zmienności florystyczno-fitosocjologicznej roślinności wykształconej w toku zarastania jezior oligo-humotroficznych, w 1993 roku wyznaczono m.in. nad jeziorem Karzełek (fot. 2) dwa stałe transekty, od lustra wody aż po mineralny okrajek, obejmujące całkowite zróżnicowanie fitocenoz. W obrębie każdego transektu, w kolejnych strefach zarastania, wyznaczono po 16 stałych poletek badawczych, każde o powierzchni 0,25m<sup>2</sup>. Co roku ze wszystkich poletek spisywano gatunki roślin oraz oceniano ich procentowe pokrywanie.



**Fot. 2.** „Karzełek” – typowe, śródleśne, zarastające jezioro oligo-humotroficzne – nadleśnictwo Nidzica (fot. A. Namura-Ochalska)

*Photo 2. „Karzełek” – typical overgrowing oligo-humotrophic mid-forest lake*

Dla każdej strefy zarastania oszacowano procentowe uwodnienie pła torfowcowego.

Dla oceny roli jaką odgrywa przygielka biała *R. alba* w procesie zarastania jezior oligo-humotroficznych, zmierzono długość systemów korzeniowo-kłęczowych osobników oraz oceniono liczebność populacji. W tym celu pobrano po 5 monolitów torfowcowych o wymiarach 30 × 30 × 30 cm, z których wyodrębniono i zmierzono długość wszystkich korzeni i kłęcz *R. alba*. Natomiast co miesiąc w roku 2007 oraz wczesną wiosną 2008 pobierano z inicjalnej strefy zarastania po 5 monolitów torfowcowych o wymiarach 10 × 10 × 10 cm, wraz z porastającą je roślinnością, z których wyodrębniono wszystkie osobniki przygielki z uwzględnieniem ich faz wiekowo-rozwojowych. Wyróżniono osobniki w fazie: siewki, juwenilnej, wegetatywnej, generatywnej oraz przetrwalnikowej tzw. nasadowe odcinki pędów pełniące rolę wegetatywnych rozmnożeń.

Dla oceny ilości zmagazynowanej wody w inicjalnej strefie zarastania pobrane monolity torfowcowe zważono wraz z porastającą je roślinnością bezpośrednio po wydobyciu w terenie oraz po wysuszeniu przez 48 godz. w temp. 105°C.

## Wyniki

Badania wykazały, że w ciągu 15 lat roślinność torfowiskowa z klasy *Scheuchzerio-Caricetea* oraz *Oxycocco-Sphagnetea* wykształcona w kolejnych strefach zarastania śródlęśnych jezior oligo-humotroficznych w warunkach braku jakiegokolwiek działania człowieka nie uległa zmianie; wyróżniono i zidentyfikowano takie same zespoły torfowiskowe, jakie stwierdzono w momencie rozpoczęcia badań. Bogactwo fitocenozy w toku zarastania jezior o małej zasobności pokarmowej oraz dużej zawartości substancji humusowych przedstawiono na konferencji w Rogowie w 2007 r. (Namura-Ochalska 2007).

O stabilności układów wodno-torfowiskowych przy braku antroporesji świadczą wyniki uzyskane ze stałych powierzchni badawczych, na których w ciągu kilkunastu lat stwierdzono głównie różnice w procentowym pokrywaniu poszczególnych gatunków, zwłaszcza mchów i jedynie niewielkie zmiany w składzie gatunkowym (ryc. 1). Zmiany w obfitości występowania torfowca kończystego *Sphagnum fallax* i torfowca magellańskiego *Sph. magellanicum* wskazują, na torfowce jako grupę roślin torfowiskowych najbardziej wrażliwą na zmiany warunków siedliskowych, zwłaszcza wilgotnościowych. Wraz ze spadkiem pokrywania *Sph. fallax*, zwiększa się udział ilościowy *Sph. magellanicum*, gatunku charakterystycznego dla siedlisk mniej wilgotnych. Charakterystyczny dla kolejnych stref zarastania jest taki sam skład gatunkowy w kolejnych latach badań, począwszy od 1993 roku do 2006. W czasie trwania badań nie stwierdzono nowych gatunków, ani takich, które uległy wycofaniu.

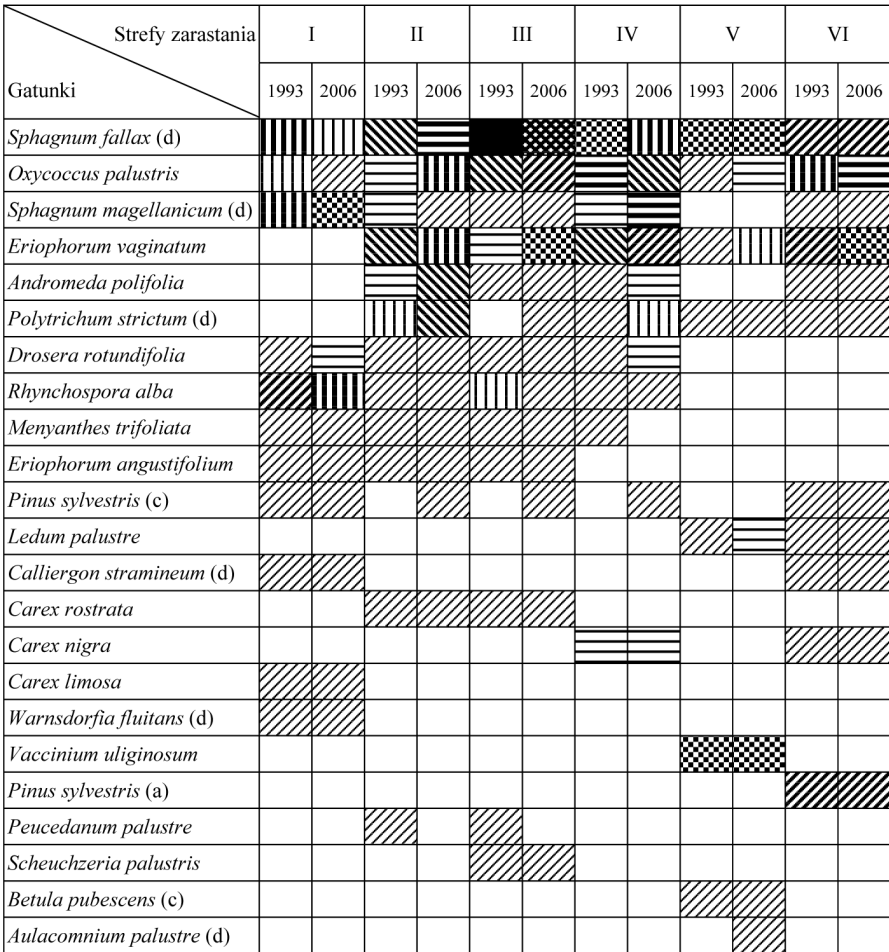
Zmianom uległa jedynie roślinność zbiorowisk mszysto-turzycowych w bezpośrednim sąsiedztwie rowu melioracyjnego. Fitocenozy klasy *Scheuchzerio-Caricetea* i *Oxycocco-Sphagnetea* zostały przekształcone w zbiorowisko leśne z panującą olszą czarną *Alnus glutinosa*, krzewiastymi wierzbami głównie *Salix aurita* i *S. cinerea* w warstwie krzewów oraz runem, w którym stwierdzono występowanie zarówno gatunków torfowiskowych, jak i olsowo-szuwarowych (tab. 1).

Natomiast w warstwie mszystej znacznie zmniejsza się udział torfowców, natomiast zwiększa pokrywanie mchów brunatnych. Wraz z wycofywaniem się torfowców tracimy ich ogromne zdolności pobierania i magazynowania wody.

Emersyjne zbiorowiska torfowiskowe wykształcone w miarę zarastania jezior oligo-humotroficznych odznaczają się ogromnymi zdolnościami magazynowania wody. Stwierdzono bardzo duże uwodnienie pła we wszystkich strefach zarastania, od około 97% w mszarze przygielkowym do 91,5% w leśnym torfowisku wysokim (tab. 2).

Wyniki wskazują na dodatnią korelację między uwodnieniem pła torfowcowego a jego grubością; wraz ze wzrostem miąższości maleje stopień jego uwodnienia

(tab. 3). W inicjalnej strefie zarastania, w której pło nie przekracza 20 cm jego uwilgotnienie osiąga aż 97%, natomiast pło o miąższości ponad 150 cm zawiera mniej niż 91% wody.



Pokrywanie: 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 (%)

**Ryc. 1.** Procentowe pokrywanie gatunków w kolejnych strefach zarastania jeziora „Karzelek” w latach 1993 i 2006

*Fig. 1.* Percentage cover of species in consecutive overgrowing zones of the 'Karzelek' lake in 1993 and 2006

**Tab. 1.** Zbiorowiska z CL., O., All. *Alnetea glutinosae*, *Alnetalia glutinosae*, *Alnion glutinosae* wykształcone wokół rowu melioracyjnego w toku zarastania śródleśnego jeziora oligo-humotroficznego „Karzełek”

*Table 1. The community from CL., O., All. Alnetea glutinosae, Alnetalia glutinosae, Alnion glutinosae formed along a drainage ditch in the course of overgrowing of the mid-forest oligo-humotrophic 'Karzelek' lake*

Numer kolejny zdjęcia Successive number of record	1	2	3	Numer kolejny zdjęcia cd. Successive number of record continued	1	2	3
Numer zdjęcia w terenie Number of record	84	88	89	Numer zdjęcia w terenie cd. Number of record continued	84	88	89
Pokrycie warstwy drzew a w % Cover of trees layer a in %	80	70	80	Pokrycie warstwy drzew a w % Cover of trees layer a in %	80	70	80
Pokrycie warstwy krzewów b w % Cover of shrub layer b in %	20	25	10	Pokrycie warstwy krzewów b w % Cover of shrub layer b in %	20	25	10
Pokrycie warstwy zielnej c w % Cover of herb layer c in %	60	70	70	Pokrycie warstwy zielnej c w % Cover of herb layer c in %	60	70	70
Pokrycie warstwy mszystej d w % Cover of moss layer d in %	60	80	70	Pokrycie warstwy mszystej d w % Cover of moss layer d in %	60	80	70
Powierzchnia zdjęcia w m <sup>2</sup> Area of record in m <sup>2</sup>	100	100	100	Powierzchnia zdjęcia w m <sup>2</sup> Area of record in m <sup>2</sup>	100	100	100
<b>ChCl., O., All. <i>Alnetea glutinosae</i>, <i>Alnetalia glutinosae</i>, <i>Alnion glutinosae</i>:</b>				<b>ChCl. <i>Scheuchzerio-Caricetea fuscae</i>:</b>			
<i>Alnus glutinosa</i> a	5	4	5	<i>Sphagnum fallax</i>	2	3	1
<i>Alnus glutinosa</i> b	2	1	1	<i>Comarum palustre</i>	1	1	
<i>Alnus glutinosa</i> c	1	1		<i>Carex echinata</i>	1	1	
<i>Salix aurita</i> b	2	2	2	<i>Menyanthes trifoliata</i>	1		1
<i>Salix aurita</i> c	1	+		<i>Calamagrostis stricta</i>		1	1
<i>Salix cinerea</i> b	2	1	1	<i>Agrostis canina</i>	1		+
<i>Salix cinerea</i> c	1		1	<i>Rhynchospora alba</i>	1		
<i>Salix pentandra</i> b		1	1	<i>Juncus effusus</i>	+		
<i>Betula pendula</i> b	2	1		<b>ChCl. <i>Oxycocco-Sphagneteta</i>:</b>			
<i>Frangula alnus</i> b	1	2		<i>Aulacomnium palustre</i>	1	2	1
<i>Frangula alnus</i> c	+	+		<i>Oxycoccus palustris</i>	1	1	
<i>Lycopus europaeus</i>	1		1	<i>Polytrichum strictum</i>	1	1	
<i>Solanum dulcamara</i>	1		+	<i>Carex nigra</i>	1		1
<i>Carex elongata</i>		1	1	<b>Gatunki towarzyszące :</b>			
<i>Thelypteris palustris</i>		1		<i>Polytrichum commune</i>		2	1
<i>Salix pentandra</i> c			+	<i>Pinus sylvestris</i> b		2	1
<b>ChCl., All. <i>Phragmitetea/Magnocaricion</i>:</b>				<i>Pinus sylvestris</i> c		+	+
<i>Carex appropinquata</i>	1	1		<i>Betula pubescens</i> b		1	+
<i>Lysimachia thyrsoflora</i>	1	1		<i>Betula pubescens</i> c		1	+
<i>Lysimachia vulgaris</i>	+		1	<i>Viburnum opulus</i> b		1	+
<i>Peucedanum palustre</i>	1	+		<i>Viburnum opulus</i> c		+	+
<i>Equisetum fluviatile</i>	+		+	<i>Betula pendula</i> c		1	
<i>Calla palustris</i>		1	+	<i>Padus avium</i> c		+	
<i>Galium palustre</i>		+	+	<i>Polytrichum junipericum</i>			2
<i>Deschampsia caespitosa</i>		1		<i>Picea abies</i> c			+
				<i>Rubus</i> sp. c			+



**Tab. 2.** Uwodnienie (%) pła torfowcowego w kolejnych strefach zarastania jeziora „Karzełek”

*Table 2. Hydration (%) of floating peat mat in consecutive overgrowing zones of the 'Karzełek' lake*

Strefa zarastania	Zbiorowisko torfowiskowe	Uwodnienie (%)
I	mszar z turzycą nitkowatą <i>Caricetum lasiocarpae</i>	–
II	mszar przygielkowy <i>Rhynchosporium albae</i>	97,04
III	mszar wełniankowy <i>Eriophoro vaginati-Sphagnetum recurvi</i>	93,7
IV	mszar wełniankowy <i>Eriophoro angustifolii- Sphagnetum recurvi</i>	95,3
V	torfowisko wysokie, postać krzewiasta <i>Ledo-Sphagnetum magellanici</i>	94,5
VI	leśne torfowisko wysokie <i>Ledo-Sphagnetum magellanici</i>	91,5
VII	mszar wysokotorfowiskowy <i>Sphagnetum magellanici</i>	93,8
VIII	mszar z turzycą nitkowatą <i>Caricetum lasiocarpae</i>	96,6

**Tab. 3.** Korelacja pomiędzy grubością pła torfowcowego a jego uwodnieniem w miarę zarastania jeziora „Karzełek”

*Table 3. Correlation between depth of floating peat mat and its hydration in the course of overgrowing of the 'Karzełek' lake*

Odległość od brzegu jeziora (m)	Grubość pła (cm)	Uwodnienie (%)
2,5	20,0	97,0
8,0	50,0	95,0
16,0	100,0	93,0
80,0	> 150,0	< 91,0

Tak duże możliwości wchłaniania i gromadzenia wody zbiorowiska torfowisk mszysto-turzycowych i mszarów zawdzięczają torfowcom. Łodyżka (gametofit) tych wysoko wyspecjalizowane rośliny stale rośnie na długość, a jej dolne części stopniowo zamierają tworząc torf. Ich listki poza komórkami chlorofilowymi odpowiedzialnymi za proces fotosyntezy, zawierają duże, martwe komórki wodonośne, o ścianach komórkowych usianych porami, które są odpowiedzialne za pobieranie i magazynowanie wody. Brak korzeni, chwytników i tkanki przewodzącej wskazuje, że torfowce pobierają wodę całą powierzchnią liści głównie z opadów

atmosferycznych. Z literatury przedmiotu wiadomo, że ilość wody jaką mogą wchłonać torfowce może przekroczyć 20-krotnie ich suchą biomasa (Tobolski 2000, Ochyra et al. 2003, Wójciak 2003).

Bardzo duże zdolności retencyjne pła torfowiskowego począwszy od inicjalnej strefy zarastania potwierdza waga monolitów torfowcowych z porastającym je mszarem przygielkowym, które gromadziły od 97,0 do 94,2% wody (tab. 4). Monolity torfowcowe wraz z porastającą je roślinnością magazynują ponad 1 litr wody, zatem niewielki płat pła torfowiskowego o powierzchni 1 ara i miąższości zaledwie 10 cm mogą gromadzić aż 10000 litrów wody.

**Tab. 4.** Zdolności retencyjne mszaru przygielkowego *Rhynchosporium albae* w inicjalnej strefie zarastania jeziora „Karzełek”

Table 4. Retention ability of the *Rhynchosporium albae* community in the initial overgrowing zone of the 'Karzelek' lake

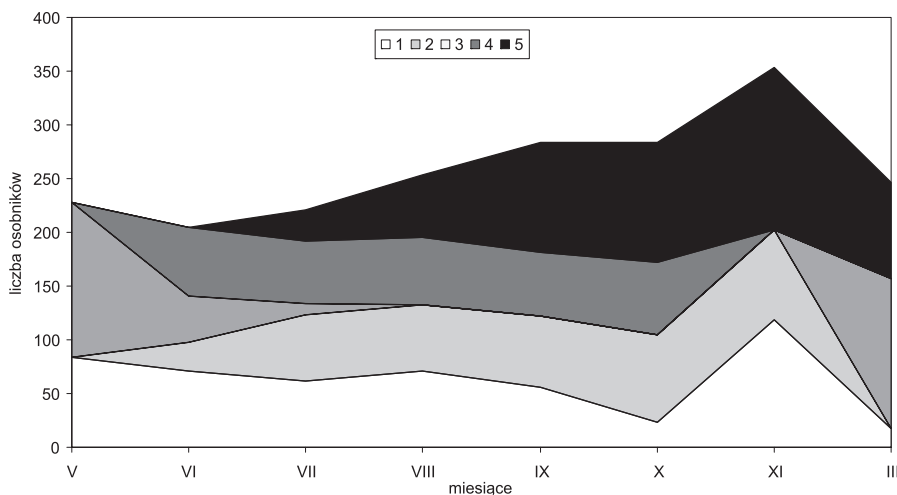
Monolity 10 × 10 × 10 (cm)	I	II	III	IV	V
Świeża biomasa (g)	1064,2	1068,4	1012,2	1053,8	1158,2
Sucha biomasa (g)	59,6	31,6	41,8	35,4	66,9
Uwodnienie (%)	94,3	97,0	95,6	96,6	94,2

W inicjalnej strefie zarastania większości jezior oligo-humotroficznych wykształca się mszar przygielkowy *Rhynchosporium albae* z dominującą przygielką białą *R. alba* (fot. 3).



**Fot. 3.** Mszar przygielkowy *Rhynchosporium albae* (fot. A. Namura-Ochalska)  
Photo 3. *Sphagnum bog Rhynchosporium albae*

Masowe występowanie przygielki wskazuje, że odgrywa ona ważną rolę w procesie zarastania. Jest to wieloletnia, niewielka roślina z rodziny turzycowatych *Cyperaceae*, osiągająca wysokość 15–40 cm. Wyniki badań wykazały bardzo dużą liczebność populacji *R. alba* w inicjalnej strefie zarastania (ryc. 2). Maksimum zagęszczenia – aż około 227 osobników na 100 cm<sup>2</sup> stwierdzono na początku sezonu wegetacyjnego, przy czym populacja składa się jedynie z siewek i osobników juwenilnych oraz wegetatywnych. Największy (63%) jest udział osobników w fazie wegetatywnej, które przetrwały zimę w ple torfowcowym i z nastaniem wiosny rozpoczęły intensywny wzrost i rozwój. Na początku maja mszar przygielkowy ma wygląd „jasnozielonej mgielki” utworzonej przez bardzo wąskie, sztydlaste liście osobników wegetatywnych. Uwagę zwraca bardzo duża liczba siewek i osobników juwenilnych w ple, niewidocznych na powierzchni zbiorowiska, przy czym nasiona kiełkują na listkach torfowców a wzrost siewek odbywa się horyzontalnie w stosunku do podłoża, co chroni je przed zbyt głębokim zaleganiem w grząskim i mokrym podłożu. Nasiona, nawet po wykiełkowaniu w głębszych warstwach pła, silnie zacieniane przez torfowce, nie mają szans na dalszy rozwój. W ple torfowcowym stwierdzono dużą liczbę obumarłych siewek.



**Ryc. 2.** Sezonowa dynamika liczebności populacji *Rhynchospora alba* w inicjalnej strefie zarastania jeziora „Karzełek” z uwzględnieniem faz wiekowo-rozwojowych osobników: (1) – siewki i juwenilne, (2) – wegetatywne, tegoroczne, (3) – wegetatywne, zeszłoroczne, (4) – generatywne, (5) – nasadowe odcinki pędów

*Fig. 2.* Seasonal dynamics of the *Rhynchospora alba* population size in the initial overgrowing zone of the 'Karzełek' lake, including age-developmental phases of individuals: (1) – seedlings and juveniles, (2) – this year's vegetative ones, (3) – last year's vegetative ones, (4) – generative ones, (5) – basal sections of shoots

Fazę generatywną osiągają osobniki już w czerwcu; na powierzchni 100 cm<sup>2</sup> zakwitły aż 64 pędy, przy czym fazę generatywną osiągają nawet bardzo małe rośliny. Udział osobników generatywnych w populacji *R. alba* jest bardzo podobny w ciągu całego okresu wegetacji i oscyluje wokół 25%. W pełni sezonu wegetacyjnego całkowita liczba osobników *R. alba* wraz z nasadowymi odcinkami pędów wynosi aż 254 na powierzchnię zaledwie 100 cm<sup>2</sup>, zatem w przeliczeniu na 1 m<sup>2</sup> zagęszczenie populacji osiąga imponującą wielkość 25400 osobników, przy czym udział osobników w kolejnych fazach wiekowo-rozwojowych jest mniej więcej taki sam; po około ¼ liczebności populacji przypada na osobnik w fazie: juwenilnej, wegetatywnej, generatywnej i przetrwalnikowej (nasadowe odcinki pędów). Interesującym również przystosowaniem przygiełki do życia w specyficznych warunkach płą torfowcowego jest pojaw nasadowych odcinków pędów pełniących rolę przetrwalnikową, których największy udział w pobranych do badań monolitach – aż 354 – stwierdzono pod koniec sezonu wegetacyjnego. Reasumując, liczebność populacji *R. alba* jest bardzo duża w ciągu całego roku, pomimo, iż pędy nadziemne obumierają z nastaniem zimy.

**Tab. 5.** Sumaryczna długość kłączy i korzeni przygiełki białej *Rhynchospora alba* w monolitach torfowcowych w inicyjalnej strefie zarastania

Table 5. The total length of rhizomes and roots of *Rhynchospora alba* in peat moss monoliths in the initial overgrowing zone of the 'Karzelek' lake

Monolity 30 x 30 x 30 (cm)	Długość kłączy i korzeni (m)
I	101,76
II	112,60
III	89,36
IV	68,55
V	98,91

Imponująca jest również sumaryczna długość kłączy i korzeni stwierdzona w ple torfowcowym (tab. 5). W monolitach o kubaturze 30 × 30 × 30 cm ich średnia całkowita długość wynosi ponad 94,0 metry, co w przeliczeniu na powierzchnię 1 m<sup>2</sup> daje wynik 1047,0 metrów korzeni. Korzenie przygiełki białej rosnące w głąb płą oraz rozrastające się intensywnie we wszystkich kierunkach umożliwiają zakotwiczenie się osobników w grząskim, mokrym i niestabilnym podłożu. Korzenie posiadają szereg specyficznie uformowanych, małych, haczykowatych wyrostków, którymi zaczepiają się o inne korzenie tego samego lub innych osobników, tworząc stosunkowo zwartą strefę korzeniową, silnie utrwalającą podłoże. Dzięki obfitemu występowaniu osobników o silnie rozbudowanych i specyficznie przystosowanych systemach korzeniowym, *R. alba* tworzy „żywe rusztowanie” w ple torfowcowym, umożliwiające roślinom mocne zakotwiczenie w grząskim podłożu, jak również odgrywa ważną rolę w tworzeniu i utrwalaniu płą. Artykuł dotyczący roli

przygielki białej *R. alba* w procesie zarastania jezior oligo-humotroficznych jest w przygotowaniu do druku (Namura-Ochalska w druku).

## Podsumowanie

Śródleśne jeziora oligo-humotroficzne wraz z wykształconymi w toku ich łądowienia zbiorowiskami torfowisk przejściowych i wysokich pełnią ważną rolę rencyjną już w początkowej fazie zarastania, w której nie rozpoczął się jeszcze proces tworzenia torfu. Dzięki torfowcom pło narastające na lustro wody ma ogromne zdolności pochłaniania i magazynowania wody. Uwodnienie pływającego pomostu torfowcowego jest bardzo duże, zwłaszcza w inicjalnej strefie zarastania, w której osiąga aż 97%. W miarę łądowienia zwiększa się jego miąższość, zmniejsza natomiast ilość zawartej wody.

Dużą rolę w tworzeniu i utrwalaniu pła torfowcowego odgrywa *Rhynchospora alba*, osiągająca w mszarze przygielkowym wykształconym w inicjalnej strefie zarastania, bardzo wysokie zagęszczenie populacji oraz bardzo silnie rozwinięte systemy korzeniowe. Dzięki intensywnie rozrastającym się korzeniom przystosowanym do utrwalania grząskiego i silnie uwodnionego podłoża *R. alba* ma duże możliwości zasiedlania mokradłowych siedlisk.

Wyniki badań wskazują, iż w warunkach niezakłóconej naturalnej sukcesji roślinności kompleksy wodno-torfowiskowe są systemami względnie stabilnymi i zachowują swój naturalny charakter. Specyficzne czynniki hydrogeologiczne warunkujące powstanie i istnienie zbiorowisk torfowisk przejściowych i wysokich sprawiają, iż są one bardzo wrażliwe na zmiany czynników środowiskowych, związane zarówno z naturalnymi procesami, jak również wynikające z antropopresji. Największe zagrożenie dla tych cennych, śródleśnych siedlisk stanowią melioracje odwadniające i obniżenie poziomu wód gruntowych w zlewni. W bezpośrednim sąsiedztwie rowu melioracyjnego zbiorowiska mszysto-turzcycowych klasy *Scheuchzerio-Caricetea* i *Oxycocco-Sphagnetea* zostały przekształcone w zbiorowisko leśne z olszą czarną *Alnus glutinosa*. Wycofaniu uległa większość gatunków torfowiskowych, a w warstwie mszystej znacznie zmniejszył się udział torfowców, odpowiedzialnych za pochłanianie i magazynowanie ogromnych ilości wody.

## Literatura

- Aerts R., Verhoeven J. T. A., Whigham D. F. 1999. *Plant mediated controls on nutrient cycling in temperate fens and bogs*. Ecology, Vol. 80. 7: 2170–2181.
- Dojlido J. R. 1995. *Chemia wód powierzchniowych*. ss. 342. Wydawnictwo Ekonomia i Środowisko. Białystok.
- Dziedzic J. 1998. *Flora of vascular plants of Lake Smolak and the adjacent peatbog twenty years after the end of an experimental fertilisation*. Arch. Ryb. Pol. 6: 247–262.
- Górniak A. 1995. *Organic matter in the limnic sediments of North-Eastern Poland*. Pol. J. Soil. Sci., 38: 37–43.
- Górniak A. 1996. *Substancje humusowe i ich rola w funkcjonowaniu ekosystemów słodkowodnych*. Wyd. Filii U.W. w Białymstoku. Białystok, ss. 151.

- Herbichowa M. 2004. *Torfowiska przejściowe i trzęsawiska* (przeważnie z roślinnością z *Scheuchzeria-Caricetea nigrae*). [W:] J. Herbich (red.), Wody słodkie i torfowiska. Poradniki ochrony siedlisk i gatunków Natura 2000 – podręcznik metodyczny. Ministerstwo Środowiska, Warszawa. T. 2, ss. 147–157.
- Herbichowa M. i Potocka J. 2004. *Torfowiska wysokie z roślinnością torfotwórczą* (żywe). [W:] J. Herbich (red.), Wody słodkie i torfowiska. Poradniki ochrony siedlisk i gatunków Natura 2000 – podręcznik metodyczny. Ministerstwo Środowiska, Warszawa. T. 2, ss. 115–118.
- Herbichowa M., Potocka J., Kwiatkowski W. 2004. *Lasy i bory bagienne*. [W:] J. Herbich (red.), Lasy i bory. Poradniki ochrony siedlisk i gatunków Natura 2000 – podręcznik metodyczny. Ministerstwo Środowiska, Warszawa. T. 5, ss. 179–183.
- Hillbricht-Ilkowska A., Dusoge K., Ejsmont-Karabin J., Jasser I., Kufel I., Ozimek T., Rybak J. I., Rzepecki M., Węgleńska T. 1998. *Long term effects of liming in a humic lake: wcosystem processes, biodiversity, food web functioning* (Lake Flosek, Masurian Lakeland, Poland) Pol. J. Ecol. 46: 347–415.
- Hutorowicz A. 2004. *Naturalne, dystroficzne zbiorniki wodne*. [W:] Herbich J. (red.) Wody słodkie i torfowiska. Poradnik ochrony siedlisk i gatunków Natura 2000 – podręcznik metodyczny. Ministerstwo Środowiska, Warszawa. T. 2., ss. 72–78.
- Ilnicki P. 2002. *Torfowiska i torf*. Wyd. A. R. w Poznaniu. ss. 606.
- Jasnowski M. 1972. *Rozmiary i kierunki przekształceń szaty roślinnej torfowisk*. Phytocoenosis, 1 (3): 193–208.
- Jasnowski M. 1975. *Torfowiska i tereny bagienne w Polsce*. [W:] Bagna kuli ziemskiej. N.J. Kac (red.). Wyd. Nauk. PWN, Warszawa. ss.356–390.
- Jasnowski M. 1977. *Aktualny stan i program ochrony torfowisk w Polsce*. Chrońmy Przyrodę Ojczystą, 33(3): 18–29.
- Lubliner-Mianowska K. 1957. *Torfowce*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa. ss.128.
- Mäkelä S., Huitu E., Arvola L. 2004. *Spatial patterns in aquatic vegetation composition and environmental covariates along chains of lakes in the Kokemäijoki watershed*. *Aquat. Bot.*, 80: 253–269.
- Matuszkiewicz J. M. 2001. *Zbiorowiska leśne Polski*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa. ss. 385.
- Matuszkiewicz W. 2001. *Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa. ss. 540.
- Namura-Ochalska A. 2005. *Contribution to the characteristic of Cladium mariscus* (L.) Pohl population in the initial zone of floating mat on an oligohumotrophic lake in north-eastern Poland. *Acta Soc. Bot. Pol.* 74, 2: 167–173.
- Namura-Ochalska A. 2007. *Zmiany różnorodności biologicznej w kolejnych strefach zarastania śródlęśnych jezior oligo-humotroficznych w północno-wschodniej Polsce*. [W:] Anderwald D. (red.). Siedliska i gatunki wskaźnikowe w lasach. Stud. i Mat. CEPL, Rogów 2/3 (16): 550–570.
- Ochyra R., Żarnowiec J. & Bednarek-Ochyra H. 2003. *Census Catalogue of Polish Mosses*. ss. 372. Polish Academy of Sciences, Institute of Botany, Kraków.
- Podbielkowski Z. i Tomaszewicz H. 1996. *Zarys hydrobotaniki*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa. ss. 531.
- Polakowski B. 1976. *Zanikanie składników torfowisk na Pojezierzu Mazurskim*. Phytocoenosis 5 (3/4): 265–274.
- Sobotka D. 1967. *Roślinność strefy zarastania bezodpływowych jezior Suwalszczyzny*. *Mon. Bot.* 23(2), Warszawa. ss. 260.



- Tobolski K. 1998. *Ekosystemy torfowiskowe i bagienne*. [W:] K. A. Dobrowolski i K. Lewandowski (red.), *Ochrona środowisk wodnych i błotnych w Polsce*, Oficyna Wyd. Inst. Ekol. PAN. ss. 155–164.
- Tobolski K. 2000. *Przewodnik do oznaczania torfów i osadów jeziornych*. PWN. Warszawa. ss. 508.
- Vasander H., Lindholm T. i Kaipainen H. 1988. *Vegetation patterns on a drained and fertilized raised bogs in Southern Finland*. Proc. the Int. Peat. Congress, USSR Leningrad, 1: 177–184.
- Wójciak H. 2003. *Flora Polska. Porosty, mszaki, paprotniki*. Multico Oficyna Wydawnicza Warszawa. ss. 368.

**Anna Namura-Ochalska**

Zakład Ekologii Roślin i Ochrony Środowiska  
Instytut Botaniki Uniwersytetu Warszawskiego  
namurka@biol.uw.edu.pl