



## II Konferencja Naukowo-Techniczna „Błękitny San”

---

prof. dr hab. Tadeusz PRUS

dr Mirosława PRUS

mgr Paweł PRUS

INSTYTUT RYBACTWA ŚRÓDLĄDOWEGO IM. ST. SAKOWICZA W OLSZTYNIE

ZAKŁAD RYBACTWA RZECZNEGO W ŻABIENCU

dr Teresa OZIMEK

UNIwersytet Warszawski

### **CHARAKTERYSTYKA EKOLOGICZNA ZBIORNIKÓW ZAPOROWYCH SOLINA I MYCZKOWCE NA SANIE**

#### **Wstęp**

Zbiorniki Myczkowce i Solina wybudowano na Sanie w latach 1961 i 1968. Tworzą one układ kaskady, przy czym mniejszy zbiornik Myczkowiecki pełni rolę zbiornika wyrównawczego dla znacznie większego zbiornika Solińskiego. Podstawowe parametry hydrologiczne i hydrochemiczne obu zbiorników przedstawiono w Tabeli 1. Istotną cechą zbiornika Myczkowieckiego jest bardzo krótki czas wymiany wody - cała masa wody wymienia się w ciągu zaledwie 3 dni, co wpływa na wybitnie przepływowy, lotyczny charakter tego zbiornika, upodabniając go do wolno płynącej, głębokiej rzeki. W przeciwieństwie do tego zbiornik Soliński ma ze względu na swoją ogromną objętość zdecydowanie stagnujący, limniczny charakter - średni czas wymiany wody sięga 183 dni (Tabela 1). Szczególnie ciekawą właściwością omawianego układu zbiorników jest usytuowanie wlotów turbin elektrowni Solina na głębokości 25 m w zbiorniku Solińskim, co w związku ze stratyfikacją termiczną tego zbiornika powoduje, że zbiornik Myczkowiecki zasilany jest latem wodą o znacznie niższej temperaturze niż na powierzchni, natomiast zimą woda ta jest cieplejsza niż powierzchniowa. Taki sposób zasilania zbiornika Myczkowieckiego determinuje w znacznym stopniu panujące w nim warunki termiczne, powodując obniżenie temperatury wody w lecie nawet o 10° C oraz jej nieznaczne podwyższenie zimą.

Tabela 1. Charakterystyka zbiorników zaporowych Solina i Myczkowce

	Solina	Myczkowce
Powierzchnia zbiornika	21,10 km <sup>2</sup>	1,91 km <sup>2</sup>
Powierzchnia zlewni	1174,5 km <sup>2</sup>	1248 km <sup>2</sup>
Średni roczny dopływ wody	32,5- 40,0m <sup>3</sup> /s	32,5- 40,0 m <sup>3</sup> /s
Średni czas retencji	183 dni	3 dni
Średnia głębokość	22,5 m	4,3 m
Maksymalna głębokość	55,0 m	12,0 m
Stratyfikacja termiczna	występuje	brak
Średnie roczne stężenie TP	109,3 µg/l	92,7 µg/l

Kolejnym, niezwykle ważnym czynnikiem decydującym o warunkach życia roślin i zwierząt wodnych są w zbiornikach zaporowych wahania poziomu wody. Zmiany poziomu w górskich zbiornikach są z reguły znaczne i sięgają w Solinie 10 m, a w Myczkowcach 2 m. Bardzo zróżnicowana jest jednak częstotliwość tych zmian - kilkumetrowe wahania poziomu wody w Solinie występują w cyklu rocznym, natomiast w mniejszym i płytkim zbiorniku Myczkowieckim zmiany sięgające 2 m zachodzą w ciągu doby. Ma to ogromny wpływ na występowanie w omawianych zbiornikach roślinności wodnej, a co za tym idzie - na charakter strefy przybrzeżnej (litoralu) tych akwenów. W zbiorniku Solińskim znaczne i długotrwałe zmiany poziomu odsłaniają strome stoki jego brzegów, powodując ich silną erozję i okresowo całkowicie zmieniając środowisko wodne w lądowe. W powiązaniu z niską żyznością zbiornika nie sprzyja to wytworzeniu pasów roślinności wodnej, typowych dla strefy litoralu. Litoral tego zbiornika należy wobec tego do typu kamienistego lub piaszczystego, a zasiedlająca go fauna bezkręgową charakteryzuje się małym zróżnicowaniem oraz niską liczebnością i biomasą. W zbiorniku Myczkowieckim częste wahania poziomu wody o dość stałej amplitudzie uniemożliwiają intensywny rozwój roślinności wynurzonej, natomiast dzięki znacznej przejrzystości wody obficie rozwija się roślinność zanurzona, na głębokości zapewniającej w miarę stałe pokrycie lustrem wody. Sprzyja to występowaniu bardziej różnorodnych i obfitych zespołów fauny bezkręgowej strefy litoralu (Prus i in. 1999), stanowiącej ważny składnik pokarmu wielu gatunków ryb.

Rola makrofitów w kształtowaniu trofii zbiorników wodnych jest bardzo złożona, regulowana wieloma zależnościami i procesami, których przebieg w różnych zbiornikach może być odmienny (Pieczyńska, 1988). Z jednej strony skład gatunkowy makrofitów i ich obfitość odzwierciedla stan troficzny zbiornika, z drugiej strony sama obecność makrofitów może kształtować trofię, i takie warunki środowiskowe, jak temperatura, oświetlenie, obfitość fauny itp. Makrofity poprzez proces fotosyntezy, respiracji i rozkładu wpływają na

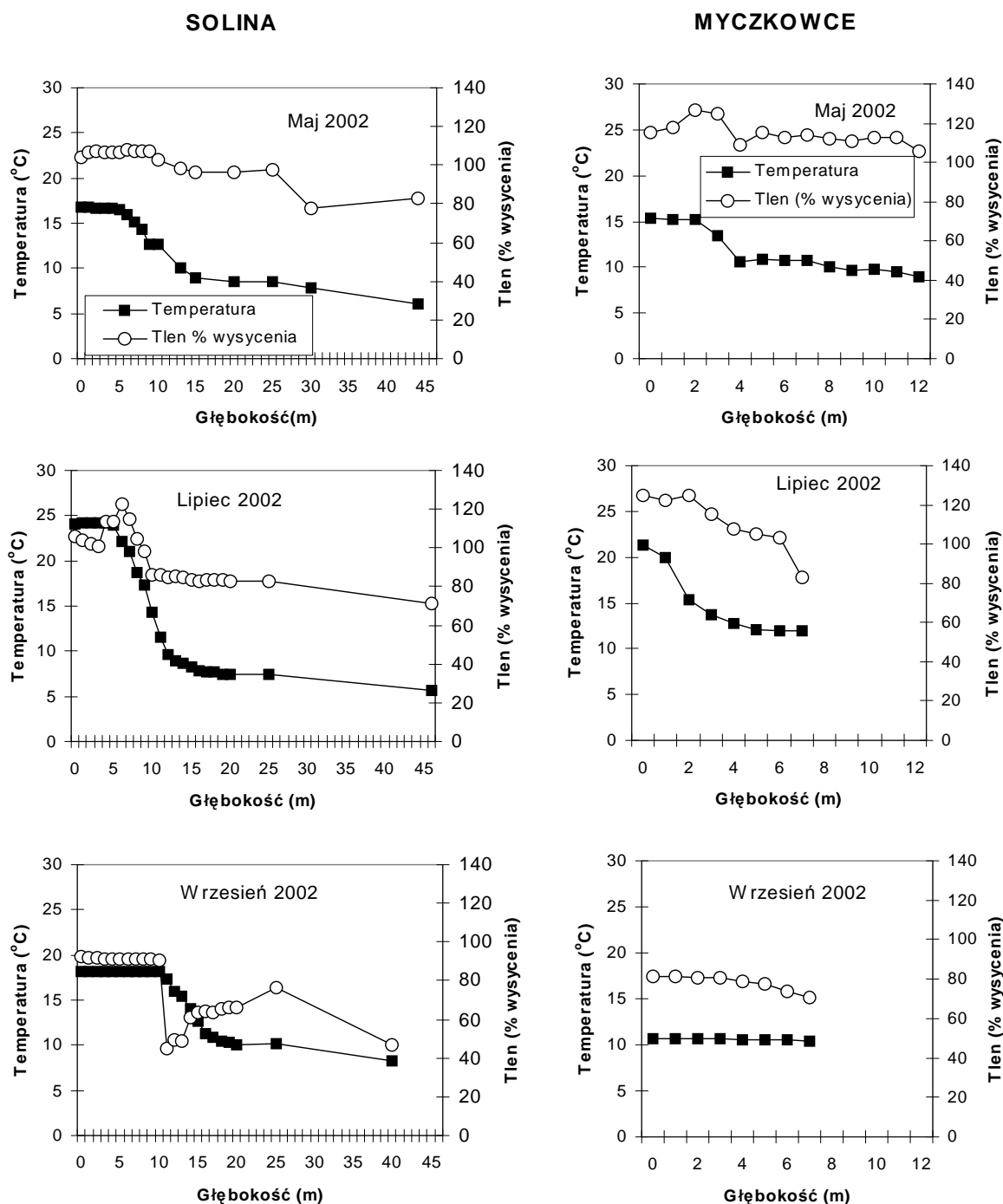
dostępność rozpuszczonego tlenu w wodzie i w wodzie interstycjalnej osadów dennych oraz ich skład chemiczny (Sand-Jensen i in., 1982). Makrofity są pożądanym elementem ekosystemów wodnych ze względu na rolę, jaką pełnią w litoralu (Sand-Jensen, Borum, 1991). Ich rola zależy od powierzchni jaką zajmują w stosunku do całej powierzchni zbiornika, zagęszczenia, biomasy, składu gatunkowego, cykli fenologicznych (Pieczyńska, Ozimek, 1976). Pełnią ważną rolę bezpośrednią i pośrednią w krążeniu pierwiastków w ekosystemach wodnych (Ozimek 1991, Rasppopov i in. 2002).

Na temat roślinności zbiorników zaporowych istnieje mało informacji w literaturze. W zbiornikach charakteryzujących się częstymi wahaniami poziomu lustra wody, o dużej amplitudzie np. użytkowanych energetycznie, nie wytwarza się strefa litoralowa, a regularne odsłanianie i ruchy osadów dennych uniemożliwiają rozwój makrofitów (Dobrowolski, Lewandowski, 1998).

## **Warunki fizykochemiczne w zbiornikach Solina i Myczkowce**

### **Warunki termiczne i tlenowe**

Zmiany rozkładu temperatur i natlenienia wody w zbiorniku Solińskim w gradiencie głębokości przedstawiono na Rys. 1. Widoczne jest wyraźne uwarstwienie termiczne zbiornika, z warstwą szybkiego spadku temperatury (termokliną) na głębokości ok. 10-12 m w lecie. W głębszych partiach zbiornika temperatura latem oscyluje w granicach 5-7°C, podczas gdy na powierzchni przekracza 20°C. Układ uwarstwienia termicznego jest zbliżony do obserwowanego w głębokich jeziorach dimiktycznych, w których występuje stratyfikacja letnia i zimowa przedzielona okresami wiosennego i jesiennego zrównania temperatur w całym słupie wody i mieszania wód, jednak występujące latem uwarstwienie jest nieco mniej wyraźne i ostre niż w jeziorach, ze względu na stały niewielki przepływ wody w zbiorniku powodujący jej mieszanie.



Rys. 1. Profil tlenowo-termiczny w zbiornikach Solina i Myczkowce wiosną, latem i jesienią 2002 r.

Szczególnie istotne znaczenie dla życia organizmów wodnych mają dobre warunki tlenowe obserwowane w całym słupie wody. Notowane stężenia tlenu rozpuszczonego nie spadają przy dnie poniżej 40 % wysycenia nawet w okresie letnim (Rys. 1), co pozwala na zasiedlanie wszystkich części zbiornika przez organizmy denne oraz na penetrację całej powierzchni dna przez odżywiający się nimi ryby, takie jak leszcz, krap, świnka czy płoć.

W zbiorniku Myczkowieckim nie występuje trwała stratyfikacja termiczna, w związku z niewielką głębokością, krótkim czasem wymiany wody i jej silnym mieszaniem związanym z przepływem. Latem tworzą się wprawdzie sięgające 10°C różnice temperatur między wodami powierzchniowymi a przydennymi (Rys. 1), jednak są one krótkotrwałe. Wyraźnie obserwowana była różnica temperatury wód powierzchniowych Soliny i Myczkowców, związana z zasilaniem drugiego zbiornika przez wodę spuszczaną z Soliny z głębokości 25 m. W lipcu sięgała ona 5°C, a we wrześniu aż 7°C, przy czym pomiar wykonywano przy zaporze zbiornika Myczkowieckiego, a więc w odległości ok. 8 km od punktu zrzutu wód z Soliny. Warunki tlenowe w zbiorniku Myczkowieckim były w całym słupie wody bardzo dobre, nawet latem nie notowano niższego wysycenia tlenem wód przydennych niż 70 % (Rys. 1). Obserwowane okresowo, szczególnie w maju, przesylenie wody tlenem (wartości wyższe niż 100 % wysycenia przy danej temperaturze) wiąże się z zakwitami glonów planktonowych i bardzo wysoką produkcją tlenu przez te rośliny. Najwyższe wartości wysycenia wody tlenem obserwowano zarówno w Solinie jak i w Myczkowcach na głębokości 2-3 m, co związane jest z najintensywniejszym rozwojem fitoplanktonu na tych głębokościach.

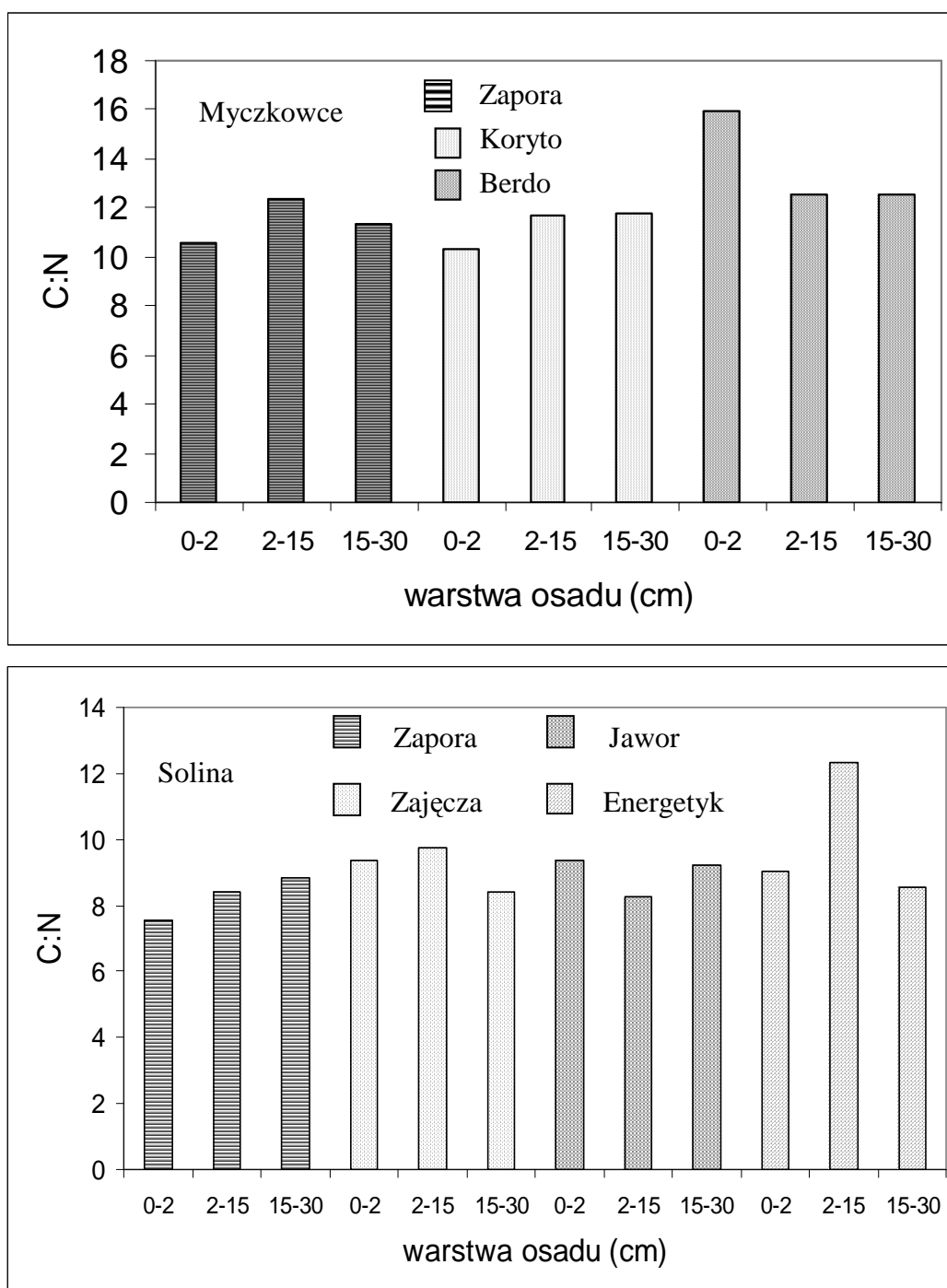
### Chemizm wód i osadów dennych

W wyniku ostatnio prowadzonych badań chemicznych wód i osadów dennych na zbiornikach Solina i Myczkowce, w obu zbiornikach w wodzie stwierdzono obecność siarki (najwięcej do 7.0 ppm), żelaza (w bardzo małych stężeniach), magnezu i wapnia (najwyższe do 20,0 ppm w zbiorniku Solina) oraz glinu (do 0.220 w Solinie). W osadzie dennym stwierdzono stosunkowo wysokie stężenia manganu i żelaza na wszystkich badanych stanowiskach (do 2,27 ppm manganu w osadzie zbiornika Myczkowieckiego).

Tabela 2. Fizyko-chemiczna charakterystyka wody rzek wpływających do Soliny i wody z obu zbiorników zaporowych (średnia za sezon wegetacyjny maj-wrzesień 2002 r.)

PARAMETR	STANOWISKO			
	SOLINKA	SAN	SOLINA - Zapora	MYCZKOWCE – Zapora
Głębokość (m)	0	0	25	0
Temperatura (° C)	19.1	18.0	10.3	18.4
Stężenie tlenu (mg/l)	8.1	7.25	8.36	8.22
Przewodnictwo (µS/cm)	241	272	232	252
pH	8.2	8.1	7.92	8.1
N-NH <sub>4</sub> (µg/l)	30.94	62.92	87.8	109.2
N-NO <sub>3</sub> (mg/l)	1.7	1.92	2.32	2.35
Azot ogólny (mg/l)	1.64	3.46	1.94	1.46
P-PO <sub>4</sub> (µg/l)	4.14	5.6	1.2	17.9
Fosfor ogólny (µg/l)	33.3	43.19	109.32	92.7
SiO <sub>2</sub> (mg/l)	10,60	9.43	9.65	12.72
Ca (mg/l)	17.36	17.60	26.38	19.86

Z przeprowadzonych analiz chemicznych wody wynika, że oba zbiorniki zaporowe można nadal zaliczać do zbiorników wody czystej, co może wskazywać na to, że nie zatraciły one charakteru ekosystemów zrównoważonych (Bijok i in. 1999). Przewodnictwo i pH wody w obu zbiornikach były podobne zarówno przy powierzchni jak i przy dnie. Nie stwierdzono także zmian w ciągu sezonu. Przewodnictwo nie przekraczało wartości 250  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , a pH wynosiło około 8,0.



Rys. 2. Stosunek węgla (C) do azotu (N) w różnych warstwach osadów obu zbiorników

Zbadano zawartość (% w suchej masie) węgla i azotu w różnych warstwach osadu obu zbiorników. Stwierdzono bardzo równomierne ilości azotu we wszystkich warstwach, ilość węgla była nieznacznie wyższa w warstwie środkowej (2-15 cm) – przy zaporze i przy wyspie Zajęczej w Solinie i przy zaporze w Myczkowcach (Rys. 2).

Stosunek węgla do azotu w zbiorniku Solińskim najwyższy był w płosie Solinki w środkowej warstwie (2-15 cm), a w Myczkowcach w warstwie powierzchniowej na stanowisku przy wzgórzu Berdo. Nie przekraczał on nigdy wartości 16:1, co oznacza, że fitoplankton ma w zbiornikach mniej dostępnego azotu na jednostkę fosforu i jego produkcja jest limitowana dostępnością azotu i fosforu (stosunek C:N w przedziale 10:1 do 20:1).

## Roślinność wodna zbiorników Solina i Myczkowce

### Roślinność wyższa – makrofity

W zbiorniku Solińskim nie występują makrofity wynurzone, zanurzone spotyka się sporadycznie - pojedyncze kępy *Myriophyllum spicatum* osiągające wysoką biomasa oraz fragmenty tej rośliny unoszące się w toni wodnej (Tabela 3).

Biorąc pod uwagę niewielką powierzchnię zasiedloną przez makrofity i ich bardzo niską całkowitą biomasa, ich rola w szlakach przepływu i krążenia biogenów jest pomijalna.

Prawdopodobnie w zbiorniku Solińskim rozwój makrofitów jest ograniczony przez wahania poziomu wody dochodzące do 10 m.

Tabela 2. Porównanie biomasy makrofitów zanurzonych na powierzchni porośniętej na badanych stanowiskach w Solinie, sierpień 2004

Stanowisko	Średnia sucha masa (g/m <sup>2</sup> ) na poszczególnych głębokościach (m)								Średnia sucha masa g/m <sup>2</sup> na stanowisku
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4	
Ramię Solinki	0	195,0	30,8	0	0	0	0	0	112,9
Ramię Sanu (Zat. Zimna)	0	99,3	118,9	0	0	0	0	0	112,4
Ramię Sanu (Zat. Węza)	0	0	0	0	0	0	6,2	4,9	5,5

W Myczkowcach zbiorowiska makrofitów wynurzonych są ubogie i na badanych stanowiskach reprezentowane głównie przez *Equisetum* sp. i *Calamagrostis pseudophragmites*. Natomiast zbiorowiska makrofitów zanurzonych są dobrze rozwinięte i ich skład gatunkowy oraz biomasa porównywalna do zbiorowisk występujących w litoralu jezior (Ozimek, 1983, Ozimek, Kowalczewski, 1984, Kowalczewski, Ozimek 1993).

Makrofity zanurzone reprezentowane są przez 10 gatunków, wśród których dominuje *Elodea canadensis*, 39 % udziału w ogólnej biomacie i 45 % frekwencja. Poza *E. canadensis* znaczący udział w biomacie mają *Potamogeton. crispus*, *Batrachium circinatum* i *Chara vulgaris*, ale występują rzadziej. Najsilniej zróżnicowaną biomasę na m<sup>2</sup> powierzchni porośniętej wykazują *E. canadensis* (130 razy wyższa maksymalna biomasa od minimalnej), *Batrachium circinatum* (80 razy) i *Chara vulgaris* (59 razy) (Tabela 3).

Tabela 3. Skład gatunkowy, frekwencja i sucha masa makrofitów zanurzonych w Myczkowcach, sierpień 2004

Gatunek	Frekwencja (%)	Sucha masa (g m <sup>-2</sup> )		Udział w całkowitej suchej masie (%)
		średnia	zakres	
<i>Elodea canadensis</i>	45	19,5	0,7 – 91,6	39,1
<i>Drepanocladus sp.</i>	15	5,5	0,1 - 20,4	3,7
<i>Myriophyllum spicatum</i>	11	3,4	0,3 - 7,3	1,7
<i>Batrachium circinatum</i>	10	28,6	1,0 - 79,9	12,7
<i>Potamogeton crispus</i>	6	85,5	45,6 – 184,4	23,7
<i>Chara vulgaris</i>	5	60,7	3,4 – 200,7	13,5
<i>Ranunculus fluitans Lam.</i>	5	20,2	0,23 – 41,9	4,5
<i>Potamogeton acutifolius</i>	4	2,4	0,10 – 6,9	0,4
<i>Heleocharis acicularis</i>	2	1,7	0,55 – 2,9	0,2
<i>Fontinalis antipyretica</i>	2	4,4	1,2 - 7,6	0,5
<i>Potamogeton pectinatus</i>	1	2,0	1,9 – 2,2	0,1

W Myczkowcach makrofity zanurzone w sierpniu 2004 roku występowały do głębokości 4 m, na tej głębokości rośliny spotykano sporadycznie (na 80 pobranych próbek tylko w jednej stwierdzono ich występowanie). Najwyższą frekwencję miały rośliny na głębokości 2 i 3 m, gdzie notowano też najwyższą średnią biomasę na m<sup>2</sup> i najbardziej zróżnicowaną: wartości minimalne biomasy były 200 razy niższe od maksymalnej.

Frekwencja próbek z makrofitami wyniosła 45 %, średnia biomasa na m<sup>2</sup> powierzchni porośniętej 49,8 g/m<sup>2</sup> i 22,4 g/m<sup>2</sup> powierzchni litoralu. Zróżnicowanie biomasy było duże.

Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że w zbiorniku Solińskim makrofity występują sporadycznie i ich rola w obiegu pierwiastków biofilnych jest nieistotna. W Myczkowcach strefa litoralu jest dobrze rozwinięta, a makrofity zanurzone porastają 20-50 % powierzchni dna litoralu, jednak ich biomasa jest niewielka, co wpływa na ich ograniczone znaczenie w funkcjonowaniu zbiornika (Ozimek i in. 1990).

### Głony planktonowe

Liczebność glonów (fitoplanktonu) w zbiornikach Solina i Myczkowce, jest niska, co jest charakterystyczne dla większości zbiorników górskich. Natomiast duża liczebność glonów w maju przy zaporze zbiornika Solińskiego i przy wyspie Zajęcej oraz w lipcu przy zaporze (3600 x 10<sup>4</sup> ml<sup>-1</sup>) spowodowana jest masowym pojawieniem się jednego gatunku z



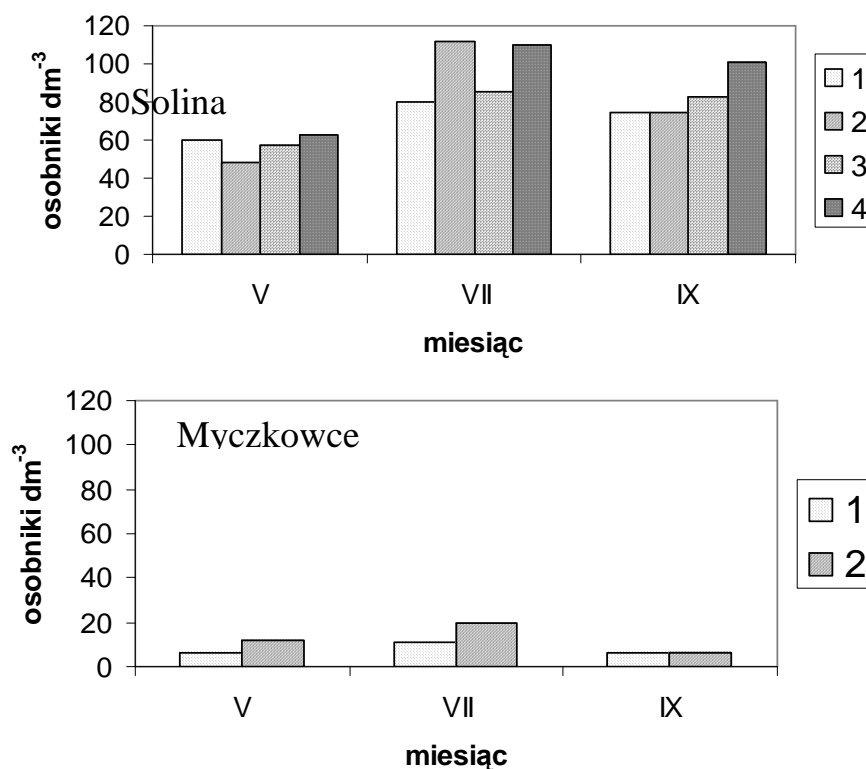
rodzaju *Dinobryon*. Uwagę zwraca bardzo niska liczebność glonów w Zbiorniku Myczkowieckim ( $50-100 \times 10^4 \text{ ml}^{-1}$ ). Wiąże się to z zasilaniem go wodą z Soliny z głębokości 25 m, co powoduje jej niską temperaturę, a tym samym i znaczne ograniczenie tempa rozwoju fitoplanktonu. Rozwój glonów jest tu też utrudniony przez bardzo krótki czas retencji wody w zbiorniku Myczkowieckim (3 dni), co nie pozwala na namnożenie się glonów.

## Fauna bezkręgową zbiorników Solina i Myczkowce

### Zooplankton

Liczebność zooplanktonu w Solinie i Myczkowcach jest uwarunkowana ilością fitoplanktonu. Najwyraźniej widać to na przykładzie Soliny, gdzie największa jego liczebność stwierdzona była w lipcu po obfitym pojawie fitoplanktonu wiosną (Rys. 4).

Stwierdzono występowanie 5 gatunków Cladocera w zbiorniku Solińskim i 6 w Myczkowieckim *Daphnia hyalina* była gatunkiem dominującym w obu zbiornikach podczas gdy liczba gatunków Copepoda była bardzo niska (2-3). Gatunkiem dominującym był *Eudiaptomus gracilis*.



Rys. 4. Liczebność zooplanktonu w badanych zbiornikach. Solina: 1 – zapora, 2 – część środkowa, 3- płoś Sanu, 4 – płoś Solinki; Myczkowce: 1 – zapora, 2 – dawne koryto Sanu.

Biomasa mimo porównywalnych liczebności w kolejnych latach w zbiorniku Myczkowce była wyższa w 2003 r. zwłaszcza w okresie letnim i jesiennym, natomiast w Solinie różnice w biomacie w obu latach badań były nieistotne.

### **Fauna bezkręgową denną (Bentos)**

Opracowano liczebność, biomasę i skład dennej fauny bezkręgowej litoralu zbiorników Solina i Myczkowce (Rys. 5). W strefie litoralu zbiornika Myczkowce wskaźnik różnorodności biologicznej Shannona-Weavera wahał się od 0,5 do 0,7, podczas gdy w Solinie od 0,5 do 0,95. Stwierdzono zróżnicowanie liczebnościowe i gatunkowe w występowaniu zwierząt bentosowych na różnych głębokościach zbiornika Myczkowieckiego. Fauna bezkręgową jest najbogatsza w strefie dość płytkiej i dobrze oświetlonej, ale jeszcze nie narażonej na wynurzenie podczas wahań poziomu wody (Prus i in. 1999).

Opracowano strukturę troficzną fauny bezkręgowej stref litoralowych tych zbiorników. W zbiorniku Myczkowieckim stwierdzono występowanie wszystkich trzech grup troficznych: roślinożerców, filtratorów i drapieżników. W zbiorniku Solińskim stwierdzono prawie zupełny brak filtratorów wśród zwierząt dennych strefy litoralowej (do 2 m głębokości). Grupa drapieżców była ograniczona do pijawek i wodopójek. Licznie przeważały roślinożerce i detrytusożady. Wskazuje to na fakt, że w odróżnieniu od mniejszego zbiornika Myczkowieckiego, w Solińskim bentos strefy litoralowej jest nie w pełni wykształcony (Prus i in. 2002).

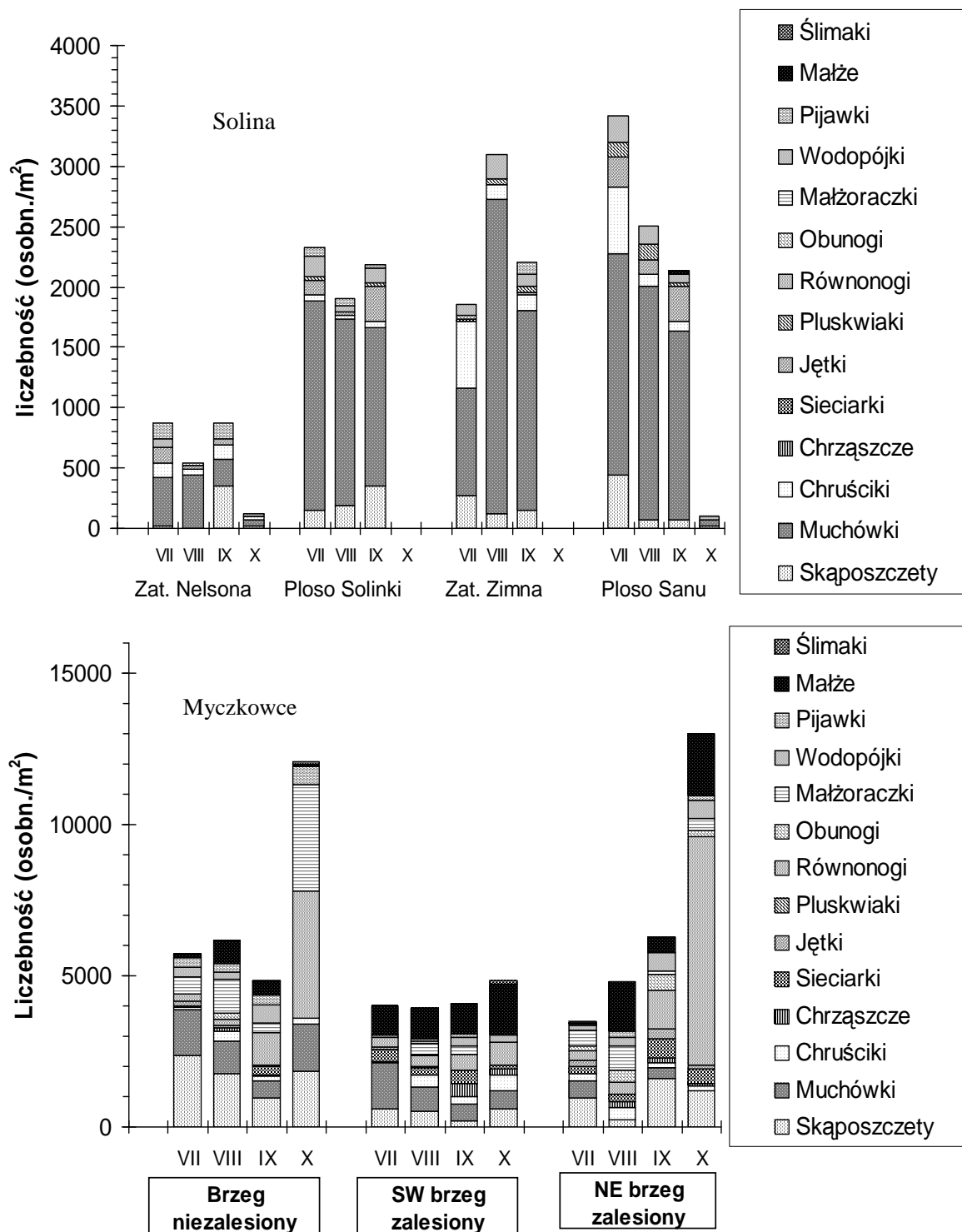
Wyznaczono proporcję liczebności skąposzczetów (Oligochaeta) do larw ochotkowatych (Chironomidae), jako wskaźnik stanu eutrofizacji wody (większy wskaźnik mówi o silniejszym stopniu eutrofizacji) na poszczególnych stanowiskach. W zbiorniku Solińskim stwierdzono podwyższone wartości tego wskaźnika na stanowisku znajdującym się w rejonie Wołkowyi (w pobliżu hodowli sadzowej pstrąga) oraz w rejonie Polańczyka (liczne ośrodki turystyczne). W zbiorniku Myczkowieckim wskaźnik był podwyższony na stanowisku przy stoku zalesionym, znajdującym się w bezpośredniej bliskości szosy oraz dużych ośrodków wypoczynkowych w miejscowości Myczkowce (Prus i in. 2002).

W latach 1999 i 2000 prowadzono badania fauny bezkręgowej profundalu zbiornika zaporowego Solina (Rys. 6). Najniższe liczebności w sezonie stwierdzono na stanowisku położonym przy zaporze, na głębokości ok. 45 m. W próbkach przeważały skąposzczety (Oligochaeta), drugą grupą były larwy muchówek z rodziny ochotkowatych (Chironomidae).

Oceniono przy pomocy wskaźnika Oligochaeta/Chironomidae stopień eutrofizacji zbiornika. W 1999 roku wskaźnik ten osiągał najwyższe wartości na wiosnę. Najniższy w

ciągu całego sezonu był na stanowisku położonym przy zaporze. W następnym roku najwyższy był na stanowisku położonym w plosie Sanu i to praktycznie przez cały sezon.

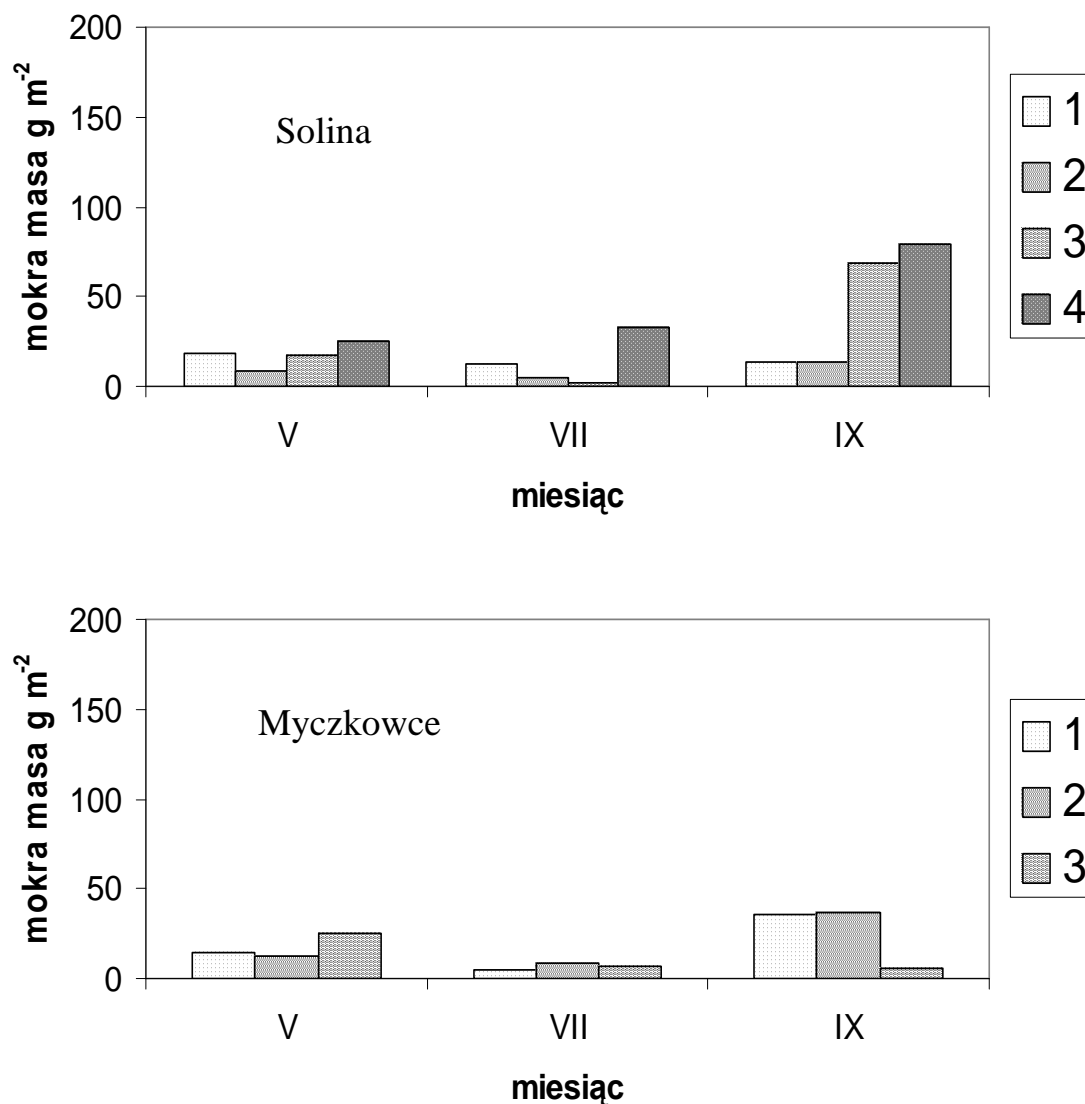
Niskie liczebności i biomasa oraz stosunkowo ubogi skład gatunkowy fauny dennej profundalu są charakterystyczne dla większości głębokich jezior o umiarkowanej trofii. Obecność bezkręgowców, w tym gatunków słabo przystosowanych do niedoborów tlenu, jak ośliczka wodna (*Asellus aquaticus*) nawet na największych głębokościach w zbiorniku Solińskim przez cały rok świadczy pośrednio o dobrych i stabilnych warunkach tlenowych przy dnie, a więc o umiarkowanej eutrofizacji tego zbiornika.



Rys. 5. Liczebność poszczególnych taksonów fauny litoralowej w obu badanych zbiornikach. Uwaga: dla każdego zbiornika została przyjęta inna skala ze względu na znaczne różnice liczebności notowanych w każdym z nich.

Badano również strefę pozalitoralową zbiornika Myczkowieckiego (Rys. 6). Fauna tej strefy ma dużo bardziej wyrównaną proporcję grup taksonomicznych i większą różnorodność gatunkową niż w zbiorniku Solińskim. Ta tendencja jest zgodna z obserwowanymi w poprzednich latach zależnościami dotyczącymi fauny dennej strefy litoralowej (do 2 m) tych zbiorników. Wartość

wskaźnika Oligochaeta/Chironomidae w bentosie tego zbiornika jest znacznie niższa niż w zbiorniku Solińskim.



Rys. 6. Biomasa (mokra masa) zwierząt bentosowych profundalu zbiorników zaporowych. Solina: 1 – zapora, 2 – część środkowa, 3- płoso Sanu, 4 – płoso Solinki; Myczkowce: 1 – zapora, 2 – dawne koryto Sanu, 3 – Berdo.

## Podsumowanie

Zbiorniki zaporowe Solina i Myczkowce charakteryzują się dobrymi wskaźnikami fizyko-chemicznymi pozwalającymi zaliczyć wodę w tych zbiornikach do wody czystej. Świadczy o tym również skład gatunkowy i liczebność fitoplanktonu. Nie stwierdzono obecności żadnych toksycznych grup sinic powodujących w innych zbiornikach intensywne zakwity. Ilość fitoplanktonu warunkuje ilość zooplanktonu, którego w obu zbiornikach jest nie wiele. Skład gatunkowy i liczebność fauny bentosowej świadczy o niskim stopniu eutrofizacji zbiorników. Zbiornik Myczkowiecki, płytki o dużym przepływie chłodniejszej wody porośnięty jest

roślinnością zanurzoną, wśród której stwierdzono występowanie gatunku z rodzaju *Chara* charakterystycznego dla zbiorników z dobrą jakością wody

Istotnym zagrożeniem dla jakości wody w obu zbiornikach jest rozwój hodowli sadzowej pstrąga tęczowego w bezpośrednim ich sąsiedztwie (Wołkowyja) oraz coraz bardziej rozwijająca się agroturystyka w tym rejonie bez skutecznej poprawy gospodarki wodno-ściekowej.

### **Literatura:**

1. Bijok, P., Prus, M., Prus, T. 1999 – Solina-Myczkowce cascade system: A newly created aquatic site in the Carpathian Mts for Long Term Ecological Research in Poland. W: P. Bijok, M. Prus (red). Long Term Ecological Research – Examples, Methods, Perspectives for Central Europe. – Proc. ILTER Regional Workshop, 16-18 Sept. Mądralin, USLTER Network Office, Dziekanów Leśny, 107-112.
2. Dobrowolski K., Lewandowski K. 1998 – Ochrona środowisk wodnych i błotnych w Polsce – Oficyna Wydawnicza Instytutu Ekologii PAN, Warszawa, s. 71-91.
3. Dojlido Jan R. 1995 – Chemia wód powierzchniowych – Wydawnictwo Ekonomia i Środowisko, Białystok.
4. Kowalczewski A., Ozimek T. 1993 – Further long-term changes in submerged macrophytes vegetation of the eutrophic Lake Mikołajskie (North Poland) – Aquat. Bot. 46: 341-345.
5. Ozimek T. 1983 – Biotic structure and processes in the lake system of r. Jorka watershed (Masurian Lakeland, Poland). X. Biomass and distribution of submerged macrophytes – Ekol. pol. 31: 781-792.
6. Ozimek T. 1991 – Makrofity jako filtry biologiczne w procesie oczyszczania ścieków Wiad. ekol. 37: 271-281.
7. Ozimek T., Gulati R.D., Van Donk E. 1990 – Can macrophytes be useful in biomanipulation of lakes ? The Lake Zwemlust example. – Hydrobiologia 200/201: 399-407.
8. Ozimek T., Kowalczewski A. 1984 – Long-term changes of submerged macrophytes of eutrophic Lake Mikołajskie (North Poland) – Aquat. Bot. 19: 1-11.
9. Pieczyńska E. 1988 – Rola makrofitów w kształtowaniu trofii jezior – Wiad. ekol. 34:375 - 401.
10. Pieczyńska E., Ozimek T. 1976 – Ecological significance of lake macrophytes – Int. J. Ecol. Envir. Sci. 2: 115-128.

11. Prus M., Bijok P., Prus T. 2002 – Trophic structure of benthic invertebrate community in littoral zone of mountainous cascade system – *Web Ecology*, 3, 12:19.
12. Prus T., Prus M., Bijok, P. 1999 – Diversity of invertebrate fauna in littoral of shallow Myczkowce dam reservoir in comparison with a deep Solina dam reservoir – *Hydrobiologia* 408/409, 203-210.
13. Raspopov I.M., Adamec L., Husak S. 2002 – Influence of aquatic macrophytes on the littoral zone habitats of Lake Ladoga, NW Russia – *Oesilia* 74: 315-321.
14. Sand-Jensen K., Borum J. 1991 – Interactions among phytoplankton, periphyton and macrophytes in temperate freshwaters and estuaries – *Aquat. Bot.* 41: 137-175.
15. Sand-Jensen K., Prahl C., Stokholm H. 1982 – Oxygen release from roots of submerged aquatic macrophytes – *Oikos* 38: 349-354.