

Wydział Biologii
Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu
ul. Umultowska 89, 61-614 Poznań

**STAN JAKOŚCI WÓD
JEZIORA DUROWSKIEGO
OD LIPCA DO LISTOPADA 2011 ROKU**

prof. dr hab. Ryszard Gołdyn – Zakład Ochrony Wód

dr Beata Messyasz – Zakład Hydrobiologii

dr Katarzyna Kowalczyńska-Madura – Zakład Ochrony Wód

dr Sławomir Cerbin – Zakład Hydrobiologii

Poznań, grudzień 2011

Treść opracowania

	Str.
1.Podstawy opracowania	3
2.Metody badań	4
3.Zmiany sezonowe parametrów fizyczno-chemicznych i chlorofilu a	8
3.1.Temperatura wody	8
3.2. Przezroczystość wody	11
3.3. Azot i fosfor	13
3.4. Osady denne	17
3.5. Pozostałe wskaźniki	19
3.6. Chlorofil-a	21
4. Zooplankton	22
5.Zmiany sezonowe w strukturze gatunkowej i ilościowej fitoplanktonu	27
6. Podsumowanie	37
7. Literatura	39
8. Spis kluczy fykologicznych	40

1. Podstawy opracowania

Podstawą opracowania jest umowa zawarta z Urzędem Gminy w Wągrowcu nr 2151.4.2011 z dnia 7 lutego 2011r. Na jej podstawie dokonano opracowania wyników 3-krotnych badań Jeziora Durowskiego, przeprowadzonych w lipcu, sierpniu i listopadzie 2011 roku. Opracowanie to stanowi drugi etap wyżej wymienionej umowy. Jego celem jest przedstawienie wyników fizyczno-chemicznych i biologicznych (fitoplankton, zooplankton) ekosystemu Jeziora Durowskiego (fot. 1), uzyskanych w drugim półroczu tego roku.

Lipiec 2011

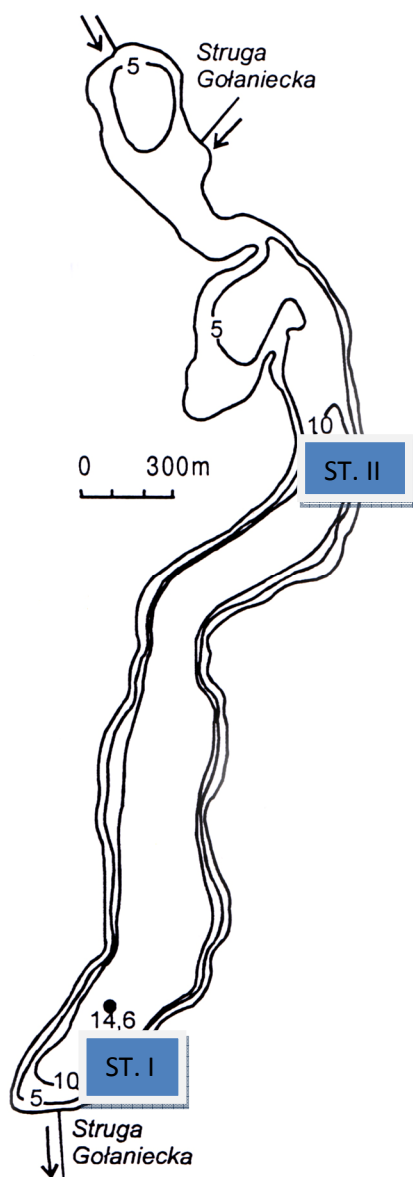


Sierpień 2011



Fot. 1. Północny (lipiec 2011) i południowy (sierpień 2011) fragment Jeziora Durowskiego objęty opracowaniem w okresie letnim 2011r.

2. Metody badań



Badania ekosystemu Jeziora Durowskiego przeprowadzono 3-krotnie (lipiec, sierpień, listopad 2011), na dwóch stanowiskach badawczych (ryc. 1). Stanowisko I położone jest w miejscu o największej głębokości, wynoszącej 14,6 m (tzw. głęboczek). Stanowisko II położone jest w północnej części jeziora w początkowej części basenu o głębokości 10 m. W trakcie badań wykonywano w przekroju pionowym co 1 m pomiary temperatury wody, stężenia tlenu rozpuszczonego, pH oraz przewodnictwa elektrolitycznego. Próbkę wody pobierano na trzech głębokościach przekroju pionowego w kolumnie wody, charakterystycznych dla trzech warstw termicznych: epi- (1 m), meta- (na st. I – 7 m; II – 5 m) i hypolimnionu (na st. I – 12 m; II – 8 m). W laboratorium oznaczano z nich następujące wskaźniki fizyczno-chemiczne: stężenie azotu amonowego, azotynowego, azotanowego, organicznego i ogólnego, fosforanów rozpuszczonych i ogólnych oraz chlorofil-a. Próbkę do oznaczeń biogenów utrwalane były

Ryc. 1. Mapa batymetryczna Jeziora Durowskiego.

chloroformem, a do oznaczeń chlorofilu-a przewożone były w stanie żywym. Analizy fizyczno-chemiczne wykonano zgodnie z Polskimi Normami (Siepak 1992; Elbanowska i in. 1999).

Materiał fykologiczny do badań struktury taksonomicznej, ilościowej i biomasy fitoplanktonu pobierano każdorazowo w tych samych punktach profilu pionowego, bezpośrednio do butelek politylenotereftalanu o objętości 1,5 l i utrwalano płynem Lugola. Następnie próby sedymentowano do odpowiedniej objętości, nie mniejszej niż 10 ml.

Skład gatunkowy fitoplanktonu uzyskano przy użyciu mikroskopu świetlnego OLYMPUS z wykorzystaniem obiektywów 20x i 40x. Przy określaniu składu taksonomicznego wykorzystano aktualne klucze fykologiczne obejmujące poszczególne grup glonów (spis za literaturą). Analiza ilościowa została wykonana w komorze o objętości 1,25 ml próby. Biomagę glonów uzyskano na podstawie iloczynu liczebności poszczególnych taksonów z ich objętością. Kształt poszczególnych gatunków przyporządkowano do figury geometrycznej i na tej podstawie obliczono objętość konkretnego taksonu (Starmach 1989, Rott 1981). Koncentracja biomasy fitoplanktonu została podana w mg/l.

Próby wody do badań struktury zbiorowisk zooplanktonu pobierano z 3 głębokości, tych samych co fitoplankton – powierzchnia (1 m), głębokość odpowiadająca strefie metalimnionu oraz w strefie naddanej. W przypadku rzeki Strugi Gołanieckiej próby pobrano z powierzchni. Z każdej głębokości pobierano 20 litrów wody i zagęszczano siatką planktonową o średnicy oczek 25 μ m. Materiał konserwowano na miejscu formaliną.

Aby ustalić skład taksonomiczny zooplanktonu, próby przeglądano pod mikroskopem świetlnym przy powiększeniach: 50x, 100x i 200x. Jeśli cechy kluczowe nie były widoczne izolowano badane osobniki i przeprowadzono preparację. W przypadku widłonogów (Copepoda) preparowano V parę odnóży, a wioślarki (Cladocera) prześwietlano w płynie Hoyer'a. Do oznaczeń wykorzystano klucze:

- Inspekcja Ochrony Środowiska. widłonogi Copepoda: Cyclopoida. Klucz do oznaczania. Rybak J.I. i Błędzki L.A. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Warszawa 2005.

- Krebstiere, Crustacea. Kiemen – Und Blattfuesser. Branchiopoda. Fischlause, Branchiura. FlöBner. Gustav Fisher Verlag Jena 1972.

- Fauna Słodkowodna Polski. Zeszyt 32A i 32 B. Wrotki – Rotifera. pod redakcją Stanisława Radwana. Oficyna Wydawnicza Tercja 2004.

W celu wykonania analizy ilościowej próby zooplanktonu zostały zagęszczone do objętości, w której 1ml próbki odpowiada 1L pobranej wody. Zooplankton (Rotifera, Copepoda i Cladocera) liczono na szkiełku w 0,5 podpróbkach. Analiz dokonano przy użyciu mikroskopu świetlnego Zeiss Axioplan, przy powiększeniach 50 do 200razy.

Próby wody do analizy stężenia chlorofilu-a zagęszczono na sączkach Whatmann GF/C a następnie poddano ekstrakcji w acetonie. Pomiarów ekstynkcji dokonano za pomocą spektrofotometru przed i po zakwaszeniu 0,1 M HCl.

Ponadto, bezpośrednio w terenie zmierzono również przezroczystość wody za pomocą krążka Secchiego.

Jednocześnie przy pomocy czerpacza typu Kajak lub Nurek pobierana była powierzchniowa (10 cm) warstwa osadów dennych. W próbkach tych oznaczano zawartość fosforu ogólnego oraz jego poszczególnych połączeń (frakcji) według schematu funkcjonowania zaproponowanego przez Psennera i in. (1988). fosfor ogólny oznaczano metodą molibdenianową z kwasem askorbinowym jako reduktorem. frakcjonowanie fosforu wykonywano z mokrej próbki osadów o objętości 1 cm³. Oznaczono w niej zawartość:

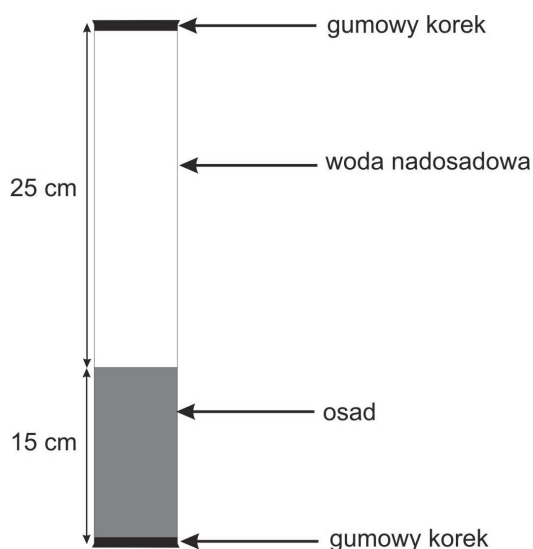
- fosforu luźno związanego (NH₄Cl-P);
- fosforu związanego z żelazem (Fe-P);
- fosforu związanego z glinem i materia organiczną (NaOH-P);
- fosforu związanego z wapniem (HCl-P)

oraz fosforu pozostałego, stanowiącego różnicę pomiędzy zawartością fosforu ogólnego oraz sumą jego poszczególnych frakcji. Po każdym etapie ekstrakcji próbka była odwirowywana a w uzyskanym roztworze oznaczano zawartość fosforu metodą molibdenianową z kwasem askorbinowym jako reduktorem.

W pobranych próbkach osadów analizowano również zawartość materii organicznej z wysuszonej w 105 °C próbki, poprzez jej wyprażenie w pecu muflowym w temperaturze 550°C przez 4 godziny. Z różnicy wagi przed i po wyprażeniu obliczono procentową zawartość materii organicznej (Myślińska 2001).

W osadach analizowano także stężenie fosforu w wodzie interstycjalnej (śródosadowej). Uzyskiwano ją poprzez odwirowanie próbek osadów w wirówce przy szybkości 3000 obr./min.

Badania zasilania wewnętrznego Jeziora Durowskiego prowadzone były metodą *ex situ*, z wykorzystaniem niezaburzonych rdzeni osadów dennych. Rdzenie pobierano przy pomocy zmodyfikowanego rurowego chwytacza dna z dwóch wyznaczonych stanowisk badawczych (po 3 rdzenie z każdego stanowiska). Przezroczyste rury z pobranym osadem zamykano gumowymi korkami (ryc. 2). Po przewiezieniu do laboratorium rdzenie osadów ekspozowano w ciemności, przez okres 2 tygodni. Eksperymenty prowadzono w temperaturze oraz warunkach tlenowych zbliżonych do panujących w danej porze roku w jeziorze. Od momentu rozpoczęcia doświadczenia, w odstępach co 2 - 4 dni, w wodzie nadosadowej z każdego rdzenia, analizowano stężenie fosforu ogólnego metodą spektrofotometryczną z kwasem askorbinowym jako reduktorem. Po pobraniu próbki wody nadosadowej do analizy, uzupełniano wodę w rurze do poprzedniej objętości, dolewając wodę o znanym stężeniu fosforu, pobraną z warstwy naddennej w jeziorze na danym stanowisku. Pozwoliło to na przeanalizowanie zmian zachodzących w wodzie nadosadowej oraz określenie średniego wydzielania fosforu w przeliczeniu na m^2 osadu w ciągu doby.



Ryc. 2. Schemat niezaburzonego rdzenia z osadem dennym.

3. Zmiany sezonowe parametrów fizyczno-chemicznych i chlorofilu a

3.1. Temperatura wody, pH, przewodnictwo elektrolityczne i koncentracja tlenu

Temperatura wody zmieniała się proporcjonalnie do obserwowanej temperatury powietrza. Stratyfikacja letnia wód Jeziora Durowskiego charakteryzowała się stabilną termokliną na głębokości 5 m na obu stanowiskach badawczych z miąższością metalimnionu wynoszącą około 3 m. W listopadzie zaobserwowano jesienną miksję wód z ujednoczeniem wartości wszystkich parametrów fizyczno-chemicznych w słupie wody od warstwy powierzchniowej do naddennej.

Na stanowisku I zarówno w lipcu jak i w sierpniu stwierdzono gwałtowny spadek stężenia tlenu na głębokości 5 m (metalimnion). Od głębokości 6m w kolumnie wody notowano już tylko śladowe ilości tlenu na poziomie poniżej 0,24 mg O₂/l. W lipcu zaobserwowano wyraźny wzrost stężenia tlenu na głębokości 10 m (do 1,16 mg O₂/l), co związane było głównie z dużym zagęszczeniem na tej głębokości sinic: *Planktothrix agardhii* i *Limnothrix redekei*. Nawet niewielkie stężenie tlenu w warstwie naddanej latem świadczy jednak o stopniowej poprawie warunków tlenowych w hypolimnionie gdyż oznacza to, że pomimo intensywnego wykorzystania go do procesu redukcji materii organicznej nadal jest go na tyle dużo, że pozostaje w wodzie.

Stanowisko I

05.07.2011					
stanowisko I	Temp. °C	mg O ₂ /l	% O ₂	pH	przewod. μS/cm
0m	20,2	9,42	104,6	8,69	534
1m	20,2	9,60	103,9	8,69	534
2m	20,0	9,00	96,9	8,67	534
3m	19,8	8,86	97,3	8,65	520
4m	19,7	8,81	96,0	8,62	527
5m	16,2	1,22	11,2	8,13	523
6m	11,8	0,18	1,7	7,86	528
7m	9,7	0,19	1,7	7,67	471
8m	8,2	0,23	2,0	7,58	451
9m	7,5	0,96	9,7	7,59	447
10m	6,9	1,16	9,6	7,61	443
11m	6,8	0,22	1,7	7,60	441
12m	6,6	0,13	1,0	7,61	443
13m	6,4	0,12	1,0	7,62	446
14m	6,1	0,09	0,8	7,48	458

07.08.2011					
stanowisko I	Temp. °C	mg O ₂ /l	% O ₂	pH	przewod. μS/cm
0m	21,1	8,91	100,7	8,61	535
1m	21,1	8,78	96,9	8,60	535
2m	21,0	8,57	85,8	8,59	535
3m	20,1	5,80	63,9	8,35	520
4m	19,4	4,63	50,4	8,11	527
5m	18,4	2,33	24,8	7,91	523
6m	14,5	0,24	2,8	7,70	528
7m	9,7	0,18	1,7	7,59	471
8m	7,7	0,15	1,3	7,58	451
9m	7,4	0,14	1,2	7,58	447
10m	7,0	0,13	1,1	7,57	443
11m	6,7	0,14	1,3	7,58	442
12m	6,5	0,13	1,1	7,58	443
13m	6,4	0,14	1,1	7,56	446
14m	6,2	0,13	1,2	7,38	458

19.11.2011					
stanowisko I	Temp. °C	mg O ₂ /l	% O ₂	pH	przewod. μS/cm
0m	7,01	6,54	54,3	7,59	742
1m	7,01	6,44	53,2	7,50	742
2m	7,02	6,39	52,7	7,54	742
3m	7,02	6,36	52,5	7,53	742
4m	7,02	6,33	52,2	7,52	742
5m	7,02	6,30	52,0	7,50	742
6m	7,02	6,27	51,8	7,51	742
7m	7,03	6,22	51,4	7,51	742
8m	7,03	6,21	51,3	7,51	742
9m	7,03	6,21	51,3	7,51	742
10m	7,03	6,20	51,3	7,51	742
11m	7,03	6,07	50,3	7,51	743
12m	6,93	0,42	3,6	7,31	811
13m	6,72	0,37	3,1	7,30	819
14m	6,50	0,34	2,8	7,25	845

W trakcie prowadzenia badań w lipcu i sierpniu 2011r. na stanowisku I odnotowano dobre warunki tlenowe w epilimnionie. Analizując parametr przewodnictwa elektrolitycznego stwierdzono stopniowo malejące wartości wraz z głębokością w profilu pionowym. Różnice w wartościach przewodnictwa elektrolitycznego pomiędzy strefą epilimnionu i hypolimnionu były mało wyraźne w okresie letnim i mieściły się w zakresie od 458 do 535 μS/cm. Należy jednak podkreślić, że mniejsze wartości przewodnictwa elektrolitycznego w warstwie naddanej niż w epilimnionie, wskazują na brak zasilania wody w substancje rozpuszczone w tym

okresie z osadów dennych. W trakcie stratyfikacji wód duże wartości pH wynoszące od 8,11 do 8,69 stwierdzono w epilimnionie. Z reguły od głębokości 5m (początek warstwy metalimnionu) wartości pH były niższe i wynosiły około 7,9.

W listopadzie 2011r. odnotowano ujednoczenie wartości temperatury wody (6,50 – 7,03 °C), pH (7,25 – 7,59) i przewodnictwa elektrolitycznego (około 742 $\mu\text{S}/\text{cm}$) w całym słupie wody. Do głębokości 11 m występowało dobre natlenienie wody na poziomie około 6 mg O_2/l . Warstwa wody na głębokości 12-14 m charakteryzowała się już jednak większymi wartościami przewodnictwa elektrolitycznego na poziomie od 811 $\mu\text{S}/\text{cm}$ do 845 $\mu\text{S}/\text{cm}$ co wskazywało na powrót zasilania wody w substancje rozpuszczone z osadów dennych podczas miksji jesiennej.

Stanowisko II

05.07.2011					
stanowisko II	Temp. °C	mg O_2/l	% O_2	pH	przewod. $\mu\text{S}/\text{cm}$
0m	19,7	8,02	87,6	8,62	731
1m	19,7	8,34	90,6	8,61	430
2m	19,7	8,31	90,2	8,58	429
3m	19,4	8,13	87,5	8,58	429
4m	19,2	7,21	75,3	8,47	429
5m	15,8	0,60	6,0	8,03	413
6m	10,2	0,18	1,7	7,85	374
7m	8,6	0,15	1,3	7,71	358
8m	7,8	0,13	1,1	7,36	351
9m	7,2	0,12	1,0	7,59	345
10m	6,9	0,12	1,0	7,59	344

07.08.2011					
stanowisko II	Temp. °C	mg O_2/l	% O_2	pH	przewod. $\mu\text{S}/\text{cm}$
0m	22,4	9,24	106,9	8,69	547
1m	22,4	9,20	108,1	8,70	547
2m	22,3	9,21	105,5	8,70	546
3m	22,2	9,07	103,5	8,65	544
4m	20,4	6,28	70,1	8,47	532
5m	18,7	2,64	29,1	8,21	532
6m	15,1	0,18	2,1	7,76	510
7m	11,9	0,15	1,4	7,65	491
8m	10,1	0,15	1,2	7,59	474
9m	8,9	0,12	1,0	7,58	461
10m	7,5	0,13	1,1	7,59	451

19.11.2011					
stanowisko II	Temp. °C	mg O ₂ /l	% O ₂	pH	przewod. μS/cm
0m	6,78	7,55	62,0	7,73	736
1m	6,78	7,41	60,8	7,73	736
2m	6,79	7,30	60,0	7,73	736
3m	6,79	7,26	59,7	7,72	736
4m	6,79	7,22	59,3	7,70	736
5m	6,78	7,23	59,4	7,71	736
6m	6,78	7,20	59,1	7,70	736
7m	6,78	7,19	59,1	7,70	736
8m	6,79	7,19	59,1	7,70	736
9m	6,70	7,19	59,0	7,70	736
10m	6,58	7,24	59,1	7,70	730

Stanowisko II charakteryzowało się zbliżonymi wartościami temperatury wody (nieznacznie wyższa temperatura w sierpniu w warstwach powierzchniowych), przewodnictwa elektrolitycznego i pH w stosunku do stanowiska I. Latem stwierdzono podobną tendencję spadku stężenia tlenu w wodzie od głębokości 5 m jak na stanowisku I, z podobnie niskimi wartościami w warstwie naddennej. Podobnie wartości pH w całej kolumnie wody na stanowisku II były zbliżone do tych na stanowisku w południowej części jeziora. W listopadzie różnica pomiędzy badanymi stanowiskami dotyczyła lepszych warunków tlenowych, które stwierdzono na stanowisku II – o 1 mg O₂/l w całym słupie wody, wraz z warstwą naddenną. W nawiązaniu do nieznacznie większych wartości przewodnictwa elektrolitycznego w tym okresie należy wskazać część północną jeziora jako charakteryzującą się brakiem zasilania wody w substancje rozpuszczone z osadów dennych także w okresie miksji jesiennej.

Struga Gołaniecka

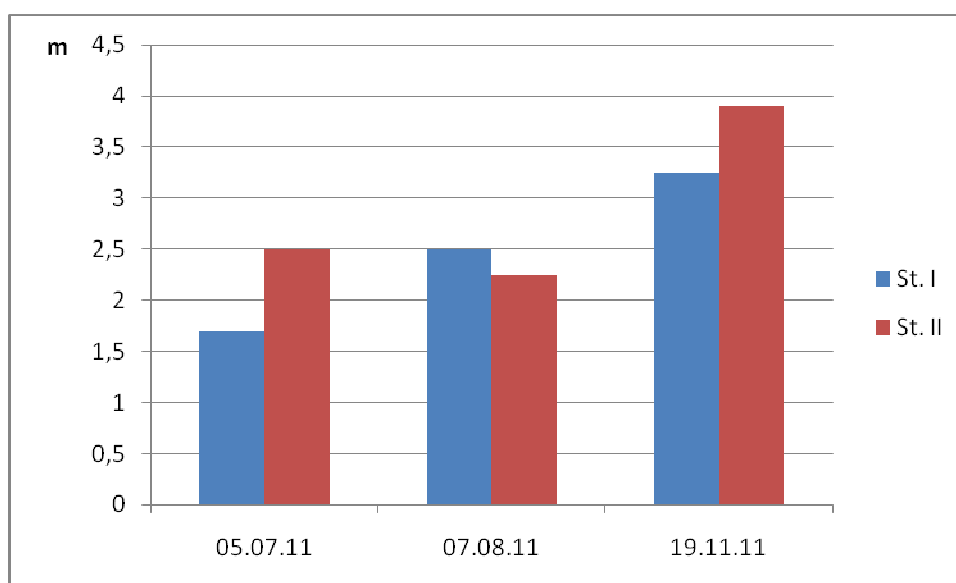
Struga Gołaniecka						
	Temp. °C	mg O ₂ /l	% O ₂	pH	przewod. μS/cm	ORP
05.07.11	19,1	10,03	105,6	8,60	525	-102,5
07.08.11	21,9	10,67	120,2	8,47	867	-101,3
19.11.11	5,13	9,95	78,4	7,83	674	-97,6

Wody Strugi Gołanieckiej charakteryzowały się wyraźnie wyższymi w stosunku do wód Jeziora Durowskiego wartościami przewodnictwa elektrolitycznego i podobnie

dużymi wartościami pH, powyżej 8,20. Natlenienie wód Strugi Gołanieckiej latem było zbliżone z wyraźnym spadkiem wartości w listopadzie i oscyloowało w granicach od 9,95 do 10,67 mg/l. Odnotowano spadek temperatury wody wraz z obniżeniem się temperatury powietrza w listopadzie.

3.2.Przezroczystość wody

Przezroczystość wody w Jeziorze Durowskim wahała się od 1,7 – 2,5 m w lipcu, 2,25-2,5 m w sierpniu do 3,25 – 3,90 m w listopadzie 2011 roku (ryc. 3). Średni zakres przezroczystości wody dla tego zbiornika wynosił w analizowanym okresie 2,48 m na stanowisku I i 2,88 m na stanowisku II. Uzyskane wartości tego parametru fizycznego, podobnie jak w okresie wiosny, wykazały gwałtowną tendencję wzrostową w stosunku do roku 2010.



Ryc. 3. Zmiany wartości przezroczystości wody mierzonej krążkiem Secchiego w jeziorze Durowskim w okresie od lipca do listopada 2011r.

Stanowisko II usytuowane w północnej części jeziora charakteryzowało się nieznacznie mniejszą przezroczystością wody w sierpniu co związane jest z oddziaływaniem dopływu wód ze Strugi Gołanieckiej. Uruchomienia się miksji jesiennej wód na obu stanowiskach w jeziorze nie przyczyniło się do spadku przezroczystości wody a wręcz przeciwnie odnotowano wzrost jej wartości na obu stanowiskach w stosunku do lata.

3.3. Azot i fosfor

Azot amonowy (mgN/l)

		VII.2011	VIII.2011	XI.2011
I	1m	0,711	0,927	1,187
	7m	0,775	0,795	1,231
	12m	1,931	2,750	1,255
II	1m	0,819	0,569	1,138
	5m	1,079	0,849	1,162
	8m	1,245	1,123	1,192
Struga Gołaniecka		0,883	0,780	1,637

Stężenia azotu amonowego w wodach Jeziora Durowskiego w okresie od lipca do listopada 2011 roku na stanowisku **1** wahały się od 0,711 mgN/l do 2,75 mgN/l. Na stanowisku **2** były one nieco niższe zwłaszcza w strefie naddennej, w porównaniu ze stanowiskiem **1**. Mieściły się one w przedziale od 0,569 mgN/l do 1,245 mgN/l. Na obu rozpatrywanych stanowiskach badawczych koncentracje tej formy azotu ulegały podwyższeniu wraz ze wzrostem głębokości w przekroju pionowym jeziora.

W dopływającej do jeziora Strudze Gołanieckiej koncentracje azotu amonowego wahały się od 0,78 mgN/l do 1,637 mgN/l, wartości najwyższe osiągając w listopadzie.

Azot azotynowy (mgN/l)

		VII.2011	VIII.2011	XI.2011
I	1m	0,020	0,013	0,018
	7m	0,047	0,030	0,022
	12m	0,047	0,008	0,024
II	1m	0,016	0,013	0,024
	5m	0,017	0,016	0,022
	8m	0,079	0,035	0,023
Struga Gołaniecka		0,019	0,024	0,013

Stężenia azotu azotynowego w wodach Jeziora Durowskiego w analizowanym okresie na stanowisku **1** wahały się od 0,008 mgN/l do 0,047 mgN/l a na stanowisku **2** od 0,013 mgN/l do 0,079 mgN/l.

W wodach dopływającej do jeziora Strugi Gołanieckiej najwyższe stężenia tej formy azotu stwierdzono w lipcu – 0,024 mgN/l a najniższe w listopadzie – 0,013 mgN/l.

Azot azotanowy (mgN/l)

		VII.2011	VIII.2011	XI.2011
I	1m	4,730	4,550	2,690
	7m	6,350	5,720	2,940
	12m	3,230	n.w.	2,980
II	1m	4,670	4,580	2,640
	5m	4,380	4,540	2,470
	8m	1,160	4,380	2,260
Struga Gołaniecka		3,540	2,820	1,090

W okresie od lipca do listopada 2011 roku w wodach Jeziora Durowskiego stwierdzono nieco niższe koncentracje azotanów na obu stanowiskach badawczych w porównaniu z badaniami przeprowadzonymi w pierwszym półroczu. Na stanowisku **1** wahały się one do 0 mgN/l do 6,35 mgN/l a na stanowisku **2** od 1,16 mgN/l do 4,67 mgN/l. Wartości najniższe odnotowywano w strefie naddennej zbiornika.

W wodach dopływającej do jeziora Strugi Gołanieckiej stężenia azotanów ulegały obniżeniu w kolejnych miesiącach prowadzenia badań. Wartość najwyższą odnotowano w lipcu – 3,54 mgN/l a najniższą w listopadzie – 1,090 mgN/l.

Azot organiczny (mgN/l)

		VII.2011	VIII.2011	XI.2011
I	1m	1,939	1,439	1,673
	7m	1,815	1,123	1,679
	12m	1,599	1,828	1,825
II	1m	2,131	1,531	1,562
	5m	1,581	1,475	1,288
	8m	1,625	1,439	1,218
Struga Gołaniecka		1,627	1,782	1,833

W przekroju pionowym Jeziora Durowskiego stężenia azotu organicznego wahały się od 1,123 mgN/l do 1,939 mgN/l na stanowisku 1 i od 1,218 mgN/l do 2,131 mgN/l na stanowisku 2.

W wodach Strugi Gołanieckiej stężenie azotu organicznego ulegało podwyższeniu w kolejnych miesiącach prowadzenia badań. Najwyższą koncentrację tej formy azotu stwierdzono w listopadzie (1,833 mgN/l) a najniższą w lipcu – 1,627 mgN/l.

Azot ogólny (mgN/l)

		VII.2011	VIII.2011	XI.2011
I	1m	7,400	6,929	5,568
	7m	8,987	7,668	5,872
	12m	6,807	4,586	6,084
II	1m	7,636	6,693	5,364
	5m	7,057	6,880	4,942
	8m	4,109	6,977	4,693
Struga Gołaniecka		6,069	5,406	4,573

Koncentracje azotu ogólnego w przekroju pionowym Jeziora Durowskiego mieściły się w zakresie od 4,59 mg N/l do 8,98 mg N/l na stanowisku 1 i od 4,11 mgN/l do 7,64 mgN/l na stanowisku 2.

W wodach Strugi Gołanieckiej stwierdzono obniżenie stężenia azotu ogólnego w kolejnych miesiącach prowadzenia badań. Wahwały się one od 4,57 mgN/l w listopadzie do 6,07 mgN/l w lipcu.

Fosforany rozpuszczone (mgP/l)

		VII.2011	VIII.2011	XI.2011
I	1m	0,013	0,020	0,041
	7m	0,015	0,006	0,042
	12m	0,020	0,096	0,028
II	1m	0,011	0,022	0,025
	5m	0,022	0,018	0,025
	8m	0,009	0,008	0,023
Struga Gołaniecka		0,008	0,023	0,025

W okresie od lipca do listopada 2011 roku stężenia fosforanów rozpuszczonych wahały się od 0,006 mgP/l do 0,096 mgP/l na stanowisku 1 oraz od 0,008 mgP/l do 0,025 mgP/l na stanowisku 2. Na stanowisku 2 były więc one nieco niższe aniżeli na stanowisku 1.

W wodach dopływającej do jeziora Strugi Gołanieckiej najwyższą koncentrację fosforanów rozpuszczonych stwierdzono w listopadzie – 0,025 mgP/l a najniższą w lipcu– 0,008 mgP/l.

Fosfor ogólny (mgP/l)

		VII.2011	VIII.2011	XI.2011
I	1m	0,034	0,049	0,134
	7m	0,023	0,037	0,125
	12m	0,039	0,108	0,125

II	1m	0,028	0,087	0,082
	5m	0,041	0,046	0,082
	8m	0,032	0,048	0,082
Struga Gołaniecka		0,030	0,042	0,074

W przypadku fosforu ogólnego odnotowano podobną zmienność jak w przypadku fosforanów rozpuszczonych. Na stanowisku **1** koncentracje tej formy fosforu wahały się od 0,023 mgP/l do 0,134 mgP/l, a na stanowisku **2** od 0,028 do 0,082 mgP/l.

W dopływających do jeziora wodach Strugi Gołanieckiej najwyższe stężenia fosforu ogólnego stwierdzono w listopadzie – 0,074 mgP/l a najniższe w lipcu – 0,030 mgP/l.

3.4. Osady dennie

Fosfor ogólny (mgP/g s.m.)

	VII.2011	VIII.2011	XI.2011
st.1	1,45	1,29	1,43
st.2	1,40	1,31	1,41

Zawartość fosforu ogólnego w osadach dennych Jeziora Durowskiego w okresie od lipca do listopada 2011 roku wahała się od 1,29 mgP/g s.m. do 1,45 mgP/g s.m na stanowisku **1** i od 1,31 mgP/g s.m do 1,41 mgP/g s.m na stanowisku **2**.

Fracje fosforu ogólnego w osadach dennych (mgP/g s.m.)

Stanowisko 1

Fracje P			
	VII.2011	VIII.2011	XI.2011
NH4Cl-P	0,157	0,109	0,117

Fe-P	0,058	0,066	0,123
NaOH-P	0,013	0,032	0,015
NaOH-NRP	0,243	0,106	0,274
HCl-P	0,374	0,349	0,407
Res-P	0,599	0,625	0,496

Stanowisko 2

Fracje P			
	VII.2011	VIII.2011	XI.2011
NH₄Cl-P	0,151	0,105	0,137
Fe-P	0,128	0,091	0,123
NaOH-P	0,010	0,029	0,073
NaOH-NRP	0,235	0,135	0,171
HCl-P	0,361	0,367	0,338
Res-P	0,515	0,581	0,563

Analizując udział poszczególnych frakcji fosforu ogólnego stwierdzono, iż na obu stanowiskach badawczych podobnie jako to miało miejsce w pierwszej połowie roku, największy udział wykazywała frakcja Res-P. Udział tej frakcji wahał się od 34,6% do 48,5% na stanowisku **1** i od 36,8 do 44,4% na stanowisku **2**. Najmniejszy udział miała frakcja NaOH-P (frakcja charakteryzująca fosfor występujący w połączeniach z glinem). Jej udział dochodził maksymalnie do 5%.

Wydzielanie fosforu z osadów dennych (mgP m⁻²d⁻¹)

Stanowisko	LATO		JESIEŃ	
	1	2	1	2
PO₄rozp	1,69	1,05	1,07	0,22
PO₄og	1,75	1,38	1,53	0,44

Badania zasilania wewnętrznego w fosfor z osadów dennych w okresie letnim i jesiennym prowadzono w zarówno w warunkach tlenowych jak i beztlenowych w temperaturze około 4°C.

W lecie na obu stanowiskach badawczych odnotowano przewagę uwalniania fosforu z osadów dennych do wody nadosadowej. Na stanowisku **1**, dochodziło ono do 1,69 mgP m⁻²d⁻¹ w przypadku fosforanów rozpuszczonych i do 1,75 mgP m⁻²d⁻¹ dla fosforu ogólnego. Z kolei na stanowisku **2** wynosiła ona 1,05 mgP m⁻²d⁻¹ dla formy rozpuszczonej a dla fosforu ogólnego – 1,38 mgP m⁻²d⁻¹.

3.5. Pozostałe wskaźniki

Stanowisko 1

Parametr		VII.2011	VIII.2011	XI.2011
Azot ogólny	<i>gN/kg</i>	7,56	9,45	6,23
Siarczany	<i>gSO4/kg</i>	3,5	2,9	2,9
Żelazo ogólne	<i>gFe/kg</i>	4,59	3,72	
Wapń	<i>gCa/kg</i>	313	267	
Magnez	<i>gMg/kg</i>	5,47	2,19	

Stanowisko 2

Parametr		VII.2011	VIII.2011	XI.2011
Azot ogólny	<i>gN/kg</i>	7,98	8,61	7,63
Siarczany	<i>gSO4/kg</i>	3,8	3,5	3,2
Żelazo ogólne	<i>gFe/kg</i>	3,28	4,05	
Wapń	<i>gCa/kg</i>	280	296	
Magnez	<i>gMg/kg</i>	4,25	2,31	

Azot ogólny

W okresie od lipca do listopada 2011 roku koncentracja azotu ogólnego w osadach dennych Jeziora Durowskiego była dość zbliżona na obydwu stanowiskach badawczych. Wahala się ona od 6,23 gN/kg do 9,45 gN/kg, wartości najwyższe osiągając w sierpniu na obu stanowiskach badawczych.

Siarczany

Zawartość siarczanów w osadach dennych Jeziora Durowskiego w okresie od lipca do listopada 2011 roku była nieco wyższa na stanowisku **2** aniżeli na stanowisku **1** i podobnie jak to miało miejsce w pierwszym półroczu w kolejnych miesiącach prowadzenia badań ulegała ona obniżeniu. Mieściła się ona w granicach od 2,9 gSO₄/kg do 3,8 gSO₄/kg.

Wapń

Zawartość wapnia w osadach dennych Jeziora Durowskiego wahala się od 267 gCa/kg do 313 gCa/kg a na obu stanowiskach badawczych.

Magnez

Koncentracja magnezu w osadach dennych Jeziora Durowskiego mieściła się w zakresie od 2,19 gMg/kg do 5,47 gMg/kg na obu analizowanych stanowiskach badawczych.

Żelazo

Koncentracja żelaza w osadach dennych Jeziora Durowskiego mieściła się w zakresie od 3,28 gFe/kg do 4,59 gFe/kg na obu stanowiskach badawczych.

3.6. Chlorofil a

W okresie letnim wartości chlorofilu-a były mniejsze w rzece Strudze Gołanieckiej niż na stanowisku II w jeziorze w warstwie powierzchniowej, jednak niezmiernie duże w sierpniu i listopadzie. Natomiast w jeziorze na stanowisku II odnotowano nieznacznie wyższe wartości tego parametru biologicznego niż na stanowisku I w lipcu, w okresie występowania zwiększonej ilości opadów deszczu. Mniejsze różnice pomiędzy stanowiskami jeziornymi wystąpiły w sierpniu i listopadzie 2011r. Wyniki stężenia chlorofilu-a wyraźnie wskazują na intensywny rozwój fitoplanktonu w warstwie epilimnionu w okresie letnim. Wartości stężenia chlorofilu-a za wyjątkiem epilimnionu na stan. II w lipcu (18,60 µg/l – stan dobry) wskazują na I klasę czystości wód i bardzo dobry stan ekologiczny Jeziora Durowskiego.

		05.07.11	07.08.11	19.11.11
I	1m	10,35	1,75	0,11
	7m	2,79	2,36	0,10
	12m	0,99	2,17	0,23
II	1m	18,60	6,70	0,53
	5m	5,29	5,07	0,25
	8m	0,81	4,19	0,11
Struga Gołaniecka		15,83	50,43	8,94

Również w przypadku Strugi Gołanieckiej w lipcu i listopadzie na podstawie stężenia chlorofilu-a wody rzeki zaklasyfikowano do stanu bardzo dobrego. Duże wartości tego parametru w sierpniu wskazywały na III klasę co klasyfikowało wody rzeki do umiarkowanego stanu ekologicznego.

4. Zooplankton

Spis taksonomiczny zooplanktonu wykazanego w próbach z Jeziora Durowskiego, od lipca do listopada 2011 roku.

Typ: Arthropoda

Podtyp: Crustacea

Gromada: Phyllopoda

Rząd: Diplostraca

Podrząd: Cladocera

Rodzina: Chydoridae

Rodzaj: Acroperus

- *A. harpae*

Rodzina: Daphniidae

Rodzaj: Diaphanosoma

- *D. brachyurum*

Rodzaj: Ceriodaphnia

- *C. pulchella*

Rodzaj: Daphnia

- *D. cucullata*

Rodzina: Bosminidae

Rodzaj: *Bosmina*

- *B. longirostris*

- *B. coregoni*

Gromada: Maxillopoda

Podgromada: Copepoda

Nadrząd: Podoplea

Rząd: Cyclopoida

Rodzina: Cyclopidae

Podrodzina: Cyclopinae

Rodzaj: Cyclops

- *C. bohater*

- *Cyclops* sp.

Rodzaj: Thermocyclops

- *T. oithonoides*

Rodzaj: Mesocyclops

- *M. leuckarti*

Rząd: Calanoida

Nadrodzina: Diaptomidea

Rodzina: Diaptomidae

Rodzaj Eudiaptomus

- *Eudiaptomus gracilis* (Sars, 1863)

larwy Copepoda:

naupli Cyclopoida

copepodites Cyclopoida

Typ: Rotifera

Gromada: Monogononta

Rząd: Flosculariacea

Rodzina: Filiniidae

Rodzaj: Filinia

- *F. terminalis*

- *F. longiseta*

Rząd: Ploimida

Rodzina: Asplanchnidae

Rodzaj: Asplanchna

- *A. priodonta*

Rodzina: Brachionidae

Rodzaj: Brachionus

- *B. angularis*

- *B. calyciflorus*

- *B. quadridentatus*

Rodzaj: Keratella

- *K. cochlearis f. macracantha*

- *K. cochlearis var. tecta*

- *K. quadrata*

Rodzina: Gastropodidae

Rodzaj: Ascomorpha

- *A. ecaudis*

- *A. saltans*

Rodzina: Synchaetidae

Rodzaj: Polyarthra

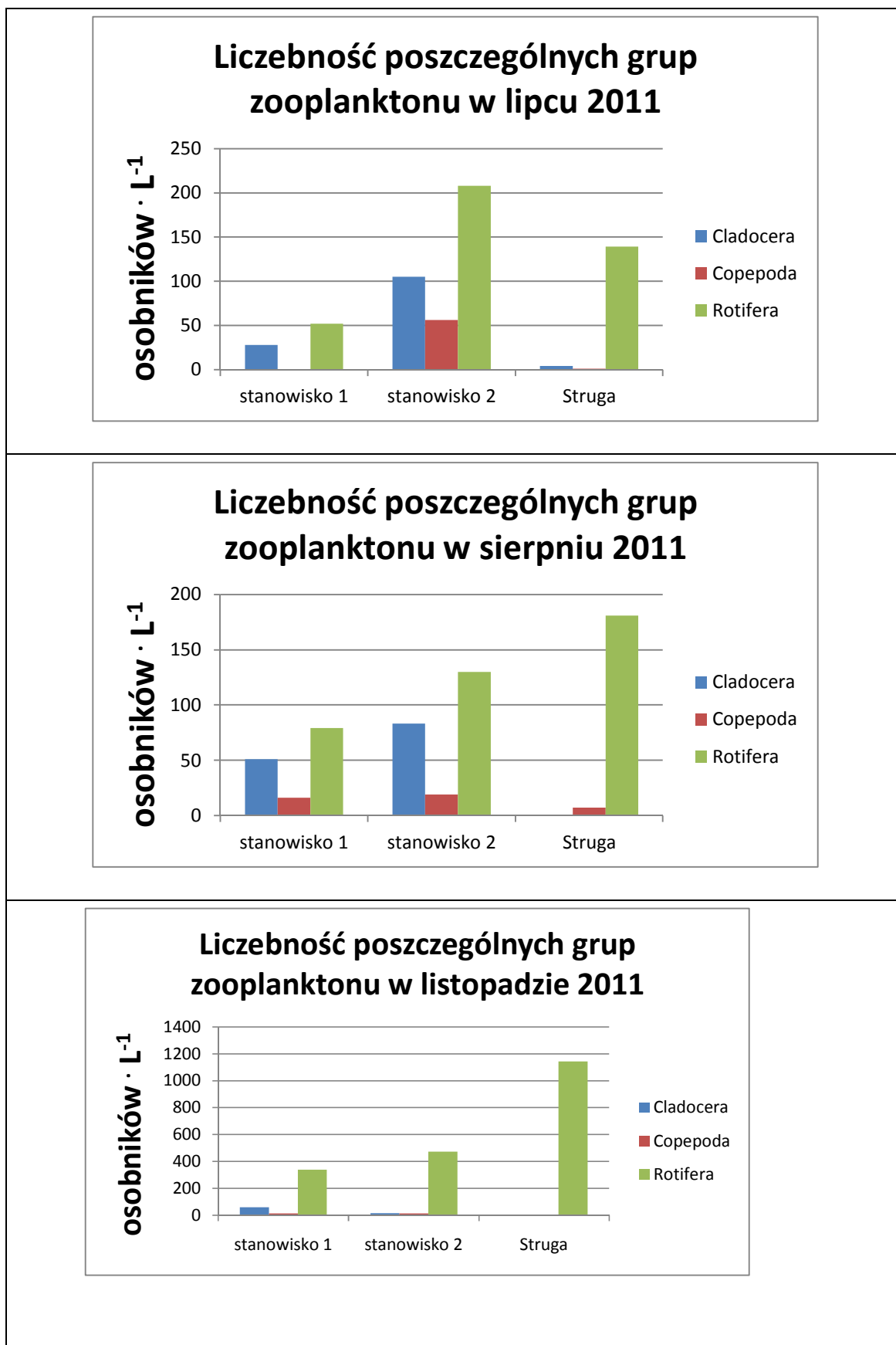
- *P. dolichoptera*

- *P. vilgaris*

- *Polyarthra sp.*

Rodzaj: Synchaeta sp.

- *Synchaeta sp.*



Ryc. 4. Zestawienie liczebności poszczególnych grup zooplanktonu na poszczególnych stanowiskach badawczych od lipca do listopada 2011 roku.

W lipcu i sierpniu 2011 na stanowisku 1 i 2 dominowały Rotifera jednakże znaczący udział ilościowy miały także wioślarki (Cladocera). Były to głównie *Daphnia cucullata* i *Daphnia hyalina*. Stwierdzono też znaczący wzrost ich średniej wielkości w stosunku do wcześniejszych lat badań. Pojawił się też dotąd niespotykany lub znajdujący jedynie sporadycznie widłonóg reprezentujący rząd Calanoida, tj. *Eudiaptomus gracilis*. W dalszym ciągu dominują wrotki, jednakże ich ilość znacząco spadła. Świadczy to o korzystnej, z punktu widzenia rekultywacji, przebudowie struktury zooplanktonu. Niestety stanowisko na Strudze Gołanieckiej wskazuje na stały dopływ żyznych wód z jezior znajdujących się powyżej jeziora Durowskiego. Na tym stanowisku przez cały czas dominują Rotifera. Szczególnie w listopadzie kiedy ich liczebności osiągały prawie 1200 osob./L. Ostatnie kilka miesięcy nie wystąpiły opady deszczu dlatego przepływ był niewielki. Należy się jednak spodziewać silniejszego wpływu Strugi na Jezioro Durowskie, kiedy poziom wód się podniesie, np. po obfitych opadach lub wiosennych roztopach. Niepokoi również niska liczebność Cladocera i Copepoda na stanowisku 1 i 2 w listopadzie. Może to świadczyć o niestabilności zmian w strukturze zooplanktonu.

5. Zmiany w strukturze gatunkowej i ilościowej fitoplanktonu

W Jeziorze Durowskim i w Strudze Gołanieckiej w ciągu 3 miesięcy poboru prób w okresie letnim i jesiennym oznaczono łącznie 141 taksonów glonów prokariotycznych i eukariotycznych, należących do 7 grup systematycznych: *Cyanoprokaryota* (15), *Bacillariophyceae* (36), *Chlorophyta* (59), *Euglenophyta* (12), *Cryptophyta* (7), *Dinophyta* (8) oraz *Chrysophyceae* (4). Dokładny spis taksonomiczny odnotowanych taksonów glonów planktonowych zamieszczono w tabeli 1.

Tabela 1. Zestawienie taksonów fitoplanktonu w Jeziorze Durowskim (stanowiska I, II) i Strudze Gołanieckiej (SG) w okresie od lipca do listopada 2011r.

Stanowisko	I	II	SG
<i>Cyanoprokaryota</i>			
<i>Aphanizomenon aphanizomenoides</i> (Forti) Hort. & Kom.	.	.	+
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> (L.) Ralfs	+	+	+
<i>Aphanizomenon ovalisporum</i> Forti	.	.	+
<i>Aphanocapsa incerta</i> (Lemm.) Cronberg et Komarek	+	+	.
<i>Aphanocapsa holsatica</i> (Lemm.) Cronb. et Kom.	+	+	.
<i>Chroococcus turgidus</i> (Kützing) Nageli	.	.	+
<i>Cyanogranis feruginea</i> (Wawrik) Hind.	+	+	.
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> (Woł.) Seen. et Sub. Raju	+	.	.
<i>Chroococcus minimus</i> (Keissler) Lemm.	+	+	+
<i>Limnothrix redekei</i> (Van Goor) Meffert	+	+	+
<i>Microcystis aeruginosa</i> Kützing	+	+	+
<i>Merismopedia punctata</i> Meyen	+	+	.
<i>Phormidium granulatum</i> Gardn. Anagn.	+	.	.
<i>Planktolyngbya limnetica</i> (Lemm.) Kom. – Legn. Et Cronenberg	+	+	+
<i>Planktothrix agardhii</i> (D.C. ex Gom.) Anagn. et Kom.	+	+	+
<i>Bacillariophyceae</i>			
<i>Achnanthes minutissima</i> Kützing	.	+	+
<i>Amphora ovalis</i> Kützing	.	+	+
<i>Amphora pediculus</i> (Kütz.) Grun.	.	+	.
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehr.) Ralfs	.	+	.
<i>Caloneis bacillum</i> (Grun.) Meresz.	.	.	+
<i>Asterionella formosa</i> Hasall	+	+	.
<i>Cocconeis placentula</i> Ehr.	+	+	+
<i>Cyclotella bodanica</i> Grun.	.	.	+
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz.	+	+	+
<i>Cyclotella ocellata</i> Pant.	+	+	+
<i>Cyclotella operculata</i> (Ag.) Kützing	+	.	+
<i>Cyclotella radiososa</i> (Grun.) Lemm.	+	+	+
<i>Cymbella affinis</i> Kützing	.	.	+

<i>Encyonema minutum</i> (Hilse ex Raben.) D. G. Mann	.	+	+
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	.	.	+
<i>Eunotia praerupta</i> Ehr.	.	.	+
<i>Fragilaria capucina</i> (Desm.) Rabenhorst	+	+	+
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	+	+	+
<i>Fragilaria pinnata</i> Ehr.	.	+	+
<i>Fragilaria ulna</i> (Nitzsch) Lange-Bertalot	+	+	+
<i>Fragilaria ulna</i> var. <i>angustissima</i> Sippen	+	+	+
<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehr.	.	+	.
<i>Gomphonema acuminatum</i> var. <i>coronatum</i> (Ehr.) W.Sm.	.	.	+
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Horn.) Breb.	+	.	+
<i>Gyrosigma attenuatum</i> (Kütz.) Rabenhorst	.	+	.
<i>Placoneis elegendensis</i> (Greg.) Cox	.	.	+
<i>Navicula cincta</i> (Ehr.) Ralfs	+	.	+
<i>Navicula cryptocephala</i> Kütz.	.	.	+
<i>Hippodonta capitata</i> Patrick in Patrick & Reimer	+	.	.
<i>Navicula pupula</i> var. <i>capitata</i> Skvortzov & Meyer	.	.	+
<i>Navicula radiosa</i> Kützing	+	+	+
<i>Navicula tripunctata</i> (O. F. Müller) Bory	+	.	+
<i>Nitzschia palea</i> (Kütz.) W. Sm.	+	.	+
<i>Nitzschia recta</i> Hantzsch	+	.	+
<i>Pinnularia viridis</i> (Nitzsch) Ehr.	.	.	+
<i>Staurosira construens</i> (Ehr.) Grun.	.	.	+
Chlorophyta			
<i>Ankistrodesmus bibrianus</i> (Reinsch) Korš.	+	+	.
<i>Botryococcus braunii</i> Kützing	.	+	.
<i>Carteria klebsii</i> (Dangeard) France	+	.	.
<i>Characium angustatum</i> A. Braun	+	.	+
<i>Chlamydomonas globosa</i> Snow	+	+	.
<i>Chlamydomonas passiva</i> Skuja	+	+	+
<i>Closterium acutum</i> var. <i>variabile</i> (Lemm.) Krieg.	+	+	+
<i>Coelastrum astroideum</i> De Notaris	+	+	+
<i>Coelastrum reticulatum</i> (Dang.) Senn	+	.	.
<i>Cosmarium abbreviatum</i> Raciborski	+	+	+
<i>Cosmarium leave</i> Rab.	+	+	+
<i>Cosmarium margaritatum</i> (Turp.) Ralfs	+	+	+
<i>Cosmarium phaseolus</i> Brebisson in Ralfs	.	+	.
<i>Cosmarium regnellii</i> Wille	+	+	.
<i>Cosmarium tenue</i> Archer	+	+	.
<i>Crucigenia smithii</i> (Bour. et Mangin) Kom.	.	.	+
<i>Crucigeniella rectangularis</i> (Näg.) Komárek	.	.	+
<i>Desmodesmus communis</i> (Hegew.) Hegew.	+	+	+
<i>Desmodesmus maximus</i> (W. et G.S. West) Hegew.	+	+	+
<i>Desmodesmus opoliensis</i> (Richter) Hegew.	.	+	+
<i>Desmodesmus subspicatus</i> (Chod.) Hegew. et Schmidt	.	+	+
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Wood	+	+	+

<i>Didymocystis planctonica</i> Korsikov	+	+	.
<i>Elkatothrix gelatinosa</i> Wille	+	+	+
<i>Elakatothrix genevensis</i> (Reverd.) Hindak	+	+	.
<i>Eutetramorus polycoccus</i> (Kors.) Kom.	+	+	.
<i>Eutetramorus planctonicus</i> (Kours.) Bourr.	+	.	.
<i>Golenkinia radiata</i> Chodat	+	+	+
<i>Kirchneriella contorta</i> var. <i>elegans</i> (Schmidle) Bohlin	.	+	+
<i>Kirchneriella incurvata</i> Belcher et Swale	+	+	+
<i>Kirchneriella obtusa</i> (Kors.) Kom.	.	+	.
<i>Lagerheimia genevensis</i> (Chod.) Chod.	.	+	.
<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Kors.) Hindak	.	+	.
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thur.) Kom.-Legn.	+	+	+
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berk.) Kom.-Legn.	+	+	.
<i>Monoraphidium komarkovae</i> Nygaard	+	+	+
<i>Monoraphidium obtusum</i> (Kors.)Kom. - Legn.	+	+	.
<i>Nephrocystium agardhianum</i> Nageli	+	.	.
<i>Oocystis lacustris</i> Chodat	+	+	+
<i>Pediastrum boryanum</i> (Turp.) Meneghini	+	+	+
<i>Phacotus lenticularis</i> (Ehr.) Stein	+	+	.
<i>Pteromonas angulosa</i> (Carter) Lemm.	+	.	+
<i>Scenedesmus dimorphus</i> (Turp.) Kützing	+	+	.
<i>Scenedesmus intermedius</i> Chod.	+	+	.
<i>Scenedesmus linearis</i> Komarek	+	+	.
<i>Scenedesmus ellipticus</i> Corda	+	+	+
<i>Scenedesmus pleiomorphus</i> Hind.	.	+	.
<i>Scenedesmus serratus</i> (Corda) Bohl	+	.	.
<i>Scenedesmus verrucosus</i> Roll	+	+	+
<i>Sphaerocystis planctonica</i> (Korsikov) Bourrelly	+	+	+
<i>Staurastrum chaetoceram</i> (Schroeder) G.M. Smith	+	+	+
<i>Staurastrum gracile</i> Ralfs	+	+	.
<i>Staurastrum tetracerum</i> Ralfs	+	+	.
<i>Tetradesmus crocinii</i> Fott et Kom.	+	+	.
<i>Tetraedron caudatum</i> (Corda) Hansgirg	.	+	+
<i>Tetraedron minimum</i> (A. Br.) Hansgirg	+	+	+
<i>Tetraedron triangulare</i> (Chod.) Kom.	+	+	+
<i>Tetrastrum glabrum</i> (Roll) Ahlstr. et Tiff	+	+	+
<i>Tetrastrum komareki</i> Hindak	+	+	+
Cryptophyta			
<i>Chroomonas acuta</i> Uterm.	.	+	.
<i>Cryptomonas erosa</i> Ehrenberg	+	+	+
<i>Cryptomonas gracilis</i> Skuja	+	+	.
<i>Cryptomonas marssonii</i> Skuja	+	+	+
<i>Cryptomonas ovata</i> Ehrenberg	+	+	+
<i>Cryptomonas rostrata</i> Troitzskaja emend I. Kiselev	+	+	+
<i>Rhodomonas minuta</i> Skuja	+	+	+
Dinophyta			

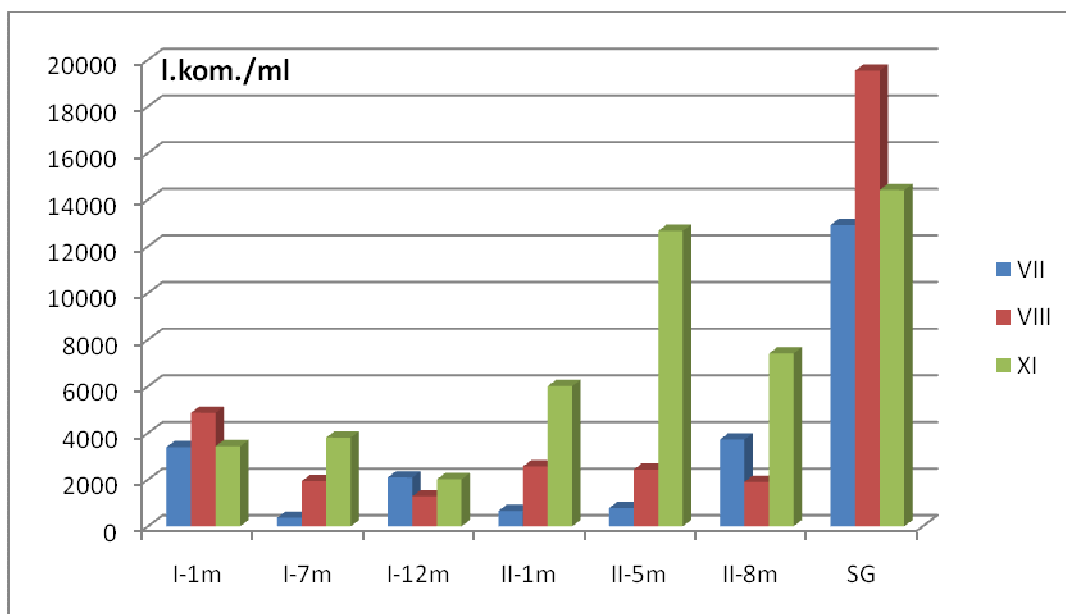
<i>Peridinopsis berolinense</i> (Lemm.) Bourrelly	.	+	.
<i>Ceratium hirundinella</i> (F. B. Müller) Bergh	+	+	.
<i>Gymnodinium aeruginosum</i> Stein	+	.	.
<i>Peridiniopsis cuningtonii</i> Lemm.	+	+	+
<i>Peridinium cinctum</i> (O.F. Müller) Ehrenberg	+	+	+
<i>Peridinium willei</i> Huitfeld-Kaas	.	+	.
<i>Peridiniopsis kevei</i> Grigorszky et Vasas in Grigorszky	+	.	.
<i>Peridinopsis elpatiewskyi</i> (Ostenf.) Bourrelly	+	+	+
<i>Euglenophyta</i>			
<i>Astasia curvata</i> Klebs	.	.	+
<i>Euglena caudata</i> Hübner	+	+	+
<i>Euglena pisciformis</i> Klebs	+	+	+
<i>Phacus alatus</i> Klebs	.	.	+
<i>Phacus caudatus</i> Hübner	.	+	.
<i>Phacus curvicauda</i> Swirenko	.	+	.
<i>Phacus longicauda</i> (Ehr.) Dujardin	.	.	+
<i>Phacus mirabilis</i> Pochmann	.	+	+
<i>Trachelomonas hispida</i> (Perty) Stein	+	+	+
<i>Trachelomonas intermedia</i> Dangeard	.	.	+
<i>Trachelomonas planctonica</i> Swirenko	.	+	+
<i>Trachelomonas volocina</i> Ehrenberg	+	+	+
<i>Chrysophyceae</i>			
<i>Erkenia subaequiciliata</i> Skuja	+	+	+
<i>Dinobryon sociale</i> Ehrenberg	+	.	+
<i>Dinobryon divergens</i> Imhof	+	+	+
<i>Dinobryon bavaricum</i> Imhoff	+	.	+

W tabeli 2 zestawiono liczbę gatunków glonów reprezentujących poszczególne grupy taksonomiczne fitoplanktonu w okresie od lipca do listopada 2011 roku. Największe bogactwo gatunkowe niezależnie od stanowiska i okresu badań odnotowano dla zielenic (57 gatunków), okrzemek (25) i następnie sinic (12) oraz euglenin (8). Łącznie dla obu stanowisk badawczych i wszystkich analizowanych głębokości w profilu pionowym kolumny wody stwierdzono obecność 121 taksonów glonów, w tym o połowę mniej niż w zeszłym roku taksonów sinic. Stanowisko II charakteryzowało się nieznacznie większym bogactwem gatunkowym (różnica wynosiła 5 gatunków) niż umiejscowione w części południowej jeziora stanowisko I. Basen północny Jeziora Durowskiego wyróżniał się większym udziałem zielenic chlorokokalnych i euglenin w strukturze gatunkowej fitoplanktonu.

Tabela 2. Zestawienie liczby taksonów fitoplanktonu w Jeziorze Durowskim.

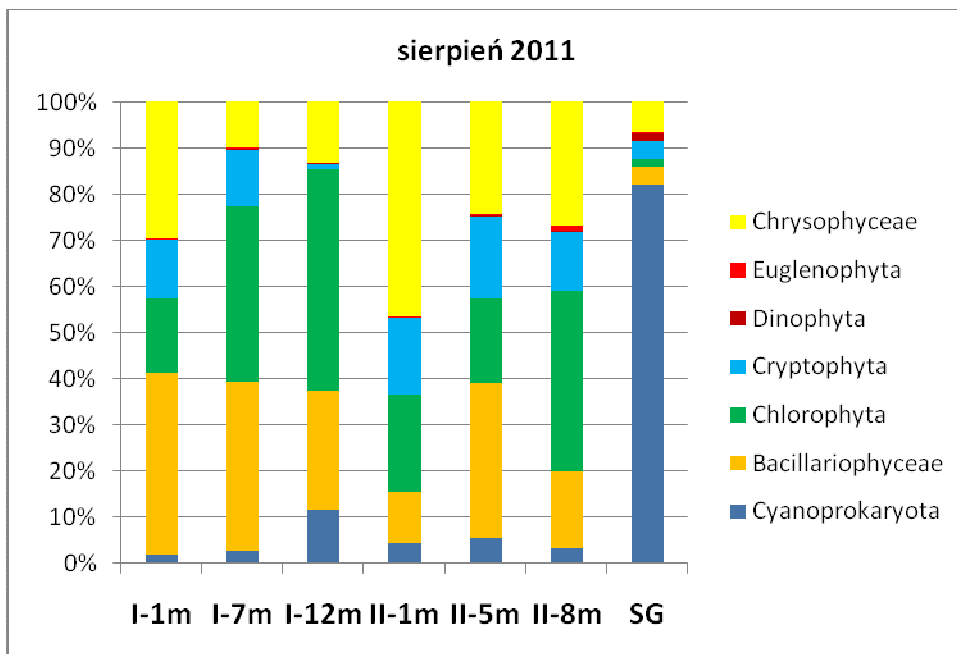
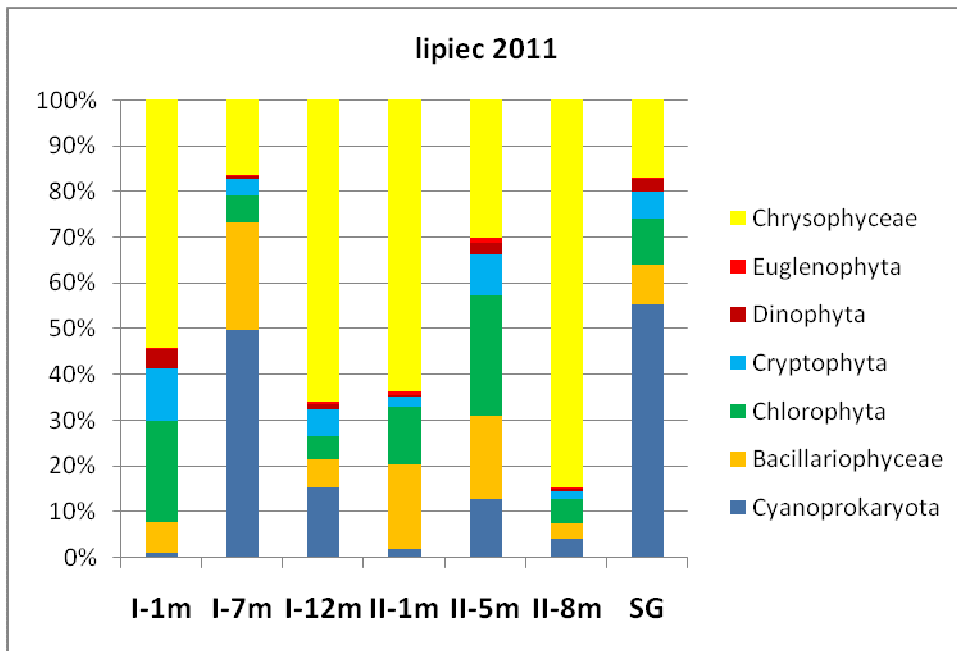
Grupa taksonomiczna	VII - XI st. I	VII - XI st. II	Łączna liczba taksonów
<i>Cyanoprokaryota</i>	12	10	12
<i>Bacillariophyceae</i>	17	18	25
<i>Cryptophyceae</i>	6	7	7
<i>Dinophyceae</i>	6	6	8
<i>Chlorophyta</i>	47	50	57
<i>Euglenophyta</i>	4	8	8
<i>Chrysophyceae</i>	4	2	4
Razem	96	101	121

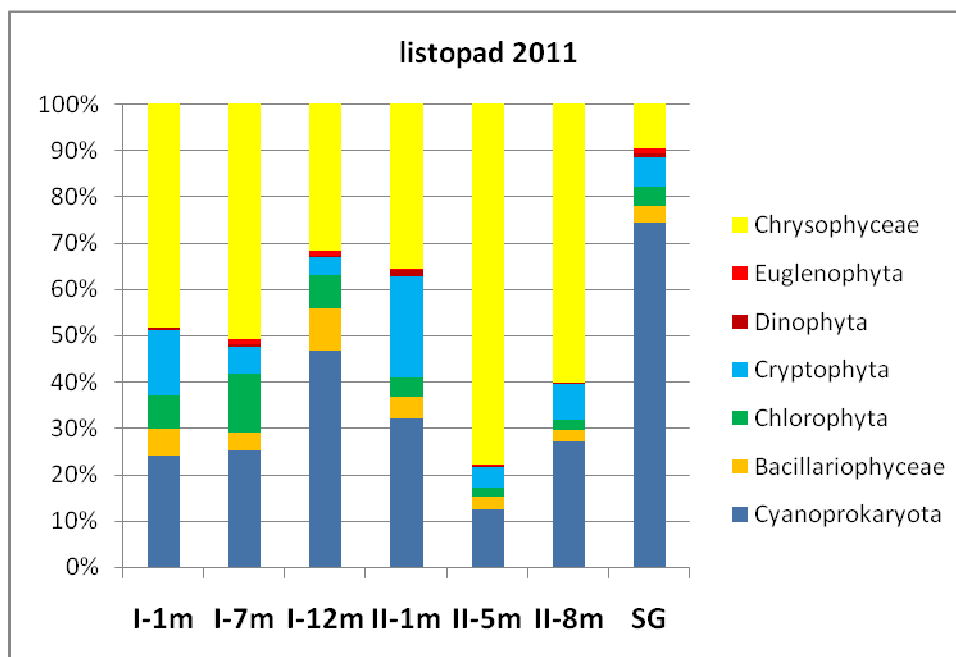
W Jeziorze Durowskim w okresie lata notowano niewielką liczebność fitoplanktonu, która nie przekraczała 5 tyś. kom./ml (ryc. 5). Jesienią (XI) stwierdzono wzrost liczebności fitoplanktonu, szczególnie na głębokości 5-7 m ale przede wszystkim była to drobna, jednokomórkowa *Erkenia subaequiciliata*, która ze względu na rozmiary nie wpłynęła na kształtowanie się biomasy. Stanowisko II, usytuowane w części północnej jeziora posiadało nieznacznie większe zakresy liczebności fitoplanktonu niż stanowisko I, co szczególnie wyraźnie zaznaczyło się w listopadzie. Jednak porównując liczebność glonów planktonowych w jeziorze z analogicznym okresem w roku 2010, stwierdzono bardzo wyraźny spadek liczebności fitoplanktonu, co równocześnie znalazło odzwierciedlenie w zwiększającej się przezroczystości wody. Struga Gołaniecka we wszystkich miesiącach badawczych charakteryzowała się dużą liczebnością fitoplanktonu w zakresie od 13 tyś. kom./ml (VII 2011) do 19,5 tyś. kom./ml (VIII). Wyraźny wzrost liczebności fitoplanktonu w sierpniu był powiązany z intensywnym rozwojem glonów w Jeziorze Kobyleckim i ich wymywaniem z jeziora w wyniku wzrostu poziomu wód (długotrwałe opady deszczu).



Ryc. 5. Całkowita liczebność fitoplanktonu na poszczególnych stanowiskach Jeziora Durowskiego i w Strudze Gołanieckiej od lipca do listopada 2011.

W okresie lipca, podobnie jak w zeszłym roku zbiorowisko fitoplanktonu w całej kolumnie wody było zdominowane przez złotowiciowce (*Erkenia subaequiciliata*, *Dinobryon divergens*; 30-84% całkowitej liczebności fitoplanktonu) z dużym udziałem zielenic (*Oocystis lacustris*, *Phacotus lenticularis*) i okrzemek (*Cyclotella radiosa*, *Asterionella formosa*) (ryc. 6). W obrębie sinic wyraźnym dominantem niezależnie od miesiąca badań i analizowanej głębokości była nadal *Limnothrix redekei* – tworząca w lipcu na obu stanowiskach wyraźne ugrupowania na głębokości metalimnionu. Sporadycznie wystąpiły także: *Aphanizomenon flos-aquae* i *Planktothrix agardhii*. Struga Gołaniecka bez względu na miesiąc badań okazała się źródłem dużej ilości sinic (głównie *Planktothrix agardhii*) wprowadzanych do jeziora Durowskiego. Pozostałe grupy taksonomiczne reprezentowane były nielicznie. W strukturze biomasy fitoplanktonu swój udział zaznaczyły także bruzdnice, które reprezentowane były głównie przez *Ceratium hirundinella*, *Peridinium cinctum* i w mniejszym stopniu przez *Peridiniopsis cuningtonii* i *Peridiniopsis elpatiewskyi* oraz kryptofity: *Cryptomonas erosa*, *Cryptomonas ovata*, *Cryptomonas rostrata*. Bruzdnic nie obserwowano w sierpniu a ich udział w zbiorowiskach fitoplanktonu w listopadzie był bardzo niewielki i nie przekraczał 1% w całkowitej liczebności komórek glonów.





Ryc. 6. Zestawienie średniego procentowego udziału poszczególnych grup glonów w całkowitej liczebności fitoplanktonu na stanowiskach badawczych Jeziora Durowskiego i Strugi Gołanieckiej od lipca do listopada 2011 roku.

W sierpniu swoją obecność w strukturze ilościowej zaznaczyły bardzo wyraźnie zielenice (16-48% całkowitej liczebności fitoplanktonu) i okrzemki (11-39%) z dużym udziałem kryptofitów (12-18%). Natomiast złotowiciowce zmniejszyły swój udział w całkowitej liczebności fitoplanktonu (10-46%) w stosunku do lipca i reprezentowane były głównie przez *Erkenia subaequiciliata* (ryc. 6). W warstwie wody na głębokości 12m (hypolimnion) udział sinic w zbiorowiskach fitoplanktonu wynosił 11,6% (stan. I). Zbiorowisko sinic zdominowane było przez *Limnothrix redekei*. Z zielenic najliczniej reprezentowane były *Phacotus lenticularis*, *Monoraphidium komarkovae*, *Cosmarium abbreviatum*, które są słabo wyjadane przez zooplankton. Podobnie jak w zeszłym roku stwierdzono przebudowę w obrębie okrzemek centrycznych i zastąpienie *Cyclotella radiosia* taksonem *Cyclotella ocellata*.

W listopadzie obserwowano wyraźną przebudowę struktury gatunkowej i ilościowej zbiorowisk fitoplanktonu, szczególnie w epilimnionie gdzie odnotowywano sinice. Swoją obecność w strukturze ilościowej zaznaczyły bardzo wyraźnie złotowiciowce, przede wszystkim drobne jednokomórkowe *Erkenia subaequiciliata* (ryc. 6). Sinice nadal tworzyły duże liczebnościowo zbiorowiska w strefie przydennej

(stan. I – około 47%) z wyraźną dominacją *Limnothrix redekei*. Udział zielenic w zbiorowiskach fitoplanktonu spadł w stosunku do miesięcy letnich i mieścił się w zakresie od 2% do 12%. Z zielenic najliczniej reprezentowane były populacje *Phacotus lenticularis*, *Sphaerocystis planctonica*, *Oocystis lacustris*, *Coelastrum astroideum*, *Monoraphidium komarkovae* oraz *Staurastrum gracile*. Nadal na wszystkich głębokościach utrzymywała się duża liczebność i biomasa kryptofitów. Okrzemki reprezentowane były nielicznie przez: *Asterionella formosa*, *Fragilaria crotonensis*, *Fragilaria ulna*, *Fragilaria ulna var. angustissima* i *Cyclotella radios*a.

Szczegółowe zestawienie gatunków dominujących w całkowitej liczebności fitoplanktonu dla kresu VII-XI 2011 zestawiono w tabeli 3, zamieszczonej poniżej.

Tabela 3. Struktura dominantów w zbiorowiskach fitoplanktonu w Jeziorze Durowskim i w Strudze Gołanieckiej w okresie od lipca do listopada 2011 (udział procentowy gatunku w całkowitej liczebności fitoplanktonu).

data-warstwa	stanowisko I	stanowisko II
5.07. 2011		
epilimnion	<i>Dinobryon divergens</i> 35% <i>Erkenia subaequiciliata</i> 19% <i>Cryptomonas ovata</i> 8%	<i>Dinobryon divergens</i> 49% <i>Erkenia subaequiciliata</i> 14% <i>Asterionella formosa</i> 10%
metalimnion	<i>Limnothrix redekei</i> 36% <i>Cyclotella radios</i> a 15% <i>Erkenia subaequiciliata</i> 9%	<i>Dinobryon divergens</i> 21% <i>Oocystis lacustris</i> 13% <i>Erkenia subaequiciliata</i> 9% <i>Cyclotella radios</i> a 8%
hypolimnion	<i>Erkenia subaequiciliata</i> 64% <i>Limnothrix redekei</i> 11% <i>Asterionella formosa</i> 4%	<i>Erkenia subaequiciliata</i> 82% <i>Dinobryon divergens</i> 2% <i>Planktothrix agardhii</i> 2%
7.08.2011		
epilimnion	<i>Cyclotella ocellata</i> 35% <i>Erkenia subaequiciliata</i> 29% <i>Phacotus lenticularis</i> 10%	<i>Erkenia subaequiciliata</i> 46% <i>Phacotus lenticularis</i> 13% <i>Rhodomonas minuta</i> 10% <i>Cyclotella ocellata</i> 9%
metalimnion	<i>Cyclotella ocellata</i> 30%	<i>Cyclotella ocellata</i> 28%

	<i>Phacotus lenticularis</i> 28% <i>Erkenia subaequiciliata</i> 10%	<i>Erkenia subaequiciliata</i> 24% <i>Rhodomonas minuta</i> 14%
hypolimnion	<i>Phacotus lenticularis</i> 42% <i>Cyclotella ocellata</i> 18% <i>Erkenia subaequiciliata</i> 12%	<i>Erkenia subaequiciliata</i> 28% <i>Phacotus lenticularis</i> 22% <i>Cyclotella ocellata</i> 14%
19.11.2011		
epilimnion	<i>Erkenia subaequiciliata</i> 48% <i>Limnothrix redekei</i> 15% <i>Rhodomonas minuta</i> 7%	<i>Erkenia subaequiciliata</i> 34% <i>Limnothrix redekei</i> 26% <i>Rhodomonas minuta</i> 16%
metalimnion	<i>Erkenia subaequiciliata</i> 51% <i>Limnothrix redekei</i> 12% <i>Aphanizomenon flos-aquae</i> 6%	<i>Erkenia subaequiciliata</i> 78% <i>Limnothrix redekei</i> 10% <i>Rhodomonas minuta</i> 3%
hypolimnion	<i>Erkenia subaequiciliata</i> 32% <i>Limnothrix redekei</i> 30% <i>Aphanocapsa incerta</i> 7% <i>Cyclotella radiosa</i> 5%	<i>Erkenia subaequiciliata</i> 60% <i>Limnothrix redekei</i> 23% <i>Rhodomonas minuta</i> 3%
Struga Gołaniecka		
5.07.2011	<i>Planktothrix agardhii</i> 28% <i>Limnothrix redekei</i> 24% <i>Dinobryon bavaricum</i> 8% <i>Erkenia subaequiciliata</i> 7%	
7.08.2011	<i>Limnothrix redekei</i> 75% <i>Erkenia subaequiciliata</i> 7% <i>Planktothrix agardhii</i> 4% <i>Rhodomonas minuta</i> 2%	
19.11.2011	<i>Limnothrix redekei</i> 50% <i>Planktothrix agardhii</i> 12% <i>Aphanizomenon flos-aquae</i> 11% <i>Erkenia subaequiciliata</i> 10%	

6. Podsumowanie

- Badania na Jeziorze Durowskim prowadzono od lipca do listopada 2011 roku na stanowisku obejmującym najgłębsze miejsce jeziora (st. I) i w basenie o głębokości 10 m (st. II). Próby pobierano konsekwentnie w profilu pionowym wody.
- Oznaczone parametry fizyczno-chemiczne w okresie od lipca do sierpnia wykazały stratyfikację letnią wód z ustabilizowaną termokliną na głębokości 5-7m. W profilu pionowym stwierdzono wyraźnie zróżnicowane wartości dla wszystkich analizowanych parametrów, szczególnie latem. W trakcie prowadzenia badań w lipcu i sierpniu 2011r. na stanowisku I i II od głębokości 4m odnotowano złe warunki tlenowe w profilu pionowym kolumny wody i w strefie przydennej. W porównaniu do lat wcześniejszych warunki tlenowe w kolumnie wody uległy jednak znacznej poprawie, co zaobserwowano w trakcie miksji jesiennej gdy na stanowisku II stężenie tlenu w całym profilu pionowym wynosiło około 7 mgO₂/l.
- Zmiany parametrów fizyczno-chemicznych miały ścisły związek z analizowanym sezonem, co związane było z powstaniem termokliny i uwarstwieniem letnim wody oraz z miksją jesienną w listopadzie.
- Przezroczystość wody w Jeziorze Durowskim wahała się od 1,7 – 2,5 m w lipcu, 2,25-2,5 m w sierpniu do 3,25 – 3,90 m w listopadzie 2011 roku. Średni zakres przezroczystości wody dla tego zbiornika wynosił w analizowanym okresie 2,48 m na stanowisku I i 2,88 m na stanowisku II. Uzyskane wartości tego parametru fizycznego wykazały gwałtowną tendencję wzrostową w stosunku do roku 2010.
- W lecie na obu stanowiskach badawczych odnotowano przewagę uwalniania fosforu z osadów dennych do wody nadosadowej. To samo zjawisko stwierdzono również w okresie jesiennym. Na stanowisku 1 wyniósł on 1,07 mgP m⁻²d⁻¹ w przypadku fosforanów rozp. i 1,53 mgP m⁻²d⁻¹ dla fosforu ogólnego. Odpowiednio na stanowisku 2 – 0,22 mgP m⁻²d⁻¹ i 0,44 mgP m⁻²d⁻¹.

- W lipcu i sierpniu 2011 w strukturze ugrupowań zooplanktonu dominowały wrotki, przy czym ich ilość znacząco spadła w stosunku do lat wcześniejszych. W strukturze ilościowej zaznaczyły swój udział także wioślarki: *Daphnia cucullata* i *D. hyalina*. Świadczy to o korzystnej, z punktu widzenia rekultywacji, przebudowie struktury zooplanktonu. W Jeziorze Durowskim po raz pierwszy odnotowano widłonoga *Eudiaptomus gracilis*. Struga Gołaniecka niezmiennie charakteryzuje się dominacją Wrotków co wskazuje na stały dopływ żyznych wód z jezior znajdujących się powyżej jeziora Durowskiego.

- W okresie 3 miesięcy prowadzonych badań zidentyfikowano łącznie 141 taksonów glonów planktonowych, z wyraźnym największym bogactwem gatunkowym w obrębie zielenic (Chlorophyta), okrzemek (Bacillariophyceae) oraz sinic (Cyanoprokaryota).

- Zmiany składu gatunkowego w zbiorowiskach fitoplanktonu dotyczyły całkowitej liczby taksonów obserwowanych w poszczególnych miesiącach i zmian ich udziału w całkowitej liczebności glonów planktonowych. Zbiorowisko fitoplanktonu zdominowane było przez złotowiciowce w całej kolumnie wody. W lipcu i sierpniu obserwowano szczyty występowania zielenic i okrzemek, szczególnie w metalimnionie i hypolimnionie. W listopadzie swoją obecność w strukturze ilościowej zaznaczyły także sinice, które stanowiły około 20% w całkowitej liczebności fitoplanktonu.

- W obrębie sinic wyraźnym dominantem niezależnie od miesiąca badań i analizowanej głębokości była *Limnothrix redekei*. Sporadycznie wystąpiły także: *Aphanizomenon flos-aquae* i *Planktothrix agardhii*. W całkowitej liczebności fitoplanktonu największy udział posiadały przedstawiciele złotowiciowców – *Erkenia subaequiciliata* i *Dinobryon divergens*, ale ze względu na niewielkie rozmiary komórek nie odegrały te gatunki znaczącej roli w biomasy fitoplanktonu.

- W strukturze biomasy fitoplanktonu swój udział zaznaczyły także bruzdnice, które reprezentowane były głównie przez *Ceratium hirundinella*, *Peridinium cinctum* oraz w mniejszej ilości przez *Peridiniopsis cuningtonii* i *Peridiniopsis elpatiewskyi*. Ich udział w zbiorowiskach fitoplanktonu w kolejnych miesiącach stopniowo spadał. Latem fitoplankton charakteryzował się obecnością dużych gatunków glonów, co znalazło

odzwierciedlenie także w licznych udziale okrzemek: *Asterionella formosa*, *Fragilaria crotonensis*, *Fragilaria ulna*, *Fragilaria ulna* var. *angustissima*, *Cyclotella radiososa* i *Cyclotella ocellata* (sierpień 2011).

- Przeprowadzone badania w oparciu o parametry biologiczne jak i fizyczno-chemiczne wykazały zmiany korzystne z punktu widzenia rekultywacji, między innymi: wzrost przezroczystości wody, utrzymywanie się dużego udziału przedstawicieli Cladocera i Copepoda oraz przebudowę struktury gatunkowej w obrębie dominujących taksonów fitoplanktonu.

7. Literatura

ELBANOWSKA H., ZERBE J., SIEPAK J. 1999. Fizyczno-chemiczne badania wód. Wydawnictwo Naukowe PWN, Poznań.

GOŁDYN R., MESSYASZ B. 2008. Stan jakości wód i możliwości rekultywacji Jeziora Durowskiego. Wydział Biologii UAM, maszynopis.

MYŚLIŃSKA E. 2001. Grunty organiczne i laboratoryjne metody ich badań. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa 208 str.

PSENNER R., BOSTRÖM B., DINKA M., PETTERSSON K., PUCSKO R., SAGER M. 1988. Functionation of phosphorus in suspended matter and sediment. Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol. 30, 83-112.

ROTT E. 1981. Some results for phytoplankton counting intercalibrations –Schweiz. Z. Hydrol. 43 (1): 34-62.

SIEPAK J. 1992. Fizyczno-chemiczna analiza wód i gruntów. Wydawnictwo UAM, Poznań, skrypt.

STARMACH K. 1989. Plankton roślinny wód słodkich. PWN Warszawa-Kraków: 496 str.

VAN DEN HOECK C., MANN D.G., JAHNS H.M. 1995. Algae. An introduction to phycology. Cambridge University Press. 623 str.

8. Spis kluczy fykologicznych

Anagnostidis K., Komárek J. 1986. Modern approach to the classification of *Cyanophytes*. 2 – *Chroococcales*. *Arch. Hydrobiol.*, **2**: 157–226.

Anagnostidis K., Komárek J. 1988. Modern approach to the classification of *Cyanophytes*. 3 – *Oscillatoriales*. *Arch. Hydrobiol.* (Suppl.), **80**: 327–427.

Anagnostidis K., Komárek J. 1989. Modern approach to the classification of *Cyanophytes*. 4 – *Nostocales*. *Arch. Hydrobiol.* (Suppl.), **82**: 327–427.

Ettl H. 1978. Xantophyceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa; T. 3/1, *VEB Gustav Fischer*, Verlag. Jena: 2–530.

Ettl H., Gärtner G. 1988. *Chlorophyta* II. *Tetrasporales*, *Chlorococcales*, *Gloeodendrales*. Süßwasserflora von Mitteleuropa; T. 10, *VEB Gustav Fischer*, Verlag. Jena: 2–436.

Håkansson H. 2002. A compilation and evaluation of species in the general *Stephanodiscus*, *Cyclostephanos* and *Cyclotella* with a new genus in the family *Stephanodiscaceae*. W: Serieyssl K, Sullivan M.J. (eds.) *Diatom Research*. *Biopress Limited*, Bristol, England, **17** (1): 2–139.

Häusler J. 1982. Schizomycetes. Bakterien. Süßwasserflora von Mitteleuropa; T 20, *Gustav Fischer*, Verlag. Jena: 2–588.

Hegewald E. 2000. New combinations in the genus *Desmodesmus* (Chlorophyceae, Scenedesmaceae). *Algological Studies*, **96**: 1–18.

Hindák F. 1984. Studies on the *Chlorococcal* Algae (*Chlorophyceae*) III; *VEDA Publishing House of the Slovak Academy of Sciences*, Bratislava: 2–308.

Hindák F. 1988. Studies on the *Chlorococcal* Algae (*Chlorophyceae*) IV; *VEDA Publishing House of the Slovak Academy of Sciences*, Bratislava: 2–263.

Hindák F. 1988. Studies on the *Chlorococcal* Algae (*Chlorophyceae*) V; *VEDA Publishing House of the Slovak Academy of Sciences*, Bratislava: 2–225.

- Hindák F.** 1996. Key to the unbranched filamentous green algae (*Ulotrichineae*, *Ulotrichales*, *Chlorophyceae*). *Bulletin Slovenskej Botanickéj Spoločnosti pri SAV*, Bratislava, Supplement 1: 2–77.
- Hindák F.** 2001. Fotografický atlas mikroskopických sinic. *VEDA Publishing House of the Slovak Academy of Sciences*, Bratislava: 5–127.
- Joosten A.M.T.** 2006. Flora of the blue-green algae of the Netherlands. The non-filamentous species of inland waters. Vereniging Voor Veldbiologie, *KNNV Publishing*, Amsterdam: 7–239.
- Krammer K., Lange-Bertalot H.** 1986. *Bacillariophyceae*. Süßwasserflora von Mitteleuropa; T. 2/1, *VEB Gustav Fischer*, Verlag. Jena: 2–876.
- Krammer K., Lange-Bertalot H.** 1988. *Bacillariophyceae*. Süßwasserflora von Mitteleuropa; T 2/2, *Gustav Fischer*, Verlag. Jena: 2–596.
- Krammer K., Lange-Bertalot H.** 1991. *Bacillariophyceae*. Süßwasserflora von Mitteleuropa; T 2/3, *Gustav Fischer*, Verlag. Jena: 2–576.
- Krammer K., Lange-Bertalot H.** 1991. *Bacillarioophyceae*. Süßwasserflora von Mitteleuropa; T 2/4, *Gustav Fischer*, Verlag. Jena: 2–437.
- Komárek J., Fott B.** 1983. *Chlorophyceae* (Grünalgen), Ordnung *Chlorococcales*. Das Phytoplankton des Süßwassers. Die Biennengewässer, Bd. 16, 7 Teil, 1 – 712, 1 Hälfte, E. Schweizerbart, Stuttgart: 2–543.
- Komárek J., Anagnostidis K.** 1999. *Cyanoprokaryota*. 1. Teil: *Chroococcales*. Süßwasserflora von Mitteleuropa; T. 19/1, *VEB Gustav Fischer*, Verlag. Heidelberg, Berlin: 2–548.
- Komárek J., Anagnostidis K.** 2005. *Cyanoprokaryota*. 2. Teil: *Oscillatoriales*. Süßwasserflora von Mitteleuropa; T. 19/2, *VEB Gustav Fischer*, Verlag. Heidelberg, Berlin: 2–759.
- Lange-Bertalot H.** 1993. 85 new taxa and much more than 100 taxonomic clarifications supplementary to Süßwasserflora von Mitteleuropa. *VEB Gustav Fischer*, Verlag. Berlin, Stuttgart, *Bibl. Diatom* 2, 1–4: 2–759.

- Lange–Bertalot H.** 2001. *Navicula* sensu stricto, 10 genera separated from *Navicula* sensu lato, Frustulia. W: Lange–Bertalot H. (ed.): Diatoms of Europe. Diatoms of the European inland waters and comparable habitats. A.R.G. Gantner Verlag K.G., 2: 2–526.
- Popovský J., Pfiester L.A.** 1990. *Dinophyceae (Dinoflagellida)*. Süßwasserflora von Mitteleuropa; T. 6, VEB Gustav Fischer, Verlag. Heidelberg, Berlin: 2–272.
- Starmach K.** 1966. *Cyanophyta* – Sinice, *Glaucophyta* – Glaukofity. Flora słodkowodna Polski, T. 2, PWN, Warszawa: 5–807.
- Starmach K.** 1968. *Chrysophyta* I. *Chrysophyceae* – Żłotowiciowce oraz wiciowce bezbarwne – zooflagellata wolnożyjące. Flora słodkowodna Polski, T. 5, PWN, Warszawa: 5–595.
- Starmach K.** 1968. *Xantophyceae* – Różnowiciowce. Flora słodkowodna Polski, T. 7. PWN, Warszawa – Kraków: 5–393.
- Starmach K.** 1974. *Cryptophyceae, Dinophyceae, Raphidiophyceae*. Flora słodkowodna Polski. T. 4. PWN, Warszawa – Kraków: 5–520.
- Starmach K.** 1983. *Euglenophyta*. Flora słodkowodna Polski. T. 3, PWN, Warszawa – Kraków: 5–594.
- Starmach K.** 1989. Plankton roślinny wód słodkich. Metody badania i klucze do oznaczania gatunków występujących w wodach Europy Środkowej. PWN, Warszawa - Kraków: 5-496.
- Wołowski K.** 1998. Taxonomic and environmental studies on euglenophytes of the Kraków-Częstochowa upland (Southern Poland). *Fragmenta Floristica et Geobotanica*, Supplementum 6: 3–192.
- Wołowski K., Hindák F.** 2005. Atlas of Euglenophytes. VEDA Publishing House of the Slovak Academy of Sciences, Bratislava: 5–135.