

MARLENA PIONTEK, KATARZYNA ŁUSZCZYŃSKA\*,  
AURELIA AWIŃSKA-WIĘCKOWSKA\*\*

## PLANKTON JAKO WSKAŹNIK KLASY CZYSTOŚCI WODY

### *Streszczenie*

*Na przełomie lipca, sierpnia i września obserwowano zróżnicowanie gatunkowe planktonu jeziora Droszków w województwie lubuskim, gminie Zabór. Ponadto wykonane zostały badania sanitarne wody jeziora przeprowadzone w Zakładzie Uzdantniania Wody (ZUW) w Zielonej Górze oraz badania fizykochemiczne przeprowadzone przez centralne laboratorium Instytutu Inżynierii Środowiska Uniwersytetu Zielonogórskiego. Celem prowadzonych obserwacji była ocena jakości wody jeziora Droszków i określenie metodą biologiczną jego klasy czystości. W drugiej połowie sierpnia zaobserwowano zakwit sinic. Gatunkiem dominującym były *Mikrocystis flos-aque* oraz *Anabaena solitaria*. Bardzo licznie występowały też złoto wiciowce, a w szczególności *Synura uvella* i *Dinobryon divergens*. W prowadzonych badaniach skupiono się na określeniu stopnia klasy czystości wody jeziora poprzez obserwację mikroskopową planktonu. Dla porównania przydatności metody biologicznej wykonano badania fizykochemiczne i sanitarne. Wyniki przeanalizowano zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 r. w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód (Dz. U. Nr 32, poz. 284).*

Słowa kluczowe: trofia zbiorników wodnych, eutrofizacja, plankton jako wskaźnik czystości wody, porównanie analizy fizykochemicznej i biologicznej

### WSTĘP

Przy ocenie jakości wód wykorzystuje się parametry fizykochemiczne, mikrobiologiczne oraz biologiczne. Parametry biologiczne to system organizmów wskaźnikowych. Podstawą teoretyczną systemu saprobów są współzależności

---

\* Uniwersytet Zielonogórski, Instytut Inżynierii Środowiska, Zakład Ekologii Stosowanej

\*\* Uniwersytet Zielonogórski, Instytut Inżynierii Środowiska, dyplomantka ZES

ekologiczne pomiędzy biocenozą a czynnikami środowiska. Najważniejszym celem analizy biologicznej jest określenie składu biocenoz w wodach zanieczyszczonych i ustalenie zmian ilościowych i jakościowych, jakie zaszły w tym składzie pod wpływem określonych ścieków [Turoboyski 1979].

Celem publikacji jest przedstawienie zastosowania biologicznej metody badań do oceny klasy czystości wody w jeziorze na podstawie występującego w nim planktonu.

## MATERIAŁY I METODY

### Miejsce poboru prób

Droszków to mała wieś położona w województwie lubuskim, gminie Zabór. W pobliżu tej miejscowości w otoczeniu lasów znajduje się niewielkie jezioro, w którym były prowadzone badania hydrobiologiczne i analiza saprobowa wody. Zbiornik jest zasilany przez potok Zaborski Śmiga. Jezioro to nie posiada odpływu, jego powierzchnia wynosi około 5 ha, natomiast głębokość w okresie wiosennym wynosi 3 m, a w okresie letnim 1,5 m. Najważniejszymi przedstawicielami ryb tego zbiornika są płotki, leszcze, okonie, szczupaki i węgorze, dlatego zbiornik oprócz funkcji rekreacyjnej (kąpielisko z plażą) pełni funkcję łowiska rybnego.

Na mapie załączonej poniżej zaznaczono punktami A i B miejsca poboru prób. Obydwa stanowiska znajdują się w północnej części zbiornika. W punkcie A pobierano próby do analizy biologicznej, natomiast w punkcie B była pobierana woda do badań fizykochemicznych i mikrobiologicznych.

### Metody badań

W laboratorium Biologii i Ekologii Instytutu Inżynierii Środowiska Uniwersytetu Zielonogórskiego przeprowadzone zostały badania w celu sprawdzenia jakości wody jeziora Droszków. Badania te obejmowały analizę jakościową planktonu, analizę mikrobiologiczną czyli oznaczenie obecności bakterii grupy *coli* i miano *coli* oraz analizę fizykochemiczną.

#### *Metoda poboru prób i analiza jakościowa fitoplanktonu*

Badania planktonu prowadzono sześciokrotnie na przełomie lipca, sierpnia i września. W każdym miesiącu pobierano dwie próby wody. Próby wody pobierano zawsze w godzinach porannych i tego samego dnia wykonano obserwacje mikroskopowe. Próby nie wymagały konserwowania. Do pobierania prób wykorzystano siatkę planktonową o średnicy oczek 25  $\mu\text{m}$ . Wodę do badań

pobierano trzy metry od brzegu za pomocą wiadra, którą następnie przelewano przez siatkę planktonową. Czynność tą powtarzano 10 razy i zawartość siatki po przelaniu 10 wiadra czyli 100 dm<sup>3</sup> wody powierzchniowej zlewano do szklanego naczynia. Jakościowego oznaczenia prób dokonywano w laboratorium biologicznym przy użyciu mikroskopu Eduko i Nikon przy powiększeniach 100x, 120x, 250x i 400x. Następnie sporządzano listę obecnych w próbie gatunków oraz wyłaniono gatunek dominujący. Liczebności organizmów ustalono według skali stosowanej w Instytucie Inżynierii Środowiska: bardzo liczne, licznie, dość licznie, pojedynczo.



Legenda:

- - las iglasty, □ - zarośla, trzciny, ○ - pojedyncze drzewa, krzaki,
- ▤ - wąwóz, ▨ - potok zasilający jezioro, ▬ - jaz ruchomy lub zastawka
- piętrząca, kąp: - kąpielisko, 4 - maksymalna głębokość jeziora, A - punkt poboru próby do analizy biologicznej, B - punkt poboru próby do analizy fizykochemicznej i mikrobiologicznej

*Rys. 1. Jezioro Droszków z naniesionymi punktami poboru próbek do analiz biologicznych i chemicznych*  
*Fig. 1. Droszków lake with marked points of sampling for biological and chemical analysis.*



*Fot. 1. Miejsce poboru prób do analizy biologicznej*  
*Phot. 1. Place of sampling for biological analysis*

#### *Badania bakteriologiczne*

Badania mikrobiologiczne zostały wykonane przez pracowników laboratorium mikrobiologii wody Zakładu Uzdatniania Wody w Zielonej Górze. Wodę do badań pobierano dwukrotnie do 0,5 litrowego słoiczka, który wcześniej był sterylizowany. Napełniono 3/4 objętości po czym dokładnie zakręcono naczynie i dostarczono do ZUW. Pierwsza próba została pobrana w kwietniu (26 kwietnia 2010 r.) a druga w maju (18 maja 2010 roku). Pracownicy laboratorium wykonali oznaczenia bakterii grupy *coli* oraz miano *coli* zgodnie z Polską normą PN-75C-04615.

#### *Badania fizykochemiczne*

Próbę wody pobrano w maju (18 maja 2010 roku) do dwóch butelek 1,5 litrowych z dwóch różnych miejsc jeziora Droszków, które następnie dostarczono do laboratorium Technologii Wody i Ścieków Instytutu Inżynierii Środowiska Uniwersytetu Zielonogórskiego. Analizę chemiczną prób rozpoczęto tego samego dnia po dostarczeniu prób do laboratorium. Badania obejmowały następujące wskaźniki: odczyn, przewodnictwo właściwe, barwę, mętność, zapach, zasadowość, twardość, wapń, magnez, utlenialność, chlorki, siarczany, fosforany, azot amonowy, azot azotynowy, azot azotanowy, żelazo ogólne, mangan, sucha pozostałość, pozostałość po prażeniu oraz straty po prażeniu.

Wszystkie oznaczenia zostały wykonane zgodnie z obowiązującymi w Polsce normami.

### WYNIKI BADAŃ

Wyniki zostały przedstawione w tabelach i przeanalizowane pod kątem określenia klasy czystości wody jeziora Droszków.

#### Wyniki badań planktonu

W każdej próbkę oznaczono poszczególne taksony występujące w jez. Droszków oraz na podstawie skali umownej określono ich ilość. Ponadto określono jaką strefę saprobową reprezentują gatunki występujące w badanej próbce.

Tab. 1. Zestawienie gatunków występujących w pierwszej próbce

Tab. 1. Summary of species occurring in the first sample

Taksony	I próba 09.07.2009r	Strefa saprobowa (wskaźnik)	Liczebność
Sinice	<i>Merismopedia synechococcus</i>	β	dość licznie
Okrzemki	<i>Asterionella formosa</i>	β	dość licznie
Zielenice	<i>Pediastrum campanula</i> <i>Closterium acenosum</i>	- α	dość licznie pojedynczo
Złotowiciowce	-	-	-
Eugleniny	<i>Euglena phacus</i> <i>Trachelomonas hispida</i> <i>Euglena oxyuris</i>	- β - α α	dość licznie
Tobołki	-	-	-
Orzęski	<i>Vorticella alba</i> <i>Vorticella campanula</i> <i>Navicula gracilis</i>	- β β	pojedynczo pojedynczo dość licznie
Wrotki	-	-	-
Stawonogi	-	-	-

β- strefa β-mezosaprobowa; α- strefa α-mezosaprobowa; o- strefa oligosaprobowa



Tab. 2. Zestawienie gatunków występujących w drugiej próbie  
 Tab. 2. Summary of species occurring in the second sample

Taksony	II próba 23.07.2009 r.	Strefa saprobowa (wskaźnik)	Liczebność
Sinice	<i>Merismopedia synechococcus</i>	β	dość licznie
Okrzemki	<i>Asterionella formosa</i> <i>Synedra acus</i>	β o	dość licznie pojedynczo
Zielenice	<i>Pediastrum campanula</i> <i>Closterium acenosum</i>	- α	dość licznie pojedynczo
Złotowiciowce	<i>Franceia ovalis</i>	-	pojedynczo
Eugleniny	<i>Euglena phacus</i> <i>Trachelomonas hispida</i> <i>Euglena oxyuris</i>	- β-α β	dość licznie
Tobołki	-	-	-
Orzęski	<i>Vorticella alba</i> <i>Vorticella campanula</i> <i>Navicula gracilis</i>	- β, α β, o	pojedynczo pojedynczo dość licznie
Wrotki	-	-	-
Stawonogi	-	-	-

β- strefa β-mezosaprobowa; α- strefa α-mezosaprobowa; o- strefa oligosaprobowa

Tab. 3. Zestawienie gatunków występujących w trzeciej próbie  
 Tab. 3. Summary of species occurring in the third sample

Taksony	III próba 12.08.2009 r.	Strefa saprobowa (wskaźnik)	Liczebność
Sinice	<i>Anabaena affinis</i> <i>Oscillatoria formosa</i> <i>Gloetrichia pisum</i> <i>Anabaena circinalis</i>	β α - -	bardzo licznie licznie pojedyncze licznie
Okrzemki	<i>Asterionella formosa</i> <i>Synedra acus</i> <i>Fragilaria campunica</i>	B o, β β, o	dość licznie pojedynczo licznie
Zielenice	<i>Pediastrum duplex</i> <i>Pediastrum boryneanum</i> <i>Tetraedron minimum</i> <i>Pediastrum simplex</i> <i>Volvox globator</i>	B β β - o, β	licznie pojedynczo pojedynczo licznie pojedynczo
Złotowiciowce	-	-	-

Eugleniny	<i>Euglena phacus</i> <i>Trachelomonas hispida</i> <i>Euglena oxyuris</i> <i>Euglena tripteris</i> <i>Euglena gracilis</i>	- β-α α - -	licznie licznie licznie pojedynczo licznie
Tobołki	-	-	-
Orzęski	<i>Vorticella alba</i>	-	pojedynczo
Wrotki	-	-	-
Stawonogi	-	-	-

β- strefa β-mezosaprobowa; α- strefa α-mezosaprobowa; o- strefa oligosaprobowa

W tym czasie w pierwszej połowie sierpnia miał miejsce zakwit sinic. Bardzo licznie występowała sinica *Anabaena affinis*.

Tab. 4. Zestawienie gatunków występujących w czwartej próbie

Tab. 4. Summary of species occurring in the fourth sample

Taksony	IV próba 31.08.2009 r.	Strefa saprobowa (wskaźnik)	Liczebność
Sinice	<i>Anabaena affinis</i> <i>Oscillatoria formosa</i> <i>Anabaena circinalis</i> <i>Anabaena solitaria</i> <i>Anabaena flos-aque</i> <i>Aphanizomenon flos-aque</i> <i>Gomphosphaeria</i> <i>Naegeliana</i> <i>Microcystis flos-aque</i>	β α - - β, o - - -	bardzo licznie licznie licznie licznie licznie licznie pojedynczo licznie
Okrzemki	<i>Asterionella formosa</i> <i>Amphora ovalis</i> <i>Cyclotella sp.</i> <i>Cymbella lanceolata</i> <i>Fragilaria campucina</i> <i>Melosira varians</i> <i>Fragilaria crottenensis</i> <i>Gyrosigma acuminatum</i> <i>Navicula viridula</i> , <i>Navicula radiosa</i> <i>Navicula cuspidata</i> <i>Pinnularia viridis</i> <i>Synedra ulna</i> <i>Diatoma vulgare</i>	β β o,β β o,β β β β α β, o α α-β, β β, o, α-β β β	licznie pojedynczo pojedynczo pojedynczo licznie pojedynczo licznie pojedynczo licznie licznie pojedynczo pojedynczo licznie licznie
Zielenice	<i>Coleastrum microporum</i> <i>Coleastrum cambricum</i>	B -	pojedynczo licznie

	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	β	pojedynczo
	<i>Pediastrum duplex</i>	β	licznie
	<i>Pediastrum boryanum</i>	β	dość licznie
	<i>Pediastrum simplex</i>	-	dość licznie
	<i>Pediastrum clathratum</i> ,	-	pojedynczo
	<i>Scenedesmus quadricauola</i>	β	pojedynczo
	<i>Scenedesmus arvernensis</i>	-	pojedynczo
	<i>Scenedesmus acuminatus</i>	β	pojedynczo
	<i>Staurastrum gracile</i>	-	pojedynczo
	<i>Staurastrum vestitum</i>	-	pojedynczo
	<i>Staurastrum paradoxum</i>	-	pojedynczo
	<i>Pediastrum biradiatum</i>	-	dość licznie
	<i>Closterium lunula</i>	-	licznie
Złotowiciowce	<i>Franceia ovalis</i> ,	-	licznie
	<i>Dinobryon divergens</i>	β	licznie
	<i>Mallomonas sp.</i>	β,o	pojedynczo
	<i>Uroglena volvox</i>	β	licznie
	<i>Uroglena corimamma</i>	-	pojedynczo
	<i>Synura uvella</i>	β	licznie
Eugleniny	<i>Euglena acus</i>	β	licznie
	<i>Euglena phacus</i>	-	licznie
	<i>Euglena oxyuris</i>	α	pojedynczo
	<i>Phacus pyrum</i>	-	pojedynczo
	<i>Trachelomonas hispida</i>	β-α	licznie
Tobółki	<i>Ceratium hirundinella</i>	-	bardzo licznie
	<i>Peridinium babulatum</i>	-	pojedynczo
	<i>Peridinium bipes</i>	-	pojedynczo
Orzęski	<i>Actinosphaerium eichhornii</i>	o	pojedynczo
	<i>Coleps hirtus</i>	β	dość licznie
	<i>Opercularia sp.</i>	-	pojedynczo
	<i>Diffugia oblanga</i>	-	pojedynczo
	<i>Vorticella campanula</i>	β	licznie
Wrotki	<i>Keratella cochlearis</i>	β	pojedynczo
	<i>Keratella quadrata</i>	β	pojedynczo
	<i>Synchaeta kitina</i>	-	pojedynczo
	<i>Cephalodella gibba</i>	-	pojedynczo
	<i>Polyartha remata</i>	-	pojedynczo
Stawonogi	<i>Nauplius sp.</i>	-	pojedynczo

β- strefa β-mezosaprobowa; α- strefa α-mezosaprobowa; o- strefa oligosaprobowa



W tym czasie (pod koniec sierpnia) w jeziorze miał miejsce zakwit tobołków i sinic. Bardzo licznie występowały dwa gatunki: glony *Ceratium hirudinella* i sinica *Anabaena affinis*.

Tab. 5. Zestawienie gatunków występujących w piątej próbie

Tab. 5. Summary species occurring in the fifth sample

Taksony	V próba 17.09.2009r	Strefa saprobowa (wskaźnik)	Liczebność
Sinice	<i>Anabaena affinis</i>	β	bardzo licznie
	<i>Anabaena spiroides</i>	β	licznie
	<i>Microcystis flos-aque</i>	-	licznie
Okrzemki	<i>Asterionella formosa</i>	β	licznie
Zielenice	<i>Pediastrum duplex</i>	β	licznie
	<i>Scenedesmus arvernensis</i>	-	pojedynczo
	<i>Pediastrum biradiatum</i>	-	pojedynczo
Złotowiciowce	<i>Uroglena corimamma</i>	-	pojedynczo
	<i>Synura uvella</i>	α, α-β, o	licznie
Eugleniny	<i>Euglena acus</i>	β	licznie
	<i>Euglena acus</i>	-	licznie
	<i>Euglena gracilis</i>	-	pojedynczo
Tobołki	-	-	-
Orzęski	<i>Coleps hirtus</i>	β	dość licznie
Wrotki	<i>Keratella cochlearis</i>	β	pojedynczo
	<i>Polyartha remata</i>	-	pojedynczo
Stawonogi	-	-	-

β- strefa β-mezosaprobowa; α- strefa α-mezosaprobowa; o- strefa oligosaprobowa

W piątej próbie stwierdzono zakwit sinic. Bardzo licznie występował gatunek *Anabaena affinis*. Licznie towarzyszyły mu dwa inne gatunki – spokrewniona z nim *Anabaena spiroides* oraz *Mikrocystis flos-aque*.

Tab. 6. Zestawienie gatunków występujących w szóstej próbie  
 Tab. 6. Summary species occurring in the sixth sample

Taksony	VI próba 28.09.2009r	Strefa saprobowa (wskaźnik)	Liczebność
Sinice	<i>Aphanizomenon flos-aque</i> <i>Gomphosphaeria</i> <i>Naegeliana</i> <i>Microcystis flos-aque</i> <i>Anabaena flos-aque</i> <i>Anabaena circinalis</i> <i>Microcystis aeruginosa</i>	$\beta$ - $\beta$ $\beta$ - -	licznie pojedynczo licznie pojedynczo pojedynczo licznie
Okrzemki	<i>Asterionella formosa</i> <i>Synedra acus</i> <i>Synedra ulna</i> <i>Melosira varians</i> <i>Caloneis amphisbaena</i>	$\beta$ o $\beta$ $\beta$ $\beta$	licznie pojedynczo pojedynczo pojedynczo
Zielenice	<i>Actinastrum hantschii</i> , <i>Pediastrum boryanum</i> <i>Pediastrum tetras</i> <i>Pediastrum duplex</i> <i>Dictyosphaerium pulchellum</i> <i>Scenedesmus quadricauda</i> <i>Scenedesmus acuminatus</i> <i>Scenedesmus obliquus</i> <i>Tetraedron caudatum</i> <i>Staurastum paradoxum</i> <i>Closterium navicula</i> <i>Coleastrum microporum</i>	$\beta$ $\beta$ $\beta$ $\beta$ $\beta$ $\beta$ $\beta$ $\beta$ - - - $\beta$	pojedynczo pojedynczo pojedynczo licznie pojedynczo pojedynczo pojedynczo pojedynczo pojedynczo pojedynczo licznie pojedynczo
Złotowiciowce	<i>Dinobryon sp.</i> <i>Mallomonas sp.</i> <i>Uroglena volvox</i> <i>Uroglena corumamma</i> <i>Synura uvella</i>	- - $\beta$ - $\beta$	licznie pojedynczo licznie pojedynczo licznie
Eugleniny	<i>Phacus pleuronectes</i> <i>Euglena acus</i>	$\beta$ $\beta$	pojedynczo licznie
Tobołki	<i>Peridinium babulatum</i> <i>Peridinium bipes</i>	- -	Pojedynczo pojedynczo
Orzęski	<i>Coleps hirtus</i> <i>Vorticella campanula</i>	$\beta$ $\beta$	licznie licznie
Wrotki	<i>Keratella cochlearis</i> <i>Polyartha remata</i>	$\beta$ $\beta$	licznie pojedynczo
Stawonogi	<i>Cyclops sp.</i> <i>Nauplius sp.</i>	- -	pojedynczo pojedynczo

$\beta$ - strefa  $\beta$ -mezosaprobowa;  $\alpha$ - strefa  $\alpha$ -mezosaprobowa; o- strefa oligosaprobowa

### Zestawienie wyników badań planktonu

1. W sześciu próbach wystąpiło:
    - 12 gatunków sinic,
    - 61 gatunków glonów (17 okrzemek, 23 zielenice, 7 złotowiciowców, 8 euglenin, 3 tobołki),
    - 7 gatunków pierwotniaków,
    - 5 gatunków wrotków
    - 2 gatunki stawonogów,
  2. We wszystkich sześciu próbach dominowały organizmy strefy  $\beta$ -mezosaprobowej,
  3. Jeden gatunek okrzemek *Asterionella formosa* występował we wszystkich sześciu próbach.
  4. W pojedynczych przypadkach występowały: *Anabaena spiroides*, *Melosira varians*, *Fragilaria crotenensis*, *Gyrosigma acuminatum*, *Pinnularia viridis*, *Diatoma vulgare*, *Actinastrum hantschii*, *Staurastrum gracile*, *Staurastrum vestitum*.
  5. Zaobserwowano, że jakościowo najwięcej było gatunków zielenic, ale ilościowo najliczniej występowały w próbach sinice *Aphanizomenon flos-aquae*.
  6. W próbie pobranej 31 sierpnia zaobserwowano zakwit sinic. Gatunkami dominującymi były *Microcystis flos-aque* oraz *Anabaena solitaria*.
  7. W pierwszej połowie sierpnia miał miejsce zakwit sinic. Bardzo licznie występowała sinica *Anabaena affinis*.
  8. W połowie września wystąpił zakwit sinic. Bardzo licznie występował gatunek *Anabaena affinis*. Licznie towarzyszyły *Anabaena spiroides* oraz *Microcystis flos-aque*.
  9. W próbach występowało 18 gatunków, które są organizmami wskaźnikowymi strefy  $\beta$ -mezosaprobowej:
    - Przedstawiciele sinic: *Aphanizomenon flos-aquae*, *Merismopedia glauca*, *Anabaena spiroides*, *Microcystis aeruginosa*,
    - Przedstawiciele okrzemek: *Asterionella formosa*, *Melosira varians*, *Diatoma vulgare*, *Fragilaria capucina*, *Synedra ulna*, *Navicula radiosa*,
    - Przedstawiciele zielenic: *Pediastrum boryanum*, *Pediastrum duplex*, *Sceenedesmus quadricauda*, *Closterium microponum*,
    - Przedstawiciele złotowiciowców: *Uroglena volvox*, *Synura uvella*,
    - Przedstawiciele euglenin: *Euglena acus*, *Trachelomonas hispida*.
- Na tej podstawie zakwalifikowano jezioro Droszków do drugiej klasy czystości wody.
10. W połowie września wystąpił zakwit sinic. Bardzo licznie występował gatunek *Anabaena affinis*. Licznie towarzyszyły *Anabaena spiroides* oraz *Microcystis flos-aque*.

11. W próbach występowało 18 gatunków, które są organizmami wskaźnikowymi strefy  $\beta$ -mezosaprobowej:

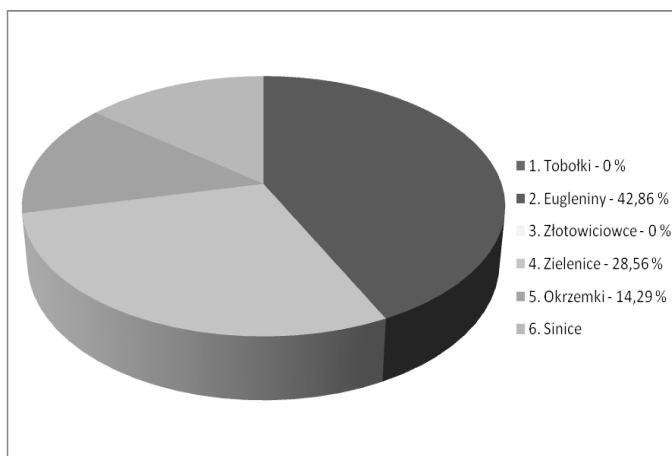
- Przedstawiciele sinic: *Aphanizomenon flos-aquae*, *Merismopedia glauca*, *Anabaena spiroides*, *Microcystis aeruginosa*,
- Przedstawiciele okrzemek: *Asterionella formosa*, *Melosira varians*, *Diatoma vulgare*, *Fragilaria capucina*, *Synedra ulna*, *Navicula radiosa*,
- Przedstawiciele zielenic: *Pediastrum boryanum*, *Pediastru duplex*, *Scenedesmus quadricauda*, *Closterium microponum*,
- Przedstawiciele złotowiciowców: *Uroglena volvox*, *Synura uvella*,
- Przedstawiciele euglenin: *Euglena acus*, *Trachelomonas hispida*.

Na tej podstawie zakwalifikowano jezioro Droszków do drugiej klasy czystości wody.

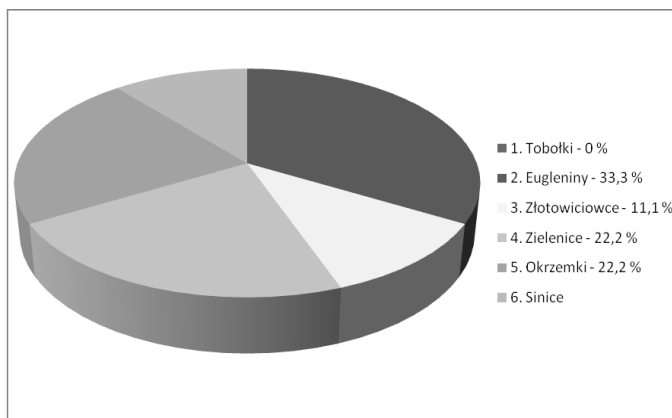
Procentowy udział sinic i glonów w badanych 6 próbach przedstawiał się jak niżej.

1. W lipcu i pierwszej połowie sierpnia w wodach jeziora Droszków dominowały eugleniny i zielenice.
2. W drugiej połowie sierpnia odnotowano dużą liczbę zielenic, okrzemek i sinic. W sierpniu również twierdzono zakwit sinic. Gatunkiem dominującym były *Microcystis flos-aque* oraz *Anabaena solitaria*. Bardzo licznie występowały też złotowiciowce, a w szczególności *Synura uvella* i *Dinobryon divergens*.
3. W miesiącu wrześniu w drugiej połowie licznie występowały zielenice i sinice oraz eugleniny. Na koniec września i sierpnia w wodzie jeziora Droszków występowała największa ilość zielenic w porównaniu do wszystkich pobranych prób.
4. Najmniej licznie występowały złotowiciowce i tobołki.
5. Tobołki występowały tylko w próbie czwartej i szóstej.

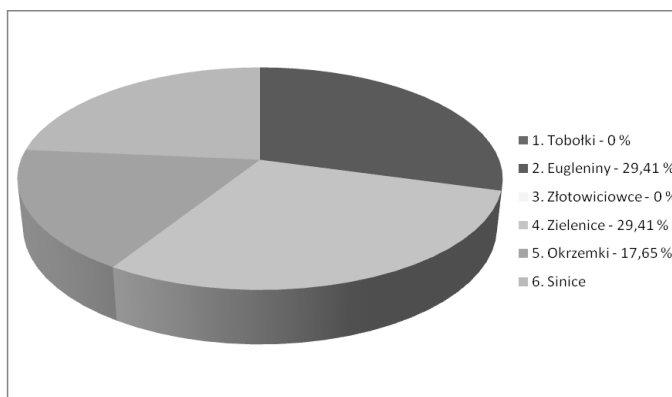
Poniżej, na wykresach kołowych, przedstawiono procentowy udział poszczególnych taksonów w próbach.



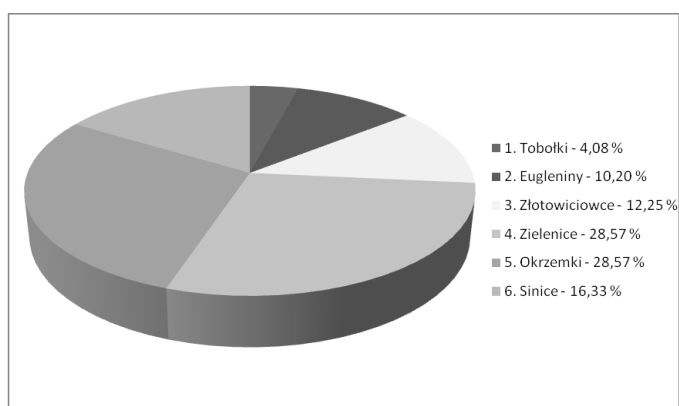
I próba



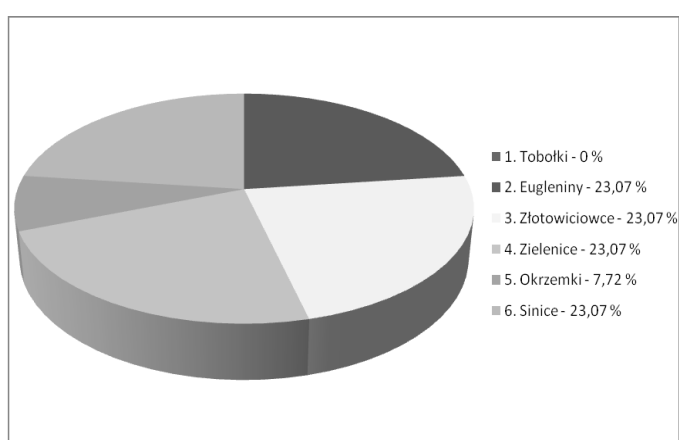
II próba



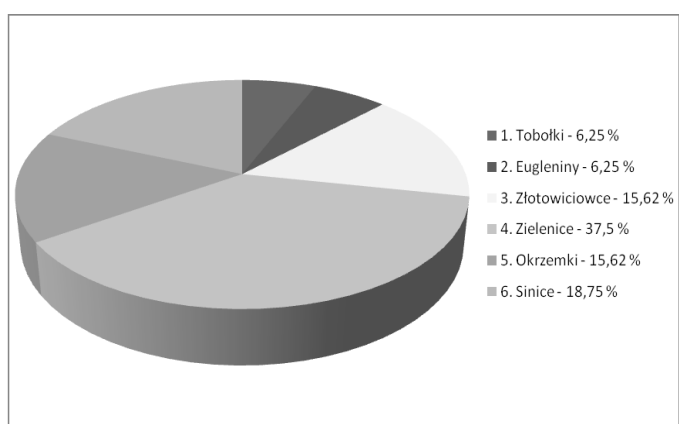
III próba



IV próba



V próba



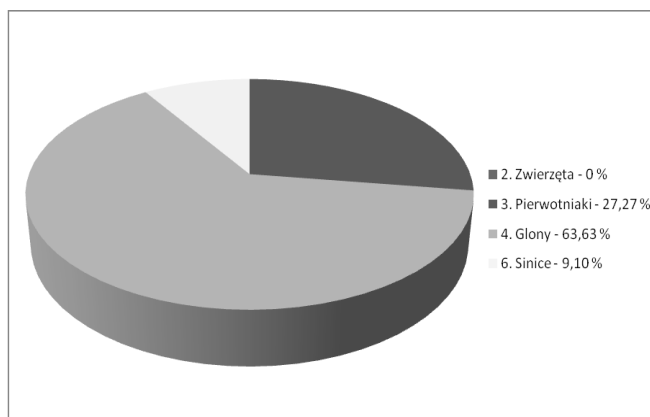
VI próba

Wykres 1. Procentowa udział gatunków sinic i glonów  
 Fig. 1. The percentage of species cyanobacteria and algae

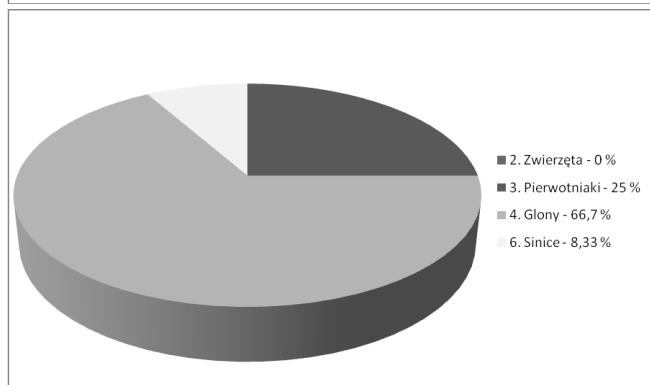


1. We wszystkich sześciu próbach najczęściej występowały zieleńce oraz eugleniny.
2. Najliczniej występowały sinice.
3. W próbie trzeciej, czwartej i piątej, czyli okres od połowy sierpnia do połowy września odnotowano zakwit sinic.
4. W próbie pierwszej i trzeciej nie stwierdzono występowania złoto wiciowców.
5. W próbach pierwszej, drugiej, trzeciej i piątej nie stwierdzono występowania tobołków,
6. Dwa gatunki tobołków stwierdzono w próbie czwartej i szóstej.

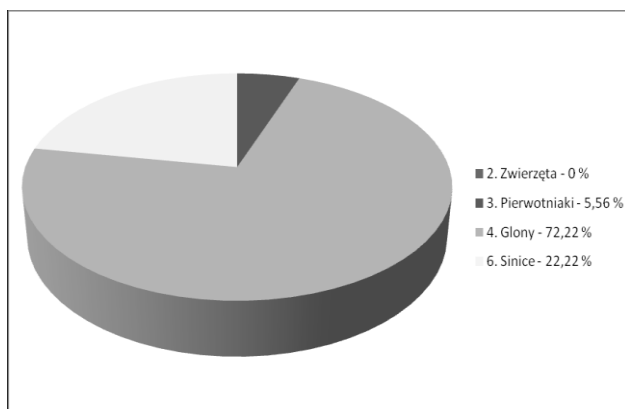
Na wykresie 2 zobrazowano procentowy udział organizmów zwierzęcych, pierwotniaków, glonów i sinic w badanych próbach planktonowych.



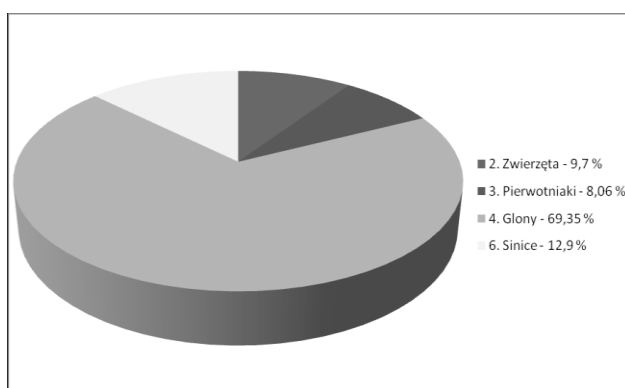
I próba



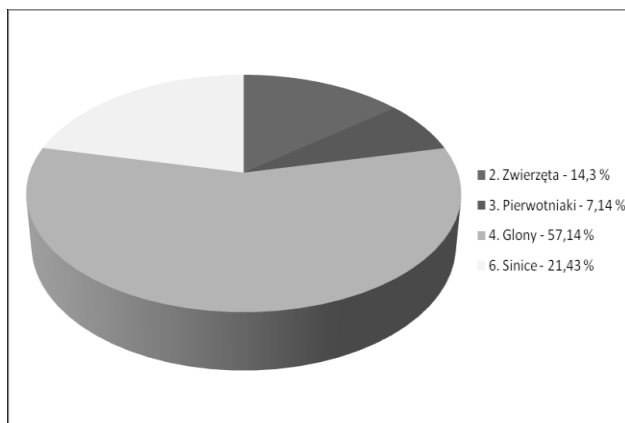
II próba



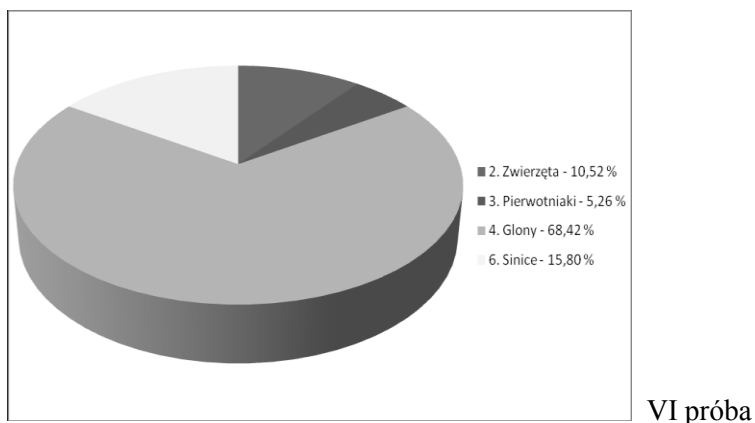
III próba



IV próba



V próba



*Wykres 2. Procentowy udział taksonów roślin, zwierząt i cyanobakterii w badanych próbach*

*Fig. 2. Percentage of plants taxa, animals and cyanobacteria in the test samples*

1. Najliczniej we wszystkich sześciu próbach występowały sinice.
2. W pierwszych trzech próbach, czyli w okresie od początku lipca do połowy sierpnia nie stwierdzono obecności zwierząt (wrotki i stawonogi) w planktonie.
3. Pierwotniaki (orzęski) najliczniej występowały w pierwszej i w drugiej próbie (lipiec).

### **Wyniki badań fizykochemicznych**

Badania fizykochemiczne obejmowały oznaczenie ważniejszych wskaźników jakości wód powierzchniowych w celu określenia klasy czystości wody jeziora Droszków. Poniżej w tabeli 2 zestawiono wyniki oznaczeń oraz metody badawcze, na których się opierano.

Wyniki oznaczeń zostały porównane z obowiązującym Rozporządzeniem Ministra Środowiska. w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód. (Dz. U. Nr 32, poz. 284). Rozporządzenie zawiera wartości graniczne w klasach czystości wody. Każdemu wskaźnikowi została określona klasa czystości wody.

Tab. 7. Wyniki wskaźników badań fizykochemicznych  
 Tab. 7. The results of the physico-chemical indicators

Wskaźnik	Jednostka	Metoda badawcza	Wynik
Odczyn	pH	PN-90 / C-04540.01	8,43
Przewodnictwo właściwe	$\mu\text{S}/\text{cm}$	PN-EN 27888:1999	450
Barwa	$\text{mg Pt}/\text{dm}^3$	PN-EN ISO 7887:2002	19,8
Mętność	$\text{mg SiO}_2/\text{dm}^3$	PN-EN ISO 7027:2003	3,3
Zapach	-	PN-EN 1622:2006	roślinny
Zasadowość	$\text{mval}/\text{dm}^3$	PN-90/C-04540.03	2,6
Twardość	$\text{mg CaCO}_3/\text{dm}^3$	PN-ISO 6059: 1999	207
Wapń	$\text{mg}/\text{dm}^3$	PN-ISO 6058: 1999	59,3
Magnez	$\text{mg}/\text{dm}^3$	PN-ISO 6059: 1999	9,4
Utlenialność	$\text{mg O}_2/\text{dm}^3$	PN-ISO 8467: 2001	7,8
Chlorki	$\text{mg}/\text{dm}^3$	PN-ISO 9297:1994	25,0
Siarczany	$\text{mg}/\text{dm}^3$	PN-ISO 9280: 2002	67,0
Fosforany	$\text{mg PO}_4/\text{dm}^3$	PN-EN ISO 6878: 2006	<0,02
Azot amonowy	$\text{mg N}_{\text{NH}_4}/\text{dm}^3$	PN-C/04576-4: 1994	0,24
Azot azotynowy	$\text{mg N}_{\text{NO}_2}/\text{dm}^3$	PN-EN 26777: 1999	0,038
Azot azotanowy	$\text{mg N}_{\text{NO}_3}/\text{dm}^3$	PN-82/C-04576.08	0,73
Żelazo ogólne	$\text{mg}/\text{dm}^3$	PN-ISO 6332:2001	0,03
Mangan	$\text{mg}/\text{dm}^3$	PN-92/C-04590.03: 1992	0,00
Sucha pozostałość	$\text{mg}/\text{dm}^3$	PN-78/C-04541	345
Pozostałość po prażeniu	$\text{mg}/\text{dm}^3$	PN-78/C-04541	260
Straty po prażeniu	$\text{mg}/\text{dm}^3$	PN-78/C-04541	85

Tab. 8. Klasy czystości wody według poszczególnych wskaźników  
 Tab. 8. Water purity class according to various indicators

Wskaźnik	Jednostka	Wynik	Klasa czystości wody
Odczyn	pH	8,43	I
Przewodnictwo właściwe	$\mu\text{S}/\text{cm}$	450	I
Barwa	$\text{mg Pt}/\text{dm}^3$	19,8	III
Mętność	$\text{mg SiO}_2/\text{dm}^3$	3,3	
Zapach	-	roślinny	
Zasadowość	$\text{mgCuCO}_3/\text{l}$	130	I
Twardość	$\text{mg CaCO}_3/\text{dm}^3$	207	
Wapń	$\text{mg}/\text{dm}^3$	59,3	II
Magnez	$\text{mg}/\text{dm}^3$	9,4	I
Utlenialność	$\text{mg O}_2/\text{dm}^3$	7,8	III
Chlorki	$\text{mg}/\text{dm}^3$	25,0	I
Siarczany	$\text{mg}/\text{dm}^3$	67,0	I
Fosforany	$\text{mg PO}_4/\text{dm}^3$	<0,02	I
Azot amonowy	$\text{mg N}_{\text{NH}_4}/\text{dm}^3$	0,24	I

Azot azotynowy	mg N <sub>NO2</sub> /dm <sup>3</sup>	0,125	III
Azot azotanowy	mg N <sub>NO3</sub> /dm <sup>3</sup>	3,23	I
Żelazo ogólne	mg/ dm <sup>3</sup>	0,03	I
Mangan	mg/ dm <sup>3</sup>	0,00	I
Sucha pozostałość	mg/ dm <sup>3</sup>	345	
Pozostałość po prażeniu	mg/ dm <sup>3</sup>	260	
Straty po prażeniu	mg/ dm <sup>3</sup>	85	

Poniższa tabela 9 przedstawia wartości graniczne wody wskaźników w poszczególnych klasach czystości. Na podstawie tych danych określano klasy czystości wody wskaźników oznaczanych w pracy.

*Tab. 9. Wartości graniczne wskaźników jakości wody w klasach jakości wód powierzchniowych według Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 r. w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód. (Dz. U. Nr 32, poz. 284).*

*Tab. 9. The limit values of water quality indicators in surface water quality classes according to the Decree of the Minister of Environment of 11 February 2004 on the classification for presenting the status of surface water and ground-water, how to conduct monitoring and how to interpret the results and present status of these waters (Journal of Laws No. 32, item. 284).*

Lp.	Wskaźnik jakości wody	Jednostka	Wartości graniczne w klasach I-V				
			I	II	III	IV	V
Wskaźniki fizyczne							
1	Temperatura wody	°C	22	24	26	28	>28
2	Zapach	krotność	1	3	10	20	>20
3	Barwa	mg Pt/l	5	10	20	50	>50
4	Zawiesiny ogólne	mg/l	15	25	50	100	>100
5	Odczyn	pH	6,5-8,5	6,0-8,5	6,0-9,0	5,5-9,0	<5,5 lub >9,0
Wskaźniki tlenowe							
6	Tlen rozpuszczony	mg O <sub>2</sub> /l	7	6	5	4	<4
7	BZT <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> /l	2	3	6	12	>12
8	ChZT-Mn	mg O <sub>2</sub> /l	3	6	12	24	>24
9	ChZT-Cr	mg O <sub>2</sub> /l	10	20	30	60	>60
10	Ogólny węgiel organiczny	mg C/l	5	10	15	20	>20

Wskaźniki biogenne							
11	Amoniak	mg NH <sub>4</sub> /l	0,5	1	2	4	>4
12	Azot Kjeldahla	mg N/l	0,5	1	2	4	>4
13	Azotany	mg NO <sub>3</sub> /l	5	15	25	50	>50
14	Azotyny	mg NO <sub>2</sub> /l	0,03	0,1	0,5	1,0	>1,0
15	Azot ogólny	mg N/l	2,5	5	10	20	>20
16	Fosforany	mg PO <sub>4</sub> /l	0,2	0,4	0,7	1,0	>1,0
17	Fosfor ogólny	mg P/l	0,2	0,4	0,7	1,0	>1,0
Wskaźniki zasolenia							
18	Przewodność w 20 °C	µS/cm	500	1.000	1.500	2.000	>2.000
19	Substancje rozpuszczone	mg/l	300	500	800	1.200	>1.200
20	Zasadowość ogólna	mg CaCO <sub>3</sub> /l	>200	100	20	10	<10
21	Siarczany	mg SO <sub>4</sub> /l	100	150	250	300	>300
22	Chlorki	mg Cl/l	100	200	300	400	>400
23	Wapń	mg Ca/l	50	100	200	400	>400
24	Magnez	mg Mg/l	25	50	100	200	>200
25	Fluorki	mg F/l	0,5	1,0	1,5	1,7	>1,7
Metale, w tym metale ciężkie <sup>1)</sup>							
26	Arsen	mg As/l	0,01	0,01	0,05	0,100	>0,100
27	Bar	mg Ba/l	0,1	0,1	0,5	1,0	>1,0
28	Bor	mg B/l	0,5	1,0	2,0	4,0	>4,0
29	Chrom ogólny	mg Cr/l	0,05	0,05	0,05	0,10	>0,10
30	Chrom (VI)	mg Cr/l	0,02	0,02	0,02	0,04	>0,04
31	Cynk	mg Zn/l	0,3	0,5	1	2	>2
32	Glin	mg Al/l	0,1	0,2	0,4	0,8	>0,8
33	Kadm	mg Cd/l	0,0005	0,001	0,001	0,005	>0,005
34	Mangan	mg Mn/l	0,05	0,1	0,5	1,0	>1,0
35	Miedź	mg Cu/l	0,02	0,04	0,06	0,100	>0,100
36	Nikiel	mg Ni/l	0,01	0,02	0,05	0,2	>0,2
37	Ołów	mg Pb/l	0,01	0,01	0,02	0,05	>0,05
38	Rtęć	mg Hg/l	0,0005	0,001	0,001	0,005	>0,005
39	Selen	mg Se/l	0,01	0,01	0,02	0,04	>0,04
40	Żelazo	mg Fe/l	0,1	0,3	1,0	2,0	>2,0

Na podstawie wyników analizy fizykochemicznej wody (11 wskaźników w I klasie, 1 wskaźnik w II klasie, 3 wskaźniki w III klasie) jezioro Droszków możemy zakwalifikować do II klasy czystości wody, z tego względu, że trzy wskaźniki (barwa, utlenialność, azotyny) odbiegają od pozostałych i w tym przypadku są w III klasie czystości wody.



### Wyniki badań sanitarnych

Próbka z kwietnia (26.04. 2010 r.)

- Bakterie grupy *coli* typu fekalnego 9 j.t.k./100 ml
- Miano *coli* 11 j.t.k./100 ml

Wynik wskazuje, że woda spełnia wymogi I klasy czystości.

Próbka z maja (18.05.2010 r.)

Próba była pobierana po bardzo obfitych opadach deszczu. Poziom wody był znacznie podwyższony, a powierzchnia wody pokryta zanieczyszczoną pianą. Z tego względu wynik uznano za niewiarygodny.

- Bakterie grupy *coli* typu fekalnego 460 j.t.k./100ml
- Miano *coli* 0,2 j.t.k./100ml

*Tab. 10. Wskaźniki mikrobiologiczne dopuszczalne w poszczególnych klasach czystości wody, według Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 r. w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód. (Dz. U. Nr 32, poz. 284).*

*Tab. 10. Acceptable microbiological indicators in different classes of water purity, according to the Decree of the Minister of Environment dated 11 February 2004 on the classification for presenting the status of surface water and groundwater, how to conduct monitoring and how to interpret the results and present status of these waters (Journal of Laws No. 32, item. 284).*

	Objętość próby	Klasy czystości wody				
		I	II	III	IV	V
Liczba bakterii grupy <i>coli</i> typu kałowego	w 100 ml	20	200	2.000	20.000	>20.000
Liczba bakterii grupy <i>coli</i>	w 100 ml	50	500	5.000	50.000	>50.000

### DYSKUSJA

Prowadzone w pracy badania miały na celu określenie klasy czystości wody metodą biologiczną w oparciu o występujący w niej plankton. W pracy zostały wykonane trzy analizy badań wody. Pierwszą metodą była analiza planktonu głównie fitoplanktonu i została ona wykonana w okresie wakacyjnym 2009 roku (lipiec, sierpień, wrzesień). Do określenia stopnia zanieczyszczenia wody metodą biologiczną oparto się na systemie saprobowym. Wyniki tej analizy wykazały, że woda w jeziorze Droszków zalicza się do strefy  $\beta$ - mezosaprob-

wej, co odpowiada drugiej klasie czystości wody. Woda została również poddana analizie fizykochemicznej, która została przeprowadzona w maju 2010 roku. Z tej analizy wynika, że woda spełnia wymogi II klasy czystości. Trzecią analizą jaka została wykonana jest określenie klasy czystości wody na podstawie badań bakteriologicznych. Próbką wody do tej analizy została pobrana dwukrotnie w kwietniu i maju bieżącego roku. Z tych badań wynika, że stan sanitarny wody spełnia wymogi I klasy czystości wody.

Uwzględniając rezultaty wszystkich wykonanych w pracy badań jezioro Droszków zostało zakwalifikowane do drugiej klasy czystości wody. Wyniki badań analizy biologicznej i fizykochemicznej są zgodne, a brak zanieczyszczenia sanitarnego i obecności w niej *Escherichia coli* wykazuje, że do zbiornika nie są odprowadzane ścieki bytowo-gospodarcze (fekalia).

Analiza biologiczna opierająca się na systemie organizmów wskaźnikowych wnosi wiele informacji o stanie ekologicznym jezior. W zbiornikach o ustabilizowanych warunkach fizykochemicznych, przy określonej koncentracji pierwiastków biogennych możliwe jest określenie modeli zbiorowisk planktonu, które są charakterystyczne dla poszczególnych etapów sukcesji troficznej. Ponadto skład i obfitość glonów jest cenną informacją przy ocenie stanu ekologicznego jezior ponieważ odzwierciedlają one ogólne warunki środowiska, a nie chwilowe stany w danym zbiorniku. W analizie fizykochemicznej wskaźniki takie jak zawartość tlenu, odczyn i koncentracja wielu jonów mogą zmieniać się w ciągu dnia nawet w dość dużym zakresie [Hutorowicz 2004].

Analiza biologiczna ma decydujące znaczenie we wszystkich zagadnieniach, które dotyczą nie tylko problemu jakości wody, lecz także stanu czystości danego zbiornika wodnego. W przeciwieństwie do badań chemicznych ocena jakości wody dokonana metodami biologicznymi odnosi się również do okresu poprzedzającego pobór próby, co pozwala wnioskować o zmianach składu wody i ocenić przebieg procesu samooczyszczania [Warchałowska 1997]. Istotną zaletą metod biologicznych jest ich łatwość wykonania bez nakładów czasowych i pieniężnych, które są niezbędne w analizie chemicznej i bakteriologicznej (zakup odczynników oraz kosztowny sprzęt i aparatura).

Przy określeniu klasy czystości wody opierano się na Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 roku w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentowania stanu tych wód. (Dz.U.Nr 32,poz.284). Przez lata ocena jakości i klasyfikacja rzek oparta była na analizie właściwości fizyczno-chemicznych wód. Badania biologiczne w monitoringu wykorzystywane były sporadycznie – z reguły stosowano system saprobów, a wartość indeksu wyznaczana była na podstawie analizy mikroorganizmów planktonowych. Zmieniło się to z dniem 20 sierpnia 2008 roku, w którym Minister Środowiska wydał nowe Rozporządzenie w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych. Rozporządzenie

to zaleca opieranie oceny ekosystemów wodnych na komponencie biologicznym, który jedynie wspomagany jest kryteriami fizykochemicznymi. Dodatkowo do monitoringu wprowadzono element oceny hydromorfologicznej, określającej charakter występujących siedlisk i stopień ich przekształcenia tj.: wielkość, dynamika przepływu wody, czas retencji, połączenie z częściami wód podziemnych, struktura ilościowa, podłoże dna oraz struktura brzegu i jeziora.

### WNIOSKI

- Przeprowadzone badania potwierdziły tezę, że badania planktonu mają zastosowanie do określania klasy czystości wody.
- Wyniki badań fitoplanktonu wykazały, że woda w jeziorze Droszków należała do strefy  $\beta$ -mezosaprobowej. Strefa ta odpowiada drugiej klasie czystości wody.
- Wyniki badań fizykochemicznych wykazały, że woda w jeziorze Droszków klasyfikuje się do drugiej klasy czystości wód.
- Wyniki badań mikrobiologicznych jeziora Droszków wykazały, że woda nie jest zanieczyszczona sanitarnie.
- Wyższość metod biologicznych nad analizą chemiczną polega głównie na tym, że są one szybkie i przyjazne środowisku, z powodu nieużywania odczynników chemicznych.

### LITERATURA

1. HUTOROWICZ A.: *Metody poboru prób i analiza ilościowo-jakościowa fitoplanktonu w jeziorach*. WIOŚ Olsztyn. Olsztyn 2004
2. Norma PN-75C-04615 1975: *Oznaczenie bakterii grupy coli metodą fermentacyjną próbkową*
3. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 r. w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód. (Dz. U. Nr 32, poz. 284)
4. TUROBOYSKI W.: *Hydrobiologia techniczna* Wyd. Nauk. PWN. Warszawa 1979
5. WARCHAŁOWSKA T.: *Metody wykonywania oznaczeń saprobowości*. Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska. Warszawa 1997

## PLANKTON AS THE WATER QUALITY CLASS INDICATOR

### Summary

*The purpose of the diploma paper was analyzing literature on the subject of trophy and eutrophication of water reservoirs, water quality in Lubuskie province and review and description of water microorganisms and their place in a lake to perform biological analysis of water quality class based on the collected plankton samples. In July, August and September different species of plankton of the lake Droszków in Lubuskie province, commune Zabor were observed. Moreover sanitary tests of the lake were performed in Water Treatment Station (ZUW) in Zielona Góra and furthermore physicochemical tests were made by the central laboratory of the Institute of Environment Engineering of the University of Zielona Góra. The purpose of conducted observation was evaluation of the water quality of Droszków lake and specifying its quality class using biological method. In the second half of August cyanobacterial blooms was observed. The dominating species were Microcystis flos-aque and Anabaena solitaria. Numerous Chrysophyceae were also observed in particular Synura uvella and Dinobryon divergens. The conducted research focused on definition of the quality class of the lake water by microscopic observation of plankton. To compare the relevance of biological method also physicochemical and sanitary tests were made. The results were analyzed according to the Regulations of the Minister of Environment dated 11.02.2004 on classification the condition of surface and underground water, monitoring method and results interpretation and finally presentation of such water quality (J.o.L. No. 32, item 284).*

Key words: trophy and eutrophication of water reservoirs, biological analysis of water quality class based of plankton samples



Katarzyna Łuszczynska jest stypendystą w ramach Poddziałania 8.2.2 „Regionalne Strategie Innowacji”, Działania 8.2 „Transfer wiedzy”, Priorytetu VIII „Regionalne Kadry Gospodarki” Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Unii Europejskiej i z budżetu państwa