



**Uniwersytet Warmińsko–Mazurski  
w Olsztynie  
Wydział Biologii  
Kierunek Biologia**



Numer indeksu 20096

**Andrzej Markiewicz**

**Chruściki (*Trichoptera*) rekultywowanego je-  
ziora Jeziorak Mały**

Praca magisterska wykonana  
w Katedrze Ekologii i Ochrony Środowiska UWM  
pod kierunkiem  
dr. hab. Stanisława Czachorowskiego, prof. UWM

---

**Olsztyn 2007**

*Pracę tę dedykuję mojej kochanej Emilii,  
która swym uśmiechem i dobrocią odganiała  
wszelkie złe chwile, oraz rodzicom dziękując im  
za trud włożony w moje wychowanie*

*Panu Profesorowi Stanisławowi Czachorowskiemu  
za pokazanie jak należy patrzeć na świat, aby  
samemu móc się w nim odnaleźć oraz  
niesłychanie życzliwą pomoc  
i cenne wskazówki serdecznie dziękuję*

*Serdeczne dziękuję również  
prof. dr hab. Alinie Bonar, dr inż. Urszuli Szymańskiej,  
dr inż. Elżbiety Zębek, mgr Mai Adamczuk  
za okazaną pomoc i udostępnienie materiału do badań,  
Annie Krysiak Michałowi Skrzypczakowi  
za nieocenioną naukę podczas badań terenowych  
Eli Brulińskiej za pomoc w oznaczaniu  
materiału i tryskający optymizm  
oraz przyjaciółom za wsparcie psychiczne*

## SPIS TREŚCI

<b>1. Streszczenie</b> .....	4
<b>1. The summary</b> .....	5
<b>2. Wstęp</b> .....	7
<b>3. Materiał i metody</b> .....	14
3.1 Ogólna charakterystyka terenu badań. ....	14
3.2 Metody zbioru materiału .....	21
3.3. Metody analizy materiału.....	25
<b>4. Wyniki</b> .....	28
4.1 Przegląd gatunków .....	28
4.2. Ogólna charakterystyka chruścików jeziora Jeziorak Mały ..	32
4.3 Wieloletnie zmiany fauny chruścików.....	36
4.3.1 Zróżnicowanie trichopterologiczne fauny Jezioraka Małego .....	40
4.4 Współwystępowanie gatunków.....	42
<b>5. Dyskusja</b> .....	44
<b>6. Podsumowanie i wnioski</b> .....	52
<b>7. Piśmiennictwo</b> .....	51
<b>8. Spis tabel i rycin</b> .....	55

## 1. Streszczenie

Celem niniejszej pracy było przedstawienie badań nad chruścikami (*Trichoptera*) jeziora Jeziorak Mały, w kontekście wpływu zabiegów oczyszczających na stan ekologiczny jeziora a konkretnie na występowanie chruścików. Obiekt badań znajduje się w centrum miasta Iławy i od kilku lat jest poddawany zabiegom rekultywacyjnym, poprzez filtrowanie i napowietrzanie wód oraz ingerencję w strefę litoralu jeziora. Badania były prowadzone przez stosunkowo długi okres czasu (10 lat) i obejmują czas przed i po zabiegu rekultywacyjnym jeziora Jeziorak Mały.

W analizowanym materiale znalazło się 1825 larw chruścików należących do 19 gatunków. Próby pobierane były na trzech grupach stanowisk, charakteryzujących się odmiennym rodzajem podłoża: kamienistym, piaszczystym oraz z bujną roślinnością wynurzoną. Badania terenowe prowadzono od lipca 1996 roku do października 2005 w nieregularnych odstępach czasowych.

Analizowano skład gatunkowy (Tab.2.), strukturę dominacji *Trichoptera* oraz frekwencję na stanowiskach. Za pomocą programu komputerowego BioDiversity Professional Beta 1 wyznaczono podobieństwa faunistycznie między stanowiskami według formuły jakościowej Jaccarda oraz ilościowej Bray-Curtisa, a także współwystępowanie gatunków według drugiej z nich. Uzyskane wyniki przedstawiono w postaci dendrogramów (Ryc. 20, 21.). Analizy naturalności biocenoz dokonano z rozbiciem na poszczególne lata badań (Ryc.19.).

Na podstawie uzyskanych wyników i porównaniu ich z wynikami badań prowadzonymi nad Jeziorem Długim stwierdzono, iż zabiegi rekultywacyjne zastosowane w jeziorze Jeziorak Mały wpłynęły korzystnie na stan trichopterofauny jeziornej.

Stwierdzono również, iż w celu dokładniejszego zbadania wpływu zabiegów oczyszczających na stan ekologiczny jezior, niezbędne jest rozszerzenie badań na inne organizmy, zaliczające się do fauny i flory jezior.

## 1. The summary

### Caddisflies (Trichoptera) of a reclaimed lake Jeziorak Mały

*Andrzej Markiewicz*

This master's thesis was written under the supervision of *Prof. dr hab. Stanisław Czachorowski* Department of Ecology and Environmental Protection, Major: Biology, Faculty of Biology University of Warmia and Mazury in Olsztyn.

The main aim of the master thesis was to present the researches concerning the Trichoptera of Jeziorak Mały Lake in the depiction of the influence of purifying endeavors on the ecological condition of the lake, to be more precise the influence on the presence of Trichoptera. The object of researches is located in the center of Iława town, and since a few years it is exposed to reclamation procedures through filtering and aeration of its water as well as the interference in the littoral zone of the lake. The researches have been conducted for a long period of time (ten years) and they encompass the time before and after the reclamation procedures of Jeziorak Mały Lake.

In analyzing material there were about 1825 larvae of Trichoptera, which belong to 19 different species. The samples were taken from the three groups of positions, which differ according to the type of ground: stony, sandy, and also the ground with lush, emerging vegetation. Field researches were conducted since July 1996 to October 2005 in irregular periods of time.

The analysis (Tab.2.) concerned the composition of species, the structure of domination of Trichoptera as well as its attendance on the positions. With the assistance of computer program Bio Diversity Professional Beta 1, there have been determined the fauna similarities, between the positions, according to Jaccard quality formula and Bray-Curtis quantity formula, as well as co-occurrence of the Trichoptera species according to the second formula. The results were presented in the form of dendrographs (Ill.20,21.). The analysis of the naturalness of biocenoses was made with division into particular years of researches ( Ill.19.).

On the basis of the received results and their comparison with the results of researches carried on the Długie Lake, it was stated that the reclamation procedures im-

plicated into Jeziorak Mały Lake influenced positively the state (condition) of caddis flies fauna of the lake.

It was also stated that, in order to get more precise results concerning the influence of purifying endeavors on the ecological conditions of the lakes, it is indispensable to broaden the scope of researches on additional organisms which belong to fauna and flora of the lakes.

## 2. Wstęp

Jeziora od dawien dawna były nieodłącznym elementem towarzyszącym ludzkiemu istnieniu. W sąsiedztwie jezior i rzek zakładano pierwsze osady polskie, z czasem przekształcające się w wielkie skupiska ludności. Rozsiane na terenie kraju jeziora stanowiły nie tylko o walorach przyrodniczych lokalnego krajobrazu, ale były również przedmiotem wielowiekowych tradycji, lokalnych zwyczajów kulturowych, wierzeń oraz mitów. Wciąż żywa jest historia potwora ze szkockiego jeziora Loch Ness, czy też położonego na terenie Białorusi jeziora Świtez. Piękne a zarazem tajemnicze obiekty wodne były inspiracją dla wielu pisarzy („Jezioro – szyba w iskiej tysiące rozbita” Maria Pawlikowska-Jasnorzewska), malarzy oraz twórców innego rodzaju sztuki. Wiek obecny to już nieco inny sposób spojrzenia na jezioro. Walory fizjograficzne obiektów wodnych przechodzą w cień, a główną rolę odgrywają wartości rekreacyjno-sportowe i turystyczne, będące stylem obecnej epoki. Ostatnie lata uwidaczniają jeszcze jeden pozytywny aspekt jeziora, niegdyś niemalże nieznaną, a mianowicie wartości przyrodnicze jeziora. Coraz istotniejszy staje się stan wód jezior czy i rzek oraz żyjącej w nim fauny i flory.

Przeprowadzane przez biologów badania jezior wpłynęły w wielkim stopniu na poszerzenie wiedzy z zakresu ekologii. Jezioro jako obiekt, posiada wiele cech, które predysponują go do wszelkiego rodzaju badań ekologicznych. Na ogół jezioro stosunkowo łatwo (choć nie jest to reguła) da się wyodrębnić z otaczającej go przestrzeni, a wewnętrzne procesy w nim zachodzące są ze sobą silnie zintegrowane. Długookresowe przemiany w ekosystemach jezior, będące przedmiotem częstych badań, mogą zmieścić się w czasie, który nie wykracza nadmiernie poza ludzkie kategorie czasowe (WEINER 2006). Dość częstym zjawiskiem jest przeprowadzanie swego rodzaju kontrolowanych eksperymentów na ekosystemach jeziornych, jak choćby słynny w skali kraju „eksperyment Kortowski” autorstwa prof. P. Olszewskiego. Ponadto jeziora w sposób bezpośredni lub pośredni wpływają na charakter otaczającego je środowiska. Duża powierzchnia wodna sprawia, że klimat wokół skupisk jeziornych jest wilgotniejszy niż na sąsiednich obszarach. Jeziora tworzą swoiste ekosystemy z bogatą florą i fauną wodną. Są naturalnymi zbiornikami gromadzącymi wodę wtedy, gdy jest ich nadmiar i oddającymi ją w okresach bezopadowych. Regulują więc przepływ rzek i wyrównują go w czasie. Zapobiegają ponadto powodziom i nadmiernemu obniżeniu stanu wód w okresach suszy.

Według definicji dostępnych w literaturze, jezioro to najogólniej rzecz biorąc naturalne zagłębienie na powierzchni ziemi wypełnione wodą, nie mające bezpośredniego, szerszego połączenia z morzem (FOREL 1892, za CZACHOROWSKIM 1998). Powstanie owego zagłębienia, precyzyjnie określanego misą jeziorną, wywołane jest procesami geologicznymi, zaś jego zasilanie zależy od warunków klimatycznych. Największe i najgłębsze są jeziora pochodzenia tektonicznego. Jest w nich zgromadzonych ponad 95% zasobów wód jeziornych. Wypełniają zagłębienie powstałe w wyniku ruchów tektonicznych. Największym pod względem powierzchni i zasobów jest Morze Kaspijskie (jezioro wód słonych). Najgłębszym jest jezioro Bajkał, jego dno jest położone 1620 m poniżej lustra wody i 1160 m n.p.m. Jezioro to gromadzi najwięcej w świecie słodkiej wody - 23 tys. km<sup>3</sup> (~20% zasobów światowych). Stosunkowo najliczniejsze (również i w Polsce) są jeziora typu polodowcowego. Występują zarówno w górach, jak i na nizinach, gdzie tworzą duże skupiska zwane pojezierzami. W Polsce największe skupienia jezior występują na Pojezierzu Pomorskim, Pojezierzu Mazurskim, Pojezierzu Wielkopolsko-Kujawskim i Pojezierzu Łęczycko-Włódawskim. W naszym kraju dominują jeziora małe o powierzchni kilku hektarów i względnie niewielkiej głębokości. Według dostępnych danych, łączna liczba jezior o powierzchni równej lub większej niż 1ha wynosi około 10 tysięcy, co stanowi ponad 50% wszystkich jezior w kraju. Jeziora o powierzchni 100-10000 ha to zaledwie 6% ogólnej liczby jezior (KONDRACKI 1994).

Jeziora są młodym elementem krajobrazu, tylko nieliczne głębokie jeziora sięgają swym wiekiem trzeciorzędu (Bajkał - 20-30 mln lat). W klimacie suchym wysychają, a w klimacie wilgotnym ulegają zasypywaniu i zarastaniu roślinnością wodną, przekształcając się w bagna. W większości przypadków jeziora powstające w naturalny sposób charakteryzują się niską zawartością substancji biogennej. Końcowym stadium, w ciągu sukcesyjnym zwiększającej się żyzności, są jeziora eutroficzne. Zmiany te określa się jako szereg harmoniczny. Generalnym powodem zarastania mis jeziornych jest obniżanie podstawy erozyjnej przez wypływające z jezior ciekę, a także zarastanie i osadzanie się osadów dennych. Współcześnie jeziora stanowią zaledwie 35-50% powierzchni ich stanu macierzystego (CZACHOROWSKI 1998).

Jak już wcześniej wspomniano, jezioro jest naturalnym elementem krajobrazu, nieodłącznie towarzyszącym ludzkiemu istnieniu. Sąsiedztwo człowieka, a dokładniej skutki jego egzystencji niosą ze sobą niebagatelne konsekwencje. Naturalne zbiorniki wodne to świetnie funkcjonujące ekosystemy, które są zdolne do utrzymania wewnątrz-



nej homeostazy pomimo działających na nie niekorzystnych czynników. Dokładniej mówiąc jezioro posiada tzw. wewnętrzne mechanizmy samooczyszczające, zdolne do poprawy zachwianego stanu równowagi. Skuteczność tychże mechanizmów jest uzależniona od pewnych właściwości jeziora takich jak: głębokość maksymalna i średnia, powierzchnia zlewni i sposób jej zagospodarowania, ewentualne dopływy i odpływy, procent stratyfikacji wód. Na podstawie tych elementów, kwalifikuje się jeziora w skale podatności na degradację (KUDELSKA i inni 1992). Działalność człowieka przybiera jednak takie formy, przed którymi w sposób naturalny jezioro nie jest w stanie się obronić. Wysoki stopień urbanizacji odbija się bardzo na stanie wód ekosystemów jeziornych i rzecznych. Do jezior i rzek spływają zanieczyszczenia bogate w pierwiastki biogenne z różnego rodzaju źródeł (ścieki komunalne, nawożone pola uprawne, zdegradowane obszary leśne i inne), powodując znaczne zwiększenie żyzności wód jezior oraz rzek odprowadzających wody z jeziora. Wzrost trofii opiera się głównie na zwiększeniu stężenia związków biogenych takich jak azot i fosfor i jest określany jako zjawisko eutrofizacji. Warto zauważyć, iż proces eutrofizacji jest jak najbardziej zjawiskiem naturalnym. Substancje organiczne były dostarczane do jeziora już od momenty jego powstania i osadzane na dnie w postaci osadów dennych. Jednak na skutek zintensyfikowania dopływu zanieczyszczeń zjawisko eutrofizacji zaczęło się nasilać, aż wreszcie stało się najpoważniejszym zagrożeniem dla naszych jezior.

Jedynym możliwym sposobem na zatrzymanie pogarszającego się stanu wód jezior jest oczyszczanie oraz odcięcie dotychczasowych źródeł zanieczyszczeń. Obecnie przywiązuje się szczególną uwagę do aspektów ochrony wody przed zanieczyszczeniem. Ostatnimi czasy stała się wprost modna ochrona wód jezior i przywracanie ich pierwotnego stanu czyli rekultywacja. Powstało wiele organizacji zajmujących się dofinansowaniem projektów związanych z tym problemem. Zrozumiano, że jest to konieczne do odroczenia degradacji zbiorników wodnych, których okres istnienia jest i tak krótki w porównaniu z innymi elementami środowiska. Poważnym argumentem przyczyniającym się do powstania „ruchu na rzecz ochrony wód” były przepisy, obowiązujące w Polsce od momentu akcesji do Wspólnoty Europejskiej. Kraj nasz wchodząc do Unii zobowiązał się do przestrzegania tzw. dyrektywy 2000/60/WE parlamentu europejskiego i rady z dnia 23 października 2000 r. zwanej „Ramową Dyrektywą Wodną”, ustalającej wspólne działania państw członkowskich w dziedzinie polityki wodnej. Główną siłą sprawczą tegoż dokumentu jest nakaz przywrócenia stanu wszystkich rodzajów wód do „poziomu dobrego”(o ściśle określonych parametrach). Wymóg ten ma

być spełniony do roku 2017. W przypadku niedotrzymania warunku, strona polska będzie zmuszona ponieść surowe konsekwencje finansowe (DYREKTYWA 2000/60/WE PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY 2000 R.)

Istnieje wiele sposobów poprawy stanu zanieczyszczonych wód jezior czyli rekultywacji. Są to jednak z reguły długotrwałe i drogie przedsięwzięcia. Ideą rekultywacji jezior jest przywrócenie ich poprzednich funkcji, a także cech fizycznych, chemicznych i biologicznych jak najbardziej zbliżonych do naturalnych. Dobór odpowiedniej metody, uwarunkowany jest odmiennością poszczególnych jezior, różnic w sposobach i zakresach zanieczyszczenia, a także ich położenia w zlewni. Najczęściej, jak już wspomniano wyżej, przyczyną degradacji ekosystemów jeziornych jest nadmierny dopływ substancji biogenych lub toksycznych. W konsekwencji rekultywacja polega na usunięciu lub deaktywacji biogenów. Jednymi ze sposobów rekultywacji są: biomanipulacja związkami humusowymi, usuwanie biomasy, zarybianie jezior gatunkami roślinożernymi i glonojadami (amur, tołpyga), zarybianie gatunkami drapieżnymi (szczupak, sandacz). Inną metodą mającą na celu przywrócenie dobrego stanu jakości wód to chemiczne wiązanie azotu i fosforu oraz ich inaktywacja. Ów system stosowany w Skandynawii został dostosowany do polskich warunków i sprawdzona w kilku miejscach, np. w Jeziorze Długim w Olsztynie (GAWROŃSKA, GROCHOWSKA I LOSSOW 2005). Metoda inaktywacji fosforu jest zalecana dla jezior, w których mimo odcięcia zewnętrznych źródeł związków biogenych, wysoka żyzność podtrzymywana jest przez uwalnianie tych związków z osadów dennych. Znajduje ona zastosowanie przede wszystkim na jeziorach płytkich. Metoda ta polega na usuwaniu nadmiaru fosforu z toni wodnej i zablokowaniu go w osadach dennych. Powoduje też zwiększenie zdolności sorbcyjnych osadów dennych jezior zdegradowanych. Jeziora silnie zeutrofizowane charakteryzują się wysokimi zawartościami związków biogenych, co powoduje "zakwity" (wzrost liczebności fitoplanktonu). Jezioro w takim stopniu degradacji przestaje spełniać swoją rolę rekreacyjną i gospodarczą. Chemiczne strącanie fosforu za pomocą koagulantów glinowych (PAX) i żelazowych (PIX), powoduje zmniejszenie ilości związków biogenych - pożywkowych, a tym samym ogranicza intensywność rozwoju glonów, czego efektem jest poprawa jakości wody oraz zwiększenie jej przejrzystości (GAWROŃSKA, GROCHOWSKA I LOSSOW 2005).

Kolejne znane sposoby na poprawę stanu wód jeziornych to: ograniczanie produkcji pierwotnej, odcinanie lub wybieranie osadów dennych (jezioro Trummen w południowej Szwecji), usuwanie wody z hypolimnionu czyli dennej warstwy jeziora (eks-

peryment na jeziorze Kortowskim), napowietrzanie (jezioro Jeziorak Mały w Iławie, jezioro Długie), przemywanie (ZĘBEK 2002). Wszystkie te strategie wymagają rozsądnego planowania, czasu, i jak już wspomniano niejednokrotnie dużych nakładów finansowych. Ich efekt nie jest z reguły przesadzony, jednak można zaryzykować stwierdzenie iż współczesny poziom wiedzy na ten temat, pozwala w odpowiedni sposób dobrać i przeprowadzić skuteczny proces rekultywacji na danym jeziorze.

Skuteczność procesu rekultywacji pod względem fizyczno-chemicznym stanem wód jest stosunkowo łatwa do stwierdzenia. O wiele trudniejsze jest postawienie opinii, jak przeprowadzony proces rekultywacji wpłynął na tętniące niegdyś w zbiorniku życie biologiczne. Czy wybrana metoda jest bezpieczna dla życia biologicznego jeziora? Badania w tym kierunku podejmowało stosunkowo niewielu biologów. Problem tkwi w charakterze badań, które miały by określić wpływ procesu rekultywacji na istniejące w jeziorze życie. Zarówno flora jak i fauna jezior wymaga tu szczegółowych badań z wykorzystaniem specjalistów w tym zakresie. Dość dobrym rozwiązaniem okazuje się koncentracja podczas prowadzonych badań na tylko jednej grupie zwierząt lub roślin, będąca reprezentatywną dla wszystkich rodzajów jezior. Przy czym grupa ta powinna spełniać określone kryteria: ściśle określone występowanie, relatywnie długi cykl życiowy, szerokie rozprzestrzenienie geograficzne pozwalające na wykorzystanie w wielu krajach, dużą liczebność występowania, łatwość oznaczania (CZACHOROWSKI 2003). Spełnienie tych wymagań przez daną grupę zwierząt lub roślin pozwala na określenie jej mianem bioindykatorów, czyli organizmów na podstawie których możliwe jest określenie ekologicznego stanu jezior lub rzek. W dostępnej literaturze spotkać można nie-liczne publikacje na ten temat wykorzystujące min. grupę roślin makrofitowych oraz niektóre rzędy owadów: ważki (*Odonata*), jętki (*Ephemeroptera*), chrząszcze (*Coleoptera*) oraz chruściki (*Trichoptera*). Stosunkowo najwięcej artykułów jeśli chodzi o wpływ rekultywacji na faunę i florę jezior odnosi się do *Trichoptera*, rzędu owadów spełniających kryteria jeśli chodzi o bioindykację.

Chruściki są owadami o przeobrażeniu zupełnym. Swą łacińską nazwę zawdzię- czają obecnym na skrzydłach imagines licznym włoskom (łac. trichos – włos, pteron – skrzydło, czyli włoskoskrzydło) (KRISTENSEN 1984 za CZACHOROWSKIM 2003). Owady te zasiedlają wszystkie kontynenty, z wyjątkiem Antarktydy i w niektórych wodach mogą stanowić blisko 50 procent dennej fauny (ŁOSZEWSKI 2001). Bytują we wszystkich typach wód śródlądowych a także zalewach morskich, niektóre żyją wysoko w górach (np. w Himalajach do 5800 m n.p.m.). Zasiedlająca naszą strefę klimatyczną

trichopterofauna jest najbogatsza, zarówno pod względem jakościowym jak i ilościowym, w potokach, strumieniach i chłodnych rzekach górskich. Uboższa fauna występuje w dużych rzekach i wodach stojących, zwłaszcza ciepłych. Duża liczba gatunków żyje w wodach okresowych, natomiast nieliczne w torfowiskach (CZACHOROWSKI 2003).

Do tej pory opisano 11 185 gatunków, w tym 642 kopalne (MORSE 1999 za CZACHOROWSKIM 2003). Opisane gatunki zgrupowano w 45 rodzinach, w tym 12 kopalnych (624 rodzaje obecnie występujące i 107 fosylne). Szacuje się, że współcześnie występuje ok. 50 000 gatunków (SCHMID 1984 za CZACHOROWSKIM 2003), z których zdecydowana większość (szacunkowo ok. 40 000) występuje w tropikalnych regionach południowo-zachodniej Azji. W Europie opisano ponad 900 gatunków, z czego w Polsce udokumentowano występowanie 288 z 18 rodzin (CZACHOROWSKI 2002). W ostatnich latach ciągle wykazywane są nowe gatunki dla fauny Polski. Wynika to z jeszcze niedostatecznego poznania tej grupy, jak i z dyspersji gatunków, czemu sprzyjają antropogeniczne zmiany krajobrazu.

Chruściki są jednym z najliczniejszych elementów makrobentosu jezior. Ich występowanie jest praktycznie ograniczone do litoralu czyli strefy przybrzeżnej jeziora i tylko w nielicznych przypadkach spotykane w są głębiej (RZÓSKA 1935 za CZACHOROWSKIM 1999). W rozmieszczeniu pionowym zauważa się dwa maksima liczebności: w najpłytszym litoralu oraz w strefie elodeidów (głębszy litoral z roślinnością zanurzoną). Najczęściej chruściki licznie występują do głębokości 5-10 metrów i tylko wyjątkowo można je spotkać na głębokości 40 m (FEHLMAN 1912 za CZACHOROWSKIM 1998) lub nawet 84 m (DESPAX 1951 za CZACHOROWSKIM 1998).

*Trichoptera* przechodzą rozwój z przeobrażeniem zupełnym. W cyklu życiowym pojawia się jajo, zazwyczaj 5 stadiów larwalnych, poczwarka, i owad doskonały – imago. Cały cykl trwa zazwyczaj jeden rok (jedno pokolenie w roku). Niektóre z gatunków, występujące w ciepłych jeziorach mogą wydać dwa pokolenia w jednym roku. Zaburzona periodyczność rozwoju jest obserwowana u gatunków źródliskowych, natomiast częściowa u zasiedlających wody zimne.

Wielkość larw *Trichoptera* wynosi od 2 do 40 mm, zaś długość ich domków dochodzi do 50–60 mm. Wyodrębnić można kompoidalne larwy wolnożyjące, gąsienicowate larwy budujące domki oraz formy pośrednie. Wszystkie larwy posiadają silnie zesklerotyzowaną głowę oraz w większości przypadków nieschitynizowany odwłok. Natomiast segmenty tułowia wykazują różny stopień sklerotyzacji w zależności od ro-

dziny, co jest cechą diagnostyczną. Larwy oddychają licznymi nitkowatymi skrzelochawkami umieszczonymi na odwłoku (CZACHOROWSKI 2003).

Dorosłe chruściki (imago) są to owady aktywnie latające prowadzące wybitnie lądowy tryb życia. Ich rozmiary oscylują w granicach 2–30 mm. Zazwyczaj są niepozornie ubarwione, głównie w odcieniach brązowych, szarych i czarnych, z rysunkiem brązowym żółtym lub czarnym. Jedynie gatunki tropikalne mogą być jaskrawo ubarwione. Posiadają dwie pary dużych skrzydeł, przeważnie podłużnie żyłkowanych. Zawsze w pozycji spoczynkowej złożone są one w charakterystyczny daszek, zaś długie czułki skierowane są do przodu (SZCZEPAŃSKI 2003).

U dorosłych *Trichoptera* aparat gębowy przystosowany jest do zlizywania soków roślinnych. Imagines niektórych gatunków mogą w ogóle nie pobierać pokarmu. Larwy posiadają natomiast dobrze rozwinięty aparat gębowy i reprezentują niemalże wszystkie konsumentenckie formy odżywiania. Są wśród nich drapieżcy, detrytusofagi, fitofagi, gatunki wszystkożerne. Niektóre gatunki są wyspecjalizowanymi glonojadami, żywią się gąbkami, występuje wśród nich także kanibalizm (CZACHOROWSKI 2003).

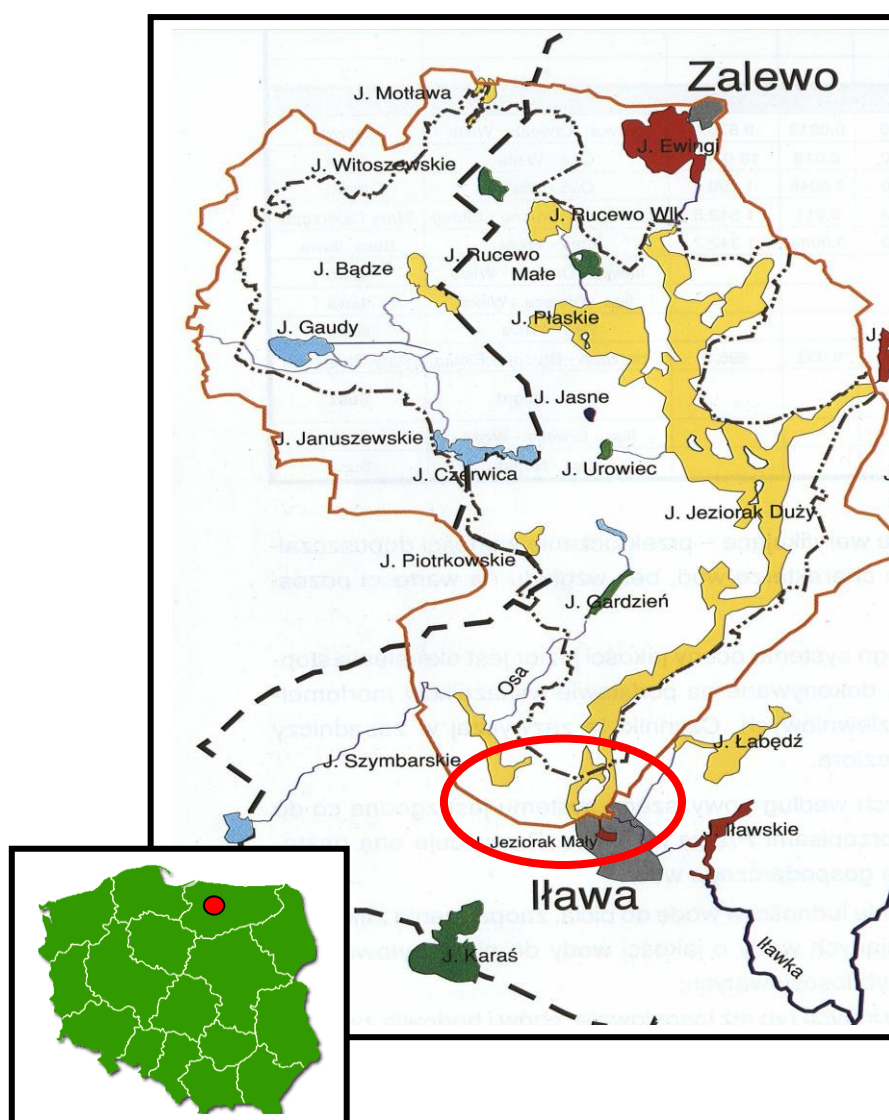
Badania nad chruścikami jezior prowadzone są od niemalże od 100 lat, natomiast spojrzenie na chruściki jako na bioindykatory świadczące o stanie ekologicznym rekultywowanych obiektów, to stosunkowo młody temat. Z dotychczasowych publikacji należy wymienić prace z 2002 roku dotyczącą jeziora Długiego w Olsztynie (CZACHOROWSKI, PIETRZAK 2002). Dość świeże badania, wymagające kontynuacji, odnoszą się do jezior powiatu ełckiego (CZACHOROWSKI 2003). Rekultywowanych obiektów na terenie Polski jest znacznie więcej, np. Jezioro Kortowskie w Olsztynie, jezioro Bikcze na Pojezierzu Łęczycko Włodawskim, jezioro Dolskie Wielkie na nizinie Wielkopolskiej, Klasztorne Małe w Kartuzach, Mutek niedaleko Mrągowa. Można też śmiało powiedzieć, że z każdym rokiem liczba rekultywowanych obiektów będzie systematycznie wzrastać. Dlatego też bardzo ważne jest aby poziom wiedzy w tym aspekcie został poszerzony i poparty konkretnymi badaniami.

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie badań nad chruścikami (*Trichoptera*) jeziora Jeziorak Mały w Iławie. Jezioro to znajduje się na terenie Parku Krajobrazowego Pojezierza Iławskiego i od kilku lat jest poddawane zabiegom rekultywacyjnym poprzez napowietrzanie. Badania były prowadzone przez stosunkowo długi okres czasu (10 lat) i obejmują okres przed i po zabiegu rekultywacyjnym jeziora Jeziorak Mały.

### 3. Materiał i metody

#### 3.1 Ogólna charakterystyka terenu badań.

Jeziro Jeziorak Mały jest jednym z wartościowszych obiektów przyrodniczych i turystycznych Pojezierza Iławskiego. Położone jest w centrum miasta Iława w dorzeczu rzeki Iławki. Jest to południowo-zachodnia część województwa warmińsko-mazurskiego, w Krainie Tysiąca Jezior, nad krańcem najdłuższego jeziora w Polsce – Jezioraka Dużego.



Ryc.1.Usytuowanie jeziora Jeziorak Mały.

Ill. 1. The location of the Jeziorak Mały Lake.

Północno-wschodnia część Polski położona jest w skrajnej części wielkiej platformy wschodnioeuropejskiej zbudowanej głównie ze skał metamorficznych oraz głębinowych (KONDRACKI 1972). Rzeźba tego terenu została ukształtowana w głównej mierze w plejstocenie, a ściślej mówiąc w czasach ostatniego zlodowacenia bałtyckiego. Późniejsza ewolucja krajobrazu miała miejsce po deglacjacji (cofaniu się) lądolodu czyli ok. 12 tys. lat temu co świadczy o stosunkowo młodym wieku Pojezierza Iławskiego.

Teren ten znajduje się w pasie stykania się polarno-morskich mas powietrza znad Atlantyku i Bałtyku z suchymi masami polarno-kontynentalnymi znad kontynentu euroazjatyckiego (KONDRACKI i in. 1988). Wzrastający ku wschodowi kontynentalizm pociągający za sobą zaostrzające się zimy, skrócenie okresu wegetacyjnego, a także wpływ Bałtyku (częste ocieplenia zimą, wyraźne ochłodzenia z opadami latem), mają duże znaczenie na ostateczny stan klimatu, który w ostatecznym rozrachunku wpływa istotnie na ekosystem.

Ze wszystkich stron miasto wraz z jeziorem otoczone jest otuliną Parku Krajobrazowego Pojezierza Iławskiego. Park został utworzony w roku 1993 decyzją Wojewody Olsztyńskiego i Wojewody Elbląskiego. W granicach PKPI znajduje się blisko 40 jezior oraz 3 rezerwaty przyrody z unikalnymi gatunkami roślin i zwierząt a także wyjątkowymi zabytkami kultury materialnej. Park znajduje się w zasięgu naturalnego występowania buka, jawora, dębu szypułkowego, trzmieliny brodawkowej i cisa pospolitego. Na terenie Pojezierza Iławskiego występuje ok. 900 gatunków roślin naczyniowych co stanowi ok. 40% flory Polski. W samym PKPI rośnie 790 gatunków, z tego 32 gatunki podlegają całkowitej ochronie prawnej, a 13-częściowej (JUTRZENKA-TRZEBIATOWSKI i in. 1997 za WIOŚ 1998). Wśród gatunków roślin naczyniowych objętych całkowitą ochroną prawną można wymienić min.: goździk pyszny, grzybienie białe, kukulka krwista, lilia złotogłów, listera jajowata, naparstnica zwyczajna, pluskwica europejska, rosiczka długolistna i okrągłolistna, wawrzynek wilczczyko i inne. Zaś ochronie częściowej podlegają: bagno zwyczajne (*Ledum palustre*), centuria pospolita (*Centaureum erythraea*), kalina koralowa (*Viburnum opulus*), konwalia majowa (*Convallaria majalis*), kopytnik pospolity (*Asarum europaeum*), przytulia wonna (*Galium odoratum*) i inne (JUTRZENKA-TRZEBIATOWSKI i in. 1997 za WIOŚ 1998).

Bardzo ważnym elementem szaty roślinnej Parku jest roślinność wodna, występująca w licznych na tym terenie jeziorach, ciekach i rzekach. Zaliczyć tu można: trzici-

na pospolita, oczeret jeziorny, pałka wąskolistna i szerokolistna, moczarka kanadyjska, żabiściek pływający, osoka aloesowata, różne gatunki rdestnicy, jeziora morska i inne.

Równie bogata jest fauna Parku. Bytuje tu wiele gatunków zwierząt, które uznaje się za zagrożone wyginięciem zarówno w skali kraju jak i świata. Wyjątkowo licznie reprezentowana grupą są ptaki. Podczas wieloletnich obserwacji i badań, zliczono występowanie 135 par lęgowych, w tym aż 116 chronionych. Swoje miejsca żerowiskowe i lęgowe posiadają tu między innymi: bielik, rybołów, orlik krzykliwy, myszołów, krogulec, jastrząb, błotniak stawowy, żuraw i bocian czarny. Godny podkreślenia jest fakt iż Park spełnia międzynarodowe kryteria Birdlife International do uznania go za Europejską Ostoję Ptaków.

Wśród ssaków, które można spotkać na obszarze Parku, z gatunków chronionych można wyliczyć: jeża, wiewiórkę, łasicę, wydrę i wilka. Ponadto na terenie tym występuje ok. 10 gatunków płazów oraz gady chronione takie jak: jaszczurka zwinka, padalec, zaskroniec i żmija zygzakowata.

Nie sposób pominąć tu licznej i niezmiernie ważnej grupy bezkręgowców, która występuje na obszarze Parku. Trudno jest podać konkretną liczbę gatunków, gdyż stan badań obszaru chronionego w okolicach Iławy a także innych miejsc w Polsce jest daleki od zadowalającego. Niemniej jednak okazy które do tej pory udało się zebrać, należące do różnych grup bezkręgowców (*Lepidoptera* – *Boloria aquilonaris*, gatunek z Polskiej Czerwonej Księgi Zwierząt, *Coleoptera*, *Trichoptera*, *Odonata*) świadczą o wysokich walorach przyrodniczych regionu.

Znaczący element krajobrazu Pojezierza Iławskiego stanowią wody powierzchniowe a mianowicie jeziora, rzeki i sztuczny element hydrologiczny jakim jest Kanał Ostródzko-Elbląski. Obecnie w Parku znajduje się 31 jezior a w otulinie 12. Na uwagę zasługuje Jeziorak Duży będący najdłuższym jeziorem w Polsce (długość maksymalna wynosi 27,5 km ) oraz Jezioro Urowiec jako najgłębszy akwenem na terenie Parku (głębokość maksymalna wynosi 31,8 m.).

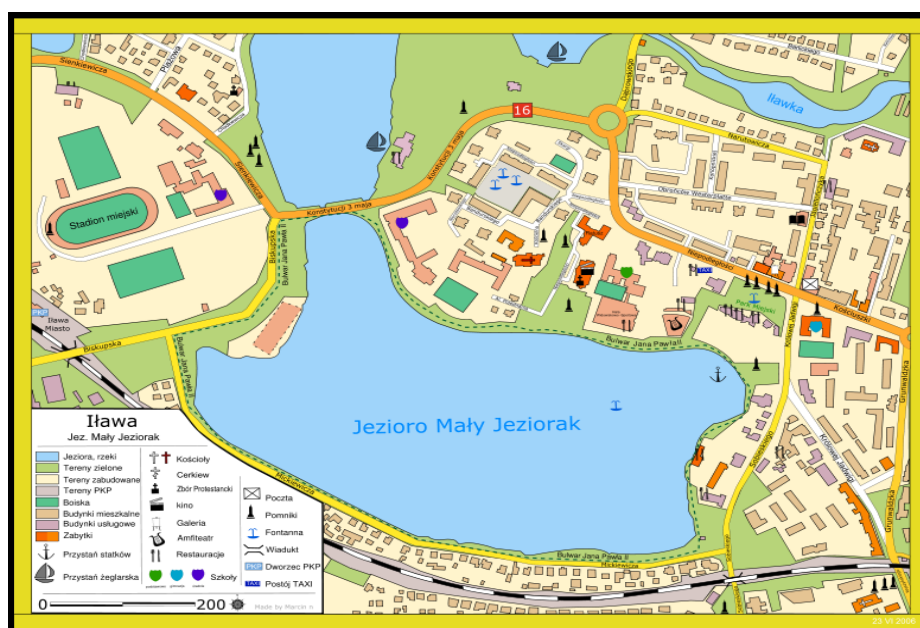
Pierwotnie po ustąpieniu lądolodu, liczba jezior była znacznie większa, jednak pod wpływem spływania oraz zarastania duża część z nich zanikła. Bardzo liczne na terenie Pojezierza są jeziora rynnowe a ich powstanie wiąże się z erozyjną działalnością lądolodu oraz potoków subglacjalnych. Przykładem jezior rynnowych są np.: Jeziorak Duży, Gardzień. Dość liczne są też jeziora moreny dennej (Piotrkowskie, Januszewskie) oraz tzw. oczka powstałe po wytopieniu brył martwego lodu zagrzebanych gdzieś pod osadami (np. Jezioro Urowiec).



System rzeczny Pojezierza Iławskiego uformował się po wycofaniu się lądolodu. Duża liczba jezior, okazałych rozmiarów leśne arealy oraz liczne bezodpływowe zagłębienia skutkowały tym iż cecha charakterystyczna cieków Pojezierza są wyrównane przepływy. Zdecydowana większość obszaru Parku leży w dorzeczu rzeki Drwęcy a wody odprowadzane są przede wszystkim Iławką, Osą i Liwą

Na podstawie wieloletnich badań prowadzonych nad wodami powierzchniowymi terenu Pojezierza Iławskiego, można stwierdzić, iż większość jezior PKPI i jego otuliny cechuje stosunkowo niewielka głębokość średnia, a także mała pojemność misy jeziornej w odniesieniu do zajmowanej powierzchni. Właściwości te są dość niekorzystne, gdyż jeziora płytsze generalnie wykazują znaczną podatność na degradację i znacznie szybciej ulegają przeżyźnieniu (WIOŚ w Olsztynie 1998).

Przykładem takiego akwenu jest min. Jeziorak Mały, główny obiekt badawczy w tejże pracy.



Ryc. 2 Jezioro Jeziorak Mały.  
 Ill. 2 The Lake Jeziorak Mały.

Zbiornik ten, jak już wspomniano powyżej, umiejscowiony jest w samym centrum miasta Iławy. Tuż obok wznosi się piękny Gotycki Kościół Przemienienia Pańskiego z XIV wieku oraz wiele współczesnych budowli w postaci restauracji i hoteli. Położony jest około 99 m n.p.m, głębokość średnia wynosi zaledwie 3,4 m. a maksymalna 6,4 m. Całkowita powierzchnia zwierciadła wody jest oszacowana na 26 ha a objętość jeziora to 890,9 tysięcy m<sup>3</sup>. Bezpośrednie sąsiedztwo miasta skutkuje zago-

spodarowaną ze wszystkich stron zlewnią jeziora. Brzegi w przeważającej części zostały wyrównane i obsiane trawą a wokół jeziora powstały ścieżki spacerowe i rowerowe. Jeziorak Mały pozbawiony jest jakichkolwiek dopływów powierzchniowych a jedyny odpływ wód następuje w kierunku północnym, do sąsiadującego z nim Jezioraka Długiego. Badania przeprowadzone przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Olsztynie w latach 1999 oraz 2002, klasyfikują Jeziorak Mały do III kategorii podatności na degradację. W stosowanej przez Państwową Inspekcję Ochrony Środowiska trzy-stopniowej skali podatności jezior na degradację, kategoria III jest ostatnią, najbardziej niekorzystną. Przyczyną takiej kondycji Jezioraka Małego są niewątpliwie jego właściwości morfometryczne związane z misą jeziorną oraz miejski charakter zlewni. Mała głębokość zbiornika i co za tym idzie znikoma stratyfikacja wód powodują bardzo poważne zaburzenia w jednym z najważniejszych, naturalnych zjawisk zachodzących w jeziorach, a mianowicie procesie cyrkulacji wód. Nieregularność procesu cyrkulacji wpływa z kolei na anomalie w rozmieszczeniu substancji organicznych i związków mineralnych w jeziorze takich jak tlen, fosfor, potas i inne. Następstwem tego jest rozwój organizmów, przede wszystkim roślin: planktonu, przybrzeżnych roślin ukorzenionych oraz bakterii, decydujących o trofii jeziora. Zbyt obfity rozwój organizmów w zbiorniku skutkuje jego przeżyźnieniem, zjawiskiem bardzo niekorzystnym jeśli chodzi o właściwości biologiczne jak i walory turystyczne jeziora. W przypadku Jezioraka Małego, nagromadzenie substancji chemicznych w okresie letnim zdecydowanie przekraczało określone normy (azot ogólny- ok. 2,23 mg/l, chlorofil a – ok. 55 mg/m<sup>3</sup>) a widzialność krążka Secchiego wynosiła zaledwie 0,6 m. (WIOŚ w Olsztynie 1998). Dlatego też w intencji organów samorządowych oraz ogólnie mieszkańców Miasta Iława powinno leżeć to aby stan wód jeziora Jeziorak Mały był dobry i nie wykazywał zagrożenia ekologicznego. Ponadto w dniu wejścia Polski do Unii Europejskiej zaczął obowiązywać akt prawny „DYREKTYWA 2000/60/WE PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY z dnia 23 października 2000 r.” zwany „Ramową Dyrektywą Wodną” ustalający wspólne działania Państw Członkowskich dziedzinie polityki wodnej. Jeden z artykułów tej Ustawy mówi: „Państwa Członkowskie chronią, poprawiają i przywracają stan wszystkich części wód powierzchniowych, z zastrzeżeniem stosowania, w celu osiągnięcia dobrego stanu wód powierzchniowych, przepisów określonych w (iii), w odniesieniu do sztucznych i silnie zmienionych części wód, najpóźniej w ciągu 15 lat od dnia

wejścia w życie niniejszej dyrektywy, zgodnie z przepisami ustanowionymi w załączniku V...”<sup>1</sup>.

Budzący obawy, stan wód Jezioraka Małego oraz Unijne przepisy przyczyniły się do reakcji ze strony władz miasta Iławy, które to sukcesywnie od paru lat przyczyniają się do poprawy jakości wód zbiornika położonego w centrum miasta Iława. W roku 1991 odcięto dopływ ścieków i od 1997 roku stopniowo wprowadzano zabiegi ochronno-rekultywacyjne: separatory, napowietrzanie przy zastosowaniu fontanny i umocnienie brzegów kamieniami i gruzobetonem od strony lustra wody (ZĘBEK 2002). W 1997 roku zainstalowano separatory lamelowe Unicon System do podczyszczania wód burzowych z substancji ropopochodnych i zanieczyszczeń stałych. Separatory są to urządzenia przeznaczone do oddzielania związków ropopochodnych oraz szlamu i piasku z wód płynących w rozdzielczym systemie kanalizacji deszczowej. Ze względu na możliwość oczyszczania znacznych ilości wód (przepływ do 1600 l/s) separatory lamelowe znajdują zastosowanie przede wszystkim w zlewniach miejskich. Poprzez kanalizację deszczową wody zanieczyszczone dostają się do komory wlotowej urządzenia, a następnie kierowane są do komory separacji. Oddzielenie ciekłych i stałych substancji uzyskuje się podczas poziomego przepływu zanieczyszczeń wód przez sekcje lamelowe (żaluzjowe) wykorzystujące procesy flotacji i sedymentacji. Oleje i benzyny zostają odseparowane od wody i pozostają jako gruba warstwa na powierzchni wody w komorze separacji; szlam i piasek gromadzą się w dolnej części komory (część osadowa separatora, rys. 3). Skuteczność separacji substancji ropopochodnych wynosi 97% przy wielkości przepływu równego 10% maksymalnej przepustowości separatora (PUH EKOL 1995). Usuwanie odseparowanych związków ropopochodnych oraz szlamu i piasku odbywa się przy użyciu wozu asenizacyjnego dwa razy w roku (WOLANIN 1997 za ZĘBEK 2002). Podczyszczanie wód burzowych dotyczy zlewni jeziora Jeziorak Mały o łącznej powierzchni 70 ha. Obszar, z którego odprowadzane są wody opadowe stanowią dzielnice mieszkaniowe o zabudowie luźnej, willowej jednorodzinnej i bloki wielorodzinne, trzykondygnacyjne oraz o zabudowie przemysłowej. Nad jeziorem zlokalizowane są 4 wloty separatorów (ZĘBEK 2002).

---

<sup>1</sup> Art.4 punkt 1(a podpunkt (ii) DYREKTYWA 2000/60/WE PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY



Rys 3, 4. Zamontowane nad brzegiem Jezioraka Małego separatory.  
 Ill.3,4 Separators placed on the side of Jeziorak Mały Lake.

W roku 1997 władze miasta Ławy zarządziły wybudowanie w samym środku jeziora fontanny, która miała być atrakcją turystyczną. Jak się później okazało obiekt ten poza swymi walorami typowo rekreacyjnymi spełnił jeszcze jedną bardzo ważną rolę a mianowicie przyczynił się do polepszenia stanu wód Jezioraka Małego. Zamontowana fontanna zadziałała jako filtrator i urządzenie napowietrzające wody jeziora. Napowietrzanie polega na poborze wód odtlenionych z warstwy przydennej bez naruszania osadów i wyrzucenie na wysokość około 16m ponad powierzchnię lustra wody, co umożliwia kontakt tej wody z tlenem zawartym w powietrzu atmosferycznym. Urządzenie składa się z pompy głębinowej SP 60-6 o mocy 11 KWh o przepływie 80 m<sup>3</sup>/h ( 1m<sup>3</sup> w czasie 45s). Należy więc napowietrzać wodę przez 11136 godzin (464,4 dni), aby przełać całą objętość jeziora. Sprawność pompy wynosi 80% (ZĘBEK 2002).



Ryc.5. Fontanna w centrum jeziora Jeziorak Mały  
 Ill.5. The fountain in the Lake Jeziorak Mały

W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono różnice w natlenieniu przy fontannie i na głębooczku. Przy fontannie odnotowano wyższe zawartości tlenu niż na głębooczku, które wynosiły odpowiednio na powierzchni 11,61 mgO<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup> i na głębokości 4m - 3,47 mgO<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup> oraz 10,85 mgO<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup> i 0,0 mgO<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup> (ZĘBEK 2002). Nasuwa się jednak pytanie: „czy poprawiający się stan wód jeziora Jeziorak Mały, potwierdzony przez WIOŚ w Olsztynie, współgrał ze stanem ekologicznym jeziora. Innymi słowy, czy zabiegi oczyszczające wpłynęły na organizmy zamieszkujące badany obiekt a jeśli tak to w jakim stopniu. Problem ten postarano się rozpatrzyć na przykładzie *Trichoptera* bytujących w Jezioraku Małym.

### 3.2 Metody zbioru materiału

W pracy wykorzystano materiał zebrany przez zespół badawczy: prof. dr hab. Aline Bonar, dr inż. Urszulę Szymańską, mgr Maję Adamczuk z Zakładu Prawa Ochrony Środowiska, Wydział Prawa i Administracji, Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie. Dodatkowo w latach 1997-1998 w ramach grantu nr 993/P04/97/13 (Wpływ zabiegów rekultywacyjnych na fitoplankton w śródmiejskim jeziorze Jeziorak Mały, dysertacja doktorska), prace na tymże obiekcie prowadziła dr inż. Elżbieta Zębek z Zakładu Prawa Ochrony Środowiska, Wydział Prawa i Administracji, Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie. Badano litoral jeziora Jeziorak Mały w latach 1996-2005. Próby pobierano ze strefy brzegowej sięgającej od 20 cm do 1,5 m licząc od brzegu jeziora. Czas badań rozkłada się na lata 1996 – 2005 w miesiącach od marca do listopada w nieregularnych odstępach czasowych. Łącznie pobrano 573 próby, chruściki stwierdzono w 372 próbach z trzech grup stanowisk, znajdujących się w strefie brzeżnej Jezioraka Małego zróżnicowanych pod względem stopnia przekształcenia antropogenicznego i warunków środowiskowych (charakter dna, ewentualne dopływy ze zlewni):

- A. Separatory – dwa stanowiska usytuowane u wylotu rur, z których następuje odpływ wód burzowych po podczyszczeniu przez te urządzenia. Stanowiska zlokalizowane są na wschodnim brzegu jeziora, gdzie część brzegów jest wybetonowana, a dno piaszczyste i kamieniste, bowiem materia organiczna została wypłukana w wyniku zwiększonego przepływu wody (rys. 6 i 7).

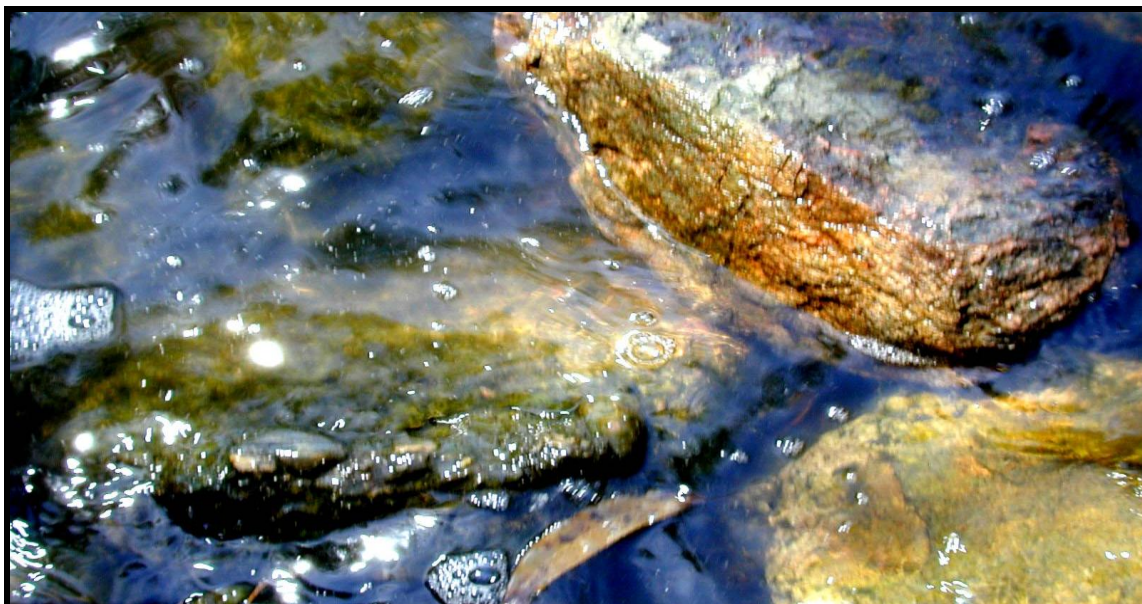




Ryc.6,7 Stanowisko badawcze nr 4 i nr 7.  
 Ill.6,7. Stations number 6 and 7.

**B.** Stanowiska z podłożem kamienistym i żwirowym – dwa stanowiska, na których kamienie i gruzobeton są sukcesywnie wykładane od 1997 roku. Jedno usytuowane jest na wschodnim brzegu, a drugie na północnym, gdzie zlokalizowane jest osiedle domków jednorodzinnych. Dno i miejsca styku łądu z wodą pokryte są kamieniami i gruzobetonem, zasiedlanym przez organizmy roślinne i zwierzęce (Ryc.5).

**C.**



Ryc.8 Stanowisko badawcze nr 5.  
 Ill. Station number 5.

**D.** Stanowiska z roślinnością wodną wynurzoną – dwa stanowiska nie przekształcone antropogenicznie. W miejscach poboru prób występuje roślinność wynurzona, głównie tatarak, manna mielec i pałka wąskolistna. Na brzegu rosną drzewa, któ-

rych korzenie zanurzone są w wodzie. Dno w tej części brzegów jest muliste i pokryte materią organiczną, która ulega mineralizacji w warunkach beztlenowych (odczuwalny był zapach siarkowodoru). Mieszanie wody na tych stanowiskach jest ograniczone, ponieważ trzcina stanowi ścianę oporową dla działania wiatru i falowania wody (Ryc. 9,10).

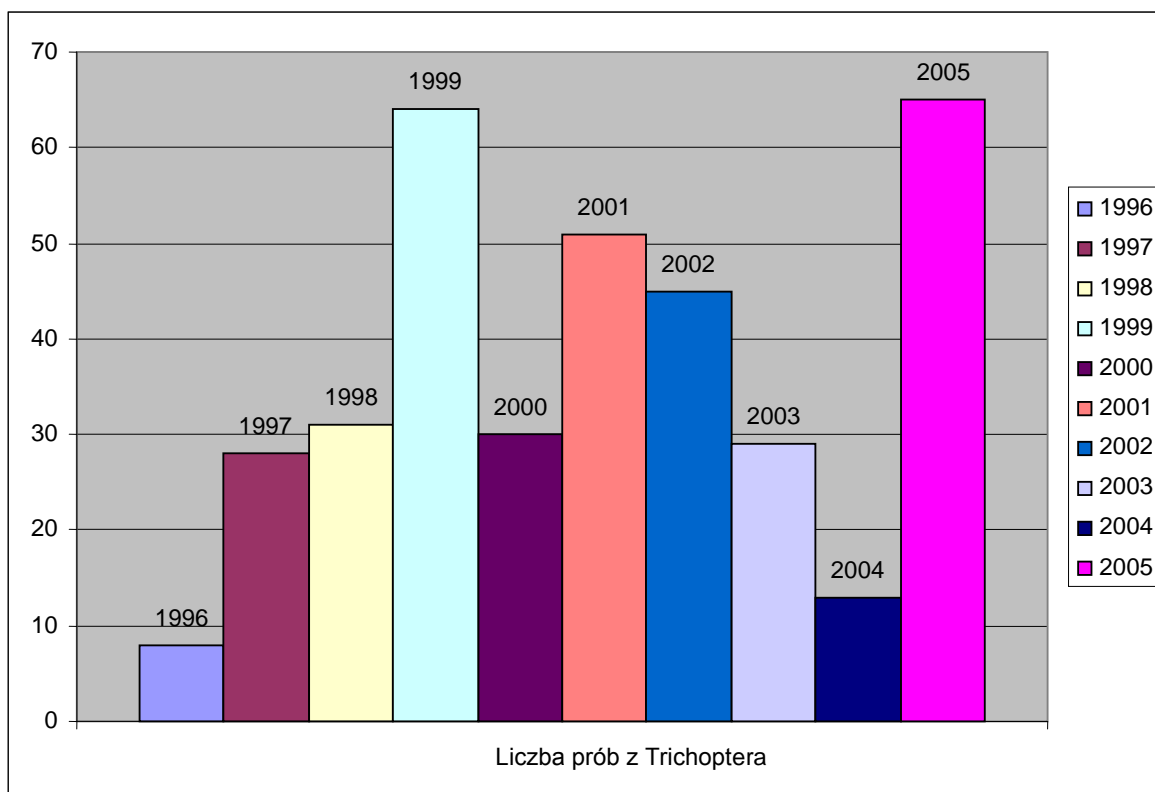


Ryc.9,10 Wschodnia strona Jezioraka Małego, stanowiska nr 6 i 8.  
Ill..9,10. West side on the Lake Jeziorak Mały, stations number 6 and 8.

Stadiami *Trichoptera*, które zostały zebrane i na których będą opierały się wyciągnięte wnioski, były wyłącznie larwy. Larwy chruścików łowiono z pomocą czerpaka hydrobiologicznego. Materiał przebierano na miejscu osadzając go na dużych, białych kuwetach, poczym przenoszono do próbek Eppendorfa lub szklanych pojemniczków opatrzonych etykietą z datą połowu i opisem stanowiska. Następnie próby konserwowano w 70 % roztworze alkoholu etylowego.

Tak przygotowany materiał został oznaczany w pracowni pod binokulem przy pomocy dostępnych kluczy. Układ systematyczny larw *Trichoptera* przyjęto za CZACHOROWSKIM (2002). Materiał, który był bazą do napisania tej pracy znajduje się w zbiorach Katedry Ekologii i Ochrony Środowiska UWM w Olsztynie.

Badania prowadzono w latach 1996 – 2005 w miesiącach od marca do listopada w nieregularnych odstępach czasowych. Odnotowano 372 prób z 3 grup stanowisk znajdujących się w strefie brzeżnej Jezioraka Małego.



Ryc.11. Liczba prób, w których obecne były larwy chruścików w latach 1996-2004.  
 Ill.11. The number of samples which contained larvae of caddis flies in years 1996-2004.

Najwięcej prób z chruścikami stwierdzono w latach: 1999, 2001, 2002, 2003, 2005. Pomijając lata 1996 oraz 2004, liczba prób w każdym roku wynosiła średnio 40 i była proporcjonalna do liczebności pozyskanych chruścików.

Badany materiał zawiera łącznie 1825 osobników chruścików (1487 larw i pustych 338 domków) przynależnych do 19 taksonów z czego 13 pewnie oznaczonych do rangi gatunku. Ze względu na liczbę prób jak i liczebność larw chruścików materiał można uznać za reprezentatywny.



### 3.3. Metody analizy materiału

A) Dominacje wyliczono według wzoru :

$$Di = \frac{n}{N} 100 \%$$

gdzie :  $D_i$  – dominacja i-tego gatunku,

$n$  - liczebność i-tego gatunku,

$N$  – łączna liczebność wszystkich gatunków.

Klasy dominacji przyjęto za BIESIADKĄ I KOWALIKIEM (1980) odpowiednie dla bezkręgowców wodnych i ich liczebności :

Eudominanci – gatunki o liczebności powyżej 10%,

Dominanci – gatunki o liczebności 5,01 – 10%,

Subdominanci – gatunki o liczebności 2,01 – 5%,

Recedenci – gatunki o liczebności mniejszej niż 2%.

B) Frekwencję na stanowiskach obliczono ze wzoru :

$$F = \frac{s}{S} 100 \%$$

gdzie :  $F_i$  – frekwencja i-tego gatunku,

$s$  – liczba stanowisk na których dany gatunek występuje,

$S$  – liczba wszystkich stanowisk.

C) Ocenę naturalności dokonano wykorzystując wskaźniki naturalności biocenoz (CZACHOROWSKI 2004)

1) wskaźnik jakościowy

$$Wns = \frac{\sum_{i=1}^s Wzei}{S}$$

gdzie :

$Wns$  – wskaźnik naturalności danej biocenozy w ujęciu jakościowym,

$Wzei$  – wskaźnik znaczenia ekologicznego i-tego gatunku w danej biocenozy,

$s$  – liczba wszystkich gatunków obecnych w danej biocenozy.

2) wskaźnik ilościowy

$$Wni = \frac{\sum_{i=1}^s Wzeini}{N}$$

gdzie :

$Wni$  – wskaźnik naturalności danej biocenozy w ujęciu ilościowym

$Wzei$  – wskaźnik znaczenia ekologicznego i-tego gatunku w danej biocenozy

$ni$  – liczebność i-tego gatunku

$N$  – suma gatunków obecnych w biocenozy (liczba wszystkich osobników)

Wartości  $Wze$  dla fauny jeziornej przyjęto za PIETRZAKIEM (2004).

Tab.1. Wartości  $Wze$  dla zebranych gatunków chruścików.  
Tab.1. Values of  $Wze$  index for studied species of caddisflies.

Gatunek	Wze	Gatunek	Wze
Agraylea multipunctata	3	Mystacides longicornis	16
Anabolia sp.	8	Mystacides nigra	16
Arthripsodes aterrimus	16	Oecetis furva	16
Ceraclea annulicornis	1	Orthotrichia costalis	16

Gatunek	Wze	Gatunek	Wze
Ceraclea sp.	1	Phryganea bipunctata	16
Cyrnus crenaticornis	16	Phryganea grandis	16
Limnephilus flavicornis	8	Tinodes waeneri	16
Limnephilus sp.			

D) Podobieństwa faunistyczne gatunków i stanowisk zostały wyliczone przy wykorzystaniu programu BioDiversity Professional; uwzględniono formułę Jaccarda oraz zmodyfikowaną formułę Sorensa, znaną jako formuła Bray-Curtisa. Wyniki obliczeń zaprezentowano w postaci dendrytów.

## 4. Wyniki

### 4.1 Przegląd gatunków

#### *Hydroptilidae*

Przedstawiciele tej rodziny mają bardzo małe rozmiary, zaledwie 2-5 mm. W Polsce do tej pory odnotowano występowanie 23 gatunków z 8 rodzajów (WIKIPEDIA, 2007).

##### *Agraylea multipunctata* (Curtis, 1834)

Ołowiono 2 larwy ze stanowiska o kamienistym dnie oraz 1 larwę ze stanowiska z bujną roślinnością. Jest to gatunek holoarktyczny, nie stwierdzony w południowej Europie i Islandii. Określany jako limnebiont, zasiedla strefę helofitów i elodeidów wszystkich typów jezior. Rzadko występuje jedynie na torfowiskach oraz jeziorach dystroficznych. (CZACHOROWSKI, 1998).

##### *Orthotrichia costalis* (Curtis, 1834)

Złowiono 569 larw ze stanowisk o podłożu kamienistym oraz 96 larw ze stanowisk z bujną roślinnością. Jest to gatunek euroazjatycki, powszechnie spotykany w całej Europie w jeziorach i rzekach. Najczęściej spotykany w jeziorach eutroficznych i politroficznych w strefie elodeidów oraz helofitów (CZACHOROWSKI, 1998).

#### *Polycentropodidae*

Larwy są drapieżnikami, budują sieci łowne, a także tak zwane nici sygnalizacyjne. W Polsce do tej pory udokumentowano obecność 15 gatunków, zaliczonych do 5 rodzajów (CZACHOROWSKI & PIETRZAK, 2003).

##### *Cyrnus crenaticornis* (Kolenati, 1859)

Zebrano 1 larwę na stanowisku z bujną roślinnością. Gatunek ten jest drapieżnikiem, zjada drobne organizmy wodne. Z jedwabnych nici buduje lejkowate sieci łowne połączone z mieszkalną norcą (WIKIPEDIA, 2007). Limnebiont, występuje głównie w elodeidach jezior mezotroficznych. Spotykany w całej Europie (CZACHOROWSKI, 1998).

## *Leptoceridae*

### *Arthripsodes aterrimus* (Stephens, 1836)

Odłowiono w sumie 805 larw. Najwięcej, bo aż 537 pochodziło ze stanowisk o podłożu kamienistym a 262 larwy odnotowano na stanowiskach z bujna roślinnością. Jest to limnebiont, występujący w strefie elodeidów i helofitów. Gatunek ten jest określany jako euroszyberyjski. Najczęściej spotykany w jeziorach eutroficznych i starorzeczach, lecz obecny także w innych jeziorach ciągu harmonicznego (CZACHOROWSKI 1998).

### *Ceraclea annulcornis* (Stephens, 1836)

Pozyskano 2 osobniki ze stanowisk o podłożu kamienistym. Limnebiont, którego larwy preferują jeziora o niższej trofii oraz litoral piaszczysty, występują w zbiorowiskach ramiennic. Jest to gatunek holoarktyczny, nie występujący w południowej Europie oraz Islandii (CZACHOROWSKI 1998).

### *Mystacides longicornis* (Linnaeus, 1758)

Zebrano i oznaczono 209 larw z Jezioraka Małego, 104 osobniki ze stanowiska o podłożu kamienistym, 1 ze stanowiska o podłożu zdecydowanie piaszczystym oraz 110 larw ze stanowiska z bujna roślinnością. Gatunek ten należy do limnebiontów, preferuje strefę elodeidową. Larwy obecne są we wszystkich typach jezior, wyłączając jedynie torfowiska i jeziora dystroficzne. Gatunek euroszyberyjski. (CZACHOROWSKI 1998).

### *Mystacides nigra* (Linnaeus, 1758)

Pozyskano 2 larwy ze stanowiska o podłożu kamienistym oraz 1 larwę ze stanowiska z bujna roślinnością. Gatunek palearktyczny występujący w całej Europie za wyjątkiem Islandii. Limnebiont, związany najprawdopodobniej ze strefa elodeidów. Spotykany najczęściej w jeziorach mezotroficznych, obecny także w oligotroficznych, eutroficznych oraz politroficznych.

### *Oecetis furva* (Tambur, 1842)

3 larwy odłowiono ze stanowiska z bujna roślinnością. Jest to gatunek holoarktyczny, w Europie nie stwierdzony jedynie w Hiszpanii i południowej części Bałkanów. Larwy odławiane głównie w jeziorach, zastoiskowych częściach rzek, wodach słonawych, spo-

radycznie także w górach. (WIKIPEDIA, 2007). Określany jako limnebiont, preferuje strefę elodeidów. (CZACHOROWSKI, 1998).

*Oecetis lacustris* (Pictet, 1834)

Pozyskano 2 larwy ze stanowiska o kamienistym dnie oraz 1 larwę ze stanowiska z bujną roślinnością. Gatunek palearktyczny, w Europie nie stwierdzony na Półwyspie Iberyjskim, Bałkanach i Islandii. Określany jako limnebiont, związany jest ze strefą izoetidów i głębszym litoralem. Preferuje jeziora o niskiej trofii (CZACHOROWSKI, 1998).

***Limnephilidae***

Jest to najliczniejsza w gatunki i najpowszechniejsza w Polsce rodzina chruścików (99 gatunków z 31 rodzajów). Larwy budują przenośne domki różnego kształtu z przeróżnych materiałów : piasku, kamyczków, części roślin, detrytusu, muszli a także wytworów człowieka takich jak styropian czy plastik (WIKIPEDIA, 2007).

*Limnephilus flavicornis* (Fabricius, 1787)

6 larw odłowiono ze stanowisk o podłożu z bujną roślinnością. Odnotowano ponadto 5 larw ze stanowisk z bujną roślinnością oraz 1 larwę ze stanowiska o podłożu kamienistym które stanowią oznaczenia niepewne. Gatunek eurosyberyjski, nie odnotowany jak dotąd jedynie w Hiszpanii i Islandii. Limnefil (lokalnie limnebiont) poławiany ze wszystkich typów jezior. Preferuje helofity i dno z gruboziarnistym detrytusem (CZACHOROWSKI, 1998).

*Anabolia* (Stephens, 1837)

*Anabolia sp. (laevis-furcata)*

Przy stanowiskach z bujną roślinnością i detrusowym dnem stwierdzono występowanie 7 larw. Limnebiont występujący w litoralu dużych i średniej wielkości rzek (KAŃSKI 2004), a także prawie wszystkich typów jezior poza dystroficznymi. Preferuje odcinki z zadrzewionymi brzegami (CZACHOROWSKI, 1998).

## ***Phryganeidae***

Przedstawiciele tej rodziny należą do największych chruścików. Odnosi się to zarówno do larw jak i imagines Trichoptera. Larwy budują przenośne domki zbudowane z części roślin lub detrytusu. Są to jedne z nielicznych chruścików domkowych, które mogą swój domek opuścić (np. pod wpływem stresu) i przenieść się do innego. *Phryganeidae* to rodzina chruścików stosunkowo stara filogenetycznie, w budowie ciała zachowało się wiele cech pierwotnych. Larwy najczęściej są drapieżne (WIKIPEDIA, 2007).

### *Phryganea sp.* (Linnaeus, 1761)

Pozyskano 9 larw ze stanowiska z bujną roślinnością. Larwy prawdopodobnie należą do *P. bipunctata*.

### *Phryganea bipunctata* (Retzius, 1783)

Odlowiono 10 larw ze stanowiska z bujną roślinnością. Jest to gatunek holoarktyczny, nie odnotowany w Hiszpanii, Islandii i na Bałkanach. Limnebiont, preferuje duże jeziora. Odlawiany najczęściej w strefie helofitów. Młodsze stadia larwalne występują także w elodeidach. Zaobserwowano wędrówki larw z tej strefy ku brzegowi wraz z końcem zimowania (CZACHOROWSKI 1998).

### *Phryganea grandis* (Linnaeus, 1761)

Jeden gatunek znaleziono na stanowisku z bujną roślinnością. Gatunek występujący pospolicie w Europie poza jej częścią południową i Islandią. Określany jako limnebiont, preferuje duże jeziora oraz strefę helofitów. Jego obecność stwierdzano w jeziorach mezotroficznych, eutroficznych, politroficznych, i przepływowych.

## **Psychomyidae**

Przedstawiciele tej rodziny budują norki, są to glonożercy lub zdrapywacze. W Polsce występuje 8 gatunków z 3 rodzajów. Są dobrymi bioindykatorami, raczej łatwymi do identyfikacji (WIKIPEDIA, 2007).

*Tinodes waeneri* (Linnaeus, 1758)

Stwierdzono występowanie 3 larw na stanowisku z liczną roślinnością. Limnebiont, gatunek eurytopowi występujący w całej Europie. Larwy preferują jeziora eutroficzne zasiedlając twarde podłoża typu kamień, kłoda, bądź też osiedlając się na łodygach trzciny. Gatunek ten w jeziorach o niższej trofii zastępowany jest przez *Psychomyia pusilla* (CZACHOROWSKI 1998).

#### 4.2. Ogólna charakterystyka chruścików jeziora Jeziorak Mały

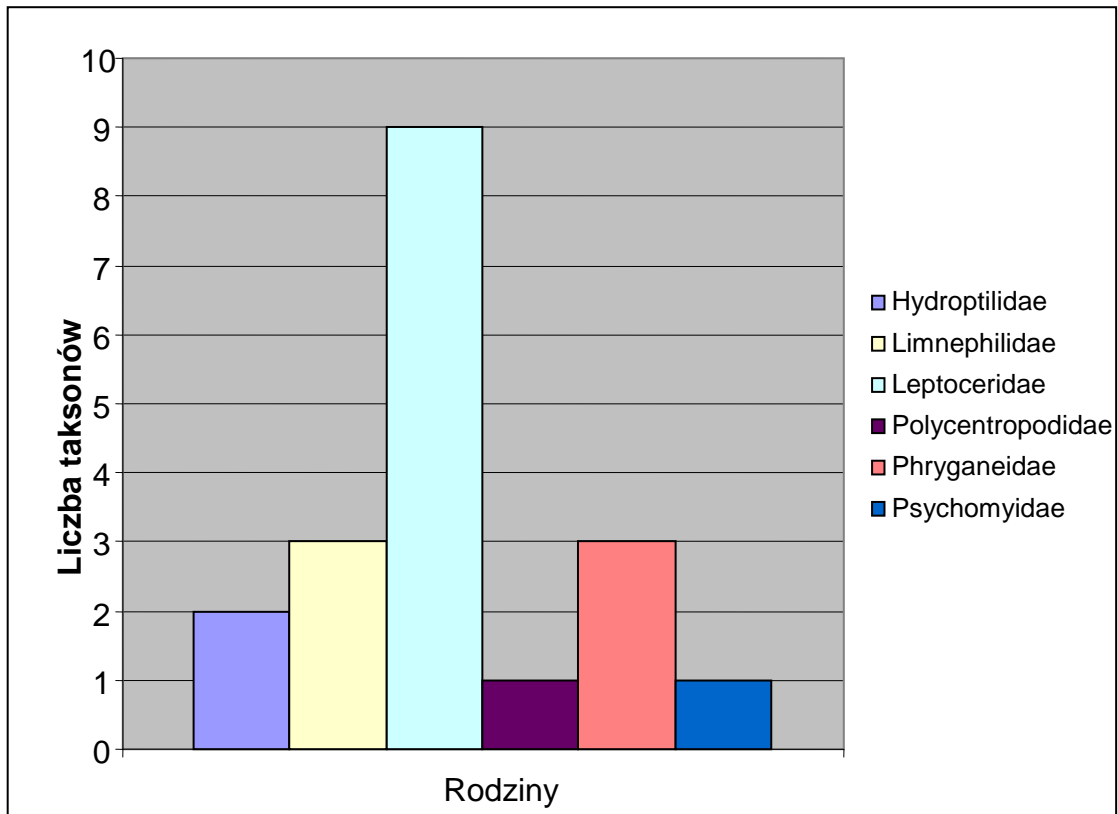
Łącznie w badanym jeziorze Jeziorak Mały wykazano obecność 19 taksonów chruścików (Tab.2.) należących do 6 rodzin, co stanowi około 7% trichopterofauny Polski. Najliczniej reprezentowaną pod względem taksonów była rodzina *Leptoceridae* (9 taksonów), identyczna liczba (po 3) należała do rodzin *Limnephilidae* oraz *Phryganeidae*. Rodziny *Hydroptilidae* (2) *Polycentropodidae* (1) oraz *Psychomyidae* (1) charakteryzowała najmniejsza liczba taksonów (Ryc.12). Przedstawiciele występujących w jeziorze rodzin są glonopijnymi rozdrabniaczami (*Hydroptilidae*), fitofagicznymi rozdrabniaczami (*Phryganeidae*), detrytofagicznymi lub polifagicznymi rozdrabniaczami (*Limnephilidae*), detrytusofagicznymi zbieraczami (*Leptoceridae-Mystacides*), glonożernymi zdrapywaczami (*Psychomyidae*), fito- i detrytusofagicznymi rozdrabniaczami (*Leptoceridae - Athripsodes*), drapieżnikami (*Polycentropodidae*) (CZACHOROWSKI 1998).

Tab.2. Ogólna charakterystyka chruścików jeziora Jeziorak Mały.  
Tab.2. The general characteristic caddisflies of the Jeziorak Mały lake.

Takson	Liczebność	Dominacja [%]	Klasy dominacji	Frekwencja [%]
<i>Agraylea multipunctata</i>	4	0,29	R	18,75
<i>Orthotrichia costalis</i>	670	36,7	E	62,5
<i>Anabolia</i> sp.	6	0,32	R	18,75
<i>Limnephilus flavicornis</i>	5	0,27	R	18,75
<i>Limnephilus</i> sp.	6	0,32	R	25
<i>Arthripsodes aterrimus</i>	801	44,8	E	62,5



Takson	Liczeb- ność	Dominacja [%]	Klasy do- minacji	Frekwencja [%]
<i>Ceraclea annulicornis</i>	1	0,05	R	6,25
<i>Ceraclea</i> sp.	1	0,05	R	6,25
<i>Mystacides longicornis</i>	209	11,45	E	62,5
<i>Mystacides nigra</i>	3	0,16	R	12,5
<i>Mystacides</i> sp.	51	2,79	S	
<i>Oecetis furva</i>	3	0,16	R	12,5
<i>Oecetis lacustris</i>	3	0,16	R	12,5
<i>Oecetis</i> sp.	20	1.1	R	37,5
<i>Cyrnus crenaticornis</i>	1	0,05	R	6,25
<i>Phryganea bipunctata</i>	10	0,54	R	12,5
<i>Phryganea grandis</i>	1	0,05	R	6,25
<i>Phryganea</i> sp.	10	0,54	R	25
<i>Tinodes waeneri</i>	3	0,16	R	6,25



Ryc12. Liczb taksonów w rodzinach.  
 Ill.12. The number of taxas in the families.

Pod względem ilościowym struktura przedstawia się następująco:

*Leptoceridae* - 1110 osobników, co stanowiło 60,08% materiału,

*Hydroptilidae* (673) - 36,87%,

*Phryganeidae* (21) - 1,2 %,

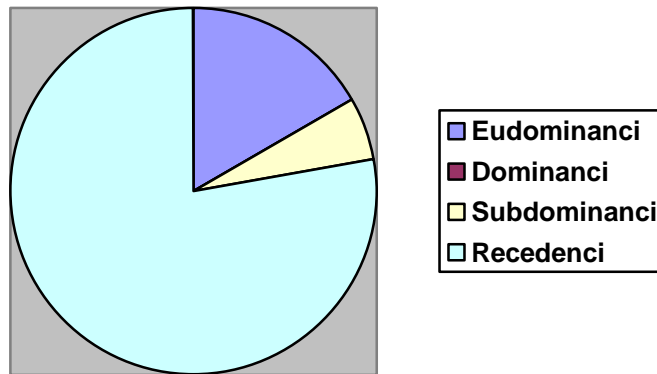
*Limnephilidae* (17) - 0,93%,

*Polycentropodidae* (1) – 0,05%,

*Psychomyidae* (1) – 0,05%

Powyższe dane wskazują, że na zróżnicowanie, strukturę gatunkową jak i liczebność oraz na strukturę ilościową główny wpływ mieli przedstawiciele dwóch rodzin: *Leptoceridae* i *Hydroptilidae*.

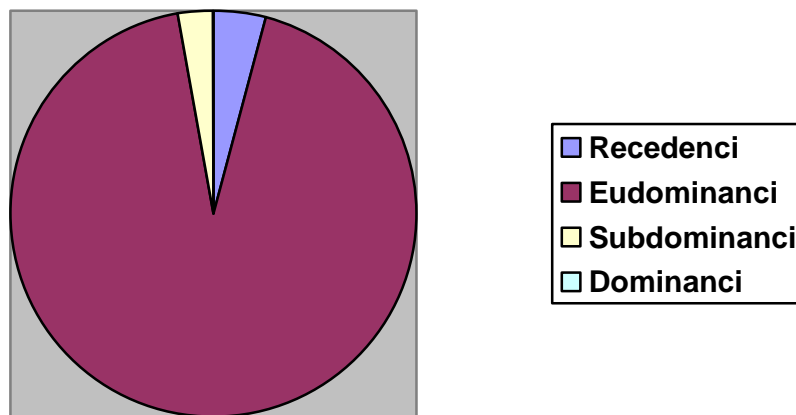
W zbadanym materiale stwierdzono występowanie czterech klas dominacji. Największy wpływ na zróżnicowanie oraz strukturę gatunkową miała klasa recedentów, reprezentowana przez 14 gatunków (Ryc.13).



Ryc.13. Udział procentowy gatunków w poszczególnych klasach dominacji w jeziorze Jeziorak Mały.

Ill.13. Percentage point of species in distinguished groups of domination of the Jeziorak Mały Lake.

Największą liczebność wykazywali eudominanci (93% badanego materiału). Recedenci oraz subdominanci stanowili odpowiednio: 4,2% i 2,8% (Ryc. 14).



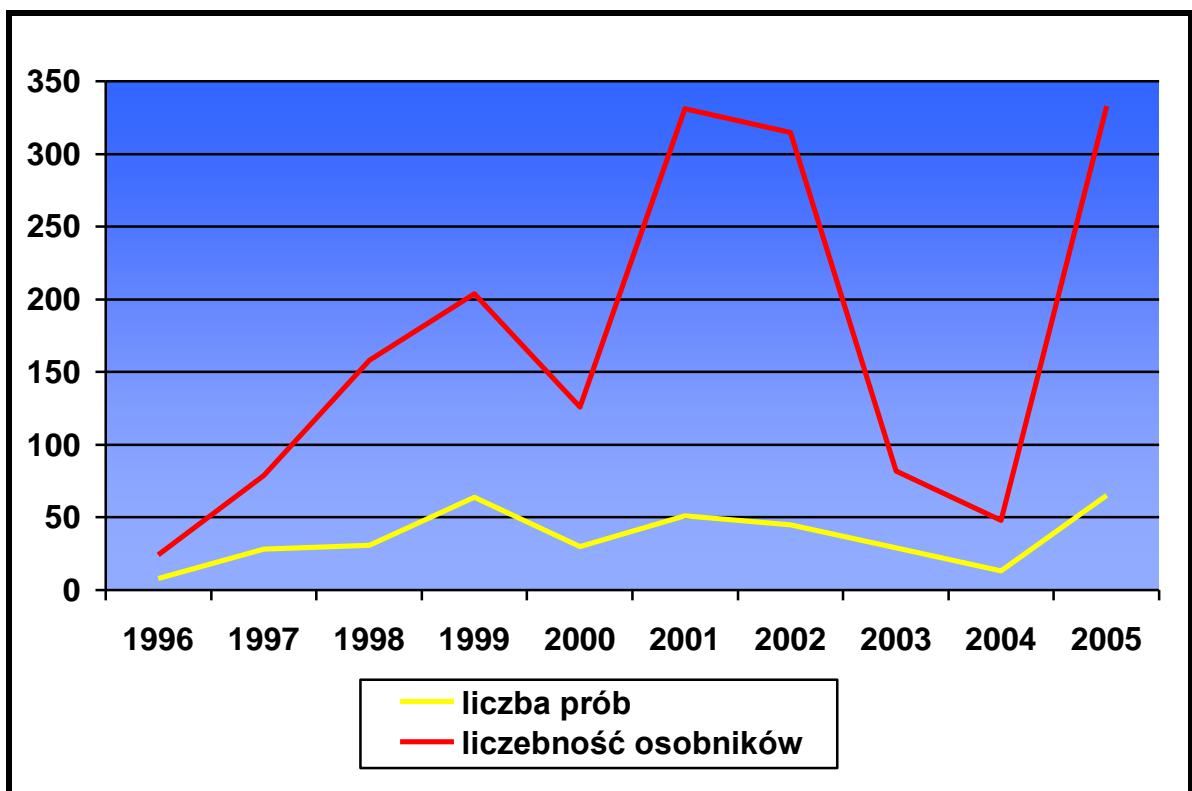
Ryc.14. Struktura dominacji chruścików jeziora Jeziorak Mały.

Ill.14. Domination structure of caddisflies of the Jeziorak Mały lake.

Struktura dominacji chruścików Jezioraka Małego w poszczególnych latach była zmienna. Do klasy eudominantów i dominantów, biorąc pod uwagę wszystkie lata badań, należą: *Arthripsodes aterrimus*, *Orthotrichia costalis* (2000-2005), *Mystacides longicornis*. Gatunki te wyraźnie dominowały w próbach odnotowanych na przestrzeni lat badań 1996-2005. Ich liczebność w poszczególnych latach była różna, lecz wyraźnie wskazywała na tę klasę dominacji.

### 4.3 Wieloletnie zmiany fauny chruścików

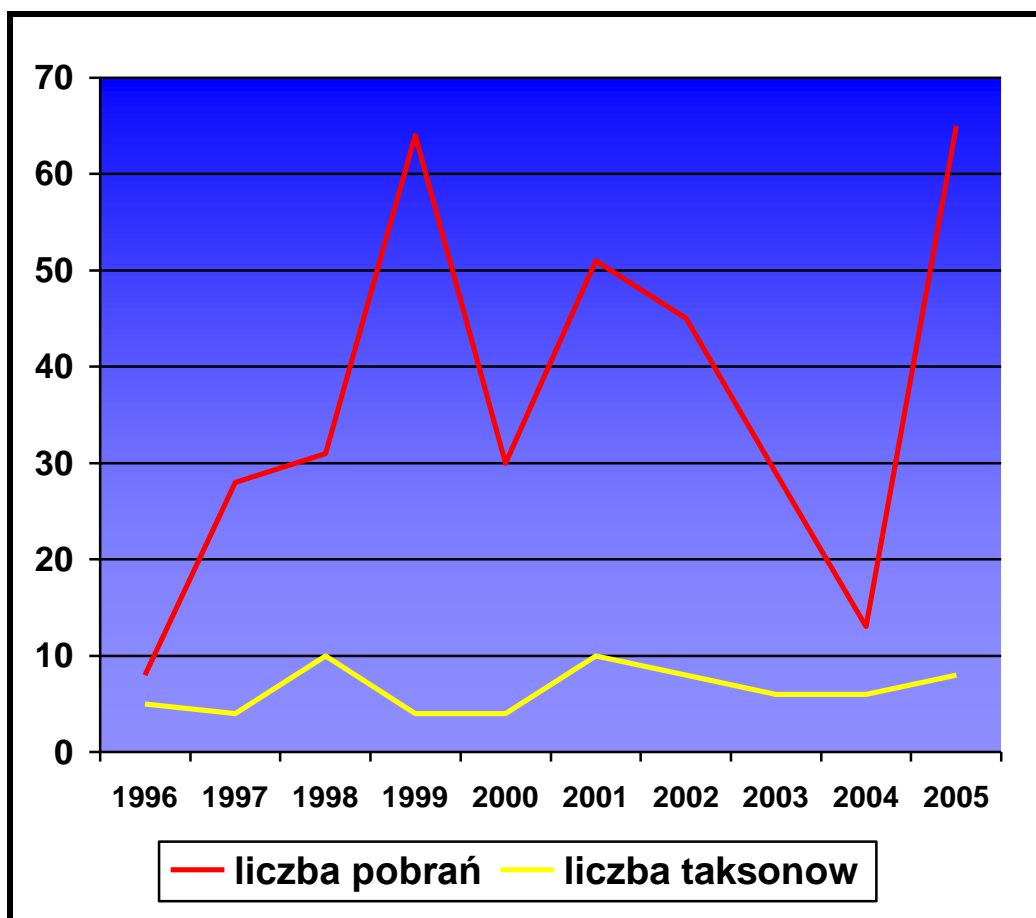
Liczebność chruścików zmieniała się w okresie badań. Można zauważyć tendencję zwieszania się liczebności chruścików w okresie 10 lat badań. Częściowo na wyniki mógł mieć wpływ nieregularny charakter poboru prób, w szczególności odnosić się to może to lat 1996, 2003, 2004. Ogólny trend zwiększenia liczebności chruścików można powiązać z poprawą jakości wody w wyniku napowietrzania przez działającą fontannę (Ryc.15.).



Ryc.15. Liczba prób i liczebności osobników (*Trichoptera*) w poszczególnych latach.  
Ill.15. The number of samples and number of specimens (*Trichoptera*) in particular years.

Istotnym faktem, biorąc pod uwagę poszczególne lata badań (1996-2005), jest liczba taksonów chruścików. Mimo nieregularnego tempa poboru prób, bioróżnorodność *Trichoptera* w Jezioraku Małym (wykluczając lata 1999-2000) wahała się w granicach od 5 do 10 taksonów na próby w danym roku.. Dość widocznym trendem poczynają

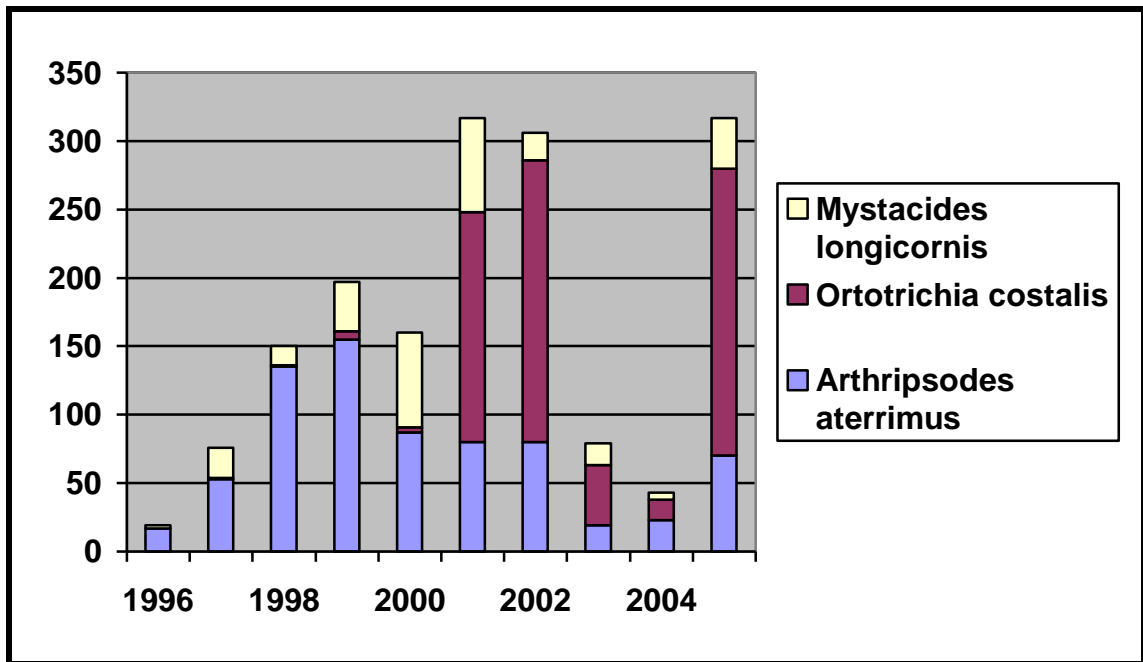
jąc od roku 2001 jest początkowy wzrost i stabilizacja liczby taksonów. Zjawisko to przypuszczalnie jest skorelowane z poprawiającym się stanem wód jeziora (Ryc.16).



Ryc.16. Liczba prób i liczba taksonów (*Trichoptera*) w poszczególnych latach.  
Ill.16. . The number of samples and number of taxa (*Trichoptera*) in particular years.

Zmiany fauny chruścików w okresie badań wyraźniej uwidacznia struktura dominacji oraz liczebności poszczególnych gatunków.

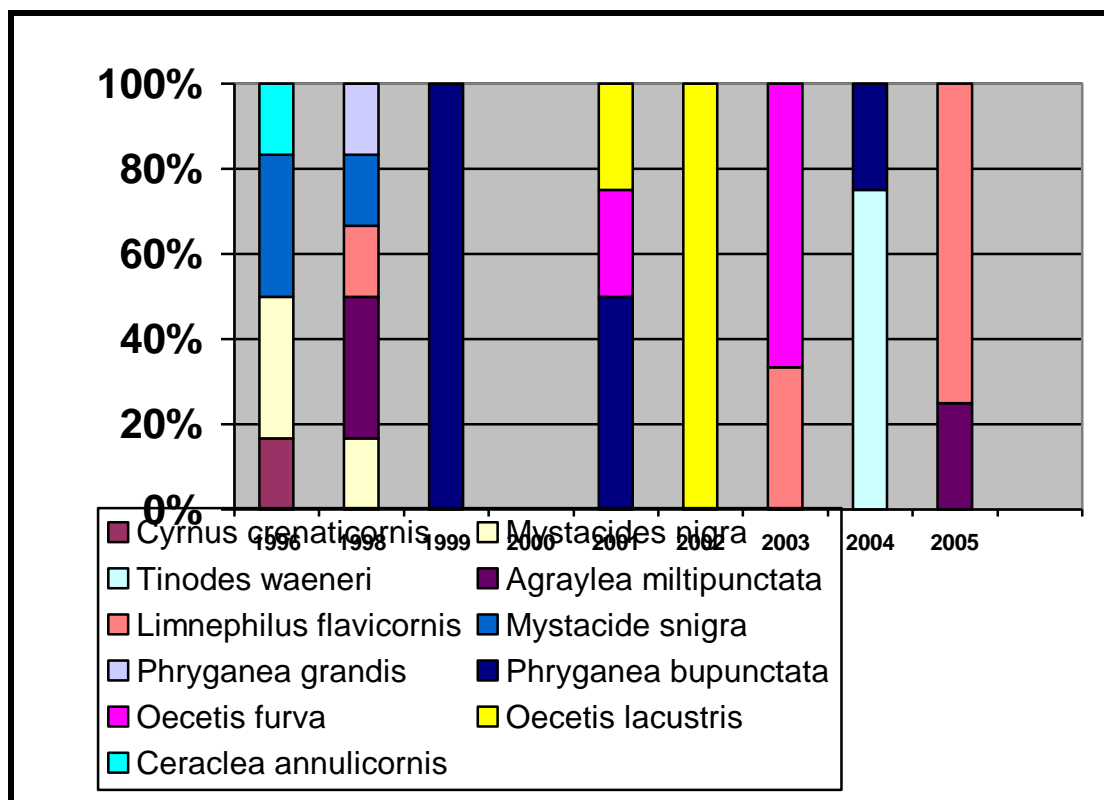
Wyraźne zmiany jakościowe uwidaczniają się przy porównaniu udziału procentowego najliczniejszych gatunków. Udział procentowy *Mystacides longicornis* w okresie badań był w zasadzie podobny, ale największy udział procentowy zanotowano w latach 2000-2001. Z kolei procentowa liczebność *Arthripsodes aterrimus* największa była w początkowym okresie. Odwrotnie niż *Orthotrichia costalis* – gatunek ten ilościowo uwidoczniał się dopiero w 2001 r. (Ryc.17).



Ryc.17. Procentowy udział klas dominantów i eudominantów w poszczególnych latach badań.

Ill.17. Percentage piont of dominants and eudominants class in particular years of re-search.

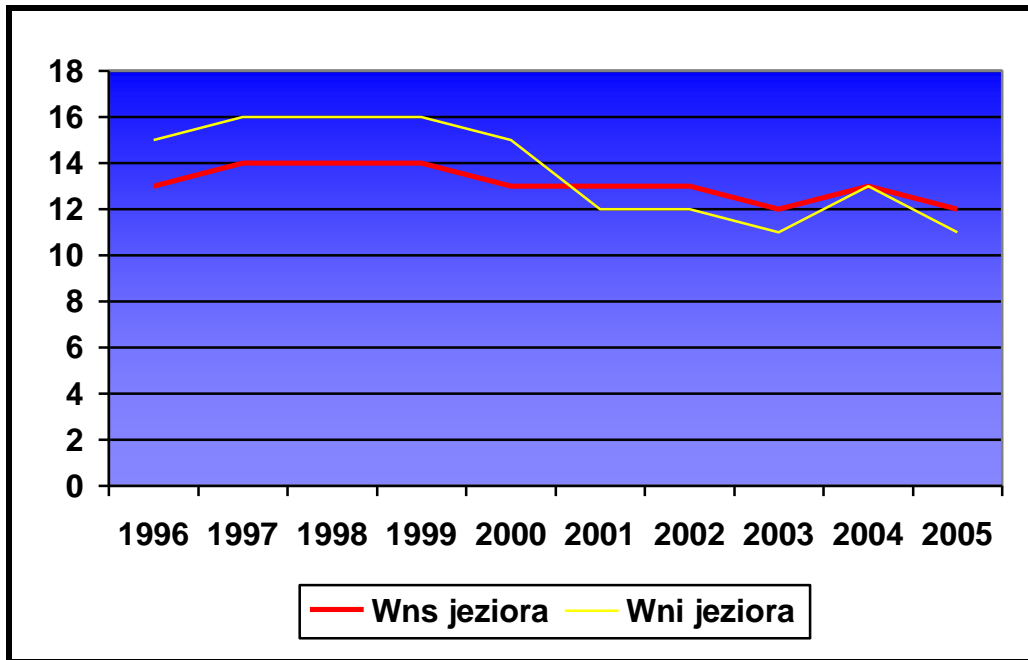
Klasę subdominantów oraz recedentów na przestrzenie wszystkich lat badań tworzyły: *Cyrnus crenaticornis*, *Mystacides nigra*, *Tinodes waeneri*, *Agraylea multipunctata*, *Limnephilus flavicornis*, *Mystacides nigra*, *Phryganea grandis*, *Phryganea bipunctata*, *Oecetis furva*, *Oecetis lacustris*, *Ceraclea annulicornis*. Gatunki te były odnotowywane w różnych okresach czasowych. W latach 1996-1998 odnotowano występowanie *Phryganea grandis*, *Cyrnus crenaticornis*, *Mystacides nigra* (gatunków tych nie stwierdzono w późniejszych próbach). W latach 2000-2005 złowiono *Limnephilus sp.*, *Ceraclea annulicornis*, *Oecetis furva*, *Oecetis lacustris*, *Tinodes waeneri*, *Anabolia sp.* (wymienionych gatunków brak w próbach wcześniejszych). Gatunki, których obecność stwierdzano z różną częstotliwością na przestrzeni lat badań to: *Limnephilus flavicornis*, *Oecetis sp.*, *Phryganea bipunctata*, *Agraylea multipunctata* (Ryc. 18.).



Ryc.18. Procentowy udział recedentów i subdominantów w latach 1996-2005.  
 Ill.18. Percentage point of recedents and subdominants class in years 1996-2005.

Dla oszacowania stopnia naturalności fauny chrzączków, wyliczono dodatkowo wskaźniki naturalności w odniesieniu do fauny jeziornej. Wskaźnik naturalności w ujęciu jakościowym wynosił  $Wns = 12,5$ . Natomiast wskaźnik naturalności w ujęciu ilościowym wynosił  $Wni = 12,89$ . Są to stosunkowo wysokie wartości wskaźników i podkreślają one jeziorną specyfikę fauny. Świadczą one o pojawianiu się gatunków niespecyficznych dla jeziora, jednakże ich liczebności nie były zbyt wysokie (wskazuje na to wysoka wartość  $Wni$ ).

Analizując wartości  $Wns$  oraz  $Wni$  na przestrzeni lat 1996-2005, można zauważyć stabilizację (po nieznacznym spadku) tychże wskaźników poczynając od roku 2001. Fakt ten może świadczyć o pojawieniu się nowych gatunków nie specyficznych dla jeziora (mniejszy wskaźnik  $Wze$ ). Jednak liczba nowych gatunków jest stosunkowo nie duża. Przynajmniej kolonizacja nowych gatunków *Trichoptera* jest związana z zachowaniem właściwości jeziornych Jezioraka Małego i być może z poprawą stanu wód (Ryc.19.).



Ryc.19. Wartości wskaźników naturalności Wns oraz Wni dla jeziora Jeziorak Mały w poszczególnych latach.

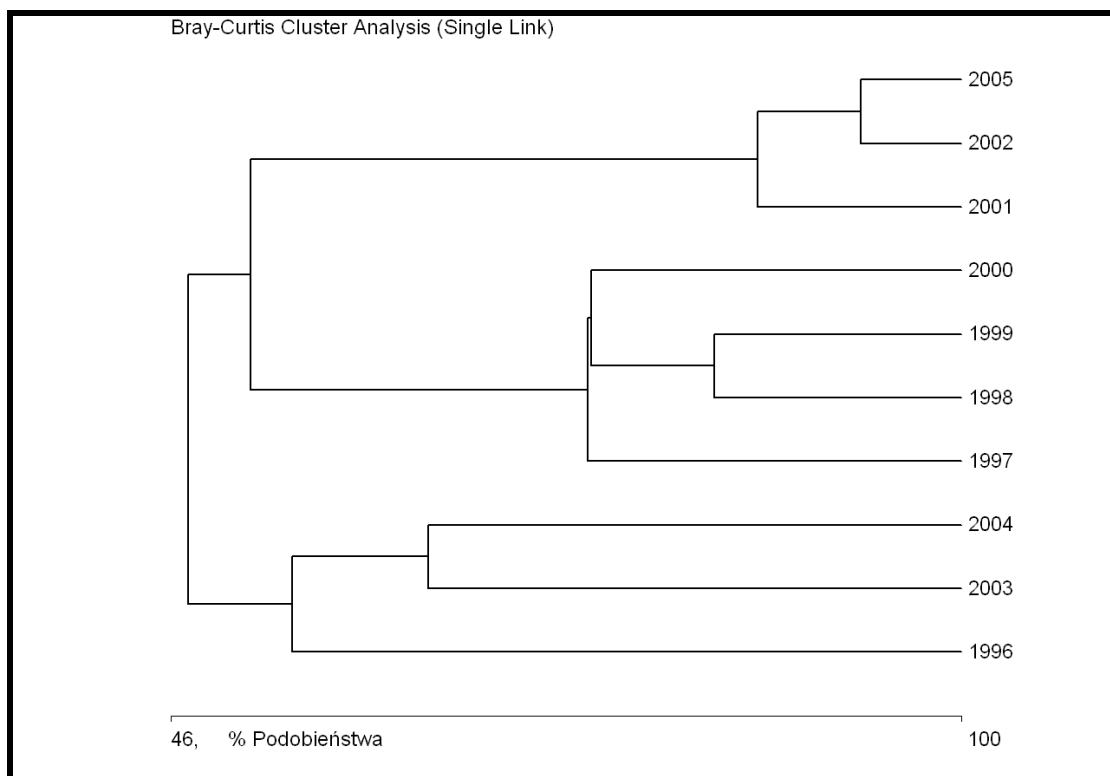
Ill.19. Values of Wns and Wni indexes for Jeziorak Mały Lake in particular years.

#### 4.3.1 Zróżnicowanie trichopterologiczne fauny Jezioraka Małego

Za pomocą metody jakościowej Jaccard'a oraz ilościowej Bray-Curtis'a wyznaczono podobieństwa faunistyczne lat, na przestrzeni których pobierane były próby. Wyniki badań przedstawiono w postaci dendrytów (Rys.20; 21).

W dendrogramie podobieństw między latami według formuły Bray-Curtis'a wyraźnie zaznaczył się podział na 3 grupy okresów badań (Ryc. 20). Podobieństwo poniżej 50% odnotowano tylko w przypadku lat 1996, 2003, 2004 co może być związane z tym że w tych latach pobierano najmniejszą ilość prób. Następną grupę, której podobieństwo sięga rzędu 70-80% tworzą lata 1997, 1998, 1999, 2000. Pomijając rok 2000, w którym ogólna liczba zebranych taksonów wynosiła 10, pozostałe lata z tejże grupy charakteryzowały się dość małą liczbą taksonów (4). Kolejną grupę stanowią lata 2001, 2002, 2005, a podobieństwo sięgało tu nawet 90%. Taki wynik może być skorelowany z stosunkowo dużą i równomierną liczbą zebranych w tych latach osobników *Trichoptera* (około 320).

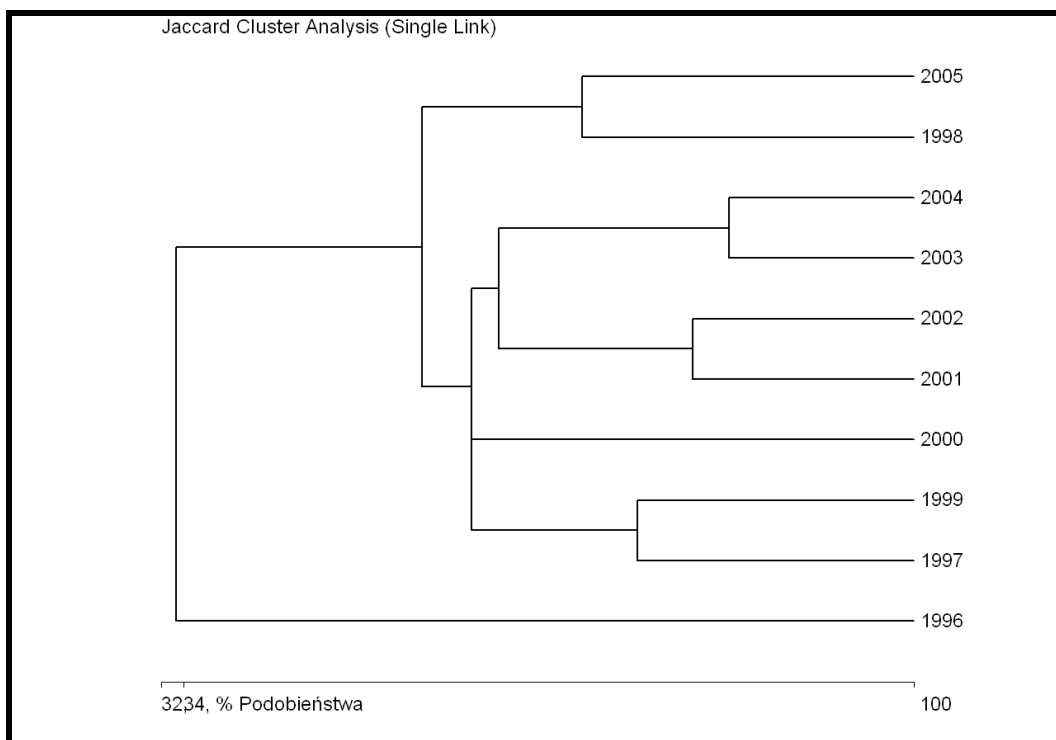




Ryc.20 Dendrogram podobieństw faunistycznych jeziora Jeziorak Mały w latach 1996-2005 według reguły Bray–Curtisa.

III.20. Dendrograph of faunistical similarities for Lake Jeziorak Mały in accordance with Bray-Curtis's formula.

Analiza podobieństw według formuły Jaccard'a wyróżniła cztery grupy podobieństw (Ryc.21). Pierwszą z nich stanowią lata 1998, 2005 i sięgają skali podobieństwa około 60 %. Dalsze pary tworzą kolejno lata 1997, 1999 (ok.70% podobieństwa), 2001, 2002 (ok.75% podobieństwa) oraz lata 2003, 2004 o największym podobieństwie faunistycznym, sięgającym około 85 %. Lata 1996, 2000 łączyło z innymi okresami badań bardzo małe prawdopodobieństwo. Związane jest to przypuszczalnie z tym, iż w roku 1996 pobrano bardzo mało prób do badań za rok 2000 to z kolei okres sporych zmian jeśli chodzi stan litoralu w jeziorze Jeziorak Mały.



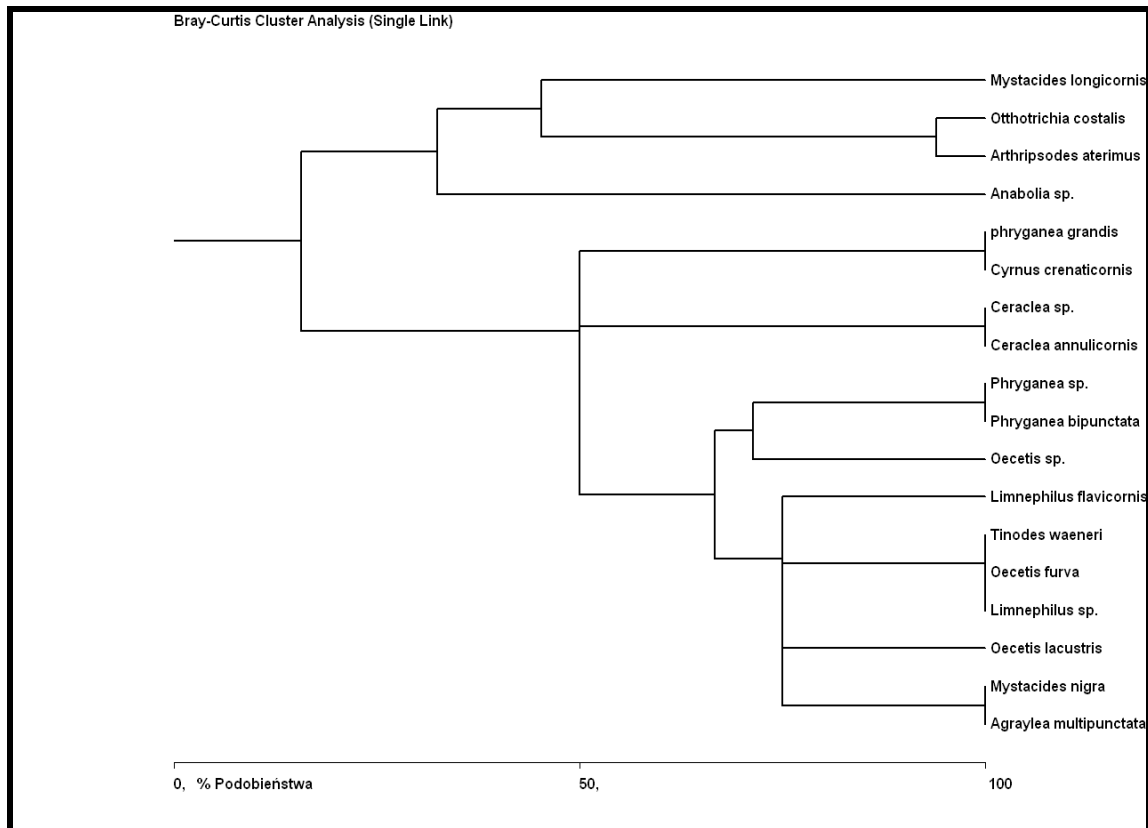
Ryc.21 Dendrogram podobieństw faunistycznych jeziora Jeziorak Mały w latach 1996-2005 według reguły Jaccarda.

Ill.21. Dendrograph of faunistical similarities for Lake Jeziorak Mały in accordance with Jaccard's formula.

#### 4.4 Współwystępowanie gatunków

Rozpatrując współwystępowanie chruścików na stanowiskach skupiono się jedynie na typie podłoża danego stanowiska, na którym złowiono *Trichoptera*. Podzielono tu miejsca poboru prób na trzy kategorie: K- podłoże kamieniste, R- stanowisko z bujną roślinnością, P- podłoże piaszczyste, żwirowe. Charakter tychże stanowisk miał istotny wpływ na rozmieszczenie chruścików w litoralu badanego jeziora (Ryc.22). W dendrogramie współwystępowania wyróżniono aż 3 grupy chruścików, których podobieństwo współwystępowania wynosiło 100% (nie licząc dwóch grup, w których chruścik były oznaczone tylko od rodzaju). Mowa tu o następujących grupach chruścików: *Mystacides nigra* – *Agraylea multipunctata*, *Tinodes waeneri* – *Oecetis lacustris*, *Phryganea grandis* – *Cyrnus crenaticornis*. Jednak próżno tu się dopatrywać daleko idących wniosków, gdyż gatunki te występowały w badaniach stosunkowo niewielkich ilościach. Grupa chruścików, która wykazywała zdecydowany stopień podobieństwa jeśli chodzi o występowanie były: *Mystacides longicornis*, *Orthotrichia costalis*, *Arthropso-des aterrimus*. Jest to bardzo ważna zależność z uwagi na to, iż osobniki te stanowią

niemalże 80% pozyskanej Jezioraka Małego trichopterofauny (Ryc.17). Gatunki te mają odmienne bazy pokarmowe z racji swych przystosowań do pobierania pokarmu. *Orthotrichia costalis* to glonopijca zaś *A. aterrimus* i *M. longicornis* to rozdrabniacze. Wysoki procent podobieństwa we współwystępowaniu tychże gatunków (około 50 %) świadczy o silnym współwystępowaniu, prawdopodobnie uzależnionym siedliskowo.



Ryc. 22. Dendrogram współwystępowania gatunków powstały według formuły ilościowej Bray-Curtisa.

Ill. 22. Dendrograph of co-occurrence of species in accordance with Bray-Curtis's formula.

## 5. Dyskusja

W rekultywacji jezior trofizm rozumiany jest jako produktywność biologiczna jeziora oraz zespół czynników środowiskowych decydujących o niej (ŻMUDZIŃSKI 1984 za CZACHOROWSKIM 1998). Właściwości troficzne jeziora uzależnione są od wielu czynników natury geograficznej, fizycznej, chemicznej, działalności człowieka (STARMACH 1976 za CZACHOROWSKIM 1998). Dotychczasowe badania pokazują jak złożony jest zagadnienie, jeśli chodzi o wpływ trofii na występowanie i rozmieszczenie chruścików w jeziorach. Problem ten należy rozpatrywać oddzielnie dla każdej z trzech stref jeziora: najpłytszego niezarośniętego litoralu, strefy helofitów oraz strefy elodeidów. Konkretniejsze dane na temat wpływu trofii na występowanie chruścików obserwowane są jedynie w przypadku głębszej strefy litoralu. Udowodniono tu, że w miarę wzrostu trofii jezior spada liczba gatunków *Trichoptera* (CZACHOROWSKI 1993). Wraz ze wzrostem eutrofizacji zmniejsza się liczba gatunków reofilnych i zamieszkujących psammolitoral, rośnie natomiast strefy szuwarowej i oczeretowej oraz gatunków charakterystycznych dla drobnych zbiorników wodnych (CZACHOROWSKI 1998). Opierając się na dotychczasowych badaniach wpływu trofii na trichopterofaunę jezior, nieco łatwiej jest podjąć się wyjaśnienia innego złożonego problemu, który jest główną ideą tejże pracy, a mianowicie wpływu rekultywacji jezior na stan żyjących w nich organizmów, konkretnie chruścików.

Jak już wcześniej wspomniano, liczba jezior rekultywowanych z roku na rok się zwiększa. Władze samorządowe oraz inne organy administracyjne podejmują działania mające na celu poprawę stanów jakości wód. Z reguły po przeprowadzeniu odpowiednio dobranej metody rekultywacji jeziora, stan wód ulega znacznej poprawie. Wojewódzkie Stacje Sanitarne, Inspektoraty Ochrony Środowiska są odpowiedzialne za monitoring stanu tychże jezior. Dlatego też istnieje możliwość dokładnego zbadania stanu fizyczno-chemicznego obiektów przed i po okresie jego oczyszczania.

Zgola odmiennie przedstawia się sytuacja jeśli chodzi o określenie wpływu rekultywacji na stan ekologiczny jeziora. Nie ma w tym przypadku organu, który miałby kompetencje do określenia takiego stanu rzeczy. Planowane jest w niedalekiej przyszłości wdrożenie programu działającego w WIOŚ i organach samorządowych, który wykorzystując konkretne gatunki z fauny i flory, sprawnie określiłby ekologiczny stan wód jezior. Tymczasem pomocne zdają się jedynie badania biologów w tym zakresie. W

dostępnej literaturze nie natkniemy się póki co na natłok artykułów o tejże tematyce. Bardzo dobrze opracowane są badania prowadzone nad Jeziorem Długim w Olsztynie autorstwa CZACHOROWSKIEGO i PIETRZAKA (2002). Symboliczne dane na ten temat dostępne są także w pracy: SOBIESKIEJ (2003), dotyczące jezior powiatu ełckiego oraz GUTOWSKIEJ (2004) prowadzone na jeziorze Kortowskim. Są to jednak prace (mowa o dwóch ostatnich), których badania prowadzono przez stosunkowo krótki okres czasu.

Punktem odniesienia do badań prowadzonych nad Jeziorkiem jest praca z 2002 roku prowadzona nad Jeziorem Długim w Olsztynie autorstwa CZACHOROWSKIEGO i PIETRZAKA. Jezioro Długie jest niewielkim zbiornikiem (gł. maks. 17,3m; pow. 26,8 ha) położonym w centrum miasta Olsztyna. Obiekt ten jest całkowicie pozbawiony odpływów i dopływów powierzchniowych. Jezioro podzielone jest na trzy płosa: południowe (najmniejsze i naj płytsze), środkowe (największe, najgłębsze, z jednym centralnym głęboczkim) i oddzielone pomostem płoso północne (około 5 m gł., płaskie dno). Posiada niewielką zlewnię, która w 40% jest zalesiona i aż w 50 % zurbanizowana (CZACHOROWSKI, PIETRZAK 2002).

Urbanizacja zlewni jeziora rozpoczęła się od obrzeży wschodnich, gdzie w 1884 roku do rozmieszczonych tam koszarów wprowadziły się oddziały wojskowe. Urządzono tam przeznaczone dla potrzeb wojskowych kąpielisko. W połowie lat 30. XX wieku nad brzegiem wschodnim wybudowano osiedle domków jednorodzinnych. Zaczęto wykorzystywać intensywnie Jezioro Długie jako obiekt rekreacyjny. Lata 50. XX wieku to okres, w którym do jeziora zaczęto doprowadzać ścieki bytowo-gospodarcze z zachodniej części Olsztyna oraz kanalizację burzową. W przeciągu 20 lat wprowadzono do jeziora ponad 1,5 raza więcej nieoczyszczonych ścieków sanitarnych, niż wynosi jego objętość (GAWROŃSKA 2005). Odprowadzone ścieki wraz z utrudnionym mieszanym się wód jeziora, doprowadziły do degradacji obiektu, który stał się jednym z najsilniej zanieczyszczonych jezior w Polsce.

W latach 1972-1973 Wydział Ochrony Wód i Rybactwa Śródlądowego ART w Olsztynie przeprowadził kompleksowe badania warunków środowiskowych i zespołów biologicznych jeziora. Wykazały one całkowitą degradację zbiornika, uniemożliwiającą jakiegokolwiek wykorzystanie rekreacyjne i gospodarcze (GAWROŃSKA 2005).

Szansę odnowy w wyniku ograniczenia obciążenia ładunkiem zanieczyszczeń, Jezioro Długie uzyskało dopiero w 1973 roku. Przeprowadzono na tymże obiekcie szereg eksperymentów, których końcowym efektem jest obecny stan jeziora, określany według kryteriów stosowanych w monitoringu jezior polskich jako obiekt II klasy czy-

stości (GAWROŃSKA 2005). Poniżej przedstawiono etapy rekultywacji obiektu wraz z wynikami badań Trichopterofauny Jeziora Długiego.

Lata 1990-2000, rekultywacja metodą sztucznego napowietrzania z destryfikacją termiczną wód. Wykorzystano w tym celu początkowo 3, a w późniejszym etapie 2, aeratory typu „minifloks”, umiejscowione w najgłębszych miejscach jeziora. Aeratory działały dzięki sprężonemu powietrzu dostarczanemu do nich przewodami ciśnieniowymi z zamontowanych na brzegu sprężarek (GAWROŃSKA 2005). Zabiegi doprowadziły do zwiększenia przezroczystości wody, obniżenia zawartości substancji organicznej, poprawy warunków tlenowych. Jednak pomimo wyraźnej poprawy nie udało się zmniejszyć ilości pierwiastków biogennych do poziomu ograniczającego produkcję pierwotną (CZACHOROWSKI, PIETRZAK 2002).

Według sporadycznie prowadzonych badań w latach 1985-1995, stwierdzono występowanie (w 1991) roku jedynie dwóch gatunków chruścików: *Anabolia laevis* oraz *Mystacides azurea*. Tak uboga Trichopterofauna, mimo faktu sporadycznych badań, świadczy o bardzo złym stanie wód jeziora.

Lata 2001-2003, rekultywacja metodą strącania i wiązania fosforu. Metoda ta została zastosowana po raz pierwszy w Polsce; do jeziora wprowadzono 60 ton koagulantu glinowego o nazwie PAX produkcji firmy KEMIPOL w Policach. Jest to roztwór wodny chlorku poliglinu, o silnie kwaśnym odczynie (pH ok.1) i zawartości glinu ok. 9% (GAWROŃSKA 2005). Eksperyment ten doprowadził do znacznej poprawy warunków tlenowych, zmniejszenia dostępności związków fosforu mineralnego, ograniczenia produkcji pierwotnej i zwiększenia przezroczystości wody (CZACHOROWSKI, PIETRZAK 2002).

Lata 2000-2002 to okres intensywnych badań trichopterofauny, prowadzonych przez oraz dr Pietrzaka. Odłowiono 1271 larw z 31 gatunków. W porównaniu do badań z lat poprzednich, tak liczna trichopterofauna jest sporą niespodzianką. Klasę eudominantów stanowiły dwa gatunki: *Mystacides azurea* (49%) i *Anabolia laevis* (12%). Ważnym aspektem było występowanie w zbiorach gatunków z czerwonej listy ginących i zagrożonych w Polsce: *Agrypnia picta* (gatunek uznany za prawdopodobnie wymarły), *Ylodes simulans* (gatunek niższego ryzyka). Wartości współczynników naturalności  $W_{ns} = 12,1$  oraz  $W_{ni} = 9,2$  wskazują, że większość gatunków z Jeziora Długiego to gatunki typowo jeziorne. Jednak stwierdzono także gatunki typowo rzeczne: *Cyrnus trimaculatus*, *Halesus digitatus*, *Ylodes simulans* oraz jeden gatunek typowy dla fauny strumieni – *Limnephilus extricatus* (CZACHOROWSKI i PIETRZAK 2002).

Podsumowując badania nad chruścikami rekultywowanego Jeziora Długiego, należy stwierdzić iż stan trichopterofauny jeziora po zabiegu oczyszczania był nieporównywalnie lepszy niż w latach 90-tych, kiedy to jezioro było bardzo zanieczyszczone. Badana po okresie rekultywacji fauna była bogata w gatunki (w tym gatunki rzadkie), w większości były to gatunki typowo jeziorne. Pojawienie się nielicznych gatunków typowych dla rzek i strumieni świadczyć może o zachodzących procesach rekolonizacji, czyli zasiedlanie wolnych nisz ekologicznych powstałych w trakcie rekultywacji, poprzez gatunki z sąsiednich stanowisk wodnych. Złożony proces oczyszczania jeziora wpłynął pozytywnie zarówno na stan fizyko-chemiczny jeziora jak również na stan ekologiczny (CZACHOROWSKI i PIETRZAK 2002).

Dzięki kompletnym badaniom prowadzonym na Jeziorze Długim, możliwa jest konfrontacja wyników badań z głównego obiektu tejże pracy a mianowicie Jezioraka Małego. Te położone w centrum Iławy rekultywowane jeziorko stało się podobnie jak Jezioro Długie, obiektem wieloletnich badań. Warto dodać, iż w tejże pracy zajęto się jedynie trichopterofauną Jezioraka Małego, pomijając inne rzędy bezkręgowców, które były odławiane podczas poboru prób (np. chrząszcze, pluskwiaki).

Czas badań nad Jeziorkiem Małym rozkłada się na lata 1996 – 2005 w miesiącach od marca do listopada w nieregularnych odstępach czasowych. Pobrano 372 prób z 3 grup stanowisk znajdujących się w strefie brzeżnej Jezioraka. Łącznie na badanym jeziorze wykazano obecność 19 taksonów chruścików należących do 6 rodzin, co stanowi około 7% trichopterofauny Polski. Jeśli wziąć pod uwagę długość prowadzonych badań, to ilość chruścików w Jezioraku Małym przyjmuje średnią wartość. Przykładowo w Jeziorze Długim na przestrzeni lat 2000-2003 odłowiono 31 gatunków (CZACHOROWSKI, PIETRZAK 2002), w jeziorze Pluszne w latach 2002-2003 odnotowano występowanie 27 taksonów (KULASA 2004) a w Kortowskim zaledwie 5 (CZACHOROWSKI 1998). Zatem ilość chruścików odłowionych w Jezioraku Małym, wahająca się w granicach średniej, potwierdza prawidłowość poboru prób i pozwala na dalszą analizę, co też następuje poniżej. Najliczniej reprezentowaną pod względem taksonów była rodzina *Leptoceridae* (9 taksonów), identyczna liczba (po 3) należała do rodzin *Limnephilidae* oraz *Phryganeidae*. Rodziny *Hydroptilidae* (2) *Polycentropodidae* (1) oraz *Psychomyiidae* (1) charakteryzowała najmniejsza liczba taksonów.

Struktura dominacji rodzin, a co się z tym wiąże również gatunków może być związana z dostępnością pokarmu. Obecność gatunków o różnych konsumenckich formach odżywiania ma duże znaczenie na ich rozmieszczenie w litoralu jeziora. Opierając

się na gatunkach dominujących w badaniach: *Athripsodes aterrimus* (rozdrabniacz), *Mystacides longicornis* (zbieracz), *Orthotrichia costalis* („glonopijca”), stwierdzono zależność występowania tych gatunków od charakteru stanowiska. Przykładowo przeważająca większość *M. longicornis* była odławiana na stanowisku z bujną roślinnością wodną zaś *A. aterrimus* i *O. costalis* na stanowiskach o podłożu kamienistym. Wyraźne zmiany ilościowe uwidaczniają się przy porównaniu udziału procentowego najliczniejszych gatunków. Udział procentowy *Mystacides longicornis* w okresie badań był w zasadzie porównywalny, ale największy udział procentowy zanotowano w latach 2000-2001. Z kolei procentowa liczebność *Arthripsodes aterrimus* największa była w początkowym okresie. Odwrotnie niż *Orthotrichia costalis* – gatunek ten ilościowo uwidocznił się dopiero w 2001 r. (Ryc.6). Te wahania ilościowe gatunków świadczą o zmieniającym się w czasie stanie ekologicznym Jezioraka Małego. Zauważalny fakt wypierania rozdrabniacza (*A. aterrimus*) na rzecz glonopijcy (*O. costalis*), uzmysławia naturalną sukcesję chruścików, wywołaną zmieniającymi się warunkami środowiska. Filtrowana, pozbawiona przybrzeżnej substancji organicznej woda (skutek działania separatorów oraz wyłożenia brzegów kamieniami), stworzyła środowisko życia jedynie dla organizmów wyspecjalizowanych. Można sądzić, że organizmy nie przystosowane zmuszone zostały do migracji a ich liczebność znacznie zmalała. Sukcesja organizmów jest rzeczą naturalną w przyrodzie, dlatego też można postawić tezę, iż zabiegi rekultywacyjne nie wpłynęły negatywnie na występowanie i ogólną liczebność *Trichoptera*. Można także sądzić, że sukcesyjne zmiany, zauważalne w liczebności wspomnianych gatunków, świadczą o kierunkowych zmianach, zachodzących w trakcie powolnej rekultywacji.

Kolejnym faktem mogącym potwierdzić skuteczność ekologiczną zabiegu rekultywacyjnego jest pojawianie się nowych gatunków chruścików w jeziorze. W latach 2000-2005 złowiono: *Limnephilus sp.*, *Ceraclea annulicornis*, *Oecetis furva*, *Oecetis lacustris*, *Tinodes waeneri*, *Anabolia sp.* Są to gatunki typowo jeziorne, nie mające szczególnych wymagań jeśli chodzi o trofię jeziora (występują we wszystkich typach jezior). Jednak ich występowanie po roku 2000 (po podjętych już zabiegach oczyszczania) dowodzi, iż zaistniały w Jezioraku Małym nowe warunki do życia dla tychże chruścików. Nie jest to jednak tak spektakularna zmiana w ilości i jakości pojawiających się nowych gatunków jak w Jeziorze Długim, tym niemniej pozwala stwierdzić, iż zabiegi rekultywacyjne rzutowały na pojawienie się nowych gatunków w jeziorze. Można jednocześnie sądzić, że napowietrzenie jest wolniejszym procesem rekultywacji niż che-



miczne strącanie miogenów i dla uzyskania podobnych efektów potrzeba dłuższego okresu przeprowadzanych zabiegów.

Istotnym argumentem w ocenie wpływu rekultywacji na stan ekologiczny jeziora są wartości wskaźników naturalności. Wartości tychże wskaźników (wskaźnik naturalności w ujęciu jakościowym  $Wns = 12,5$ ; wskaźnik naturalności w ujęciu ilościowym  $Wni = 12,89$ ) są stosunkowo duże. Przykładowo dla Jeziora Długiego wartości te wynoszą odpowiednio:  $Wns = 12,1$ ;  $Wni = 9,2$ . W obydwu przypadkach podkreśla to jeziorną specyfikę fauny a to z kolei naturalność ekologiczną jeziora. Analiza wartości  $Wns$  oraz  $Wni$  w Jezioraku Małym na przestrzeni lat 1996-2005 przedstawia stabilizację (po nieznacznym spadku) tychże wskaźników poczynając od roku 2001 (Ryc.19.). Fakt ten może świadczyć o pojawieniu się nowych gatunków nie specyficznych dla jeziora (charakteryzujących się mniejszym wskaźnikiem  $Wze$ ). Przymuszczalnie kolonizacja nowych gatunków *Trichoptera* jest związana z zachowaniem naturalnych właściwości jeziornych Jezioraka Małego i być może z poprawą stanu wód. Na podstawie wskaźników naturalności nie można ocenić bezpośrednio skuteczności stopnia rekultywacji. Należało by w tym celu opracować odmienne wskaźniki opierające się na nieco innych wytycznych. Niemniej jednak wartości  $Wns$  oraz  $Wni$  pozwalają na ocenę stanu ekologicznego jeziora a pośrednio pozwalają też określić stopień antropopresji na jezioro. W przypadku Jezioraka Małego, znając metody oczyszczania jeziora, można wysunąć tezę iż mimo wykonanych na szeroka skalę zabiegów w litoralu, kondycja ekologiczna chruścików uległa poprawie.

Rozpatrując powyższe argumenty oraz biorąc pod uwagę stan wód Jezioraka Małego i Jeziora Długiego sprzed i po zabiegach oczyszczających można wyciągnąć konkretne wnioski na temat skuteczności rekultywacji. W obu przypadkach poprawa stanu jakości wód idzie w parze z dobrym stanem ekologicznym jeziora określonym na podstawie *Trichoptera*. Charakterystyka trichopterofauny w Jeziorze Długim po zabiegu rekultywacji przedstawia się w lepszym stanie niż w Jezioraku. Jednak należy zauważyć fakt iż Jezioro Długie posiada zlewnię o nieco innym charakterze (znaczny procent zlewni stanowią lasy) oraz ma odmienne właściwości morfometryczne i hydrologiczne (głębokość maksymalna, powierzchnia, mieszanie się wód itd.), które wpływają na „atrakcyjność” jeziora dla chruścików. Ponadto stosunkowo liczniejszą trichopterofaunę w jeziorze Długim tłumaczyć może znacząca poprawą stanu jakości wód Jeziora Długiego (1972 rok- jedno z najsilniej zanieczyszczonych jezior w Polsce, 2004 – II klasa czystości wód) w porównaniu z Jeziorkiem (1989 –jezioro pozaklasowe, 1998- III

klasa czystości, 2000 – III klasa czystości). Jeśli dodać do tego regularniejsze tempo poboru prób w przypadku Jeziora Długiego (systematyczne próby w każdej z pór roku) oraz inny sposób rekultywacji (brak ingerencji w strefę litoralu jeziora) to fakt bogatszej fauny chruścików w porównaniu do Jezioraka Małego znajduje wytłumaczenie.

Wieloletnie badania trichopterofauny nad Jeziorkiem Małym i Jeziorem Długim dostarczają bardzo cennej wiedzy w ekologii jezior. Jest to kolejny krok w celu poznania tajemniczej i zarazem bardzo ciekawej tematyki jezior, nieodłącznych elementów lokalnego krajobrazu. Wnikliwe poznanie chruścików jezior (mimo ich właściwości bioindykacyjnych) jest jednak nie wystarczające, aby w pełni wyjaśnić problem stanu ekologicznego jezior rekultywowanych. Kluczową kwestią jest (dla wiarygodności ogólnych wniosków tych badań) kontynuowanie problemu badawczego w oparciu o inne organizmy i to zarówno z fauny jak i flory jezior. Dość istotne wydaje się również poszerzenie badań w postaci dorosłe (imagines) owadów. Pozwoliło by to na dokładniejsze poznanie stopnia rekolonizacji renaturalizowanych obiektów.

## 6. Podsumowanie i wnioski

◆ Pobrano 372 prób z 3 grup stanowisk znajdujących się w strefie brzeżnej Jezioraka. Łącznie na badanym jeziorze wykazano obecność 19 taksonów chruścików należących do 6 rodzin. Jest to reprezentatywna partia materiału, pozwalająca na wyciągnięcie konkretnych wniosków

◆ Zauważalne zmiany liczebności gatunków dominujących podczas trwania procesu rekultywacji są wynikiem sukcesji nowych nisz ekologicznych. Świadczy to o zachowaniu naturalnych w właściwości misy jeziornej

◆ Zabiegi rekultywacyjne rzutowały na pojawienie się nielicznych nowych gatunków w jeziorze. Można jednocześnie sądzić, że napowietrzenie jest wolniejszym procesem rekultywacji niż chemiczne strącanie miogenów (jak w przypadku Jeziora Długiego) i kontynuowanie procesów oczyszczających w Jezioraku przyczyni się do zwiększenia liczby nowych gatunków

◆ Istotnym argumentem w ocenie wpływu rekultywacji na stan ekologiczny jeziora są wartości wskaźników naturalności. W przypadku Jezioraka Małego ( $W_{ns}=12,5$ ;  $W_{ni}=12,89$ ) znając metody oczyszczania jeziora, można wysunąć tezę iż mimo wykonanych na szeroka skalę zabiegów w litoralu, kondycja ekologiczna chruścików uległa poprawie.

◆ Wieloletnie badania trichopterofauny nad Jeziorkiem Małym i Jeziorem Długim dostarczają bardzo cennej wiedzy w ekologii jezior. Wnikliwe poznanie chruścików jezior jest jednak nie wystarczające, aby w pełni wyjaśnić problem stanu ekologicznego jezior rekultywowanych. Kluczową ideą w tym aspekcie jest kontynuowanie problemu badawczego w oparciu o inne organizmy i to zarówno z fauny jak i flory jezior, co przyczyniło by się do znacznie lepszego poznania renaturalizowanych obiektów.

## 7. Piśmiennictwo

- CZACHOROWSKI S. 1994. Chruściki (*Trichoptera*) jezior lobeliowych – wyniki wstępnych badań. WSP w Olsztynie, praca w formacie PDF na <http://www.uwm.edu.pl/czachor/>
- CZACHOROWSKI S. 1995?. Larwy chruścików (*Trichoptera*) czterech jezior różniących się trofią (północna Polska). Katedra Ekologii i Ochrony Środowiska UWM. Praca w formacie PDF, 32 ss.
- CZACHOROWSKI S. 1998. Chruściki (*Trichoptera*) jezior Polski, charakterystyka rozmieszczenia larw. Wyższa Szkoła Pedagogiczna, Olsztyn 1998, 155 ss.
- CZACHOROWSKI S., PIETRZAK L. 2002. Jak rekultywacja wpływa na owady wodne? Przykład chruścików (*Trichoptera*) z Jeziora Długiego w Olsztynie. Katedra Ekologii i Ochrony Środowiska UWM, Olsztyn, praca w formacie PDF 9 ss.
- CZACHOROWSKI S. 2002. Ocena błędu – wstęp do dyskusji. Trichopteron. Biuletyn sekcji Trichopterologicznej. Katedra Ekologii i Ochrony Środowiska UWM, Olsztyn, wydanie specjalne czerwiec 2002, 7-10 ss.
- CZACHOROWSKI S. 2004. Wskaźniki naturalności biocenoz jako narzędzie w planowaniu ochrony przyrody oraz monitorowaniu biocenoz. Trichopteron. Biuletyn Sekcji Trichopterologicznej. Katedra Ekologii i Ochrony Środowiska UWM. Olsztyn, 11, 8-12 ss.
- CZACHOROWSKI S. 2003. Wstępna ocena stanu poznania oraz zagrożenia bezkręgowców powiatu ełckiego. Raport o zasobach i zagrożeniach środowiska w powiecie ełckim, Olsztyn 2003, 37-40 ss.
- CZACHOROWSKI S., PIETRZAK L. 2003. Klucz do oznaczania rodzin chruścików (*Trichoptera*) występujących w Polsce. Larwy, Olsztyn 2003, 5-11 ss
- CZACHOROWSKI S. SERAFIN E. 2004. Zgrupowania chruścików (*Trichoptera*) Parku Krajobrazowego Pojezierza Iławskiego, Parki Narodowe i Rezerwaty Przyrody 23: 411–426, praca w formacie PDF 16 ss.
- DERBIN G. 2005. Chruściki (*Trichoptera*) Jeziora Tyrsko, UWM Olsztyn, praca magisterska w formacie PDF, 42 ss.
- DYREKTYWA 2000/60/WE PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY

z dnia 23 października 2000 r.,

[http://www.mos.gov.pl/dzw/dokumenty/ramowa\\_dyrektywa\\_wodna.pdf](http://www.mos.gov.pl/dzw/dokumenty/ramowa_dyrektywa_wodna.pdf), data odwiedzin 15.10.2006

GAWROŃSKA H., GROCHOWSKA J., LOSSOW K. 2005. Rekultywacja Jeziora Długiego w Olsztynie, Olsztyn 2005, 50 ss.

GUTOWSKA J. 2004. Ekologiczna charakterystyka rozmieszczenia larw chruścików (*Trichoptera*) w zbiornikach wodnych Olsztyna. Trichopteron. Biuletyn Sekcji Trichopterologicznej. Katedra Ekologii i Ochrony Środowiska UWM, 10, 1-7 ss.

INFORMATOR TURYSTYCZNO-PRZYRODNICZY

<http://www.jezioro.com.pl/jeziora/jezioro.html?id=385>, data odwiedzin 20.02.2007

JAŃCZAK J. 1997. Atlas jezior polski, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Bogucki Wydawnictwo Naukowe.

KONDRACKI J. 1988. Geografia fizyczna Polski, PWN, Warszawa.

KONDRACKI J. 1994. Geografia Polski. Mezoregiony fizyczno-geograficzne. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, wyd. I, 340 ss.

KULASA A. 2004. Chruściki (*Trichoptera*) Jeziora Pluszne, UWM Olsztyn, praca w formie PDF, 51 ss.

ŁOSZEWSKI G. 2001. *Trichoptera* – chruściki. Wiadomości Wędkarskie 6/2001: 56-57.

MAJEWSKI T. 2006. Chruściki (*Trichoptera*) Jeziora Babięty Wielkie. Trichopteron. Biuletyn Sekcji Trichopterologicznej, Katedra Ekologii i Ochrony Środowiska UWM, Olsztyn, 19, 6-7 ss.

NEHRING A. 2001., Chruściki (*Trichoptera*) Parku Krajobrazowego Pojezierza Iławskiego, UWM Olsztyn, praca magisterska w formie PDF, 44 ss.

SKRZYPCZAK M. 2006. Chruściki (*Trichoptera*) środkowego odcinka rzeki Łyny w okolicach Smolajń (k. Dobrego Miasta). UWM Olsztyn, praca magisterska w formie PDF, 70 ss.

SOBIESKA E. Ocena fauny chruścików powiatu elckiego dla celów monitoringu środowiska. UWM Olsztyn, praca w formie PDF, 39 ss.

SZCZEPAŃSKI W. 2003. Chruściki (*Trichoptera*) źródeł okolic Olsztyna. UWM Olsztyn, praca magisterska w formie PDF, 53 ss.

WEINER J. 2006. *Życie i ewolucja biosfery*. Wydawnictwo PWN Warszawa 2006, 207-220 ss.

WIKIPEDIA – WOLNA ENCYKLOPEDIA. 2007. (autor haseł : CZACHOROWSKI S.)  
<http://pl.wikipedia.org/wiki/Kategoria:Chru%C5%9Bciki>, data odwiedzin :  
20.03.2007 oraz 04.05.2007.

WOJEWÓDZKI INSPEKTORAT OCHRONY ŚRODOWISKA W OLSZTYNIE, PAŃSTWOWA INSPEKCJA OCHRONY ŚRODOWISKA, 1998, Stan czystości wybranych jezior Parku Krajobrazowego Pojezierza Iławskiego, Biblioteka Monitoringu Środowiska Olsztyn 1998, 90 ss.

WOJEWÓDZKI INSPEKTORAT OCHRONY ŚRODOWISKA W OLSZTYNIE, PAŃSTWOWA INSPEKCJA OCHRONY ŚRODOWISKA, 2002. Raport o stanie środowiska Województwa Warmińsko-Mazurskiego w latach 1999-2000. Część II – Rok 2000, Biblioteka Monitoringu Środowiska Olsztyn 2002, praca w formacie PDF dostępna na <http://www.pios.gov.pl/olsztyn/>, 66-109 ss.

ZĘBEK E. 2002. Wpływ zabiegów rekultywacyjnych na fitoplankton w śródmiejskim jeziorze Jeziorak Mały, dysertacja doktorska, wykonana w Zakładzie Prawa Ochrony Środowiska, Wydział Prawa i Administracji, Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie.

## 8. Spis tabel i rycin

### Tabele

Tab. 1. Tab.1. Wartości Wze dla zebranych gatunków chruścików.  
Tab.1. Values of Wze index for collected species of caddisflies.

Tab.2. Ogólna charakterystyka chruścików jeziora Jeziorak Mały.  
Tab.2. The general characteristic of caddisflies of the Jeziorak Mały Lake.

### Ryciny

Ryc.1. Usytuowanie jeziora Jeziorak Mały.  
Ill. 1. The location of the Jeziorak Mały Lake.

Ryc. 2 Jezioro Jeziorak Mały.  
Ill. 2 The Lake Jeziorak Mały.

Rys 3,4. Zamontowane nad brzegiem Jezioraka Małego separatory.  
Ill. 3,4. Separators placed on the side of Jeziorak Mały Lake.

Ryc.5. Fontanna w centrum jeziora Jeziorak Mały  
Ill.5. The fountain in the Lake Jeziorak Mały

Ryc.6,7 Stanowisko badawcze nr 4 i nr 7.  
Ill.6,7. Stations number 6 and 7.

Ryc.8 Stanowisko badawcze nr 5.  
Ill. Station number 5.

Ryc.9,10 Wschodnia strona Jezioraka Małego, stanowiska nr 6 i 8.  
Ill..9,10. West side on the Lake Jeziorak Mały, stations number 6 and 8.

Ryc.11. Liczba prób, w których obecne były larwy chruścików w latach 1996-2004  
Ill.11. The number of samples which contained larvae of caddis flies in years 1996-2004

Ryc12. Liczb taksonów w rodzinach  
Ill.12. The number of taxas in the families

Ryc.13. Udział procentowy gatunków w poszczególnych klasach dominacji w jeziorze Jeziorak Mały  
Ill.13. Percentage point of species in distinguished groups of domination of the Jeziorak Mały Lake

- Ryc.14. Struktura dominacji chruścików jeziora Jeziorak Mały.  
 Ill.14. Domination structure of caddisflies of the Jeziorak Mały Lake
- Ryc.15. Liczba prób i liczebności osobników (*Trichoptera*) w poszczególnych latach.  
 Ill.15. The number of samples and number of specimens (*Trichoptera*) in particular years.
- Ryc.16. Liczba prób i liczba taksonów (*Trichoptera*) w poszczególnych latach.  
 Ill.16. The number of samples and number of taxa (*Trichoptera*) in particular years.
- Ryc.17. Procentowy udział klas dominantów i eudominantów w poszczególnych latach badań.  
 Ill.17. Percentage point of dominants and eudominants class in particular years of research.
- Ryc.18. Procentowy udział recedentów i subdominantów w latach 1996-2005.  
 Ryc. Percentage point of recedents and subdominants class in years 1996-2005.
- Ryc.19. Wartości wskaźników naturalności Wns oraz Wni dla jeziora Jeziorak Mały w poszczególnych latach.  
 Ill.19. Values of Wns and Wni indexes for Jeziorak Mały Lake in particular years.
- Ryc.20 Dendrogram podobieństw faunistycznych jeziora Jeziorak Mały w latach 1996-2005 według reguły Bray–Curtisa  
 Ill.20. Dendrograph of faunistical similarities for Lake Jeziorak Mały in accordance with Bray-Curtis's formula
- Ryc.21 Dendrogram podobieństw faunistycznych jeziora Jeziorak Mały w latach 1996-2005 według reguły Jaccard'a  
 Ill.21. Dendrograph of faunistical similarities for Lake Jeziorak Mały in accordance with Jaccard's formula
- Ryc. 22. Dendrogram współwystępowania gatunków powstały według formuły ilościowej Bray-Curtis'a  
 Ill. 22. Dendrograph of co-occurrence of species in accordance with Bray-Curtis's formula