

Jak rekultywacja wpływa na owady wodne? Przykład chruścików (*Trichoptera*) z Jeziora Długiego w Olsztynie

How does a restoration of lake influence on water insects? The example of caddis flies (*Trichoptera*) from Lake Długie in the Olsztyn City

Lech Pietrzak, Stanisław Czachorowski
*Katedra Ekologii i Ochrony Środowiska,
Uniwersytet Warmińsko Mazurski w Olsztynie*

Streszczenie: W pracy przedstawiono wyniki badań larw chruścików (*Trichoptera*) jeziora Długiego w Olsztynie. Jezioro Długie od kilkunastu lat poddawane było zabiegom rekultywacyjnym: sztucznemu napowietrzaniu i strącaniu fosforu. Wykorzystano systematyczne badania z lat 2000 - 2002 oraz sporadyczne badania i obserwacje z lat 1985-1995. Złowiono 1271 larw chruścików należących do 31 gatunków, w tym gatunki z czerwonej listy zwierząt ginących i zagrożonych w Polsce. Trichopterofauna jest bogata gatunkowo, w większości typowo jeziorna o stosunkowo dużej różnorodności gatunkowej, co wskazuje na poprawę jakości wody i skuteczność rekultywacji. Jezioro stanowi jednocześnie interesujący obiekt pozwalający śledzić procesy rekolonizacji rekultywowanych zbiorników. Stwierdzono w nim obecność gatunków typowo rzecznych i strumieniowych oraz wyjątkową zmienność morfologiczną dominującego gatunku - *Mystacides azurea*.

Abstract: There are presented the results of investigation of caddis larvae (*Trichoptera*) from Lake Długie in Olsztyn (North Poland). Lake Długie has been restored for over ten years (the artificial aeration and the phosphorus inactivation). The systematic investigations carried out in period 2000-2002, and the sporadic investigations and observations carried out in period 1985-1995 were used. 1271 larvae belong to the 31 species of caddis flies were collected. The species from the red list of threatened animals in Poland were collected as well. The number of species, the diversity and the naturality indices were high. It shows that the water quality improved and the restoration of the lake is effective.

Lake Długie is very interesting object for investigation of recolonization processes. There were found the species typical for rivers and streams. The morphological diversity of most abundant species - *Mystacides azurea* was very high.

1. WSTĘP

Jeziora poddane silnej antropopresji ulegają stopniowej degradacji. W skrajnych przypadkach dochodzi do całkowitego zaburzenia przebiegu procesów fizyczno-chemicznych i zniszczenia układów biocenotycznych. Fauna bezkręgową skrajnie uboższe i reprezentowana jest przez gatunki oportunistyczne, wyjątkowo odporne na stres. Wykorzystanie gospodarcze takich jezior staje się niemożliwe. Jedyną szansą na poprawę jakości wód są zabiegi rekultywacyjne. Ich skuteczność zależy od zastosowanych metod, czasu rekultywacji i stopnia degradacji jeziora. W wyniku udanej rekultywacji zniszczone wcześniej nisze ekologiczne ponownie stają się dostępne dla wielu gatunków. Są to nisze wolne, nie zajęte przez rodzimą faunę jeziora. Rekultywacja jeziora oprócz aspektów praktycznych umożliwia więc również obserwację ciekawych procesów rekolonizacji i renaturalizacji fauny jeziornej. Stopień ich zaawansowania może pośrednio świadczyć o skuteczności podjętych zabiegów rekultywacyjnych.

Larwy chruścików to jedna z najważniejszych i najliczniejszych grup bentosowych. Są one jednocześnie grupą wrażliwą na zanieczyszczenia środowiska, przez co stanowią dobry wskaźnik zmian zachodzących w środowisku.

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie wyników badań nad chruścikami (*Trichoptera*) jeziora Długiego w Olsztynie, które od kilkunastu lat poddawane jest zabiegom rekultywacyjnym.

2. OPIS OBIEKTU BADAŃ

Jezioro Długie jest niewielkim zbiornikiem (pow. - 26,8 ha; gł. maks. - 17,3 m) położonym w granicach miasta Olsztyna. Jest to zbiornik bez dopływów i odpływów powierzchniowych. Jezioro podzielone jest na trzy płosa: południowe (najmniejsze, naj płytsze, polimyktyczne), środkowe (największe, najgłębsze, z jednym centralnym głęboczkim) i oddzielone pomostem płosko północne (dno płaskie, ok. 5 m gł.). Niewielka zlewnia (0,55 km²) w 40% jest zalesiona i w ok. 50% zurbanizowana [6, 1, 8].

Jezioro Długie było miejscem wypoczynku mieszkańców Olsztyna - przed wojną znajdowało się tutaj kąpielisko garnizonowe. Zbiornik użytkowano rekreacyjnie jeszcze na początku lat 50-tych, jednak od połowy lat 50-tych wykorzystywano go jako odbiornik wody z kanałów burzowych oraz ścieków bytowo-gospodarczych zachodniej części Olsztyna. Odprowadzenie ścieków w połączeniu z utrudnionym mieszaniami wód, doprowadziło do degradacji jeziora, które stało się jednym z najsilniej zanieczyszczonych jezior w Polsce. Warunki fizyczno-chemiczne, stan mikrobiologiczny, skład fito- i zooplanktonu (dominacja zielenic i sinic, ubóstwo gatunkowe) świadczyły o saprobizacji środowiska. W jeziorze zakłócona była produkcja pierwotna, w okresach stagnacji dochodziło do znacznego odtlwienia wód, pojawiał się siarkowodor. Skrajnie uboga fauna bentosowa była bliska całkowitego zniszczenia z wyjątkiem odpornych na braki tlenowe larw *Chaoborus flavicans* Meig. [11].

W 1973 r. wstrzymano dopływ ścieków do jeziora. Zaowocowało to zmniejszeniem ilości soli biogennych i substancji organicznych oraz zmniejszeniem wahań natlenienia epilimnionu, nie wpłynęło jednak zasadniczo na zmianę jakościową procesów zachodzących w jeziorze. Zabieg ten okazał się niewystarczający dla poprawy jakości wód jeziora,

był jednak niezbędny dla dalszych etapów rekultywacji [6]. Od 1976 r. ponownie, choć w ograniczonym stopniu zbiornik zasilany był ściekami bytowo-gospodarczymi. Dopływ ścieków odcięto całkowicie w 1980 r. [1].

W 1990 r. rozpoczęto rekultywację jeziora metodą sztucznego napowietrzania z de-stratyfikacją wód. Eksperyment przebiegał w dwóch etapach: w latach 1987-1990 (system działał wadliwie) oraz w latach 1991-2000. Zabiegi rekultywacyjne doprowadziły do poprawy warunków panujących w jeziorze – m.in. zwiększenia przezroczystości wody, obniżenia zawartości substancji organicznej, związków azotu i fosforu, poprawy warunków tlenowych [8]. Przebudowie uległa struktura fitoplanktonu. Znacznie wzrosła liczba gatunków glonów, zmniejszyła się dominacja sinic [1]. Pomimo wyraźnej poprawy nie udało się zmniejszyć zawartości pierwiastków biogenych do poziomu ograniczającego produkcję pierwotną. Jezioro Długie wciąż pozostawało zbiornikiem silnie zeutrofizowanym [8].

W 2001 r. i w 2002 r. na Jeziorze Długim zastosowano metodę strącenia i związania fosforu w osadach jeziornych. Po raz pierwszy w Polsce użyto wstępnie zhydrolizowany koagulant glinowy (PAX 18) [7]. Eksperyment doprowadził do dalszej poprawy warunków tlenowych, zmniejszenia dostępności związków fosforu mineralnego, ograniczenia produkcji pierwotnej i zwiększenia przezroczystości wody.

Choć po kilkunastu latach rekultywacji w głębszych partiach jeziora wciąż występują okresy całkowitego braku tlenu [Brzozowska – informacja ustna], to wyraźnie poprawiły się warunki w strefie litoralu. Przy brzegach jeziora ponownie rozwinął się fitolitoral, który praktycznie zaniknął w trakcie saprobizacji jeziora.

3. TEREN I METODY BADAŃ

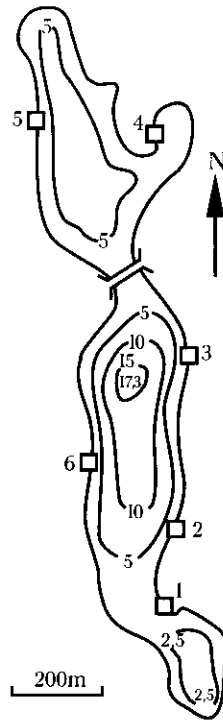
W latach 1985-1995 sporadycznie pobierano próby w litoralu jeziornym i prowadzono obserwacje terenowe. Chruściki pilotażowo badano w maju 1991 r.

Systematyczne badania prowadzono od maja 2000 r. do października 2002 r. Badania prowadzono na sześciu stanowiskach w litoralu jeziora (Ryc. 1.). Stanowiska 1, 2, 5 i 6 znajdowały się w fitolitoralu, stanowisko 4 w psammolitoralu, natomiast stanowisko 5 usytuowano wśród porastających brzeg jeziora wierzb. Próby pobierano o każdej kolejnej porze roku (wiosna, lato, jesień, zima). Do badań użyto standardowego czerpaka hydrobiologicznego. Larwy wybierano w terenie, utrwalano w alkoholu i oznaczano w laboratorium pod binokulem.

Oznaczony materiał podzielono na następujące klasy dominacji: eudominanci (powyżej 10%), dominanci (5,1 - 10%), subdominanci (2,1 - 5%), recedenci (poniżej 2%). Do oceny stopnia specyficzności fauny wykorzystano współczynniki naturalności wyliczone w ujęciu jakościowym (W_{ns}) i ilościowym (W_{ni}) [5]. Różnorodność gatunkową wyrażono powszechnie stosowanym współczynnikiem Shannona-Weavera (H').

Dla porównania, uzyskane wyniki zestawiono z danymi literaturowymi i niepublikowanymi z innych jezior Polski. Do tego celu wykorzystano dane z Jez. Kortowskiego i jez. Skanda położonych na terenie Olsztyna [dane niepublikowane], trzech jezior Mazurskich [3] oraz jezior lobeliowych z okolic Bytomia [2] (Tab. 2.).

Ryc. 1. Plan batymetryczny Jeziora Długiego z zaznaczonymi stanowiskami badań (□).



4. WYNIKI

W czasie badań zebrano 1271 larw chrzączek należących do 31 gatunków (Tab. 1.). Eudominantami były *Mystacides azurea* (49%) i *Anabolia laevis* (12%). Grupę dominantów tworzyły nieznane larwy z rodziny *Limnephilidae* (8%), a subdominantów *Limnephilus flavicornis*, *Glyphotaelius pellucidus*, *Limnephilus sp.*, *Athripsodes cinereus*, *Molanna angustata*, *Limnephilus decipiens* i *Triaenodes bicolor*. Wśród nich znalazły się gatunki z czerwonej listy zwierząt ginących i zagrożonych w Polsce: *Agrypnia picta* - gatunek uznany za prawdopodobnie wymarły, *Ylodes simulans* - gatunek niższego ryzyka [12]. Liczba gatunków chrzączek występujących w Jeziorze Długim jest wyższa niż w innych jeziorach Olsztyna i jeziorach lobeliowych okolic Bytomia i porównywalna z innymi jeziorami mazurskimi spoza obszarów zurbanizowanych (Tab. 2.).

Różnorodność gatunkowa trichopterofauny wyrażona współczynnikiem Shannona (H') jest niższa niż w większości badanych jezior (niższa jest tylko w politroficznym Jez. Brajnickim) (Tab. 2.). Nie jest to jednak wartość na tyle niska, by mogła świadczyć o niekorzystnych zmianach w środowisku i aby faunę Jez. Długiego uznać za ubogą gatunkowo. W porównaniu z innymi zbiornikami badanymi w Olsztynie, różnorodność trichopterofauny Jez. Długiego przyjmuje wartości średnie [dane niepublikowane].

Tab. 1. Larwy chrzączków (Trichoptera) złowione w jeziorze Długim w Olsztynie.

l.p.	Gatunek	N	l.p.	Gatunek	N
	Hydroptilidae		16.	<i>Limnephilus decipiens</i> (Kol. 1848)	27
1.	<i>Agraylea multipunctata</i> Curt. 1834	1	17.	<i>Limnephilus extricatus</i> McL. 1865	1
2.	<i>Orthotrichia</i> sp.	1	18.	<i>Limnephilus flavicornis</i> (Fabr. 1787)	53
	Polycentropodidae		19.	<i>Limnephilus fuscicornis</i> Ramb. 1842	10.
3.	<i>Cyrnus crenaticornis</i> (Kol. 1859)	2	20.	<i>Limnephilus marmoratus</i> Curt. 1834	2.
4.	<i>Cyrnus insolutus</i> McL. 1878	1	21.	<i>Limnephilus nigriceps</i> (Zett. 1840)	1
5.	<i>Cyrnus trimaculatus</i> (Curt. 1834)	1	22.	<i>Limnephilus politus</i> McL. 1865	1
6.	<i>Holocentropus dubius</i> (Ramb. 1842)	2	23.	<i>Limnephilus rhombicus</i> (L. 1758)	21
7.	<i>Holocentropus picticornis</i> (Steph. 1836)	4		<i>Limnephilus</i> sp.	44
	<i>Polycentropodidae</i> indet.	1		Leptoceridae	
	Phryganeidae		24.	<i>Athripsodes aterrimus</i> (Steph. 1836)	7
8.	<i>Agrypnia pagetana</i> Curt. 1835	10	25.	<i>Athripsodes cinereus</i> (Curt. 1834)	30
9.	<i>Agrypnia picta</i> (?) Kol. 1848	10		<i>Athripsodes</i> sp.	1
10.	<i>Agrypnia varia</i> (Fabr. 1793)	5	26.	<i>Leptocerus tineiformis</i> Curt. 1834	1
11.	<i>Phryganea bipunctata</i> Retz. 1783	2	27.	<i>Mystacides azurea</i> (L. 1761)	619
12.	<i>Phryganea grandis</i> L. 1761	10	28.	<i>Mystacides longicornis</i> (L. 1758)	18
	<i>Phryganeidae</i> indet.	1		<i>Mystacides</i> sp.	9
	Limnephilidae		29.	<i>Triaenodes bicolor</i> (Curt. 1834)	26
13.	<i>Anabolia laevis</i> (?) (Zett. 1840)	151	30.	<i>Ylodes simulans</i> (?) (Tieder 1929)	9
14.	<i>Glyphotaelius pellucidus</i> (Retz. 1783)	52		<i>Ylodes</i> sp.	1
15.	<i>Halesus digitatus</i> (Schr. 1781)	1		Molannidae	
	<i>Limnephilidae</i> indet.	106	31.	<i>Molanna angustata</i> Curt. 1834	29
				Łącznie	1271

Współczynniki naturalności wskazują, że większość gatunków z Jeziora Długiego to gatunki typowo jeziorne. Współczynnik naturalności w ujęciu jakościowym (Wns) jest wyższy niż w przypadku innych jezior Olsztyna i porównywalny z większością zestawionych jezior (Tab. 2.). Jednak wyższa wartość współczynnika ilościowego (Wni) niż jakościowego (Wns) świadczy o znaczącym udziale gatunków eurytopowych i nietypowych dla jezior. W Jeziorze Długim stwierdzono gatunki typowo rzeczne: *Cyrrnus trimaculatus*, *Halesus digitatus*, *Ylodes simulans*, oraz gatunek typowy dla strumieni - *Lim-*

Tab. 2. Porównanie fauny chruścików Jeziora Długiego z danymi literaturowymi z innych jezior mazurskich (2-5) i jezior lobeliowych okolic Bytomia (6-11)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
liczba gatunków	31	28	14	40	30	35	27	14	14	27	17	29
Wns	12,1	11	8,4	11,9	12,4	13,1	10,8	12,9	11,3	12,5	10,4	9,6
Wni	9,2	11	6,9	13,3	15,5	14,2	10,9	13	11,1	11,2	10	9,5
H'	0,81	0,91	0,95	1,16	0,63	1,26	0,93	0,83	0,92	1,07	0,89	1,16

Objaśnienia: 1 - Jez. Długie, 2 - Jez. Kortowskie, 3 - Jez. Skanda, 4 - Jez. Narckie, 5 - Jez. Brajnickie, 6 - Jez. Warchałdzkie, 7 - Jez. Łąkie, 8 - Jez. Modre, 9 - jez. Pomysko, 10 - Jez. Cechyńskie Małe, 11 - Jez. Cechyńskie Wielkie, 12 - jez. Głębocko.

nephilus extricatus. Również *Limnephilus rhombicus* choć jest często spotykany w jeziorach to preferuje wody płynące.

5. DYSKUSJA

Podczas wcześniejszych badań [10] Sikorowa nie znalazła w Jeziorze Długim ani jednego gatunku chruścika, a faunę bentosową określiła jako bliską całkowitemu wyginięciu. Co prawda w badaniach skupiła się na większych głębokościach (od 3 m głębokości), to jednak wyniki te świadczą o skrajnym ubóstwie fauny chruścików. Zgrupowania chruścików głębszych stref jeziora są znacznie wrażliwsze na pogorszenie stanu troficznego jeziora [4]. Potwierdzają to pilotażowe obserwacje i badania, z których wynika, że w latach 80. strefę przybrzeżną zasiedlała fauna chruścików także skrajnie uboga gatunkowo. Z 1991 r. uzyskano pewne informacje tylko o dwóch gatunkach: *Mystacides longicornis* i *Anabolia laevis* (?).

Biorąc pod uwagę wcześniejsze dane, uzyskane wyniki są zaskakujące. Fauna chruścików Jeziora Długiego jest bogata gatunkowo, w większości typowo jeziorna o stosunkowo dużej różnorodności gatunkowej i obecności gatunków rzadkich i zagrożonych wyginięciem. Jej bogactwo gatunkowe i specyficzność nie odbiegają zasadniczo, a niejednokrotnie są wyższe niż w innych porównywanych jeziorach. Można więc stwierdzić,

że stan fauny chruścików świadczy o znacznej poprawie jakości środowiska i skuteczności podejmowanych zabiegów rekultywacyjnych.

Jednocześnie trichopterofauna Jeziora Długiego jest fauną bardzo ciekawą. Gatunki nietypowe dla jezior – gatunki rzeczne i strumieniowe, świadczyć mogą o zachodzących procesach rekolonizacji. Obserwujemy proces zasiedlania powstałych w trakcie rekultywacji, wolnych nisz ekologicznych przez organizmy z sąsiednich środowisk wodnych. Nie w pełni ukształtowana struktura zgrupowań biocenotycznych umożliwia osiedlanie się nietypowych dla tego środowiska gatunków. Uzyskane wyniki potwierdzają wcześniej wysuniętą tezę, że jednymi z pierwszych kolonizatorów jezior polodowcowych były gatunki typowe dla cieków [4]. Badania fauny jezior rekultywowanych mogą więc przynieść bardzo ciekawe obserwacje o znaczeniu ogólnie ekologicznym.

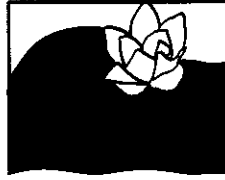
W jeziorze Długim zaobserwowano wyjątkową zmienność morfologiczną najliczniejszego gatunku – *Mystacides azurea* [9]. Ponieważ zmienne larwy występowały na jednym stanowisku, nie można mówić o zmienności spowodowanej zróżnicowaniem warunków środowiska. Również ten fakt świadczyć może o procesach kolonizacji. Być może obserwujemy zasiedlanie jeziora przez populacje pochodzące z różnych zbiorników, a być może w wolnych niszach obserwujemy szybką radiację. Dla rozstrzygnięcia tej kwestii niezbędne są dalsze badania.

Podsumowując stwierdzić należy, że fauna chruścików z Jez. Długiego świadczy o poprawie jakości wód jeziora i skuteczności przeprowadzanej rekultywacji. Jezioro stanowi jednocześnie niezwykle interesujący obiekt pozwalający śledzić procesy rekolonizacji rekultywowanych zbiorników.

SPIS LITERATURY

- [1] H. Chudyba, Zmiany struktury fitoplanktonu w trakcie sztucznego napowietrzania Jeziora Długiego w Olsztynie, Acta Acad. Agricult. Techn. Olszt., 19, 1992: 131-152.
- [2] S. Czachorowski, Chruściki jezior lobeliowych - wyniki wstępnych badań, W: M. Kraska (ed.) Jeziora lobeliowe, charakterystyka, funkcjonowanie i ochrona, cz. II. Idee Ekologiczne, t. 7, ser. Szkice, nr 5, 1999: 59-73.
- [3] S. Czachorowski, Larwy chruścików (Trichoptera) czterech jezior różniących się trofią (północna Polska). Przeg. przyr., 6, 1995: 21-52.
- [4] S. Czachorowski, Chruściki (Trichoptera) jezior Polki – charakterystyka rozmieszczenia larw. WSP w Olsztynie, 1998: 1-156.
- [5] S. Czachorowski, P. Buczyński, Wskaźnik naturalności biocenoz – potencjalne narzędzie w monitorowaniu stanu ekologicznego torfowisk Polski, na przykładzie Odonata i Trichoptera. W: S. Radwan, R. Kornijów (red.) Problemy aktywnej ochrony ekosystemów wodnych i troficznych w polskich parkach narodowych. Wyd. UMCS Lublin, 1999: 153-158.
- [6] H. Gawrońska, Wpływ ograniczenia dopływu ścieków na warunki fizyczno-chemiczne wód Jeziora Długiego w Olsztynie, Roczn. Nauk. rol., seria H, 100(4), 1984: 27-52.
- [7] H. Gawrońska, K. Lossow, J. Grochowska, Influence of the aluminium coagulant PAX on the aquatic environment of Lake Długie in Olsztyn, Limnol. Rev. 2, 2002: 121-130.
- [8] J. Grochowska, Możliwości odnowy silnie zdegradowanych jezior metodą wieloletniego sztucznego napowietrzania na przykładzie jeziora Długiego w Olsztynie, Praca doktorska - Wydział Ochrony Środowiska i Rybactwa UWM w Olsztynie, Olsztyn 2001: 22-78 - maszynopis.

- [9] L. Pietrzak, S. Czachorowski. Polymorphism in head coloration of *Mystacides azurea* (Linnaeus, 1761) larvae. *Braueria* 30, 2003: 4.
- [10] Sikorowa, Wpływ ścieków bytowo-gospodarczych na makrofaunę denną Jeziora Długiego w Olsztynie. *Zesz. nauk. ART Olszt., Ochrona Wód*, 9, 1979: 73-84.
- [11] Sikorowa, Analysis of the state of environment in Lake Długie in Olszyn, polluted with domestic sewage and wastes, *Acta Acad. Agricult. Techn. Olszt.*, 16, 1988: 231-251.
- [12] Szczęsny, Trichoptera Chruściki. W: Z. Głowaciński (red.). *Czerwona lista zwierząt ginących i zagrożonych w Polsce*. Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków, 2002: 76-79.



V KONFERENCJA NAUKOWO-TECHNICZNA

OCHRONA I REKULTYWACJA JEZIOR

materiały konferencyjne pod redakcją
Ryszarda Wiśniewskiego i Jana Jankowskiego

Grudziądz 2004