



Katarzyna Stepanowska, Marcin Biernaczyk, Sylwia Machula, Jacek Kubiak

Zakład Hydrochemii i Biologicznych Zasobów Wód, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

Struktura połowów rybackich na tle czynników abiotycznych wód w jeziorze Miedwie

Wstęp

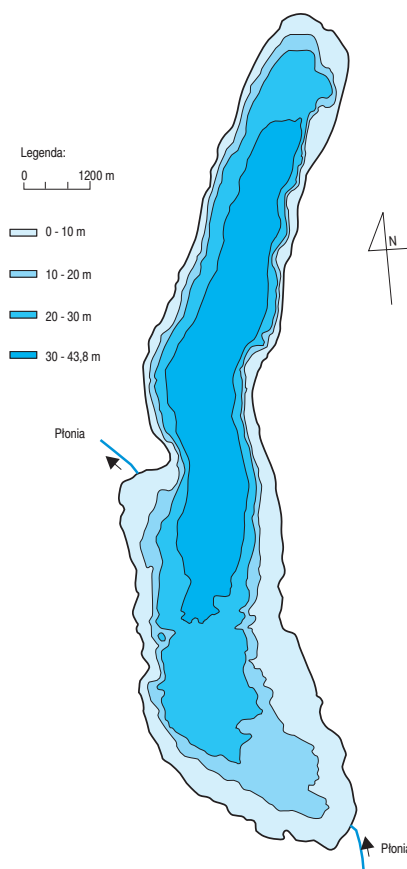
Badania stanu ichtiofauny, a w szczególności jego zmian w wieloleciu, mogą być równie dobrym wskaźnikiem zmian poziomu trofii jak badania chemizmu wód. Są natomiast obarczone błędem wynikającym z opóźnienia, z jakim populacje ryb reagują na zmiany środowiska. Wyjątkiem są sytuacje, kiedy w krótkim czasie warunki środowiska drastycznie się zmieniają, powodując masowe śnięcia ryb. Ponadto typowe badania stanu ichtiofauny są zajęciem czasochłonnym i kosztownym. Alternatywą dla tych badań może być analizowanie wieloletnich statystyk połowowych prowadzonych przez rybackich użytkowników wód. Zaletą takich wyników jest wysoka częstotliwość pobierania prób, wadą natomiast selektywność stosowanego sprzętu.

Zmniejszenie w wodach Polski populacji węgorza, który stanowił jeszcze w latach 80. XX wieku znaczną część dochodu gospodarstw rybackich, spowodowało gwałtowny wzrost znaczenia gospodarczego innych gatunków ryb, w tym okonia. Występuje on we wszystkich typach rybackich jezior. Okoń uznawany jeszcze w ubiegłym wieku za rybę o małym znaczeniu gospodarczym, a w niektórych przypadkach wręcz za „chwast”, obecnie stanowi znaczące źródło dochodu w wielu gospodarstwach rybackich. Jezioro Miedwie jest bardzo podobne pod względem składu gatunkowego ryb do większości dużych jezior w Polsce. Na jeziorze Miedwie od lat prowadzona jest intensywna gospodarka rybacka. Istotne źródło dochodu rybaków na tym akwenie stanowi obecnie właśnie okoń. Pomimo iż okonie zalicza się do ryb chudych, ich mięso jest pożądane na rynku ze względu na swe walory smakowe oraz źródło łatwo przyswajalnego białka i tłuszczu bogatego w kwasy tłuszczowe z rodziny $n-3$ i $n-6$ (Xu i in. 2001, Blanchard i in. 2005, Orban i in. 2007, Stanek i in. 2008, Stepanowska i in. 2012).

W celu przeanalizowania struktury ichtiofauny i jej zmian na podstawie statystyk połowowych przeprowadzono analizę struktury połowów rybackich na jeziorze Miedwie w latach 2005-2011, na tle zmian w poziomie trofii jeziora.

Obszar badań

Miedwie (rys. 1) jest jednym z największych jezior na Pomorzu Zachodnim; ma wydłużony, regularny kształt oraz



Rys. 1. Jezioro Miedwie (opracowano w oparciu o materiały IRS Olsztyn).

znaczną głębokość (43,8 m). Prawie dwie trzecie dna tego akwenu położone jest poniżej poziomu morza; najgłębszy punkt stanowi największą w Polsce kryptodepresję. Miedwie jest jeziorem przepływowym (roczna wymiana 26,2% objętości) oraz jest źródłem wody dla miasta Szczecina. Na podstawie warunków hydrochemicznych panujących w jeziorze Miedwie można je zakwalifikować do jezior typu mezotroficznego (Machula i Tórz 2002, Tórz i in. 2003, Cabaj 2009).

Materiał i metody

W pracy wykorzystano wyniki badań prowadzonych w Zakładzie Hydrochemii i Ochrony Wód Akademii Rolniczej w Szczecinie (obecnie ZUT) w latach 1998-2000, 2005-2012 oraz wyniki WIOŚ w Szczecinie (1986-2008).

Badania jeziora Miedwie prowadzono w 6-8 tygodniowych cyklach. Próbkę wody pobierano w najgłębszym miejscu jeziora, batometrem Ruttnera. W przekroju pionowym, co 1 m mierzono zawartość tlenu (metodą Winklera) oraz procentowe natlenienie. W trakcie badań terenowych mierzono także widzialność krążka Secchiego. W pobranych próbkach wody oznaczono ogólnie przyjętymi metodami (Standard Methods 1995, 2005) następujące wskaźniki konieczne do oceny poziomu trofii: BZT₅ i ChZT_{Cr} jako wskaźniki zawartości materii organicznej, zawartość suchej masy sestonu (wagowo), a także rozpuszczony fosfor mineralny, fosfor całkowity (niesączonych próbek wody), chlorofil „a” spektrofotometrycznie (UV-VIS firmy Perkin Elmer, oraz Lambda – 10).

Statystyczną analizę wyników hydrochemicznych wykonano przy użyciu programu STATISTICA 10 działającego w środowisku Windows. Dopasowanie rozkładów weryfikowano przy użyciu testu ANOVA.

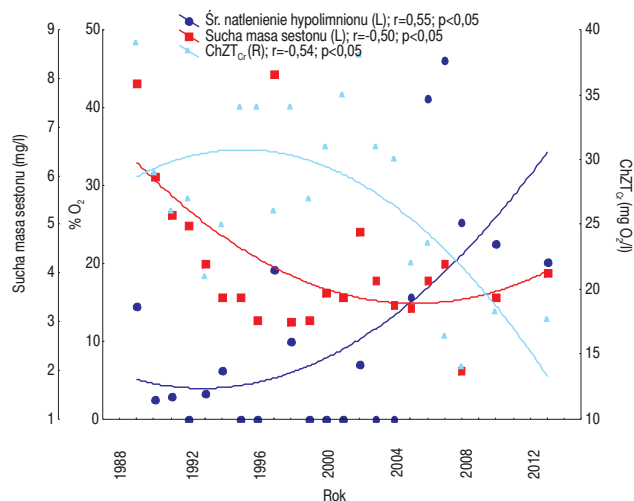
Analiza połowów rybackich prowadzonych na jeziorze Miedwie została wykonana w oparciu o statystyki połowowe udostępnione przez FDHU Modępolmo sp. z o.o.

Wyniki i dyskusja

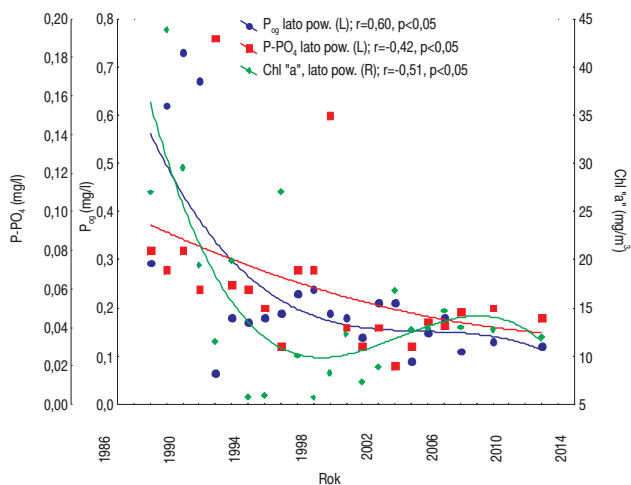
Zmiany trofii jezior mają istotny wpływ na strukturę ichtiofauny, która jest czułym wskaźnikiem i istotnym elementem określania ich stanu ekologicznego (Opuszyński 1983, 1997, Zdanowski 1993, Kubiak 2003). Eutrofizacja wywiera na ryby wpływ pośredni, poprzedzony zmianami warunków środowiskowych (Hartmann 1977, Prejs 1978, Zdanowski 1982, 1993, Opuszyński 1983, 1997, Leopold i in. 1986). Kształtujące się pod wpływem tych zmian warunki siedliskowe są niekorzystne dla jednych gatunków ryb, a jednocześnie sprzyjające dla rozwoju gatunków o innych wymaganiach. W jeziorach oligotroficznym ichtiofauna jest początkowo zdominowana przez gatunki z rodziny Salmonidae, np. przez sieję (*Coregonus lavaretus* L.), sielawę (*Coregonus albula* L.) i troć jeziorową (*Salmo trutta m. lacustris* L.),

które w miarę postępującej eutrofizacji są zastępowane przez gatunki z rodziny karpiowatych Cyprinidae. Przekształceniom jakościowym zespołów ichtiofauny, towarzyszą zmiany w wielkości produkcji rybackiej, która początkowo szybko się zwiększa, następnie ulega zahamowaniu, a w zbiornikach silnie zeutrofizowanych zdecydowanie się zmniejsza (Prejs 1978, Opuszyński 1983, 1997, Zdanowski 1996). Analizy zmian ilościowych i jakościowych ichtiofauny, spowodowanych postępującą w Polsce eutrofizacją jezior, dokonali m.in. Iwaszkiewicz (1976) oraz Leopold i in. (1986). Warunki siedliskowe ichtiofauny w jeziorach zachodniopomorskich przedstawił Kubiak (2003).

W jeziorze Miedwie w okresie 1988-2012 jednoznacznie stwierdzono obniżenie poziomu trofii, co potwierdza analiza zmian wszystkich badanych wskaźników. Poziom materii organicznej obniżył się: ChZT_{Cr} zmniejszyło się w wodach powierzchniowych od ok. 40 mg O₂/l w latach 1988-1990 do poziomu ok. 20 mg O₂/l w latach 2010-2012. Znacznej poprawie uległy warunki tlenowe w wodach hypolimnionu. W tej warstwie w latach 1991-2002 panowały warunki beztlenowe, a w latach 2007-2012 średnie natlenienie wyniosło 20-25%, w roku 2005 nawet 41,1% O₂. W badanym okresie znacznemu obniżeniu uległa zawartość zawiesiny ogólnej w wodach powierzchniowych: średnie stężenie w tej warstwie z pomiarów prowadzonych w okresie stagnacji letniej i mieszania wiosennego zmieniło się od ok. 8 mg/l (1988) do 3,5-4,0 mg/l (2009-2012) (rys. 2). O obniżeniu poziomu trofii wód jeziora Miedwie świadczą również zmiany w stężeniach fosforu: stężenie fosforu mineralnego w wodach powierzchniowych latem wynosiło ponad 0,10 mg/l (lata 1988-1991), a po roku 2009 spadło do poziomu 0,04-0,05 mg/l. Całkowita zawartość tego pierwiastka w wodach przydennych obniżyła się od 0,60 -0,75 mg/l w latach 1988-1991 do ok. 0,11-0,13 mg/l po roku 2007 (rys. 3). Obniżenie się produkcji pierwotnej w wodach jeziora Miedwie w omawianym okresie spowodowało zmiany w stężeniach chlorofilu „a”; w latach



Rys. 2. Zmienność w czasie materii organicznej i warunków tlenowych oraz suchej masy sestonu w wodach jeziora Miedwie.



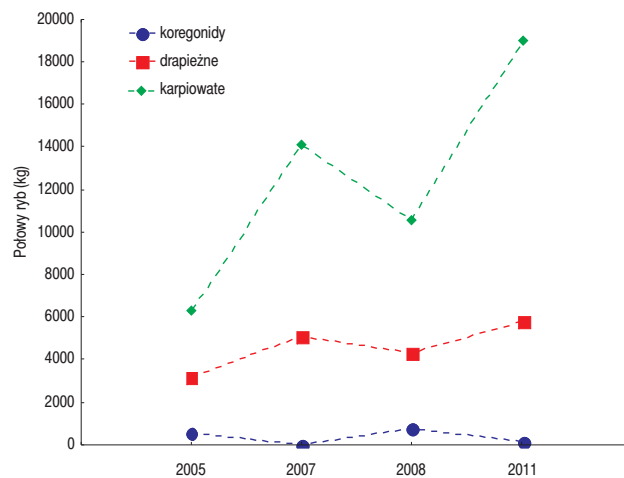
Rys. 3. Zmienność w czasie całkowitej zawartości fosforu i jego formy mineralnej rozpuszczonej oraz chlorofilu „a” w wodach powierzchniowych latem w jeziorze Miedwie.

1988-1991 wynosiły one odpowiednio 27,0 i 29,5 µg/l, następnie spadły do 5,0-6,0 µg/l w latach 1996-1998, by w okresie 2010-2012 ukształtować się na poziomie 12-13 µg/l (rys. 3). Opisane powyżej zmiany warunków hydrochemicznych były przyczyną zwiększenia się przezroczystości wód. Widzialność krążka Secchiego na początku okresu badań wynosiła 1,3-1,9 m (1988-1991), a w latach 2010-2012 wzrosła do 2,6 m.

O obniżeniu poziomu trofii wód jeziora Miedwie świadczą również wahania wartości wskaźników stanu trofii Carlsona (WST). Zawartość fosforu ogólnego latem w wodach powierzchniowych stwierdzona w latach 1988-1991 powodowała, że WST w odniesieniu do tego wskaźnika był większy niż 70, w latach 2008-2012 uległ on obniżeniu do ok. 60. Wskaźnik poziomu trofii obliczony na podstawie stwierdzonych stężeń chlorofilu „a” zmieniał się od 62,9 i 67,6 w latach 1988 i 1989 do 55-56 w latach 2008-2012. Opisane powyżej tendencje potwierdza również spadek WST obliczony na podstawie widzialności wody (od 50-56 w latach 1988-1992 do ok. 46 w latach 2008-2012).

Przedstawione powyżej zmiany warunków hydrochemicznych jednoznacznie wskazują na wyraźne obniżenie się w okresie badań poziomu trofii wód jeziora Miedwie. Struktura ichtiofauny nie reaguje od razu na zmiany, lecz z pewnym opóźnieniem.

W latach 80. ubiegłego wieku w jeziorze występowało 15 gatunków ryb, między innymi: jazgarz, jaź, karp, krąp, leszcz, płoć, lin, miętus, sandacz, sieja, sielawa, sum, szczupak, węgorz. W okresie od połowy lat 60. do drugiej połowy lat 90. rybactwo opierało się przede wszystkim na połowie karpio-watych (Czerniejewski i in. 2005). W latach 90. w połowach zauważono brak jazgarza, karpia, krąpia, miętusa, suma. Nastąpił również spadek ilości lina, sandacza i szczupaka. Dominującymi gatunkami wówczas były płoć i okoń, które żywiły się zooplanktonem, a także w mniejszym stopniu występował leszcz. W latach 1980-1995 nie poławiano sie-



Rys. 4. Zmiany w strukturze połowów gospodarczych prowadzonych na jeziorze Miedwie w latach 2005-2011.

lawy. Dopiero w 1996 roku gatunek ten pojawił się w wodach jeziora, a w roku 1998 nastąpił wzrost ilości sielawy. Pierwotna forma siei według Heesego (1990) wyginęła w latach 70., wówczas wskutek postępującej eutrofizacji nastąpiły jej masowe śnięcia. W 1975 roku w warstwie hypolimnionu poniżej 12 m głębokości, stwierdzono śladowe ilości tlenu (Pietrucha 1999). Według autora pojedyncze sztuki (2 do 3 rocznie) były łowione do 1985 roku. W latach 1991 i 1992 w wodach jeziora nastąpił rozwój glonów nitkowatych i okresowy zanik tlenu w całym hypolimnionie, stąd brak tego gatunku w połowach (PIOŚ 1995). Na podstawie badań przeprowadzonych w 1998 roku wynika, że wśród odławianych ryb stwierdzono występowanie dwóch form siei (miedwiańskiej i szlachetnej). W latach 1995 i 1996 zaobserwowano poprawę jakości wody jeziora, która była związana ze zmniejszeniem zużycia nawozów sztucznych, spadkiem produkcji zwierzęcej, uruchomieniem oczyszczalni ścieków w Pyrzycach i likwidacją bazy lotniczej w Kluczewie (Mutko i Wierchowska 1996, Pietrucha 1999). Wraz z poprawą jakości wody stwierdzano częstsze występowanie siei i sielawy w połowach. W odłowach z lat 1996, 1997 i 1998 także potwierdzono odbudowę populacji siei i sielawy (Pietrucha 1999). Zwiększenie populacji obu gatunków odbyło się w sposób naturalny. W celu zmniejszenia populacji okonia i płoci prowadzono przez kilka lat projekt zarybiania wód jeziora narybkiem sandacza i szczupaka (Durkowski i in. 2004). Projekt ten ma na celu przywrócenie równowagi w łańcuchu troficznym, może on spowodować zahamowanie nadmiernego rozwoju glonów. Realizacja tego programu przyniosła pierwsze efekty, nastąpił wzrost i odbudowa populacji siei i sielawy, które wymagają dobrze natlenionej i czystej wody do bytowania (Durkowski i in. 2004, Cabaj 2009).

W wyniku przeprowadzonych badań statystyk rybackich stwierdzono wzrost populacji ryb karpio-watych. W roku 2005 ryby te stanowiły ok. 63% całkowitej masy połowów rybackich, natomiast w 2011 wielkość ta wzrosła do

ok. 77%. Równocześnie można było zaobserwować spadek udziału ryb drapieżnych w połowach, które w 2005 roku stanowiły ok. 32% masy połowów, a w roku 2011 już tylko ok. 23% (tab. 1, rys. 4).

TABELA 1

Połowy gospodarcze (kg) na jeziorze Miedwie w latach 2005-2011

	2005	2007	2008	2011
karaś	0	0	0	48
krąp/rozpiór	0	0	0	3770
leszcz	557	6343	1627	3662,5
lin	226	586	956	1577
okoń	2101	3476	2398	2623,5
ptoc	5507	7149	8005	9971
sandacz	76	1	0	301,4
sieja	9	0	42	55,5
sielawa	525	0	702	55
szczupak	692	1119	903	2447
węgorz	305	479	1024	369,1

Jezioro Miedwie na przelomie XX i XXI wieku było akwenem eutroficznym, w ostatnich latach można je scharakteryzować jako mezotroficzne (na podstawie kryteriów Carlsona). Jednakże poprawa jakości wód w jeziorze nie znajduje jeszcze w chwili obecnej odzwierciedlenia w strukturze połowów rybackich. Zmian takich należy się spodziewać w dłuższym okresie, w przypadku utrzymania się korzystnych warunków środowiskowych.

Literatura

- Blanchard G., Druart X., Kestemont P. 2005 – Lipid content and fatty acid composition of target tissues in wild *Perca fluviatilis* females in relation to hepatic status and gonad maturation – J. Fish Biol. 66: 73-85.
- Cabaj A. 2009 – Czynniki abiotyczne określające poziom trofii jeziora Miedwia – ZUT, Szczecin. Rozprawa doktorska.
- Czerniejewski P., Wawrzyniak W., Poleszczuk G., Pietrucha M. 2005 – Miedwie lake in 1966-2000 years – environmental characteristic with emphasis to oxygen concentrations in water and fishing productivity – Szczecin (monografia).
- Durkowski T., Wesotowski P., Woroniecki T., Pawlik-Dobrowolski J., Pieczyński L. 2004 – Dopływ zanieczyszczeń do jeziora Miedwie z jego bezpośredniej zlewni oraz możliwości ich ograniczenia – IMUZ. 2004. s. 105 (monografia).
- Hartman J. 1977 – Fischereiliche Veränderungen in kulturbedingt eutrophierungen Seen – Schweiz. Z. Hydrol. 39: 243-354.
- Heese T. 1990 – Sieja *Coregonus lavaretus* (L., 1758) wód Polski. I. Systematyka – Przeg. Zool. 34(2-3): 301-318.
- Iwaszkiewicz M. 1976 – Wpływ eutrofizacji wód otwartych na ichtiofaunę – W: Nawożenie a eutrofizacja wód. Materiały konferencyjne, Zielona Góra 17-18 maja 1976. Komitet Ekologii PAN, Zielona Góra: 163-177.
- Kubiak J. 2003 – Największe dimiktyczne jeziora Pomorza Zachodniego. Stan trofii podatność na degradację oraz warunki siedliskowe ichtiofauny – Szczecin: AR Szczecin. Rozprawy 214.
- Leopold M., Bnińska M., Nowak W. 1986 – Commercial fish catches as an index of lake eutrophication – Arch. Hydrobiol. 106: 513-524.
- Machula S., Tórz A. 2002 – Ocena jakości wód jeziora Miedwie w okresie jesienno-wiosennym 1999-2000 – W: Zaopatrzenie w wodę i jakość wód. Wyd. PZITS, Poznań: 221-232.
- Mutko T., Wierzchowska E. 1996 – Ocena wieloletnich zmian jakości wody w jeziorze Miedwie i kierunku ochrony – W: Ochrona i rekultywacja jezior i zbiorników wodnych. II Konf. Nauk.-Tech. 7-8 marca 1996 Międzyzdroje: 73-86.
- Opuszyński K. 1983 – Podstawy biologii ryb – PWRiL, Warszawa: 1-591.
- Opuszyński K. 1997 – Wpływ gospodarki rybackiej, szczególnie ryb roślinnożernych, na jakość wody w jeziorach – Bibl. Monitor. Śr., PIOŚ, Zielona Góra: 1-156.
- Orban E., Navigato T., Masci M., di Lena G., Casini I., Caproni R., Gambell L., de Angelis P., Rampacchi M. 2007 – Nutritional quality and safety of European perch (*Perca fluviatilis*) from three lakes of Central Italy – Food Chemistry 100: 482-490.
- Pietrucha M. 1999 – Powrot siejowatych (*Coregonus lavaretus maraena* B. i *Coregonus albula* L.) do jeziora Miedwie – Komun. Ryb. 3: 14-19.
- PIOŚ 1995 – Raport o stanie środowiska w województwie zachodniopomorskim – Bibl. Monitor. Śr. – Warszawa.
- Prejs A. 1978 – Eutrofizacja jezior a ichtiofauna – Wiad. Ekol. 14 (3): 201-208.
- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 1995, 19th Edition. New York.
- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 2005, Amm. Publ. Health Ass., New York.
- Stanek M., Dąbrowski J., Roślewska A., Kupcewicz B., Janicki B. 2008 – Impact of different fishing seasons on the fatty acids profile, cholesterol content, and fat in the muscles of perch, *Perca fluviatilis* L. from the Włocławski Reservoir (central Poland) – Arch. Fish. Pol. 16(2): 213-220.
- Stepanowska K., Biernaczyk M., Opanowski A., Neja Z. 2012 – Selected morphometric characters, condition, and body chemical composition of perch (*Perca fluviatilis* L.) from Lake Miedwie, Poland – Ecol. Chem. Eng. A., 19(1-2): 145-153.
- Tórz A., Kubiak J., Chojnacki J. 2003 – Assessment of Lake Miedwie water quality in 1998-2001 – Acta Sci. Pol. Piscaria 2(1): 279-290.
- Xu X.L., Fontaine P., Melard C., Kestemont P. 2001 – Effects of dietary fat levels on growth, feed efficiency and biochemical compositions of Eurasian perch *Perca fluviatilis* – Aquacult. Int. 9: 437-449.
- Zdanowski B. 1982 – Variability of nitrogen and phosphorus contents and lake eutrophication – Pol. Arch. Hydrobiol. 29(3-4): 541-597.
- Zdanowski B. 1993 – Eutrofizacja wód – W: Rybactwo śródlądowe (Red.) J.A. Szczerbowski. Wyd. IRS, Olsztyn: 124-135.
- Zdanowski B. 1996 – Czystość jezior a możliwości rybackiego użytkowania – W: Rybactwo jeziorowe. Stan, uwarunkowania, perspektywy, Materiały I Krajowej Konferencji Użytkowników Jezior, Uroczysko Waszeta, 7-14, Wyd. IRS, Olsztyn.

Przyjęto po recenzji 5.09.2014 r.

COMMERCIAL CATCH STRUCTURE AND ABIOTIC INDEXES IN LAKE MIEDWIE

Katarzyna Stepanowska, Marcin Biernaczyk, Sylwia Machula, Jacek Kubiak

ABSTRACT. Fisheries structure is associated closely with habitat conditions. Even small changes in hydrochemical conditions can affect the composition of ichthyofauna, and, therefore, catch structure, which is notable even after just a few years. In contrast, drastic changes in habitat conditions can affect ichthyofauna structure through the high mortality of economically valuable fish. The trophic status of Lake Miedwie waters has decreased in recent years, while catches of predators have increased. Cyprinid catches result from the high productivity of the lake in the 1980s and 1990s and the high tolerance these fish have for environmental conditions.

Keywords: Lake Miedwie, abiotic factors, catch structure