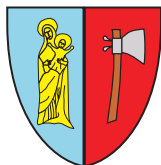




**RYBY W KULTURZE  
I REKULTYWACJA  
ŚRODOWISKA WODNEGO**

## VII FORUM SZLAKU CYSTERSKIEGO W POLSCE

Wągrowiec 31.08-02.09.2012



Wydanie sfinansowane przez:  
SAMORZĄD GMINY WĄGROWIEC  
I  
LOKALNĄ GRUPĘ RYBACKĄ „7 RYB”



# RYBY W KULTURZE I REKULTYWACJA ŚRODOWISKA WODNEGO

Korekta: *Ligia Podgórska*

Przygotowanie do druku: *projektpejzaz.pl*

Projekt okładki: *Ewa Stadnicka*

Szkic historyczny i badania hydrobiologiczne

Redakcja  
Andrzej M. Wyrwa

Na okładce:

*Pół ryb siecią z łodzi. Rycina z „Tacuinum Sanitatis”, XIV wiek*  
(wg: Bartlett 2002, s. 181, ryc. 9)

Na stronie tytułowej:

*Rybaczy z rybami w sieci, złowionymi przy użyciu palki, wg K. Onasza*  
(za: M. Rulewicz 1994, ryc. 104, s. 276)

Spis treści:

*Splecione ryby – symbol Trójcy Świętej* (za Sztych 2011, ryc. 13)

© tekst autorzy; ryciny wg opisów

Wydawca: Wydawnictwo Pejzaż, Bydgoszcz 2012 r.  
ISBN 978-83-61641-45-2



## Spis treści

str. 5

### PRZEDMOWA

Andrzej M. Wyrwa

\* \* \*

str. 7

### RYBY W KULTURZE

Andrzej M. Wyrwa

*Symbolika ryby i miejsce ryb w diecie klasztornej. Zarys problemu*

\* \* \*

str. 49

### REKULTYWACJA ŚRODOWISKA WODNEGO

Ryszard Gołdyn

*Nowe metody rekultywacji jezior*

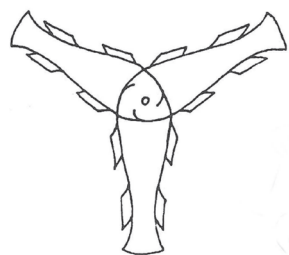
str. 59

Beata Messyasz

Katarzyna Kowalczevska – Madura

Sławomir Cerbin

*Jezioro Durowskie jako przykład wielostronnej rekultywacji  
(natlenienie, immobilizacja fosforu, biomanipulacja)*



## Przedmowa

Życie i zachowania człowieka od momentu wyodrębnienia się go jako samodzielnego gatunku, podobnie jak jego biologicznych poprzedników, zawsze integralnie było związane ze środowiskiem naturalnym i wszystkimi jego elementami. Zapewniało mu ono przeżycie, a niezależnie od tego, ze względu na swą tajemniczość otworzyło przed nim świat metafizyczny, w którym osadził swe wierzenia i do którego kierował związane z nimi rytuały<sup>1</sup>. Mimo że na przestrzeni setek i tysięcy lat, tak środowisko naturalne, jak i działania kulturowe człowieka podlegały różnym przemianom, to każde z nich pozostawiło w nim określone ślady stanowiące „archiwalny” zapis procesów i zjawisk, będących przedmiotem badań naukowców różnych specjalności.

Najważniejszym elementem tego środowiska, dla człowieka i całego świata ożywionego, była zawsze woda<sup>2</sup>. Ona to też jako „darczyni życia” miała i ma szczególne znaczenie. Tak było, jest i powinno być!

W niniejszym opracowaniu, wpisując się w cykl dotychczasowych rozważań i dyskusji, prezentujemy w dwóch częściach trzy szkice, w których chcemy zobrazować wybrane problemy z tym związane.

W części pierwszej, autorstwa Andrzeja M. Wyrwy, przez pryzmat źródeł archeologicznych, historycznych, etnograficznych i ikonograficznych, w syntetycznej formie, zasygnalizowano wybrane wątki odnoszące się do miejsca ryb w kulturze, ich symboliki w życiu ludzi zachodnioeuropejskiego kręgu kulturowego i diecie rybnej zakonników różnych obserwacji od średniowiecza do czasów nowożytnych.

W części drugiej znajdują się rozważania poświęcone rekultywacji środowiska wodnego. Obecnie stało się bowiem tak, że w wyniku zdynamizowanej, nie zawsze do końca przemyślanej działalności człowieka, a jednocześnie naturalnych zmian środowiska, ów życiodajny, szanowany i czczony przez tysiąclecia dar coraz bardziej jest niszczone. Stąd też jednym z ważniejszych działań jest obecnie potrzeba ochrony wód z całym ich bogactwem. Tym zagadnieniom poświęcone są dwa opracowania tej części. Ryszard Gołdyn omawia *metody rekultywacji i poprawy stanu*

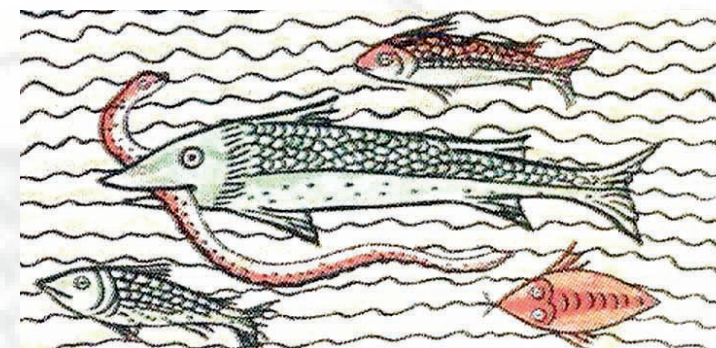
<sup>1</sup> Szerzej patrz na ten temat J. Woźny, Symbolika wody w pradziejach Polski, Bydgoszcz 1996; oraz opracowanie A.M. Wyrwy w niniejszym tomie – tam dalsze wskazówki bibliograficzne.

<sup>2</sup> Patrz m.in. T. Dunin-Wąsowicz, Człowiek i woda w średniowiecznej Europie. Stan i perspektywy badań, [w]: Ekologia człowieka. Historia i współczesność, red. B. Kuźnicka, Warszawa 1995, s. 47-74.

*jakości wód*, a Beata Messyasz, Katarzyna Kowalczevska – Madura, Sławomir Cerbin poddają *ocenie skuteczność rekultywacji wód na przykładzie Jeziora Durowskiego*.

Mamy nadzieję, że syntetyczne uwagi przedstawione w niniejszym opracowaniu, przygotowanym na VII Forum Szlaku Cysterskiego w Wągrowcu, a przypomnieć należy, że cystersi zawsze byli ściśle związani ze środowiskiem wodnym, przyczynią się do zastanowienia na podjętych zagadnieniach i pobudzą do dalszych szczegółowych badań poszerzających naszą wiedzę, tak na temat środowiska wodnego, wykorzystywania go przez człowieka w przeszłości i współcześnie, odniesień kulturowych, a przede wszystkim jego ochrony.

Andrzej M. Wyrwa



## RYBY W KULTURZE

## Symbolika ryby i miejsce ryb w diecie klasztornej. Zarys problemu

W dziejach człowieka, w zależności od charakteru środowiska naturalnego, obok zbieractwa, myślistwa (polowania), rolnictwa i pasterstwa, równie ważne było rybołówstwo. Ten przejaw działalności kulturowej zalicza się do najbardziej archaicznych zawodów i jednej z najstarszych form gospodarki, związanej ze zdobywaniem pożywienia dostarczającego człowiekowi białka i tłuszczu zwierzęcego (Lurker 1989, s. 205; Makowiecki 2003, s. 9). Głównym czynnikiem sprawczym rybołówstwa było powstałe w wyniku różnych procesów przyrodniczych środowisko naturalne, w którym ukształtowało się słodkowodne, morskie i estuario-we, zmienne w czasie i charakterze, środowisko wodne (szerzej patrz Makowiecki 2003, s. 21-28 i nn.). Nie wchodząc w pogłębioną analizę, za pomocą której na podstawie badań archeologiczno-archeichtiologicznych możemy rekonstruować jego początki, z łatwością zauważymy, że na Nizinie Europejskiej jednoznaczne ślady pozostawione przez ludzi egzystujących na danym obszarze, związane z różnymi formami połowów ryb, pojawiają się od paleolitu. Przykładem tego są np. znalezione na ziemiach polskich szczątki kostne ryb, w tym m.in. dużego szczupaka, którego wagę szacuje się na ok. 15 kg. Odkryto go na osadzie dolnopaleolitycznej w Trzebnicy – Winna Góra, którą datuje się na ok. 470 tys. lat p.n.e. (Burdukiewicz 2003; Kozłowski 2004; Kabaciński, Sobkowiak-Tabaka 2009; Sobkowiak-Tabaka 2011), a także w Rusku koło Strzegomia, Wrocławiu (ul. Skarbowców) itd. Duże stanowisko ze szczątkami ryb, datowanymi na Bølling, tj. na ok. 10.800-10.100 lat p.n.e., odkryto też na Pałukach, na osadzie wydmowej w Mirkowicach (stan. 33). W czasie prac archeologicznych znaleziono tam m.in. kości szczupaka, ryby z rodziny karpiovatych (*Cyprynidae*), a także okonia (*Perca fluviatilis*) i pstrąga potokowego (*Salmo trutta*). Znaleźiska te świadczą o dużej dominacji rybołówstwa w gospodarce ludności tego miejsca (tj. ludności kultury hamburskiej)



Ryc. 1. Trzebnica – Winna Góra. Wykopy archeologiczne przy ścianie południowej cegielni z przekrojem osadów plejstoceny – miejsce znalezienia dolnopaleolitycznych szczątków ryb. Eksploracja poziomu kulturowego w 1993 r. W głębi klasztor cysterski (za: Burdukiewicz bd, ryc. 1)



Ryc. 2. Stworzenie zwierząt, „Hortus Deliciarum”  
(wg Hobenbourg 1979, za: Kobiela 2005, s. 185)

(Kabaciński, Sobkowiak-Tabaka 2009; Sobkowiak-Tabaka 2011). Z terenu Europy i innych kontynentów takich stanowisk znamy wiele. Najintensywniejsze i coraz liczniejsze ślady wykorzystywania zasobów środowiska wodnego na potrzeby konsumpcyjne pojawiają się jednak wraz z początkiem holocenu – po ustąpieniu lodowców. Od tego czasu – od schyłkowego paleolitu, a przede wszystkim mezolitu – na wielu stanowiskach archeologicznych odnajdywane są różne szczątki ryb i narzędzia do ich połowu. Jeśli tylko środowisko naturalne na to pozwalało, czyli na obszarze egzystencji danej grupy istniała określona sieć hydrograficzna, to niezależnie od zbieractwa i myślistwa zawsze było wykorzystywane środowisko wodne.

Wraz z ewolucją kulturową społeczeństw, niezależnie od czysto praktycznego, konsumpcyjnego wykorzystania ryb przez człowieka, we wszystkich kulturach zarówno ryba, jak i ludzie ją łowiący – rybacy, znaleźli bardzo szybko swój udział w przestrzeni świata metafizycznego w formie wielu symboli i rozlicznych odniesień związanych z wierzeniami, mitologią, rytuałami i zabobonami.

## Symbolika ryby

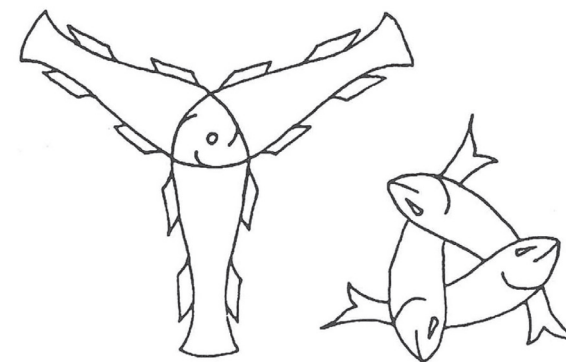
W zależności od kręgu kulturowego symboliczne znaczenia ryby są bardzo zróżnicowane, a niekiedy przeciwstawne sobie. Z jednej strony ryba odnosi się m.in. do początku, słońca, morza, pełni, nieśmiertelności, obfitości, płodności, płciowości, żeńskości, fallusa, rozwiązłości, czy czystości, a z drugiej symbolizuje zmartwychwstanie, śmierć, zbawienie, wiarę, ofiarę Chrystusa, Matkę Bożą; oznacza mądrość, wiedzę, pożywienie dla mózgu, a jednocześnie ucieleśnia głupotę, szaleństwo, zło zniszczenia, chciwość, niezaradność itd. (Kopaliński 1990, s. 364; Sztynch 2011). Uważana za praistotę, w wielu religiach była bogiem, a równocześnie jako przedstawiciel środowiska wodnego utożsamianego też z chaosem, była postrzegana jako zwierzę nieczyste<sup>1</sup>.

W kulturze zachodnioeuropejskiej symbolika ryby wiąże się głównie z religią chrześcijańską, z której kręgiem związane są poniższe krótkie rozważania. Pośród wielu znaczeń w tym kręgu kulturowym, ryba była kojarzona m.in. z Eucharystią. Dla pierwszych chrześcijan stała się ona symbolem Chrystusa

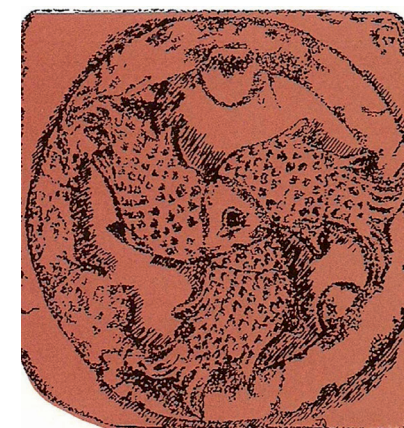
i chrześcijaństwa (ryc. 2), a prosty jej rysunek od początku był znakiem identyfikującym i potwierdzającym wiarę w Niego; słowo IXΘYC (Ichthys), oznaczające w języku greckim rybę, składa się z pierwszych liter tytułu *Iēsoús Christós Theoús* (H) *Yíos Sōtēr*, tj. „Jezus Chrystus, Syn Boży, Zbawiciel” (Feuillet 2006, s. 117; Kopaliński 1990, s. 265). Splot połączonych ryb (ryc. 2, 3) symbolizuje zaś Trójcę Świętą.



Ryc. 3. Prosty rysunek ryby – pierwotny symbol Chrystusa i chrześcijaństwa



Ryc. 4. Splecione ryby – symbol Trójcy Świętej (za: Sztynch 2011, ryc. 18)

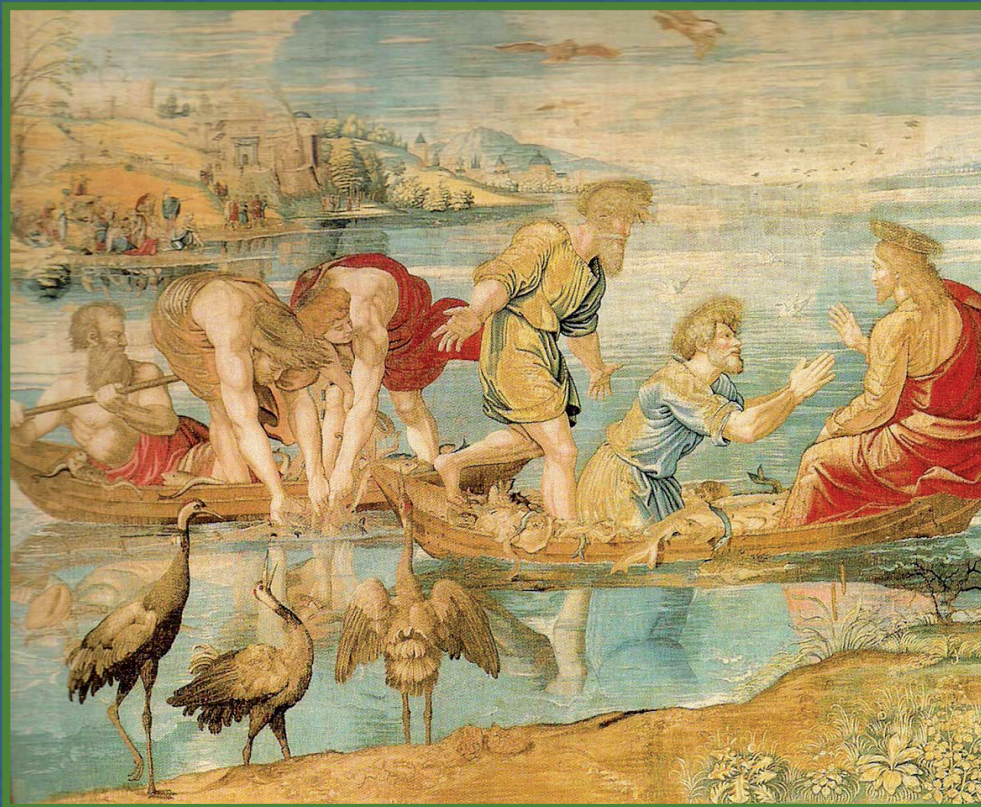


Ryc. 5. Bierzwnik. Płytki ceramiczne (Zeszyty Bierzwnickie 4 (2002), okładka)

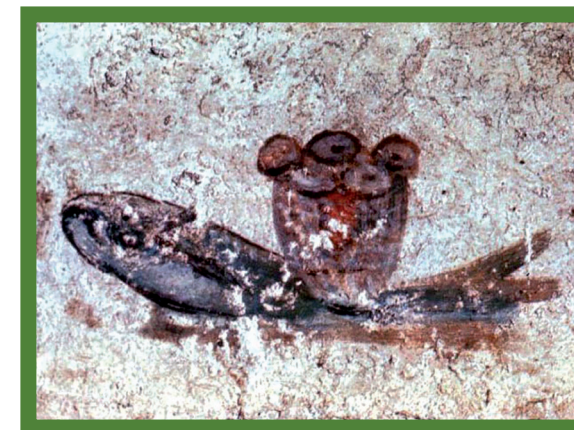
<sup>1</sup> Patrz m.in.: Kopaliński 1990, s. 364-365; Leksykon symboli 1992, s. 138-139; Lurker 1989, s. 204-205; Cooper 1998, s. 232-237; Feuillet 2006, s. 117; i inne oraz strona internetowa)

Symbolika ryby i odniesienia do niej w Piśmie Świętym są wielorakie i bardzo bogate. W Starym Testamencie ludzi często porównuje się do „ryb w morzu” (Ha 1,14). W Nowym Testamencie wiele porównań odnosi się do rybaków. W dosłownym i przenośnym znaczeniu rybakami byli pierwsi uczniowie Chrystusa (Mt 1, 1-16). Chrystus zaś wszystkich, którzy pójdą za nim pragnął uczynić *rybakami ludzi* (Mt 4, 19; Łk 5, 10; patrz m.in. Lurker 1989, s. 204-205; Feuillet 2006, s. 117). W tym tonie przemówił też do apostołów po cudownym połowie ryb, zwracając się do przerażonego św. Piotra – *Nie bój się, odtąd ludzi będziesz łowił!* (Łk 5, 10). Królestwo Niebieskie zostało natomiast przyrównane do sieci *zarzuconej w morze i zagarniającej ryby wszelkiego rodzaju* (Mt 13, 47n). Po dzień dzisiejszy żywym symbolem rybaka jest noszenie przez papieży pierścienia, na którym bywa zazwyczaj wygrawerowana (zgodnie z opisem Łk 5, 4-10) scena cudownego połowu ryb dokonanego przez Piotra (Lurker 1989, s. 204-205). Ryby są także obrazem dusz ludzi wezwanych do ocalenia w sieci Boga i jego sług (Mt 13,48-49; Łk 5, 1-11, J 21, 1-13; Feuillet 2006, s. 117).

Symbolicznie ryba wiąże się zatem z nieśmiertelnością, zmartwychwstaniem, ludźmi sprawiedliwymi, ocalonymi z potopu, którzy zostali uratowani tak jak ryby pływające w morzu. Pośród wielu innych znaczeń szczególnej rangi ryba nabiera w kontekście chrztu, który w pierwszych wiekach chrześcijaństwa odbywał się przez zanurzenie w rzece lub jeziorze. Chrzczony więc przebywał wraz



Ryc. 6. „Cudowny połów ryb”, warsztat Pietera van Aelsta w Brukseli, Musei Vaticani, Rzym  
(za: Wielka kolekcja wielkich malarzy. Rafael 1483-1520, Poznań 2006)

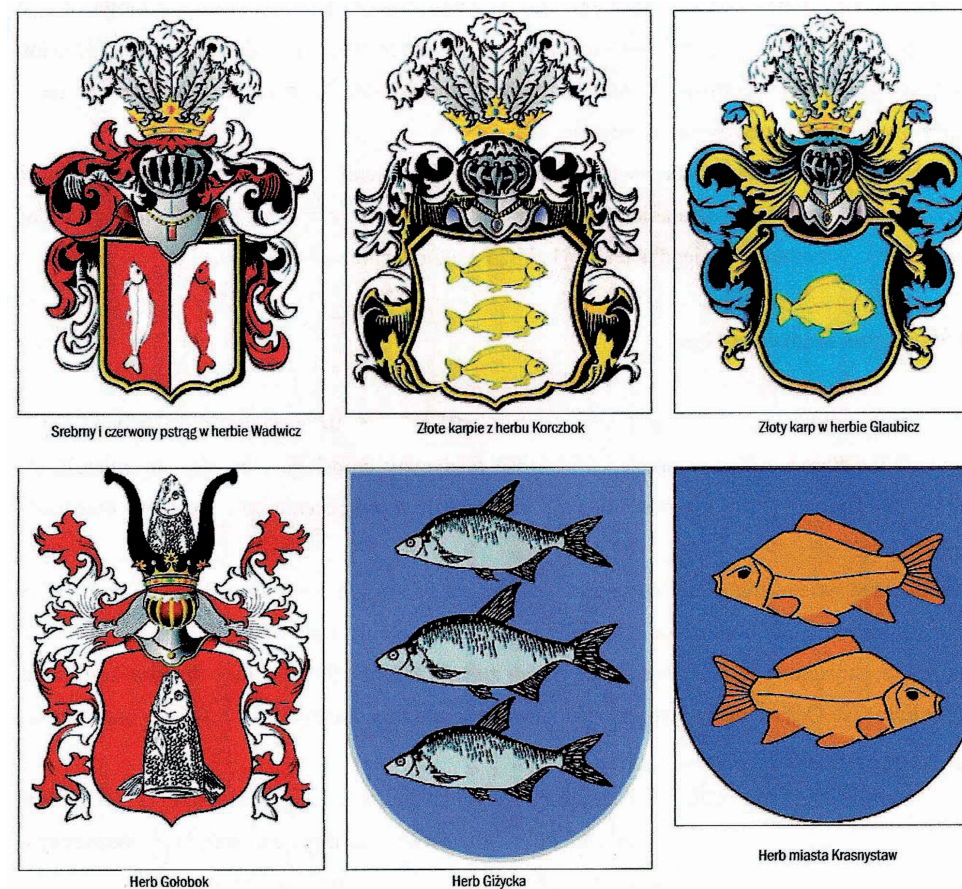


Ryc. 7. Chleb i ryba (krypty Lucyny, katakumby Kaliksta, lata 20. III wieku)  
(*ug*: [http://www.google.pl/imgres?imgurl=http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1a/Eucharistic\\_bread\\_and\\_fish.jp](http://www.google.pl/imgres?imgurl=http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1a/Eucharistic_bread_and_fish.jp))

z rybami jako jedna z nich. Baptysterium zaś, czyli miejsce chrztu (łac. *piscyna*) oznacza staw rybny. Ryby mając więc najwyższe odniesienie symboliczne, jako ucieleśnienie Chrystusa, Chrystusa cierpiącego, były też symbolem pożywienia duchowego, a zwłaszcza alegorią Eucharystii, zastąpioną później przez chleb i wino (Kopaliński 1990, s. 264-265).

Wszystkie te odniesienia, i to o najwyższej hierarchiczności, spowodowały, że niezależnie od rozlicznych znaczeń symbolicznych, ryba znalazła też szczególne miejsce w życiu codziennym chrześcijan, w tym przez swe hierarchiczno-symboliczne znaczenie przy posiłku (Feuillet 2006, s. 117). Niezależnie od potrzeb codziennej diety, spożywanie ryb w wielu okresach nabierało rytualnego charakteru odnoszącego się do wspomnianych symboli, które utrzymywały ciało przy życiu, a także wzbogacały człowieka wierzącego duchowo, co pozwalało mu utrzymywać stałą więź ze Stwórcą i Zbawicielem.

Niezależnie od symboli występujących w mitach i wierzeniach, ryby znalazły też swe miejsce w heraldyce rodowej – rycerskiej i szlacheckiej (patrz m.in. Szymański 1993; Kulikowski 1990). Wiążą się z nimi określone legendy heraldyczne (patrz m.in. Derwich, Cetwiński 1987). Ryba w heraldyce oznacza tajemnicę, zdrowie, siłę, męstwo i wierność. Wymowę symboliczną mają nie tylko przedstawienia ryb w herbie, ale również kolory, w których je przedstawiano i na jakim tle (kolorze) występowały. Najczęściej mają one kolor srebrny lub złoty. Barwa srebrna w heraldyce wyraża uczciwość i czystość, złota – sprawiedliwość. Figurą heraldyczną może być bliżej nieokreślony gatunek ryby lub konkretny. W herbach rycerskich występują np.: pstrąg – w herbie Wadwic (Wadowicz), karp – w herbie Czasza, Glaubicz i Korczak, łosoś – w herbie Ołobok, lin (póllin) – w herbie Dobruszka; pojawia się także szczupak i leszcz. Ryby znajdują się też w herbach szlacheckich Bacciarelli, Korzbog itp. Oprócz heraldyki rodowej, ryby występują również w herbach miast, np. leszcz znajduje się w herbie Giżycka, karp – w herbie Krasnystawu, Górzna, Siemianowic Śląskich, pstrąg – w herbie Karpacza, w herbie miejscowości Wielkie Oczy – ukleja, w Mikołajkach zaś – sielawa. Bliżej nieokreślone gatunkowo ryby, barwy srebrnej, złotej, zielonej, występują też w herbach takich miast, jak: Bolków, Bytom Odrzański, Gdynia, Kock, Kostrzyn, Kowalewo Pomorskie, Lubawka, Nieszawa, Sopot, Ustka, Władysławowo itd. (Plewko, Wanag 1994; Kwiatek, Lijewski 1998; Adamczewski 2000; Sztynch 2011).



Ryc. 8. Wybrane przykłady herbów rodowych i miejskich z przedstawieniami ryb (wg: Sztynch 2011, ryc. 31-36)

\*

Piękny, archaiczny opis charakteru i „natury” ryby znajduje się w pierwszym polskim zielniku wydany w 1534 roku, w oficynie Floriana Unglera, przez renesansowego *botanika* i lekarza Stefana Falimirza (Falimierza). Falimirz w swym dziele zatytułowanym *O ziołach i o mocy jich. O paleniu wódek z ziół. O olejkach przyprawianiu. O rzeczach zamorskich. O zwierzętach, o ptaczach i o rybach. O kamieniu drogim. O urynie, o pulsie i o innych znamionach. O rodzeniu dzieci. O nauce gwiazdecznej. O stawianiu baniek i o puszczaniu krwi. O rządzeniu czasu powietrza morowego. O lekarzstwach doświadczonych na wiele niemocy. O nauce barwierskiej*, w rozdziale czwartym (Falimirz 1534, s. 515-605), pisząc o rybach krajowych i morskich, w *capitulum* od



Poczyna sie czwarty Rozdział o rzeczach żywych / Ku lekarstwom flu: a: ych / Naprzód o zwierzętach / o Ptaczach / y o rybach.



Ryc. 9. Strona tytułowa rozdziału czwartego dzieła Stefana Falimirza o zwierzętach, ptakach i rybach (Falimirz 1534, s. 515)

70 do 120 tego rozdziału (Falimirz 1534, s. 572-605) oraz charakteryzując m.in. ich przydatność spożywczą, powiedział: *Jako powietrze jest okraszone ptaci, które mogą żyć na powietrzu latającz. Tako też woda jest okraszona Ribami: które w wodzie żywią pływaiącz...* (Falimirz 1534, s. 572), a ...o naturze Ryby [można powiedzieć], że jest *jich natura zimna i mokra, to jest flegmistha (...)* (Falimirz 1534, s. 603).

Do konsumpcji, jak już wspomniano, ryby wykorzystuje się od czasów prahistorycznych, przez starożytność, średniowiecze po czasy nowożytne i współczesne. Szczególnym jednak miejscem ich spożywania – w którym stanowiły nieodłączny element jadłospisu, jako jednoznaczne przeciwstawienie posiłków mięsnych – były klasztory różnych obserwacji. Święty Hieronim pisząc o diecie zakonników, zalecał: *jadło niech będzie [w klasztorze] liche, spożywane wieczorem: zielenina i jarzynki, a rybki (...)* [mają być] *uważa[ne] za największe delicje* (Polemika kluniacko-cysterska 2010, s. 468).

\*

W dotychczasowej historiografii, niezależnie od wielu różnych wątków związanych z badaniem środowiska wodnego i zwierząt w nim żyjących sporo pisano o miejscu i strefach występowania różnych gatunków, o sposobach i narzędziach do ich połowu, rodzajach przygotowywanego z nich pożywienia itd.<sup>2</sup> Ze względu na zasób źródeł archeoichtiologicznych, którymi dysponujemy, analizując interesujący nas problem, oraz enigmatyczność źródeł pisanych, znajomość tematu jest ciągle niewystarczająca. Dynamiczny postęp badań pozwala jednak coraz bardziej rozszerzać wiedzę na ten temat. Ostatnio pewnego przyspieszenia nabrały też badania związane z wykorzystaniem ryb w środowisku zakonnym, w tym przede wszystkim w klasztorach cysterskich na ziemiach polskich. Choć ciągle są to początki refleksji nad tym zagadnieniem, to w oparciu o źródła pisane archeoichtiologiczne i ikonograficzne, możemy nakreślić wstępny obraz tego zagadnienia.

W polskiej literaturze historycznej opracowania poświęcone wyżywieniu w klasztorach, w tym marginalnie na temat spożywania ryb, przedstawili

<sup>2</sup> Patrz m.in.: Makowiecki 2003; Szczygielski 1967a, 1967b; Cios 2007; Kłodnicki 1992; H. i P. Lis 2009; Iwaskiewicz, Mastysiński, Andrzejewski 2007 i inni – tam dalsze wskazówki bibliograficzne.

praktycznie tylko Maria Dembińska<sup>3</sup>, Jerzy Rajman<sup>4</sup>, A.M. Wyrwa i D. Makowiecki<sup>5</sup>. Krótkie uwagi pojawiają się też na ten temat w różnych opracowaniach monograficznych, w których prezentowane są dzieje kultury poszczególnych klasztorów, ich gospodarka (szeroko rozumiana) itp.<sup>6</sup> Ostatnio w historiografii europejskiej ukazało się ważne opracowanie A. Schulz dotyczące wyżywienia w średniowieczu (od 1000 do 1300 r.). W jednym z obszernych rozdziałów autorka poświęciła miejsce wyżywieniu w klasztorach, zamieszczając również uwagi na temat diety rybnej (Schulz 2011, s. 293-356 i nn. wg indeksu).

Mimo ogólnego naświetlenia tej kwestii w historiografii europejskiej i polskiej, ciągle czuje się jednak niedosyt. Taki stan rzeczy jest uzależniony przede wszystkim od ilości oraz charakteru i stanu rozpoznania źródeł. Szczególnie ważne są w tym przypadku źródła normatywne regulujące życie w poszczególnych zakonach i klasztorach. Te zostały opracowane najlepiej, ale w większości są one jednak na tyle ogólne, że nie sposób, szczególnie dla wcześniejszych okresów (starożytność, średniowiecze), „zajrzeć do miski mnicha” i dokładnie powiedzieć, co jedli mnisi każdego dnia lub chociażby ogólnie określić rodzaje produktów, które wykorzystywano do przygotowania spożywanych przez nich potraw. Źródła pisane, które najczęściej powoływane są do analizy tego problemu dają nam również tylko bardzo ogólną orientację w tej kwestii. Tym bardziej, że cała działalność kulinarna w klasztorach, mimo pewnych stałych zasad, była zróżnicowana regionalnie – uzależniona od tradycji miejsca, występujących w danym regionie surowców spożywczych (w tym ich sezonowości) itp. Zaznaczyć też trzeba, że sposoby przyrządzania potraw w klasztorach i wśród ludzi świeckich były zmienne w czasie. Na przestrzeni wieków ulegały one pewnym, a niekiedy znaczącym zmianom, tak pod względem wykorzystywanych surowców, sposobów przygotowywania potraw, stosowanych do nich przypraw, w tym m.in. soli itd. (Czernecki 2009; Martyniak-Przybyszewska 2001; Wyczański 1960, s. 15-22; Dembińska 1963, s. 26; Kuchowicz 1966, 1975; Lemnis, Vitry 1979).

Tak więc wszystkie rozważania na interesujący nas temat, nawet przy wykorzystaniu różnego typu dostępnych źródeł (archeologicznych, archeozoologicznych,

<sup>3</sup> Patrz m.in.: M. Dembińska 1987, s. 57-78; Dembińska 1985, s. 367-381; Wiśniewski 1972, s. 51-53.

<sup>4</sup> Rajman 2001, s. 183-198; Rajman 2010.

<sup>5</sup> Wyrwa 2004, 2011, 2013; Wyrwa, Makowiecki 2009 – ww dalsza lit.

<sup>6</sup> Patrz m.in.: Moulin 1986, s. 47-76; Konieczka-Śliwińska 1997, s. 531; Lekai 1977; Williams 1998, s. 245-257 i nn.; Wyrwa 1999, s. 35-55 i nn.; Wólnik 2002, s. 105-108, 477-488, 512-515, 523-525 i nn.; patrz też Lichtenfeld 1913, s. 73 – tu podany jadłospis opactwa w Werden, opis pożywienia klasztorów w Cluny, Cîteaux i Grandmont; patrz też A. Gottschalk 1948.



Ryc. 10. Wieczera „Chrystus w domu Szymona”, obraz Dirka Boutsy, XV w. (wg: *Die Malerei* 1938, s. 49)

w tym archeoichtologicznych, przyrodniczych i pisanych), pozwalają tylko rekonstruować ów obraz na poziomie dużej ogólności. Odnosi się to szczególnie do średniowiecza, w mniejszym stopniu, ale także do czasów nowożytnych.

\*

Życie zakonników było całkowicie oparte na przyjętych przez nich Regulach oraz przepisach wewnętrznych, które szczegółowo regulowały zasady życia codziennego w zakonach i klasztorach<sup>7</sup>. Oprócz modlitwy i pracy – jednym z najważniejszych momentów w rozkładzie klasztornej doby były wspólne posiłki<sup>8</sup>, stanowiące czas obowiązkowego spotkania całej wspólnoty. Wiązały się one nie tylko z zaspokojeniem głodu, ale z określonym rytuałem symbolicznie nawiązującym do „Wieczery Pańskiej”. Każdy posiłek odbywany przy wspólnej modlitwie, przy wspólnym stole, nabierał wymiaru religijnego (Holzherr 1988, s. 171, przyp. 13-17).

W kontekście syntetycznie analizowanego tu zagadnienia, czyli ilości i charakteru posiłków przygotowywanych z ryb, bardzo ważnym były dni tygodnia i okres roku liturgicznego.

Obecność ryb na stołach klasztornych związana była przede wszystkim z licznymi dniami postnymi, których było tak wiele, że zajmowały ponad połowę roku. Reguły zakonne zazwyczaj dokładnie precyzowały, w jakie dni należy jeść ryby. Ponieważ większość dni postnych przypadła na sezon zimowo-wczesnowiosenny, więc konsumpcja ryb miała częściowo charakter sezonowy. Jak wynika z ustaleń D.H. Williamsa, posiłki z ryb początkowo były spożywane rzadko, zyskując popularność dopiero w XII wieku. Przy czym śledzie najczęściej spożywano w Adwencie i w czasie Wielkiego Postu (Williams 1998, s. 245). Od późnego średniowiecza i w czasach nowożytnych sytuacja wydaje się nieco inna, a tezy przedstawione przez Williamsa, co sygnalizujemy niżej, mają już nieco inny charakter.

Okresy postne, związane z praktykami pokutnymi, polegają na powstrzymaniu się od spożywania potraw mięsnych, ograniczeniu ilościowym i wykorzystaniu jakościowo innych, dozwolonych produktów. W tym czasie spożywano m.in. ryby (słodkowodne, morskie) i inne zwierzęta wodne, takie jak raki, małże oraz wszelkie potrawy z nich przyrządzane<sup>9</sup>. Według Hildegardy z Bingen, posty miały

działanie zdrowotne, odtruwające, co, jak napisała, niesło pomoc dla duszy, rozjaśniało umysł, a zarazem było ćwiczeniem duchowym na powrót wiążącym człowieka mocniej z Bogiem (Hirscher 2006, s. 31). Cystersi post ścisły stosowali – niezależnie od karnych dni postnych, zarówno co do jakości, jak i ilości pożywienia – 40 dni przed Wielkanocą, 30 dni podczas Adwentu przed Bożym Narodzeniem, 7 dni w Suchedni, w wigilie 18 świąt wskazanych w Charta Charitatis, a od XIII wieku w jeszcze kilka innych (m.in. św. Urszuli). Post co do jakości posiłków obowiązywał cystersów też w zwykłe środy i piątki każdego tygodnia, czyli ok. 104 dni. Łącznie wynosił zatem ponad 199 dni<sup>10</sup>. W tych okresach niezależnie od innych potraw postnych, jednymi z głównych posiłków były potrawy przygotowywane z ryb.

Ze względu na tryb życia związany z wodą, jako ryba przez długi czas był też postrzegany m.in. bóbr (*Castor fiber*), którego ogon był dla wielu wielkim przysmakiem (Witkowski, Żerelik 2001, s. 175-176 i przyp. 50). Był on, jak pisał Falimirz *bardzo tłusty rybie podobny* (Falimirz 1534, 528). Traktowanie bobra jako ryby powodowało w klasztorach żywe dyskusje. Przeciwno żywnościowym purystom, poddającym w wątpliwość przynależność bobra do ryb, zwolennicy przedstawiali m.in. pisma Pliniusza Starszego, który już w starożytności wypowiedział swe zdanie na ten temat. Pliniusz, wymieniając sto czterdzieści nazw gatunków ryb, pisał, że ryby są różne. Jedne żyją tylko w wodzie. Inne przenoszą się z wody na ziemię, żyjąc w obu środowiskach – w tym bobry (Latini 1992, s. 156; Foster 1979, s. 54-56; patrz też Kobielus 2005, s. 54). Jeszcze w *Kalendenbuchu* księstwa wrocławskiego z połowy XIV wieku, gdzie wymieniono ponad 40 gatunków ryb żyjących w Odrze, znajduje się również bóbr (Witkowski, Żerelik 2001, s. 175 i przyp. 50; patrz też Falimirz 1534, s. 528-529; Kobielus 2005, s. 53-54). Kolejnym przykładem osobliwego „rodzaju ryby”, którą w wielu regionach mnisi wyląwiali ze swych wód, by ozdobić nim postne stoły swego refektarza, była wydra (Foster 1979, s. 56). W XII i XIII wieku „eksperci żywieniowi” wiodli też zażarte spory na temat tego, jak zakwalifikować ptaki wodne (Foster 1979, s. 56). Nie komentując tych kwestii szerzej, ze względu na ramy chronologiczno-merytoryczne naszych rozważań spojrzmy na znaczenie ryb w diecie zakonników.

Rozważmy zatem, w jaki sposób pozyskiwano ryby na stoły klasztorne, jak je łowiono i jakimi narzędziami, jakie gatunki pojawiały się na stołach klasztornych i jak je przygotowywano.

<sup>10</sup> Dembińska 1985, s. 369; Wyrwa 2004, 2011; Rejman 2001, 2010; inne dni postne za dotychczasową historiografią podaje Cios 2007, s. 12-13; patrz też Przerocki 2005 – tam komentarze, s. 41-79 i nn.

## Sposoby i narzędzia połowu ryb oraz łowione gatunki

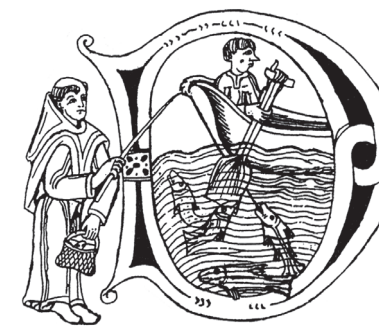
Na temat sposobów i narzędzi do połowów ryb najwięcej bezpośrednich informacji dostarcza nam ikonografia, znaleziska archeologiczne, a jednocześnie tradycja ludowa, w której zachowały się bardzo ważne, nawiązujące do starych, kształtowanych przez wieki doświadczeń.

O dostępie do rynku rybnego decydowały charakter i położenie geograficzne danego klasztoru oraz otrzymane od władców–donatorów przywileje.

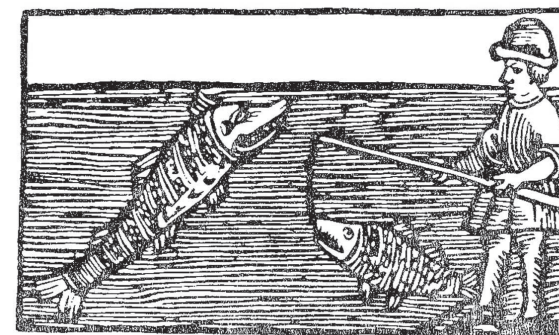
Ze źródeł pisanych wiemy, że wszystkie klasztory i inne instytucje kościelne, a potem miasta zabiegały o przywileje dotyczące połowów ryb. Według badań W. Szczygielskiego, w latach 1198-1308 dla Pomorza Gdańskiego dokonano ogólnie 85 nadań przywilejów rybołówczych, z tego aż 86% uzyskiwały instytucje kościelne, 11% rycerstwo i 3% mieszczaństwo (Szczygielski 1967a, s. 9). Prawie wszystkie klasztory od pierwszych lat istnienia, a w niektórych przypadkach już w dokumencie fundacyjnym, otrzymały jeziora, odcinki rzek, czy morskie strefy przybrzeżne z prawem połowu ryb<sup>11</sup>. Tak było np. w przypadku Łekna, gdzie już w czasie fundacji w 1153 roku Zbylut nadał cystersom Jezioro Rgielskie (KDW I, nr 18; Wyrwa 1995). Obszerne przywileje rybołówcze miało też opactwo w Obrze i inne klasztory tej obserwacji, we włościach których znajdowały się różne akweny. Prawo połowu na określonych odcinkach rzek miały m.in.: Łąd, Lubiąż i inne, w strefach nadmorskich i zatokach, m.in. Łekno, Łąd, Bukowo Morskie, Oliwa itd. Mnisi z Bukowa Morskiego np. już w 1268 roku otrzymali od Wacława II prawo połowu wzdłuż wybrzeża znajdującego się w obrębie ich majątku, potem prawo wolnego połowu na wodach przybrzeżnych oraz na wolnym morzu (Popielas-Szultka 1980, s. 47 i nn.). Opactwo w Bukowie Morskim, w XIV i XV wieku kontrolowało też łowiska łososia na rzekach wpływających do morza w okolicach Darłowa, handlowało również śledziami nabywanymi na rynkach w Darłowie i Kołobrzegu. W obrębie ich posiadłości znajdowały się aż trzy osady rybackie, które łowiły na ich rzecz<sup>12</sup>. Niezależnie od tego kilka klasztorów miało własne stawy hodowlane i sadzawki (np. opactwo w Mogile, w Bukowie Morskim

<sup>11</sup> Źródła i komentarze patrz: Matuszewski 1936; KDW, KDS i inne wydawnictwa źródłowe; Popielas-Szultka 1980; Samsonowicz 1994, s. 3-12; Wyrwa 1995; Guzikowski 2011; *Monasticon Cisterciense Poloniae* 1999, t. 1-2; i inne opracowania.

<sup>12</sup> Popielas-Szultka 1980, s. 189-191 i nn.; Wyrwa 1999, s. 74 (Bukowo Morskie); inne patrz też: *Monasticon Cisterciense Poloniae* 1999, t. 1 i hasła t. 2.



Ryc. 11. Połowów ryb wędkami z brzegu i z łodzi (Heiligenkreuz, XIII w.; wg: Pressouyre 1992, s. 82).



Ryc. 12. Połów ryb wędką – drzeworyt w pracy B. Paprockiego 1575; za: Szczygielski, 1967a, s. 66)

itd.), w których hodowano m.in. karpie, a w przypadku opactwa bukowskiego – łososie. W stawach hodowlanych można było także spotkać: karasie, liny, okonie, płocie, a nawet szczupaki<sup>13</sup>.

Prawo połowu łososia miały też m.in. klasztory w Żukowie i Pelplinie. Na pełnym morzu lub w strefach przybrzeżnych niektóre opactwa miały prawo połowu śledzi, jesiotrów, płastugi i innych ryb złowionych w czasie połowów. W kronikach klasztornych występują też informacje o odławianych rakach.

Ryby były poławiane nie przez samych zakonników, ale przez rybaków zamieszkujących ich dobra, najczęściej za bardzo korzystny czynsz. Nadwyżki połowów, przekraczających potrzeby konsumpcyjne klasztoru były przeznaczane na sprzedaż, na okolicznych rynkach, co dawało określone dochody opactwom.

<sup>13</sup> Na temat gospodarki stawowej patrz m.in.: Szczygielski 1967a, 1967b; Nyrek 1979; Strumiński 1987; patrz też Cios 2007; ww. dalsze wskazówki bibl.



Ryc. 13. Połów ryb kłonią (sakiem). Rycina z „*Tacuinum Sanitatis*”, XIV wiek  
(za: [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Tacuinum\\_Sanitatis-fishing\\_lamprey.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Tacuinum_Sanitatis-fishing_lamprey.jpg))



Ryc. 14. Połów ryb kłonią (sakiem) – drzeworyt w pracy B. Paprockiego 1575;  
za: Szczygielski, 1967a, s. 66)

Ryby łowiono różnymi sposobami. Najwięcej informacji na ten temat dostarcza nam wspomniana bogata ikonografia z różnych okresów. Na jej podstawie oraz na bazie jej korelacji z badaniami etnograficznymi i materiałami archeologicznymi możemy stwierdzić, że ryby łapano wieloma sposobami: rękami, wędkami, za pomocą narzędzi kolnych (ości), sideł, narzędzi haczykowatych (sznury, pęczki), wiązek chrustu, na łeb padłych zwierząt (tak łowiono np. węgorze), w jazach, żakami (tj. węcierzami), bębinkami, za pomocą podrywek, włoków, sieci jednowarstwowych (stawnych, ciągnionych), sieci matniowych (tj. brodników, przywłok, niewodów, klep) itp. (patrz m.in. Kłodnicki 1992, s. 35 i nn.). Połowy prowadzono w każdej porze roku na otwartej wodzie i z lodu. Łowiono w bród z lądu i łodzi oraz sieci ciągnionej z łodzi.

W źródłach pisanych zawarto najczęściej określone zastrzeżenia odnośnie do narzędzi, którymi było wolno poławiać w wyznaczonych przez darczyńcę strefach. Najczęściej zabraniano połowów za pomocą ciągnięcia niewodem, niekiedy zezwalano na taki połów, ale tylko kilka razy w ciągu roku, np. dwa razy w roku prawo ciągnięcia niewodem posiadał klasztor w Trzemesznie (KDW I, nr 581). Do połowów stosowano sieci różnej wielkości i o różnym przekroju oczek. W dokumentach zezwala się na łowienie „sieciami małymi i dużymi”. W plastyczny

sposób o narzędziach do połowu ryb mówi dokument Konrada, opata klasztoru węgrowskiego z 1463 roku, w którym, sprzedając sołectwo na prawie magdeburskim sołtysowi w Tarnowie Pałuckim nadał mu i jego legalnym następcom przywilej *wolnego łowienia ryb w (...) jeziorze [Rgielskim] (...), małymi sieciami spuszczanymi do tego jeziora, mianowicie: więcierzami, filitestibus (włokiem ?), łącznicą, ślepnicą (ślepia, ślep), wędami, unteria (na haki – sznury z hakami)*<sup>14</sup>. Ten ostatni sposób może świadczyć m.in. o połowach węgorzy. Większe okazy okoni, linów, leszczy, a przede wszystkim szczupaków łowiono na wędki, określone w cytowanym dokumencie jako wędy.

Przedmiotem połowów były nie tylko okazy średnie i duże, ale również małe. W ten sposób można było bowiem schwycić znaczną ilość małych ryb karpowatych, okoni itp.<sup>15</sup>, które stanowiły znakomity surowiec na polewki – zupy rybne. Stwierdzono to m.in. na podstawie materiału archeoichtiologicznego pozyskanego w czasie badań opactwa w Łeknie (Makowiecki 2000; Wyrwa, Makowiecki 2009). Kilka klasztorów miało też prawo budowania jazów i połowów przy nich (np. Żukowo, Pelplin, Bukowo Morskie). Klasztory, które miały swe dobra w strefach nadmorskich lub nad Zatoką Pucką miały prawo połowu śledzia, który stanowił bardzo cenny surowiec dla wszystkich klasztorów, tak w strefie nadmorskiej, jak i w głębi kraju. Prawo połowu śledzia miały m.in. klasztory w Oliwie, Bukowie, Żarnowcu. Prawo takie posiadał też klasztor w Łeknie, który od końca XIII wieku mógł łowić wszystkie gatunki ryb, w tym śledzie, dwoma łodziami na Zatoce Puckiej koło Żelistrzewa (KDW II, nr 2025 <666a>; Łęga 1949). W wyniku badań archeoichtiologicznych w warstwach w obrębie jego kuchni klasztornej udało się znaleźć m.in. szczątki śledzia. Próbką kości śledzia odkryta w Łeknie jest największą jak dotąd znaną ze stanowisk Niżu Polskiego w średniowieczu. Rekonstrukcja długości całkowitej śledzi tam znalezionych wykazała obecność osobników o długości od 25 do 31 cm, jednak najliczniej reprezentowane były sztuki od 26 do 28 cm (Makowiecki 2000; Wyrwa, Makowiecki 2009).

<sup>14</sup> Tekst źródła za APP, sygn. Spuścizny osób i rodzin – Hockenbeck, teczka 3, s. 181-182; dalej o rodzajach sieci i innych narzędzi do połowów patrz m.in.: Szczygielski 1967, s. 11-17; Znamierowska-Prüfferowa 1988; Gauda 1992; Kłodnicki 1992; Rulewicz 1994; Jagiello 2008.

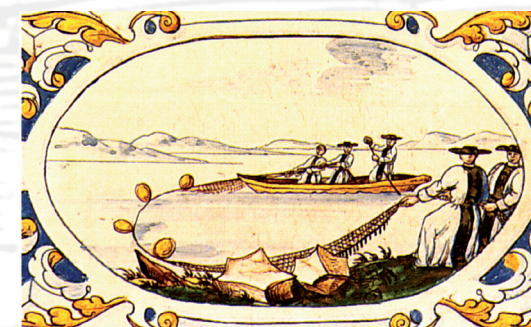
<sup>15</sup> Teza, że nie spożywano w klasztorach ryb małych, tzw. chwostu jest błędna, por. m.in.: Iwaszkiewicz 1990, s. 5-7; uwagi na ten temat patrz też Rajman 2001, s. 196, przyp. 61.



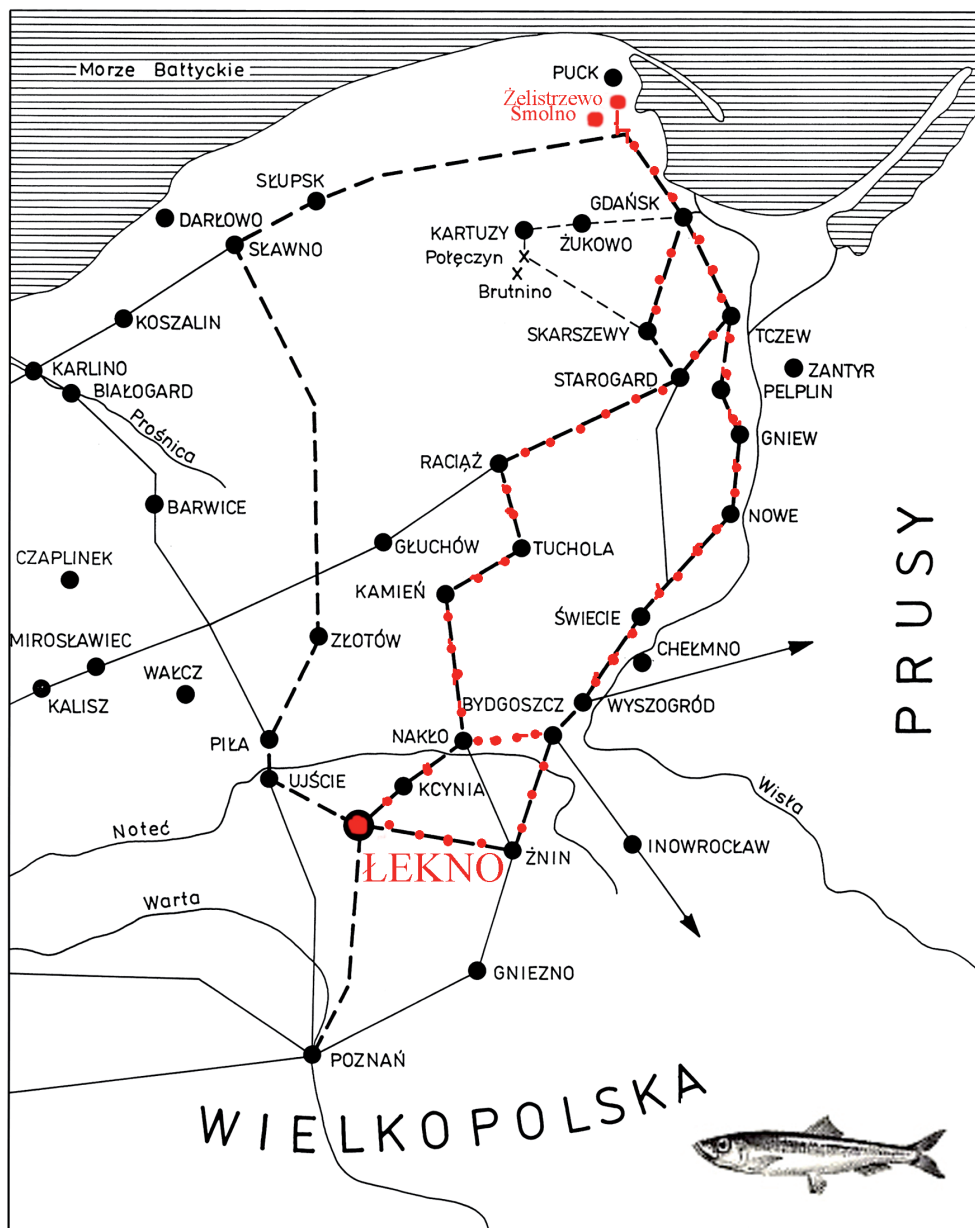
Ryc. 15. Połów ryb siecią z łodzi. Rycina z „*Tacuinum Sanitatis*”, XIV wiek (wg: Bartlett 2002, s. 181, ryc. 9)



Ryc. 16. Połów ryb siecią ciągniętą w bród z łądu i z łodzi, przerys wg miniatury z legendy św. Jadwigi Śląskiej z Kodeksu ostrowskiego z 1353 roku (za: Szczygielski 1967a, s. 16 i Rulewicz 1994, s. 273)



Ryc. 17. Połowów ryb z łodzi i łądu siecią ciągniętą w bród (Salem; wg. Gaud, Leroux-Dhuys, Übers 1998, s. 107)



Ryc. 18. Szlaki lądowe transportu śledzi z łowisk klasztoru łekneńskiego w Zatoce Puckiej do klasztoru w Łeknie, rys. J. Kędelska, oprac. A.M. Wyrwa



Ryc. 19. Śledziarz pakujący śledzie do beczki (Falimirz 1534, capitulum 71, s. 573)

Śledź był dosyć powszechnie wykorzystywaną i sprowadzaną z nad morza rybą. Według inwentarzy nieszawskich, które przytacza M. Iwaszkiewicz (1991), w zamku krzyżackim w Nieszawce Małej znajdowały się: 4 beczki śledzi (1402, 1411 rok), 1 łaszt śledzi (1412 rok), 3 beczki dorszy, 1 beczka śledzi (1414 rok), 1 łaszt dorszy bez jednej beczki (1416 rok). Jak się szacuje, jedna beczka mogła mieścić ok. 100 kg, a 1 łaszt odpowiadał 5880 kg<sup>16</sup>. Cystersi lubiący natomiast mieli sprowadzać z nad morza 50 łasztów śledzia<sup>17</sup>. Jak cenne były ryby, w tym śledzie, świadczy m.in. zapis w kronice benedyktynek radomskich, które dzięki wygranej procesowi o zaległe prowizje miały otrzymać m.in. *stonych ryb wołyńskich beczkę oraz śledzi beczkę* (KBR, s. 351).

Falimirz pisał o śledziu, że *jest on lepszy, gdy łowiony jest od sierpnia do grudnia, gdy jest świeży wtedy jest bardzo smaczny, a w soli długo może być, dłużej niżli inne ryby. Jego oczy jako świeczki świecą w nocy* (Falimirz 1534, s. 573).

<sup>16</sup> Łaszt – miara pojemności materiałów sypkich (tu śledzi); np. łaszt gdański (do 1816) wynosił 3.283 litrów; łaszt pruski (do 1817 roku) wynosił 3.940 litrów; staropolski (do 1819) – 3.618 l; patrz m.in. Iwaszkiewicz 1991, s. 3-5.

<sup>17</sup> Patrz KDS 1956, t. 2, nr 149; Mackiewicz 1989; Rajman 2001, s. 188; Wólkiewicz 2011, s. 617-618.

Na podstawie zachowanych spisów i materiału archeoichtiologicznego łowiono ryby, które występowały w posiadanych przez klasztory akwenach. Na podstawie badań szczątków kostnych ichtiofauny znalezionych w obrębie klasztoru w Łeknie stwierdzono np. m.in.: jesiotry (3,4%), leszcze (5,0%), krapie (0,8%), jazie (0,8%), płocie/wzdregi (3,4%), liny (10,1%), ryby karpowate (37%), sumy (6,7%), szczupaki (23,5%), okonie (9,2%), ukleje (Makowiecki 2000, s. 124 i nn.). Z przebadanych łusek wydzielono dwie rodziny: karpowate (98,3%) i okoniowate (1,7%). Wśród szczątków kostnych największy odsetek należał do szczupaka. Podobnie przedstawiała się lista odławianych gatunków w Bierzwniku, Lubiniu, czy Strzelnie (Iwaskiewicz 1990; Makowiecki 2000; 2002; Wyrwa, Makowiecki 2009).

O klasztorze w Kołbaczu pewna legenda mówi zaś, że cystersi tamtejszego opactwa hodowali w jeziorze Miedwie sieję (Wyrwa 1999, s. 47).

Jakie było zapotrzebowanie na różne gatunki ryb wnosić możemy m.in. na podstawie rodzajów dostarczanych pod koniec XVI wieku na dwór króla Zygmunta III. Najczęściej na stole pojawiały się tam: szczupaki, karpie, leszcze, jazie, jelce, sielawy, okonie, liny, sandacze, miętusy, brzany, pstrągi i bolenie wiślane (Michalewicz 1965, s. 704). Były tam także importowane ryby morskie: śledzie, węgorze i łososie.

Dla klasztorów i innych ośrodków w strefach nadmorskich łowiono płastugi, dorsze, łososie, jesiotry, wspomniane śledzie i inne gatunki. Jesiotry niezależnie od stref nadmorskich mogły być łowione w Noteci, Warcie, Wiśle lub też dostarczane z ośrodków rybołówstwa jesiotrowego, np. z Gdańska.

Wszystkie gatunki ryb przechowywano w beczkach solone, wędzone, suszone bądź marynowane. Ryby żywe przywożono do klasztorów w beczkach, później trzymano je w tzw. wsadach (były to drewniane klatki), które ustawiano przy brzegach stawów lub sadzawek, czasem w rozlewiskach rzeki (Michalewicz 1965, s. 705).

## Sposoby przygotowywania potraw z ryb

Ryby spożywano pod różnymi postaciami: świeże, suszone (stokfisz<sup>18</sup>), wędzone, solone, czy marynowane (Szczygielski 1967a, s. 11; Rajman 2001, s. 196).

Wspomniany Stefan Falimirz pisząc o przydatności spożywczej ryb napisał m.in. *Ryby ku żywotności są lepsze, ktobre są sredniego wieku, ani stare, ani mlode, ktore nie są mięsa mięszszego, ani smierdzącego. Bo ktobra Riba ma ciało miększe, tba gdy stara jest, nie jest dobra. A jako stare są twarde, to gdy mlode są te warz, a gdy stare są: te piecz. Zasię które są miękkie w naturze swojej, te gdy stare są warz, te zasię ktore są mlode piecz. Jeszcze ktore są twarde, ty gdy są mlode: są dobre, gdy są stare są gorsze (...), ryby ktore z morza wychodzą w rzeki ciekące a mieszkają w nich tuż bywają lepsze: tako jest znać w łosiosiu (...)* (Falimirz 1534, s. 603).

Wszystkie posiłki klasztorne były przygotowane w kuchni klasztornej położonej najczęściej w skrzydle południowym klasztoru, naprzeciwko kościoła i spożywane w refektarzu. Niezależnie od głównej kuchni klasztornej w wielu klasztorach funkcjonowały inne, tzn. przy domu opata, domu gościnnym, przy szpitalu itp.

Nie wchodząc w pogłębione rozważania na temat wyżywienia zakonników, w tym cystersów, które obszernie omówiliśmy w innym miejscu (Wyrwa 2004; Wyrwa 2011) i będą one jeszcze przedmiotem dalszego opracowania, dla uzmysłwienia sobie wielkości zapotrzebowania na ryby w klasztorach spójrzmy m.in. na nowożytny rachunki, które pozwalają uzmysłwić, jak wiele ryb zjadano w klasztorach w okresie potrydenckim. Pokazują to m.in. wydatki dominikanek poznańskich z II poł. XVIII w., które na ten cel przeznaczały ok. 1500 zł rocznie,

<sup>18</sup> Stokfisz[e] (z języka niemieckiego *stockfisch*) – ryby suszone na wolnym powietrzu w niskiej temperaturze po uprzednim usunięciu głowy i wypatroszeniu, najczęściej z gatunku dorszowatych, ale też inne gatunki; jeden z przepisów zamieszczony w: <http://kucharz1935.republika.pl/ryby.html>, podaje przepis na: *Stokfisz kapucyński*. *Przy kupowaniu stokfiszu trzeba uważać na to, aby mięso było białe i jędrne, skóra czarna, ryba duża. Jeżeli się kupuje moczony stokfisz, trzeba go jeszcze w domu dzień w zimnej wodzie moczyć; suchy zaś trzeba moczyć 48 godzin w wodzie letniej, zaprawionej sodą, a potem 6 dni w czystej zimnej, zmieniając parę razy na dzień wodę. Biorąc stokfisz do gotowania, obmyć go czysto, oskrobać, zwinąć i związać; następnie włożyć w rądel, nalać zimną wodą i postawić na wolny ogień. Gdy się woda zacznie dobrze szumować, wyjąć go z wody, osączyć dobrze i obrać z ości i skórek, połupać na duże kawałki. Wymarować rądel masłem, ułożyć na spód warstwę stokfiszu, posolić, popieprzyć, rozłożyć na nim łyżkę stołową masła i posypać tartą bułką, następnie ułożyć warstwę pietruszki i cebuli, poprzednio w maśle uduszonej, znów warstwę stokfiszu przyrządzonego jak poprzednio, rozłożyć na nim łyżkę masła, posypać tartą bułką, przykryć szczelnie i dusić na wolnym ogniu, aż się stokfisz doskonale rozgrzeje, co potrwa około 20 minut, potem wyłożyć go na półmisek i oblać masłem, zrumienionem z bułką.*



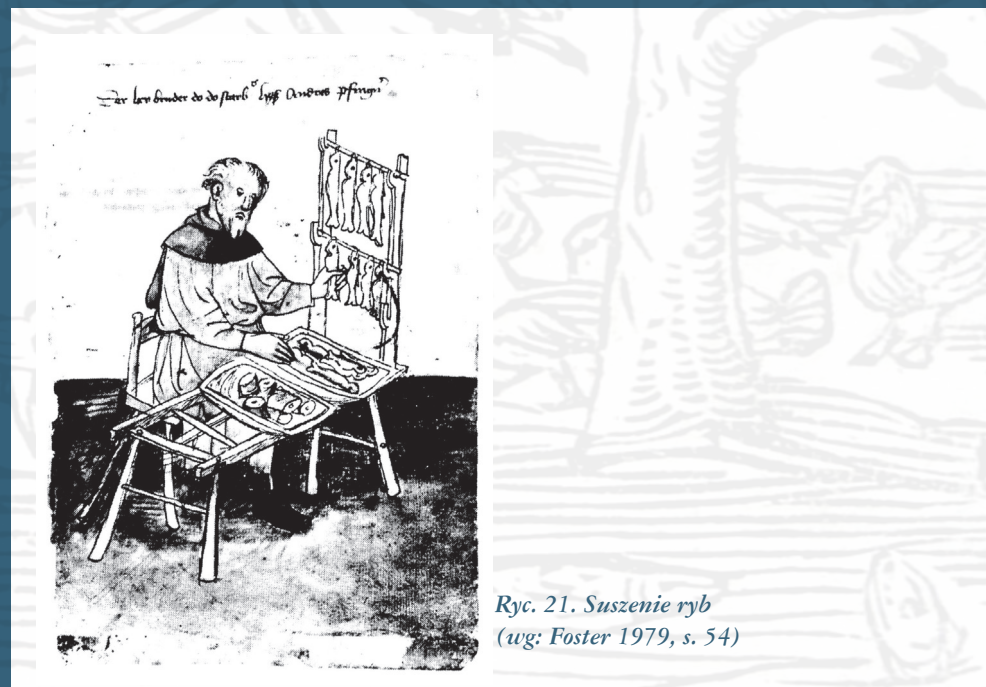
co przy ówczesnych cenach dawało 83 kg ryb na jedną zakonnice. Dla porównania, przeciętny mieszkaniec Poznania w tym samym czasie zjadał łącznie ok. 10 kg ryb (Więclawski 1989, s. 167-168). Zaopatrzenie w ryby nie zawsze jednak musiało być tak duże, zwłaszcza na początku interesującego nas okresu, skoro benedyktynki nawet w swojej regule uwzględniły możliwość braku tego produktu i w Deklaracjach zezwalały w poniedziałki, w drodze wyjątku jeść zamiast ryb mięso (Reguła Świętego Ojca Benedykta 1606, s. 69).

Szlachetne gatunki ryb, jeśli nie pochodziły z własnych połowów były bardzo drogie. Jak wynika z rachunków klasztornych w czasach potrydenckich ceny takich ryb wynosiły przykładowo: szczupak i lin po 2 zł sztuka (tyle samo, co całe cielę!), łosoś – 3 zł, karp wiślany – 1 zł. Przy takich cenach niewielu mogło sobie na nie pozwolić. U dominikanek poznańskich w 1786 roku wymieniane są w rachunkach ryby świeże 13 razy, stokfisz 25 razy, śledzie 13, a raki jeden raz (Więclawski 1989, s. 167-168 i 185 oraz nn.; Różalska 2003, s. 89). W kontekście cen za ryby i potrzeb konsumpcyjnych klasztorów bardzo znamienity jest zapis siostry Eufrozyny Wiszowatej (1732-1759), przełożonej bernardynek w Krakowie, która kilka lat przed śmiercią napisała własny nekrolog, wpisując weń swoje zasługi pod względem zmian wyżywienia w konwencie: *Na czwartym przełożeniu moim wnieśliam w każdy wtorek i w każdy czwartek pieczenie wołowe na obiad i w adwent codziennie po cztery porcje i w wielki post we wtorki i czwartki ryby słone na wieczerzę, albo świeże ryby... bo przedtym kaszę tanio dawano* (Gustaw 1948, s. 61).

Tak kosztowne ryby nie pojawiały się zatem zbyt często w jadłospisie zakonnicy, chyba, że otrzymały je jako jałmużnę i wtedy, aby upamiętnić tak niecodzienny posiłek odnotowywały go w kronikach. Karmelitanki z Lublina w czasie ucieczki przed Szwedami, kiedy zatrzymały się w Podgrodziu na Spiszu, otrzymały w jałmużnie wielkiego szczupaka, którego dosyć było i dla siostr i dla ojców (Życiorys W. Matki Barbary, s. 15-16). Ów szczupak rzeczywiście musiał być spory skoro starczyło go dla 38 osób, stanowiących ową uciekającą przed najeźdźcą grupę. Takie przypadki chętnie przypisywano Opatrzności Bożej i notowano je skwapliwie w kronice jako dowód na przychylność boską dla zgromadzenia. Właśnie karmelitanki z powodu zakazu jedzenia mięsa w regule konsumowały najczęściej ryb, przez co stały się one podstawą posiłków zgromadzenia przez cały rok (Gil 1997, s. 83). Kolejnym przykładem może być inna sytuacja z czasu potopu szwedzkiego, kiedy karmelitanki warszawskie przebywając w Niepołomicach dostały w jałmużnie ryby, ale niestety, za mało by starczyło dla wszystkich. W tym samym dniu jednak *przed obiadem konie prowadził*



Ryc. 20. Pieczenie (grillowanie) i konsumpcja ryb  
(wg: Foster 1979, okładka i wkładka kolorowa 3.5)



Ryc. 21. Suszenie ryb  
(wg: Foster 1979, s. 54)



Ryc. 22. Wędzenie ryb  
w kłodach drewnianych.  
Pokaz na festynie archeologicznej  
„Na Zbylutowym grodzie”,  
fot. W. Wyrwa

woźnica do stawu napawać, szczupak jeden przyplynał (...) woźnica (...) ściągnowszy rękę zaraz uchwycił (KKW I, s. 79). Nie pisze kronikarka jak duży był to szczupak, można jednak przypuszczać, że na tyle spory, by zapewnić uzupełnienie obiadu dla całego konwentu.

## Potrawy

Według Apologii św. Bernarda na stołach benedyktynów w Cluny miały być podawane *w miejsce mięs, których unika[li benedyktyni], w podwójnej ilości ogromne cielska ryb* (Polemika kluniacko-cysterska 2010, s. 132). Choć współcześni i nieco późniejsi komentatorzy wypowiedzi św. Bernarda twierdzą, że przesadził on w swojej ocenie (Polemika kluniacko-cysterska 2010, passim), to jego słowa jasno wskazują, że ryby przyrządzano w rozmaity sposób, a niekiedy w bardzo wykwintnej postaci.

W latach trzydziestych XVI wieku Falimirz zalecał przyprawianie ryb w zależności od ich jakości i „starości”, pisząc m.in. *pożywienie ryb ma być, [takie jak] rozliczne [są] ryby, [tak] rozlicznie jich pożywać: które są twarde, to przyprawiać z korzeniem, to jest z pieprzem, z imbirem, z muszkatem* (Falimirz 1534, s. 604). Do innych trzeba używać cebuli garść, bo wtedy są lepsze. Do ryb *miększych i twardych*, a zwłaszcza do ryb białych, by polepszyć ich smak, dać należy czosnek. Czosnek należy obrać i włożyć do wody wrzącej, aż *gorzkości z siebie wypuści (...), i przysypać koprem i kminem*. Ryby miękkie zaś proponował *lepiej piec, smażyć na oliwie, w oleju, albo też w maśle, a pierwszej posypywać mąką pszenną*. Innego smaku nadawało przygotowywanym rybom dodawanie oprócz czosnku, kminu, anyżu, kopru, szafranu, które należało rozpuścić w occie i podgotować (*przywarzyć*), a potem tym wywarem można było polać ryby lub *na przystawkę nalać* (Falimirz 1534, s. 604 i 605).

W kronikach klasztornych nie zamieszczono niestety żadnych przepisów kucharskich. Jak wynika z obecnych ustaleń, we wczesnym średniowieczu żywienie rybne w klasztorach było przygotowywane w dosyć prosty sposób.

Podczas badań klasztoru w Łeknie stwierdzono duże ilości poławianych małych rybek. Na tej podstawie wnosić można o konsumpcji zupy rybnej (łac. *liquamen*), którą sporządzano z roztartych rybek. Potwierdzają to dodatkowo m.in. znalezione w kuchni klasztornej tego opactwa makroszczątki przypalonej zupy rybnej, przygotowanej właśnie z małych ryb. Rybki takie bowiem bardzo dobrze

nadawały się do przygotowania wspomnianej zupy albowiem tkanka mięsna szybko się rozgotowywała, a kościec osadzał na dnie, po precedzeniu bez niepożądanych ości zupa była gotowa do konsumpcji (Wyrwa 2004; Wyrwa, Makowiecki 2009).

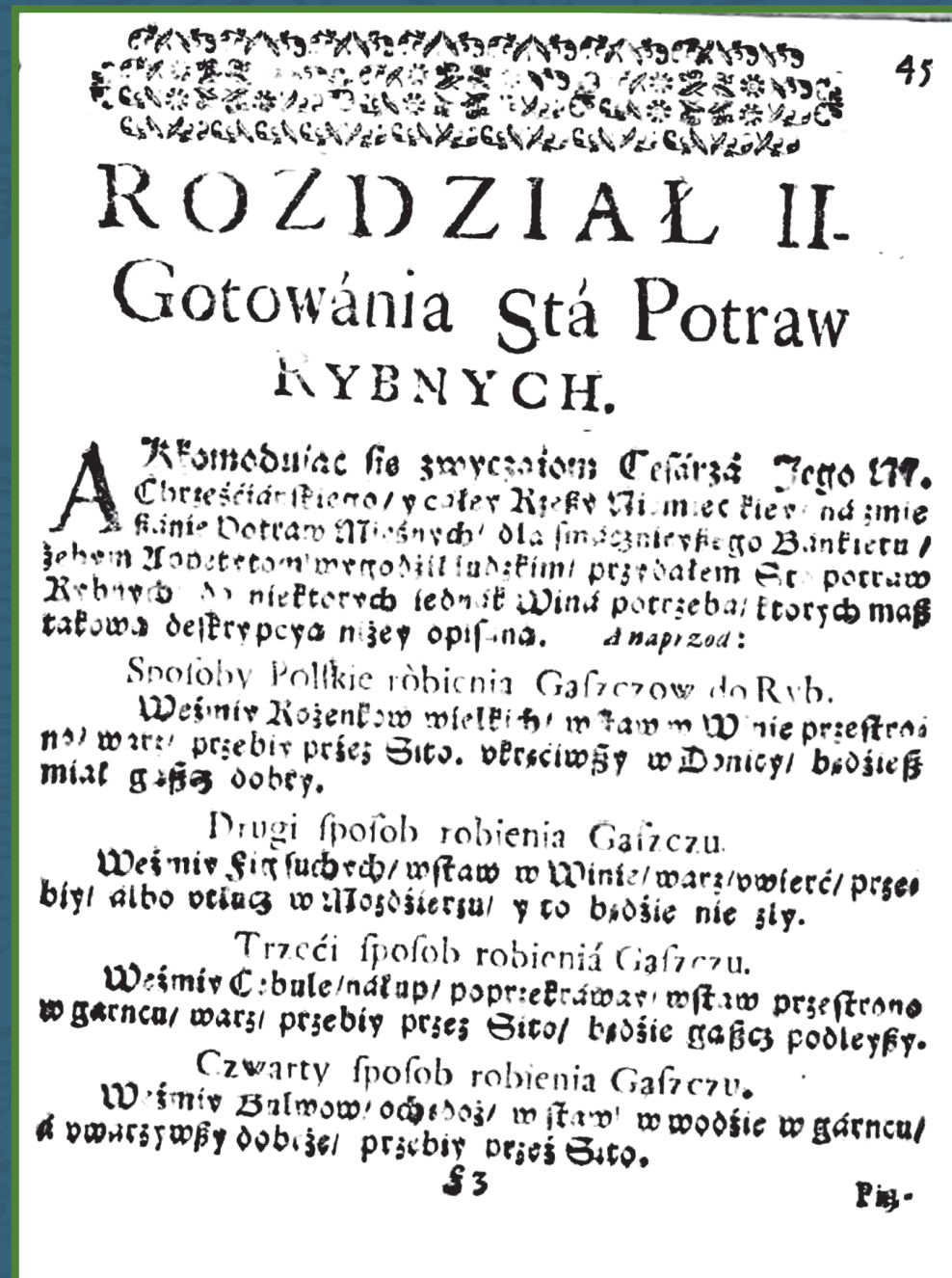
Z ryb sporządzano też rodzaj gęstego sosu-purée, zwanego w źródłach *garum*, wykonywanego z roztartych solonych rybek, w tym śledzi (Dembińska 1987, s. 63).

Pełniejszych informacji odnośnie przepisów potraw przyrządzanych z ryb dostarczają dopiero źródła nowożytne. Doskonałych informacji umożliwiających poznanie sposobów przygotowywania potraw rybnych w XVII wieku (m.in. przez zamożną szlachtę i mieszczaństwo) dostarcza dzieło, uważane za pierwszą polską książkę kucharską, wydane w 1682 roku przez kuchmistrza Aleksandra Michała Lubomirskiego, autorstwa Stanisława Czernieckiego (Czerniecki 2009; patrz Dembińska 1989, s. 191-199; Kolender 1983, s. 120-121; Przetocki 2005).

Wśród potraw z ryb pojawiających się na XVII i XVIII-wiecznym stole można wymienić: śledzie z kapustą, śledzie z oliwą, ryby z cebulą i pietruszką, ryby z oliwą, ryby z faryną i rodzynkami, ryby z octem. Podawano też ryby pieczone, ryby żółte (z szafranem), gotowane, „ryby białe”, „ryby szare”, ryby po węgiersku, ryby smażone, ryby z kapustą, ryby słone, ryby słone z chrzanem, szczupaki „na żółto”, szczupaki po węgiersku lub z masłem, karpie gotowane, karpie z oliwkami, „karpie czarne”, karpie do rosółu, stokfisze, liny, karaski smażone, okonie „na żółto” i „białe”, minogi, ryby z kapustą oraz śledzie, które podawano jako zaprawiane, nadziewane, surowe itp.<sup>19</sup> U Czernieckiego w rozdziale II pojawia się aż 100 potraw z ryb, pośród innych podaje on następujące przepisy:

*IV. Szczuka żółto w swojej iusze. Weźmij szczuka, oczesz, zryśnij i przywarz, nakraj pietruszki w kostkę, i wzdłuż, zastaw zasoliwszy, a gdy odwarzysz odlej w garnek polewkę w której wrzala, wlej gąszczu, który rozpuść tym smakiem co cebula warzyła, daj szafranu, pieprzu, imbiru, (...) limoniej, jeżeli chcesz, przywarz, a jeżeli trzeba przysolić, wlej tej polewki w której rybę odwarzałeś. Takim sposobem wszystkie ryby odwarzaj, oprócz węgorza (Czerniecki 1682, s. 47).*

<sup>19</sup> Na temat przyrządzania potraw „na białe”, „szare”, „żółte”, patrz przepisy [w]: Czerniecki 2009; oryginał też patrz: Czerniecki 1682 – Wielkopolska Biblioteka Cyfrowa; o przyprawach Martyniak-Przybyszewska 2001; patrz też Rajman 2010, s. 409; Gąsiorowska 2010, s. 398 i nn.; Gil 1997, s. 83; Więclawski 1989, s. 91; Borkowska 1996, s. 143 i inne opracowania.



Ryc. 23. Stanisław Czerniecki, „Compendium ferculorum” 1682, s. 45  
(za: Czerniecki 1682 – Wielkopolska Biblioteka Cyfrowa)

## A L F A B E T Y C Z N Y.

Pignowy Tort, z Pistáci Tort,	támje.	z Sárdelami, z Figámá.	támje.
Pieczona Kása,	84.	z Sárdelami (ámemi,	támje.
Pirozki smázone z Konfektém Rozáum,	86.	Ryby z Tertusólami,	támje.
Pirozki z konfektém Bronym,	87.	Ryby z Pieczarkámi	54.
Paski z Ciástá ná post.	támje.	z Gzyhami twięzemi,	támje.
Piána.	90.	Ryby Tretowane,	57.
<b>R.</b>			
<b>Mięsne Potrawy</b>			
Resolow Besnackie rozny.h.	12.	z Grybowá Polewka,	58.
Resol Polski.	13.	z Lábkami tretowanemi.	támje.
Resol Węgierski.	16.	z Gruszkámi tretowanemi.	támje.
Rosenkow kładzenie do Potraw,	15.	z Selstrami z Kápušta Włoská:	támje.
Ráki z Sárdelami,	23.	z Kaulosiorami,	59.
Ráki z Botwinia,	24.	z Karczochámi, z Bulwámi,	támje.
Rákony Bigosk z Spikiem,	25.	z Kaulorepá, z Popie: Lajkámi.	támje.
Ryz z potrawa,	27.	Ryby z Szparágami.	támje.
Rybn: Potrawy,		z Kwáina Kápušta.	támje.
Ryb roznych Memoryat,	5.	Ryby ná zimno.	60.
Ryby siáro po Krolewsku,	47.	ná zimno z pietruszka ábo koprem,	támje.
Ryby siáro w Iny Lufo	48.	ná zimno z Salata,	támje.
Siáro w Maczkowey Inse,	támje.	Ryby z Chrzanem,	támje.
Zolto po Węgiersku,	49.	Ryby stone z Miodownikiem,	62.
Sadzzone albo po Czesku,	támje.	Ryby mácerowane piezzone.	63.
Ryby czarno, Ryby z mastem,	támje.	Ryby mácerowane warzone,	64.
z Mastem po Holendersku,	támje.	Ryby smázone z Sárdelami, z Salata,	65.
z Grybami suchymi.	50.	Ryby smázone z Chrzanem,	támje.
Bialo z Migdalami,	támje.	Ryby smázone z Cebulá,	66.
Bialo stadko beż Migdalow,	támje.	Ryby Potá.	54.
Ryby z limonia, Ryby z Kástanámi,	51.	Ryby Bigosk.	56, 65.
z Figami suchemi z Dachtelami,	támje.	<b>Mleczne Potrawy.</b>	
z Bronellami, z Kapárami,	támje.	Ryby Paszet ná zimno.	58.
z Pinellami, z Pistáciami,	támje.	Rákuskie Caste,	79.
Ryby z Salata Ryby z Szczawiem.	51.	Rosiatz.	85.
Ryby z Agrestem,	támje.	Rosenkowe Ciásto ná post.	86.
z Rákami, z Botwinia,	támje.	<b>S.</b>	
z Rákami, z Agrestem.	támje.	Spizanie Memoryat.	31.
z Rákami Tretowanemi	támje.	<b>Mięsne Potrawy:</b>	
z Rákowym Bigoskiem,	53.	Sárdelie z Káptonem, Sárdelie z Osorem,	18.
Ryby z sárdelami, z Rákami.	támje.	Sztusado niezabielány, z abielány,	20.
		Slimaki z Potrawa.	22.
		Surapscki spikowane z Potrawa,	támje.
		Spik	

Ryc. 24. Stanisław Czerniecki, „Compendium ferculorum” 1682, s. 103 – alfabetyczny regest z potrawami rybnymi (za: Czerniecki 1682 – Wielkopolska Biblioteka Cyfrowa)

X. *Ryby sadzone, albo po czesku.* Zrysuj rybę jaką masz albo chcesz z luszcza, włóż w kociel, cebule niemato w talarki nakraj i pietruszki w kostkę i wzdłuż, wlej piwa (...) a warz, a gdy się ryba wysadzać będzie, wlej octu dobrego, oliwy albo masła, pieprzu, imbiru, kminu, jeżeli chcesz i kwiata (muszkatołowego), przywarz dobrze, wysadz i daj na stół (Czerniecki 1682, s. 49).

XI. *Ryba czarno.* Weźmy karpia oczesz (...), wstaw w wodzie, zasol, warz, a odwarzewszy zley wodę, wlej powrót przebitych przez sito, rozpuszczonych octem, przydaj soku wiśniowego, słodkości, pieprzu, imbiru, goździkow, przywarz, a daj na stół (Czerniecki 1682, s. 49).

XLV. *Karp z Juszyca.* Wypuść z kilku karpia żywych na ocet winny juszyce, albo krew, oczesane karpia we dzwon porąb: cebule i pietruszki drobno pokrajaj w masle lub oliwie usmaż a przebij prze sito, włóż karpia w rynkę ociąganego trochę w oliwie lub masle, wlej te cebule, juszyce, wina, cukru, pieprzy, goździkow, cynamonu, przywarz, a daj soli nie przypominając (Czerniecki 1682, s. 56).

LI. *Ryby tretowane.* Oczesaną rybę pokraj we dzwona, potrząsaj mąką a smaż w czym chcesz, usmazysz w kociel albo rynkę, wlej wina, octu, chleba trochę tartego, limonia, oliwy, słodkości, rożenkow, których chcesz, pieprzu, imbiru i jeżeli chcesz szafranu, przywarz a daj na stół (Czerniecki 1682, s. 57).

Poszczególne przepisy w klasztorach były bezpośrednią wykładnią tradycji przygotowywania potraw w danym regionie. Wynikały z tradycji i doświadczenia kucharzy danego miejsca. Tak jak wspomniano, miały charakter regionalny. Można więc założyć, że niektóre z przepisów podanych przez Czernieckiego były w okresie staropolskim stosowane również w kuchniach klasztornych.

O charakterystycznych regionalnych dodatkach do ryb i ich przygotowywaniu mówią m.in. krótkie informacje, które przekazał mnich benedyktyński Ekkehard IV, pisząc o potrawach spożywanych w XI w. w opactwie Sankt Gallen (szerzej: Ekkehard IV z Sankt Gallen 2010). Do ryby stosowano tam np. różnego rodzaju sosy, które składały się z winogron, szałwi, czosnku, pieprzu, oleju i soli (Foster 1979, s. 55). Bardzo smaczne miały tam być potrawy z łososia, którego przygotowywano przez podsmażanie z dodatkiem soli i octu, a następnie polewano odrobiną cierpkiego soku (Foster 1979, s. 56).

Na podstawie współczesnych badań specjalistów zajmujących się żywieniem, jednoznacznie stwierdzić należy, że „ryby i ich przetwory są źródłem

dobrze przyswajalnego białka o wysokiej wartości odżywczej. Zawartość białka w rybach, podobnie jak w mięsie zwierząt rzeźnych, kształtuje się na poziomie 16-20%, natomiast nieco niższa jest w niektórych skorupiakach i mięczakach. Ze względu na udział tłuszczu ryby można podzielić na: ryby chude (flądra, dorsz, większość ryb słodkowodnych), w których zawartość tłuszczu nie przekracza 5%, a także ryby tłuste (np. węgorz, losoś, śledź, makreła, tuńczyk) o zawartości tłuszczu od 9-20%. Wartość energetyczna ryb chudych jest niska i wynosi 60-115 kJ/100 g (251-482 kJ/100 g), wyraźnie wyższa jest natomiast w przypadku ryb tłustych oraz wędzonych, solonych i marynowanych i w zalewach olejowych (do 400 kJ/100 g; 1676 kJ/100 g). Mięso ryb, w porównaniu z mięsem zwierząt rzeźnych, charakteryzuje większa zawartość fosforu, potasu i magnezu, a w przypadku ryb drobnościstych (śledź) i marynat również większy udział wapnia. Ryby morskie dodatkowo są naturalnym źródłem jodu w pożywieniu, dostarczają też więcej sodu w porównaniu z rybami słodkowodnymi. Wszystkie ryby i skorupiaki są też źródłem witamin z grupy B, a niektóre, jak np. śledź, sardynki, losoś czy makreła, także znaczących ilości witamin A i D” (Żywność człowieka 2008, s. 317). Choć zapewne ani dawni kucharze, ani zwykli, w tym klasztorni zjadacze ryb, nie znali dobroci płynącej ze spożywania tego rodzaju pokarmu, i choć wspomniany św. Hieronim uważał ryby za nieco gorsze pożywienie, to spożywając je, m.in. dzięki postom i charakterowi diety klasztornej, posiłki przyrządzane z ryb były bardzo zdrowe.

Niezależnie od konsumpcyjnego znaczenia ryb, właściwości niektórych z nich wykorzystywano również w lecznictwie. I tak np. jak podaje Falimirz *sadło każdej ryby morskiej, rzecznej, stawowej i z skądkolwiek będzie, gdy rozpuści [się] je olejem, przyczyniwszy czystego miodu, czyści oczy od zaćmienia, od mgły, a tego puszczać na oczy [i] w znak leżeć*, tak samo działa tłuszcz węgorza – *sadło węgorza należy wpuszczać w oczy, gdy kto chore oczy ma: rozpuściwszy na słońcu albo u ognia lekkiego* (Falimirz 1534, s. 572), *druga sprawa i pożytek sadła rybiego [jak pisze] jest ten, gdy kto krwią pluje; weźmi sadła rybne, rozpuść z octem dobrem, daj pić choremu a przestanie* (Falimirz 1534, s. 603). Jeśli chciano ugasić pragnienie ów XVI-wieczny lekarz proponował, aby wypić wino, w którym był marynowany węgorz (Falimirz 1534, s. 572). Śledzia natomiast polecał przy leczeniu świerzbu, pisząc *gdy kto ma świerzb na piersiach, tedy trzeba [śledzia] rozciąć w podłuż i przyłożyć na świerzb, a przeminie* (Falimirz 1534, s. 573). Natomiast, gdy kogo ugryzie pies albo smok morski *takiegoż [należy] obłożyć tym śledziem i wtedy nie dopuszcza zajađu* (Falimirz 1534, s. 573).

Od starożytności, niezależnie od cennej bobrzej skóry i wspomnianego wcześniej ogona, ludzie byli przekonani też o wielkim leczniczym znaczeniu bobra (*Castor fiber*). Szczególnie zastosowanie w lecznictwie, według starożytnych, średniowiecznych, a nawet nowożytnych lekarzy, stanowiły jądra bobra. We wszystkich omówieniach zwierząt z tych czasów odnośnie bora podaje się zbliżone opisy na ten temat: *gdy bobra wysledzi myśliwy, to podąży jego tropem. Bóbr zaś, kiedy obejrzawszy się za siebie, zauważy idącego za nim myśliwego, natychmiast odgryza sobie jądra, porzuca przed myśliwym i ucieka* (patrz ryc. 25). *Myśliwy przychodząc zbiera je i dalej go już nie ściga, lecz zavraca. Jeśli zaś znowu zdarzy się, że tropiąc znajdzie go i ściga inny myśliwy, wtedy bóbr, widząc, że nie może uciec, kładzie się i ukazuje swą męskość myśliwemu* (wg *Fsiologo latino – verso BLs – VIII wiek*; za Kobielus 2005, s. 53), a wg Falimirza – *... na zadnie nogi naprzeciwko temu [myśliwemu] podnosi [się] ukazując iż stroiów nie ma dla których go najwięcej łowią* (Falimirz 1534, s. 528). Tak opisywane „zachowanie” bobra znalazło też odzwierciedlenie w różnych interpretacjach teologicznych (patrz Kobielus 2005, s. 53-54).



Ryc. 25. Myśliwy polujący na bobra, który ucieka po odgryzieniu sobie jąder (jądra pod grotem strzały myśliwego) – VIII wiek (wg „Fsiologo latino, verso BLs”, za: Kobielus 2005, s. 178, ryc. 8)

Jądra bobra stosowano przy różnych chorobach, *przeciw wszelkiej niemocy i innym niemocom głównym* (Falimirz 1534, s. 528), w problemach z menstruacją, w hysterii, osłabieniu potencji, paraliżu, na ukąszenia *małych chrabąszczów jadłowitych* itp. (Falimirz 1534, s. 528-529; Witkowski, Żerelik 2001, s. 175-176 i przyp. 50). Po zdobyciu ich, jak pisał Falimirz należało *ususzyć [je] w cieniu*, a następnie proszek z nich *pić z sokiem rucianym, albo w winie uwarzone, czy też z octem* (Falimirz 1534, s. 528-529).

## Podsumowanie

Zasygnalizowane w niniejszym krótkim opracowaniu, niezależnie od wszystkich dotychczasowych rozważań związanych z gospodarką rybną i innymi tego typu zagadnieniami, wybrane kwestie odnoszące się do stosowania ryb w diecie naszych przodków ciągle wymagają pogłębionych analiz różnych specjalistów (historyków, archeologów, archeoichtiologów itp.). Przyjmując jednak pewną ciągłość tradycji, a także coraz dynamiczniejsze badania tego problemu, można choć ciągle jeszcze wyrywkowo, ukazać obraz rybnej diety zakonników i zakonnic od średniowiecza do czasów nowożytnych. Oprócz tego kusi, aby współcześnie praktycznie sprawdzić fragmentarycznie zachowane przepisy, wg których dawniej sporządzano potrawy rybne. Miejmy nadzieję, że dalsze badania przyniosą uzupełnienie niniejszych rozważań.

## Bibliografia

- Adamczewski M.**  
2000 Heraldyka miast wielkopolskich do końca XVIII wieku, Warszawa.  
**APP – Archiwum Państwowe w Poznaniu**  
sygn. Spuścizny osób i rodzin – Hockenbeck, teczka 3, s. 181-182.
- Bartlett R.**  
2002 Panorama średniowiecza, Warszawa.
- Bestiari medievali**  
1996 Bestiari medievali, Ed. L. Morini, Torino, s. 10-95 (tu: Fisiologo latino: verso Bls).
- Borkowska M.**  
1996 Życie codzienne polskich klasztorów żeńskich w XVII-XVIII wieku, Warszawa.  
2010 Zakony żeńskie w Polsce w epoce nowożytnej, Lublin.
- Brinkhuizen, D.C.**  
1989 Ichthyo-archeologisch onderzoek: methoden en toepassing aan de hand van romeins vismateriaal uit velsen (Nederland), Groningen.
- Burdukiewicz J.M.**  
bd. Odkrycia Archeologiczne na Śląsku. Trzebnica – tajemnice Winnej Góry, Wrocław [folder].  
2003 Technokompleks mikrolityczny w paleolicie dolnym środkowej Europy, Wrocław.
- Bystron J.S.**  
1960 Dzieje obyczajów w dawnej Polsce. Wiek XVI-XVIII, t. 2, Warszawa.
- Casteel, R.W.**  
1976 Fish remains in archaeology and paleo-environmental studies, London, New York, San Francisco.
- Cios S.**  
2007 Ryby w życiu Polaków od X do XIX w., Olsztyn.
- Cooper J.C.**  
1998 Zwierzęta symboliczne i mityczne, Poznań.
- Czerniecki Stanisław**  
2009 Compendium ferculorum, czyli zebranie potraw, wyd. i opr. J. Dumanowski, M. Spychaj z przedmową Stanisława Lubomirskiego, „Monumenta Poloniae Culinaria”, t. I, Warszawa; oryginał patrz m.in.: Wielkopolska Biblioteka Cyfrowa.
- Dembińska M.**  
1963 Konsumpcja żywnościowa w Polsce średniowiecznej, Warszawa-Kraków.  
1979 Dienne racje żywnościowe w Europie w IX-XVI wieku, Studia i materiały z historii kultury materialnej, Wrocław, t. LII, s. 7-114.  
1985 Pożywienie postne i pokutne mnichów we wczesnym średniowieczu (V-XI w.), Kwartalnik Historii Kultury Materialnej 33 (1985), nr 4, s. 367-381.  
1987 Wyżywienie mnichów wg reguły benedyktyńskiej we wczesnym średniowieczu (VI-XI w.), Studia i materiały do dziejów Wielkopolski i Pomorza, 16 (1987), z. 2, s. 57-78.  
1989 Zmiany w polskiej kuchni od średniowiecza do końca XVII wieku na tle europejskim, [w:] Szkice z dziejów materialnego bytowania społeczeństwa polskiego, Wrocław, s. 191-199.
- Die Malerei**  
1938 Die Malerei der Gotik und Frührenaissance, t. 2, Hamburg–Bahrenfeld.
- Derwich M., Cetwiński M.**  
1987 Herby, legendy, dawne mity, Wrocław.
- Dunin-Wąsowicz T.**  
1995 Człowiek i woda w średniowiecznej Europie. Stan i perspektywy badań, w: Ekologia człowieka. Historia i współczesność, red. B. Kuźnicka, Warszawa, s. 47-74.
- Ekkehard IV z Sankt Gallen**  
2010 Przypadki klasztoru świętego Galla, wstęp i tłumaczenie Michał Tomaszek, Kraków.  
1534 Falimirz Stefan O ziołach i o mocy jich. O paleniu wódek z ziół. O olejkach przyprawianiu. O rzeczach zamorskich. O zwierzętach, o ptaczach i o rybach. O kamieniu drogim. O urynie, o pulsie i o innych znamionach.

- O rodzeniu dzieciak. O nauce gwiazdecznej. O stawianiu baniek i o puszczaniu krwi. O rządzeniu czasu powietrza morowego. O lekarstwach doświadczonych na wiele niemocy. O nauce barwierskiej, Kraków [oryginał przechowywany m.in. [w:] Biblioteka Główna UAM, sygn. MOs810; patrz strona internetowa: <http://www.dbc.wroc.pl/dlibra/docmetadata?id=2228>; i inne].
- Feuillet M.**  
2006 Leksykon symboli chrześcijańskich, Poznań.
- Foster N.**  
1979 Schlemmen hinter Klostermauern. Die unbekanntnen Quellen europäischer Kochkunst mit 111 Rezepten aus der Klosterküche, Hamburg.
- Gaud H., Leroux-Dhuys J.-F., Übers U.**  
1998 Die Zisterzienser Geschichte und Architektur, Köln.
- Gauda A.**  
1992 Tradycyjne rybolówstwo na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim, Lublin.
- Gąsiorowska P.**  
2003 Życie codzienne klarysek krakowskich od XIII do końca XVIII wieku, Kraków.  
2010 Kuchnia i infirmeria w klasztorze Klarysek krakowskich do końca XVIII, [w:] Sanctimoniales. Zakony żeńskie w Polsce i Europie Środkowej (do przełomu XVIII i XIX wieku), red. A. Radziwiński, D. Karzewski, Z. Zyglewski, Bydgoszcz-Toruń 2010, s. 394-406.
- Gil Cz.**  
1997 Życie codzienne karmelitanek bosych w Polsce XVII-XIX wieku, Kraków.
- Goryczko K.**  
1993 Szczupakowate. Szczupak. [w:] Rybactwo śródlądowe, red. J.A. Szczerbowski, Olsztyn, s. 253-258.
- Gottschalk D.A.**  
1948 Histoire de l'Alimentation et de la Gastronomie, Paris, t. 1 – tu obszerny wybór źródeł.
- Grudniewski C.**  
1991 O rybach dla wędkarzy. Wydanie III. Warszawa.
- Gustaw R.**  
1948 Klasztor i kościół św. Józefa ss. Bernardynek w Krakowie 1646-1946, Kraków.
- Guzikowski K.**  
2011 Procesy kolonizacyjne w posiadłościach cystersów z Kolbacza w XII-XIV w. Przestrzeń i ludzie, Szczecin.
- Haslinger I.**  
2002 Geheimnisse aus der Klosterküche, Klosterneuburg.
- Hohenbourg von H.**  
1979 Hortus Deliciarum. Reconstruction, Ed. R. Green, t. 2. London.
- Hirscher P.**  
2006 Leczymy się i gotujemy ze św. Hildegardą. Receptury i recepty ze średniowiecznego klasztoru, Warszawa.
- Holzherr G.**  
1988 Regula benedyktyńska w życiu chrześcijańskim. Komentarz do reguły św. Benedykta, Tyniec.
- Iwaskiewicz M.**  
1990 Szczątki kostne ryb z wykopalisk opactwa benedyktyńców w Lubiniu, Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu, t. 221, Archeozoologia, t. 15, Poznań, s. 3-7.  
1991 Szczątki ryb zamku krzyżackiego w Małej Nieszawce (woj. toruńskie), Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu, t. 227, Archeozoologia, t. 16, Poznań, s. 3-5.
- Iwaskiewicz M., Mastyński J., Andrzejewski W.**  
2007 Rybolówstwo i rybactwo w Wielkopolsce od początku średniowiecza do 1939 roku, Szreniawa.
- Jagiello W.**  
2008 Rybolówstwo Borów Tucholskich. Rys etnograficzny, red. i wprowadzenie A. Trapszyc, Toruń.
- Kabaciński J., Sobkowiak-Tabaka I.**  
2009 Big Game versus Small Game Hunting – Subsistence Strategies of the Hamburgian Culture, [w:] Humans, Environment and Chronology of the Late Glacial of the North European Plain, ed. M. Street, N. Barton, T. Terberger, RGZM – TAGUNGEN, Band 6, Mainz, s. 76–75.
- KBR – Kronika benedyktynek radomskich**  
1984 Kronika benedyktynek radomskich, [w:] Historiografia zakonna a wzorce świętości w XVII w., red. K. Górski, M. Borkowska, Warszawa.
- KDW – Kodeks Dyplomatyczny Wielkopolski**  
1877-1999 Kodeks Dyplomatyczny Wielkopolski, Poznań (i Warszawa – Poznań), t. I-XI.
- KDŚ – Kodeks Dyplomatyczny Śląska**  
1956 Kodeks Dyplomatyczny Śląska, wyd. K. Maleczyński, Wrocław, t. 2.
- KKW I**  
1900-1904 Początek fundacji klasztoru warszawskiego karmelitanek bosych pod tytułem Ducha Świętego i Świętej Matki Naszej Teresy założonego, [w:] Klasztory karmelitanek bosych w Polsce, na Litwie i Rusi, wydał R. Kalinowski, t. 1-4, Kraków.
- Kłodnicki Z.**  
1992 Tradycyjne rybolówstwo śródlądowe w Polsce, Wrocław.
- Kobieliński S.**  
2002 Bestiarium chrześcijańskie. Zwierzęta w symbolice i interpretacji. Starożytność i średniowiecze, Warszawa.  
2005 Fizjologi i Aviarium. Średniowieczne traktaty o symbolice zwierząt, Kraków.
- Kolender A.**  
1983 Napoje fermentacyjne w Prusach Królewskich w XVI-XVII wieku, Wrocław.
- Konieczka-Śliwińska D.**  
2004 Benedyktyni mogileńscy. Zarys dziejów, życie codzienne, duchowość i kultura, Poznań.
- Kopaliński W.**  
1990 Słownik symboli, Warszawa.
- Kowalski J.**  
2004 Receptury z klasztornej kuchni, Poznań.
- Kozłowski J.K.**  
2004 Wielka historia świata, t. 1 – Świat przed „rewolucją neolityczną”, Kraków (o stanowisku w Trzebnicy i Rusku, s. 246-249).
- Krüger A.**  
1993 Sumowate. Sum, [w:] Rybactwo śródlądowe, red. J.A. Szczerbowski, Olsztyn, s. 322-324.
- Kuchowicz Z.**  
1966 Wpływ odżywienia na stan zdrowotny społeczeństwa polskiego w XVIII wieku, Łódź.  
1975 Obyczaje staropolskie XVII-XVIII wieku, Łódź.
- Kulikowski A.**  
1990 Heraldyka szlachecka, Warszawa.
- Kwiatek J. Lijewski T.**  
1998 Leksykon miast polskich, Warszawa.
- Latini Brunetto**  
1992 Skarbiec wiedzy, przekład i oprac. M. Frankowska-Terlecka, T. Giermak-Zielińska, Warszawa.
- Lekai L.J.**  
1977 The Cistercians. Ideals and Reality, Kentucky-Ohio.
- Leksykon symboli**  
1992 Leksykon symboli, Warszawa [wyd. Herder].
- Lemnis M., Vitry H.**  
1979 W staropolskiej kuchni i przy polskim stole, Warszawa.
- Lichtenfeld H.**  
1913 Die Geschichte der Ernährung, Berlin.
- Lis H., Lis P.**  
2009 Kuchnia Słowian. O żywności, potrawach i nie tylko..., Kraków.
- Lurker M.**  
1989 Słownik obrazów i symboli biblijnych, Poznań.
- Łęga W.**  
1949 Obraz gospodarczy Pomorza Gdańskiego w XII i XIII wieku, Poznań.

- Mackiewicz J.**  
1989 Rybołówstwo w społeczeństwie protopolskim i wczesnopolskim (ok. 500/530 – 1300, Poznań (maszynopis pracy doktorskiej)).
- Makowiecki D.**  
1997 Gospodarka zwierzętami i konsumpcja mięsa we wczesnośredniowiecznym Łeknie w świetle badań archeozoologicznych. Opracowanie w maszynopisie. Archiwum Ekspedycji Archeologicznej w Łeknie, IH UAM w Poznaniu, Poznań.  
1999 Rybołówstwo i konsumpcja ryb w średniowiecznym Kołobrzegu, [w:] Salsa Cholbergensis. Kołobrzeg w średniowieczu, red. L. Leciejewicz, M. Rębkowski, Kołobrzeg s. 223-231.  
2000 Źródła archeoichtiologiczne do poznania konsumpcji ryb i rybołówstwa w średniowiecznym mikroregionie leknieńskim, [w:] Studia i materiały do dziejów Pałuk, red. A.M. Wyrwa, t. 3: Środowisko naturalne i osadnictwo w leknieńskim kompleksie osadniczym, Poznań, s. 123-135.  
2002 Badania archeozoologiczne pozostałości kostnych z obiektu gospodarczego klasztoru w Bierzwniku, Zeszyty Bierzwnickie, Poznań-Bierzwnik, z. 4, s. 105-124.  
2003 Historia ryb i rybołówstwa w holocenie na Niżu Polskim w świetle badań archeoichtiologicznych, Poznań.
- Martyniak-Przybyszewska B.**  
2001 Rośliny przyprawowe, Olsztyn.
- Matuszewski J.**  
1936 Immunitet ekonomiczny w dobrach Kościoła w Polsce do roku 1381, Poznań.
- Michalewicz J.**  
1965 Z badań nad konsumpcją spożywczą w Polsce. Kuchnia królewska Zygmunta III, Kwartalnik Historii Kultury Materialnej 4 (1965), s. 701-717.
- Misiurek J.**  
2012 [Post] w teologii katolickiej, w: Encyklopedia Katolicka, red. E. Gigilewicz, Lublin, t. 16, kol. 63–65.
- Monasticon Cisterciense Poloniae**  
1999 Monasticon Cisterciense Poloniae: Katalog męskich klasztorów cysterskich na ziemiach polskich i dawnej Rzeczypospolitej, red. A.M. Wyrwa, J. Strzelczyk, K. Kaczmarek, Poznań. t. 1-2.
- Morales A., Rosenlund K.**  
1979 Fish Bone Measurements: an Attempt to Standardize the Measuring of Fish Bones from Archaeological Sites, Steenstrupia, Copenhagen.
- Moulin L.**  
1986 Życie codzienne zakonników w średniowieczu, Warszawa.
- Nyrek A.**  
1979 Rozwój gospodarki stawowej na ziemiach polskich ze szczególnym uwzględnieniem Śląska, [w:] Konferencja Naukowo-Techniczna. Postęp naukowy, techniczny i technologiczny w gospodarstwach stawowych karpiovych, Wrocław.
- Owczarczak M.**  
2005 Wyżywienie w polskich klasztorach żeńskich w epoce potrydenckiej w świetle wybranych kronik zakonnych (1563-1795), Poznań (maszynopis w Zakładzie Historii Średniowiecznej IH UAM).
- Paprocki B.**  
1575 Koło rycerskie, Kraków (wyd. po 1575). **Plewko A., Wanag J.**  
1994 Herbarz miast polskich, Warszawa.
- Polemika kluniacko-cysterska**  
2010 Polemika kluniacko-cysterska z XII wieku, red. M.T. Gronowski, Źródła monastyczne 55, Tyniec – Kraków.
- Popielas-Szultka B.**  
1980 Rozwój gospodarczy dominium bukowskiego od połowy XIII do połowy XVI wieku, Słupsk.
- Potthast A.**  
2008 Historia dawnego klasztoru cystersów w Rudach na Górnym Śląsku, Rudy.
- Pressouyre L.**  
1992 Le rêve cistercien, Gallimard.
- Przetocki H.**  
2005 Postny obiad albo Zabaweczka, Katowice.
- Rajman J.**  
1993 Klasztor Norbertanek na Zwierzyńcu w wiekach średnich, Kraków.  
2001 O źródłach do zagadnienia posiłków i napojów w klasztorze średniowiecznym, Studia Historyczne 44 (2001), z. 2, s. 183-198 – tu bogata literatura.  
2010 Jadłospis norbertanek zwierzynieckich z XVIII wieku, [w:] Sanctimoniales. Zakony żeńskie w Polsce i Europie Środkowej (do przełomu XVIII i XIX wieku), red. A. Radziwiński, D. Karczewski, Z. Zyglewski, Bydgoszcz-Toruń, s. 407-411.
- Reguła Świętego Ojca Benedykta**  
1606 *Reguła Świętego Ojca Benedykta z łacińskiego przetłumaczona, y z Reformacją Porządków, Cchełmińskiego, Toruńskiego, Żarnowieckiego, Nieświejskiego, y inszych wszystkich w Królestwie Polskim (...)*, w Krakowie.
- Rolik H., Rembiszewski, M.J.**  
1987 Ryby i kraglousty (*Pisces et Cyclostomata*), Warszawa.
- Rosik M.**  
2012 [Post]w Biblii, w: Encyklopedia Katolicka, red. E. Gigilewicz, Lublin, t. 16, kol. 61-63.
- Różalska S.**  
2003 Jadłospis poznaniaków w końcu XVIII i w XIX wieku, Kronika Miasta Poznania – Do stołu podano, z. 4, Poznań, 82-91.
- Rulewicz M.**  
1994 Rybołówstwo Gdańska na tle ośrodków miejskich Pomorza od IX do XIII wieku, Wrocław-Warszawa-Kraków.
- Samsonowicz A.**  
1994 Uwagi o regale w Polsce piastowskiej (na przykładzie regale łowieckiego i rybackiego), Kwartalnik Historyczny 4(1994), Warszawa, s. 3-12.
- Schulz A.**  
2011 Essen und trinken im mittelalter (1000-1300). Literarische, kunsthistorische und archäologische Quellen, Berlin-Boston; o wyżywieniu w klasztorach patrz s. 293-356 i nn.
- Sobkowiak-Tabaka I.**  
2011 Społeczności późnego paleolitu w dorzeczu Odry, Poznań.
- Starożytne reguły zakonne**  
1980 Starożytne reguły zakonne, red. M. Starowiejski, Warszawa.
- Strumieński O.**  
1987 O sprawie, sypaniu, wymierzaniu i rybieniu stawów, także o przepokach, o ważeniu i prowadzeniu wody. Książki wszystkim gospodarzom potrzebne, 1573, oprac. K. Kwaśniewska-Mżyk, Opole.
- Szczerbowski J.A.**  
1993 Wody śródlądowe, [w:] Rybactwo śródlądowe, red. J.A. Szczerbowski, Olsztyn 19-62.
- Szczygielski W.**  
1967a Zarys dziejów rybactwa śródlądowego w Polsce, Warszawa.  
1967b Z dziejów gospodarki rybnej w Polsce w XVI-XVIII wieku, Warszawa.
- Szeszycki M.**  
2000 Jezioro Łeknieńskie i jego charakterystyka ichtiologiczna, Studia i materiały do dziejów Pałuk, red. A.M. Wyrwa, Poznań, t. 3, s. 13-23.
- Sztych D.**  
2011 Ryby – zwierzęta symboliczne i mityczne, [w:] Życie Weterynaryjne 86 (12), s. 976-983.
- Szymański J.**  
1993 Herbarz średniowiecznego rycerstwa polskiego, Warszawa.
- Terlecki J.**  
1986 Okoń, [w:] Ryby słodkowodne Polski, red. M. Brylińska, Warszawa, s. 371 - 378.
- Wheeler A., Jones A.K.G.**  
1989 Fishes, Cambridge University Press.
- Więclawski B.**  
1981 Niektóre problemy produkcji i konsumpcji piwa w Poznaniu w XVIII w., Kwartalnik Historii Kultury Materialnej 30 (1981), s. 345-362.



- 1989 Zapotrzebowanie i konsumpcja w Poznaniu w II poł. XVIII wieku, Warszawa-Poznań.
- Williams D.H.**  
1998 The Cistercians in the Early Middle Ages, Trowbridge.
- Wiśniewski E.**  
1972 Przepisy postne w średniowiecznej Polsce, Roczniki Humanistyczne 20 (1972), z. 2, s. 51-63.
- Witkowski A., Żerelik R.**  
2001 Wykaz ryb Śląska z poł. XIV wieku, [w:] Studia i materiały z dziejów Śląska i Małopolski, red. R. Żerelik, Wrocław, s. 167-178.
- Wolnik F.**  
2002 Liturgia śląskich cystersów w średniowieczu, Opole.
- Wólkiewicz E.**  
2011 Kuchnia plebana. Zwyczajna i nadzwyczajna konsumpcja na parafii św. Jakuba w Nysie (1505-1508), [w:] Przegląd Historyczny, Warszawa, t. CII, z. 4, s. 609-635.
- Wyrwa A.M.**  
1995 Procesy fundacyjne wielkopolskich klasztorów cysterskich linii altenberskiej. Łekno, Łąd, Obra, Poznań.  
1998 Powstanie zakonu cystersów w świetle Exordium Parvum i pierwszy klasztor tego zakonu na ziemiach polskich, Nasza Przeszłość, t. 90, 1998 rok, s. 3-34.  
1999 Opactwa cysterskie na Pomorzu, Poznań.  
2004 W kuchni i przy stole „szarych mnichów”, czyli o wyżywieniu cystersów w świetle źródeł normatywnych zakonu oraz wybranych źródeł historycznych, archeologicznych i przyrodniczych, Archaeologia Historica Polona, Toruń, t. 14, s. 51-113.  
2011 „O mierze pokarmu” i „mierze napoju” w wyżywieniu mnichów i mniszek benedyktyńskich okresu potrydenckiego w świetle wybranych źródeł normatywnych. Szkic do problemu, w: *A Pomerania ad ultimas terras*. Studia ofiarowane Barbarze Popielas-Szultce w sześćdziesiątą piątą rocznicę urodzin i czterdziestolecie pracy naukowej, red. J. Sochacki, A. Teterycz-Puzio, Słupsk 2011, s. 366-383.  
2013 Żywnienie w klasztorach cysterskich w świetle wybranych dokumentów normatywnych i badań archeologiczno-przyrodniczych, [w:] Forum Scientiae Cisterciense, Wrocław, t. 2 (w druku).
- Wyrwa A.M., Makowiecki D.**  
2009 Fish in the Menu of the Cistercians from Łekno and Bierzwnik (Poland). A Historical and Archaeoichthyological Consideration, w: Fish – Culture – Environment. Through Archaeoichthyology, Ethnography and History. The 15<sup>th</sup> Meeting of the ICAZ Fish Remains Working Group (FRWG), September 3-9, 2009 in Poznań and Toruń, Poland, Poznań 2009, s. 63-68.
- Znamierowska-Prüfferowa M.**  
1988 Tradycyjne rybolwstwo ludowe w Polsce na tle zbiorów i badań terenowych Muzeum Etnograficznego w Toruniu, Toruń.
- Życiorys W. Matki Barbary**  
1984 Życiorys W. Matki Barbary Teresy od Najświętszego Sakramentu, karmelitanki bosej, fundatorki klasztoru pw. Niep. Poczęcie NMP w Lublinie 1646 i klasztoru pod wezwaniem Najśw. Imienia i Narodzenia NMP w Poznaniu 1665 r., [w:] Historiografia zakonna a wzorce świętości w XVII w., red. K. Górski, M. Borkowska, Warszawa.
- Żywnienie człowieka**  
2008 Żywnienie człowieka. Podstawy nauki o żywieniu, red. J. Gawęcki, L. Hryniewiecki, Warszawa.



# REKULTYWACJA ŚRODOWISKA WODNEGO

Ryszard Gołdyn

## NOWE METODY REKULTYWACJI JEZIOR

### Wstęp

Jeziora w wyniku dopływu ze zlewni związków biogennych, w naturalny sposób ulegają użyznieniu, czyli eutrofizacji. Proces ten uległ znacznemu przyspieszeniu, wskutek działalności gospodarczej człowieka. Już wypalanie lasów we wczesnych etapach osadnictwa, powodowało nagły wzrost trofii pobliskich jezior, w wyniku spływu dużego ładunku soli mineralnych. Wyraźnej intensyfikacji użyznianie jezior uległo w ostatnim stuleciu, w wyniku stosowania nawozów mineralnych w rolnictwie oraz odprowadzania ścieków przemysłowych i bytowych do wód powierzchniowych. Powstały w ten sposób tzw. jeziora hypertoficzne, tzn. takie, w których dwa podstawowe pierwiastki biogenne, czyli azot i fosfor, obecne są zawsze w nadmiarze, nie limitując rozwoju glonów planktonowych. W jeziorach takich obserwujemy silne zakwity wody, powodowane najczęściej przez sinice, szczególnie niebezpieczne dla użytkowników jezior, ze względu na produkcję toksyn. Rolę czynników ograniczających rozwój fitoplanktonu pełni w takich jeziorach węgiel mineralny, światło lub mikroelementy.

Warunkiem koniecznym poprawy jakości wód w jeziorach przeżyźnionych jest odcięcie nadmiernego ładunku związków biogennych dopływających ze zlewni, do poziomu bezpiecznego dla danego ekosystemu. Poziom ten różni się w zależności od wielkości jeziora, jego objętości, a zwłaszcza głębokości. Niestety, odcięcie zasilania zewnętrznego nie gwarantuje samoistnej poprawy jakości wody jeziornej. Zgromadzony ładunek związków biogennych w osadach dennych powoduje stałe uwalnianie ich do toni wodnej (tzw. zasilanie wewnętrzne), które może być wystarczające dla utrzymywania się jeziora w stanie hypertofii. W jeziorach dużych i bardzo głębokich istnieją mechanizmy, prowadzące do stopniowego zmniejszania zasilania wewnętrznego i poprawy jakości wody, czego przykładem może być jezioro Washington (Edmondson i Litt 1982, Kajak 1995). Jeziora płytkie zwykle nie wracają same do dobrego stanu ekologicznego, czego dowodem jest Jezioro Swarzędzkie, w którym odcięcie dopływu ścieków w 1991 r. nie spowodowało zasadniczych zmian jakości wody przez następnych 20 lat (Kowalczevska-Madura,

Gołdyn 2010). W takich jeziorach konieczne jest podjęcie procesu rekultywacji, prowadzącego do obniżenia stężeń biogenów w toni wodnej, co skutkuje zwiększeniem przezroczystości i poprawą innych wskaźników jakości wody.

## Metody rekultywacji

Istnieje wiele metod rekultywacji jezior, których zastosowanie uzależnione jest od wielu czynników lokalnych, panujących w danym akwenu. Najczęściej dzieli się je na metody techniczne, chemiczne i biologiczne, co związane jest z wykorzystaniem różnorodnego sprzętu, związków chemicznych i organizmów, jako zasadniczego źródła poprawy jakości wody. Wśród metod technicznych, do klasycznych należy usuwanie przeżyźnionych osadów dennych, odprowadzanie poza ekosystem wód naddennych oraz napowietrzanie wód przy pomocy sprężonego powietrza. Stosunkowo nową metodą, bo stosowaną dopiero od 10 lat, jest natlenianie wód metodą aeracji pulweryzacyjnej przy wykorzystaniu siły wiatru. Zupełnie nowatorską metodą jest odprowadzanie w strefę naddenną wód pochodzących z dopływów, zawierających wysokie stężenia azotanów.

Z chemicznych metod rekultywacyjnych do stosowanych od dawna należy metoda Rippla, polegająca na dawkowaniu do osadów dennych związków chemicznych podnoszących potencjał red-oks oraz wiążących fosfor (Rippl 1976). Metoda ta udoskonalona przez Wiśniewskiego, dzięki użyciu nowego urządzenia pod nazwą Proteus, zastosowana została ostatnio na jeziorach Jelonek i Winiary w Gnieźnie (Wiśniewski i in. 2010). Do klasycznych metod należy też strącanie z wody fosforu wraz z zawiesiną fitoplanktonu, w wyniku procesu koagulacji wywołanego przez zastosowanie soli glinu (pod techniczną nazwą PAX) i/lub żelaza (PIX) (Gawrońska i in. 2005, Mastysiński 2006). Innowacyjne jest zastosowanie ok. 10-krotnie mniejszych dawek soli żelaza, powodujących odprowadzenie fosforu z toni wodnej do osadów dennych, bez usuwania fitoplanktonu (Gołdyn i in. 2008). Do nowych metod chemicznych należy też zaliczyć użycie preparatów opartych na nośniku mineralnym (zwykle bentonicie), do których należy Phoslock (Ekol-Unicon 2007) i Sinobent (Gołdyn i in. 2010).

Spośród metod biologicznych do klasycznych już należy zaliczyć metodę biomanipulacji, której rozkwit nastąpił w latach 80. i 90. ubiegłego wieku (Gołdyn 2007). Na takie miano zasługują też metody koszenia i usuwania makrofitów

(Piotrowicz 1990), zakładania sztucznych wysp makrofitowych (Nakamura i in. 1999) oraz stosowanie słomy jęczmiennej (Barrett i in. 1999). Za stosunkowo nową należy natomiast uznać metodę probiotyczną, polegającą na zastosowaniu mikroorganizmów do rozkładu materii organicznej w osadach dennych (Bajkiewicz-Grabowska i in. 2012).

## Nowe metody techniczne

Do stosunkowo niedawno wprowadzonych metod rekultywacji należy zastosowanie aeratora pulweryzacyjnego z napędem wietrzny, do natleniania wód naddennych jezior (Gołdyn i Podsiadłowski 2009). Zasadą jego działania jest rozpylanie na powierzchni wody pobranej z dna, dzięki czemu uwalniane są gazy stanowiące produkt beztlenowego rozkładu materii organicznej (np. dwutlenek węgla, metan, siarkowodór), natomiast pobierany jest z powietrza tlen. Woda ta trafia następnie ponownie do hypolimnionu, nieco wyżej w stosunku do miejsca pobrania. Dzięki wykorzystaniu siły wiatru przez turbinę Savoniusa, proces rekultywacji jest bardzo efektywny przy niewielkich nakładach energetycznych i finansowych (Konieczny i Pieczyński 2006).

Nową metodą rekultywacji zastosowaną dotąd tylko na Jeziorze Uzarzewskim pod Poznaniem, jest dostarczanie nad dno akwenu wód dopływów, zawierających wysokie stężenia azotanów. We wspomnianym Jeziorze Uzarzewskim są to dwa niewielkie dopływy wypływające ze źródeł u dołu skarpy w pobliżu jeziora, o wydajności 20-50 l/s. Ponieważ w pobliżu skarpy znajdują się pola z intensywną uprawą roli, wody dopływów charakteryzują się wysokimi stężeniami azotanów, dochodzącymi do 35 mg N/l. Wody te dopływały do jeziora stymulując rozwój fitoplanktonu. W 2008 r. skierowano je przy pomocy rur na dno jeziora, do odtlenionego hypolimnionu, z obecnym siarkowodorem. Zabieg ten spowodował wzrost potencjału oksydacyjno-redukcyjnego wody naddennej i osadów dennych, dzięki czemu znikł zapach siarkowodoru oraz zmniejszyło się zasilanie wewnętrzne jeziora w fosfor (Kowalczyńska-Madura i in. 2010).

## Nowe metody chemiczne

Jak wspomniano wyżej, stosunkowo niedawno zastosowano odmianę metody strącania fosforu z toni wodnej jezior do osadów dennych, używając niewielkich

dawek koagulantów żelazowych (siarczanów, chlorków), którą po raz pierwszy zastosowano na jeziorze Trzesiecko w Szczecinku (Podsiadłowski 2008). Nazwano ją zrównoważoną metodą rekultywacji, w odróżnieniu od tradycyjnego wykorzystywania procesu koagulacji w celu usunięcia całej zawiesiny planktonowej. Metoda ta obniża stężenie fosforu rozpuszczonego w wodzie, uniemożliwiając namnażanie się organizmów fitoplanktonowych. Jej zaletą jest nie tylko ograniczenie kosztów rekultywacji, ale również zmniejszenie obciążenia ekosystemu związkami chemicznymi. W metodzie tej nie wykorzystuje się soli glinu, ze względu na możliwości ich toksycznego oddziaływania na organizmy wodne, lecz sole żelaza, nie posiadające takich własności (Gołdyn i Podsiadłowski 2009).

Nowatorską metodą jest zastosowanie chlorku magnezu, który w obecności jonów amonowych i fosforanowych w wodzie tworzy nierozpuszczalny związek: monofosforan amonowo-magnezowy, tzw. struwit ( $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$ ). Przy jego pomocy można usunąć z wody zarówno azot jak i fosfor, zmniejszając tempo rozwoju fitoplanktonu. Magnez podobnie jak wapń tworzy też nierozpuszczalne połączenia z fosforem, trwale deponowane w osadach dennych. Przeprowadzone testy laboratoryjne z użyciem wody z Jeziora Uzarzewskiego przyniosły bardzo dobre rezultaty. Umożliwiły one obniżenie stężeń azotu amonowego w wodzie z 2,95 mgN/l do 0,38 mgN/l oraz jednoczesne obniżenie stężeń fosforanów z 0,067 mgP/l do 0,003 mgP/l (Gołdyn 2007b).

Do stosunkowo niedawno wprowadzonych preparatów służących do strącania fosforu z toni wodnej i jego retencjonowania w osadach dennych, należy Phoslock. Jest to bentonit wzbogacony pierwiastkami ziem rzadkich, głównie lantanem. Z dotychczasowych doświadczeń przeprowadzonych na jeziorach Australii i Niemiec wynika, że dobrze zdaje on egzamin w odniesieniu do trwałego wiązania fosforu. Nie oddaje on fosforu do wody nawet po powstaniu warunków beztlenowych (Ross i in. 2008). Jego zastosowanie w Polsce na Jeziorze Klasztorzym Małym w Kartuzach zakończyło się krótkotrwałym sukcesem. Pod koniec lata w jeziorze ponownie pojawił się zakwit wody. Prawdopodobnie w obliczeniach nie uwzględniono wszystkich źródeł fosforu dopływającego do jeziora, co doprowadziło do ponownego wzrostu jego stężeń, umożliwiających rozwój fitoplanktonu (Nowak 2007).

Zupełnie nowym preparatem jest Sinobent, w odróżnieniu od pozostałych podawany do jeziora w postaci stałej (granulatu lub pasty). Jest to preparat opracowany w Zakładzie Ochrony Wód UAM, przy współpracy z firmą Aerator

z Poznania oraz Zakładów Górniczo-Metalowych Zębice SA. Jest on oparty na nośniku bentonitowym, wzbogacony w sole fosforu, żelaza, magnezu i azotany. Powoduje on wzrost potencjału redoks w powierzchniowej warstwie osadów i wodzie nadosadowej, dzięki czemu ogranicza zasilenie wewnętrzne jeziora w fosfor z osadów dennych (Dondajewska i in. 2010, Gołdyn i in. 2010).

## Nowe metody biologiczne

Do nowych metod biologicznych należy zaliczyć metodę probiotyczną, polegającą na dawkowaniu do jeziora roztworu lub podłoży stałych, zawierających kultury kilkudziesięciu szczepów bakteryjnych. Mikroorganizmy te rozkładają nadmiar materii organicznej znajdującej się w ekosystemie, powodując inicjację naturalnego procesu samooczyszczania (skutki trwale i długofalowe). Operacje tego typu realizowane były dotąd na dużą skalę w USA i w Czechach, a na polskim rynku zaledwie jako test na jeziorze Studzieniczo w woj. pomorskim (Bajkiewicz-Grabowska i in. 2012).

Metody biologiczne najlepiej sprawdzają się jako uzupełnienie metod technicznych i/lub chemicznych. Najnowsze doświadczenia wskazują, że pojedyncze metody zwykle nie przynoszą oczekiwanych skutków, w wyniku działania mechanizmów sprzężenia zwrotnego, utrzymujących ekosystem jeziorny w dotychczasowym stanie stabilnym. Dopiero równoczesne zastosowanie dwu lub trzech metod rekultywacji równocześnie, powoduje przestawienie mechanizmów wewnątrzsystemalnych, co skutkuje skokowymi zmianami w jakości wody (Gołdyn i Podsiadłowski 2009, Wiśniewski i in. 2010).

## Podsumowanie

Zabiegi ochronne jezior zdegradowanych, polegające na odcięciu źródeł zanieczyszczeń, są niezbędne przy planowaniu ich rekultywacji. Zastosowane metody rekultywacji powinny być dostosowane do warunków biotycznych i abiotycznych panujących w jeziorze. Najlepsze wyniki uzyskuje się przy równoczesnym zastosowaniu kilku metod rekultywacji. Stały rozwój tych metod sprawia, że podejmowane zabiegi są coraz tańsze i skuteczniejsze.

## Bibliografia

**Bajkiewicz-Grabowska E., Gołdyn R., Mastyński J., Wyrwa M., Wiatr B.**

2012 Nowa biologiczna metoda rekultywacji jezior w Polsce. XVII Krajowa Konferencja Rybackich Użytkowników Jezior, Rzek i Zbiorników Zaporowych pt. „Rozwój współpracy przedstawicieli sektora rybactwa śródlądowego jako sposób wdrażania zasad zrównoważonego korzystania z zasobów rybackich”, Ramsowo 30.05-1.06.2012 r.

**Barrett P.R.F., Littlejohn J.W., Curnow J.**

1999 Long-term algal control in a reservoir using barley straw. *Hydrobiologia* 415: 309-313.

**Dondajewska R., Gołdyn R., Kozak A., Podsiadłowski S., Gruza A.**

2010 Ograniczenie wydzielania fosforu z osadów dennych oraz zmiany w składzie fitoplanktonu pod wpływem nowych preparatów chemicznych w warunkach in-situ, [w:] Ochrona i rekultywacja jezior: 31-43. Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych, Oddział Toruń, Toruń.

**Ekol-Unicon**

2007 Jezioro Klasztorne Małe w Kartuzach – pionierska aplikacja preparatu Phoslock. Seminarium Phoslock na POLECO Poznań (<http://ekol-unicon.com.pl/pl/news/551>).

**Edmondson W.T., Litt A.H.**

1982 *Daphnia* in Lake Washington. *Limnol. Oceanogr.* 27: 272-293.

**Gawrońska H., Lossow K., Grochowska J.**

2005 Rekultywacja Jeziora Długiego w Olsztynie. Edycja – Studio Przygotowawcze Wydawnictw, Olsztyn, s. 52

**Gołdyn R.**

2007a Biomanipulacja w zbiornikach wodnych jako metoda rekultywacji. W: R. Wiśniewski, J. Piotrowiak (red.) – Ochrona i rekultywacja jezior. Materiały konferencyjne, PZITS, Toruń: 65-75.

**Gołdyn R.**

2007b Proces eutrofizacji zbiorników zaporowych – przyczyny i skutki oraz metody zapobiegania, [w:] Jak poprawić stan ekologiczny Zbiornika Zambrzyckiego w Lublinie? – materiały konferencyjne, Lubelska Fundacja Ochrony Środowiska Naturalnego, Urząd Miasta Lublin, 17 kwietnia 2007, 11: 1-16.

**Gołdyn R., Dondajewska R., Kowalczevska-Madura K.**

2010 Wpływ nowych preparatów chemicznych na ograniczanie wydzielania fosforu z osadów dennych. Rekultywacja i rewitalizacja terenów zdegradowanych. Praca zbiorowa pod redakcją Grzegorza Maliny, Poznań: 53-64.

**Gołdyn R., Kowalczevska-Madura K., Dondajewska R., Budzyńska A., Podsiadłowski S.**

2008 Reaction of lake ecosystem on the restoration measures using iron treatment. In: Bajkiewicz-Grabowska E., Borowiak D., (eds.), Anthropogenic and natural transformations of lakes. Vol. 2, Wyd. KLUG-PTLim, Gdańsk, 55-58.

**Gołdyn R., Podsiadłowski S.**

2009 Metody zrównoważonej rekultywacji jezior. Wielkopolski Biuletyn Ekologiczny 3: 2-4.

**Kajak Z.**

1995 *Hydrobiologia. Ekosystemy wód śródlądowych.* Uniw. Warszawski, Filia w Białymstoku, Białystok, s. 326

**Konieczny R., Pieczyński L.**

2006 Próba rekultywacji jezior województwa zachodniopomorskiego w technologii aeracji pulweryzacyjnej. *Acta Agrophysica* 7, 4: 947-957.

**Kowalczevska-Madura K., Dondajewska R., Gołdyn R.**

2010 Zmienność koncentracji fosforu w Jeziorze Uzarzewskim w latach 2005-2008. [w:] Zanieczyszczenie i ochrona wód powierzchniowych Z. Ziętkowiak (red.). Seria: Studia i Prace z Geografii i Geologii nr 13, Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań: 45-56.

**Kowalczevska-Madura K., Gołdyn R.**

2010 Models of phosphorus turn-over in a hypertrophic lake: the Lake Swarzędzkie case study. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, XXXIX (3): 21-33.

**Mastyński J.**

2006 Dotychczasowe efekty stosowania PIX 113 i PAX 18 w rekultywacji wybranych jezior w Polsce. Materiały seminarium naukowo-technicznego Szczecin – Berlin – Poczdam – Brandenburg, wrzesień 2006: 65-72.

**Nakamura K., Sakai N., Sakamoto H., Kadokura N.**

1999 Restoration of lake shore vegetation by the artificial floating island (AFI), *Proceedings Vol.1 Lake 99, S5D-4, Copengen.*

**Nowak**

2007 Pierwsze wyniki zastosowania preparatu Bentophos w Niemczech. Seminarium Phoslock na POLECO Poznań (<http://www.ekol-unicon.com.pl/pl/news/551>)

**Piotrowicz R.**

1990 Wpływ wykaszania makrofitów na funkcjonowanie ekosystemu jeziornego, [w:] Z. Kajak (red.) – Funkcjonowanie ekosystemów wodnych ich ochrona i rekultywacja. Cz. II: 164-182. SGGW-AR, CPBP 04.10, Warszawa.

**Podsiadłowski S.**

2008 Method of precise phosphorus inactivation in lake waters. *Limnological Review* 8, 1-2: 51-56. *Ripl W.*, 1976. Biochemical oxidation of polluted lake sediment with nitrate – a new restoration method. *Ambio* 5:132-135.

**Ross G., Haghseresh F., Cloete T.E.**

2008 The effect of pH and anoxia on the performance of Phoslock (R), a phosphorus binding clay. *Harmful Algae* 7 (4): 545-550.

**Wiśniewski R., Ślusarczyk J., Kaliszewski T., Szulczewski A., Nowacki P.**

2010 „Proteus”, a new device for application of coagulants directly to sediment during its controlled resuspension. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 30, 9: 1421-1424.

Beata Messyasz  
Katarzyna Kowalczevska – Madura  
Sławomir Cerbin

## JEZIORO DUROWSKIE JAKO PRZYKŁAD WIELOSTRONNEJ REKULTYWACJI (NATLENIE, IMMOBILIZACJA FOSFORU, BIOMANIPULACJA)

### Wstęp

W latach 2005-2008 Jezioro Durowskie cechowała stała dominacja sinic, a występowanie zakwitów fitoplanktonu było głównym problemem badanego ekosystemu wodnego. Ocena ilościowa populacji sinic jest podstawową czynnością prowadzącą do zrozumienia mechanizmów tych zakwitów. Jak wynikało z badań, intensywność zakwitów sinic, między innymi *Limnothrix redekei* i *Pseudanabaena limnetica* była faworyzowana dużą koncentracją biogenów, słabą miksją, odtlenionym hypolimnionem i słabo natlenionym metalimnionem oraz zakresem temperatur wody 15-28°C. Dodatkowo zdolność wiązania N<sub>2</sub> i regulacja płynności komórek pozwala u sinic na efektywne współzawodniczenie z innymi grupami glonów.

Na podstawie przeprowadzonych badań w latach 2005–2008 stwierdzono wyraźną przebudowę zbiorowiska fitoplanktonu w Jeziorze Durowskim w stosunku do lat wcześniejszych. Przebudowa ta dotyczyła wzrostu udziału sinicy *Limnothrix redekei* i *Pseudanabaena limnetica* w całkowitej liczebności i biomacie fitoplanktonu. W latach 90. i jeszcze w roku 2004 dominującym gatunkiem w tym jeziorze była sinica *Planktothrix agardhii*, a *Pseudanabaena limnetica* znajdowała się w obrębie gatunków towarzyszących o niewielkim udziale ilościowym w zbiorowisku fitoplanktonu (Messyasz 1999, 2005). Na uwagę zasługuje fakt, że w okresie prowadzonych badań przed rozpoczęciem rekultywacji *Planktothrix agardhii* osiągała dużą liczebność głównie w styczniu, maksymalnie 4,74% oraz w kwietniu i maju, na najwyższym poziomie 3,39% w całkowitej biomacie fitoplanktonu. Wielu autorów podaje, że czynnikiem limitującym rozwój *Planktothrix agardhii* jest oprócz światła także azot i fosfor, przy czym częściej ograniczająco na rozwój populacji

tego gatunku działa duża koncentracja fosforu w wodzie (Lindholm i in. 1991, Konopka i in. 1993, Zavenboom i in. 1982). W Jeziorze Durowskim notowano wysokie koncentracje azotu amonowego i fosforu reaktywnego. Ponieważ ten gatunek do swojego rozwoju potrzebuje małych koncentracji fosforu (poniżej 0,010 mg · l<sup>-1</sup>; Berger 1975) nie wyklucza się, że właśnie fosfor mógł być czynnikiem limitującym namnażanie się *Planktothrix agardhii* w Jeziorze Durowskim.

*Limnotherix redekei* oraz *Pseudanabaena limnetica* w sprzyjających warunkach środowiskowych, takich jak temperatura i nasświetlenie może się intensywnie rozwijać tworząc monokulturę, szczególnie w jeziorach dimiktycznych (Mischke i Nixdorf 2003, Nixdorf i in. 2003). Rojo i Cobelas (1994) charakteryzują ten gatunek sinicy jako zależny od wysokiej koncentracji jonów amonowych w wodzie i posiadający zdolność do szybkiego wzrostu populacji, jak i załamania się już istniejącej w wodzie monokultury. Wcześniejsze badania fitoplanktonu Jeziora Durowskiego wykazały, że masowym pojawom wiosennym *Limnotherix redekei* towarzyszyły zwiększone koncentracje biomasy *Planktolyngbya limnetica* (Messyasz 1999, 2000). Podobną tendencję stwierdzono także w trakcie prowadzonych badań w latach 2005-2008. *Limnotherix redekei* osiągała większą liczebność, podczas miksji jesiennej i wiosennej. Zgodnie z ekologią tego gatunku *Limnotherix redekei* preferuje wody chłodne, stąd często tworzy swoje szczyty liczebności w hipolimnionie (Messyasz 2000a). Równoległe zwiększała swoją liczebność *Planktolyngbya limnetica*. Wzrost ilości sinic powoduje spadek przezroczystości wody, a ponieważ ta grupa glonów jest odporna na takie warunki świetlne w wodzie, stąd ich liczebność może nadal wzrastać, ograniczając ilość światła dla glonów eukariotycznych. W wodach eutroficznych przy odpowiednio wysokiej temperaturze wody (szczególnie latem) mogą zacząć dominować takie sinice, jak np. *Planktothrix agardhii*, ponieważ nie są one limitowane brakiem światła (Bucka 1989). Według Reynolds (1994) *Pseudanabaena limnetica* i *Planktothrix agardhii* oraz gatunki z rodzaju *Limnotherix* zawdzięczają swój sukces rozwojowy temu, że mają największe zdolności adaptacyjne do izolacji świetlnej oraz, że potrafią regulować swoją wysokość w słupie wody. Sinice z rzędu *Oscillatoriales* są limitowane przez stałe, silne ruchy wody, dlatego mniej ich występuje w rzekach (Reynolds 1994). W przypadku, kiedy ruch wody jest mniejszy, to mogą się utrzymać na powierzchni i szybko się namnażać, ograniczając wtedy ilość docierającego światła do niższych warstw wody. Reynolds i in. (2002) klasyfikuje sinice, takie jak *Planktothrix agardhii*, *Pseudanabaena spp.* oraz gatunki z rodzaju *Limnotherix* do grupy funkcjonalnej S<sub>1</sub>. Gatunki należące do tej

grupy rozwijają się w wodach o częstych turbulencjach, przy niskim zakresie nasświetlenia, którym często towarzyszy *Aphanizomenon gracile*. Taki układ gatunków z grupy funkcjonalnej S<sub>1</sub> stwierdzono w fitoplanktonie Jeziora Durowskiego, co potwierdza utrwalony eutroficzny charakter badanego zbiornika.

Zmiany sezonowe fitoplanktonu w Jeziorze Durowskim związane są ze zmianami czynników fizycznych, chemicznych, jak i biologicznych. Badane parametry fizyczno-chemiczne były bardzo zbliżone w każdym z basenów jeziora. Podobnie zbliżony był skład gatunkowy zbiorowisk fitoplanktonu, przy czym stanowisko przy wypływie rzeki do jeziora charakteryzowało się większą liczbą taksonów okrzemek. Znaczenie tu miała wypływająca z jeziora rzeka Struga Gołaniecka, powodująca stały silny ruch wody sprzyjający występowaniu okrzemek w wodzie. W okresie badań występowały optymalne warunki termiczne i duże koncentracje biogenów sprzyjające rozwojowi sinic (Messyasz i Langa 2006). Dominacja sinic w zbiorowiskach fitoplanktonu Jeziora Durowskiego, a szczególnie gatunku *Limnotherix redekei*, była spowodowana zdolnościami przystosowawczymi tej sinicy do małej ilości światła oraz do zmian jej pozycji w słupie wody w celu lepszego pozyskiwania biogenów. Wysokie stężenia biogenów zimą przyczyniły się do intensywnego rozwoju fitoplanktonu po zejściu pokrywy lodowej i rozwoju zakwitów sinic wiosną i latem. Temperatura wody notowana wiosną i latem w okresie 2006-08 była wysoka, co sprzyjało dominacji sinic w tym akwenu. Charakterystyka struktury ilościowej zbiorowiska fitoplanktonu, szczególnie sinic na terenie kąpielisk Jeziora Durowskiego w okresie jego najbardziej intensywnego wykorzystania rekreacyjnego wykazało, że mieszanie wody w kąpieliskach w niewielkim tylko stopniu opóźniło rozwój zakwitów sinic (Langa i Messyasz 2006). Dominujące w badanym jeziorze gatunki sinic wytrzymują okresowe braki światła wywołane przez ich przemieszczanie się w wyniku turbulencji wody do głębszych, słabiej oświetlonych partii wody (Reynolds 1994, 2002). Innym czynnikiem, który tłumaczy masowy rozwój sinic może być hipoteza Kaweckiej i Eloranty (1994) za Shapiro (1990), że obok czynników wywołujących zakwit sinic, takich jak: wysoka temperatura wody, słabe napromieniowanie, mały stosunek N:P, pławność sinic, selektywne wyjadanie innych glonów może być stosunek CO<sub>2</sub> do pH. Wraz z wzrostem pH węgiel staje się czynnikiem ograniczającym. W środowisku tym przewagę uzyskują sinice, które mają 80-krotnie większą zdolność wiązania tego pierwiastka, niż takie glony, jak: zielenice, co może tłumaczyć szybki wzrost sinic.

Podczas okresu badawczego pH wody było w większości alkaliczne, szczególnie w okresie wiosennym, kiedy to notowano największe ilości sinic w wodzie, co można uznać za potwierdzenie wyżej wspomnianej hipotezy.

Wyniki badań z lat 2006-08 wykazały, że Jezioro Durowskie jest nadmiernie zanieczyszczone, silnie eutroficzne. Występujące w nim sinicowe zakwity wody były wynikiem przeżyźnienia, wskutek dopływu związków biogenych z wyżej położonych jezior na przepływie Strugi Gołanieckiej oraz zasilania wewnętrznego z osadów dennych. Aby doszło do poprawy jakości jego wód podjęto w roku 2009 odpowiednie zabiegi ochronne i rekultywacyjne. W pierwszej kolejności należało zmniejszyć ładunek biogenów ze źródeł zewnętrznych, przede wszystkim ograniczyć ładunek fosforu wnoszony przez Strugę Gołaniecką. Równolegle konieczne było przeprowadzenie zabiegów rekultywacyjnych, które zmniejszyłyby zasilanie wewnętrzne z osadów dennych oraz ograniczyły rozwój fitoplanktonu, tworzącego zakwity wody.

Najbardziej korzystny z punktu widzenia stabilności ekosystemu jest wariant rekultywacji, który zakłada okres trzyletni na dochodzenie do dobrego stanu ekologicznego jeziora. Pierwsze wyraźne oznaki poprawy jakości wody mogą pojawić się już w drugim roku funkcjonowania rekultywacji. W kolejnych latach można stopniowo ograniczać intensywność stosowanych zabiegów, jednak całkowite ich zaprzestanie będzie możliwe dopiero po rekultywacji Jeziora Kobyleckiego, odcinającego degradujący wpływ Strugi Gołanieckiej. Ciągły monitoring zmian zachodzących w ekosystemie pozwala na przewidywanie zachodzących niekorzystnych procesów (pogarszających jakość wody) i podjęcie w porę zabiegów korygujących. Wykształcające się stopniowo nowe mechanizmy funkcjonowania ekosystemu (w tym odbudowujące się mechanizmy homeostatyczne odpowiedzialne za odporność ekosystemu na czynniki zewnętrzne), pozwalają na ograniczenie po kilku latach prowadzonych zabiegów do niezbędnego minimum.

Dla Jeziora Durowskiego przyjęto wariant optymalny, który zakłada napowietrzenie strefy przydennej w wyniku pracy dwóch aeratorów pulweryzacyjnych, ustawionych w najgłębszym miejscu jeziora oraz w miejscu położonym pośrodku długości jeziora. W odniesieniu do związków biogenych opracowano i wdrożono już skuteczne metody ograniczania stężeń fosforu, natomiast brak jest dotąd skutecznych metod zmniejszenia dopływu stężeń azotu. Z tego względu konieczne było skupienie się w całym zagadnieniu rekultywacji Jeziora Durowskiego na ograniczeniu stężeń fosforu w wodzie, by to on stał się czynnikiem ograniczającym

produkcję pierwotną fitoplanktonu i w efekcie przyczynił się do wzrostu przezroczystości wody. Do inaktywacji fosforu zastosowano siarczan żelaza (w postaci preparatu PIX), dawkowany bezpośrednio do osadów dennych lub do wody nadosadowej. W początkowej fazie rekultywacji zapotrzebowanie osadów dennych na tlen jest tak duże, że dobre warunki tlenowe występują w niewielkim promieniu od urządzeń natleniających. Konieczne jest wówczas podawanie do osadów lub wody nadosadowej związków chemicznych, działających utleniająco. Najczęściej stosuje się w tym celu roztwór azotanu wapnia (Feibicke 1997, Søndergaard i in. 2002). Wapń zawarty w azotanie wapnia tworzy z fosforanami nierozpuszczalny fosforan wapnia, odkładany do osadów dennych.

Zastosowano także biomanipulację, czyli biologiczną metodę rekultywacji. Jej istotą jest ingerencja człowieka, wpływająca na zwiększenie obsady ryb drapieżnych, powodujących ograniczenie liczebności ryb planktonożernych, co prowadzi do zwiększenia liczebności dużego zooplanktonu skorupiakowego (ponieważ nie jest wyjadany przez ryby) i ograniczenie przez niego ilości fitoplanktonu. W konsekwencji uzyskuje się poprawę przezroczystości wody i innych jej cech jakości. Dla Jeziora Durowskiego przyjęto zarybienie narybkami szczupaka w ilości 1000 szt./ha oraz sandacza w ilości 500 szt./ha. Równocześnie wskazane były intensywne odłowy ryb karpiowatych, prowadzące do silnego ograniczenia ich liczebności.

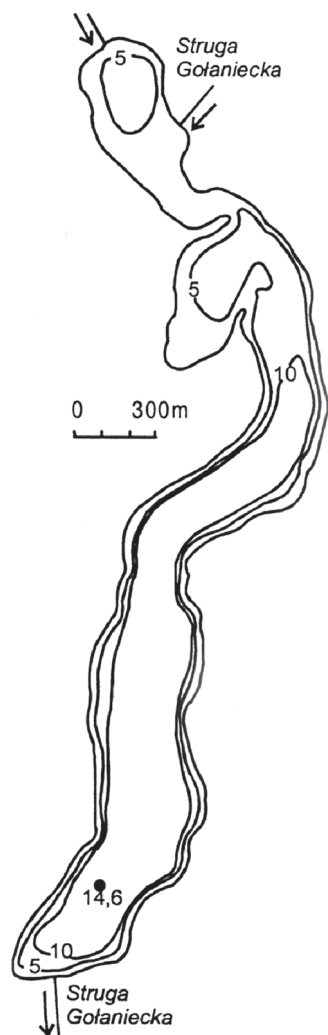
Celem niniejszej pracy jest określenie, czy zabiegi rekultywacji Jeziora Durowskiego po 3 latach wywarły wpływ na jakość wody i strukturę zbiorowisk planktonowych.

## Teren badań

Jezioro Durowskie jest zbiornikiem rynnowym wykorzystującym najniżej położony głębocek w rynnach Strugi Gołanieckiej. Charakteryzuje się bardzo stromymi brzegami, dość dużą głębokością średnią ok. 7,9 m i wąską strefą litoralu. Ma kształt wydłużony o orientacji północ – południe. Południowa część jeziora jest głęboka, znajduje się tutaj największe zagłębienie sięgające 14,6 m. Jest też ona w największy sposób podatna na wpływ antropopresji, ponieważ znajduje się w samym mieście Wągrowiec i ma obudowany brzeg, wzdłuż którego ciągnie się promenada łącząca baseny kąpielowe po obu stronach. Wzdłuż wschodniego brzegu do miejscowości Kobylec znajdują się ogródki działkowe przylegające do samej



linii brzegowej jeziora. Północna część jeziora nie jest już tak głęboka, posiada szeroką linię litoralu i jest bezpośrednio otoczona lasem mieszanym z dominacją sosny. W tej części jeziora, ze względu na wypływanie wód, wytworzyła się mała wysepka porośnięta trzciną pospolitą (*Phragmites australis*) będącą schronieniem i miejscem gniazdowania dla ptaków wodnych. Na końcu północnej strony, blisko rzeki Strugi Gołanieckiej zlokalizowanych jest kilka prywatnych działek wykorzystywanych rekreacyjnie i ogrodniczo.



Ryc. 1. Mapa batymetryczna Jeziora Durowskiego

Położenie jeziora:

- współrzędne geograficzne: 17°12'1" dług. g. E, 52°49'6" szer. g. N;
- wysokość n.p.m.: 78,1 m;
- dorzecze: Struga Gołaniecka – Welna – Warta – Odra – Bałtyk;
- region fizycznogeograficzny: Pojezierze Wielkopolsko-Kujawskie, Pojezierze Chodzieskie.

Zgodnie z położeniem administracyjnym Jezioro Durowskie znajduje się w Gminie Wągrowiec należącej do Powiatu Wągrowiec, znajdującego się w województwie wielkopolskim.

W przypadku Jeziora Durowskiego zlewnia rolnicza zajmuje powierzchnię 58,26% (ryc. 1). Pozostała część zlewni bezpośredniej to zabudowania miejskie i kompleksy leśne. W południowej części Jeziora Durowskiego zlokalizowane jest miasto Wągrowiec oraz ośrodki wypoczynkowe i rekreacyjne. Jest to zbiornik śródmiejski, przy czym prawie 60% linii brzegowej kontaktuje się z kompleksem lasu sosnowego.

Podstawowe dane morfometryczne:

- powierzchnia zwierciadła wody – 143,7 ha;
- objętość jeziora – 11 322,9 tys. m<sup>3</sup>;
- głębokość maksymalna – 14,6 m;
- głębokość średnia – 7,9 m;

- powierzchnia zlewni całkowitej – 236,1 km<sup>2</sup>;
- powierzchnia zlewni bezpośredniej – 1 581,3 ha (Messyasz, 1999);
- użytki rolnicze – 58,26% (Messyasz, 1999);
- lasy – 33,52% (Messyasz, 1999);
- zabudowa zwarta – 8,25% (Messyasz, 1999).

Charakter zlewni (Messyasz 1999)

- północna – rolniczy;
- południowa – leśno-miejski.

Wskaźnik stopnia podatności jeziora na degradację, obliczony jako wypadkowa cech morfometrycznych, hydrograficznych i zlewniowych wynosi 2,14 i kwalifikuje zbiornik do II kategorii podatności na degradację (tab. 1).

Tabela 1. Podatność Jeziora Durowskiego na degradację (WIOŚ, 2007)

Jezioro	Wskaźnik	Głębokość średnia (m)	V jeziora/ L jeziora (tys. m <sup>3</sup> /m)	Stratyfikacja wód (%)	P dna czynnego / V epilimionu (m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> )	Wymiana wody w roku (%)	Współczynnik Schindlera (P zlewni + P jeziora/ V jeziora) (m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> )	Sposób zagospodarowania zlewni bezpośredniej w % jej powierzchni	Wyniki punktacji i sumaryczna kategoria podatności jeziora
Jezioro Durowskie	wartość	7,9	1,09	30,4	0,06	180	20,5	różnorodność	II kategoria
	punktacja	2	3	2	1	2	3	2	2,14

## Materiał i metody badań

Badania ekosystemu Jeziora Durowskiego przeprowadzono od stycznia 2009 roku do grudnia 2011 roku w odstępach miesięcznych, na dwóch stanowiskach badawczych (w niniejszym opracowaniu podano głównie wyniki dotyczące stanowiska I). Stanowisko I położone jest w miejscu o największej głębokości, wy-

noszącej 14,6 m (tzw. głęboczek). Stanowisko II położone jest w północnej części jeziora w początkowej części basenu o głębokości 10 m. W trakcie badań wykonywano w przekroju pionowym co 1 m pomiary temperatury wody, stężenia tlenu rozpuszczonego, pH oraz przewodnictwa elektrolitycznego. Próbkę wody pobierano na trzech głębokościach przekroju pionowego w kolumnie wody, charakterystycznych dla trzech warstw termicznych: epi- (1 m), meta- (na st. I – 5 m lub 7 m; II – 5 m) i hypolimnionu (na st. I – 12 m; II – 8 m). W laboratorium oznaczano z nich następujące wskaźniki fizyczno-chemiczne: stężenie azotu amonowego, azotynowego, azotanowego, organicznego i ogólnego, fosforanów rozpuszczonych i ogólnych oraz chlorofil-a. Analizy fizyczno-chemiczne wykonywano zgodnie z Polskimi Normami (Siepak 1992; Elbanowska i in. 1999). Zmierzono również przezroczystość wody za pomocą krążka Secchiego.

Materiał fykologiczny pobierano każdorazowo w profilu pionowym, bezpośrednio do butelek z politylenotereftalanem o objętości 1,5 litra i utrwalano płynem Lugola. Następnie próby sedymentowano do odpowiedniej objętości, nie mniejszej niż 10 ml. Skład gatunkowy fitoplanktonu uzyskano przy użyciu mikroskopu świetlnego OLYMPUS z wykorzystaniem obiektywów 20 x i 40 x. Analiza ilościowa została wykonana w komorze o objętości 1,25 ml próby. Biomasa glonów uzyskano na podstawie iloczynu liczebności poszczególnych taksonów z ich objętością. Kształt poszczególnych gatunków przyporządkowano do figury geometrycznej i na tej podstawie obliczono objętość konkretnego taksonu (Starmach 1989). Koncentracja biomasy fitoplanktonu została podana w  $\text{mg}/\text{dm}^3$ .

Próby wody do badań struktury zbiorowisk zooplanktonu pobierano z tych samych głębokości co fitoplankton, z 5 litrów wody zagęszczonych siatką planktonową o średnicy oczek  $25 \mu\text{m}$ . Materiał konserwowano na miejscu formaliną. Aby ustalić skład taksonomiczny zooplanktonu, próby przeglądano pod mikroskopem świetlnym przy powiększeniach: 50 x, 100 x i 200 x. Jeśli cechy kluczowe nie były widoczne, izolowano badane osobniki i przeprowadzono preparację. W przypadku widłonogów (Copepoda) preparowano V parę odnóży, a wioślarki (Cladocera) prześwietlano w płynie Hoyer'a. W celu wykonania analizy ilościowej próby zooplanktonu zostały zagęszczone do objętości, w której 1 ml próbki odpowiada 1 l pobranej wody. Zooplankton (Rotifera, Copepoda i Cladocera) liczono na szkiełku w 0,5 ml podpróbkach.

Próby wody do analizy koncentracji chlorofilu *a* zagęszczono na sączku Whatmann GF/C, a następnie poddano ekstrakcji w acetonie. Pomiarów ekstynkcji

dokonano przed i po zakwaszeniu 0,1 M HCl za pomocą spektrofotometru.

Jednocześnie przy pomocy czerpacza typu kajak pobierana była powierzchniowa (10 cm) warstwa osadów dennych. W próbkach tych oznaczano zawartość fosforu ogólnego oraz jego poszczególnych połączeń (frakcji) wg schematu frakcjonowania zaproponowanego przez Psennera i in. (1988). Fosfor ogólny oznaczano metodą molibdenianową z kwasem askorbinowym jako reduktorem. Frakcjonowanie fosforu wykonywano z mokrej próbki osadów o objętości  $1 \text{ cm}^3$ . Oznaczano w niej zawartość:

- fosforu luźno związanego ( $\text{NH}_4\text{Cl-P}$ )
- fosforu związanego z żelazem ( $\text{Fe-P}$ )
- fosforu związanego z glinem i materią organiczną ( $\text{NaOH-P}$ )
- fosforu związanego z wapniem ( $\text{HCl-P}$ )

oraz fosforu pozostałego, stanowiącego różnicę pomiędzy zawartością fosforu ogólnego oraz sumą jego poszczególnych frakcji. Po każdym etapie ekstrakcji próbka była odwirowywana, a w uzyskanym roztworze oznaczano zawartość fosforu metodą molibdenianową z kwasem askorbinowym jako reduktorem. W pobranych próbkach osadów analizowano również zawartość materii organicznej z wysuszonej w  $105^\circ\text{C}$  próbki, poprzez jej wyprażenie w piecu muflowym w temperaturze  $550^\circ\text{C}$  przez 4 godziny. Z różnicy wagi przed i po wyprażeniu obliczono procentową zawartość materii organicznej (Myślińska 2001).

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

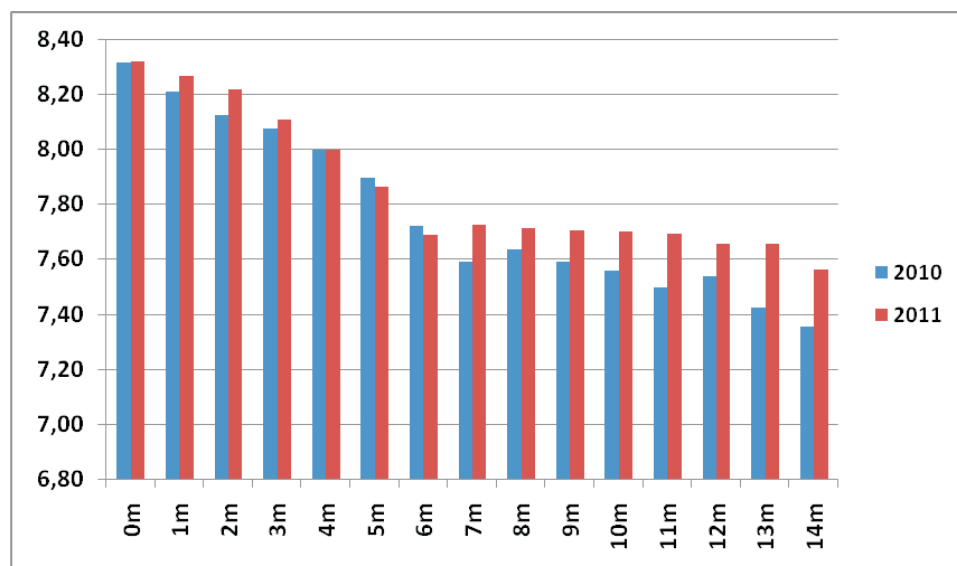
## Wyniki

### 4.1. Zmiany w obrębie podstawowych parametrów fizyczno-chemicznych wody

Temperatura wody Jeziora Durowskiego w analizowanym okresie zmieniała się proporcjonalnie do obserwowanej temperatury powietrza. Od stycznia do drugiej połowy marca w latach 2009-2011 występowało zlodzenie wód jeziora i zimowa stratyfikacja termiczna wód. W okresie wiosny i jesieni zaobserwowano typowe dla jezior dimiktycznych wymieszanie wód w całym profilu pionowym i ujednoczenie temperatury wody, przewodnictwa elektrolitycznego, pH i stężenia tlenu od warstwy powierzchniowej w kierunku strefy przydennej.

Każdego roku w okresie stratyfikacji letniej wód miąższość metalimnionu wynosiła około 3 m. Na stanowisku I termoklina występowała na głębokości 4-7 m a na stanowisku II na głębokości 5-6 m. Od września w zależności od warunków pogodowych następowało stopniowe ujednoczenie temperatury wody w warstwie epilimnionu. Całkowite wymieszanie wód do samego dna z ujednoczeniem temperatury wody w całym profilu pionowym obserwowano od listopada.

Rozkład wartości przewodnictwa elektrolitycznego w profilu pionowym był bardzo zbliżony na obu stanowiskach badawczych w poszczególnych miesiącach badawczych. Od lutego do czerwca 2009-10, wartości te mieściły się w zakresie od 796 do 918  $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$  i wykazywały tendencję niewielkiego wzrostu wartości w strefie naddennej. W lipcu i sierpniu 2011 roku, w okresie bardzo intensywnych opadów deszczu stwierdzono mniejsze wartości tego parametru (352-543  $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ ), ale równocześnie w profilu pionowym kolumny wody wartości tego parametru stopniowo malały, co wskazuje na brak zasilania wody w substancje rozpuszczone w tym okresie z osadów dennych. Natomiast w okresie jesiennym (listopad) ten zakres wynosił od 742 do 874  $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ . W listopadzie ponownie notowano wyższe wartości przewodnictwa elektrolitycznego w warstwie przydennej w stosunku do warstwy powierzchniowej. Podobny rozkład przewodnictwa elektrolitycznego wody wystąpił w roku 2010 i 2009, przy czym maksymalne wartości oscylowały wtedy na wyższym, średnim poziomie, w zakresie od 600 do 796  $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ .



Ryc. 2. Średnie roczne wartości pH dla różnych głębokości (st. I) w roku 2010 i 2011

Odczyn wody w Jeziorze Durowskim był zbliżony na obu stanowiskach badawczych. W okresie wiosny i jesieni na stanowisku II w warstwie powierzchniowej notowano nieznacznie wyższe pH niż analogicznie na stanowisku I, co związane było z dopływem wód z Jeziora Kobyleckiego Strugą Gołaniecką. Największe wartości pH podobnie jak w roku 2008 i 2009-10 notowano w warstwie epilimnionu z tendencją spadku w metalimnionie i hypolimnionie. W roku 2011 pH również nie przekroczyło wartości 8,5 dla Jeziora Durowskiego (ryc. 2).

Podobnie jak w latach wcześniejszych zmiany koncentracji tlenu w roku 2011 były ściśle związane z rodzajem analizowanej głębokości, jak i sezonu badawczego. Na obu stanowiskach duże koncentracje tlenu w całym profilu pionowym słupa wody odnotowano w trakcie miksji wiosennej (kwiecień) oraz jesiennej (listopad). Wraz z założeniem się termokliny strefa beztlenowa stopniowo się pogłębiała, aby w lipcu 2011 (podobnie jak w roku 2009 i 2010) osiągnąć górny pułap dochodzący do głębokości 4 m w warstwie epilimnionu na obu stanowiskach.

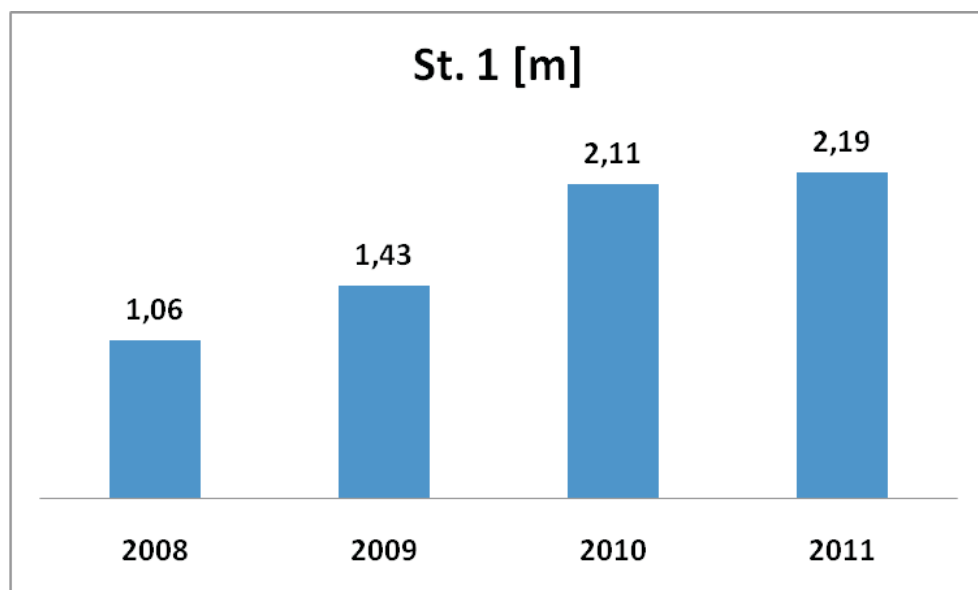
W roku 2008 nawet jesienna miksja wody (listopad) nie natleniła strefy przydennej na stanowisku I. Natomiast, podobnie jak w roku 2009 i 2010, działanie aeratorów pozwoliło na niewielką poprawę natlenienia wód przydennych już latem. Poprawa natlenienia wód hypolimnionu Jeziora Durowskiego w stosunku do lat wcześniejszych nie jest znacząca, ale jest to związane z dużym zapotrzebowaniem na tlen ze strony mikroorganizmów mineralizujących świeżo sedymentującą materię organiczną do osadów dennych.

Przezroczystość wody w Jeziorze Durowskim wahała się 0,70-1,10 m na przełomie marca i maja 2011 roku na obu stanowiskach badawczych, od 1,7 do 3,0 m zimą, latem i jesienią oraz powyżej 3 m w listopadzie i grudniu (ryc. 7). W roku 2011 średni zakres przezroczystości wody dla tego zbiornika wynosił 2,195 m (1,87 m w roku 2009; 2,01 m w 2010).

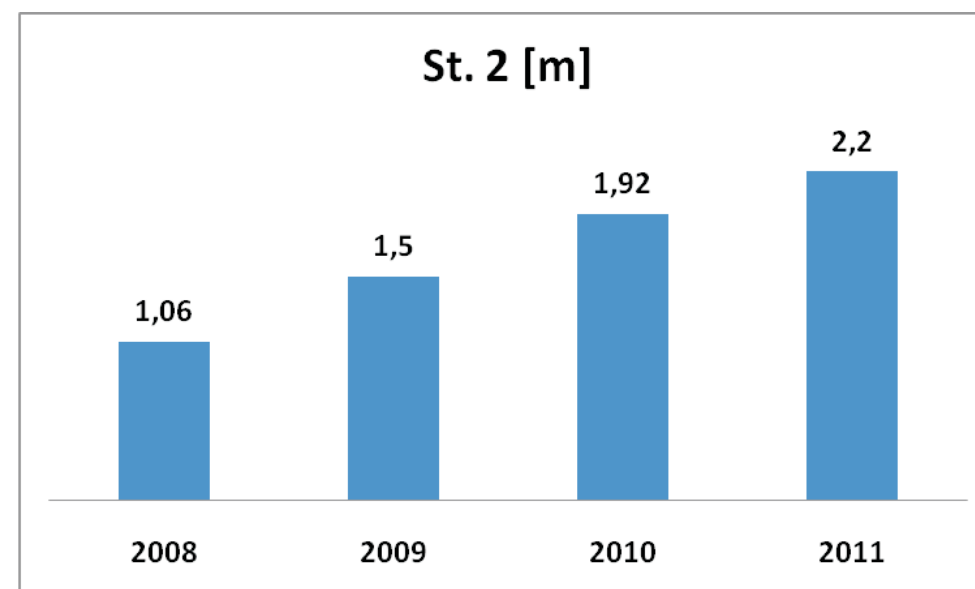
Na stanowisku I i II stwierdzono tylko w czerwcu, lipcu i listopadzie 2011 r. wyraźny wzrost przezroczystości wody w stosunku do roku 2010. Kwiecień i sierpień charakteryzowały się dużymi opadami deszczu, co przyczyniło się do zwiększonego dopływu wód ze zlewni bezpośredniej i tym samym wzrost mętności wody. Bardzo wyraźny spadek przezroczystości wody w Jeziorze Durowskim od kwietnia do czerwca korelował z bardzo intensywnym rozwojem fitoplanktonu. Stężenie chlorofilu-a dla tego okresu wynosiło od 23 do 25  $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$  na stanowisku I i od 51 do 60  $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$  (08.04.2011) na stanowisku II. Za zaistniały stan bardzo słabej jakości wód na stanowisku II w dużym stopniu odpowiedzialna jest rzeka

Struga Gołaniecka, która charakteryzuje się również dużymi wartościami parametrów biologicznych (chlorofil-a; duża liczebność sinic). Należy również wziąć pod uwagę zaistniałe w tym okresie warunki pogodowe z długotrwałymi i intensywnymi opadami deszczu w kwietniu i sierpniu, które uruchomiły także zwiększony spływ powierzchniowy ze zlewni bezpośredniej.

Analizując średnie roczne dla tego parametru fizycznego stwierdzono trend wzrostowy przezroczystości wody na obu stanowiskach, jednak na stanowisku II był on nieznacznie większy w stosunku do stanowiska I (ryc. 3, 4). W obu przypadkach uzyskane wartości tego parametru fizycznego dla roku 2011 wskazują na dalszą poprawę przezroczystości wody w stosunku do lat wcześniejszych. Porównując średnie dla miesięcy letnich (VII i VIII), najważniejszych ze względu na rekreację, stwierdzono niewielki spadek przezroczystości wody (o 0,2-0,4m) na stanowisku I z 0,9 m (2008) do 1,1 m (2009), 2,45 m (2010) i 2,10 m (2011), a na stanowisku II z 1,25 m (2009) do 2,00 m (2010) i 2,38 m (2011).



Ryc. 3. Porównanie średnich rocznych wartości przezroczystości wody mierzonej krążkiem Secchi na stanowisku I w Jeziorze Durowskim w latach 2008-2011

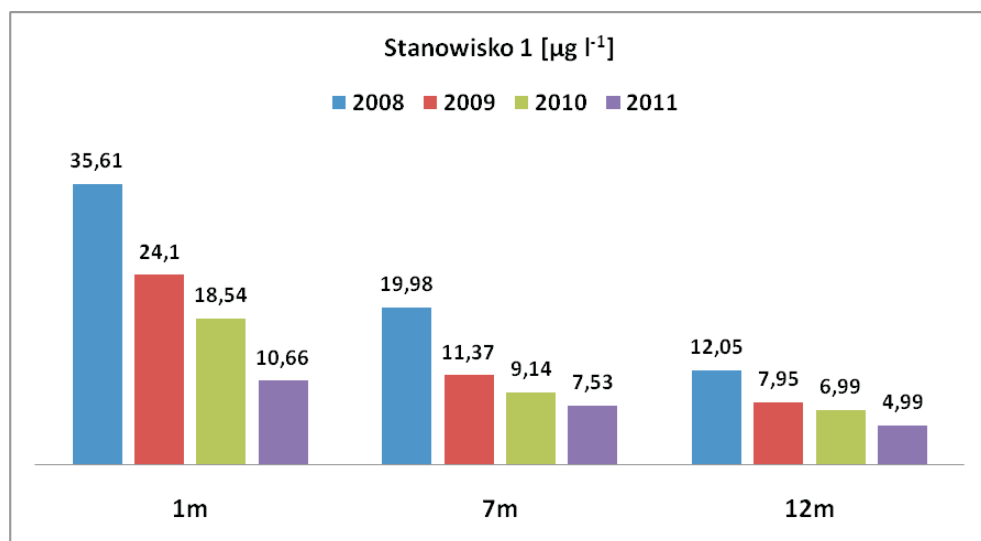


Ryc. 4. Porównanie średnich rocznych wartości przezroczystości wody mierzonej krążkiem Secchi na stanowisku II w Jeziorze Durowskim w latach 2008-2011

#### 4.2. Zmiany stężenia chlorofilu-a

Duże koncentracje chlorofilu-a (od 30 do 50  $\mu\text{g/l}$ ) w kwietniu i maju 2011 roku charakteryzowały górną warstwę epilimnionu Jeziora Durowskiego i są porównywalne do stwierdzonych koncentracji w latach 2009-10. Podobnie jak w latach wcześniejszych wartości chlorofilu-a zmieniały się między poszczególnymi głębokościami w danej porze roku z wyraźną tendencją do utrzymywania się największych koncentracji w warstwie epilimnionu. Różnice w średnich rocznych były najbardziej widoczne między strefą epilimnionu (ryc. 5, 6). W przypadku stanowiska I od roku 2008 odnotowano wyraźny spadek stężeń chlorofilu-a na wszystkich badanych głębokościach. Na stanowisku II znajdującym się bliżej wpływu Strugi Gołanieckiej zaobserwowano w hypolimnionie niewielki wzrost stężeń tego parametru w roku 2011 w stosunku do roku 2010. W trakcie badań stwierdzono, że wartości chlorofilu-a były w Strudze Gołanieckiej bardzo duże i w okresie miksji jesiennej wyraźnie zasilały warstwę powierzchniową stanowiska II w Jeziorze Durowskim.

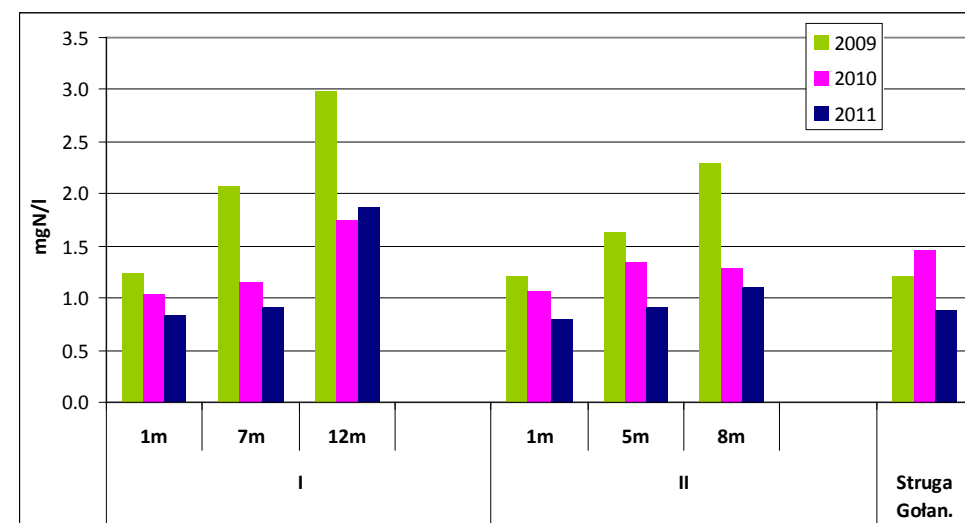
Wartości koncentracji chlorofilu-a wskazywały na wyraźną poprawę stanu ekologicznego wód Jeziora Durowskiego (od sierpnia 2011 klasa I).



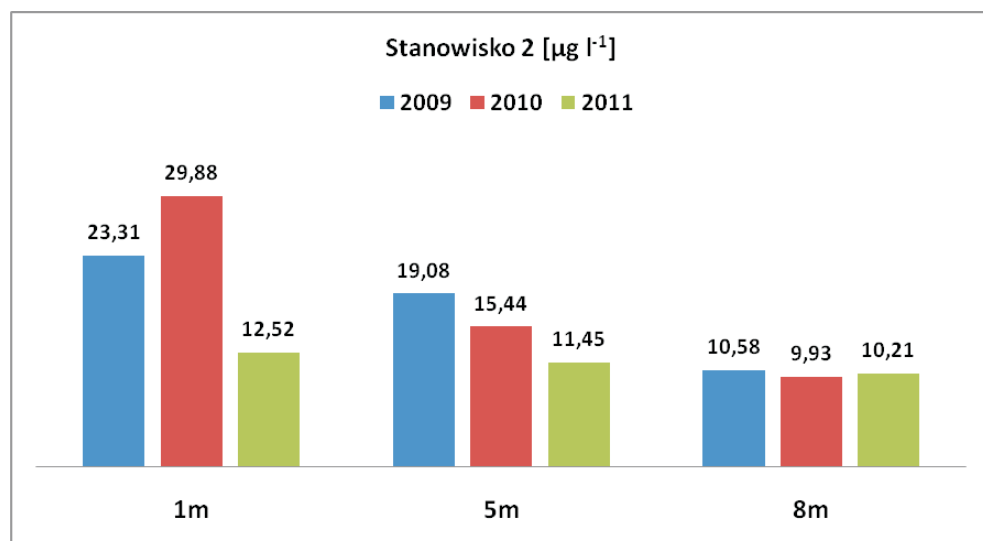
Ryc. 5. Zestawienie średnich rocznych stężeń chlorofilu-a w profilu pionowym na stanowisku I Jeziora Durowskiego

#### 4.3. Zmiany stężeń azotu i fosforu w wodzie

Porównując średnie stężenia azotu amonowego na poszczególnych stanowiskach badawczych w roku 2011 z danymi z lat 2009-2010 stwierdzono, iż w Jeziorze Durowskim doszło do obniżenia zawartości azotu amonowego. Z kolei w przypadku Strugi Gołanieckiej koncentracje tej formy azotu nieznacznie wzrosły w roku 2010, ale w kolejnym roku uległy one obniżeniu (ryc. 7).



Ryc. 7. Średnie stężenia azotu amonowego w wodach Jeziora Durowskiego i Strugi Gołanieckiej w latach 2009-2011 w miesiącach II-XI

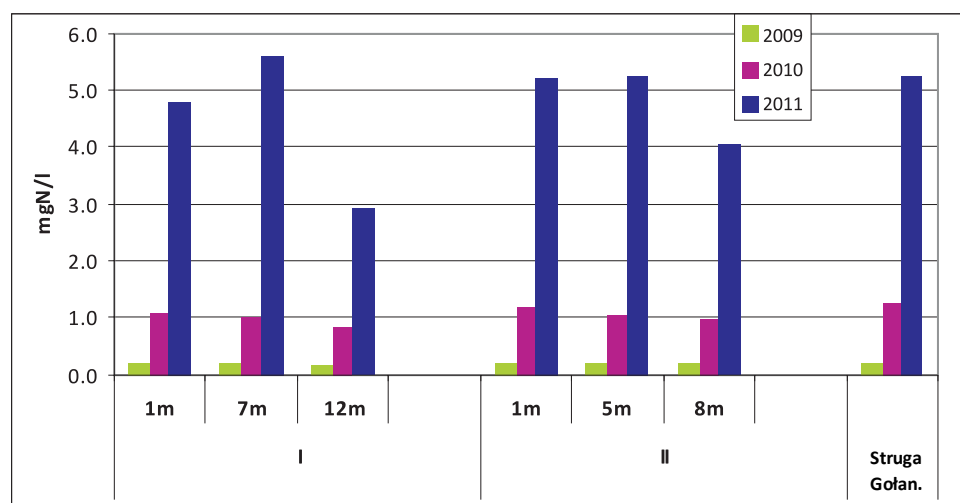


Ryc. 6. Zestawienie średnich rocznych stężeń chlorofilu-a w profilu pionowym na stanowisku II Jeziora Durowskiego

W roku 2011 stężenia azotu amonowego w wodach Jeziora Durowskiego tak jak w roku ubiegłym, były nieco wyższe na stanowisku I aniżeli na stanowisku II, zwłaszcza w strefie naddennej. W okresie prowadzenia badań wahały się one od 0,56 mgN/l do 3,30 mgN/l na stanowisku I i od 0,57 mgN/l do 1,3 mgN/l na stanowisku II. Na obu stanowiskach badawczych stwierdzano wzrost ilości azotu amonowego wraz z głębokością. Najwyższe koncentracje tej formy azotu w przekroju pionowym jeziora odnotowano na głębokości 12 metrów nad dnem zbiornika. Z kolei stężenia najniższe stwierdzono w epilimnionie na głębokości 1 metra. Rozpatrując zmienność sezonową koncentracji tej formy azotu stwierdzono, iż wartości najniższe występowały wiosną, a najwyższe w lecie w strefie naddennej jeziora.

W Jeziorze Durowskim na obu stanowiskach badawczych obecność azotanów była stwierdzana przez cały okres prowadzenia badań. Najwyższe stężenia

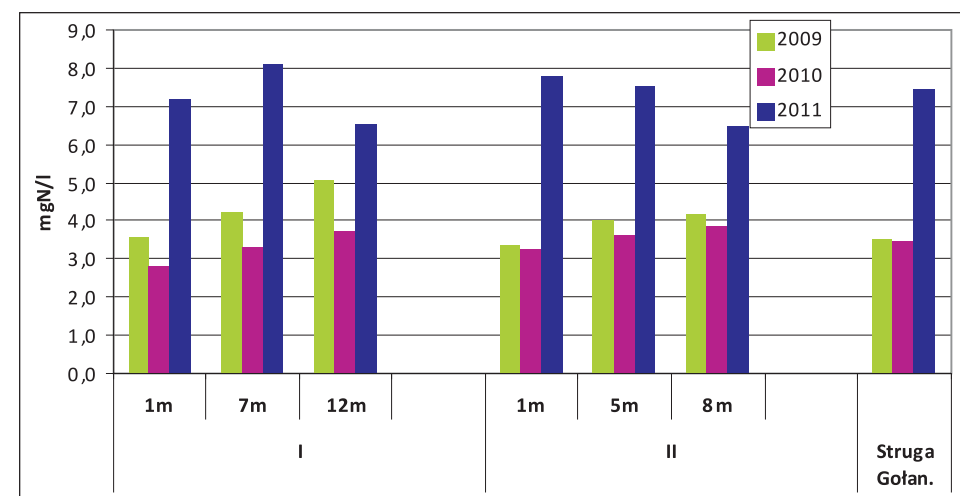
tej formy azotu na stanowisku I stwierdzono w kwietniu, kiedy dochodziły one do 6,64 mgN/l, a na stanowisku II do 8,05 mgN/l w lutym (ryc. 8), co świadczy o dopływie wiosną azotanów ze zlewni. Na obu stanowiskach badawczych koncentracja azotanów obniżała się wraz z głębokością oraz w kolejnych miesiącach badań. Porównanie średnich stężeń azotanów w przekroju pionowym Jeziora Durowskiego oraz w wodach Strugi Gołanieckiej wykazało wyraźne podwyższenie ich wartości w porównaniu z latami 2009-2010 (ryc. 8), co może być związane z rosnącym ich dopływem ze zlewni w kolejnych latach.



Ryc. 8. Średnie stężenia azotu azotanowego w wodach Jeziora Durowskiego i Strugi Gołanieckiej w latach 2009-2011

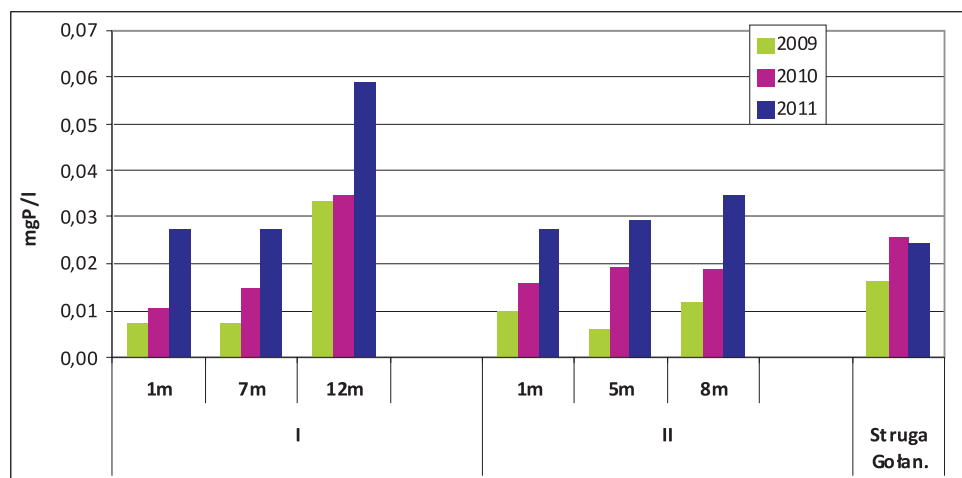
W wodach Jeziora Durowskiego na stanowisku I stężenia azotu ogólnego wahały się od 4,59 mgN/l do 9,28 mgN/l, a na stanowisku II od 4,11 mgN/l do 10,33 mgN/l (ryc. 9). Koncentracje azotu ogólnego ulegały obniżeniu wraz z głębokością jeziora. Nieco wyższe wartości odnotowano w zimie i wiosną, a najniższe w lecie. Porównując średnie stężenia azotu ogólnego z lat 2009-2011 na obu stanowiskach badawczych w jeziorze stwierdzono wyraźne podwyższenie jego koncentracji w trzecim roku prowadzenia zabiegów rekultywacyjnych. W wodach dopływającej do jeziora Strugi Gołanieckiej także stwierdzono znacznie wyższe średnie stężenie azotu ogólnego w porównaniu do lat wcześniejszych (ryc. 9). Jest to głównie spowodowane większym dopływem azotu azotanowego, w związku z intensywniejszym jego wymywaniem ze zlewni (wyższe opady atmosferyczne),

choć zapewne ważne znaczenie miało także mniejsze uwalnianie azotu do atmosfery, wskutek ograniczenia procesu denitryfikacji w strefie hypolimnionu jeziora (lepsze natlenienie wód).



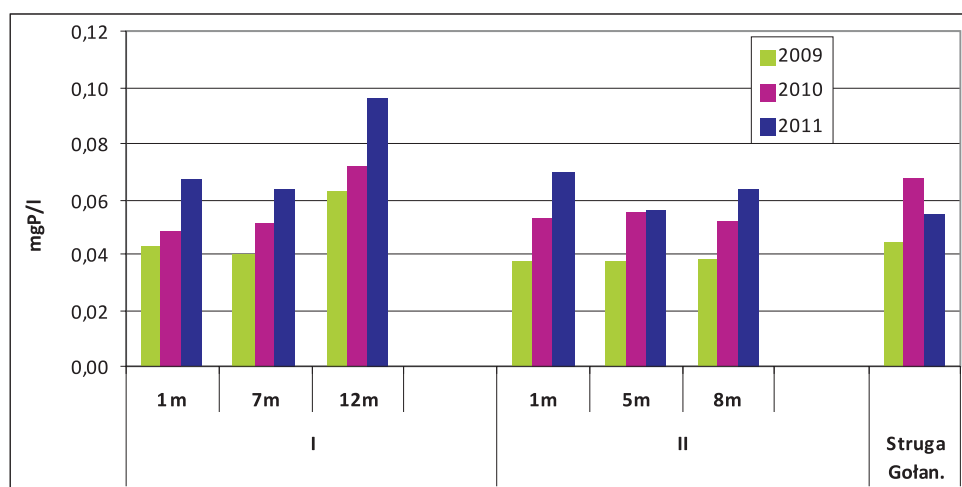
Ryc. 9. Średnie stężenia azotu ogólnego w wodach Jeziora Durowskiego i Strugi Gołanieckiej w latach 2009-2011

Fosforany rozpuszczone były obecne w wodach Jeziora Durowskiego przez cały okres prowadzenia badań. Ich stężenia na stanowisku I wahały się od 0,006 mgP/l do 0,133 mgP/l (ryc. 10). Na stanowisku II były niższe mieszcząc się w przedziale od 0,011 mgP/l do 0,065 mgP/l. Koncentracja rozpuszczonej formy fosforu w warstwie powierzchniowej była niewielka, nigdy nie przekraczając 0,05 mgP/l. Wzrastała ona wraz z głębokością jeziora, osiągając wartości najwyższe w strefie naddennej, co związane było z okresowym pogarszaniem się warunków tlenowych nad dnem. Natomiast porównanie średnich stężeń fosforanów rozpuszczonych w latach 2009-2011 wykazało, iż w jeziorze nastąpiło podwyższenie ich koncentracji (ryc. 10). W dopływającej do jeziora Strudze Gołanieckiej stwierdzono mniejszy wzrost w 2010 r., a nawet niewielkie obniżenie zawartości tej formy fosforu w ostatnim roku badań. Może to świadczyć o mniejszym wykorzystywaniu fosforu mineralnego w procesie produkcji pierwotnej fitoplanktonu, w związku z obserwowanym silnym ograniczeniem jego rozwoju w jeziorze w ostatnich trzech latach. Wyższe stężenia na stanowisku I niż II wskazują na dopływ fosforanów z miejskiej części zlewni bezpośredniej, najprawdopodobniej z wodami opadowymi.



Ryc. 10. Średnie stężenia fosforanów rozpuszczonych w wodach Jeziora Durowskiego i Strugi Gołanieckiej w latach 2009-2011

Stężenia fosforu ogólnego w wodach Jeziora Durowskiego wahały się od 0,023 mgP/l do 0,139 mgP/l na stanowisku I i od 0,018 mgP/l do 0,098 mgP/l na stanowisku 2 (ryc. 11). Wartości najniższe odnotowano w warstwie epilimnionu w lecie, natomiast najwyższe w strefie naddennej w lecie na stanowisku I i na powierzchni w zimie – stanowisko II. Analizując średnie stężenia fosforu ogólnego w latach 2009-2011 w przekroju pionowym jeziora stwierdzono, że doszło do nieznacznego podwyższenia koncentracji tego pierwiastka w wodach jeziora.



Ryc. 11. Średnie stężenia fosforu ogólnego w wodach Jeziora Durowskiego i Strugi Gołanieckiej w latach 2009-2011

Z kolei w dopływającej do niego Strudze Gołanieckiej stężenia ogólnej formy fosforu obniżyły się w ostatnim roku badań (ryc. 11).

Podwyższenie stężenia fosforu ogólnego było wyraźnie wyższe na stanowisku I niż II, świadcząc o dopływie fosforu ze zlewni bezpośredniej jeziora. Spływy wód opadowych z utwardzonych powierzchni w zlewni zajętej przez tereny zurbanizowane, przy gorzej wykształconej strefie roślinności wynurzonej w litoralu sąsiadującym z miastem, sprzyjały przedostawaniu się fosforu do toni wodnej. Z kolei zaobserwowane obniżenie stężeń fosforu w Strudze Gołanieckiej w ostatnim roku może sugerować poprawę jakości wody w wyżej położonym Jeziorze Kobyleckim, w wyniku migracji pod prąd ryb drapieżnych, którymi zarybiane było intensywnie Jezioro Durowskie (efekt biomanipulacji).

#### 4.4. Charakterystyka osadów dennych Jeziora Durowskiego

Porównanie średniego stężenia azotu w osadach dennych Jeziora Durowskiego wykazało, iż w kolejnych latach prowadzenia badań następowało jego podwyższenie (tab. 2). W przypadku zawartości siarczanów w osadach dennych tego jeziora stwierdzono, iż w kolejnych latach rekultywacji doszło do wyraźnego obniżenia ich stężeń, co prawdopodobnie zostało spowodowane większą aktywnością bakterii heterotroficznych. Natomiast analiza średniej zawartości żelaza w osadach dennych Jeziora Durowskiego w latach 2009–2011 wykazała, iż nieco wyższe wartości występowały na stanowisku I. Większe stężenia żelaza na stanowisku I, pomimo gorszych warunków tlenowych w lecie, niż na stanowisku II, związane jest zapewne z powstawaniem nierozpuszczalnych siarczków żelaza. Ponadto w drugim roku zabiegów rekultywacyjnych doszło do obniżenia średniej zawartości tego pierwiastka, w trzecim znów do jej podwyższenia, co zapewne wynika z wyższego potencjału redoks na granicy faz woda-osad, w związku ze stałą obecnością azotanów w toni wodnej.

Porównanie średniej zawartości wapnia i magnezu w osadach dennych jeziora uwidoczniło, iż w kolejnych latach prowadzenia badań doszło do jej niewielkiego obniżenia (tab. 2) na obu stanowiskach badawczych, co pozostaje w związku z mniejszą produkcją pierwotną fitoplanktonu w kolejnych latach, a co za tym idzie, mniej intensywnym „odwapnianiem wody”.

Natomiast wyraźny wzrost stężeń fosforu w 2011 r. związany jest zapewne z obecnością azotanów w toni wodnej przez cały okres letni, co uniemożliwiło redukcję żelaza i ograniczyło wydzielanie fosforu do wody nadosadowej.

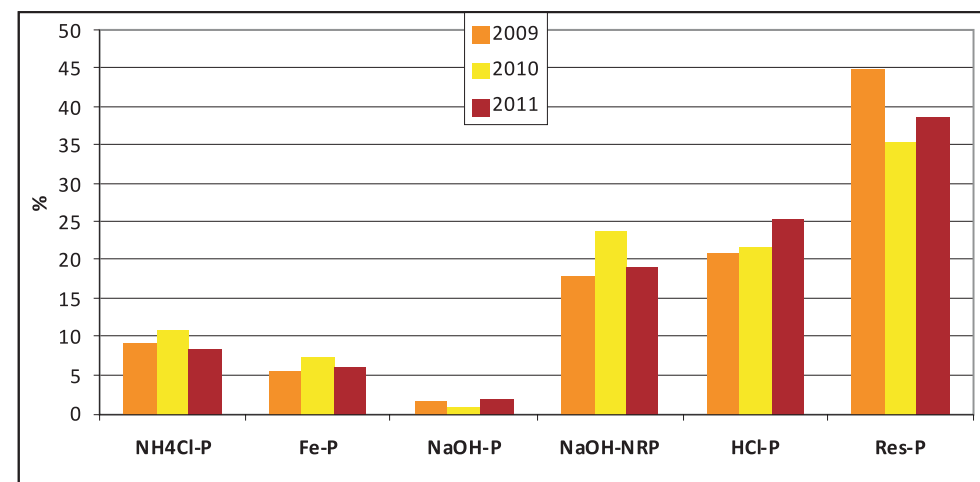
Tabela 2. Zakres stężeń wybranych parametrów chemicznych w osadach Jeziora Durowskiego w latach 2009-2011

Parametr	Jednostka	Wartość
Azot ogólny	gN/kg	3,07-7,3
Siarczany	gSO <sub>4</sub> /kg	7,5-28,0
Żelazo	gFe/kg	1,07-11,9
Wapń	gCa/kg	18,3-443
Magnez	gMg/kg	20-126
Fosfor ogólny	gP/kg	0,77-1,81

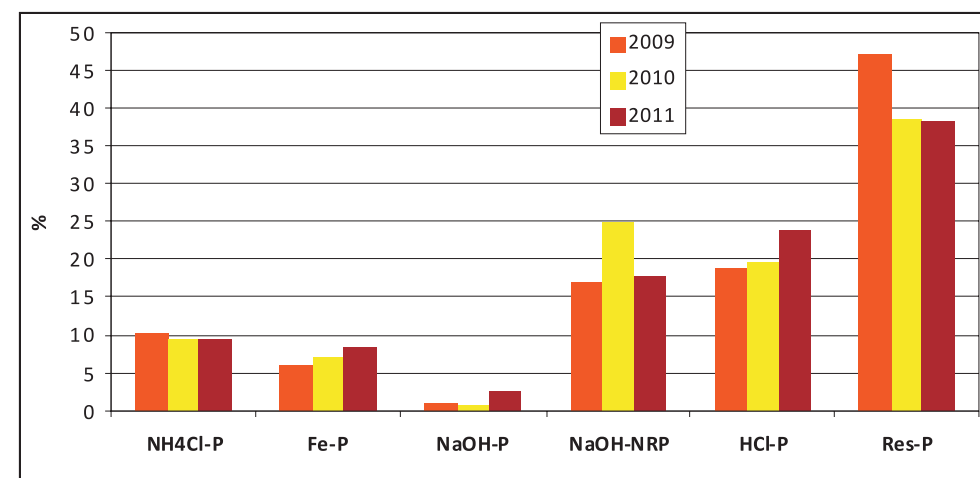
W osadach dennych Jeziora Durowskiego w roku 2011 dominującą frakcją fosforu była, tak jak w latach ubiegłych, frakcja Res-P (ryc. 12, 13). Charakteryzuje ona fosfor praktycznie niedostępny biologicznie, który występuje w nierozpuszczalnych związkach o charakterze mineralnym i organicznym. Jest więc on na stałe zdeponowany w osadach dennych. Średnia zawartość tej frakcji na obu analizowanych stanowiskach badawczych wyniosła 38%. Najmniejszy udział miała frakcja NaOH-P, czyli fosfor występujący w połączeniach z glinem (do 3%). Udział frakcji o największej dostępności biologicznej (NH<sub>4</sub>Cl-P, Fe-P i NaOH-P) wyniósł około 18-20%. Większy udział posiadały trudno dostępne frakcje NaOH-NRP i HCl-P (po ponad 20%) charakteryzujące fosfor występujący w połączeniach z materią organiczną i wapniem.

Porównując średni udział poszczególnych frakcji fosforu ogólnego w osadach dennych na obu stanowiskach badawczych w latach 2009-2011 stwierdzono, iż na stanowisku I doszło do podwyższenia ilości frakcji o największej dostępności biologicznej (NH<sub>4</sub>-Cl-P, Fe-P) w roku 2010 i jej nieznacznego obniżenia w roku 2011 (ryc. 12). W kolejnych latach stwierdzono wzrost udziału frakcji HCl-P. Z kolei udział frakcji Res-P uległ obniżeniu w roku 2010 i podwyższeniu w roku 2011. Na stanowisku 2 zależności wyglądały podobnie (ryc. 13).

Poprawa natlenienia wód hypolimnionu oraz obecność azotanów w wodzie w roku 2011 sprzyjały retencjonowaniu fosforu w osadach, co objawiało się wyższymi stężeniami w stosunku do roku ubiegłego i mniejszym wydzielaniem z osadów do toni wodnej. Porównanie średnich wartości uwalniania fosforu z osadów dennych tego jeziora w latach 2009-2011 wykazało, iż na stanowisku I uległo ono obniżeniu w stosunku do lat ubiegłych. Z kolei na stanowisku II doszło do



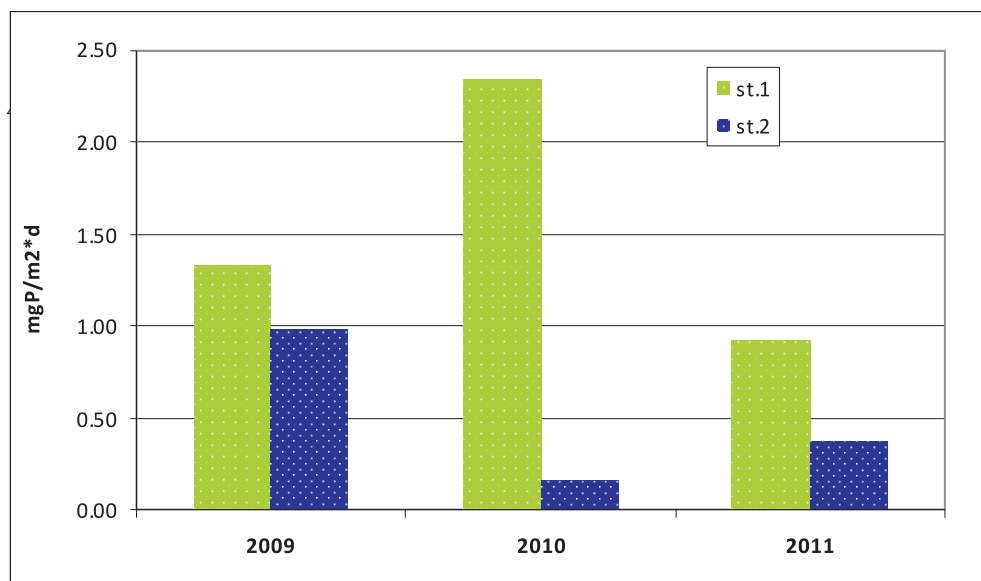
Ryc. 12. Średni udział poszczególnych frakcji fosforu ogólnego w osadach dennych Jeziora Durowskiego na stanowisku I w latach 2009-2011



Ryc. 13. Średni udział poszczególnych frakcji fosforu ogólnego w osadach dennych Jeziora Durowskiego na stanowisku II w latach 2009-2011



jego wyraźnego obniżenia w roku 2010 i do niewielkiego podwyższenia w roku 2011 (ryc. 14). Przewagę kumulacji fosforu w osadach dennych odnotowano zimą na stanowisku II i w okresie wiosennym na obu stanowiskach badawczych. Latem i jesienią na obu stanowiskach badawczych oraz zimą na stanowisku I odnotowano przewagę uwalniania tego pierwiastka z osadów dennych



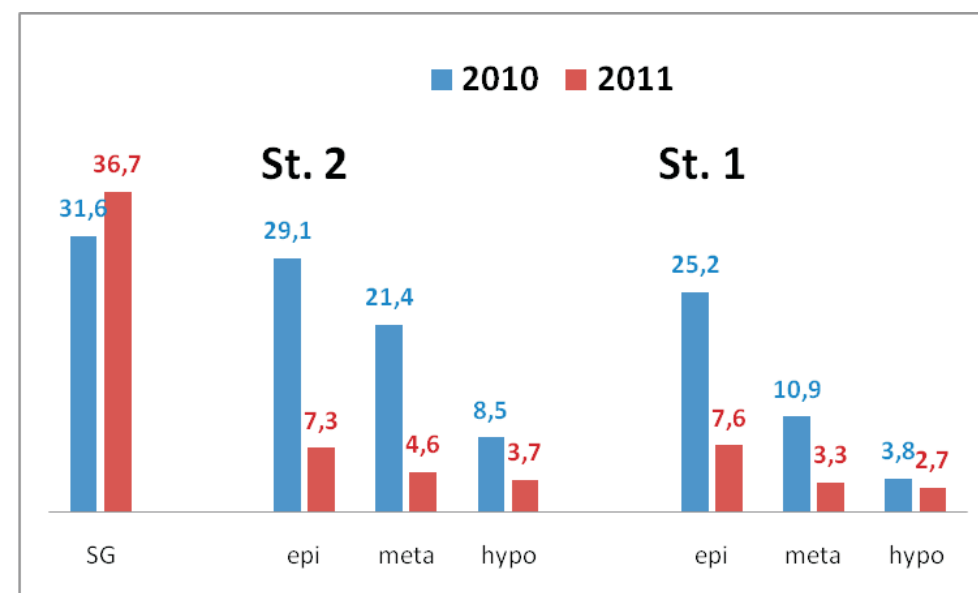
Ryc. 14. Średnie uwalnianie fosforu z osadów dennych Jeziora Durowskiego w latach 2009-2011 na obu stanowiskach badawczych

Poszczególne lata badawcze (2009-2011) różniły się całkowitą liczbą gatunków zanotowanych w poszczególnych miesiącach oraz udziałem procentowym określonych grup taksonomicznych. Największym bogactwem gatunkowym charakteryzowały się zielonice (szczególnie drobne zielonice chlorokokalne), co dotyczyło wszystkich miesięcy, w których prowadzono badania. Na drugim miejscu pod względem bogactwa gatunkowego wyróżniono okrzemki, a na trzecim sinice. Jednak zakres liczby taksonów glonów w próbie był podobny jak w latach 2006-2008, podobnie jak wskaźnik różnorodności biologicznej Shannon-Weavera (tab. 3).

Tabela 3. Minimalne i maksymalne wartości parametrów biologicznych.

Parametr	2006-2008	2009-2011
Taksony glonów w próbie	38-78	39-72
Chl a [mg/m <sup>3</sup> ]	2,79-57,50	3,61-51,63
Indeks Shannon-Weavera	1,24-3,75	1,18-3,78

Analizując biomase fitoplanktonu stwierdzono jej duże wartości na obu stanowiskach przede wszystkim podczas intensywnego rozwoju glonów w kwietniu, ale także w warstwie powierzchniowej wody w lutym (stan. II) i w czerwcu (stan. I). W pozostałych miesiącach, niezależnie od głębokości, biomasa fitoplanktonu nie przekraczała 5 mg/l, co wskazuje na dobrą jakość wody pod względem tego parametru. Porównanie średnich biomasy fitoplanktonu wyraźnie pokazuje tendencję spadkową na wszystkich głębokościach obu stanowisk Jeziora Durowskiego (ryc. 15).



Ryc. 15. Średnia biomasa fitoplanktonu Strugi Gołanieckiej i w profilu pionowym kolumny wody Jeziora Durowskiego na stanowisku I i II w roku 2010 i 2011

W okresie do czerwca 2011 roku pod względem liczby komórek w fitoplanktonie dominowały sinice, stanowiąc z reguły od 21 do 56% całkowitej liczebności. W obrębie sinic wyraźnym dominantem niezależnie od miesiąca badań i analizowanej głębokości była nadal *Limnothrix redekei*. Bardzo licznie występowały także: *Aphanizomenon flos-aquae* i *Planktothrix agardhii*. Struga Gołaniecka bez względu na miesiąc badań okazała się źródłem dużej ilości sinic (głównie *Planktothrix agardhii* oraz *Limnothrix redekei*) wprowadzanych do Jeziora Durowskiego. Zimą w strukturze biomasy fitoplanktonu swój udział zaznaczyły także bruzdnice, które reprezentowane były głównie przez *Peridiniopsis cunningtonii* i *Peridiniopsis elpatei* oraz kryptofity: *Cryptomonas erosa*, *Cryptomonas ovata*, *Cryptomonas rostrata*. Udział bruzdnic w zbiorowiskach fitoplanktonu w kwietniu i czerwcu był zbliżony i mieścił się w zakresie: 0,16-3,62% w całkowitej liczebności komórek glonów.

W czerwcu obserwowano wyraźną przebudowę struktury gatunkowej i ilościowej zbiorowisk fitoplanktonu, szczególnie w epilimnionie, gdzie sporadycznie odnotowywano sinice. Swoją obecność w strukturze ilościowej nadal utrzymywały złotowiciowce, przede wszystkim drobne jednokomórkowe *Erkenia subaequiciliata* ale także formy kolonijne z rodzaju *Dinobryon* (*D. sociale*, *D. bavaricum*, *D. divergens*). Sinice nadal tworzyły duże liczebnościowo zbiorowiska w metalimnionie (stan. II – około 40%) i hypolimnionie (ponad 50% na stan. I oraz około 25% na stan. II) z wyraźną dominacją *Limnothrix redekei*. Udział zielenic w zbiorowiskach fitoplanktonu wzrósł w stosunku do kwietnia i mieścił się w zakresie od 10% do 28%. Z zielenic najliczniej reprezentowane były populacje *Phacotus lenticularis*, *Sphaerocystis planctonica*, *Oocystis lacustris*, *Coelastrum astroideum*, *Monoraphidium komarkovae* oraz *Staurastrum gracile*. Nadal na wszystkich głębokościach utrzymywała się duża liczebność i biomasa kryptofitów (*Cryptomonas erosa*, *Cryptomonas rostrata*). Dominacja taksonów glonów o dużych rozmiarach komórek świadczy o presji zooplanktonu na fitoplankton poprzez selektywne wyjadanie form o małych rozmiarach.

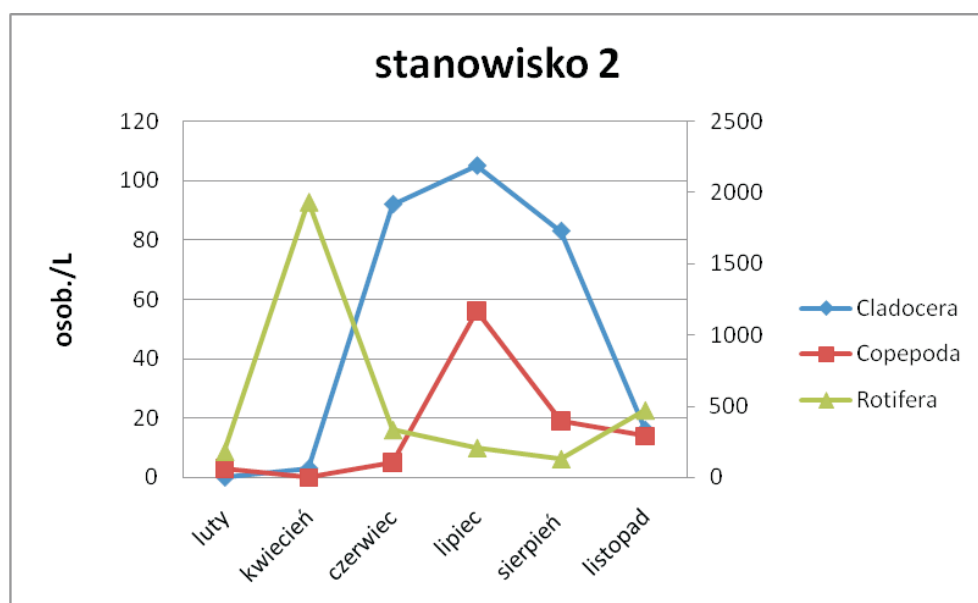
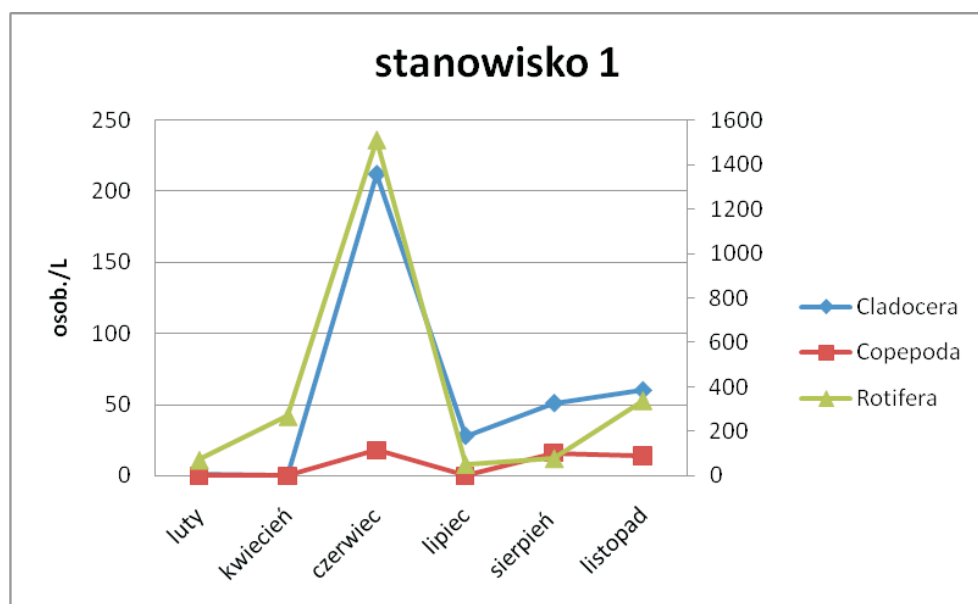
W okresie od lipca do listopada 2011 roku obserwowano gwałtowny spadek liczebności komórek i wyraźną przebudowę w strukturze liczebności taksonów sinic, okrzemek i zielenic, co skutkowało zmianą w obrębie dominantów w fitoplanktonie. Podobnie jak w roku 2009 i 2010 w całkowitej liczebności komórek fitoplanktonu w epilimnionie na obu stanowiskach obserwowano wzrost udziału okrzemek (*Fragilaria ulna*, *Asterionella formosa*, *Cyclotella radiosa*, *C. ocellata*) i zielenic (*Phacotus lenticularis*, *Oocystis lacustris*, *Cosmarium regnelli*, *Cosmarium abbreviatum*,

*Elakatothrix gelatinosa*, *Monoraphidium komarkovae*, *Monoraphidium griffithii*). Równocześnie obserwowano bardzo wyraźny spadek liczebności sinic, których udział w epilimnionie nie przekraczał 2%. Sinice nadal licznie reprezentowane były w metalimnionie (12-49%) i hypolimnionie (4-15%) przyczyniając się na tych głębokościach do większych stężeń chlorofilu-a.

W sierpniu z zielenic najliczniej reprezentowane były *Phacotus lenticularis*, *Monoraphidium komarkovae*, *Cosmarium abbreviatum*, które są słabo wyjadane przez zooplankton. Podobnie jak w roku 2010 stwierdzono przebudowę w obrębie okrzemek centrycznych i zastąpienie *Cyclotella radiosa* taksonem *Cyclotella ocellata*. Natomiast jesienią obserwowano ponownie przebudowę struktury gatunkowej i ilościowej zbiorowisk fitoplanktonu, szczególnie w epilimnionie, gdzie odnotowywano sinice. Udział zielenic w zbiorowiskach fitoplanktonu spadł w stosunku do miesięcy letnich i mieścił się w zakresie od 2% do 12%.

Podobnie jak w latach 2009-2010, odnotowano większą liczebność i biomasa fitoplanktonu w trakcie zakwitów wiosennych (okres IV-VI). W okresie letnim mimo obecności sinic i bruzdnic wartości biomasy glonów planktonowych były niższe. Odnotowane w roku 2010 zwiększenie udziału okrzemki *Cyclotella ocellata* (preferującej wody o niższej trofii) przy równoczesnym spadku liczebności *Cyclotella radiosa* w zbiorowisku ilościowym fitoplanktonu Jeziora Durowskiego wystąpiło także w roku 2011.

W poprzednich latach Rotifera znacząco dominowały liczebnością nad Cladocera i Copepoda. Poza tym wioślarki i widłonogi szczyty liczebności osiągały wiosną lub jesienią. Jednakże w 2011 roku zaobserwowano, że wioślarki osiągały najwyższe liczebności latem i były one przez cały ten okres stabilne (ryc. 16). Były też nieco wyższe niż w poprzednich latach. Liczebności zwiększyły *Daphnia cucullata* i *Daphnia hyalina*, która w poprzednich latach nie występowała lub pojawiała się sporadycznie w niewielkich zagęszczeniach. Zaobserwowano także wzrost średniej wielkości *Daphnia*. Pozytywnym zjawiskiem jest liczniejsze pojawienie się widłonogów *Eudiaptomus gracilis*, które preferują wody mniej żyzne. Przebudowa struktury zooplanktonu (mniej wrotków, więcej dużych skorupiaków) świadczy o pozytywnych zmianach w ekosystemie jeziora, które są najprawdopodobniej spowodowane zabiegami biomanipulacyjnymi (zarybianie rybami drapieżnymi). Dzięki nim zmalała presja ryb planktonożernych na większe wioślarki. Ponadto redukcja biomasy fitoplanktonu oraz sinic nitkowatych poprawiła warunki konkurencji na korzyść wioślarek, które są wydajniejszymi filtratorami i lepiej radzą



Ryc. 16. Liczebności wrotków (*Rotifera*) wioślarek (*Cladocera*) i widłonogów (*Copepoda*) na poszczególnych stanowiskach w Jeziorze Durowskim i Strudze Gołanieckiej w 2011 roku. Liczebności wrotków podane są na dodatkowej osi

sobie od wrotków (*Rotifera*) przy ograniczonych zasobach pokarmowych. Porównując liczebności zooplanktonu między stanowiskami można zauważyć wyraźne różnice między jeziorem a Strugą Gołaniecką. W poprzednich latach różnice te były znacznie mniejsze, co wyrażało się wysokim zagęszczeniem wrotków i małymi liczebnościami skorupiaków. Obecnie w Jeziorze Durowskim skorupiaki występują w znacznie większych liczebnościach, a liczba wrotków spadła. Niestety, istnieje ciągły, negatywny wpływ na Jezioro Durowskie poprzez Strugę Gołaniecką. Na tym stanowisku cały czas wyraźnie dominują wrotki, a wzrost liczebności wioślarek był niewielki w porównaniu do pozostałych stanowisk.

## Dyskusja

W Jeziorze Durowskim w latach 2005–2006 *Limnobrix redekei* była wyraźnym dominantem w strukturze ilościowej i biomasy fitoplanktonu. Dominacja tego gatunku była najbardziej widoczna w miesiącach jesiennych i zimowych (80,68%-94,62%). W Jeziorze Durowskim na badanych stanowiskach nie stwierdzono klasycznego przebiegu sukcesji glonów według Kajaka (1998) w ciągu roku. Podczas prawie całego okresu badawczego, który obejmował wszystkie pory roku zbiorowisko fitoplanktonu było zdominowane przez sinice. Dopiero w kwietniu, po ustąpieniu pokrywy lodowej nastąpił intensywny rozwój glonów z pozostałych grup taksonomicznych (złotowiciowców). Swoją rolę w obrębie dominantów zaznaczyły wiosną także zielenice i okrzemki. Wśród okrzemek także stwierdzono taksony wskaźnikowe dla wód eutroficznych: *Cocconeis placentula*, *Cyclotella radiosa*, *Cymbella lanceolata*, *Gomphonema acuminatum*, *G. parvulum*, *Navicula cincta*, *N. cuspidata*, *N. placentula*, *Nitzschia amphibia*. Dominacja sinicy była wówczas mniejsza i kształtowała się na poziomie 32,20% - 56,28%. Duży udział sinicy *Limnobrix redekei* w liczebności i biomasy fitoplanktonu w miesiącach letnich kształtował się na poziomie około 79%. W miesiącach letnich zanotowano obok dominującej sinicy także duży udział złotowiciowca *Erkenia subaequiciliata*. Najwyższy udział tego jednokomórkowego złotowiciowca w fitoplanktonie wystąpił w czerwcu 2006 r. (24,35%). *Erkenia subaequiciliata*, jako glon o bardzo małych rozmiarach charakteryzuje się strategią życiową typu r, co pozwala jej na szybkie opanowanie środowiska wodnego podczas dużej niestabilności wód (Reynolds 2002). Jednak ze względu na małe rozmiary komórek gatunek ten ma niewielki udział w biomasy fitoplanktonu.

Badania przeprowadzone w 2011 roku wykazały, że proces zmian w ekosystemie Jeziora Durowskiego, zapoczątkowany w 2009 roku przez zabiegi rekultywacyjne, jest widoczny zarówno we wskaźnikach fizyczno-chemicznych, jak i biologicznych. Z punktu widzenia użytkownika jeziora najważniejsze są organoleptyczne wskaźniki jakości wody, do których należy przezroczystość, kolor, czy obecność zakwitów wody.

Widzialność krążka Secchiego wynosząca w roku 2009 średnio 1,43 m na stanowisku I (głębocek w mieście) i 1,50 m na stanowisku II (przy nadleśnictwie), wzrosła odpowiednio do 2,19 m i 2,20 m. Zwraca uwagę mniejsza poprawa przezroczystości wody na stanowisku II, na co wpływ miał fitoplankton napływający Strugą Gołaniecką z Jeziora Kobyleckiego. Wyraźnej poprawie jakość wody uległa od lipca 2010, jako wynik wcześniej przeprowadzonych intensywnych zarybień podchowanim narybkiem szczupaka (na początku czerwca). Silna presja drapieżników na wylęg i narybek gatunków z rodziny karpowatych, spowodował ograniczenie oddziaływań pokarmowych na zooplankton, co zaowocowało przebudową struktury dominacji zarówno fitoplanktonu, jak i zooplanktonu. W zooplanktonie radykalnie zmniejszyła się liczebność wrotków, typowych dla wód przeżyźnionych, a zwiększyła się liczebność skorupiaków planktonowych. Szczególne znaczenie ma wzrost liczebności wioślarek, np. *Daphnia hyalina*, odżywiających się fitoplanktonem. Prawdopodobnie dzięki temu liczebność i biomasa fitoplanktonu uległy silnemu zmniejszeniu, powodując wzrost przezroczystości wody. W sierpniu 2010 roku uzyskano nawet tzw. efekt czystej wody (przezroczystość dochodząca do 3,4 m), co niespotykane było w tym jeziorze od wielu lat. Oprócz obniżenia liczebności i biomasy nastąpiła radykalna przebudowa składu gatunkowego fitoplanktonu. Dominująca w epilimnionie do czerwca 2010 roku sinica *Limnobotrix redekei* ustąpiła miejsca zielenicom i okrzemkom, występującym ze znacznie mniejszą liczebnością. Symptomatyczna jest też zmiana dominacji wśród gatunków okrzemek. W ubiegłych latach oraz wiosną 2010 r. dość pospolicie występowała w Jeziorze Durowskim *Cyclotella radiosa*, gatunek wskaźnikowy wód żyznych (eutroficznych), z dużą zawartością materii organicznej (beta-mezosaprobowych), ze zdarzającymi się deficytami tlenowymi. Jesienią 2010 zastąpiła ją *Cyclotella ocellata*, gatunek wskaźnikowy wód mniej żyznych (mezo-eutroficznych), z małą zawartością materii organicznej (oligosaprobowych) i dobrze natlenionych (Reynolds 2006).

O pozytywnych zmianach w składzie i liczebności fitoplanktonu świadczy też sumaryczny wskaźnik, jakim jest zawartość w wodzie chlorofilu-a,

najważniejszego barwnika fotosyntetycznego, odpowiedzialnego za produkcję pierwotną planktonu (Cerbin i in. 2012). Wartość średnia z roku 2009, wynosząca przy powierzchni 24,1  $\mu\text{g/l}$  na stanowisku I, uległa zmniejszeniu do poniżej 13  $\mu\text{g/l}$ , co jest cechą charakterystyczną dla dobrego stanu ekologicznego jeziora. Szczególnie duża różnica wystąpiła w sierpniu i wrześniu, gdy w roku 2009 stwierdzano 18,28-27,57  $\mu\text{g/l}$ , a w roku 2010 już tylko 4,86-5,54  $\mu\text{g/l}$ . Niestety w górnej części zbiornika (stanowisko II) stężenia chlorofilu-a były znacznie wyższe niż na stanowisku I, gdyż średnia roczna wartość wynosiła tam 23,31  $\mu\text{g/l}$ . Najwyższe stężenia chlorofilu a w roku 2011 występowały w jeziorze wiosną, dochodząc do 34  $\mu\text{g/l}$  na stanowisku I i do 60  $\mu\text{g/l}$  na stanowisku II. Od maja stężenia te sukcesywnie malały, w wyniku oddziaływania presji pokarmowej od góry piramidy troficznej (biomanipulacja), powodując skokowy wzrost przezroczystości wody. Stężenia chlorofilu a w Strudze Gołanieckiej były nadal dużo wyższe niż w jeziorze, wskazując na rolę wód dopływających w zasilaniu Jeziora Durowskiego w fitoplankton z położonego wyżej Jeziora Kobyleckiego. Podkreślić trzeba, że w składzie fitoplanktonu tych wód przez cały rok dominowała sinica *Limnobotrix redekei*. Konieczne jest więc podjęcie starań o odcięcie dopływu zanieczyszczeń do wyżej leżącego Jeziora Kobyleckiego oraz rozpoczęcie rekultywacji tego jeziora. W przeciwnym razie pozytywne skutki rekultywacji Jeziora Durowskiego będą nietrwałe. Może ulec ono szybkiej i ponownej eutrofizacji, objawiającej się sinicowymi zakwitami wody.

O wyraźnej poprawie jakości wody świadczy również poroślowy (peryfitonowy) krasnorost *Hildenbrandia rivularis*, zasiedlający od 2010 roku kamienie w litoralu jeziora. Jest to gatunek wskaźnikowy czystych, dobrze natlenionych wód, występujący często w potokach podgórskich, rzadziej w rzekach i jeziorach Pomorza, a bardzo rzadki w Wielkopolsce (Rott i in. 1997, Gutowski i in. 2004, Eloranta i Kwadrans 2007). Większa przezroczystość wody spowodowała także lepszy rozwój roślinności zanurzonej w litoralu jeziora, co jest bardzo korzystne dla ichtiofauny, zwłaszcza gatunków drapieżnych, aktywnych w procesie biomanipulacji. Bardzo pozytywny wpływ na jakość wody wywierają gąbki, mszywiolę i małże, coraz liczniejsze w litoralu jeziora. Przeprowadzone badania wskazują na uruchamianie w jeziorze naturalnych mechanizmów homeostatycznych, które w niedalekiej przyszłości mogą ustabilizować ekosystem w nowym, czystowodnym stanie. Konieczne jest więc stymulowanie zachodzących pozytywnych zmian w ekosystemie, nie dopuszczając do powrotu do stanu mętnowodnego.

Należy podkreślić raz jeszcze duże znaczenie, jakie w zapoczątkowaniu intensywnych przemian w ekosystemie jeziora miało zarybienie go odpowiedniej wielkości narybkiem szczupaka. Uzyskany efekt presji od góry piramidy troficznej (ang. *top down*) doprowadził do oczekiwanej poprawy przezroczystości wody. Aby utrzymać w kolejnych latach dobrą jakość wód konieczne jest utrzymanie zarybienia jeziora podchowanim narybkiem szczupaka. Wpuszczony w roku 2011 narybek szczupaka nie będzie już pełnił w kolejnym roku tej samej roli, gdyż będzie go w jeziorze dużo mniej i będzie odżywił się większymi rybami.

W czasie wiosennej i jesiennej miksji całość wód jeziornych ulegała dobremu natlenieniu. W lecie, podczas okresu stratyfikacji termicznej wystąpiły deficyty tlenowe w hypolimnionie jeziora na obydwu stanowiskach, jednak obecna była niewielka ilość tlenu w całym słupie wody, uniemożliwiając zachodzenie procesów redukcyjnych i powstawanie siarkowodoru. W górnej strefie hypolimnionu stwierdzono w lecie (zwłaszcza w lipcu 2011 r. na stanowisku I) znacznie wyższe stężenia tlenu niż w latach wcześniejszych, co świadczy o poprawie stanu ekologicznego jeziora. Stężenia azotu amonowego w wodach Jeziora Durowskiego były nieco wyższe na stanowisku I niż II, a najwyższe jego koncentracje odnotowywano nad dnem zbiornika, w wyniku okresowo pojawiających się deficytów tlenowych.

W porównaniu z danymi z lat 2009-2010 stwierdzono, iż w 2011 r. doszło do obniżenia zawartości azotu amonowego, świadczące o rosnącej roli procesu nityfikacji, w związku z poprawianiem się warunków tlenowych w hypolimnionie jeziora. Najwyższe stężenia azotanów w jeziorze stwierdzono wiosną, co wskazuje na duży ich dopływ z terenu zlewni w czasie spływu wód roztopowych. Były one obecne przez cały rok. Na stanowisku II były one nieco wyższe aniżeli na stanowisku I, a w wodach Strugi Gołanieckiej wyższe aniżeli w jeziorze, co potwierdza rolę zasilania zewnętrznego ze zlewni w zaopatrywaniu jeziora w tę formę azotu. Porównanie średniej zawartości azotanów w wodach Jeziora Durowskiego oraz Strugi Gołanieckiej wykazało ich wyraźne podwyższenie w porównaniu z danymi z lat 2009-2010, co związane jest z rosnącą ilością opadów w okresach wiosennych kolejnych lat. Azotany miały również wpływ na podwyższenie w 2011 r. ilości azotu mineralnego zarówno w jeziorze, jak i w dopływie w porównaniu z wynikami z lat 2009-2010.

Malejąca liczebność fitoplanktonu w kolejnych latach prowadzenia rekultywacji doprowadziła do obniżenia zawartości azotu organicznego zarówno w wodach jeziora, jak i jego dopływu w 2011 r. W 2011 roku w jeziorze stwierdzono podwyższenie koncentracji azotu ogólnego w porównaniu z danymi z lat 2009-

-2010. Było to z jednej strony związane z większym dopływem azotanów ze zlewni, z drugiej strony z mniejszym zużywaniem azotanów w procesie denitryfikacji (lepsze natlenienie hypolimnionu). Pewne znaczenie mogło mieć również mniejsze wykorzystanie azotu mineralnego przez malejącą produkcję pierwotną fitoplanktonu w jeziorze.

Fosforany rozpuszczone, podobnie jak w roku ubiegłym były obecne w wodach Jeziora Durowskiego przez cały okres prowadzenia badań. Ich stężenia były nieco wyższe na stanowisku I niż II, co może wskazywać na ich dopływ ze zlewni miejskiej jeziora wraz ze spływem wód deszczowych. Maksymalne stężenia występowały w strefie naddennej jeziora, co związane było z okresowymi deficytami tlenu w strefie hypolimnionu. W wodach dopływającej Strugi Gołanieckiej ich średnie stężenia były nieco niższe aniżeli w jeziorze. W porównaniu z wynikami z lat 2009-2010 stwierdzić można, że doszło do nieznacznego podwyższenia koncentracji fosforu ogólnego w wodach jeziora, co z jednej strony świadczy o większej roli spływu zanieczyszczeń ze zlewni bezpośredniej do jeziora w związku z większymi opadami, z drugiej strony z mniejszym wykorzystaniem fosforu w procesie malejącej w kolejnych latach produkcji pierwotnej fitoplanktonu. Z kolei w Strudze Gołanieckiej nastąpiło niewielkie obniżenie stężeń fosforu, co może sugerować poprawę jakości wody w wyżej położonym Jeziorze Kobyleckim, w wyniku migracji pod prąd ryb drapieżnych, którymi zarybiane było intensywnie Jezioro Durowskie (proces biomanipulacji).

Natlenianie wód aeratorem nie doprowadziło jeszcze do bardzo wyraźnej poprawy stężeń tlenu w hypolimnionie jeziora. Jest to związane z dużym zapotrzebowaniem na tlen ze strony mikroorganizmów mineralizujących świeżo sedymentującą materię organiczną do osadów dennych. Natlenienie to zacznie się stopniowo poprawiać po zmniejszeniu tempa sedymentacji fitoplanktonu oraz zmineralizowaniu wierzchniej warstwy osadów dennych. Wskazane jest, aby proces ten zachodził stopniowo, gdyż uwalniane w nim związki biogenne mają szansę być trwale zneutralizowane (odłożone w osadach dennych – fosfor, uwolnione do atmosfery – azot). Zbyt gwałtowna mineralizacja osadów dennych w wyniku szybkiego i silnego ich natlenienia mogłaby doprowadzić do zwiększonego wydzielania fosforu do wód, a tym samym do wzrostu ich żyzności i powstania ponownego zakwitów wody.

Pomimo kilkukrotnego dawkowania do jeziora siarczanu żelaza (w formie preparatu PIX) nie doszło do kumulowania żelaza w osadach dennych. Mecha-

nizmy homeostatyczne działające w ekosystemie spowodowały nawet obniżenie się zawartości tego pierwiastka w porównaniu z danymi sprzed roku. Jednocześnie wzrost w osadach dennych frakcji fosforu związanej z żelazem wskazuje na efektywniejsze jego wykorzystanie, co związane jest ze stopniowym podnoszeniem się potencjału redox, uzależnionym od natleniania wód naddennych. Wyraźnemu zmniejszeniu uległ proces wydzielania fosforu z płycej położonych osadów dennych (stanowisko II). W najgłębszym miejscu jeziora wydzielanie to zwiększyło się w 2010 w stosunku do roku 2009, co może wskazywać na przemieszczanie się świeżej materii organicznej do tzw. głębozka akumulacyjnego, w wyniku zwiększonej wymiany wody w jeziorze (wpływ wysokich opadów). Pomimo wzrostu zasilenia wewnętrznego w fosfor z osadów dennych najgłębszej części jeziora w lecie, nie doszło jednak do powstania zakwitów wody. Wręcz przeciwnie – obserwowano wówczas wzrost przezroczystości wody. Wskazuje to na retencjonowanie fosforu w wodzie interstycjalnej i naddennej, bez oddziaływania na powierzchniową warstwę wody. Wydzielony ładunek fosforu z osadów dennych był więc ponownie w nich wiązany wraz z wejściem jeziora w okres cyrkulacji, co związane jest z poprawą natlenienia wody i obniżeniem się jej temperatury. Porównanie średnich wartości uwalniania fosforu z osadów dennych tego jeziora w latach 2009-2011 wykazało, iż na stanowisku I uległo ono obniżeniu w stosunku do lat ubiegłych. Z kolei na stanowisku II doszło do jego wyraźnego obniżenia w roku 2010 i do niewielkiego wzrostu w roku 2011. Poprawa natlenienia wód hypolimnionu w stosunku do lat ubiegłych oraz obecność azotanów w wodzie w roku 2011 sprzyjały retencjonowaniu fosforu w osadach, co objawiało się jego wyższymi stężeniami w stosunku do roku ubiegłego i mniejszym wydzielaniem z osadów do toni wodnej. Ważne dla funkcjonowania ekosystemu jest ciągłe zwiększanie się udziału form fosforu trwale związanego w osadach dennych, pomimo ubywania wapnia i magnezu. Wskazywałoby to na stałe zwiększanie w osadach zawartości fosforanów tych metali, a wydzielania innych, mniej trwałych ich połączeń. Wskazane byłoby dodanie do wód naddennych rozpuszczonych soli tych dwu pierwiastków (np. azotanów), co spowodowałoby przesunięcie ich stanu równowagi w połączeniach chemicznych, przyczyniając się również do intensywniejszego powstawania trwałych połączeń z fosforanami. Obecność azotanów wpłynie na wzrost potencjału redox osadów, a tym samym zintensyfikuje adsorpcję fosforanów przez związki żelaza.

## Podsumowanie

Reasumując, podjęta w 2009 roku rekultywacja Jeziora Durowskiego wpłynęła na wyraźną poprawę jakości wody, doprowadziła do obniżenia liczebności i biomasy fitoplanktonu, zwiększenia liczebności zooplanktonu skorupiakowego, a obniżenia ilości wrotków, ustąpienia sinicowych zakwitów wody w lecie i korzystnych zmian w osadach dennych. W roku 2012 konieczne jest ponowienie zarybienia Jeziora Durowskiego podchowyanym narybkiem szczupaka i sandacza oraz dalsze natlenianie wód naddennych przy użyciu aeratorów. Bardzo wskazane byłoby dawkowanie przez aeratory do wód naddennych chlorku magnezu w miesiącach letnich, o ile powtórzą się w przyszłym roku podwyższone stężenia fosforanów i azotu amonowego w tej strefie. Niezbędne będzie również podejmowanie interwencyjnych dawek preparatu PIX, w przypadku wzrostu stężeń fosforanów rozpuszczonych w jeziorze. Dalsze utrzymanie korzystnych tendencji zmian zachodzących w ekosystemie wymagać będzie jednak kontynuowania zabiegów rekultywacyjnych, przynajmniej do czasu zmniejszenia ładunku zanieczyszczeń dopływających Strugą Gołaniecką. Do czasu rozpoczęcia rekultywacji Jeziora Kobyleckiego ważne będzie strącanie fosforu dopływającego Strugą Gołaniecką (strefa inaktywacji fosforu na wlocie do Jeziora Durowskiego).

W fitoplanktonie wiosennym i jesiennym oraz w głębszych strefach jeziora w lecie nadal dominację wykazują sinice, co wskazuje na konieczność dalszej rekultywacji jeziora, gdyż zaniechanie któregoś ze stosowanych zabiegów mogłoby spowodować powrót sinic do powierzchniowej warstwy wody. Równocześnie rosnący udział w fitoplanktonie dużych form planktonowych okrzemek, złotowiciowców i zielenic potwierdza dużą skuteczność zabiegów biomanipulacyjnych, wskazując na silną presję zooplanktonu na glony o niewielkich rozmiarach. Konieczne jest monitorowanie ekosystemu, by tzw. efekt sprzężenia zwrotnego nie spowodował silnego zakwitu wody, ograniczającego przenikania światła w wodzie.

## Bibliografia

- Berger C.**  
1975 Occurrence of *Oscillatoria agardhii* Gom. in some shallow eutrophic lakes. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 19: 2689–2697.
- Bucka H.**  
1989 Ecology of selected alga causing water bloom. *Acta Hydrobiol.*, 31(3/4): 207–258.
- Cerbin S., Messyasz B., Kowalczyńska – Madura K., Gódyn R.**  
2012 Ocena rezultatów rekultywacji Jeziora Durowskiego na podstawie monitoringu przyrodniczego. [w:] Garbacz J.K. (red.), Diagnostowanie stanu środowiska, metody badawcze – prognozy. Kompleksowe badania i ochrona środowiska naturalnego, Bydgoskie Towarzystwo Naukowe, Bydgoszcz. Tom VI: 7-14.
- Elbanowska H., Zerbe J., Siepak J.**  
1999 Fizyczno-chemiczne badania wód. Wydawnictwo Naukowe PWN, Poznań.
- Eloranta P., Kwadrans J.**  
2007 *Freshwater red algae (Rhodophyta). Identification guide to European taxa, particularly to those in Finland.* Norlinia 15, Botanical Museum, Finnish Museum of Natural History in Helsinki, 103 pp.
- Feibicke M.**  
1997 Impact of nitrate addition on phosphorus availability in sediment and water column and on plankton biomass – experimental field study in the shallow brackish Schlei Fjord (Western Baltic, Germany). *Water, Air and Soil Pollution* 99: 445-456.
- Gutowski A., Foerster J., Schaumburg J.**  
2004 The use of benthic algae, excluding diatoms and Charales, for the assessment of the ecological status of running fresh waters: a case history from Germany. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, Vol. 33 (2): 3-15.
- Kajak Z.**  
1998 *Hydrobiologia. Limnologia. Ekosystemy wód śródlądowych.* Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa: 3-360.
- Kawecka B., Eloranta P.V.**  
1994 *Zarys ekologii glonów wód słodkich i środowisk lądowych.* Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Konopka A.E., Klemer A.R., Ibelings B.W.**  
1993 Effects of nutrient upon buoyancy regulation by metalimnetic *Oscillatoria agardhii* in Deming Lake, Minnesota. *J. Plankton Res.*, 15(9): 1019–1034.
- Langa S., Messyasz B.**  
2006 Daily changes in the density of filamentous cyanobacteria during bloom development in Lake Durowskie. [w:] Burchardt L. (ed.), *Proceedings of the 25<sup>th</sup> International Phycological Conference.* Algae and Their Changes over time: 78.
- Lindholm T., Meriluoto J.A.O.**  
1991 Recurrent Depth Maxima of the Hepatotoxic Cyanobacterium *Oscillatoria agardhii*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 45: 1629–1634.
- Messyasz B.**  
1999 Zależności między fitoplanktonem a elementami fizyczno-chemicznymi sześciu jezior Strugi Gołanieckiej. Maszynopis pracy doktorskiej, Zakład Hydrobiologii, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, Poznań, msr: 2-215.
- Messyasz B.**  
2000 Phytoplankton In the different mictic kind of lasek as reflection physicochemical parameters. [w:] Gurgul H. (ed.), *Physicochemical problems of natural waters ecology.* Vol. II. *Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego:* 141-156.
- Messyasz B.**  
2000a The diel pattern of changes in vertical distribution of phytoplankton in two eutrophic stratified lakes. *Acta Hydrobiol.*, Kraków, 42(1/2): 41-52.
- Messyasz B.**  
2005 Planktothrix agardhii (Gom.) Anagn. et Kom. Blooms in tunnel-valley lakes. *International Conference: Hazardous algae – a problem for modern ecology.* 18-19 May, 2005, Gdańsk: 22-23.
- Messyasz B., Langa S.**  
2006 Charakterystyka zbiorowiska fitoplanktonu w kąpieliskach Jeziora Durowskiego. *XX Zjazd Hydrobiologów Polskich*, 4-8 września 2006, Toruń: 146.
- Mischke U., Nixford B.**  
2003 Equilibrium phase conditions in shallow German lakes: How Cyanoprokaryota species establish a steady state phase in late summer. *Hydrobiologia* 502: 123-132.
- Myślińska E.**  
2001 *Grunty organiczne i laboratoryjne metody ich badań.* Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa str. 208
- Nixdorf B., Mischke U., Rücker J.**  
2003. Phytoplankton assemblages and steady in deep and shallow eutrophic lakes – an approach to differentiate the habitat properties of Oscillatoriales. *Hydrobiologia*, 502: 111-121.
- Psenner R., Boström B., Dinka M., Pettersson K., Pucsko R., Sager M.**  
1988 Functionation of phosphorus in suspended matter and sediment. *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.* 30, 83-112.
- Reynolds C.S.**  
1994 The long, the short and the stalled: on the attributes of phytoplankton selected by physical mixing in lakes and rivers. [w:] J.P. Descy, C.S. Reynolds & J. Padiak (eds.). *Phytoplankton in turbid environments: rivers and shallow lakes.* *Hydrobiologia*, 289: 9-21.
- Reynolds C. S., Huszar V.L.M., Kruk C., Naselli – Flores. L., Melo S.**  
2002 Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. *J. Plankton Res.* 24: 417-428.
- Reynolds C.S.,**  
2006 *The Ecology of Phytoplankton.* Cambridge University Press: 5-535.
- Rojo C., Cobelas M.A.**  
1994 Population dynamics of *Limnithrix redekei*, *Oscillatoria lanceiformis*, *Planktothrix agardhii* and *Pseudanabaena limnetica* (cyanobacteria) in a shallow hypertrophic lake (Spain). [w:] E. Mortensen et al. (eds.). *Nutrient dynamics and biological structure in shallow freshwater and brackish lakes.* *Hydrobiologia*, 275/276: 165-171.

**Rott E., Hofmann G., Pall K., Pfister P., Pipp E.**

1997 Indikationslisten für Aufwuchsalgen, Teil 1: Saprobielle Indikation (Indication lists for periphytic algae. Part 1: Saprobic indication). Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft (Federal Ministry of Agriculture and Forestry), Wien: 73 pp.

**Siepak J.**

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

**Søndergaard M., Wolter K-D., Rippl W.**

2002 Chemical treatment of water and sediments with special reference to lakes. [w:] Perrow M.R., Davy A.J. (red.). Handbook of ecological restoration. Cambridge Univ. Press: 184-205.

**Starmach K.**

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

**WIOŚ**

2007 Kołodziej L., Duraj M., Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Poznaniu, Delegatura w Piłi. Informacja o stanie czystości Jeziora Durowskiego, Piła.

**Zavenboom W., Bij de Vaate A., Mur L.R.**

1982 Assessment of factors limiting growth rate for *Oscillatoria agardhii* in hypertrophic Lake Wolderwijd, 1978, by use of physiological indicators. *Limnol. Oceanogr.*, 27 (1): 39-52.



## Adresy autorów

**Prof. zw. dr hab. Andrzej M. Wyrwa**

Instytut Historii

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza

ul. Św. Marcin 78, 61-809 Poznań

[lekno@amu.edu.pl](mailto:lekno@amu.edu.pl)

i

Muzeum Pierwszych Piastów na Lednicy

Dzieskanowice 32, 62-261 Lednogóra

**Prof. dr hab. Ryszard Gołdyn**

Zakład Ochrony Wód

Wydział Biologii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

ul. Umultowska 89, 61-614 Poznań

[rgold@amu.edu.pl](mailto:rgold@amu.edu.pl)

**Dr Beata Messyasz**

Zakład Hydrobiologii

Wydział Biologii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

ul. Umultowska 89, 61-614 Poznań

[messyasz@amu.edu.pl](mailto:messyasz@amu.edu.pl)

**Katarzyna Kowalczevska – Madura**

Zakład Ochrony Wód

Wydział Biologii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

ul. Umultowska 89, 61-614 Poznań

**Sławomir Cerbin**

Zakład Hydrobiologii

Wydział Biologii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

ul. Umultowska 89, 61-614 Poznań