

Sesja IV  
**HYDROLOGIA, DEGRADACJA, REKULTYWACJA**

---

EKOLOGICZNE SKUTKI ZABUDOWY RZEKI PASŁĘKI JAZEM PIĘTRZĄCYM  
NA PRZYKŁADZIE ELEKTROWNI WODNEJ „KASZTANOWO”\*

ALINA BONAR, URSZULA SZYMAŃSKA, ELŻBIETA ZĘBEK

Wydział Prawa i Administracji, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski  
ul. Warszawska 98, 10-561 Olsztyn

Rzeka jest systemem dynamicznym. Liczebności organizmów wodnych roślinnych i zwierzęcych pod względem liczby osobników i liczby gatunków, a także ilości substancji chemicznych, zależą od spływów ze zlewni (zagospodarowanie i użytkowanie zasobów) oraz intensywności opadów. Przegrodzenie rzeki jazem piętrzącym i skierowanie wód na elektrownię jest czynnikiem antropogenicznym, który zmienia prędkość przepływów, a tym samym zakłóca ciągłość rzeki (konceptcja Vannota).

Na podstawie zebranych materiałów stwierdzono, że zabudowa rzeki Pasłęki (objętej ochroną rezerwatową) jazem piętrzącym tworzy dwa odmienne w sensie ekologicznym systemy. Przed jazem i elektrownią powstał system o cechach charakterystycznych dla wód stojących o zmniejszonym przepływie. Natomiast poniżej jazu i elektrowni przepływy były charakterystyczne dla rzek i strumieni górskich, o dnie kamienistym i żwirowym.

Materiały zbierane były raz w miesiącu od marca do listopada w latach 2001, 2002 i 2003 z pięciu stanowisk powyżej jazu i elektrowni i z czterech poniżej jazu i elektrowni.

Celem badań było określenie różnic w chemizmie wody oraz w zespołach fitoplanktonu i zooplanktonu sieciowego pod względem ilościowym i jakościowym.

Wyniki szczegółowe

1. Stwierdzono, że zabudowa rzeki Pasłęki jazem piętrzącym i skierowanie wody na turbinę zwiększa przeciętne natlenienie wody o  $0,6 \text{ mg dm}^{-3}$  (od  $9,57$  do  $10,17 \text{ mg dm}^{-3}$ ). Nie stwierdzono znaczących różnic w przypadku przewodności elektrolitycznej właściwej wody, która wynosiła odpowiednio  $511$  i  $505 \mu\text{s cm}^{-1}$ . Temperatura wody w obu grupach stanowisk wynosiła przeciętnie  $13,8^\circ\text{C}$ .

2. Stwierdzono różnice w fitoplanktonie sieciowym. Przed jazem i elektrownią liczebność wynosiła  $3986 \text{ osobn. dm}^{-3}$ , a biomasa  $0,040397 \text{ mg dm}^{-3}$ , natomiast za jazem i elektrownią odpowiednio  $2155 \text{ osobn. dm}^{-3}$  i  $0,016594 \text{ mg dm}^{-3}$ . Również zawartość fosforanów ( $\text{PO}_4$ ) w wodzie wykazywała znaczące różnice ( $0,53 \text{ mg PO}_4 \text{ dm}^{-3}$  i  $0,38 \text{ mg PO}_4 \text{ dm}^{-3}$ ).

3. Podobne różnice stwierdzono w przypadku zooplanktonu sieciowego. Przed jazem i elektrownią liczba osobników na  $1 \text{ dm}^3$  wynosiła  $131$ , a za jazem i elektrownią  $125 \text{ osobn. dm}^{-3}$ , przy liczbie gatunków odpowiednio  $186$  i  $107$ .

---

\* Badania prowadzono w ramach grantu KBN nr 6PO4G06620 pt. „Ekologiczne skutki zabudowy rzeki Pasłęki do celów małej retencji i energetyki wodnej”

ZMIANY W FITOPLANKTONIE PŁYTKIEGO ZBIORNIKA  
PODCZAS REKULTYWACJI PRZY UŻYCIU SIARCZANU ŻELAZA

AGNIESZKA BUDZYŃSKA, RYSZARD GOŁDYN

Zakład Ochrony Wód, Uniwersytet im. A. Mickiewicza  
ul. Umultowska 89, 61-614 Poznań

Sztuczne hipertroficzne jezioro Rusałka, położone w obrębie miasta Poznania, zostało poddane rekultywacji w roku 2006 i 2007. Do jeziora wprowadzane były kilkakrotnie stosunkowo niewielkie dawki koagulantu żelazowego (PIX), które miały spowodować podniesienie wydajności procesów immobilizacji fosforu, zachodzących naturalnie w osadach dennych. Fitoplankton, jako producent pierwotny, reaguje jako pierwszy składnik ekosystemu na obniżone w ten sposób wewnętrzne zasilanie wód jeziora w fosfor, i zmiany w nim zachodzące wpływają następnie na pozostałe poziomy troficzne.

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie zmian jakościowych i ilościowych w fitoplanktonie Rusałki w okresie rekultywacji. Badania prowadzone były w roku poprzedzającym zabiegi rekultywacyjne (2005), oraz w ciągu dwóch lat rekultywacji (2006 i 2007). Próby do analiz fitoplanktonu pobierano w najgłębszym miejscu jeziora, utrwalano płynem Lugola i analizowano w mikroskopie odwróconym po sedymentacji.

Zagęszczenie fitoplanktonu w jeziorze Rusałka było najwyższe w pierwszym roku rekultywacji. Nie odnotowano znaczących różnic pomiędzy liczebnością fitoplanktonu wiosną i wczesnym latem pomiędzy rokiem 2005 a 2007. W sierpniu 2007 zagęszczenie fitoplanktonu było znacznie wyższe niż w tym samym miesiącu w roku 2005, natomiast jesienią mieliśmy do czynienia z sytuacją odwrotną. Bardziej wyraźne zmiany stwierdzono w strukturze dominacji organizmów fitoplanktonowych. Przed rekultywacją sinice były najliczniejszą grupą taksonomiczną od czerwca aż do listopada. Z kolei w roku 2006 cyjanobakterie dominowały od czerwca do października, a w roku 2007 tylko w dwóch najcieplejszych miesiącach letnich (lipiec, sierpień). W miejsce sinic licznie rozwinęły się zielenice. Przedstawione wyniki zostaną przedyskutowane na tle danych fizyczno-chemicznych.

---

**KOMPLEKSOWA OCENA ZANIECZYSZCZENIA OSADÓW DENNYCH RZEK  
NA PRZYKŁADZIE CIEKÓW MIASTA OPOLE**

IZABELA CZERNAWSKA-KUSZA

Katedra Ochrony Powierzchni Ziemi, Uniwersytet Opolski  
ul. Oleska 22, 45-052 Opole, e-mail: Izabela.Kusza@uni.opole.pl

W ocenie poziomu zanieczyszczenia osadów dennych zastosowano podejście kompleksowe, uwzględniające dane analizy chemicznej, ekotoksykologicznej oraz biologicznej, opartej na zespole bentosowym. Próbkę pobierane były z rzek i kanałów położonych na obszarze miasta Opole, celem określenia potencjalnego wpływu zanieczyszczeń pochodzących z różnych źródeł komunalno-przemysłowych na osady denne i zasiedlające je makroorganizmy. Wyniki analizy wykazały znaczne zróżnicowanie w poziomie degradacji wyznaczonych stanowisk, związane przede wszystkim z podwyższoną zawartością w osadach metali ciężkich, substancji ropopochodnych i węglowodorów aromatycznych. Struktura zespołów makrofauny dennej również cechowała się dużą zmiennością, w odpowiedzi na działające czynniki naturalne i antropogeniczne. Na większości badanych stanowisk stwierdzono wyraźne powiązanie pomiędzy zmienionymi warunkami siedliskowymi infauny a poziomem zanieczyszczenia / toksyczności osadów dennych.

**TESTY OCENY TOKSYCZNOŚCI W KLASYFIKACJI JAKOŚCI RZEK  
NA PRZYKŁADZIE RZEKI SOKOŁÓWKI W ŁODZI**AGATA DROBNIĘWSKA<sup>1</sup>, ALEKSANDRA SKOWRON<sup>1,2</sup>, WOJCIECH FRĄTCZAK<sup>1</sup>,  
ALICJA ZAWADZKA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Międzynarodowy Instytut PAN Europejskie Regionalne Centrum Ekohydrologii pod auspicjami UNESCO  
ul. Tylna 3, 90-364 Łódź, e-mail: a.drobniewska@erce.unesco.lodz.pl, w.fratczak@wp.pl

<sup>2</sup>Katedra Ekologii Stosowanej, Uniwersytet Łódzki  
ul. Banacha 12/16, 90-237 Łódź, e-mail: a.skowron@erce.unesco.lodz.pl

<sup>3</sup>Politechnika Łódzka  
ul. Wólczańska 213, 90-924 Łódź, e-mail: zawadzka@wipos.p.lodz.pl

Ekosystemy rzek i jezior są położone w najniższych punktach krajobrazu, stąd wszelka działalność człowieka w dorzeczu/zlewni przekłada się na ekosystemy wodne. Na negatywny wpływ antropopresji ze względu m.in. na brak stref buforowych, niską bioróżnorodność oraz przewagę punktowych źródeł zanieczyszczeń, w dużej mierze zasilanych wodami deszczowo-burzowymi, są szczególnie narażone zbiorniki miejskie. Gromadzony w nich ładunek materii tworzy niekorzystnie wpływający na jakość wody osad denny. Osady determinują parametry fizyczno-chemiczne wody, dlatego ich dynamika, ilość, właściwości stanowią istotny aspekt w zarządzaniu zasobami wodnymi. Tymczasem systemy oceny jakości środowiska wodnego koncentrują się przede wszystkim na

analizie wody. Jednakże substancje chemiczne są również sorbowane przez zawiesiny i mogą kumulować się w osadach. Konieczne wydaje się zatem prowadzenie ich monitoringu. Uzupełnieniem analiz chemicznych stała się w ostatnich latach bioindykacja, która może być narzędziem oceny jakości i stanu ekologicznego rzek, do czego zobowiązują założenia Dyrektywy Wodnej. Celem badań była ocena możliwości wykorzystania mikrobiotestów w ocenie zdolności redukcji zanieczyszczeń wód w kaskadzie zbiorników rzeki Sokołówki na podstawie jakości wód oraz osadów. Do badań użyto testy z wykorzystaniem *Sorghum saccharatum*, *Lepidium sativum* oraz *Sinapis alba*, *Vibrio fischeri* (Microtox® STP), *Heterocypris incongruens* (Ostracodtoxkit). Badania prowadzone w porze wiosennej, letniej i jesiennej (2008) obejmowały zarówno ocenę toksyczności osadów rzecznych jak i analizy fizyczno-chemiczne wód ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  i Zn, Ni, Pb, Cd, Cu) i osadów (pH, materia organiczna, Zn, Ni, Pb, Cd, Cu).

Praca finansowana w ramach projektu SWITCH 018530-2 – „Sustainable Water Management Improves Tomorrow's Cities' Health” (2005–2011)

#### PIANA POCHODZENIA *Microthrix parvicella* A STĘŻENIE N-NH<sub>4</sub> W ODPLYWIE Z REAKTORÓW OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW KOMUNALNYCH

ADAM DRZEWICKI

Katedra Ekologii Stosowanej, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski  
ul. Oczapowskiego 5, 10-957 Olsztyn, e-mail: adam.drzewicki@uwm.edu.pl

W materiale omówiono wycinek wyników badań nad problemem piany pochodzenia biologicznego w 10 oczyszczalniach ścieków komunalnych usuwających biogeny w woj. warmińsko-mazurskim, Polska. Przepustowość hydrauliczna oczyszczalni mieściła się w zakresie od 300 do 7000 m<sup>3</sup> d<sup>-1</sup>. Wszystkie oczyszczalnie pracowały w niskim zakresie obciążenia osadu czynnego ładunkiem dopływających ścieków od 0,004 do 0,146 kg BZT<sub>5</sub> kg<sup>-1</sup> MLVSS d. Udział ścieków przemysłowych w ściekach dopływających do oczyszczalni wynosił od 0 do 60% ogólnej ilości ścieków. Koncentracja azotu amonowego w odpływie z reaktorów mieściła się w zakresie 0,0–15,00 mg dm<sup>-3</sup>.

Analizę mikroskopową prób piany przeprowadzono na materiale żywym i w preparatach wybarwionych metodami Grama i Neissera. Intensywność problemu pienienia wyrażono za pomocą indeksu piany (I<sub>p</sub>) rozumianego jako iloraz organicznej suchej masy piany oraz osadu czynnego. Oznaczenia stężenia suchej masy osadu czynnego w komorach biologicznego oczyszczania oraz wskaźników zanieczyszczeń w ściekach wykonano zgodnie z ogólnie przyjętą metodyką. Do określenia istotności związku pomiędzy stężeniem azotu amonowego w ściekach oczyszczonych a indeksem piany obliczono współczynniki korelacji Pearsona (r). Dodatkowo związek pomiędzy stężeniem azotu amonowego w ściekach oczyszczonych a indeksem piany analizowano zastosowanym modelem regresji logistycznej. Przyjęto za zmienną niezależną wartość stężenia azotu amonowego w ściekach w odpływie z reaktorów, wyrażoną w mg dm<sup>-3</sup>; za zmienną zależną wartość

indeksu piany ( $I_p$ ), wyrażoną w układzie binarnym. Z wcześniejszych obserwacji własnych wynika, że  $I_p > 1$  wskazuje na poważny problem pienienia. Jeżeli  $I_p < 1$  to wartość tą zapisywano jako 0, gdy  $I_p > 1$  to jako 1.

Głównym biologicznym składnikiem wszystkich badanych prób piany był *Microthrix parvicella*. Wyrażona indeksem piany intensywność pienienia była w statystycznie istotnym, dodatnim związku z koncentracją azotu amonowego w ściekach oczyszczonych ( $r = 0,4661$ ;  $n = 20$ ;  $p < 0,05$ ;  $y = 1,4749 + 0,5118 x$ ). Analizując model regresji logistycznej, wykazano, że prawdopodobieństwo napotkania intensywnej piany ( $I_p > 1$ ) przekracza 50%, gdy stężenie azotu amonowego w ściekach oczyszczonych  $> 2 \text{ mg dm}^{-3}$ . Dobroć dopasowania tego modelu wynosi  $P = 0,0000$ . Jak wiadomo, azot amonowy jest niezbędnym źródłem azotu dla rozwoju *Microthrix parvicella*.

## EKOHYDROLOGICZNE PODSTAWY W ZINTEGROWANYM ZARZĄDZANIU WODĄ W MIEŚCIE

WOJCIECH FRĄTCZAK<sup>1,2</sup>, ALEKSANDRA SKOWRON<sup>2,1</sup>, MACIEJ ZALEWSKI<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Międzynarodowy Instytut PAN Europejskie Regionalne Centrum Ekohydrologii pod auspicjami UNESCO  
ul. Tylna 3, 90-364 Łódź, Polska, e-mail:

<sup>2</sup>Uniwersytet Łódzki, Katedra Ekologii Stosowanej, ul. Banacha 12/16, 90-237 Łódź, Polska  
e-mail: wfratczak@wp.pl, a.skowron@erce.unesco.lodz.pl, mzal@biol.uni.lodz.pl

Zgodnie z koncepcją Ekohydrologii zrównoważony rozwój zasobów wodnych zależy od możliwości kontroli procesów krążenia wody, biopierwiastków i przepływu energii w skali zlewni. Nowe przyjazne środowisku podejście w zarządzaniu miejskimi zasobami wodnymi opiera się na strategii sukcesu eliminującej zagrożenia dla zwiększenia odporności i pojemności absorpcyjnej ekosystemów przeciw nasilającym się zjawiskom ekstremalnym. Wiele działań w zakresie regulacji rzek w obszarach miejskich opartych było na hydrologiczno-inżynierskiej praktyce, która zazwyczaj skupiała się na eliminacji zagrożeń związanych z ekonomicznymi aspektami rozwijającego się miasta. Takie inwestycje zmieniły w sposób trwały warunki środowiskowe, ograniczyły zdolność zlewni dla retencji gruntowej, ale przede wszystkim pogorszyły jakość zasobów wodnych, środowiska i życia mieszkańców. Przykładem takiej regulacji jest rzeka Sokołówka przepływająca przez północne dzielnice Łodzi. Praca prezentuje rezultaty projektu demonstracyjnego realizowanego na obszarze Miasta Łodzi zogniskowanego na wykorzystaniu ekohydrologii w procesie renaturyzacji rzeki miejskiej ze szczególnym uwzględnieniem zarządzania wodami burzowymi. Badania prowadzone w latach 2006–2008, wskazują, że największe koncentracje nutrientów (TP, TN) i materii (TSS) występują w pierwszym punkcie systemu monitoringu jako wynik nielegalnych zrzutów ścieków, nieszczelności kanalizacji ogólnospławnej, jak też wprowadzenia zrzutów burzowych do rzeki. Głównym celem realizowanych badań jest ustalenie hierarchii parametrów wpływających na zwiększenie odporności istniejących zbiorników na rzece Sokołówce przeciw symptomom eutrofizacji. Podjęte działania mają na celu zmniejszenie ładunku zanieczyszczeń, poprawę jako-

ści wody i ekologicznego statusu rzeki Sokołówki jak też istniejącej kaskady zbiorników w wyniku wdrożenia biofiltracyjnego zbiornika wstępnego – nowego rozwiązania w zintegrowanym zarządzaniu zasobami wodnymi miasta.

Praca finansowana w ramach projektu SWITCH 018530-2 – „Sustainable Water Management Improves Tomorrow's Cities' Health” (2005–2011).

## ZASILANIE WEWNĘTRZNE W FOSFOR W WYBRANYCH JEZIORACH DOLINY CYBINY

RYSZARD GOŁDYN<sup>1</sup>, KATARZYNA KOWALCZEWSKA-MADURA<sup>1</sup>, RENATA DONDAJEWSKA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Zakład Ochrony Wód, Uniwersytet im. A. Mickiewicza  
ul. Umultowska 89, 60-614 Poznań, e-mail: madura@amu.edu.pl

<sup>2</sup>Stacja Ekologiczna Uniwersytetu im. A. Mickiewicza w Jeziorach  
skr. poczt. 40, 62-050 Mosina

W roku 2007 przeprowadzono badania zasilania wewnętrznego w fosfor z osadów dennych w 11 jeziorach położonych w dolinie Cybiny. Bezpośrednio w biegu Cybiny badaniami objęto jeziora Góra i Uzarzewskie oraz zbiorniki Antoninek i Maltański. Na dopływie Cybiny, rzecze Cybince zlokalizowane były jeziora Baba, Cyganek, Uli oraz Ósemka. Ponadto próby pobierano również z jeziora Wójtostwo oraz małych jezierek nazywanych Prawe i Lewe. Celem przeprowadzonych badań było określenie zdolności osadów dennych do wydzielania bądź kumulacji fosforu, za pomocą eksperymentów *ex situ*. W najgłębszym miejscu każdego z jezior zmodyfikowanym rurowym chwytaczem dna pobierano niezaburzone rdzenie osadów dennych, które po przewiezieniu do laboratorium ekspozowano w temperaturze 16°C w warunkach tlenowych oraz beztlenowych przez okres 2 tygodni. W pobranych próbach osadów dennych określano również koncentrację fosforu ogólnego i jego poszczególnych frakcji, zawartość materii organicznej oraz stężenie fosforanów rozpuszczonych i fosforu ogólnego w wodzie interstycjalnej i nadosadowej. Najwyższe uwalnianie fosforu z osadów dennych do wody nadosadowej w warunkach beztlenowych odnotowano w Zbiorniku Antoninek – 41,4 mgP m<sup>2</sup>d<sup>-1</sup> a najniższe w jeziorze Ósemka – 0,39 mgP m<sup>2</sup>d<sup>-1</sup>. W warunkach tlenowych najwięcej fosforu uwolniło się z osadów jeziora Góra – 12,2 mgP m<sup>2</sup>d<sup>-1</sup> a najmniej z osadów jeziora Ósemka – 0,07 mgP m<sup>2</sup>d<sup>-1</sup>. W jeziorze Uzarzewskim odnotowano nawet niewielką kumulację fosforu w osadach dennych – 0,43 mgP m<sup>2</sup>d<sup>-1</sup>. Zawartość fosforu ogólnego w osadach dennych badanych jezior wahała się od 0,45 mgP g<sup>-1</sup> s.m. (J. Lewe) do 2,31 mgP g<sup>-1</sup> s.m. (J. Ósemka). W większości badanych jezior w osadach dominowała frakcja NaOH-NRP charakteryzująca fosfor występujący w połączeniach z materią organiczną. Koncentracja materii organicznej w osadach dennych najwyższą wartość osiągnęła w jeziorze Cyganek (64,6%), a najniższą w Zbiorniku Maltańskim (10,8%). Koncentracja fosforu ogólnego w wodach interstycjalnych osadów dennych wahała się od 0,25 mgP dm<sup>-3</sup> (J. Ósemka) do 3,28 mgP dm<sup>-3</sup> (J. Góra). W wodach naddennych stężenia fosforu były niższe i mieściły się w zakresie od 0,043 mgP dm<sup>-3</sup> (J. Cyganek) do 1,89 mgP dm<sup>-3</sup> (J. Lewe).

Badania finansowano z grantu MNI – N 30510831/3632

SEZONOWA DYNAMIKA ZMIAN STĘŻENIA SUBSTANCJI BIOGENICZNYCH  
W TONI WODNEJ JEZIORA MARSZEWO; POZIOM TROFII ZBIORNIKA  
ORAZ JEGO PODATNOŚĆ NA EUTROFIZACJĘ

ANNA JAROSIEWICZ

Zakład Ekologii Wód, Akademia Pomorska w Słupsku  
ul. Arciszewskiego 22b, 76-200 Słupsk, e-mail: jarosiewicz@poczta.onet.pl

Badaniami objęte zostało jezioro Marszewskie Duże (Marszewo) ( $54^{\circ}30,5'N$ ,  $16^{\circ}42,6'E$ ), położone na terenie Pojezierza Pomorskiego (woj. zachodniopomorskie, pow. sławieński). Powierzchnia jego wynosi około 18 ha, głębokość maksymalna to 20 m (głębokość średnia 6,5 m).

Badania mające na celu prześledzenie sezonowych zmian zawartości związków biogenicznych prowadzone są w miesięcznych odstępach czasu od września 2007. Na jeziorze wyznaczone zostały 4 stanowiska pomiarowe, zlokalizowane wzdłuż dłuższej osi jeziora. Na każdym ze stanowisk oznaczano przejrzystość wody, wykonywano pionowy profil temperatury, oznaczano zawartość tlenu rozpuszczonego oraz pobierano próby do dalszych oznaczeń laboratoryjnych (metr pod powierzchnią wody, nad i pod termokliną, przy dnie). W warunkach laboratoryjnych, w dniu pobrania prób, w każdej z nich oznaczano pH, przewodnictwo, stężenie fosforu całkowitego i mineralnego, azotu całkowitego i jego form mineralnych tzn. azotanów i jonów amonowych.

Na podstawie badań stwierdzono, że jezioro to zaliczyć można do dimiktycznych z wyraźnie zaznaczoną stratyfikacją letnią.

Przejrzystość wody w analizowanym przedziale czasowym mieściła się w zakresie od 2,3 do 4,3 m, przewodnictwo wynosiło około  $400 \mu S cm^{-1}$ . Stężenia poszczególnych form azotu i fosforu charakteryzowały się sezonową zmiennością, a w trakcie letniej stratyfikacji obserwowano silnie zaznaczający się gradient pionowy. W okresie letnim stwierdzono wzrost stężenia fosforu całkowitego w strefie przydennej, charakteryzującej się deficytami tlenowymi w tym okresie. Podobne zjawisko obserwowane było w przypadku mineralnej formy tego pierwiastka. Od czerwca rozpoczął się intensywny wzrost stężenia fosforanów w strefie przydennej do  $0,3 mgP dm^{-3}$ , trwający do późnojesiennego wymieszania wód. Brak tlenu stwarzał sprzyjające warunki do uwalniania się znacznych zapasów fosforu zmagazynowanych w osadach. Stężenie poszczególnych form azotu również miało silny związek ze zmianami zawartości rozpuszczonego tlenu w poszczególnych warstwach jezior. Najistotniejsze sezonowe zmiany i okresową stratyfikację głębokościową obserwować można było w przypadku amonowej formy azotu, której stężenie zmieniło się w zależności od panujących warunków tlenowych od  $0,04$  do  $1,95 mgN dm^{-3}$  w warunkach beztlenowych w strefie przydennej.

Na podstawie uzyskanych wyników jezioro zaliczyć można do grupy mezoeutroficznej, przy czym wysokie stężenie fosforu całkowitego w okresie letnim świadczą o początku eutrofii tego jeziora.

---

## CZYNNIKI KSZTAŁTUJĄCE PRZEZROCYSTOŚĆ WODY W WYBRANYCH JEZIORACH WIELKOPOLSKIEGO PARKU NARODOWEGO

TOMASZ JONIAK

Zakład Ochrony Wód, Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu  
ul. Umultowska 89, 61-614 Poznań, e-mail: tjoniak@wp.pl

Zasadnicze znaczenie dla ekosystemu jeziornego ma radiacja słoneczna, która jako główny strumień energetyczny decyduje m.in. o termice wody, produktywności, głębokości występowania roślinności podwodnej, czy strukturze biocenoz planktonowych. Głębokość przenikania światła jest regulowana przez własności optyczne samej wody oraz zawarte w niej substancje optycznie aktywne, które powodują rozpraszanie i absorpcję promieniowania (detrytus organiczny, trypton, plankton, rozpuszczone substancje organiczne, pigmenty glonowe oraz makrofity). O ile rozpraszanie światła (naturalna cecha optyczna wody) zależne jest od ilości światła w środowisku, kąta jego padania i zawartości substancji optycznie aktywnych i może powodować głębsze przenikanie światła, o tyle absorpcja bezpowrotnie światło tłum. Ponieważ skład i koncentracja składników wody wywierających wpływ na przejrzystość jest wypadkową oddziaływania wielu czynników środowiska, w badaniach uwzględniono głównie trofię i typ miktyczny jezior (di- i polimiktyczne).

Analiza właściwości optycznych wody prowadzona w polu widzialności krążka *Secchi* wykazała w każdym z jezior swoisty skład substancji kształtujących przezroczystość wody. W jeziorze eutroficznym głównym regulatorem zasięgu światła była mętność i opalizacja wody wywoływana przez dużą zawartość autochtonicznej, rozpuszczonej substancji organicznej. W dwóch jeziorach mezotroficznych reprezentujących różny typ miktyczny, przezroczystość zależna była w jednym przypadku od koncentracji zawiesiny, w drugim – rozpuszczonych substancji optycznie aktywnych generujących barwę wody. Cechą wspólną jezior dimiktycznych w okresie stagnacji letniej było występowanie w dolnej części strefy eufotycznej (na styku warstw termicznych) mętności płytkowarstwowej, czyli silnie skoncentrowanej mieszaniny frakcji organicznych tworzących fazę koloidalną. Na obecnym etapie badań nie rozstrzygnięto ich genezy oraz konsekwencji istnienia dla warunków świetlnych jezior.

Badania finansowane przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego w latach 2007–2009 jako projekt badawczy nr N305 022 32/1103.



---

**MOŻLIWOŚCI OCHRONY ZASOBÓW WODNYCH PRZY ZASTOSOWANIU  
HYDROFITOWEJ METODY OCZYSZCZANIA ŚCIEKÓW****KRZYSZTOF JÓZWIAKOWSKI**Katedra Melioracji i Budownictwa Rolniczego, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie  
ul. Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin, e-mail: kylo71@tlen.pl

Od wielu lat na świecie i w Polsce, prowadzone są badania hydrofitowych oczyszczalni ścieków. Na świecie oczyszczalnie takie na szerszą skalę zaczęto stosować już ponad 30 lat temu, natomiast w Polsce najstarsze takie systemy eksploatowane są od kilkunastu lat. W większości są to obiekty jednostopniowe z poziomym lub pionowym przepływem ścieków, w których wykorzystuje się trzcinę pospolitą lub wierzbę wiciową. Dotychczasowe wyniki badań wskazują, że jednostopniowe oczyszczalnie hydrofitowe cechuje dość duża, ponad 80% skuteczność zmniejszania BZT<sub>5</sub> i ChZT, natomiast skuteczność usuwania związków biogenych jest stosunkowo niewielka – poniżej 50%. W ostatnich latach w celu podniesienia stopnia eliminacji azotu i fosforu, zaleca się stosowanie wielostopniowych systemów hydrofitowych, składających się z dwóch lub trzech złóż z pionowym lub poziomym przepływem, które zapewniają lepsze warunki do biologicznego oczyszczania ścieków.

Celem tej pracy jest przedstawienie charakterystyki hydrofitowej metody oczyszczania ścieków oraz zaprezentowanie dwuletnich wyników badań funkcjonowania wielostopniowej hydrofitowej oczyszczalni ścieków na przykładzie obiektu zlokalizowanego na terenie woj. lubelskiego w miejscowości Dąbrowica (gmina Jastków). Oczyszczalnia została oddana do eksploatacji we wrześniu 2006 r. i jest wykorzystywana do oczyszczania ścieków bytowo-gospodarczych z domu jednorodzinnego (od 6 osób). W pierwszej części obiektu ścieki są oczyszczane mechanicznie w trzykomorowym osadniku gnilnym, a w drugiej części metodą biologiczną w systemie dwóch równoległych układów, składających się z podwójnych złóż gruntowo-roślinnych (z trzcina pospolitą i wierzbą wiciową). Złóża gruntowo-roślinne (A, B, C, D) mają jednakową powierzchnię – po 24 m<sup>2</sup>. Całkowita powierzchnia wszystkich złóż to 96 m<sup>2</sup>. Odbiornikiem oczyszczonych ścieków jest drenaż rozsączający.

Badania efektów usuwania zanieczyszczeń w oczyszczalni prowadzono w latach 2007–2008. Próbkę ścieków do analiz pobierano z poszczególnych etapów oczyszczania w lutym, maju, sierpniu i listopadzie każdego roku. W ściekach określano stężenie: zawiesin ogólnych, BZT<sub>5</sub>, ChZT<sub>Cr</sub>, azotu ogólnego oraz fosforu ogólnego. Analizy wykonywano według powszechnie stosowanych metod. Na podstawie uzyskanych wartości wskaźników zanieczyszczeń w ściekach na dopływie i odpływie z oczyszczalni obliczono efekty usuwania zanieczyszczeń. Otrzymane wyniki badań wskazują, że wielostopniowe oczyszczalnie hydrofitowe zapewniają bardzo wysokie efekty usuwania zanieczyszczeń, które przekraczają 90%, dlatego powinny być stosowane na szeroką skalę w celu ochrony zasobów wodnych.

WSTĘPNE WYNIKI BADAŃ NAD RENATURALIZACJĄ WÓD  
W MAŁYM ZBIORNIKU WODNYM  
PRZY ZASTOSOWANIU BIOTECHNOLOGII EM-FARMING

KRZYSZTOF JÓŹWIAKOWSKI<sup>1</sup>, KRZYSZTOF CZERNAŚ<sup>2</sup>, AGNIESZKA SZCZUROWSKA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Katedra Melioracji i Budownictwa Rolniczego, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie  
ul. Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin, e-mail: krzysztof.jozwiakowski@up.lublin.pl

<sup>2</sup>Katedra Ekologii Ogólnej, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie  
ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin, e-mail: krzysztof.czernas@up.lublin.pl

Zasadniczym celem pracy jest przedstawienie wstępnych wyników badań w zakresie ulepszania funkcjonowania zdegradowanych siedlisk wodno-ściekowych, głównie wód powierzchniowych przy zastosowaniu biotechnologii EM-Farming według metody Kwadrant-EkosystEM. Badania przeprowadzono w latach 2007–2008 w obiekcie zlokalizowanym w miejscowości Jastków – 14 km od Lublina. Obiektem tym był staw odbierający ścieki oczyszczone, które były odprowadzane z przydomowej, gruntowo-roślinnej oczyszczalni z wierzbą wiciową *Salix viminalis*. Powierzchnia stawu wynosiła 1190 m<sup>2</sup>, a jego średnia głębokość to 0,8 m. Badany obiekt od 14 lat był eksploatowany jako zbiornik ścieków z oczyszczalni przydomowej. Ciągły dopływ zanieczyszczeń (pozostałości z procesu biologicznego oczyszczania) spowodował nasilenie zjawisk eutroficznych, a szczególnie nadmierny rozwój makrofitów, czego efektem był wzrost wartości ChZT, BZT<sub>5</sub> oraz stężenia azotu ogólnego, fosforu ogólnego i zawiesin ogólnych, jak również stopniowe wypływanie zbiornika. Od września 2007 r. do czerwca 2008 r. badanym stawie zastosowano preparat EM-Farming według metody Kwadrant-EkosystEM, wykorzystując „efektywne mikroorganizmy”, które mogą wspomagać proces oczyszczania zdegradowanych wód powierzchniowych. Technologia ta została opracowana przez profesora Teuro Higa z Uniwersytetu z Ryukyus i przez Matthew Wood’a z USA, ucznia i wieloletniego współpracownika prof. Teruo Higi.

W celu oceny zmian jakości wód w badanym obiekcie po zastosowaniu preparatu EM-Farming<sup>TM</sup> wykonywano analizy fizyczno-chemiczne wód na dopływie i odpływie ze stawu. Ponadto oznaczano stężenie chlorofilu *a*, które wahało się od 85,61 w strefie wody otwartej do 136,59 µg dm<sup>-3</sup> przy ujściu. Oznaczone taksony glonów należały do 7 grup taksonomicznych. Najliczniej reprezentowane były *Chlorophyta* – 27%, *Bacillariophyceae* – 20%, *Euglenophyta* – 19% oraz *Cyanoprokaryota* – 16%. Mniej licznie występowały taksony z *Dinophyceae*, *Cryptophyta* i *Chrysophyceae*. Wstępne wyniki badań wskazują, że zastosowanie tego preparatu w znacznym stopniu przyczyniło się do poprawy jakości wód w stawie. Po zastosowaniu preparatu EM-Farming stężenie N-NH<sub>4</sub> w wodzie ze stawu zmniejszyło się o 85%, N<sub>og</sub> o 56,6%, natomiast P-PO<sub>4</sub> o 77,6%.

Praca wykonana w ramach tematu badawczego TKD/U/92 pt. „Ocena przydatności metody Kwadrant EkosystEM w rewitalizacji wód powierzchniowych – badania wstępne”

## SPŁYW POWIERZCHNIOWY JAKO CZYNNIK KSZTAŁTUJĄCY TROFIĘ ŚRÓDLEŚNEGO JEZIORA PIASECZNO MAŁE (DRAWIEŃSKI PARK NARODOWY)

PIOTR KLIMASZYK, PIOTR RZYMSKI, TOMASZ JONIAK

Zakład Ochrony Wód, Uniwersytet im. A. Mickiewicza  
ul. Umultowska 89, 61-614 Poznań, e-mail: pklim@amu.edu.pl

Jeziro Piaseczno Małe (powierzchnia 8 ha, maksymalna głębokość 6,8 m) wykazuje objawy dystrofizacji: brunatna barwa wody, kwaśny odczyn. Jego zlewnia ma powierzchnię 21,6 ha. Dominują tu gleby bielcowe i bielcowo-rdzawe tworzące siedliska boru mieszanego świeżego. Zlewnia jest w 100% porośnięta przez las – na około 80% powierzchni występują stare nasadzenia sosnowe na pozostałych fragmentach zlewni występuje buk (*Fagus sylvatica*). Cechą charakterystyczną zlewni jest znaczne nachylenie stoków – w części przyjeziornej sięgające do 40°. Taka morfologia zlewni sprzyja występowaniu spływu powierzchniowego i sprawia, że stanowi on istotny element bilansu wodnego jeziora. W celu analizy wpływu zlewni na właściwości fizyczno-chemiczne wyznaczono dwa stanowiska badawcze: pierwsze w zlewni porośniętej przez sosnę, drugie w zlewni porośniętej przez buka. W okresie 2005–2007 analizowano właściwości fizyczno-chemiczne wód spływu powierzchniowego migrującego ze zlewni do zbiornika. W roku 2006 zebrano na stanowiskach badawczych ściółkę w celu określenia tempa wymywania pierwiastków chemicznych. W tym celu określoną ilość detrytusów zanurzano w wodzie i w ciągu 10 dni analizowano wymywanie substancji chemicznych ze ściółki.

Stwierdzono, że spływ powierzchniowy zachodzący na badanej zlewni charakteryzuje się kwaśnym odczynem (pH 4,7–5,6), brunatną barwą oraz wysokimi koncentracjami rozpuszczonego węgla organicznego (maksymalnie ok. 150 mgC dm<sup>-3</sup>) – głównego składnika substancji humusowych. Jednocześnie odnotowano stosunkowo wysokie stężenia pierwiastków biogenych w wodzie spływu powierzchniowego. Porównując badane stanowiska stwierdzono, że spływ powierzchniowy zachodzący ze stoków pokrytych przez sosnę zawiera więcej węgla organicznego. Natomiast spływ na stokach porośniętych przez buka charakteryzuje się wyższymi koncentracjami biogenów. Wartości większości analizowanych cech fizycznych oraz chemicznych były istotnie statystycznie różne pomiędzy badanymi stanowiskami. Podobne tendencje zaobserwowano w eksperymencie laboratoryjnym. Stwierdzono ponadto, że uwalnianie substancji chemicznych z ściółek jest bardzo szybkie. Najwyższy wzrost koncentracji azotu i fosforu, barwy wody oraz spadek odczynu zaobserwowano już w pierwszej godzinie po rozpoczęciu eksperymentu.

Stwierdzone fluktuacje barwy i odczynu wody w jeziorze (najintensywniejsza brunatna barwa i najbardziej kwaśny odczyn wód w okresach najwyższych opadów atmosferycznych i najsilniejszych spływów) świadczą o istotnej roli odpływu powierzchniowego w utrwalaniu procesu dystrofizacji jeziora Piaseczno Małe.

## ZMIENNOŚĆ ZAWARTOŚCI FRAKCJI FOSFORU OGÓLNEGO W OSADACH DENNYCH W WYBRANYCH JEZIORACH WIELKOPOLSKI

KATARZYNA KOWALCZEWSKA-MADURA<sup>1</sup>, RENATA DONDAJEWSKA<sup>2</sup>, RYSZARD GOŁDYN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Zakład Ochrony Wód, Uniwersytet im. A. Mickiewicza  
ul. Umultowska 89, 60-614 Poznań, e-mail: madura@amu.edu.pl

<sup>2</sup>Stacja Ekologiczna Uniwersytetu im. A. Mickiewicza w Jeziorach  
skr. poczt. 40, 62-050 Mosina

Badaniami zawartości poszczególnych frakcji fosforu w osadach dennych objęto 7 jezior na terenie Wielkopolski. Były to jeziora: Wronczyńskie Wielkie, Dębiniec, Góra, Dobra, Lipno, Jarosławieckie oraz Tuczno. Profile osadów dennych o długości 25 cm pobierano przy pomocy czerpacza typu Kajak w najgłębszym miejscu każdego zbiornika w sezonie wegetacyjnym 2007. Uzyskane przekroje dzielono na 5-centymetrowe odcinki, w których analizowano zawartość poszczególnych frakcji fosforu ogólnego.

Średnia zawartość fosforu ogólnego w całym przekroju osadów wahała się od 0,481 mgP g<sup>-1</sup> s.m. (jez. Jarosławieckie) do 1,866 mgP g<sup>-1</sup> s.m. (jez. Dobra). Przeprowadzone analizy wykazały, iż frakcja NH<sub>4</sub>Cl-P, czyli forma o największej dostępności biologicznej (fosfor luźno sorbowany na powierzchni cząstek osadów) dominowała w jeziorze Dębiniec. Jej średnia zawartość wyniosła 0,192 mgP g<sup>-1</sup> s.m., co stanowiło 30,8% udziału w zawartości fosforu ogólnego. W jeziorach Jarosławieckim i Tuczno przewagę uzyskała z kolei frakcja NaOH-P-Al, charakteryzująca fosfor występujący w połączeniach z glinem. W jez. Jarosławieckim jej średnia koncentracja wyniosła 0,159 mgP g<sup>-1</sup> s.m. (32,9%) a w jez. Tuczno 0,898 mgP g<sup>-1</sup> s.m. (50,9%). W jeziorze Góra największy udział w zawartości fosforu ogólnego posiadała frakcja HCl-P, a więc część fosforu występująca w połączeniach z wapniem. Jej średnia zawartość wyniosła 0,53 mgP g<sup>-1</sup> s.m., co stanowiło 43,3%. Podobną sytuację zaobserwowano również w jeziorze Wronczyńskim, gdzie średnia zawartość tej frakcji wyniosła 0,293 mgP g<sup>-1</sup> s.m., czyli 28,8%. Frakcja Res-P to fosfor praktycznie niedostępny biologicznie. Dominowała ona w jeziorach Dobra i Lipno. Jej średnia zawartość wyniosła odpowiednio 0,94 mgP g<sup>-1</sup> s.m. i 0,76 mgP g<sup>-1</sup> s.m., co stanowiło 49,7% i 72,06%.

Badania finansowano z grantu MNiI – N 30510831/3632

---

WPLYW ZLEWNI NA TEMPO EUTROFIZACJI  
WYBRANYCH JEZIOR ŁĘCZYŃSKO-WŁODAWSKICH

BOGDAN LORENS<sup>1</sup>, JUSTYNA TRACZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Zakład Ekologii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej  
ul. Akademicka 19, 20-033 Lublin

<sup>2</sup>Zakład Geobotaniki, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej  
ul. Akademicka 19, 20-033 Lublin, e-mail: justyna.tracz@gmail.com

Obszar Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego nie został objęty ostatnim zlodowaceniem, dlatego jeziora tu zgrupowane są wyjątkowe. Zasadne jest zatem poznanie tempa ich eutrofizacji. Wytypowano więc pięć jezior (Kleszczów, Krasne, Miejskie, Rotcze i Rogoźno), różniących się parametrami morfometrycznymi zlewni i mis jeziornych. W celu określenia dynamiki procesu degradacji zbiorników posłużono się metodą zaproponowaną przez E. Bajkiewicz-Grabowską. W systemie tym poszczególnym wskaźnikom charakteryzującym jeziora i zlewnie (m.in. głębokość średnia, typ użytkowania terenu dominujący w zlewni itp.) nadaje się punkty od 0 do 3 w zależności od wpływu na odporność jezior i stopień oddziaływania zlewni na zbiornik. Następnie oblicza się średnią arytmetyczną liczby punktów i grupuje się jeziora w kategorie (od I do IV, gdzie I – oznacza jezioro odporne, a IV – silnie narażone na wpływy), a zlewnie w grupy (od 1 do 4, gdzie 1 – zlewnia ma ograniczający wpływ na uruchomienie ładunku obszarowego, a 4 – zlewnia odznacza się dużą możliwością dostarczenia materii do jeziora). Kombinacja grup podatności zlewni i kategorii odporności jeziora pozwala wydzielić cztery typy układów ekologicznych zlewnia-jezioro o zróżnicowanym tempie naturalnej eutrofizacji: **typ pierwszy** reprezentuje taki układ ekologiczny zlewnia-jezioro, w którym zarówno cechy naturalne zbiornika, jak i zlewni nie sprzyjają eutrofizacji wód jeziornych (Krasne, Rogoźno); **typ drugi** to taki układ, w którym niekorzystne dla jeziora warunki zlewniowe są równoważone przez wysoką odporność samego jeziora – tempo ich naturalnej eutrofizacji powinno być umiarkowane (żaden z badanych zbiorników nie należy do tego typu); **typ trzeci** reprezentuje układ ekologiczny zlewnia-jezioro, w którym zlewnia jest mało aktywna w uruchamianiu ładunku obszarowego, ale samo jezioro jest podatne na wpływy z zewnątrz. Eutrofizacja jezior w tej grupie postępuje umiarkowanie, jednak ingerencja w warunki zlewniowe może doprowadzić do dość szybkiego wzrostu trofii wód jeziornych (Rotcze); **typ czwarty** stanowi taki układ, w którym cechy zlewni sprzyjają spływom obszarowym, a samo jezioro jest w dużym stopniu podatne na wpływy z zewnątrz – następuje szybka eutrofizacja wód jeziornych (Kleszczów, Miejskie).

---

## WPLYW ZBIORNIKA WSTEPNEGO NA JAKOSC WÓD POWIERZCHNIOWYCH ZASILAJĄCYCH ZBIORNIK WODNY „NIELISZ”

ANDRZEJ MAZUR

Katedra Melioracji i Budownictwa Rolniczego, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie  
ul. Leszczyńskiego 7

Jedną z metod zwiększania zasobów dyspozycyjnych wód jest jej retencjonowanie w sztucznych zbiornikach zaporowych, które z kolei stanowią obszar akumulacji zanieczyszczeń niesionych przez zasilające je ciek. W celu poprawy jakości wód retencjonowanych w zbiornikach zaporowych, buduje się zbiorniki wstępne, lokalizowane powyżej zbiornika głównego. Ich zadaniem jest zatrzymanie transportowanych przez rzekę zanieczyszczeń oraz przejęcie znacznej części procesów biochemicznych, redukujących zanieczyszczenia powodujące eutrofizację zbiornika głównego. Przykładem takiego rozwiązania jest zbiornik wodny „Nielisz”. Przekrój piętrzenia zbiornika głównego usytuowany jest na 235,2 km rzeki Wieprz. Przy NPP powierzchnia lustra wody wynosi 709 ha, a pojemność całkowita 18,3 mln m<sup>3</sup>. Zbiornik wstępny, o powierzchni 179 ha i objętości 1,18 mln m<sup>3</sup> przy NPP, położony jest w dolinie rzeki Por. Przekrój piętrzący usytuowany jest na 1,685 km jej biegu. Rzeka Por płynie przez rolnicze, urzeźbione tereny lessowe silnie zagrożone erozją wodną i stąd decyzja o budowie i lokalizacji zbiornika wstępnego. Od czerwca 2008 r., w odstępach kwartalnych, prowadzone są badania w celu określenia wpływu zbiornika wstępnego na jakość wód powierzchniowych zasilających zbiornik główny. Próby wód pobierane są na dopływie i odpływie ze zbiornika wstępnego. Na podstawie otrzymanych wyników badań można stwierdzić, że zbiornik wstępny przyczynia się do znaczącej poprawy jakości wody dopływającej do zbiornika głównego. Na odpływie ze zbiornika wstępnego zaobserwowano wyraźną, charakteryzującą się zmiennością sezonową, redukcję stężeń większości badanych wskaźników jakości wody. Średnio w okresie badań w największym stopniu (78%) zmniejszyło się stężenie zawiesiny ogólnej. Stężenie fosforanów spadło o 47%, amoniaku o 37%, azotu ogólnego o 24%, azotynów o 17%, potasu o 15%, a azotanów o 13%. Największa redukcja stężeń zanieczyszczeń ma miejsce w okresie intensywnego wzrostu makrofitów. Natomiast o 36% zwiększyło się ChZT, wartość BZT<sub>5</sub> wzrosła o 2%, a przewodność elektrolityczna wzrosła o 1%.

## MIGRACJA GLINU Z OSADÓW DENNYCH DO WODY W WARUNKACH LABORATORYJNYCH

MAGDALENA SENZE, MONIKA KOWALSKA-GÓRALSKA, WOJCIECH DOBICKI,  
RYSZARD POLECHOŃSKI, PRZEMYSŁAW POKORNY

Zakład Limnologii i Rybactwa, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu  
ul. Chelmońskiego 38C, 51-630 Wrocław, e-mail: magdalena.senze@up.wroc.pl

Przeprowadzono eksperyment laboratoryjny nad uwalnianiem glinu z osadów dennych pochodzących z dolnośląskich zbiorników zaporowych Słup i Lubachów. Oba zbiorniki oprócz funkcji przeciwpowodziowej pełnią także rolę retencyjną. Zgromadzona w nich woda po uzdatnieniu jest wykorzystywana jako woda pitna.

Do eksperymentu wybrano po dwie próbki osadów z każdego zbiornika, różniące się zawartością materii organicznej. W osadach ze zbiornika Lubachów stwierdzono wyższą zawartość glinu i materii organicznej niż w zbiorniku Słup. Odczyn osadów zbiornika Lubachów był zdecydowanie bardziej kwaśny. Zawartość glinu w osadach ze zbiornika Lubachów wahała się w granicach od  $3914 \text{ mgAl}\cdot\text{kg}^{-1}$  do  $4969 \text{ mgAl}\cdot\text{kg}^{-1}$ , a w zbiorniku Słup od  $3695 \text{ mgAl}\cdot\text{kg}^{-1}$  do  $3752 \text{ mgAl}\cdot\text{kg}^{-1}$ .

Eksperyment przeprowadzono w laboratorium umieszczając próbki 8 g osadów w szklanych zlewkach i stabilizując odczyn za pomocą HCl i NaOH.

Uwalnianie glinu z osadów prowadzono w środowisku o zróżnicowanym odczynie wody (kwaśny 3,27 pH, obojętny 7,40 pH, zasadowy 11,81 pH) po upływie 15, 30 i 45 min oraz 1, 6, 12, 48, 72 i 96 h.

Stężenie glinu uwalnianego z osadów przy odczynie kwaśnym wynosiło ( $1006,86\text{--}2462,47 \text{ mgAl}\cdot\text{dm}^{-3}$ ), w obojętnym ( $3,28\text{--}79,63 \text{ mgAl}\cdot\text{dm}^{-3}$ ), w zasadowym ( $6,18\text{--}477,97 \text{ mgAl}\cdot\text{dm}^{-3}$ ).

W wodzie zakwaszonej i zalkalizowanej poziom uwalnianego glinu był zdecydowanie wyższy w osadach ze zbiornika Lubachów. Przy odczynie obojętnym większe ilości notowano w osadach ze zbiornika Słup.

Tempo uwalniania glinu z osadów niezależnie od odczynu środowiska wzrastało do 6 h trwania eksperymentu. Stwierdzono również silne i szybkie tempo uwalniania glinu z osadów zbiornika w Lubachowie, szczególnie w środowisku kwaśnym. Już od momentu rozpoczęcia eksperymentu uwalniane były duże ilości glinu. W osadach ze zbiornika Słup proces ten przebiegał wolniej i nie wykazywał tak silnych zmian, a ilości uwalnianego glinu były niższe. Można wnioskować o niskim stopniu zagrożenia przedostaniem się dużych ilości glinu z osadów zbiornika Słup do wody. W zbiorniku Lubachów (kwaśny odczyn osadów) w przypadku pochodzącego z zewnątrz czynnika wpływającego na zakwaszenie wody może dojść do uwolnienia z osadów dużych ilości glinu. Może być to groźne w skutkach dla potencjalnych konsumentów, jako że wody te są wykorzystywane do celów wodociągowych.

---

## ZMIANY SIEDLISKOWE W PARKU OLSZYNA ORAZ ICH WPŁYW NA ROŚLINNOŚĆ

DARIA SIKORSKA

Katedra Kształtowania Środowiska, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego  
ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa, e-mail: [daria.sikorska@gmail.com](mailto:daria.sikorska@gmail.com)

Ekosystemy zbliżone do naturalnych, występujące w granicach dużych miast, mają unikalny charakter. Stanowią wyspy siedliskowe dla rzadkiej często roślinności. Z tego względu zachowanie reliktowych siedlisk, podobnie jak zabytkowych obiektów architektonicznych, ma istotne znaczenie dla zrównoważonego funkcjonowania przestrzeni miejskiej. Zespół Przyrodniczo Krajobrazowy Olszyna stanowią siedliska hydrogeniczne o szczególnej wartości przyrodniczej. Celem niniejszej pracy było określenie zmian w siedlisku i roślinności łągu olszowo-jesionowego, znajdującego się w obrębie Zespołu Przyrodniczo-Krajobrazowego Olszyna w Warszawie, gdzie podczas prac inżynierskich stworzono system odwadniająco-nawadniający. Badania zmian w roślinności prowadzono w latach 2006–2008. Uzyskane wyniki odniesiono do wcześniejszych obserwacji, które były prowadzone w latach 70. i 90. XX w. Higrofilna roślinność zadrzewień łągowych, po obniżeniu się zwierciadła wody w wyniku postępujących inwestycji (sąsiedztwo Trasy Toruńskiej), przekształca się stopniowo w zbiorowisko mezofilne. Pomimo istniejącego systemu rowów do piętrzenia zwierciadła wody, podtrzymanie prawidłowego funkcjonowania ekosystemu łąkowego jest niemożliwe. Brak wiosennych zalewów powoduje niekorzystne od około 20 lat przekształcenia roślinności. Zanotowano zwiększenie liczby gatunków, przy czym sukcesywnie przybywa gatunków synantropijnych. Tendencje zmian w diagramie DCA wykazują tendencję liniową.



INDUKOWANY PRZEZ FITOPLANKTON TRANSPORT WYBRANYCH  
ZANIECZYSZCZEŃ W KASKADZIE MIEJSKICH ZBIORNIKÓWALEKSANDRA SKOWRON<sup>1,2</sup>, AGATA DROBNIEWSKA<sup>2</sup>, WOJCIECH FRĄCZAK<sup>2</sup>,  
ALICJA ZAWADZKA<sup>3</sup><sup>1</sup>Katedra Ekologii Stosowanej, Uniwersytet Łódzki  
ul. Banacha 12/16, 90-237 Łódź, e-mail: a.skowron@erce.unesco.lodz.pl<sup>2</sup>Międzynarodowy Instytut PAN Europejskie Regionalne Centrum Ekohydrologii pod auspicjami UNESCO  
ul. Tylna 3, 90-364 Łódź, e-mail: a.drobniewska@erce.unesco.lodz.pl<sup>3</sup>Politechnika Łódzka,  
ul. Wólczańska 213, 90-924 Łódź, e-mail: w.fraczak@wp.pl, zawadzka@wipos.p.lodz.pl

Fitoplankton odgrywa istotną rolę w jeziorach w transporcie metali jednakże w rzekach jego znaczenie w tym procesie nie jest tak znaczące. Badania wpływu fitoplanktonu na stężenie anionów ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ), kationów ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ) i metali (Zn, Ni, Pb, Cd, Cu) były prowadzone w trzech połączonych miejskich zbiornikach usytuowanych na rzece Sokołówce, będącej odbiornikiem wód burzowych. Analizowano parametry fizyczne, chemiczne i biologiczne w dwóch okresach – przed pojawieniem się zakwitów (kwiecień) oraz w trakcie jego trwania (lipiec). Zaobserwowany wzrost stężenia metali w wodzie niefiltrowanej oraz stabilizacja stosunku stężenia formy rozpuszczonej metali do całkowitej w trakcie zakwitów może świadczyć o wpływie fitoplanktonu na „cykl” metali. Jednocześnie zgodnie z tym stosunkiem można stwierdzić następujący powinowactwo fitoplanktonu do metali  $\text{Pb} > \text{Zn} > \text{Cu} > \text{Cd} > \text{Ni}$ . Analiza korelacji wykazała jednak interakcję jedynie z całkowitym Pb (0,88) i rozpuszczonym Ni (0,81). Podobna korelacja pomiędzy fitoplanktonem (–0,93, –0,86, 0,99) a jonami ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  odpowiednio) oraz jonami i metalami (całkowity Pb –0,83; całkowity Zn; –0,87; rozpuszczony Ni 0,81) sugerują pośredni wpływ fitoplanktonu poprzez zmiany parametrów chemicznych wody. Nie zaobserwowano jednak znaczących korelacji pomiędzy stężeniem metali a zależnym od fitoplanktonu pH, które wpływa na adsorpcję metali na fazie cząsteczkowej. Niewielka bądź nieznaczająca interakcja chlorofilu *a* z koncentracją metali, może wskazywać, iż takie interakcje nie są istotne w miejskich systemach lotyczno-lenitycznych.

Praca finansowana w ramach projektu SWITCH 018530-2 – „Sustainable Water Management Improves Tomorrow's Cities' Health” (2005 – 2011).

## WYSTĘPOWANIE CHROMU W OSADACH ZBIORNIKA DOBCZYCKIEGO

IZABELA TŁOCZEK

Instytut Ochrony Przyrody PAN  
Al. Mickiewicza 33, 31-120 Kraków

Celem przeprowadzonych badań było określenie rozmieszczenia oraz mobilności (w zależności od zmiany pH) chromu w osadzie dennym podgórskiego Zbiornika Dobczyckiego położonego na rzece Rabie (południowa Polska). Na zbiorniku wyznaczono transekty poprzeczne i podłużne, na które składało się 27 stanowisk; dodatkowe 3 stanowiska wyznaczono w Zatoce Wolnicy. Z powyższych stanowisk pobrano próbki osadów dennych (warstwa 0–5 cm). Na wszystkich stanowiskach oznaczono całkowite stężenie chromu, a na trzech (po jednym z każdego basenu) dodatkowo oznaczono jego uwalnianie w zależności od zmiany pH.

Stężenia Cr w osadzie mieściły się w zakresie od 24,4 do 65,4  $\mu\text{g g}^{-1}$ . Stwierdzono stopniowy wzrost ilości chromu od cofki zbiornika w kierunku zapory. Najwyższe stężenia Cr występowały w dwóch obszarach: w środkowej, głębszej części Basenu Myślenickiego oraz w środkowej części Basenu Dobczyckiego, wzdłuż dawnej linii nurtu rzeki Raby. Stwierdzono mniejsze stężenia badanego pierwiastka w prawostronnej części zbiornika w porównaniu do części lewostronnej. Wpływ na to mógł mieć sposób użytkowania zlewni bezpośredniej. W zlewni prawostronnej występowało większe zalesienie i mniejszy udział użytków rolnych. Z kolei część lewostronna była w dużej mierze wykorzystywana rolniczo, następował tu większy spływ powierzchniowy i erozja.

Przeprowadzone badania wykazały, że chrom należy do pierwiastków mało mobilnych. Przy pH ok. 1,5 uwolnieniu uległo ok. 4,5% badanego pierwiastka na dwóch stanowiskach (Basen Dobczycki, Zatoka Wolnicy), na trzecim (Basen Myślenicki) przy pH ok. 2 uwolniło się zaledwie 3,2%. W ilościach  $> 2\%$  Cr zaczął się uwalniać przy pH ok. 5 na stanowisku zlokalizowanym w Basenie Myślenickim, z kolei na stanowiskach położonych w Zatoce Wolnicy i Basenie Dobczyckim, miało to miejsce przy pH ok. 3.

INTERAKCJE POMIĘDZY WYBRANYMI TZO  
(TRWAŁYMI ZANIECZYSZCZENIAMI ORGANICZNYMI)  
A CZYNNIKAMI FIZYCZNO-CHEMICZNYMI W RZECE MIEJSKIEJ

MAGDALENA URBANIAK<sup>1,2</sup>, ALEKSANDRA SKOWRON<sup>1</sup>, WOJCIECH FRĄTCZAK<sup>1,2</sup>,  
MAREK ZIELIŃSKI<sup>3</sup>, WIKTOR WESOŁOWSKI<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Katedra Ekologii Stosowanej, Uniwersytet Łódzki  
ul. Banacha 12/16, 90-237 Łódź, e-mail: m.urbaniak@unesco.lodz.pl

<sup>2</sup>Międzynarodowy Instytut PAN, Europejskie Regionalne Centrum Ekohydrologii pod auspicjami UNESCO  
ul. Tylna 3, 90-364 Łódź,

<sup>3</sup>Instytut Medycyny Pracy im. Nofera  
ul. Teresy 8, 91-348 Łódź,

Jednym z efektów wpływu urbanizacji na środowisko przyrodnicze jest degradacja cykli hydrologicznych oraz przyspieszenie obiegu wody, materii, energii i zanieczyszczeń w zlewni. Celem niniejszej pracy było oszacowanie występowania, koncentracji oraz transportu związków PCDD i PCDF w wodach rzeki miejskiej z wykorzystaniem metody rozcieńczeń izotopowych oraz wysokosprawnej chromatografii gazowej sprzężonej z wysokorozdzielczą spektrometrią mas. Miejsca poboru prób wytypowano tak, by określić wpływ możliwych źródeł zanieczyszczenia rzeki oraz kaskady pięciu zbiorników zaporowych usytuowanych wzdłuż jej biegu na notowane stężenia PCDD/PCDF.

Stężenia PCDD/PCDF oraz poziom toksyczności prób wody rzecznej wahały się od zera (poniżej limitu oznaczalności) do 12,53 pg l<sup>-1</sup> i 0,80 pgTEQ l<sup>-1</sup>, przy czym maksymalną wartość zanotowano w próbie ze stanowiska usytuowanego przy ruchliwej ulicy. Stężenia omawianych związków w wodzie ze zbiorników były znacznie wyższe i kształtowały się od 26,75 pg l<sup>-1</sup> do 1352,50 pg l<sup>-1</sup> z najmniejszymi wartościami na początku kaskady i wyższymi w zbiornikach usytuowanych na końcu systemu rzecznego. Podobną sytuację zaobserwowano w przypadku poziomu toksyczności z minimalnym stężeniem w trzech pierwszych zbiornikach: 0,65; 0,60 i 0,09 pgTEQ l<sup>-1</sup> i znacznie wyższym w zbiornikach usytuowanych na końcu kaskady: 73,46 pgTEQ l<sup>-1</sup> i 10,72 pgTEQ l<sup>-1</sup>.

Otrzymane wyniki stężenia PCDD/PCDF charakteryzują się wysoką lub średnią korelacją z parametrami fizyko-chemicznymi wody, takimi jak: pH (R = 0,65, p = 0,04), przewodność elektrolityczna (R = 0,70; p = 0,18), zawiesina ogólna (organiczna i mineralna) (R = 0,82; p = 0,08), jony fosforanowe (R = -0,67; p = 0,03). Wymienione wyżej parametry poprzez stymulację wzrostu fitoplanktonu podlegającego następnie procesom sedimentacji, transportu i degradacji, mogą również pośrednio wpływać na redukcję PCDD/PCDF w wodzie. Potwierdzeniem tego może być wysoka korelacja pomiędzy stężeniem PCDD/PCDF i chlorofilem-*a* (R = 0,70, p = 0,18).

## HYDROBIOMANIPULACJA – REGULACJA EFEKTU KASKADOWEGO POPRAZ KONTROLĘ REŻIMU HYDROLOGICZNEGO

MACIEJ ZALEWSKI<sup>1,2</sup>, KATARZYNA IZYDORCZYK<sup>1</sup>, SEBASTIAN RATAJSKI<sup>2</sup>,  
WOJCIECH FRĄTCZAK<sup>1</sup>, ALEKSANDRA SKOWRON<sup>1</sup>, ADRIANNA WOJTAL-FRANKIEWICZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Międzynarodowy Instytut PAN Europejskie Regionalne Centrum Ekohydrologii pod auspicjami UNESCO  
ul. Tylna 3, 90-364 Łódź

<sup>2</sup>Katedra Ekologii Stosowanej Uniwersytetu Łódzkiego  
ul. Banacha 12/16, 90-237 Łódź,

Proces eutrofizacji jezior i zbiorników zaporowych stanowi jeden z kluczowych wyzwań z punktu widzenia wdrażania postępów limnologii. Zgodnie z teorią *top-down* (Hrbacek i in. 1961; Carpenter i in. 1985) poprzez ograniczenie presji ryb na zooplankton filtrujący można uzyskać znaczącą poprawę jakości wody w zbiornikach wodnych. Redukcja zagęszczenia ryb planktonożernych, których często głównym składnikiem jest narybek, może być osiągnięta przez wzrost presji ryb drapieżnych lub przez kontrolowanie sukcesu rozrodczego ryb. Ponieważ w zbiornikach zaporowych o słabo rozwiniętym litoralu zagęszczenia narybku jest uzależnione od dostępnej powierzchni tarlisk, regulowanie poziomu wody w okresie tarła ryb powinno być ważnym, komplementarnym w stosunku do utrzymywania dużego zagęszczenia ryb drapieżnych, narzędziem do kontroli presji na zooplankton. Koncepcja *hydrobiomanipulacji*, wywodzi się z pracy Zalewskiego i współautorów (1990), zakłada ona regulację sukcesu rozrodczego ryb poprzez kontrolowanie poziomu wody w zbiorniku, czego następstwem w wyniku efektu kaskadowego jest ograniczenie zakwitów sinic. Przeprowadzony zabieg hydrobiomanipulacji na Zbiorniku Sulejowskim przy współpracy z RZGW w Warszawie rozpoczęto w 2006 r. podniesieniem poziomu wody w zbiorniku w okresie poprzedzającym tarło. Utrzymywanie wysokiego stanu wód umożliwiło wykorzystanie zalanej strefy przybrzeżnej jako tarlisk dla okonia i płoci. Po stwierdzeniu zakończenia tarła rozpoczęto opuszczanie wody, w wyniku czego nastąpiło odsłonięcie i osuszenie części tarlisk, co wpłynęło na ograniczenie sukcesu rozrodczego ryb. W wyniku obniżenia poziomu wody o 40 cm, odnotowano redukcję zagęszczenia narybku do poziomu 1,3 osobn. m<sup>-2</sup>. Uwolniony spod presji narybku zooplankton skutecznie opóźnił wystąpienie zakwitu sinicowego. Pomimo wysokiego ładunku fosforu całkowitego, wysokiej temperatury oraz długiego czasu retencji wody w zbiorniku średnia biomasa sinic była 2-krotnie niższa (7,6 mg dm<sup>-3</sup>) niż wyliczona z modelu na podstawie badań długoterminowych (15,7 mg dm<sup>-3</sup>). W roku 2007 poziom wody został obniżony o 24 cm. W rezultacie podjętych działań zagęszczenie narybku (5,1 osobn. m<sup>-2</sup>) nie było wystarczająco zredukowane, aby zachować silną populację zooplanktonu filtrującego. Analizy tempa wzrostu narybku, zawartości przewodów pokarmowych i rekrutacji, odniesione do parabolicznej krzywej *stock/recruitment*, wykazały, że optymalny wzrost, a co za tym idzie przeżywalność zimowa narybku okonia, płoci i sandacza występuje, gdy zagęszczenie narybku w pierwszym tygodniu lipca jest mniejsze niż 5 osobn. m<sup>-2</sup>. Dalsza kontynuacja prac umożliwi określenie optymalnego zagęszczenia narybku dla utrzymania liczego zooplanktonu, który z kolei gwarantuje ograniczenie symptomów eutrofizacji, dobry wzrost ryb, ich przeżywalność zimową, a w efekcie optymalny plon rybacki.