

POLITECHNIKA KOSZALIŃSKA

Z E S Z Y T Y
N A U K O W E
W Y D Z I A Ł U
B U D O W N I C T W A
I I N Ź Y N I E R I I
Ś R O D O W I S K A
NR 22

INŻYNIERIA ŚRODOWISKA



Wpływ stawów rybnych (karpiovych) na jakość wód odpływających ze zlewni

*Jolanta Kanclerz
Katedra Melioracji, Kształtowania
Środowiska i Geodezji
Akademia Rolnicza
im. A. Cieszkowskiego, Poznań*

1. Wstęp

Stawy rybne karpiove mogą skutecznie eliminować związki biogenne z wody i mogą być wykorzystane jako oczyszczalnie III stopnia. Kosturkiewicz i in. [2] podczas badań wód odpływających z dwóch kompleksów stawów stwierdzili, że jakość wody odpływająca z badanych kompleksów jest o klasę lepsza pod względem zawartości BZT₅ w całym okresie hodowlanym. Zaobserwowano także znaczną redukcję fosforanów i azotu azotanowego w stawach, co przyczyniło się do zmniejszenia związków biogennych w wodach odpływających. Również Strutyński [7] stwierdził, że stawy rybne wywierają korzystny wpływ na poprawę jakości wód w odbiornikach powierzchniowych. Podczas badań zaobserwowano obniżenie wielkości BZT₅, związków biogennych, cynku, miedzi i ołowiu. Murat-Błażejewska [5] wykazała jednak, że wody przesiekające ze stawu (szczególnie przy krótkiej drodze filtracji) charakteryzują się znacznie gorszą jakością. Zawierają one większe stężenia takich wskaźników jak: azotu amonowego, fosforanów oraz wapnia i żelaza, aniżeli wody w stawie.

Intensyfikacja produkcji rybackiej wymaga stosowania pasz pełnoporcjowych, o sprawdzonej wartości odżywczej i określonych cechach fizycznych.

Bez względu na rodzaj paszy tylko 5÷20% materii w niej zawartej jest wykorzystywana przez ryby, reszta w różnych postaciach dostaje się do wody i przyczynia się do jej zanieczyszczenia [1].

2. Materiały i metody

W pracy określono wpływ stawów rybnych położonych w Kiszkwie na jakość wody odpływającej ze zlewni rzeki Małej Wełny w latach hydrologicznych 1999/2000÷2001/2002.

Do scharakteryzowania stanu i składu wód rzeki Małej Wełny wykorzystano wyniki analiz fizyko-chemicznych próbek wody wykonanych w laboratorium Katedry Melioracji, Kształtowania Środowiska i Geodezji. Próbkę wody pobierano w trzech okresach hodowlanych (IV-IX) z częstotliwością 1 raz w miesiącu, z ciekę w przekrojach pomiarowo-kontrolnych przed i za stawami oraz ze stawu hodowlanego nr 12 (rysunek 1). Staw ten wybrano ze względu na zainstalowane urządzenia umożliwiające pomiary dopływu i odpływu wód ze stawu. Miejsca poboru próbek wody na ciekę zlokalizowano, tak aby móc określić wpływ stawów na jakość wód płynących. Fizyko-chemiczne analizy wód obejmowały oznaczenia wskaźników charakteryzujących właściwości: fizyczne wody (pH, temperatura), warunki tlenowe (BZT₅, ChZT_{Cr}, zawartość tlenu rozpuszczonego) i obecność związków biogennych (azot amonowy, azot azotynowy, azot azotanowy, fosforany). Analizy wody wykonano zgodnie z normami zawartymi w „Wykazie norm z zakresu analityki wody i ścieków” [8].

Warunki meteorologiczne określono na podstawie wyników pomiarów w okresie badań z własnego posterunku opadowego w Kiszkwie na tle danych z wielolecia 1988/1989÷2001/2002 (stacja IMGW Gniezno).

Dla oceny wpływu eksploatacji stawów rybnych na jakość wód odpływających ze zlewni, porównano jakość wód w przekroju kontrolno-pomiarowym przed wejściem na kompleks stawów rybnych z jakością wód w stawie i w przekroju poniżej stawów.

3. Wyniki i dyskusja

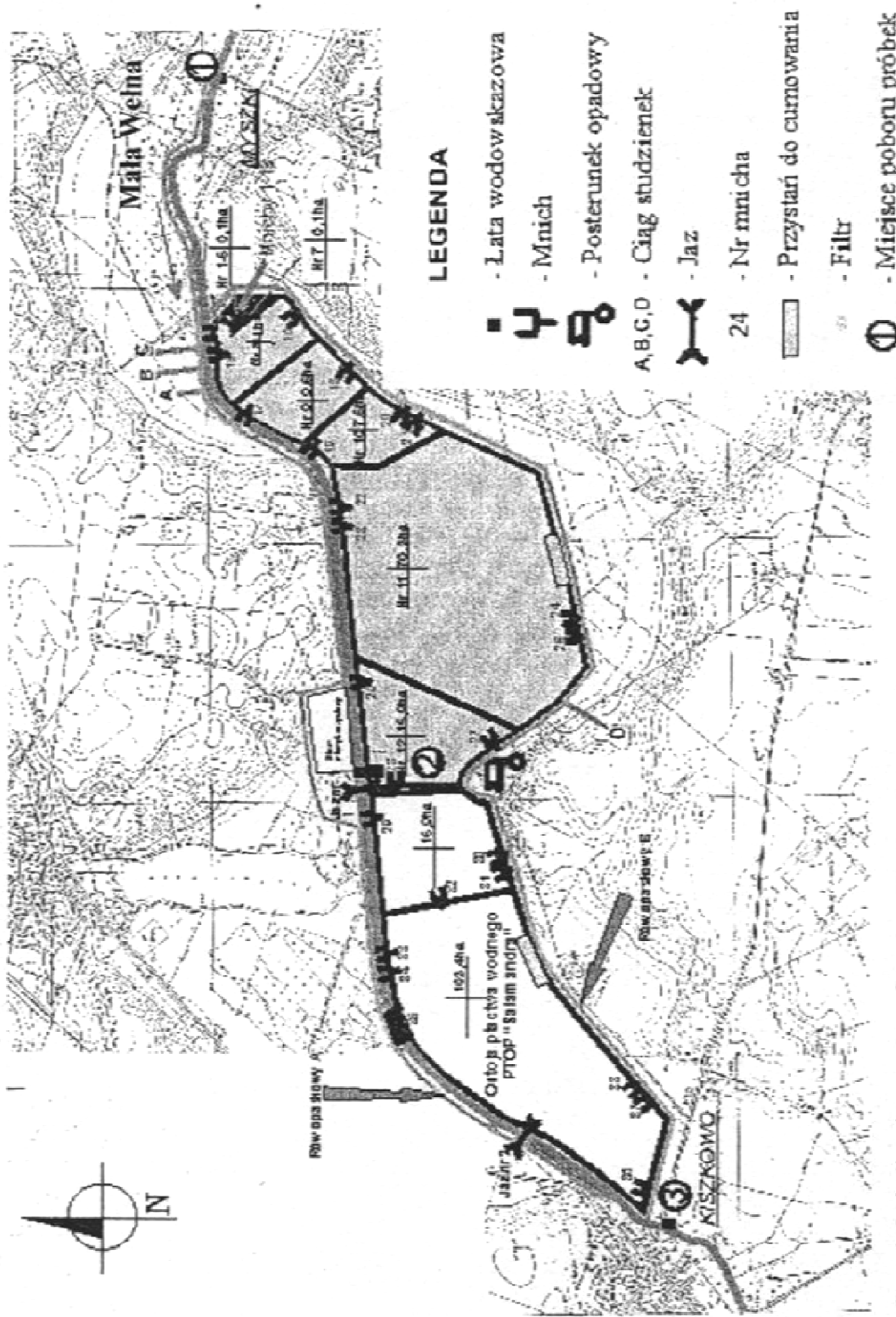
Według podziału Kondrackiego [3] badany obszar zlewni Małej Wełny znajduje się w środkowej części Niziny Wielkopolsko-Kujawskiej, w makroregionie Pojezierze Wielkopolskie, mezoregion Pojezierze Gnieźnieńskie. Powierzchnia zlewni rzeki Małej Wełny do badanego przekroju Kiszkowo wynosi 342 km². W zlewni rzeki Małej Wełny występują głównie przepuszczalne utwory mineralne (95% powierzchni) wytworzone przeważnie z piasków gliniastych płytkich i średnio głębokich zalegających na glinie piaszczystej i lekkiej, a także

w 3,6% gleby wytworzone z glin i w 1,1% wytworzone z torfów. Obszar zlewni rzeki Małej Wełny jest typowo rolniczym terenem. Użytki rolne zajmują 82,7% powierzchni zlewni, z czego 75,2% przypada na grunty orne, 7,2% na użytki zielone, a 0,3% na sady.

W miejscowości Kiszkowo znajduje się kompleks stawów rybnych typu karpionego. Kompleks składa się z 14 stawów karpionych, o łącznej powierzchni 235 ha (rysunek 1). Stawy zasilane są wodami rzeki Małej Wełny. Do napełnienia oraz utrzymania normalnych poziomów piętrzenia w stawach, rzeka jest piętrzona dwoma jazami. Z powodu braku wód dyspozycyjnych Małej Wełny dwa stawy o łącznej powierzchni 120,4 ha nigdy nie były napełnione do normalnego poziomu piętrzenia (NPP) i obecnie jest na tym terenie utworzona ostoja ptactwa wodnego PTOPI „Salamandra”. Stawy nr 1÷12 dzierżawi prywatny hodowca (łączna pow. 114,6 ha), który prowadzi średnio intensywny chów ryb w tych stawach. Właściciel nie wykorzystuje stawów nr 1÷6 (tarlisk) oraz nr 7 (ogrzewalnik) o łącznej powierzchni 0,2 ha, ponieważ nabywa gotowy narybek i zarybia nim przesadki. W okresie badań staw nr 12 obsadzony był narybkiem karpia w ilości około 1 tony tj. około 25 tys. sztuk (waga jednostkowa około 40 g) oraz kroczeniem amura w ilości około 0,3 tony tj. około 2,3 tys. sztuk (waga jednostkowa około 130 g). W okresie hodowlanym (od kwietnia do września) ryby karmiono pszenżytem w ilości 15 ton (na wiosnę raz w tygodniu, natomiast w okresie letnim dwa razy w tygodniu). Wydajność stawu wynosiła około $450 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Badane stawy są stawami ziemnymi, o niezależnym układzie zasilania i odprowadzania wody. Cały kompleks stawów otoczony jest rowami opaskowymi: A – od strony północnej, za przełożonym korytem rzeki i B – od strony południowej, z których woda odprowadzana jest do rzeki poniżej stawów.

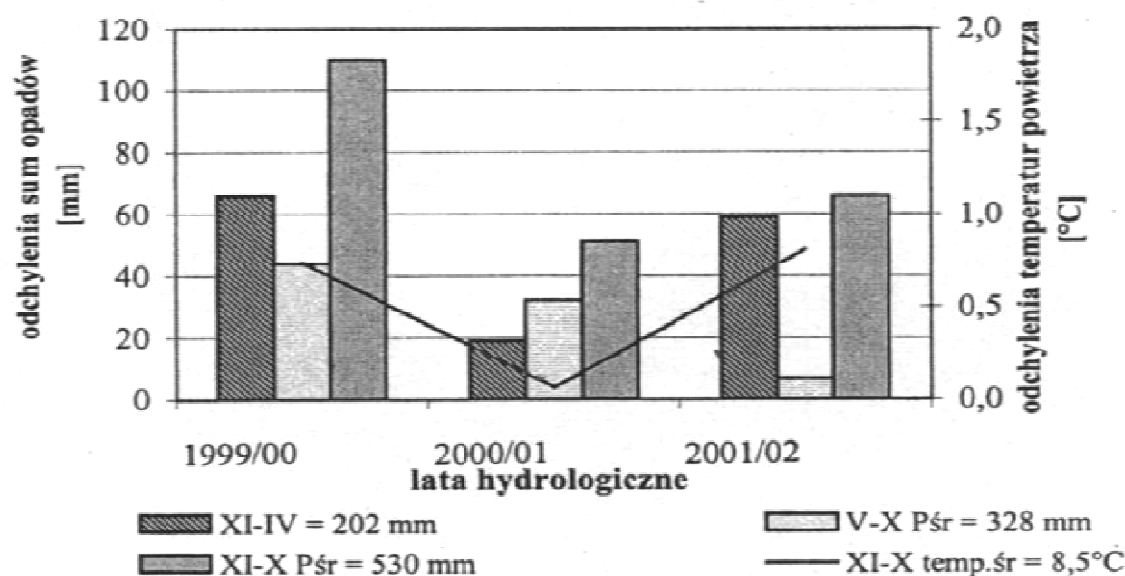
Na podstawie odchyleń półrocznych, rocznych opadów atmosferycznych i średnich temperatur powietrza od średnich z wielolecia 1988/1989÷2001/2002 ustalono, że lata hydrologiczne 1999/2000 i 2001/2002 były wilgotne pod względem opadów atmosferycznych i ciepłe pod względem temperatury powietrza. Sumy rocznych opadów były wyższe od średniej z wielolecia odpowiednio o 110 i 66 mm (rysunek 2). Średnia roczna temperatura była wyższa o $0,7^{\circ}\text{C}$ w roku 1999/2000 i $0,8^{\circ}\text{C}$ w roku 2001/2002 od średniej z wielolecia. Rok hydrologiczny 2000/2001 był rokiem przeciętnym zarówno pod względem sumy opadu atmosferycznego i temperatury powietrza. Suma rocznego opadu była wyższa od średniej o 51 mm, a średnia roczna temperatura powietrza była zbliżona do średniej z wielolecia.

W badanych latach hydrologicznych przepływy chwilowe w przekroju poniżej kompleksu stawów (Kiszkowo) wynosiły od $0,112 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, w roku 2000/2001 do $3,183 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, w 2001/2002. Średni roczny przepływ (SSQ) w tych latach wyniósł $0,624 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. W okresie badań najwyższe przepływy notowano podczas roztopów wiosennych i jesienią podczas opróżniania stawów. Średni niski przepływ, utożsamiany z przepływem nienaruszalnym, wyniósł $\text{SNQ} = 0,151 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, a najdłużej trwający przepływ $\text{NTQ} = 0,262 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.



Rys. 1. Lokalizacja stawów rybnych w Kiskowie
 Fig. 1. The location of the fish ponds at Kiskowo

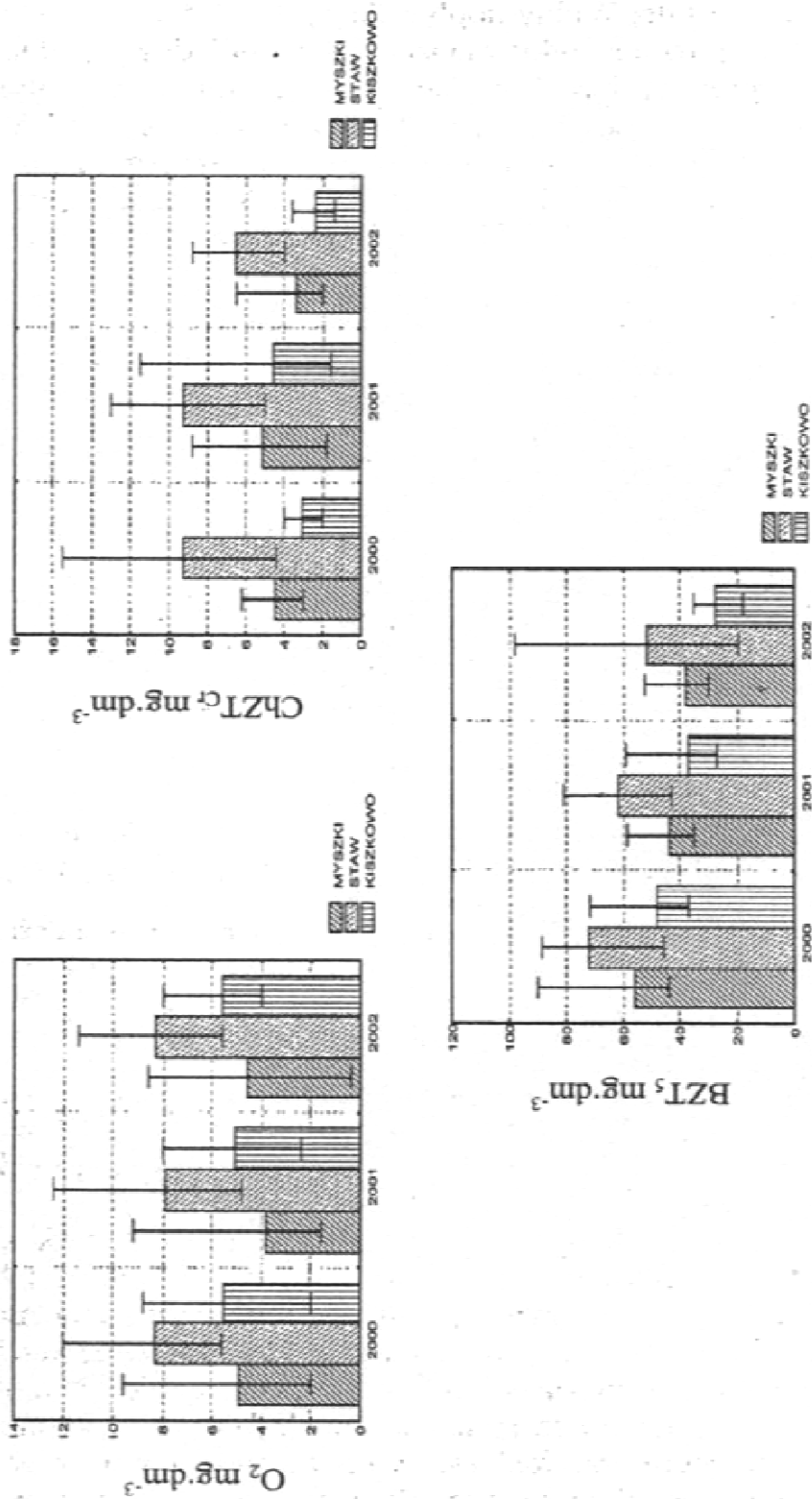
Jakość wody rzeki Małej Wełny dopływającej do stawów nie odpowiadała wymaganiom, jakim powinny odpowiadać wody śródlądowe będące środowiskiem życia ryb karpionych pod względem zawartości azotu azotynowego, tlenu rozpuszczonego i wartości BZT₅ [6]. Analiza wody wykazała, że 83% pobranych próbek wody charakteryzowało się wyższym stężeniem azotu azotynowego od dopuszczalnego, 41% próbek wody nie odpowiadało przyjętym normom dla tlenu rozpuszczonego, a 18% próbek wody przekroczyły dopuszczalną wartość BZT₅.



Rys. 2. Odchylenia półrocznych i rocznych sum opadów atmosferycznych oraz średnich rocznych temperatur powietrza od średnich z wielolecia 1988/1989÷2001/2002
 Fig. 2. Deviation of half-year and annual of precipitation sums and the mean annual air temperatures from the multi-years mean values 1988/89÷2001/02

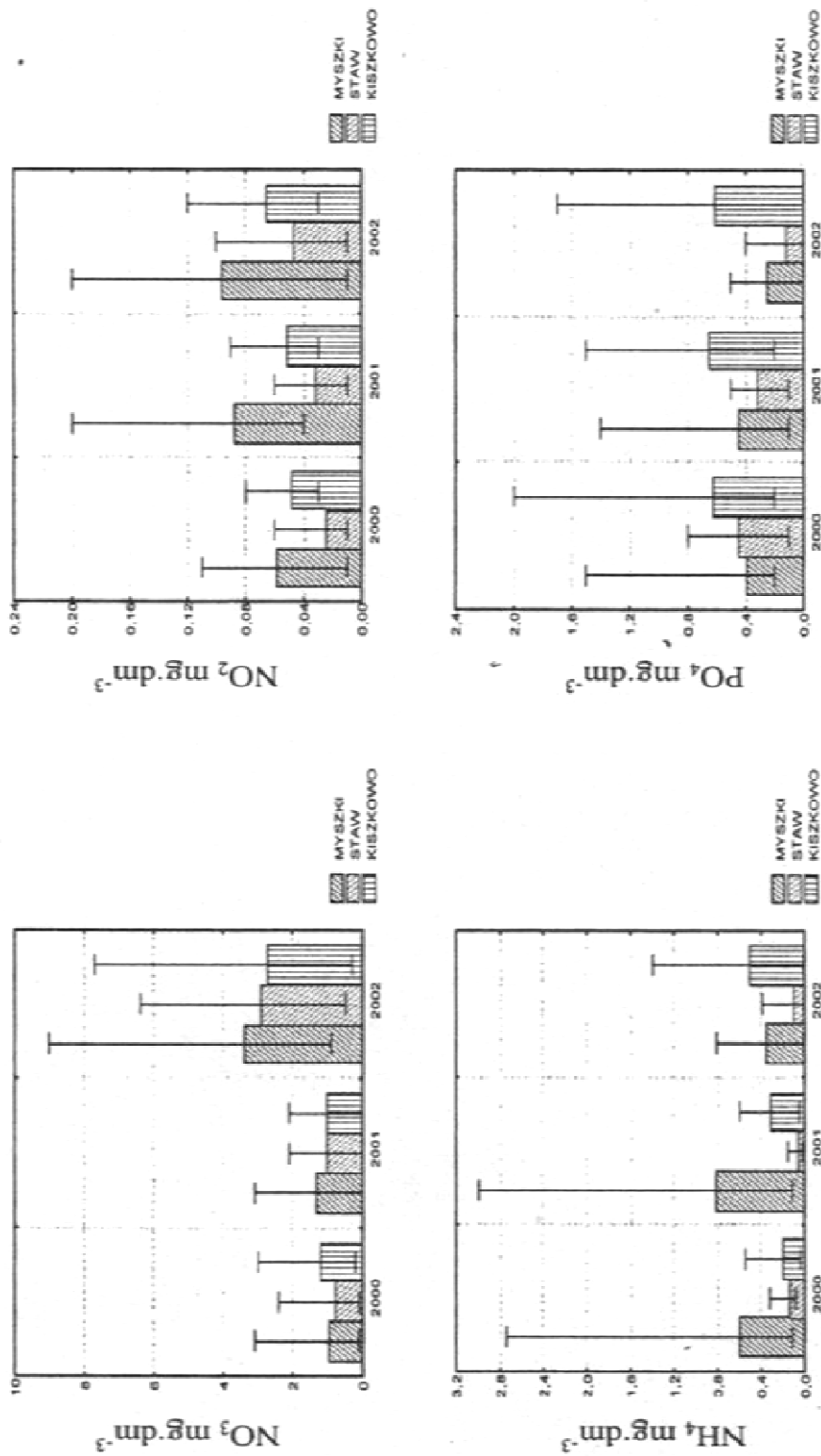
W toni stawu, stwierdzono pogorszenie się jakości wody pod względem substancji organicznych: BZT₅ i ChZT_{Cr}. Notowano wzrost wartości BZT₅ w stawie średnio o około 4 mg O₂·dm⁻³ (tj. o około 95%) i ChZT_{Cr} o około 16 mg O₂·dm⁻³ (o około 36%) w porównaniu z wodą dopływającą do stawu (rysunek 3).

Pogorszenie się jakości wody pod względem tych dwóch wskaźników spowodowane było dużą zawartością resztek nie wykorzystanej paszy, odchodów ryb, a także rozkładem obumarłego fitoplanktonu i roślinności wodnej. Badania wykazały również, że ograniczone zostało działanie związków biogenych jako czynnika wywołującego proces wtórnego zanieczyszczenia odbiornika. W wodach stawu obserwowano redukcję wszystkich badanych form azotu (azotanowego, azotynowego i amonowego) oraz fosforanów poprzez ich pobór przez zasiedlające wodę stawową bakterie, glony i roślinność porastającą dno i brzegi stawu. Obniżka zawartości azotu wynosiła średnio z okresu badań: o około 20% – N-NO₃, 60% – N-NO₂, 80% – N-NH₄ i o około 24% PO₄ (rysunek 4).



Rys. 3. Średnie stężenia tlenu rozpuszczonego, BZT_5 i $ChZT$ w wodach rzeki Małej Welnicy w przekroju powyżej stawu (Myszki), w stawie i poniżej stawu (Kiszkowo) w okresie hodowlanym

Fig. 3. Mean dissolved oxygen, BOD and COD concentrations in water of Mała Welnia river at cross section above the pond (Myszki), in the pond and below the pond (Kiszkowo) in breeding period



Rys. 4. Średnie stężenia azotu azotanowego, azotynowego, amonowego i fosforanów w wodach rzeki Małej Wetny, w przekroju powyżej stawu (Myszki), w stawie i poniżej stawu (Kiszkowo) w okresie hodowlanym

Fig. 4. Mean values of nitrate, nitrite, ammonium nitrogen and phosphates in water of Mała Wetna river at cross section above the pond (Myszki), in the pond and below the pond (Kiszkowo) in breeding period

W trzyletnim okresie badań zaobserwowano, że wody odpływające ze zlewni w okresie hodowlanym wykazywały poprawę czystości w stosunku do wód dopływających do stawu. Przepływ wody przez rów osuszający (długości 650 m), rów opaskowy (długości około 2 km), jak i sam staw wpływały korzystnie na jakość wód, redukując substancje biogenne i organiczne. Porównując jakości wód dopływających do stawu z odpływającymi ze zlewni, pod względem wskaźników warunków tlenowych, zaobserwowano wzrost stężenia tlenu rozpuszczonego od 12% (w roku 1999/2000) do 34% (w roku 2000/2001), średnio o 22%, a także spadek wskaźnika BZT₅ od 10% do 32%, średnio o 24% w okresie badań i spadek ChZT_{Cr} od 14% do 27%, średnio o 18%.

Przepływ wody przez staw powodował redukcję wielkości stężeń związków azotu. W okresie badań redukcja ta w przypadku azotu azotanowego wynosiła średnio w sezonach hodowlanych około 7%, azotu azotynowego około 30%, a azotu amonowego o około 26%. W trzyletnim okresie badań zaobserwowano jedynie niekorzystny wpływ stawu na jakość wód w odbiorniku, ze względu na podwyższone stężenia fosforanów w odbiorniku o około 84% (od 44% w roku 1999/2000 do 153% w roku 2001/2002). Wzrost stężenia fosforanów w wodach odpływających ze stawu spowodowany był najprawdopodobniej uwalnianiem fosforanów z osadów dennych [4].

Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że jakość wód poprodukcyjnych odprowadzanych rowem opaskowym o długości około 2 km do rzeki Małej Wełny ulegała samooczyszczeniu. Wykorzystanie wód rzeki Małej Wełny do hodowli ryb w Kiszkuwie, nie przyczynia się do pogorszenia jakości tych wód w przekroju zamykającym. Analiza danych liczbowych dotyczących wskaźników fizykochemicznych, wskazuje wyraźnie, że stawy rybne nie powodują zmiany kategorii czystości wód na gorszą. Kompleks stawów rybnych w Kiszkuwie pozwala ocenić skuteczność podczyszczenia wód w zbiornikach stawowych. Zachodzące w stawach rybnych procesy fizykochemiczne są dobrą barierą dla zanieczyszczeń wód zasilających je i stanowią ogniwo doczyszczania wód powierzchniowych.

4. Wnioski

1. Jakość wody rzeki Małej Wełny dopływającej do stawów nie odpowiadała wymaganiom, jakim powinny odpowiadać wody śródlądowe będące środowiskiem życia ryb karpiowatych pod względem zawartości azotu azotynowego, tlenu rozpuszczonego i wartości BZT₅. Analiza wody wykazała, że 83% pobranych próbek wody charakteryzowało się wyższym stężeniem azotu azotynowego od dopuszczalnego, 41% próbek wody nie odpowiadało przyjętym normom dla tlenu rozpuszczonego, a 18% próbek wody przekroczyły dopuszczalną wartość BZT₅.

2. Wody w stawach rybnych charakteryzowały się lepszą jakością wód w stosunku do wód dopływających, pod względem stężeń substancji biogennej i tlenu rozpuszczonego. W trzyletnim okresie badań stwierdzono, zmniejszenie stężeń azotu azotanowego o około 20%, azotu azotynowego o 60%, azotu amonowego o 80%, fosforanów o 24% i wzrost zawartości tlenu rozpuszczonego o 82%. Jakość wody ulegała pogorszeniu pod względem substancji organicznych; wzrost BZT₅ o około 95%, a ChZT_{Cr} o 36% w stosunku do wód dopływających do stawów.
3. W okresie hodowlanym, w przekroju poniżej stawów rybnych stwierdzono niższe stężenia mineralnych form azotu (azotu azotanowego około 7%, azotu azotynowego około 30% i azotu amonowego o około 26%) i wyższe stężenia fosforanów o 84%. Wzrost stężenia fosforanów w odbiorniku spowodowany był najprawdopodobniej uwalnianiem fosforanów z osadów dennych. Pod względem wskaźników warunków tlenowych wystąpił wzrost stężenia tlenu rozpuszczonego o 22% i spadek wskaźnika BZT₅ o 24%, a ChZT_{Cr} o 18%.

Literatura

1. **Jeziarska-Madziar M.:** *Wpływ sposobów wytwarzania pasz i poziomów intensyfikacji produkcji karpia na stopień zanieczyszczenia wód poprodukcyjnych.* Roczn. AR Poznań Rozpr. Nauk. Nr 263, 1995.
2. **Kosturkiewicz A., Muratowa S.:** *Wpływ stawów rybnych na jakość wód.* Roczn. AR Poznań, Melior. Inż. Środ.: 51÷63, 1993.
3. **Kondracki J.:** *Geografia regionalna Polski.* PWN, Warszawa, 2000.
4. **Leckie J., Stumm W.:** *Phosphate precipitation. W: Water quality improvement. Ph. & Chemical Processes,* Austin, USA, 1970.
5. **Murat-Błażejewska S.:** *Eksploatacja stawów karpionych a problem jakości wody w małych ciekach odbiornikach wód poprodukcyjnych.* Zesz. Nauk. AR Wrocław, Konf. VIII 266: 163÷172, 1995.
6. Rozporządzenie Ministra Środowiska. W sprawie wymagań, jakim powinny odpowiadać wody śródlądowe będące środowiskiem życia ryb w warunkach naturalnych, z dnia 4 października 2002 r., Dz. U. Nr 176, poz. 1455.
7. **Strutyński J.:** *Rola stawów rybnych w ochronie jakości wód.* Polskie Zrzesz. Inżynierów i Techn. Sanit. Oddział Kraków, VII Ogóln. Sem. Nauk.-Tech. Ochrona jakości i zasobów wód, „Zasady racjonalnej gospodarki wodą” Zakopane: 169÷177, 1996.
8. Wykaz norm z zakresu analityki wody i ścieków, Instytut Gospodarki Przestrzennej i Komunalnej – Zespół Normalizacji, Warszawa 1993.

Streszczenie

W pracy przedstawiono ocenę wpływu stawów rybnych (karpionych) na jakość wód odpływających ze zlewni, w latach hydrologicznych 2000÷2002. Badania prowadzone były na kompleksie stawów rybnych o powierzchni 114,6 ha dzierżawionych przez prywatnego hodowcę, który prowadzi w nich średnio intensywny chów karpia. Dla oceny wpływu eksploatacji stawów rybnych na jakość wód odpływających ze zlewni, porównano jakość wód w przekroju kontrolno-pomiarowym przed wejściem na kompleks stawów rybnych z jakością wód w stawie i w przekroju poniżej stawów.

Wody w stawach rybnych charakteryzowały się lepszą jakością wód w stosunku do wód dopływających do stawów, pod względem stężeń substancji biogenych (azotu azotanowego, azotu azotynowego, azotu amonowego i fosforanów). Natomiast w przekroju poniżej stawów rybnych stwierdzono niższe stężenia mineralnych form azotu (azotu azotanowego około 7%, azotu azotynowego około 30% i azotu amonowego o około 26%) i wyższe stężenia fosforanów o 84%. Wzrost stężenia fosforanów w odbiorniku spowodowany był najprawdopodobniej uwalnianiem fosforanów z osadów dennych. Pod względem wskaźników warunków tlenowych wystąpił wzrost stężenia tlenu rozpuszczonego o 22% i spadek wskaźnika BZT₅ o 24%, a ChZT_{Cr} o 18%.

The Impact Of Carp Fish Ponds On Quality Of Outflow Water From The Catchment

Abstract

The evaluation of impact of carp fish ponds on quality of outflow water from the catchment in 2000÷2002 hydrological years is presented in this paper. The measurements were carried out at the fish ponds complex of 114,6 ha of area, rented by a private farmer with a medium intensive carp breeding. The comparison of water quality at cross section located below and above the ponds complex was carried out to evaluate the impact of ponds on the quality of outflow water from the catchment.

The ponds water quality was better than outflow water, taking into consideration nutrient substances concentrations (nitrate, nitrite and ammonium nitrogen as well as phosphates). During the research the lower values of mineral nitrogen forms concentrations were observed at a cross section located below fish ponds (about 7% nitrate nitrogen, about 30% nitrite nitrogen and ammonium nitrogen about 26%) and higher values of phosphates about 84%. Increased values of phosphates concentration in receiving water were probably caused by releasing phosphates from the bottom sediments. The oxygen conditions indicators measurements revealed the increasing values of dissolved oxygen about 22% and decreasing BOD indicator about 24% and COD about 18%.