

ROCZNIKI
AKADEMII ROLNICZEJ
W POZNANIU
CCCLVII



MELIORACJE
I INŻYNIERIA
ŚRODOWISKA

POZNAŃ 2004

25

SADŻIDE MURAT-BŁAŻEJEWSKA, JOLANTA KUJAWA, MARIUSZ SOJKA

TENDENCJE ZMIAN JAKOŚCI WÓD RZEKI MAŁEJ WEŁNY

*Z Katedry Melioracji, Kształtowania Środowiska i Geodezji
Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu*

ABSTRACT. The paper presents results of the research of water quality in the Mała Wełna river down to Kiszkowo control section in 2000-2002 hydrological years. The results of the research revealed that the Mała Wełna river carried water of bad quality (V quality class), and it did not fulfill requirements for carp breeding in natural conditions.

Key words: water quality changes, trends, correlations

Wstęp

Rozpoznanie aktualnych i perspektywicznych bilansów wodnogospodarczych w zlewniach, a następnie właściwe sterowanie zasobami zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju w istotny sposób może wpłynąć na zaspokojenie narastających potrzeb użytkowników wód. Takie działania są zgodne z prawem wodnym (Ustawa... 2001) i ramową dyrektywą wodną (Dyrektywa... 2000). Według wymagań Unii Europejskiej głównym celem gospodarki wodnej jest ochrona zasobów wodnych, tzn. zapewnienie jej odpowiedniej ilości i jakości w czasie i przestrzeni dla racjonalnego i trwałego zaspokojenia potrzeb bieżących i przyszłych pokoleń. Dlatego szczególną uwagę należy poświęcić ocenie i ewentualnej prognozie jakości wód powierzchniowych na terenach objętych deficytami wody.

Materiały i metody

W niniejszej pracy przedstawiono wybrane wyniki badań jakości wody rzeki Małej Wełny do przekroju Kiszkowo oraz przeanalizowano trendy czasowe w zmianach składu i stanu zanieczyszczeń tych wód.

Badania terenowe, będące podstawą pracy, prowadzone były w latach hydrologicznych 2000-2002 i obejmowały m.in. obserwacje i pomiary hydrometeorologiczne oraz pobór próbek wody z sześciu przekrojów pomiarowo-kontrolnych usytuowanych wzdłuż biegu rzeki, z częstotliwością raz w miesiącu. Sumarycznie w okresie badań pobrano 198 próbek wody i poddano je analizom chemicznym. Temperaturę wody mierzono w miejscu poboru próbek. Badania laboratoryjne próbek wody obejmowały oznaczenia czternastu wskaźników charakteryzujących odczyn wody (pH), warunki tlenowe (tlen rozpuszczony, BZT₅, ChZT), zasolenie (siarczany, chlorki, wapń i magnez), metale ciężkie (żelazo) i obecność substancji biogenicznych (azot amonowy, azot azotanowy, azot azotynowy i fosforany). Podstawą oceny jakości wód było Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód (Rozporządzenie... 2004). Jakość wody rzeki Małej Wełny poddano także ocenie pod kątem wymagań, jakim powinny odpowiadać wody śródlądowe będące środowiskiem życia ryb w warunkach naturalnych i pod względem przydatności do wykorzystania jako źródło wody do picia (Rozporządzenie... 2002 a i b).

Do scharakteryzowania warunków meteorologicznych w zlewni wykorzystano wyniki pomiarów z własnych posterunków opadowych w Kiszkwie i Łopiennie (opady atmosferyczne w latach 1997-2002) oraz dane (opady atmosferyczne i temperatury powietrza w latach 1989-2000) ze stacji IMGW w Gnieźnie.

Warunki hydrologiczne w zlewni ustalono na podstawie własnych codziennych pomiarów stanów wody rzeki Małej Wełny w przekroju Kiszkwie. Dodatkowo prowadzone były comiesięczne pomiary hydrometryczne (niezbędne do obliczenia natężenia przepływu) w pięciu przekrojach pomiarowo-kontrolnych usytuowanych wzdłuż biegu rzeki.

Inwentaryzację źródeł zanieczyszczeń przeprowadzono na podstawie wizji lokalnych w terenie, dokumentacji z urzędów gmin i opublikowanych materiałów Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Poznaniu. Typy i rodzaje gleb ustalono na podstawie map glebowo-rolniczych w skali 1:100 000, a rodzaj użytkowania terenu określono na podstawie map topograficznych oraz danych Wojewódzkiego Urzędu Statystycznego w Poznaniu.

Wyniki i dyskusja

Zlewnia rzeki Małej Wełny do przekroju Kiszkwie położona jest w środkowej części Niziny Wielkopolsko-Kujawskiej, w makroregionie Pojezierze Wielkopolskie, mezoregionie Pojezierze Gnieźnieńskie (Kondracki 2000). Pole powierzchni badanej zlewni wynosi 342 km². Źródło rzeki Małej Wełny tworzą podmokłe łąki w pobliżu miejscowości Chwałówko, około 12,5 km na południowy zachód od Gniezna. Od źródeł znajdujących się na wysokości około 119 m n.p.m. do przekroju zamykającego badany obszar na wysokości 92,5 m n.p.m. rzeka pokonuje 45,3 km, co daje średni spadek podłużny rzeki 0,58‰. Spadki poprzeczne doliny rzecznej są znaczne i wynoszą średnio od 5 do 30‰, przy czym lokalnie dochodzą do 80‰. Rzeka Mała Wełna przepływa przez osiem jezior o sumarycznej powierzchni 392,8 ha, natomiast całkowita powierzchnia wód stojących w zlewni wynosi 780,5 ha (19 jezior i kompleks stawów rybnych), co

w odniesieniu do powierzchni zlewni daje wskaźnik jeziorności 2,3%. Zlewnia rzeki Małej Wełny ma charakter typowo rolniczy, użytki rolne zajmują 82,7% powierzchni zlewni, z czego 75,2% przypada na grunty orne, 7,2% na użytki zielone, a 0,3% stanowią sady. Gleby badanej zlewni są wytworzone głównie z utworów mineralnych o składzie mechanicznym glin piaszczystych i piasków gliniastych.

Przeprowadzona inwentaryzacja użytkowników wód powierzchniowych wykazała, że wody rzeki Małej Wełny wykorzystywane są głównie do hodowli ryb oraz nawodnień rolniczych. Ludność i zakłady przemysłowe z miejscowości położonych na terenie zlewni korzystają z ujęć wód podziemnych. Gospodarka wodno-ściekowa zlewni rzeki Małej Wełny oparta jest na zbiornikach bezodpływowych. Długość sieci wodociągowej wynosi 307,7 km, a sieci kanalizacyjnej rozdzielczej – 28,9 km. Głównym źródłem zanieczyszczeń wód Małej Wełny są zrzuty z oczyszczalni ścieków położonych wzdłuż biegu rzeki (oczyszczalnie w Łubowie, Strychowie, Działyniu, Mieleszynie, Kłęcku Zakrzewie i Rybnie Wielkim).

Analizę przebiegu warunków meteorologicznych w badanej zlewni w latach hydrologicznych 2000-2002 wykonano na podstawie odchyień półrocznych i rocznych sum opadów atmosferycznych i średnich temperatur powietrza na tle pomiarów z wielolecia 1989-2002. W wieloleciu tym średni roczny wskaźnik opadu nieskorygowanego wyniósł 530 mm, z czego w półroczu letnim 328 mm, a w zimowym 202 mm. Średnia temperatura wielolecia wynosiła 8,5°C, w półroczu letnim 14,7°C, a w zimowym 2,3°C.

Lata hydrologiczne 2000 i 2002 były wilgotne pod względem wielkości opadów atmosferycznych (sumy rocznego opadu atmosferycznego wyższe od średniej z wielolecia o 110 mm w 2000 roku i o 66 mm w 2002 roku) i ciepłymi (średnie temperatury powietrza odpowiednio wyższe o 0,7°C i 0,8°C od średniej z wielolecia). Półrocza letnie 2000 roku i zimowe 2000 i 2002 roku można scharakteryzować jako wilgotne, gdyż sumy opadów były wyższe odpowiednio o 44 mm, 66 mm i 59 mm od średnich z wielolecia. Pozostałe półrocza wyróżniały się wartościami zbliżonymi do przeciętnych. Rok hydrologiczny 2001 był przeciętny pod względem opadów atmosferycznych, o sumie opadów wyższej o 10% od średniej z wielolecia i temperaturze zbliżonej do wartości przeciętnej.

W badanych latach hydrologicznych natężenie przepływu w przekroju Kiszkowo wahało się od $NNQ = 0,112 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ do $WWQ = 3,183 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, a średni roczny przepływ w tych latach wyniósł $SSQ = 0,624 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Średni niski przepływ utożsamiany z przepływem nienaruszalnym wyniósł $SNQ = 0,151 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, a najdłużej trwający przepływ $NTQ = 0,262 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. W rozpatrywanych latach hydrologicznych średnie i maksymalne przepływy w półroczach zimowych były wyższe niż w półroczach letnich. W półroczach zimowych przepływy średnie wynosiły od $0,425 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ do $1,472 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, a w półroczach letnich od $0,335 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ do $0,516 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Natężenie przepływu rzeki Małej Wełny było zróżnicowane. Oprócz warunków atmosferycznych wpływały na to liczne budowle wodne (cztery jazy zasuwowo-szandorowe i trzy zastawki szandorowe) oraz jeziora, przez które przepływa rzeka.

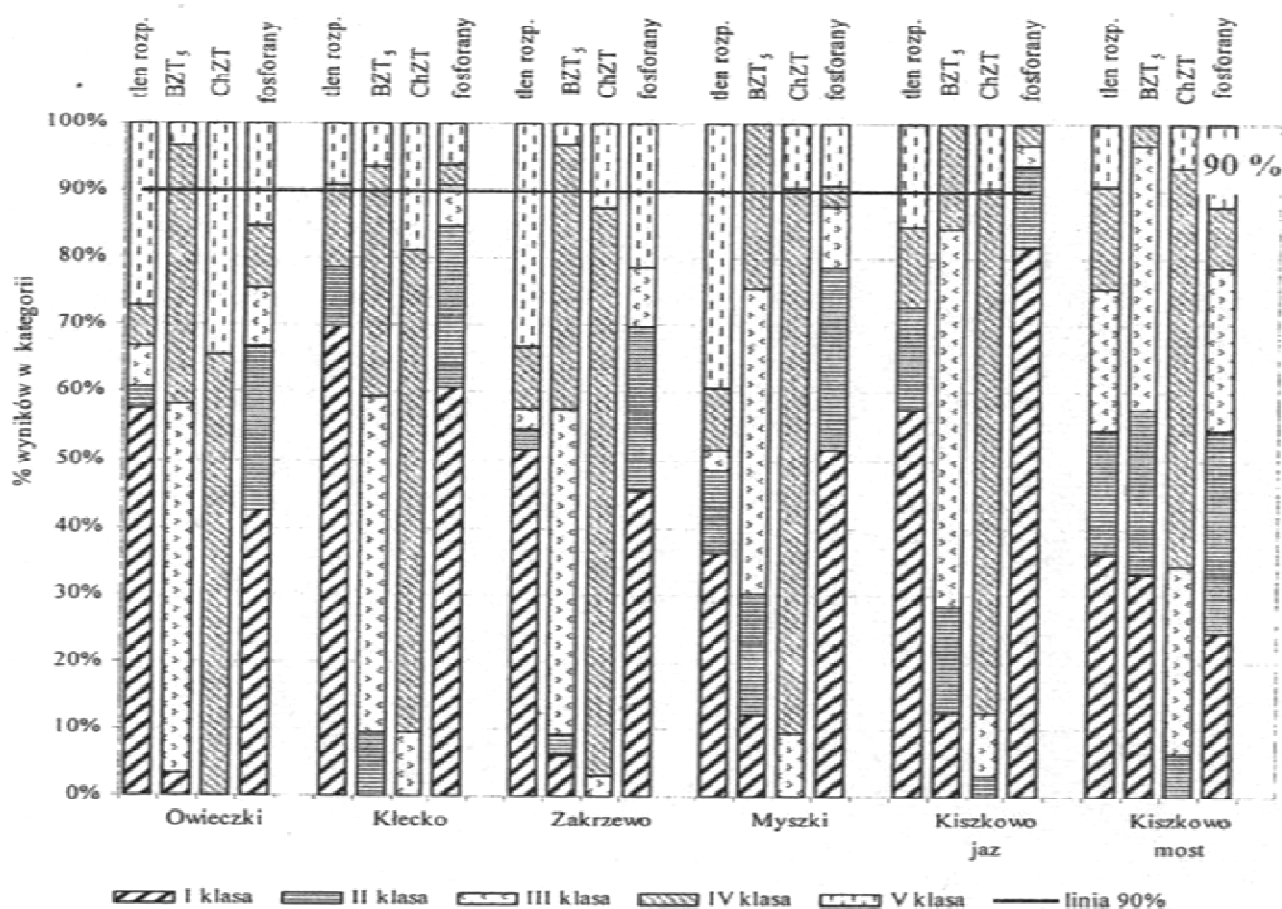
Zmiany jakości wód rzeki Małej Wełny do przekroju Kiszkowo były przedmiotem wcześniejszych publikacji (Murat-Błażejewska 2001, Murat-Błażejewska i Kujawa 2001). W pracach tych dokonano ogólnej oceny jakości wód rzeki Małej Wełny oraz poszukiwano zależności pomiędzy natężeniem przepływu a stężeniami zanieczyszczeń wybranych związków chemicznych. W niniejszej pracy oceniono jakość wód rzeki Małej Wełny wzdłuż jej biegu oraz przeanalizowano trendy czasowe w zmianach składu i stanu zanieczyszczeń tych wód.

Na podstawie analiz fizyczno-chemicznych można stwierdzić, że wody rzeki Małej Wełny odpowiadały normom I klasy czystości pod względem temperatury wody, pH i stężenia chlorków (wody bardzo dobrej jakości – mogą być wykorzystywane do spożycia po ich prostym uzdatnieniu fizycznym, tj. filtracji i dezynfekcji). Normom II klasy czystości (wody dobrej jakości) odpowiadały stężenia magnezu i azotanów, III klasy czystości (wody zadowalającej jakości) – stężenia wapnia, żelaza, siarczanów i azotu azotynowego oraz normom IV klasy czystości stężenia BZT₅ i amoniaku (wody niezadowalającej jakości – mogą być wykorzystywane do zaopatrzenia ludności w wodę do spożycia po ich wysokosprawnym uzdatnieniu fizycznym i chemicznym, tj. utlenianiu, koagulacji, flokulacji, dekantacji, filtracji, adsorpcji na węglu aktywnym i dezynfekcji). Zaobserwowano, że granice IV klasy czystości zostały przekroczone przez podwyższone stężenia ChZT (15% przebadanych próbek odpowiadało normom V klasy czystości) i fosforanów (11%) oraz małe stężenia tlenu rozpuszczonego (22%).

Do scharakteryzowania jakości wód rzeki Małej Wełny wzdłuż jej biegu sporządzono wykres przedstawiający procentowy udział wybranych wskaźników jakości wody w poszczególnych klasach czystości wód powierzchniowych (na rycinie 1 linia na poziomie 90% określa przynależność do odpowiedniej klasy czystości w poszczególnych przekrojach pomiarowo-kontrolnych).

Małe stężenia tlenu rozpuszczonego w czterech przekrojach pomiarowo-kontrolnych położonych w miejscowościach Owieczki, Zakrzewo, Myszki i w Kiszkwie na jazie – kwalifikowały wody Małej Wełny do V klasy czystości; w pozostałych przekrojach pomiarowo-kontrolnych (Kłęcko i Kiszkowo most) – do IV klasy czystości. Najmniejsze stężenia tlenu rozpuszczonego zanotowano w przekroju Myszki położonym powyżej kompleksu stawów rybnych w Kiszkwie, gdzie na 33 przebadanych próbek wody aż 13 (39%) kwalifikowało się do V klasy czystości. Prawdopodobnie wynikało to z małych prędkości przepływu, wywołanych piętrzeniem wody w celu napełnienia i utrzymania normalnego poziomu piętrzenia w stawach rybnych w okresie hodowlanym. Wartości wskaźnika BZT₅ wahały się od 1,2 do 15,5 mg O₂·dm⁻³. Dlatego prawie na całej długości wody Małej Wełny były niezadowalającej jakości (IV klasa czystości). W przekroju zamykającym badaną zlewnię zaobserwowano poprawę czystości wód w stosunku do przekroju poprzedzającego (11-procentowy przyrost próbek wody odpowiadających klasom I, II i III). Analizując stężenia ChZT od źródeł do przekroju Zakrzewo, stwierdzono, że Mała Wełna prowadzi na tym odcinku wody złej jakości (V klasa czystości). Od przekroju położonego w miejscowości Kłęcko następowała stopniowa poprawa jakości wody pod względem ChZT (zwiększa się procentowy udział próbek wody odpowiadających klasom I, II i III czystości z 9% w Kłęcku do 34% w przekroju zamykającym badaną zlewnię). Zły stan jakości wody Małej Wełny pod względem BZT₅ i ChZT wynika z obciążenia substancjami organicznymi i zredukowanymi związkami nieorganicznymi, które zużywają tlen w procesie samooczyszczania. Prawdopodobnie obciążenia te pochodzą z jednostek przestrzennych (miasta i wsie) charakteryzujących się znacznym niedorozwojem lub nawet brakiem sieci kanalizacyjnej (Błażejewski i Mizgajski 2001), które wywierają istotny wpływ na jakość wód powierzchniowych i podziemnych.

Analiza jakości wód Małej Wełny pod kątem obecności substancji biogenicznych wykazała dużą zmienność stężenia fosforanów, które zmieniały się wzdłuż biegu rzeki w granicach odpowiadających od II do V klasy czystości. Najgorszą sytuację zaobserwowano w przekrojach zlokalizowanych w miejscowościach Owieczki (15% próbek wody odpowiadało normom V klasy czystości), Zakrzewo (21%) i Kiszkwie na moście



Ryc. 1. Ocena warunków tlenowych i substancji biogenicznych wód rzeki Małej Wólny wzdłuż jej biegu zgodnie z Rozporządzeniem Ministra... (2004)

Fig. 1. The evaluation of oxygen conditions and nutrient substances of Mała Wólna river's water along the river according to environmental ministry ordinance (Rozporządzenie... 2004)

(12%). Zjawisko może być powodowane dopływem nieoczyszczonych lub niedostatecznie oczyszczonych ścieków komunalnych. Analizując jakość wód rzeki Małej Wólny pod względem stężenia związków azotu, zanotowano wyrównane stężenia azotanów i azotynów oraz dużą zmienność azotu amonowego, od wartości śladowych do $4,56 \text{ mg N-NH}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$. Od przekroju położonego w miejscowości Owieczki (II klasa czystości) następował wzrost stężenia azotu amonowego do przekroju w Zakrzewie (IV klasa czystości). W kolejnych przekrojach notowano mniejsze stężenia azotu amonowego; wymagania II klasy czystości spełniało średnio 93% próbek wody.

Ocena przydatności wód rzeki Małej Wólny pod kątem wymagań określanych dla wód będących środowiskiem bytowania ryb karpiowatych w warunkach naturalnych wykazała, że nie spełniają one powyższych norm. Dopuszczalne bowiem wartości były przekraczane przez stężenia BZT₅ (18% przeanalizowanych próbek przekraczało dopuszczalne normy), tlenu rozpuszczonego (41%) i azotu azotynowego (75%). Badana rzeka nie może też być dla ludności źródłem zaopatrzenia w wodę przeznaczoną do spożycia.

Koncentracja zanieczyszczeń w wodach Małej Welnicy wykazywała wyraźną roczną cykliczność z nakładającymi się trendami czasowymi. Przeprowadzona analiza trendów w zmianach składu i stanu zanieczyszczeń polegała na testowaniu hipotez o zerowym nachyleniu prostych regresji (McBean i Rovers 1984). Powyższa analiza wykazała, że dla niektórych parametrów istnieją niestacjonarnośći statystycznie istotne (na poziomie istotności $\alpha = 0,05$ przy liczebności próbek $N = 33$; tab. 1). Prawie we wszystkich przekrojach pomiarowo-kontrolnych zaobserwowano zmniejszające się w czasie zasolenie (siarczany i chlorki) i stężenia ChZT oraz rosnące przepływy w przekroju zamykającym analizowaną zlewnię. Sytuacja ta wynikała głównie ze stopniowego regulowania gospodarki wodno-ściekowej wsi i miast położonych na terenie zlewni. W wypadku pozostałych wskaźników jakości wody nie stwierdzono wyraźnych czasowych trendów (na poziomie istotności $\alpha = 0,05$).

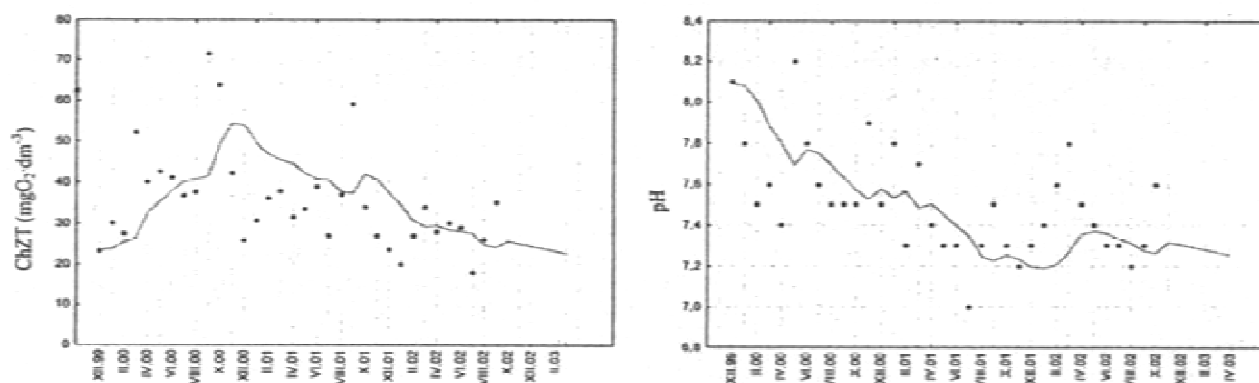
Tabela 1
Trendy czasowe w zmianach składu i stanu zanieczyszczeń wody w przekrojach pomiarowo-kontrolnych położonych wzdłuż biegu rzeki Małej Welnicy ($\alpha = 0,05$, $N = 33$)
Temporal trends of compositions and state changes of water pollution in sampling – control section along the Mała Welnica river ($\alpha = 0.05$, $N = 33$)

Przekroje pomiarowe Control section (nr)	Owieczki (1)	Kłęczko (2)	Zakrzewo (3)	Myszki (4)	Kiszkowo-jaz (5)	Kiszkowo most (6)
Odczyn pH Reaction pH	0	0	0	–	–	–
ChZT ($\text{mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$) COD ($\text{mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$)	0	–	–	–	–	–
Siarczany ($\text{mg SO}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$) Sulphate ($\text{mg SO}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$)	–	–	–	–	–	–
Chlorki ($\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$) Chlorine ($\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$)	–	–	0	–	–	–
Przepływ ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) Flow ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	0	0	0	0	0	+

„+” – trend istotny dodatni, „–” – trend istotny ujemny, „0” – trend nieistotny.

“+” – significant positive trend, “–” – significant negative trend, “0” – insignificant trend.

Uzyskane serie czasowe wskaźników charakteryzujących jakość wód rzeki Małej Welnicy poddano procesowi prostego wyrównania wykładniczego Browna z jednoczesną prognozą liniową na sześć kolejnych miesięcy roku hydrologicznego 2003 (współczynnik wygładzenia przyjęto na poziomie $\alpha = 0,1$). Wybrane wyniki przedstawiono na rycinie 2.



Ryc. 2. Zmiany wartości chemicznego zapotrzebowania na tlen (ChZT) i odczynu (pH) w wodach rzeki Małej Wełny w latach hydrologicznych 2000-2002 z prognozą na sześć kolejnych miesięcy 2003 roku

Fig. 2. Changes of chemical oxygen demand (COD) and reaction (pH) in the Mała Wełna river in hydrologic years 2000-2002 with prognosis for six following months in 2003

Wnioski

Wyniki badań prowadzonych w latach 2000-2002 wykazały, że wody rzeki Małej Wełny są złej jakości (odpowiadają normom V klasy czystości), co wynika z dużych stężeń ChZT i fosforanów oraz małych stężeń tlenu rozpuszczonego. Ocena przydatności tych wód pod kątem wymagań określanych dla wód będących środowiskiem bytowania ryb karpiowatych w warunkach naturalnych wykazała, że nie spełniają one powyższych norm, gdyż dopuszczalne wartości były przekraczane przez stężenia BZT₅, zaniżone dla tlenu rozpuszczonego i podwyższone dla azotu azotynowego.

Analizując czasowe trendy w zmianach składu i stanu zanieczyszczeń, wykazano poprawę jakości tych wód (na poziomie istotności $\alpha = 0,05$) prawie we wszystkich przekrojach pomiarowo-kontrolnych pod względem stężenia siarczanów, chlorków i ChZT.

Literatura

- Błażejowski R., Mizgajski A. (2001): Stan i potrzeby inwestycyjne gmin województwa wielkopolskiego w zakresie gospodarki ściekowej. Biblioteka Monitoringu WIOŚ.
- Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej z dnia 23 października 2000 r. (2000).
- Kondracki J. (2000): Geografia. Mezoregiony fizyczno-geograficzne. PWN, Warszawa.
- McBean E.A., Rovers F.A. (1984): Alternatives for assessing of changes in concentration levels. Ground Water Monit. Reiv. Summer: 39-41.
- Murat-Błażejewska S. (2001): Czasowe i przestrzenne zmiany jakości wód małych cieków nizinnych (na przykładzie rzeki Małej Wełny). Zesz. Nauk. Wydz. Bud. Inż. Środ. P. Koszal. 20: 693-702.
- Murat-Błażejewska S., Kujawa J. (2001): Zmiany jakości wód wybranej rzeki niziny Wielkopolskiej. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 477: 101-106.

Rozporządzenia Ministra Środowiska w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód z dnia 11 lutego 2004 r. (2004). Dz. U. nr 32, poz. 283 i 284.

Rozporządzenia Ministra Środowiska w sprawie wymagań, jakim powinny odpowiadać wody śródlądowe będące środowiskiem życia ryb w warunkach naturalnych, z dnia 4 października 2002 r. (2002 a). Dz. U. nr 176, poz. 1455.

Rozporządzenia Ministra Środowiska w sprawie wymagań, jakim powinny odpowiadać wody powierzchniowe wykorzystywane do zaopatrzenia ludności w wodę przeznaczoną do spożycia, z dnia 27 listopada 2002 r. (2002 b). Dz. U. nr 204, poz. 1728.

Ustawa Prawo Wodne z dnia 18 lipca 2001 r. (2001). Dz. U. nr 115, poz. 1229.

TENDENCIES OF WATER QUALITY CHANGES OF THE MAŁA WEŁNA RIVER

S u m m a r y

The results of three-year research carried out during 2000-2002 revealed that the Mała Wełna river waters were V water purity class. The evaluation of feasibility of these waters for fish breeding revealed that they did not meet carp fish water requirements in natural conditions. Analysis of temporal trends in changes of composition and state of pollutions showed a positive water quality tendency (at $\alpha = 0.05$ level) according to sulphate, chlorine and COD concentrations at almost all control sections during the research period.