

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 21

INŻYNIERIA ŚRODOWISKA



Wpływ sposobu użytkowania zlewni na jakość wód głównych dopływów rzeki Maskawy

*Sadżide Murat-Błażejewska, Mariusz Sojka
Katedra Melioracji i Kształtowania Środowiska
Akademia Rolnicza im. A. Cieszkowskiego
w Poznaniu*

1. Wstęp

Nizina Wielkopolska należy do obszarów najuboższych w wodę; dorzecze środkowej części Warty posiada o 35% niższe zasoby wodne niż dorzecze Wisły oraz o 25% niższe od dorzecza Odry [1]. W programie małej retencji wodnej wzrost zasobów wodnych obszarów dorzecza Warty planuje się uzyskać poprzez retencjonowanie wód powierzchniowych w nowo zbudowanych zbiornikach wodnych oraz poprzez spiętrzanie wód jeziornych. Obecnie jednak wody powierzchniowe dorzecza pod względem ich jakości nie nadają się do retencjonowania.

Podstawowe zagrożenie ekosystemów wodnych stanowi eutrofizacja, której przyczyną jest wzrost ilości ścieków odprowadzanych do wód powierzchniowych oraz wysokie zużycie nawozów w zlewniach intensywnie użytkowanych rolniczo [2].

Celem niniejszej pracy była ocena wpływu sposobu użytkowania zlewni na jakość wód powierzchniowych na przykładzie zlewni rzeki Maskawy w wieloleciu 1972÷1989. Wielolecie to wybrano ze względu na dostępność stosunkowo licznych danych terenowych.

2. Materiały i metody

Ogólną ocenę składu i stanu jakości wód rzeki Maskawy wzdłuż jej biegu przedstawiono w pracy Murat-Błażejewskiej i Sojki [5]. W niniejszej pracy przeprowadzono ocenę wpływu sposobu użytkowania zlewni na jakość wód rzeki Maskawy w górnym biegu oraz głównych dopływów rzeki. W pracy wykorzystano wyniki własnych badań jakości wody w przekroju Dzierznica wykonanych w latach 1986÷1990 oraz wyniki badań Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Poznaniu przeprowadzonych w latach 1972, 1977, 1980, 1983, 1986 i 1989 w przekrojach zamykających cieki: Wielką, Strugę Średzką i Miłosławkę.

Warunki klimatyczne w zlewni rzeki Maskawy w wieloletniu 1972÷2000 ustalono na podstawie rozkładów prawdopodobieństwa sum rocznych opadów i średnich rocznych temperatur powietrza zmierzonych na stacji meteorologicznej IMGW w Gnieźnie.

Warunki hydrologiczne w dorzeczu rzeki Maskawy do roku 1983 ustalono na podstawie wyników pomiarów codziennych stanów w przekroju Brodowo, a w latach 1986 i 1989 na podstawie pomiarów własnych stanów wód w przekroju Dzierznica.

Charakterystykę fizjograficzną zlewni przeprowadzono na podstawie map topograficznych i hydrograficznych w skali 1:50 000. Sposób użytkowania gruntów i rodzaje gleb ustalono na podstawie map glebowo-rolniczych w skali 1:100 000. Inwentaryzację źródeł zanieczyszczeń w badanych zlewniach sporządzono na podstawie dokumentacji z urzędów gmin, opublikowanych materiałów WIOŚ w Poznaniu, a także wizji lokalnej w terenie.

3. Charakterystyka zlewni badanych rzek

Dorzecze rzeki Maskawy według Kondrackiego [3] należy do makroregionu Pojezierze Wielkopolskie w subregionie Równina Wrzesińska. Maskawa jest prawobrzeżnym dopływem rzeki Warty uchodzącym do niej w 307,2 km. Warunki fizjograficzne analizowanych zlewni przedstawiono w tabeli 1. Największym lewostronnym dopływem rzeki Maskawy jest Miłosławka uchodząca do Maskawy w 7,8 km (rys. 1), a prawostronnym - Struga Średzka, uchodząca do Maskawy w 26 km. Analizowane zlewnie charakteryzuje skomplikowany układ sieci rzecznej. Największą gęstość sieci rzecznej posiada zlewnia cieków Wielka ($0,95 \text{ km} \cdot \text{km}^{-2}$), która charakteryzuje się zarazem największym spadkiem, równym 1,69‰. Zlewnie mają charakter typowo rolniczy, najwięcej gruntów ornych znajduje się w zlewni cieków Wielka (88,1%), a najmniej w zlewni górnej Maskawy (60,0%). Choć rodzaj stosowanego nawożenia jak i jego dawki uzależnione były od uprawy i klasy gleb na gruntach ornych, zanotowano, że średnie roczne zużycie nawozów było podobne i wynosiło 121 kg NPK/ha, w tym 66 kg N/ha, 22 kg P_2O_5 /ha i 34 kg K_2O /ha.

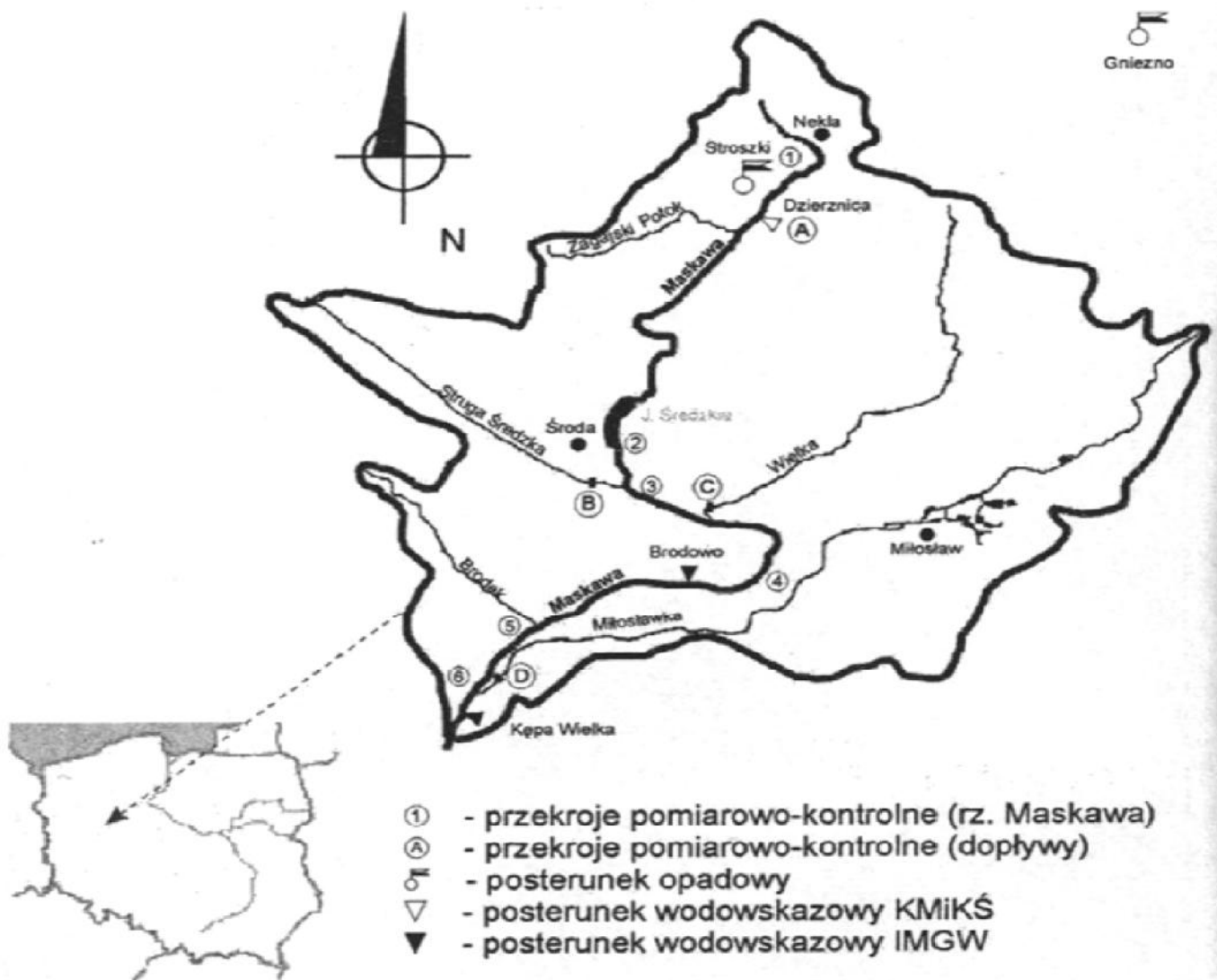
Tab. 1. Charakterystyka fizjograficzna wybranych zlewni rzeki Maskawy

Tab. 1. Geomorphological characteristics of selected catchments of the Maskawa river

Lp.	Charakterystyki:	Zlewnia rzeki			
		Maskawa Dzierżnica	Struga Średzka	Wielka	Miłosławka
	
1	Powierzchnia zlewni [km ²]	37,0	58,2	99,8	182,9
2	Długość rzeki [km]	13,8	15,7	27,2	36,3
3	Spadek rzeki [%]	3,6	0,1	1,69	0,44
4	Gęstość sieci rzecznej [km·km ⁻²]	1,3	0,79	0,95	0,83
5	Użytkowanie [%]:				
	- grunty orne	60,0	87,9	88,1	66,7
	- lasy	28,0	0	4,1	22,7
	- użytki zielone	10,0	8,3	6,3	7,0
	- nieużytki	2,0	3,8	1,5	2,4
6	Gleby [%]:				
	- gliny zwałowe	16,0	90,4	76,3	50,9
	- piaski i żwiry	47,0	0	14,2	24,3
	- piaski gliniaste	21,0	0,7	1,2	13,7
	- torfy, aluwia	16,0	8,9	8,3	11,1

W związku z rolniczym charakterem badanych zlewni głównymi źródłami zanieczyszczenia wód są obiekty o charakterze rolniczym (w zlewni górnej Maskawy spółdzielnie produkcyjne w Starczanowie i Stroszkach, w zlewni Strugi Średzkiej rzeźnia i zakład przetwórstwa owocowo-warzywnego w Środzie Wielkopolskiej, w zlewni Wielkiej gorzelnia w Szlachcinie i w zlewni Miłosławki rzeźnia w Miłosławiu).

Obszarem najsilniej zalesionym jest zlewnia górnej Maskawy (28,0%), dużo mniej lasów występuje w zlewni rzeki Wielkiej (4,1%), natomiast w zlewni Strugi Średzkiej lasy nie występują wcale.



Rys. 1. Zlewnia rzeki Maskawy (źródło: Podział hydrograficzny Polski 1980)
skala 1:200 000

Fig. 1. Catchment of the Maskawa river (source: Podział hydrograficzny Polski)
scale 1:200 000

4. Wyniki i dyskusja

W badanym okresie 1972÷2000 średnia suma rocznych opadów na posterunku w Gnieźnie wynosiła 528 mm, a średnia roczna temperatura 8,2°C. Ocena warunków meteorologicznych przeprowadzona na podstawie rozkładów prawdopodobieństwa sum rocznych opadów atmosferycznych (rozkład Pearsona III typu) i średnich rocznych temperatur powietrza (rozkład normalny) wykazała, że w badanym okresie występowały zarówno lata suche (1972, 1983, 1989), przeciętne (1986) i wilgotne (1977, 1980).

Podstawą oceny jakości wód było Rozporządzenie... [4], dotyczące dopuszczalnych wielkości zanieczyszczeń śródlądowych wód powierzchniowych. W tabeli 2, przedstawiono minimalne, maksymalne, średnie i błędy standardowe wartości wybranych wskaźników jakości wody w przekrojach zamykających badane dopływy i w przekroju Dzierznica rzeki Maskawy. Wyniki badań hydrochemicznych wykazały, że jakość wód dopływów rzeki Maskawy jest zróżnicowana. Najbardziej zanieczyszczone były wody Strugi Średzkiej i pod względem większości wskaźników nie odpowiadały normom. Warunki tlenowe w ciekach Wielka i Miłosławka były dobre, gdyż średnie roczne stężenia tlenu rozpuszczonego wahały się od 6,2 do 11,1 mg O₂·dm⁻³. Natomiast w wodach Strugi Średzkiej zaobserwowano w całym okresie badań występowanie bardzo małych stężeń tlenu rozpuszczonego (niższych od stężeń dopuszczalnych dla III klasy czystości). Obciążenie wód dopływów rzeki Maskawy substancjami organicznymi i zredukowanymi związkami nieorganicznymi, wpływającymi na zużycie tlenu w procesie samooczyszczania, było zróżnicowane. Wartości wskaźnika BZT₅ w wodach Wielkiej i Miłosławki były niewysokie, mieściły się w normach I, II lub III klasy czystości sporadycznie w roku 1986 wykraczając poza te normy. Duże obciążenie substancjami organicznymi zaobserwowano w wodach Strugi Średzkiej, gdzie średnie roczne stężenia BZT₅ wahały się od 30 do 115,8 mg O₂·dm⁻³. Pod względem ChZT wody dopływów były wyrównane tylko w latach suchych (1972, 1983, 1989) i przeciętnych (1986), zaś wody Strugi Średzkiej nie odpowiadały obowiązującym normom. Najwyższe wartości chemicznego zapotrzebowania na tlen zaobserwowano w roku przeciętnym w wodach cieków Wielka, gdzie ChZT osiągnęło wartość 610 mg O₂·dm⁻³. Wskaźnikiem udziału związków organicznych podatnych na biologiczny rozkład jest stosunek ChZT/BZT₅, który w przypadku Wielkiej (54 oznaczenia na 67) i Miłosławki (50 oznaczeń na 67) był przeważnie wyższy od 2,5 (rys. 2) daje to podstawę wnioskować, że wody te zanieczyszczone były ściekami przemysłowymi. Odmienna sytuacja występowała w wodach Strugi Średzkiej gdzie 90% zaobserwowanych stosunków ChZT/BZT₅ było niższych od wartości 2,5 co może świadczyć, że w całym okresie badań wody te zanieczyszczone były niedostatecznie oczyszczonymi lub nieoczyszczonymi ściekami bytowymi.

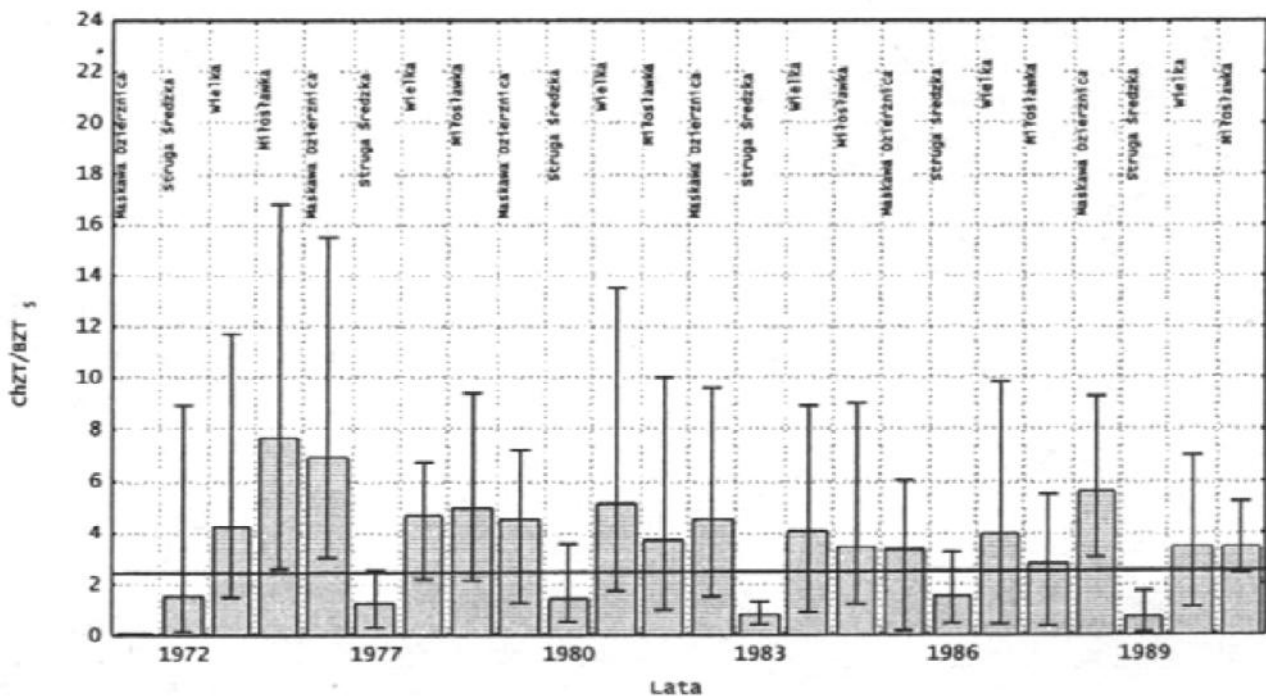
Tabela 2. Minimalne - maksymalne (licznik), średnie wartości \pm błędy standardowe (mianownik) wybranych wskaźników jakości wody rzeki Maskawy w przekroju Dzierznica, Strugi Średzkiej, Wielkiej i Miłosławki w przekroju zamykającym badane zlewnie w wieloleciu 1972÷1989

Table 2. Minimum - maximum (numerator), average \pm mean standard error (denominator) values of water quality indices in the Maskawa river at the Dzierznica control section, Struga Średzka, Wielka and Miłosławka at the closing control sections in 1972÷1989

Parametr:	Zlewnia rzeki			
	Maskawa Dzierznica	Struga Średzka	Wielka	Miłosławka

Tlen rozpuszczony [mg O ₂ · dm ⁻³]	<u>4,1-11,0</u> 7,0±0,6	<u>0,2-12,1</u> 3,5±0,3	<u>1,0-13,6</u> 9,4±0,3	<u>0,2-14,2</u> 7,7±0,3
BZT ₅ [mg O ₂ · dm ⁻³]	<u>1,0-90,0</u> 5,1±1,9	<u>2,6-500,0</u> 61,4±9,8	<u>0,7-657,0</u> 16,7±10,4	<u>1,0-63,3</u> 7,5±1,4
Utleniałość [mg O ₂ · dm ⁻³]	<u>5,4-245,0</u> 15,2±4,6	<u>10,0-280,0</u> 38,2±4,6	<u>6,5-610,0</u> 22,1±9,0	<u>9,3-54,0</u> 16,8±0,9
Zawiesina ogólna [mg · dm ⁻³]	<u>1,0-689,0</u> 26,2±13,4	<u>3,0-457,0</u> 45,2±7,3	<u>1,0-279,0</u> 23,5±5,2	<u>1,0-82,0</u> 16,5±1,7
Azot amonowy [mg N · dm ⁻³]	<u>0,1-3,8</u> 0,4±0,1	<u>0,1-22,8</u> 7,9±0,7	<u>0,01-7,8</u> 0,7±0,2	<u>0,05-8,5</u> 1,1±0,2
Fosforany [mg P · dm ⁻³]	<u>0,2-3,0</u> 0,6±0,1	<u>0,2-12,0</u> 3,6±0,3	<u>0,1-6,5</u> 0,8±0,1	<u>0,01-6,1</u> 1,0±0,1

Średnie roczne stężenia fosforanów w wodach dopływów wskazują, że najmniej fosforanami zanieczyszczone były wody Wielkiej, które tylko w roku 1986 nie odpowiadały obowiązującym normom. Najmniej korzystne warunki pod względem substancji biogenicznych występowały w wodach Strugi Średzkiej. Podwyższone koncentracje fosforanów w tych wodach powodował głównie dopływ ścieków komunalnych z miasta Środa Wielkopolska. W latach suchych 1972, 1983 i 1989 w wodach Strugi Średzkiej zaobserwowano gwałtowny wzrost stężenia azotu amonowego: stężenia te wahały się od 0,1 do 22,8 mg NH₄-dm⁻³. Stan taki powodowany był niskimi przepływami w tym okresie i prawdopodobnym dopływem ścieków pochodzących z przemysłu rolniczego z miasta Środa. Cieki Wielka i Miłosławka charakteryzowały się niskimi średnio rocznymi stężeniami azotu amonowego i w całym badanym okresie odpowiadały normom I lub II klasy czystości.



Rys. 2. Minimalne, maksymalne i średnie stosunki ChZT/BZT₅ w wodach rzeki Maskawy i jej dopływów w wieloleciu 1972+1989

Fig. 2. Minimum, maximum and mean COD/BOD₅ ratios in the Maskawa river and its tributary in the period 1972+1989

W całej zlewni rzeki Maskawy w wieloleciu 1972+1989 jednostkowe ładunki odprowadzanego azotu amonowego wynosiły średnio $2,3 \text{ kg NH}_4 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$, a fosforanów $2,0 \text{ kg PO}_4 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$. W poszczególnych latach i częściach zlewni rzeki Maskawy ilość wprowadzanego do wód azotu amonowego wykazywała znaczne wahania (tab. 3), wśród dopływów najwyższym jednostkowym ładunkiem azotu amonowego wyróżniała się Struga Średzka (średnio $9,4 \text{ kg NH}_4 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$) a najmniejsze wartości występowały w zlewni rzeki Wielkiej (średnio $0,9 \text{ kg NH}_4 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$). Bardzo wysokie jednostkowe ładunki azotu amonowego w zlewni Strugi Średzkiej powodowane są najprawdopodobniej odprowadzaniem znacznej ilości ścieków z miasta Środa, oraz zanieczyszczeniami spływającymi z powierzchni zlewni, której użytkowanie ma charakter typowo rolniczy. Podobnie przedstawiają się jednostkowe ładunki fosforanów odprowadzane przez główne dopływy rzeki Maskawy. Wśród dopływów szczególnie wysokim ładunkiem fosforanów wyróżniała się Struga Średzka (średnio $4,5 \text{ kg PO}_4 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$), przy czym wahania w okresie badań były wysokie $3,4 \div 6,2 \text{ kg PO}_4 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$. W pozostałych dwóch dopływach rzeki Maskawy jednostkowe ładunki fosforanów były niskie i zawierały się w przedziale od $0,6 \div 1,8 \text{ kg PO}_4 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$, co wskazuje na ich zależność od stosunkowo stabilnego ładunku zanieczyszczeń wprowadzanego ze źródeł punktowych.

Tabela 3. Średnie roczne ładunki fosforanów i azotu amonowego rzeki Maskawy i jej dopływów w wieloleciu 1972+1989**Table 3.** Mean years' phosphates and ammonium nitrogen loads in the Maskawa river and its tributary in the period 1972+1989

Lata	Zlewnia rzeki							
	Maskawa Dzierznica	Struga Średzka	Wielka	Miłostawka	Maskawa Dzierznica	Struga Średzka	Wielka	Miłostawka

	Ładunek PO ₄ [kg·ha ⁻¹ ·rok ⁻¹]				Ładunek NH ₄ [kg·ha ⁻¹ ·rok ⁻¹]			
1972						6,6	0,3	1,3
1977	1,0	6,2	1,5	1,3	1,2	12,1	0,9	1,3
1980	0,4	3,8	0,7	1,2	0,3	8,9	0,7	1,0
1983	0,2	3,5	0,6	0,6	0,2	12,5	1,1	0,9
1986	0,5	3,4	1,8	1,6	0,7	6,6	2,1	2,2
1989	0,3	5,4	0,7	1,5	0,6	9,7	0,4	0,4
średnia	0,5	4,5	1,1	1,2	0,6	9,4	0,9	1,3

5. Podsumowanie

Wyniki badań hydrochemicznych z wielolecia 1972+1989 wykazały, że jakość wody głównych dopływów rzeki Maskawy była zróżnicowana. Wielka i Miłostawka pod względem większości badanych wskaźników odpowiadały normom I, II lub III klasy czystości i tylko okresowo nie odpowiadały normom w przypadku średnich rocznych stężeń BZT₅, ChZT i fosforanów. Zdecydowanie gorszą jakością charakteryzowały się wody Strugi Średzkiej, które najczęściej nie odpowiadały obowiązującym normom. W których zaobserwowano, że stosunek ChZT/BZT₅ był niższy, od 2,5, co może świadczyć, że wody te zanieczyszczane były niedostatecznie oczyszczonymi lub nieoczyszczonymi ściekami bytowymi. Wysokie jednostkowe ładunki azotu amonowego (średnio 9,4 kg NH₄·ha⁻¹·rok⁻¹) i fosforu ogólnego (średnio 4,5 kg PO₄·ha⁻¹·rok⁻¹) w wodach Strugi Średzkiej wynikają zapewne z małych spadków podłużnych.

Wpływ sposobu użytkowania rolniczo-leśnego zlewni na jakość wód badanych cieków był trudny do określenia ze względu na dominujące oddzia-

ływanie punktowych źródeł ścieków, a w szczególności – miasta Środa Wielkopolska. Dla wyeliminowania wpływu tej aglomeracji na jakość wód Strugi Średzkiej należałoby przenieść przekrój kontrolny około 2 km w górę rzeki.

Literatura

1. **Goldyn R.:** *Zmiany biologicznych i fizyko-chemicznych cech jakości wody rzecznej pod wpływem jej piętrzenia we wstępnych nizinnych zbiornikach zaporowych*. Wyd. Nauk. UAM, Poznań, 2000.
2. **Ilnicki P.:** *Przyczyny, źródła i przebieg eutrofizacji wód powierzchniowych*. Przegląd komunalny. Nr 2: 35 – 49, 2002.
3. **Kondracki J.:** *Geografia. Mezoregiony fizyczno-geograficzne*. PWN, Warszawa, 2000.
4. Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z 5 listopada 1991 r. W sprawie klasyfikacji wód. Dz. U. Nr 116, poz. 503.
5. **Murat-Błażejewska S., Sojka M.:** *Jakość wód rzeki Maskawy w wieloleciu 1972-1999*. Roczn. AR Pozn. Melior. i Inż. Środ. 23: 351-359, 2002.

Streszczenie

W niniejszej pracy przeprowadzono ocenę wpływu sposobu użytkowania zlewni na jakość wód rzeki Maskawy w górnym biegu oraz głównych dopływów rzeki w wieloleciu 1972÷1989. Wyniki badań hydrochemicznych wykazały, że jakość wody głównych dopływów rzeki Maskawy była zróżnicowana. Wody cieków Wielka i Miłosławka pod względem większości badanych wskaźników odpowiadały normom I, II lub III klasy czystości, zdecydowanie gorszą jakością charakteryzowały się wody Strugi Średzkiej, które tuż przed przekrojem kontrolnym były silnie zanieczyszczone przez ścieki dopływające ze Środy Wielkopolskiej

Effect of Land Use Patterns on Water Quality in Main Tributaries of the Maskawa River

Abstract

The paper presents an assessment of the effects of land use in the upper part of the Maskawa River catchments as well as its three main tributaries on the river water quality in the years 1972÷1989. The hydrological analyses showed that the water quality in the rivers was diverse. The Wielka River and the Miłosławka River possessed waters within I, II and III quality classes, whereas water in the Struga Średzka was frequently beyond any quality class due to point pollution from the town Środa Wielkopolska.