

ZMIANY STĘŻEŃ WSKAŹNIKÓW JAKOŚCI WÓD RZEKI DRWINKI

CHANGES IN CONCENTRATIONS OF WATER QUALITY PARAMETERS OF THE DRWINKA RIVER

Natkaniec Jolanta, Możdzeń Marek

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki badań jakości wód rzeki Drwinki. Woda badanego cieką przepływa przez tereny o zróżnicowanym zagospodarowaniu. W górnym biegu jest to teren przemysłowy oraz miejski, następnie tereny użytkowane rolniczo z zabudową osadniczą wiejską oraz zalesione tereny Puszczy Niepołomickiej, a w końcowym biegu wiejskie tereny zabudowane. W celu określenia jakości wody w Drwince przeprowadzono badania zawartości związków azotu, fosforu, potasu, sodu, wapnia, magnezu, siarczanów, chlorków, zawiesiny, a także pH, przewodności elektrolitycznej i substancji rozpuszczonych w sześciu wybranych punktach poboru próbek wody. Wodę do analiz pobierano w odstępach miesięcznych w latach 2009 i 2010. Wyniki badań mogą być przydatne przy planowaniu zagospodarowania terenów zlewni służącemu ograniczeniu zanieczyszczeń wprowadzanych do wód Drwinki.

Abstract. This paper presents the results of investigation of water quality of the Drwinka river. The water stream flows through the test areas with different land development. An upper reaches flows through industrial and urban area, followed by land with the buildings used for agricultural and rural settlement areas the Niepołomice Forest. Then it flows through areas with rural buildings. In order to determine water quality indicators content of nitrogen, phosphorus, potassium, sodium, calcium, magnesium, sulfate, chloride, suspended solids, pH, conductivity and dissolved solids was studied in six selected areas of research. Water samples were collected at monthly intervals in the years 2009 and 2010. The results can be used in land use planning serving the catchment areas to reduce pollution entering the Drwinka river.

Słowa kluczowe: jakość wód płynących, wskaźniki fizyko-chemiczne

Key words: quality of flowing water, physic-chemical parameters

Adres do korespondencji – Corresponding authors: dr inż. Jolanta Natkaniec, Katedra Melioracji i Kształtowania Środowiska, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków, e-mail: rmmnatkan@cyf-kr.edu.pl; mgr inż. Marek Możdzeń, Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków, e-mail: rmmozdze@cyf-kr.edu.pl.

WSTĘP

W ostatnich dziesięcioleciach rozwój gospodarczy spowodował przebudowę różnych gałęzi przemysłu. Przemiany gospodarcze nie obejmowały równoczesnej budowy oczyszczalni ścieków, filtrów czy urządzeń eliminujących lub ograniczających emisję substancji szkodliwych dla środowiska. Skutki tych zaniedbań obserwujemy dzisiaj w powietrzu, glebie i wodzie.

Zanieczyszczenie wód w zbiornikach, rzekach czy potokach jest obecnie tak powszechne, że zupełnie czyste wody należą do rzadkości. Nawet zbiorniki i potoki usytuowane z dala od miast, osiedli czy zakładów przemysłowych na obszarach chronionych otrzymują z obszarów zlewni wraz z wodami opadowymi i składnikami wymywanyymi z gleb znaczne ładunki zanieczyszczeń.

Z biologicznego punktu widzenia zanieczyszczeniem jest każdy czynnik działający szkodliwie na organizmy wodne, a poprzez wodę również na ludzi i zwierzęta. Zanieczyszczenie może zatem oznaczać nie tylko nadmierne stężenie związków organicznych lub mineralnych, ale także zmienioną niekorzystnie temperaturę wody jej radioaktywność, mętność, barwę lub obecność wirusów i bakterii chorobotwórczych. Szkodliwość działania zanieczyszczeń polega na gwałtownych zmianach warunków fizykochemicznych w wodzie.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Zlewnia Drwinki położona jest na płaskim nizinym terenie między Krakowem a Rabą w Dolinie Wisły i zajmuje 150,8 km². Administracyjnie teren zlewni Drwinki położony jest w gminach Niepołomice, Kłaj oraz Drwinia, częściowo wschodnia część w powiecie wielickim a zachodnia w powiecie krakowskim.

Okolo 66% powierzchni zlewni stanowią lasy, na pozostałą część składają się grunty orne, łąki, pastwiska oraz użytki techniczne. Wielkość indywidualnych gospodarstw waha się od 0,5 ha do 5,0 ha. Centralny obszar zlewni zajmuje Puszcza Niepołomska – obszar o dominacji roślinności naturalnej z dużym udziałem zbiorowisk pierwotnych o antropogenicznych przekształceniach szaty roślinnej (rys. 1). Północna część zlewni to tereny z dużym udziałem roślinności naturalnej oraz zbiorowiskami synantropijnymi, a część ujściowa to strefa z panującą roślinnością naturalną z dużym udziałem obszarów o zaburzonej strukturze – występują tam głównie ekstensywnie użytkowane łąki kośne oraz wilgotne łąki trzęślicowe. Sieć hydrograficzna zlewni Drwinki jest wyraźnie asymetryczna, prawobrzeżne dopływy mają charakter naturalnych cieków wodnych, natomiast lewobrzeżne to przeważnie sztuczne rowy melioracyjne [Dokumentacja... 1990].

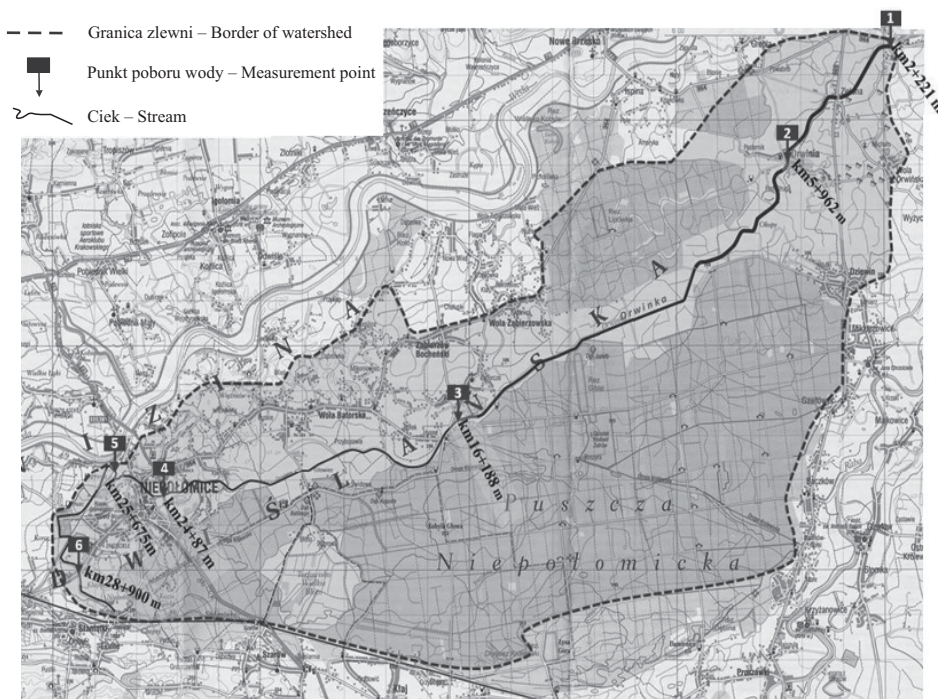
Według ogłoszonego przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Krakowie *Raportu o stanie środowiska w województwie małopolskim* rzeka Drwinka w latach 90. XX wieku zaliczana była do wód powierzchniowych pozaklasowych. Po roku 2000 wody Drwinki klasyfikowane były w klasie IV (jakość niezadowalająca) oraz III (jakość zadowalająca), ale nieprzydatna dla bytowania ryb ze względu na wysoką zawartość azotynów i fosforu ogólnego [Raport... 2011]. Na negatywną ocenę jakości wody wpływał także wysoki poziom stężenia zanieczyszczeń, w tym trudno utleniających (ChZT-Mn, ChZT-Cr) oraz typu kałowego, świadczących o odprowadzaniu do rzeki ścieków bytowych. Natomiast dane PIOŚ z roku 2010 charakteryzują jednolity obszar wód powierzch-

niowych rzeki Drwinki pod względem potencjału ekologicznego jako umiarkowany, a ze względu na stan chemiczny – jako dobry i poniżej dobrego. W sumie, biorąc pod uwagę wymienione aspekty, wody zlewni Drwinki oceniane są jako złe ze względu na elementy biologiczne (fitobentos – indeks okrzemkowy), substancje biogenne (azot Kjeldahla, amonowy, azotanowy, fosfor ogólny, substancje organiczne) oraz stan chemiczny (kadm, ołów, rtęć, węglowodory aromatyczne).

Do badań zmienności cech jakości wody na rzece wybrano sześć punktów poboru wody (rys. 1), które podzieliły ciek na 5 odcinków badawczych charakteryzujących się różnymi sposobami zagospodarowania terenów przyległych mającymi bezpośredni wpływ na ilość i jakość substancji wprowadzanych do wód.

Odcinek rzeki 1–2 o długości 3741 m przepływa przez teren luźnej zabudowy osadniczej miejscowości Zielona i Drwinia oraz przez łąki i pastwiska. Występują na nim głównie gleby średnio przepuszczalne: brunatne i płowe, mady i rędziny o składzie mechanicznym glin lekkich i średnich lub utworów pyłowych, powstałe z glin zwałowych lekkich, lessów i tym podobnych zwietrzelin, zaliczane do gleb klas II i III.

Najdłuższy badany odcinek rzeki Drwinki 2–3, o długości 10226 m, przepływa przez tereny użytkowane rolniczo skrajem Puszczy Niepołomickiej – łąki i pola orne. Brak na nim zabudowy osadniczej. W Puszczy Niepołomickiej na niewielkim obszarze występują gleby słabo przepuszczalne o składzie mechanicznym glin ciężkich i pyłów ilastych. Stwierdzono tam występowanie jednostkowych lub grupowych źródeł wód mineralnych i swoistych typu chlorkowo-sodowego.



Rys. 1. Lokalizacja punktów poboru wody na cieku Drwinka
Fig. 1. Localization of measurement points on Drwinka river

Położone są tam Łąki Dziewińskie odwadniane przez Drwinkę oraz jej dopływy: lewobrzeżne – Maślankę, Kościótek, Gawłowiecki oraz prawobrzeżny Chobot, charakteryzujące się bardzo małymi spadkami. Wszystkie trzy lewobrzeżne dopływy zbierają wody z Puszczy Niepołomickiej. System ten uzupełniają płytkie (20–30 cm) rzadko rozmieszczone bruzdy odwadniające. Tuż przed punktem poboru 4 znajduje się największy sztuczny zbiornik Żwirownia w Zabierzowie Bocheńskim o powierzchni ok. 11 ha i średniej głębokości 1,5 m. Zbiornik pełni funkcje rekreacyjną oraz służy hodowli ryb.

Odcinek rzeki 3–4 o długości 7899 m przepływa przez tereny użytkowane rolniczo z przewagą łąk i pastwisk. W sąsiedztwie cieką występuje luźna zabudowa osadnicza. Wzdłuż tego odcinka położonych jest kilka niewielkich stawów i zbiorników wodnych – sztuczny zbiornik w miejscowości Wola Batorska o powierzchni ok. 3 ha i średniej głębokości 3 m oraz zbiornik w eksploatowanym wyrobisku żwirowni o powierzchni ok. 1 ha i średniej głębokości również 3 m.

Odcinek badawczy 4–5 o długości 1588 m to fragment Drwinki obejmujący centrum miasta Niepołomice, teren ogródków działkowych oraz stadninę koni. Występują tam gleby łatwo przepuszczalne o składzie mechanicznym piasków i glin szkieletowych.

Odcinek rzeki 5–6 o długości 3225 m przepływa przez tereny o zabudowie osadniczej miejskiej oraz strefę przemysłową. Na tym odcinku widoczne są punkty zrzutu wód drenarskich oraz ścieków osadniczych. Część źródłowa cieką znajduje się na torfowiskach zwanych Łąkami Niepołomickimi.

W wodzie pobieranej w punktach badawczych, zgodnie z obowiązującą metodyką [Rozporządzenie... 2009], mierzona była przewodność elektrolityczna oraz wartość pH, natomiast w laboratorium określone były stężenia N-NO_2 , N-NO_3 , N-NH_4 , PO_4^{-3} , SO_4^{-2} , Mg^{+2} , Ca^{+2} , Na^+ , K^+ , Cl^- , ilości zawiesin oraz substancji rozpuszczonych.

WYNIKI

Wyniki badań średnich wartości wskaźników jakości wody dla ośmiu związków i jonów pierwiastków chemicznych – N-NO_2 , N-NH_4 , SO_4^{-2} , Mg^{+2} , Ca^{+2} , Na^+ , K^+ , Cl^- – wykazują porównywalne trendy na poszczególnych odcinkach cieką. Średnie wartości wymienionych wskaźników w punktach poboru wody 1 – ujściowym, i 2 – obszar Puszczy Niepołomickiej, oraz źródłowym 6 są niższe niż w punktach 3, 4 i 5. Maksymalne średnie wartości wymienionych wskaźników występują w punktach 4 i 5, czyli obejmują tereny przemysłowe i zurbanizowane Niepołomice. W czasie całego okresu prowadzenia badań jednostkowe maksymalne i minimalne wartości dla wymienionych ośmiu wskaźników występowały we wszystkich punktach pomiarowych i różniły się od kilku do kilkunastu razy między poszczególnymi pomiarami.

Średnia zawartość N-NO_3 w wodach Drwinki wykazuje minimalne wartości w punkcie 1 (ujściowym) i 2 (Puszcza Niepołomicka), później następuje stały nieznaczny wzrost w punktach 3 (gospodarstwa wiejskie, pola uprawne), 4 (Niepołomice tereny zurbanizowane) i 5 (Niepołomice tereny przemysłowe). Natomiast maksymalną średnią wartość osiąga w punkcie 6 (źródłowym). Maksymalną wartość jednostkową odnotowano również na odcinku źródłowym – $3,667 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$, a minimalną (zerową) przy ujściu. Średnie wartości wskaźnika PO_4^{-3} w poszczególnych punktach są zróżnicowane: najniższe w punktach poboru 6 (źródłowym) oraz 3 i 2 (odnotowane zerowe jednostkowe warto-

Tabela 1. Stan ekologiczny wód cieku Drwinka w punktach poboru wody [Rozporządzenie... 2008]
 Table 1. Ecological status water of Drwinka river in the measurement points [Rozporządzenie... 2008]

Badana cecha Measured characteristic	Jednostka Unit	Punkt badawczy – Measurement point											
		1		2		3		4		5		6	
		śred. med.	min max	śred. med.	min max	śred. med.	min max	śred. med.	min max	śred. med.	min max	śred. med.	min max
N-NO ₂		0,026	0 0,073	0,028	0 0,084	0,054	0 0,167	0,084	0,014 0,185	0,055	0 0,142	0,015	0,007 0,027
N-NO ₃		0,67	0 1,85	0,70	0 1,9	1,11	0,36 2,46	1,02	0,128 1,71	1,00	0,134 1,84	2,54	1,73 3,667
N-NH ₄		0,197	0 0,727	0,309	0 1,429	0,259	0 0,973	0,745	0,17 2,276	0,659	0 1,542	0,056	0 0,285
PO ₄		0,148	0,1 0,567	0,101	0 0,434	0,080	0 0,269	0,141	0,022 0,557	0,213	0,046 0,613	0,068	0,012 0,328
SO ₄		76,4	26,36 107,3	77,9	24,92 111,6	104,4	85,69 128,3	125,8	85,1 154,1	112,4	81,2 153,2	83,3	55,8 120,3
Mg ⁺²		6,86	4,33 8,7	6,84	4,3 9,2	9,87	8,4 10,7	12,47	10,8 13,3	12,48	10,5 13,6	7,05	5,4 11,4
Ca ⁺²	mg · l ⁻¹	44,5	19,08 67,7	45,3	19,82 70,9	72,8	59,7 86,9	91,3	73,9 107,4	86,5	72,5 108,8	59,8	45,6 71,5
Na ⁺		18,9	5,57 34,6	18,5	5,55 31,9	31,6	22,5 48,2	44,2	27,9 55,5	51,7	37,89 64,1	14,2	10,1 28,3
K ⁺		5,59	4,18 7,7	5,44	3,87 7,9	7,46	5,28 9,5	12,49	9,95 16,4	11,28	8,68 17,7	5,37	4,1 11
Cl ⁻		28,5	16,605 38,8	27,8	16,036 39,1	41,7	33,4 54,1	56,7	44,4 72,5	59,6	46,0 78,9	28,5	20,1 50,4
Zawiesina Suspension		6,2	0,4 13,0	6,9	0,6 25,8	2,8	0,6 11,2	4,7	0,8 12,8	4,2	0,6 22,2	2,3	0,6 6,6
Substancje rozpuszczone Dissolved substances		274,4	138 352	286,2	204 356	401,8	342 454	515,4	416 570	517,6	438 600	297,3	240 392
Konduktancja ECe	μS	0,317	0,160 0,501	0,320	0,161 0,506	0,507	0,367 0,64	0,672	0,499 0,791	0,684	0,509 0,805	0,327	0,253 0,375
pH	-	7,1	6,6 7,48	7,0	6,51 7,43	7,2	6,73 7,67	7,2	6,91 7,56	7,4	7,01 7,61	7,2	6,56 7,8

Klasa – Stan ekologiczny I Bardzo dobry Very good II Dobry Good III Umiarkowany Medium IV Słaby* Poor* V Zły* Very poor*

* nie występuje – not present

ści minimalne), nieznacznie wyższe w punktach poboru 1 i 4, a najwyższe w punkcie 5 (po minięciu przez rzekę obszaru przemysłowego i zurbanizowanego) – maksymalna jednostkowa wartość wyniosła 0,613 mg · l⁻¹.

Średnia zawartość substancji rozpuszczonej jest najniższa w części ujściowej Drwinki w punktach 1 i 2 (minimalna jednostkowa wartość 138 mg · l⁻¹) oraz w części źródłowej

w punkcie 6. Tendencję rosnącą substancja rozpuszczona wykazuje od punktu 3 poprzez 4 do 5, gdzie maksymalna jednostkowa wartość sięga $600 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$.

Średnie pomiary konduktancji mają tendencję rosnącą od ujścia Drwinki poprzez punkty 1, 2, 3 do punktu pomiarowego 5 – gdzie notuje się maksymalną jednostkową wartość $0,805 \text{ }\mu\text{S}$ – a następnie gwałtownie spada w punkcie źródłowym 6.

Średnia zawartość zawiesin cząstek stałych w poszczególnych badanych punktach Drwinki jest nieregularna. Skrajne średnie wartości występują w punktach po przepłynięciu wody przez tereny Puszczy Niepołomickiej: punkcie 2 (maksymalna jednostkowa wartość – $25,8 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$) i ujściowym punkcie 1 (minimalna jednostkowa wartość – $0,4 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$), nieco niższe pośrednie w punktach 4 i 5 (tereny przemysłowe i zurbanizowane Niepołomic), a najniższe w punktach 3 (tereny wiejskie) i 6 (źródłowy).

Średnie wartości pH wahają się od 7,0 (odczyn obojętny) do 7,4 (odczyn zasadowy), przy czym najniższe są w punkcie 2 (Puszcza Niepołomicka), a najwyższe w 5 (miasto Niepołomice); jednostkowy pomiar maksymalny – 7,8, odnotowano w punkcie źródłowym 6, natomiast minimalny – 6,6 w punkcie ujściowym 1.

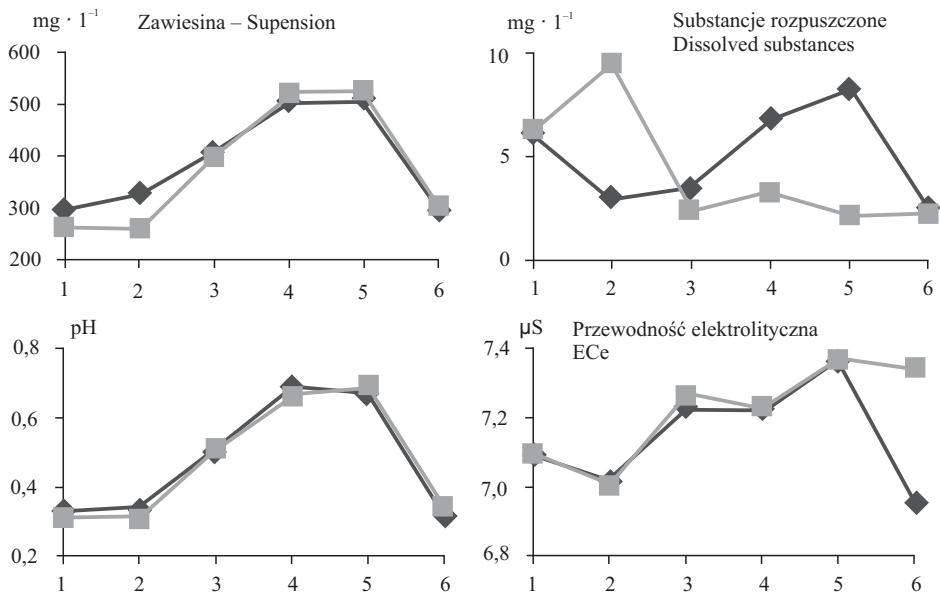
Stan ekologiczny wód powierzchniowych zlewni Drwinki określony na podstawie mierzonych wskaźników, w sześciu punktach pomiarowych, na całej jej długości jest bardzo dobry bądź dobry, natomiast jednostkowe pomiary w przypadku N-NH_4^+ , PO_4^{3-} wskazują na stan ekologiczny umiarkowany. Pozostałe wartości wskaźników pozwalają określić stan wód jako bardzo dobry, a w jednostkowych przypadkach jako dobry.

Rozkład zawartości zawiesiny cząstek stałych oraz pH w okresie wiosenno-letnim oraz jesienno-zimowym w badanych punktach Drwinki okazuje się niemal identyczny. W punktach 1 (ujściowym) i 2 (Puszcza Niepołomicka) jest stały i niski, rośnie w punktach 3 (zabudowa wiejska), 4 (zurbanizowany) oraz 5 (przemysłowy), gdzie osiąga najwyższy poziom, potem gwałtownie spada na odcinku 6 (źródłowym) do poziomu punktów 1 i 2.

Zawartość substancji rozpuszczonych w okresie jesienno-zimowym rośnie od punktu 2 (Puszcza Niepołomicka) do punktów pomiarowych 3, 4 i 5 a następnie w punkcie 6 (źródłowym) gwałtownie spada do poziomu z punktu 2. W przypadku okresu wiosenno-letniego zawartość substancji rozpuszczonych jest niższa i stała na odcinkach od 3 do 6 (tereny wiejskie, zurbanizowane i przemysłowe), a następnie wzrasta w punktach 2 i 1 odcinki ujściowe (rys. 2).

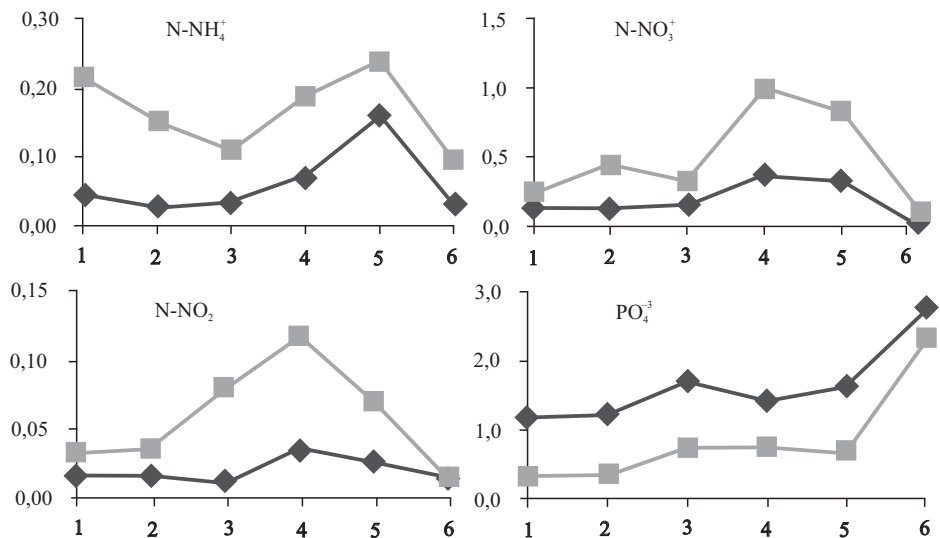
Wartości konduktancji w punktach od 1 do 5 pokrywają się w sezonach jesienno-zimowym i wiosenno-letnim, jedynie w punkcie źródłowym są znaczące różnice (punkt 6) – wyższa jest przewodność elektrolityczna w okresie wyższych temperatur, a niższe w miesiącach o niższych temperaturach (rys. 2).

Rozkład stężeń azotu amonowego i azotanowego wzdłuż biegu cieką wygląda podobnie; najniższe wartości występują przy ujściu oraz w części źródłowej (rys. 3). Maksymalne ich stężenia (odpowiednio $2,276$ i $0,185 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$) notuje się w punktach 4 i 5 po przepłynięciu wód cieką przez strefę przemysłową i obszar zabudowy miejskiej; następnie ku ujściu wartości stężeń maleją (do odpowiednio $0,285$ i $0,027 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$). Zdecydowanie niższe średnie wartości obu form azotu, występują w sezonie zimowym. Azot azotynowy (azotanowy III) pojawia się w wyższych stężeniach w okresie niskich temperatur i wraz z biegiem rzeki jego stężenie maleje w obu sezonach (ryc. 3). Takie zmiany stężeń azotu azotynowego (azotanowego III) potwierdzają wyniki badań Jaroszewicz i Dalszewkiej



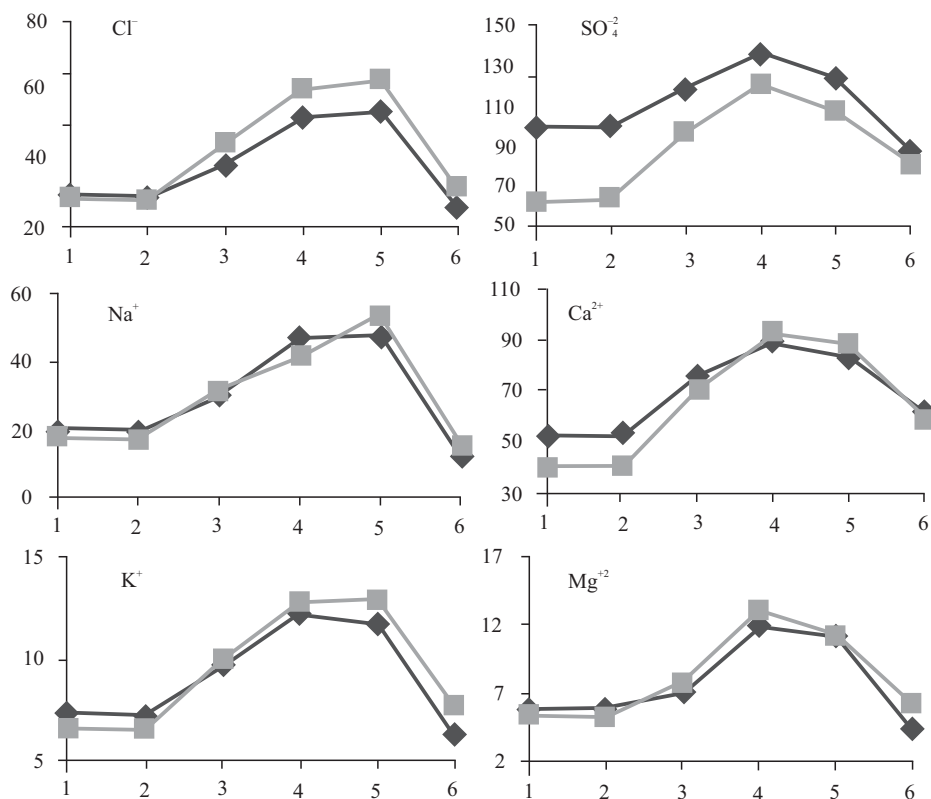
Rys. 2. Porównanie średnich wartości fizycznych cech jakości wody w okresie IV–IX (■) i X–III (◆)

Fig. 2. Comparison of mean values of the water physical characteristics in periods: IV–IX (■) and X–III (◆)



Rys. 3. Porównanie średnich wartości ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$) azotu i fosforu w okresie IV–IX (■) i X–III (◆)

Fig. 3. Comparison of mean values ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$) of the ammonium and the phosphorus in periods: IV–IX (■) and X–III (◆)



Rys. 4. Porównanie średnich wartości ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$) badanych składników w okresie IV-IX (■) i X-III (◆)

Fig. 4. Comparison of mean values ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$) of the ammonium and the phosphorus in periods IV-IX (■) and X-III (◆)

[2008]. Na wyższe stężenia azotu w okresie zimowym ma wpływ jego wyższa emisja wynikająca z intensywnych procesów spalania [Bogdanowicz 2004].

Rozkład SO_4^{2-} , Mg^{+2} , Ca^{+2} , Na^+ , K^+ , Cl^- w okresach wiosenno-letnich oraz jesienno-zimowych na poszczególnych badanych odcinkach Drwinki jest porównywalny. W punkcie ujściowym – 1 i po przepłynięciu przez obszar Puszczy Niepołomickiej – 2 jest podobny i najniższy, następnie znacznie wzrasta, na odcinkach z zabudową osadniczą gospodarstw wiejskich, do punktów 3 i 4 – centrum miasta Niepołomic. Następnie utrzymuje się na stałym wysokim poziomie na odcinku uprzemysłowionym Niepołomic do punktu 5, by później gwałtownie się obniżyć na odcinku źródłowym do punktu 6.

Gdy porównuje się średnie wartości w sezonie wegetacyjnym i poza wegetacyjnym, widać, że zdecydowanie wyższe średnie wartości w okresie zimowym wystąpiły jedynie w przypadku siarczanów i fosforanów. Dla pozostałych cech jakości wody przedstawionych na rys. 4 prawidłowości takiej nie da się zauważyć.

WNIOSKI

Obserwując wszystkie badane wskaźniki pod względem wartości średnich z całego okresu badań, można zauważyć, że N-NO_2 , N-NH_4 , SO_4^{-2} , Mg^{+2} , Ca^{+2} , Na^+ , K^+ , Cl^- , konduktancja, substancje rozpuszczone wykazują podobne tendencje na poszczególnych odcinkach pomiarowych. W punktach 1 – ujściowym, 2 – Puszcza Niepołomicka, oraz 6 – źródłowym, wymienione średnie wskaźniki są na tym samym, najniższym poziomie. W pozostałych punktach 3, 4 – tereny przemysłowe i zurbanizowane, oraz 5 – gospodarstwa wiejskie i pola uprawne, wartości wymienionych wskaźników znacznie wzrastały, osiągając wartości maksymalne. Pozostałe wartości średnie wskaźników N-NO_3 , PO_4^{-3} oraz pH w poszczególnych punktach wykazywały różnorodne nieregularne wartości. Zbliżoną zmienność wartości fosforanów, wapnia, magnezu oraz azotanów uzyskał w swoich badaniach Ifabiyi [2008].

W zestawieniu sezonowym IV–IX oraz X–III SO_4^{-2} , Mg^{+2} , Ca^{+2} , Na^+ , K^+ , Cl^- oraz pH, także wykazywały podobieństwo w poszczególnych punktach pomiarowych – wartości niskie w 1, 2 i 6, oraz wyższe w 3, 4 i 5. Pozostałe wskaźniki: N-NO_2 , N-NH_4 , N-NO_3 , PO_4^{-3} oraz zawiesina takiej prawidłowości ich stężeń w kolejnych punktach pomiarowych nie dało się zaobserwować. Na wartości stężeń wskaźników jakości wody mogą mieć wpływ czynniki zewnętrzne oddziałujące w granicach zlewni Drwinki, np. złoża torfu, nawożenie, lokalne zakłady przetwórcze, opady i ścieki osadnicze.

Wody Drwinki charakteryzują się bardzo powolnym nurtem, meandrują, a brzegi i dno koryta porośnięte są roślinnością bogatą w organizmy wodne oraz bakterie, grzyby i pierwotniaki. Jest to szczególnie widoczne na odcinkach 2–3, na terenie pól uprawnych i gospodarstw rolniczych, oraz 3–4, na obszarze bezpośrednio przylegającym do Puszczy Niepołomickiej, a fakt ten sprzyja poprawie stanu ekologicznego wody. Z biegiem rzeki niektóre z wymienionych wskaźników: N-NO_2 , N-NH_4 , SO_4^{-2} , Mg^{+2} , Ca^{+2} , Na^+ , K^+ , Cl^- , konduktancja, substancje rozpuszczone ulegają redukcji poprzez działanie drobnoustrojów i roślinności koryta Drwinki. Niekorzystne oddziaływanie punktowych ładunków zanieczyszczeń pochodzenia antropogenicznego wykazali w swych badaniach Schmalz i in. [2008] na podstawie stężeń N-NH_4 oraz N-NO_3 . Pomierzone stężenia fosforanów oraz azotu amonowego pozwalają uznać, że woda rzeki Drwinki odpowiada umiarkowanemu stanowi ekologicznemu.

Na podstawie wyników z przeprowadzonych pomiarów wybranych wskaźników jakości wody rzeki Drwinki można zauważyć pewną prawidłowość wzrostu i obniżania się większości z badanych wskaźników na poszczególnych odcinkach. Na porównywalną zmienność w okresach jesienno-zimowym i wiosenno-letnim, a także na symetryczne ich występowanie na poszczególnych odcinkach mają wpływ różnorakie czynniki biologiczne i fizykochemiczne składające się na proces samooczyszczania się wody.

PIŚMIENNICTWO

Bogdanowicz R., 2004. Hydrologiczne uwarunkowania transportu wybranych związków azotu i fosforu Odrą i Wisłą oraz rzekami Pomorza do Bałtyku. Wyd. Uniwersytetu Gdańskiego Gdańsk.

Dokumentacja Drwinki (Dokumentacja potoku w powiecie Bocheńskim. Regulacja i obwałowania potoku Drwinka), 1990. Biuro Projektów Wodnych Melioracji. Kraków.

- Ifabiyi I.P., 2008. Self-purification of a freshwater stream in Ile-Ife: Lessons for water management. *J. Hum. Ecol.* 24(2), 131–137.
- Jarosiewicz A., Dalszewska K., 2008. Dynamika składników biogenicznych w rzece Słupi – ocena zdolności samooczyszczania rzeki. *Słups. Prace Biol.* 5, 63–73.
- Raport o stanie środowiska w województwie małopolskim w 2010 roku. 2011. Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska Kraków.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 sierpnia 2008 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych. *Dz. U.* z 2008 r. Nr 162, poz. 1008.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 13 maja 2009 r. w sprawie form i sposobu prowadzenia monitoringu jednolitych części wód powierzchniowych i podziemnych, *Dz.U.* z 2009 r. Nr 81, poz. 685.
- Schmalz B., Bieger K., Fohrer N., 2008. A method to assess in stream water quality – the role of nitrogen entries in a North German rural lowland catchment. *Advan. Geosci.* 18, 37–41.

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 5.11.2013