


Długoterminowe zmiany struktury makrozoobentosu i jakości wód górnego biegu rzeki Jasiołki (Polska południowa) w latach 2014, 2018 i 2025

Long-term changes in macrozoobenthos structure and water quality of the upper Jasiołka River (Southern Poland) in 2014, 2018, and 2025

Mariusz Klich¹ A-G , Karolina Falasa¹ A-F, Anna Matras¹ A-F,
Amelia Michalska¹ A-F, Natalia Suda¹ A-F

¹ Akademia Tarnowska, Wydział Nauk Chemicznych i Przyrodniczych, Katedra Ochrony Środowiska, ul. Mickiewicza 8, 33-100 Tarnów, Polska

Artykuł oryginalny

Abstrakt

W artykule przedstawiono wyniki długoterminowego monitoringu jakości wód górnych partii rzeki Jasiołki (Polska Południowa) na podstawie makrozoobentosu. Badania terenowe przeprowadzono w maju 2025 roku na pięciu stanowiskach, a uzyskane dane porównano z wynikami historycznymi z lat 2014 i 2018 oraz z danymi z referencyjnych rzek karpacczych: Ropy i Wisłoki. Do oceny stanu ekologicznego wykorzystano metody biologiczne: indeks biotyczny BMWP-PL oraz indeks różnorodności Margalefa. Odnotowano występowanie makrobezkręgowców należących łącznie do 38 rodzin. Oceny jakości wód uzyskane za pomocą obu indeksów były spójne. Umożliwia to klasyfikację badanego odcinka Jasiołki w większości do I klasy (jakość bardzo dobra). Analiza długoterminowa wykazała stabilność wysokiej jakości wód w badanym okresie. Jakość wód Jasiołki jest zbliżona do Ropy, ale wyraźnie lepsza niż Wisłoki, co wskazuje na mniejszą presję antropogeniczną w jej zlewni. Wyniki biomonitoringu korelują pozytywnie z historycznymi badaniami parametrów fizykochemicznych, co oznacza, że w skali wielolecia Jasiołka nie podlega presjom lub są one niskie.

Słowa kluczowe

- rzeka Jasiołka
- makrozoobentos
- indeks BMWP-PL
- indeks Margalefa
- jakość wód

Udziały autorów

- A – przygotowanie badań
- B – gromadzenie danych
- C – analiza statystyczna uzyskanych wyników
- D – interpretacja uzyskanych wyników
- E – przygotowanie pierwotnej wersji tekstu
- F – przegląd literatury
- G – korekta i rewizja tekstu

Informacje o artykule

Historia artykułu (Article history)

- Otrzymano (Received): 2025-12-11
- Zaakceptowano (Accepted): 2026-03-18
- Opublikowano (Published): 2026-XX-XX

Wydawca (Publisher)

Akademia Tarnowska
University of Applied Sciences in Tarnow
ul. Mickiewicza 8, 33-100 Tarnow, Poland

Licencja (User license)

© by Authors. This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License CC-BY-SA.

Finansowanie (Financing)

Badania nie zostały sfinansowane z grantów pochodzących ze środków publicznych, organizacji komercyjnych lub non-profit.

Konflikt interesów (Conflict of interest)

Nie zadeklarowano konfliktu interesów.

Abstract

The article presents the results of long-term monitoring of water quality in the upper reaches of the Jasiołka River (Southern Poland) based on macrozoobenthos are presented. Field research was conducted in May 2025 at five sampling sites, and the data obtained were compared with historical results from 2014 and 2018, as well as with data from reference Carpathian rivers: Ropa and Wisłoka. Biological methods were used for ecological assessment: the BMWP-PL biotic index and the Margalef's diversity index. A total of 38 macroinvertebrate families were recorded in the 2025 study. Water quality assessments obtained using both indices were consistent, classifying the tested section of the Jasiołka mostly as Class I (very good quality). The long-term analysis demonstrated the stability of high water quality during the study period. The water quality of the Jasiołka is similar to that of the Ropa, but clearly better than the Wisłoka, which indicates lower anthropogenic pressure in its catchment area. Biomonitoring results correlate positively with historical physical and chemical parameter studies, which means that over a multi-year scale, the Jasiołka is not subject to pressures, or they are low.

Wprowadzenie

Jasiołka to górską rzeką karpaccą, która słynie ze swoich walorów przyrodniczych i stosunkowo naturalnego charakteru. Przepływa przez zróżnicowane krajobrazy województwa podkarpackiego, od terenów o minimalnym stopniu antropopresji Beskidu Niskiego po Kotlinę Jasielsko-Sanocką. Górna Jasiołka wraz z jej doliną to obszar o niezwykle dużej wartości zarówno przyrodniczej, jak i turystyczno-krajobrazowej. Kluczowe cechy to: zróżnicowanie terenu, mała antropopresja, duża bioróżnorodność i bogactwo siedlisk. Dodatkowym atutem jest usytuowanie w regionie Karpat, który obfituje w wiele gatunków niewystępujących w niżowej części kraju [1].

Pomimo że obszar ten jest objęty ochroną przyrody w różnych formach, podlega też presjom i zagrożeniom. Podstawowymi zagrożeniami dla zachowania wartości przyrodniczych rzeki Jasiołki są: regulacje koryta, umacnianie brzegów i poprzeczna zabudowa hydrotechniczna, zanieczyszczenie ściekami i odpadami, usuwanie roślinności nadrzecznej, nielegalny pobór żwiru oraz inwazja obcych gatunków roślin [2, 3].

Wody słodkie, a zwłaszcza rzeki, są jednym z najbardziej zagrożonych komponentów środowiska. Rzeki są szczególnie narażone na skażenie związane przede wszystkim z działalnością człowieka. Ścieki zrzucane zarówno z gospodarstw domowych, jak i pochodzące z przemysłu zawierają w swoim składzie niebezpieczne substancje, takie jak: metale ciężkie czy substancje ropopochodne, a także związki biogenne jak azotany i fosforany. Źródłem zanieczyszczeń są również: rolnictwo, górnictwo i hutnictwo oraz źródła pasmowe (drogi, autostrady). Do oceny stanu środowiska stosuje się wiele metod. Jedną z nich jest ocena stanu ekologicznego wód poprzez wyznaczenie dla nich klas jakości na podstawie komponentów biologicznych. Ocena stanu czy-

Korespondencja

Mariusz Klich

e-mail: ekoryby1@wp.pl

Akademia Tarnowska

Wydział Nauk Chemicznych

i Przyrodniczych

Katedra Ochrony Środowiska

ul. Mickiewicza 8

33-100 Tarnów, Poland

stości wód może być przeprowadzona w różny sposób. Metody fizykochemiczne pozwalają zbadać chwilową jakość wody, która jest zmienna w czasie [4]. Można dzięki nim poznać źródła i rodzaj zanieczyszczeń, nie są one jednak miarodajnym źródłem wiedzy o stanie rzeki, gdyż uzyskane wyniki obrazują chwilowy jej stan.

Aby ocenić stan całego cieków i określić zmiany następujące w dłuższych okresach czasu, należy wykorzystać metody biologiczne. Zgodnie z zapisami normatywnymi Ramowej Dyrektywy Wodnej (Dyrektywa 2000/60/WE) do oceny biologicznej stanu rzek wykorzystuje się główne grupy organizmów wodnych, takie jak: ichtiofauna, makrobezkręgowce bentosowe (makrozoobentos), makrofity oraz fitobentos, a w większych rzekach – także fitoplankton [5]. Okresowy monitoring tych wskaźników na stałych stanowiskach pozwala uchwycić trendy długoterminowe, ocenić skuteczność działań ochronnych oraz zaobserwować opóźnione reakcje ekosystemu na presje.

Metody fizykochemiczne i biologiczne w badaniu rzek pozwalają ocenić ich jakość i stan ekologiczny. Metody fizykochemiczne analizują właściwości wody, takie jak temperatura, pH, mętność i przewodność, a także stężenie substancji chemicznych, np. związków organicznych i metali ciężkich. Metody biologiczne oceniają stan ekosystemu rzeki poprzez analizę obecności, liczebności i różnorodności organizmów wodnych. Wskaźniki biotyczne oparte na składzie taksonomicznym makrobezkręgowców odnoszą się do warunków charakterystycznych dla danego regionu geograficznego. Wśród wskaźników biologicznych, oprócz wskaźnika saprobowości, fitoplanktonu i peryfitonu, uwzględnia się także makrobezkręgowce denne, podzielone na dwa wskaźniki: indeks różnorodności (indeks Margalefa) i indeks biotyczny (BMWP-PL) [6]. Makrobezkręgowce, będące podstawą indeksu, żyją w osadach dennych i są narażone na długotrwa-

łe działania zanieczyszczeń, które mogą kumulować się w rzece, nawet jeśli chwilowe pomiary chemiczne wody są w normie. BMWP-PL mierzy więc skutek zanieczyszczenia w czasie, a nie tylko jego stężenie w danym momencie. Dzięki tym cechom BMWP-PL jest efektywnym narzędziem do kompleksowej oceny stanu ekologicznego rzek górskich, takich jak Jasiołka, pozwalającym wykryć zarówno zanieczyszczenia chemiczne, jak i degradację fizyczną środowiska.

Wskaźnik BMWP-PL jest wiarygodny w ocenie jakości wód rzek. Potwierdzają to istotne korelacje między jego wartościami a parametrami chemicznymi. Wskaźnik ten jest również dość prosty w użyciu – wymaga identyfikacji organizmów do rodziny [7]. Metody fizykochemiczne informują o chwilowej jakości wody, która jest zmienna w czasie [4]. Dlatego obydwie typy metod: fizykochemiczne oraz biologiczne są stosowane w monitoringu środowiska i uzupełniają się w ocenie jego stanu. Ocena ta może być podstawą do podjęcia działań ochronnych.

Celem niniejszej pracy jest ocena jakości wód górnych partii rzeki Jasiołka metodą biologiczną na podstawie struktury zespołów makrobezkręgowców bentosowych, w kontekście monitoringu długoterminowego. Badania rzeki Jasiołki przeprowadzono w źródłiskowych i górnych partiach cieku. Teren ten jest mało przekształcony antropogenicznie i cenny pod względem przyrodniczym. W pracy porównano dane własne z roku 2025 oraz dane literaturowe z badań Jasiołki przeprowadzonych w roku 2014 i 2018 [8].

Teren badań, materiały i metody

Teren badań

Badania przeprowadzono w źródłiskowych i górnych partiach rzeki Jasiołki. Na odcinku rzeki o długości około 15 km wyznaczono pięć stanowisk badawczych, w których zostały pobrane próby fauny dennej. Cały badany obszar znajduje się w obszarze Natura 2000 Beskid Niski PLB180002 oraz w granicach Obszaru Chronionego Krajobrazu Beskidu Niskiego i Jaśliskiego Parku Krajobrazowego. Trzy pierwsze stanowiska znajdują się w granicach obszaru Natura 2000 Ostoja Jaśliska (PLH180014).

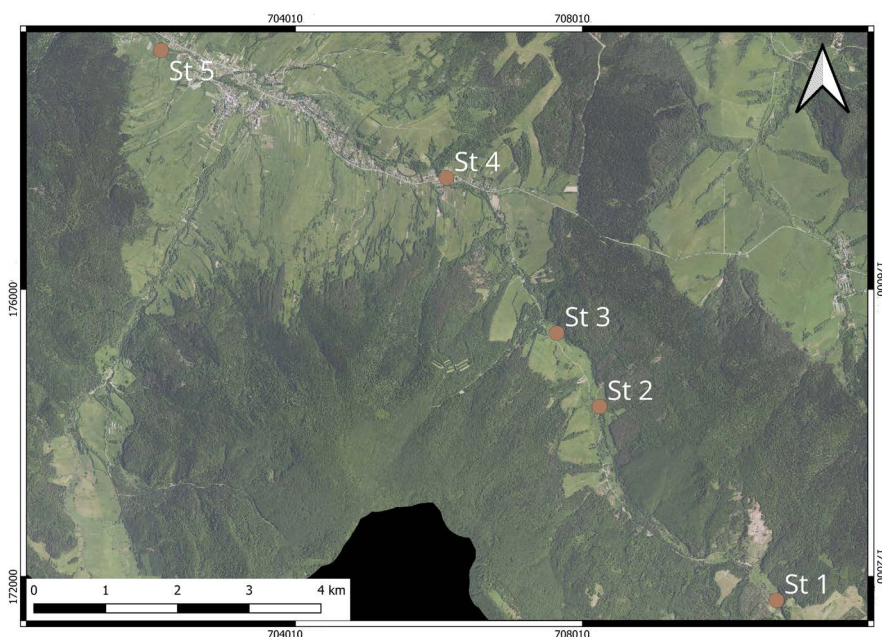
Jasiołka to prawy dopływ Wisłoki o długości 76 km i powierzchni dorzecza 513,2 km². Jej źródła leżą w Beskidzie Niskim, na stokach góry Kanasiówki (823 m n.p.m.) w Jaśliskim Parku Krajobrazowym w Beskidzie Niskim. Badany teren stanowi fragment jednego z największych obszarów chronionych w Polsce południowej – obszaru Natura 2000 Beskid Niski PLB180002, który został utwo-

rzony dla zachowania występujących w nim wielu gatunków ptaków [1, 2].

Jasiołka płynie w większości po utworach fliszowych w szerokiej, ale płytkiej dolinie. Zachowana jest naturalna dolina rzeczna, z typowymi zbiorowiskami nadrzecznyimi. Dużą powierzchnię zajmują kamieniska będące wynikiem erozji fliszu. W górnym biegu rzeki, występują zagajniki olszowe i olsy źródłiskowe, a niżej – łągi wierzbowe. Rzeką charakteryzuje się dużym dynamizmem procesów transportowych, w wyniku których powstają łachy żwirowe. Meandrowanie ogranicza się do przetrzucania nurtu w obrębie szerokiego koryta skalnego, dzięki czemu następuje zróżnicowanie prędkości wody w korycie, co jest istotnym warunkiem występowania skójki gruboskorupowej. Porost roślinności wodnej jest słaby i ograniczony do glonów nitkowatych i krzaczkowatych oraz niewielkiej ilości mchów. W dolinie rzeki zlokalizowane są liczne żwirownie. W dolinie górnej Jasiołki aktywność człowieka najczęściej przejawia się w postaci turystyki rekreacyjnej o niewielkim natężeniu i rolnictwa, uprawianego w ekstensywny sposób. Badany odcinek rzeki w większości jest otoczony luźną zabudową, a w najwyższej położonych, źródłiskowych partiach rzeki brak zabudowań [2, 3].

Pierwsze stanowisko usytuowano w pewnej odległości od źródeł, aby zapewnić warunek wystarczającej ilości wody dla bytowania makrozoobentosu. Stanowiska od 1 do 3, które można uznać za referencyjne, umieszczone były w górnym biegu rzeki, mającej na tym odcinku charakter rzeki górskiej z kamienistym lub kamienisto-żwirowym dnem i szybkim nurtem.

Stanowisko nr 1 usytuowano w Rezerwacie Przyrody Źródłiska Jasiołki. Pierwsze oddziaływania antropogeniczne zaobserwowano na stanowisku nr 4 usytuowanym powyżej miejscowości Posada Jaśliska. Odcinek rzeki pomiędzy stanowiskami 4 a 5. podlega antropopresji. Otaczają ją tereny rolnicze; łąki i pastwiska oraz miejscowości Posada Jaśliska i Jaśliska. Rzeką przepływa tu bezpośrednio w pobliżu szlaków komunikacyjnych, mostów i dróg oraz zabudowań gospodarskich. Usytuowane najniżej stanowisko nr 5 w miejscowości Daliowa podlega umiarkowanej antropopresji. Zróżnicowanie lokalizacji stanowisk umożliwia określenie korelacji między jakością wody a warunkami środowiskowym. Na stanowiskach położonych wyżej, znajdujących się na terenach naturalnych, nieprzekształconych antropogenicznie, można się spodziewać lepszej jakości wody niż w dolnym biegu rzeki na terenach zasiedlonych. Starano się utrzymać względnie stałą odległość między punktami poboru prób; wyjątkiem było wyłączenie z badań odcinka rzeki przepływającego przez miejscowości Posada Jaśliska i Jaśliska. Miało to umożliwić ocenę zmieniającego się wzdłuż rzeki gradientu stanu jakości wód rzeki.



Rysunek 1. Poglądowa mapa terenu badań górnych partii rzeki Jasiołki

Figure 1. Illustrative map of the upper reaches of the Jasiołka River study area

Uwaga: Czerwonymi punktami zaznaczono 5 stanowisk poboru prób makrozoobentosu. (The red dots indicate five macrozoobenthos sampling sites).

Źródło: opracowanie własne.

Lokalizację stanowisk przedstawiono na rysunku 1. Co istotne, na tych samych stanowiskach w latach 2014 i 2018 również przeprowadzono badania bentosu z zastosowaniem metody BMWP-PL i indeksu Margalefa.

Stanowisko 1

Stanowisko o współrzędnych N49,3760° E21,9038° było zlokalizowane około 2 km powyżej miejscowości Wola Wyżna, w nieistniejącej już wsi Jasiel, na wysokości 577 m n.p.m. Teren niemal zupełnie nie podlega presji antropogenicznej. Rzeka ma charakter naturalny, meandrujący, o umiarkowanie szybkim prądzie. Szerokość koryta wynosi od 2,5 do 3 m, głębokość około 30 cm, a podłoże stanowią kamienie i żwir. Meandry tworzą urwiska i odsypiska żwirowo-kamienne, typowe dla fliszu karpackiego.

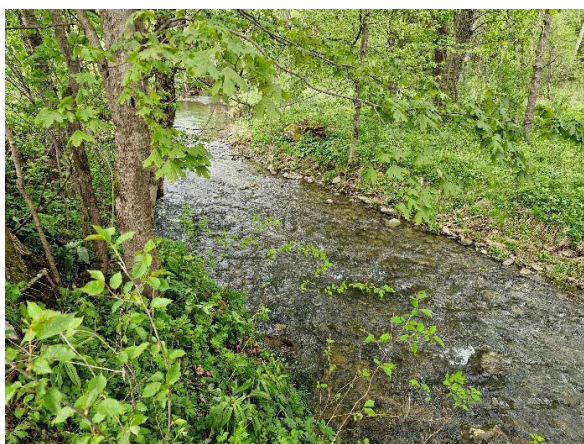


Rysunek 2. Stanowisko 1 powyżej miejscowości Wola Wyżna (fot. M. Klich)

Figure 2. Stand 1 above the village of Wola Wyżna (photo by M. Klich)

Stanowisko 2

Stanowisko o współrzędnych N49,4010° E21,8713° znajdowało się poniżej miejscowości Wola Niżna, na wysokości 515 m n.p.m. Wzdłuż rzeki biegnie droga gruntowa, na tym odcinku obowiązuje zakaz ruchu pojazdów spalinyowych za wyjątkiem służb leśnych. W pobliżu stanowiska znajduje się rzadko uczęszczany bród, który zazwyczaj jest użytkowany przez pojazdy leśników oraz przez rowerzystów. Szerokość rzeki wynosi 4 m, głębokość 20 cm, podłoże stanowią kamienie i żwir. Rzeka naturalna, meandrująca z naturalnymi zjawiskami erozyjnymi. Brzegi rzeki porasta wąski pas łągu z dominacją wierzby.



Rysunek 3. Stanowisko 2 poniżej miejscowości Wola Wyżna (fot. M. Klich)

Figure 3. Stand 2 below the village of Wola Wyżna (photo by M. Klich)

Stanowisko 3

Stanowisko o współrzędnych N49,4104° E21,8636° zlokalizowano na skraju miejscowości Wola Niżna w odległości około 2 km poniżej stanowiska nr 2, na wysokości 502 m n.p.m. W tym miejscu prawy brzeg rzeki przylega do zwartego i rozległego kompleksu leśnego. Szerokość rzeki to około 4 m, głębokość 20 cm, podłoże zróżnicowane złożone z dużych kamieni i żwiru. Nurt szybki. Rzeka naturalna, ocieniona drzewami i krzewami, meandrująca. W korycie znajdują się duże ilości rumoszu drzewnego, będącego między innymi wynikiem działalności bobrów.



Rysunek 4. Stanowisko 3 w miejscowości Wola Niżna (fot. M. Klich)

Figure 4. Stand 3 in Wola Niżna (photo by M. Klich)

Stanowisko 4

Stanowisko o współrzędnych N49,4304° E21,8435° umiejscowiono powyżej miejscowości Posada Jaśliska, na wysokości 450 m n.p.m. Na tym stanowisku po raz pierwszy zaobserwowano niewielkie oddziaływania antropogeniczne, związane z dopływem zanieczyszczeń. Silnym oddziaływaniem antropogenicznym na stanowisku jest ingerencja w koryto rzeki, polegająca na trwałym umocnieniu narzutem kamiennym wzdłuż prawego brzegu. Szerokość rzeki wynosi w tym miejscu od 4 do 5 m, a głębokość od 20 do 30 cm. Podłoże stanowią kamienie i żwir. Brzegi rzeki porastają krzewy oraz drzewa, wśród których dominują wierzby.



Rysunek 5. Stanowisko 4 powyżej miejscowości Posada Jaśliska (fot. M. Klich)

Figure 5. Stand 4 above the village of Posada Jaśliska (photo by M. Klich)

Stanowisko 5

Stanowisko o współrzędnych N49,4477° E21,7897° było zlokalizowane w miejscowości Daliowa, na wysokości 417 m n.p.m. Rzeka podlega w tym miejscu relatywnie niskiej antropopresji. Koryto jest naturalne, meandrujące, częściowo zacienione. Szerokość rzeki wynosi od 6 do 8 m, głębokość 20–30 cm, podłoże jest złożone z kamieni i żwiru. W pobliżu stanowiska znajduje się rzadko uczęszczany bród oraz kładka dla pieszych.



Rysunek 6. Stanowisko 5 w miejscowości Daliowa (fot. M. Klich)

Figure 6. Stand 5 in Daliowa (photo by M. Klich)

Brzegi rzeki porasta wąski pas łągu z dominacją wierzby. Otoczenie stanowią łąki i pastwiska. Zaznaczyć należy, że Jasiołka podlega antropopresji powyżej tego stanowiska, ponieważ przepływa przez centra miejscowości: Posada Jaślińska i Jaślińska. W tych miejscowościach stwierdzono zanieczyszczenia wody oraz odpady na brzegach i częste regulacje techniczne wzdłużne brzegów.

Materiały i metody

Próby makrozoobentosu pobrano w maju 2025 roku na pięciu stanowiskach badawczych (rysunek 1). Na każdym stanowisku, w strefie koryta rzeki, wytypowano charakterystyczne mikrosiedliska o powtarzalnych parametrach hydromorfologicznych. Na każdym odcinku pobrano trzy próby. Pobierając próby makrobezkręgowców, postępowano zgodnie z metodyką poboru próbek makrobezkręgowców bentosowych w małych i średniej wielkości rzekach, stanowiącą obecnie krajową normę jakości wód, zaakceptowaną przez Polski Komitet Normalizacyjny (PN-EN 16150:2012E), oraz aktualną metodyką zalecaną przez Główny Inspektorat Ochrony Środowiska [9, 10].

Metodyka ta jest zgodna z wytycznymi Europejskiej Ramowej Dyrektywy Wodnej oraz wymaganiami środowiskowej kontroli jakościowej krajów Unii Europejskiej (Dyrektywa 2000/60/WE) [5] i stanowi jeden z podstawowych elementów systemu oceny stanu ekologicznego i klasyfikacji jakościowej rzek w Polsce – RIVECO macro, prowadzonego w oparciu o analizę zespołów makrobezkręgowców bentosowych.

Do badań wykorzystano czerpak hydrobiologiczny o rozmiarach 25 x 25 cm i siatce o rozmiarach oczek 500 µm. Powierzchnia pojedynczej próbki cząstkowej wynosi 625 cm². Czerpak ustawiano na dnie, wlotem pod prąd i zbierano substrat denny. Pobrany materiał przenoszono do plastikowej kuwety i dokładnie oczyszczano większe kamienie z przytwierdzonych organizmów za pomocą pęsety oraz szczoteczki. Następnie próbę przepłukiwano kilkakrotnie wodą w celu pozbycia się piasku i drobnego żwiru. Pozbawiony fauny substrat odrzucano, natomiast pozostałą zawartość próbki zagęszczano w siatce ręcznej i przenoszono do plastikowych pojemników z wodą. W jak najkrótszym czasie utrwalano próbę alkoholem etylowym o stężeniu 70%. Siatkę płukano bardzo dokładnie, aby nie przenieść organizmów z jednego stanowiska na drugie, co mogłoby prowadzić do zniekształcenia wyników. Do każdej próbki dołączano etykietę z podstawowymi danymi dotyczącymi stanowiska. W laboratorium zawartość każdej próby przepłukiwano pod bieżącą wodą, następnie materiał przenoszono na szalkę z wodą. Wybrano z materiału makrobezkręgowce, które oznaczano przy pomocy lupy binokularnej, wykorzystując klucze do oznaczania autorstwa Kołodziejczyka i Koperskiego [11] oraz Tończyka i Sicińskiego [12].

Zastosowano indeks biotyczny Wskaźnik BMWP-PL (ang. *Biological Monitoring Working Party*), czyli Sumaryczny Wskaźnik Jakości Wody. Oparty jest on na występowaniu 89 taksonów makrobezkręgowców. W zależności od wrażliwości, taksonom przypisuje się od 0 do 10 punktów. Liczba punktów jest zależna od wrażliwości danego taksonu na zanieczyszczenia wód. Indeks jest sumą punktów, które przyporządkowano poszczególnym taksonom (najczęściej rodzinom) bezkręgowców. Im większa wrażliwość taksonu na zaburzenia, tym wyższą jest jego wartość punktowa [13, 14].

Zgodnie z proponowanym kryterium podziału, wartościom indeksu biotycznego BMWP-PL o w określonym zakresie odpowiadają klasy jakości wód. Wskaźnik ten nie jest powszechnie stosowany jako główna metoda oceny jakości wód przy użyciu makrozoobentosu [15–18]. Został on jednak wykorzystany w niniejszej publikacji dlatego, że wiele dotychczasowych badań było przeprowadzonych na jego podstawie [19], co sprawia, że opracowane tak wyniki stanowią dobry materiał porównawczy. Taką samą metodą wykorzystano również, przeprowadzając

waloryzację przyrodniczą najbliższej położonych rzek: górnych i źródłkowych partii Ropy [20] oraz górnych i źródłkowych partii Wisłoki [21]. Ponadto właśnie tę metodę dwukrotnie zastosowano w górnych i źródłkowych partiach Jasiołki w latach 2014 i 2018 [8].

Tabela 1. System punktowy oceny biologicznej wg metody BMWP-PL według Panka 2011 [13, 14]

Rząd	Rodziny	Punktacja
<i>Ephemeroptera</i>	<i>Ameletidae</i>	10
<i>Trichoptera</i>	<i>Glossosomatidae, Molannidae,</i>	
<i>Diptera</i>	<i>Beraeidae, Odontoceridae,</i> <i>Blephariceridae, Thaumaleidae</i>	
<i>Ephemeroptera</i>	<i>Behningiidae</i>	9
<i>Plecoptera</i>	<i>Taeniopterygidae</i>	
<i>Odonata</i>	<i>Cordulegastridae</i>	
<i>Trichoptera</i>	<i>Goeridae, Lepidostomatidae</i>	
<i>Crustacea</i>	<i>Astacidae</i>	8
<i>Ephemeroptera</i>	<i>Oligoneuriidae, Heptageniidae</i>	
<i>Plecoptera</i>	(rodzaje <i>Epeorus, Rhithrogena</i>)	
<i>Trichoptera</i>	<i>Capniidae, Perlidae, Chlo-</i>	
<i>Diptera</i>	<i>roperlidae</i> <i>Philopotamiidae</i> <i>Athericidae</i>	
<i>Ephemeroptera</i>	<i>Siphonuridae, Leptophlebiidae,</i>	7
<i>Plecoptera</i>	<i>Potamanthidae,</i>	
<i>Odonata</i>	<i>Perlodidae, Leuctridae</i>	
<i>Trichoptera</i>	<i>Calopterygidae, Gomphidae,</i>	
<i>Coleoptera</i>	<i>Rhyacophilidae, Brachycentri-</i>	
<i>Heteroptera</i>	<i>dae, Sericostomatidae,</i>	
<i>Gastropoda</i>	<i>Elmidae</i>	
<i>Bivalvia</i>	<i>Aphelocheiridae</i> <i>Viviparidae</i> <i>Unionidae, Dreissenidae</i>	
<i>Hirudinea</i>	<i>Piscicolidae</i>	
<i>Crustacea</i>	<i>Gammaridae, Corophiidae</i>	
<i>Ephemeroptera</i>	<i>Baetidae, Heptageniidae (z wy-</i>	
<i>Plecoptera</i>	<i>jątkiem rodzaju Epeorus)</i>	6
<i>Odonata</i>	<i>Nemouridae</i>	
<i>Trichoptera</i>	<i>Platycnemididae, Coenagri-</i>	
<i>Diptera</i>	<i>nidae</i>	
<i>Gastropoda</i>	<i>Hydroptilidae, Polycentropodi-</i>	
	<i>dae, Ecnomidae</i>	
	<i>Limoniidae, Simuliidae, Em-</i>	
	<i>pididae</i> <i>Neritidae, Bithyniidae</i>	
<i>Crustacea</i>	<i>Cambaridae</i>	5
<i>Trichoptera</i>	<i>Hydropsychidae, Psychomyidae</i>	
<i>Coleoptera</i>	<i>Gyrinidae, Dytiscidae, Halipli-</i>	
<i>Heteroptera</i>	<i>dae, Hydrophilidae</i>	
<i>Diptera</i>	<i>Mesoveliidae, Veliidae, Nepidae,</i>	
<i>Gastropoda</i>	<i>Naucoridae, Notonectidae</i> <i>Tipuliidae</i> <i>Hydrobiidae</i>	
<i>Diptera</i>	<i>Ceratopogonidae</i>	4
<i>Gastropoda</i>	<i>Valvatidae, Planorbidae</i>	
<i>Bivalvia</i>	<i>Sphaeriidae</i>	

Rząd	Rodziny	Punktacja
<i>Hirudinea</i>	<i>Glossiphoniidae, Erpobdellidae,</i>	3
<i>Crustacea</i>	<i>Hirudinidae</i>	
<i>Megaloptera</i>	<i>Asellidae</i>	
<i>Diptera</i>	<i>Sialidae</i>	
<i>Gastropoda</i>	<i>Chironomidae</i> <i>Ancylidae, Physidae, Lymna-</i>	
	<i>eidae</i>	
<i>Oligochaeta</i>	wszystkie <i>Oligochaeta</i>	2
<i>Diptera</i>	<i>Culicidae</i>	
<i>Diptera</i>	<i>Syrphidae, Psychodidae</i>	1

Tabela 2. Zakres indeksu BMWP-PL i odpowiadające mu klasy jakości wody według Panka 2011 [13, 14]

Klasa	Punkty
I klasa	≥100
II klasa	70–99
III klasa	40–69
IV klasa	10–39
V klasa	<10

Table 2. Range of the BMWP-PL index and corresponding water quality classes according to Panek (2011) [13, 14]

Zastosowany indeks bioróżnorodności to indeks Margalefa, który określa względne bogactwo gatunkowe w odniesieniu do ogólnej liczby gatunków i całkowitej liczby wszystkich osobników w zbiorowisku. Wskaźnik ten używany jest do oceny jakości wód. Wyrażony jest wzorem:

$$D = S/\log N \quad (1)$$

gdzie:

D – wskaźnik bogactwa gatunkowego
S – liczba taksonów (w randze rodziny)
N – liczba wszystkich osobników

Klasy jakości wody odpowiadają wartościom indeksu bioróżnorodności zestawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Zakresy bioróżnorodności i odpowiadające im klasy jakości wód według Panka [13, 14]

Table 3. Biodiversity ranges and corresponding water quality classes according to Panek [13, 14]

Wartości indeksu	Klasa jakości wody
≥5,50	I klasa (jakość bardzo dobra)
4,00–5,49	II klasa (jakość dobra)
2,50–3,99	III klasa (jakość zadawalająca)
1,00–2,45	IV klasa (jakość niezadawalająca)
<1,00	V klasa (jakość zła)

Wyniki i dyskusja

W maju 2025 roku łącznie na pięciu badanych stanowiskach stwierdzono występowanie 38 rodzin makrobezkręgowców reprezentujących 13 rzędów (lub wyższych jednostek systematycznych): jętki (*Ephemeroptera*), widelnice (*Plecoptera*), chrzączki (*Trichoptera*), muchówki (*Diptera*), skorupiaki (gromada) (*Crustacea*), pijawki (*Hirudinea*), pluskwiaki (*Hemiptera*), ważki (*Odonata*), wirki (gromada) (*Tubellaria*), skąposzczety (podgromada) (*Oligochaeta*), chrząszcze (*Coleoptera*), wielkoskrzydłe (*Magaloptera*) i ślimaki (gromada) (*Gastropoda*) (tabela 4).

Przeprowadzone badania wykazały różnice pomiędzy stanowiskami. Najwięcej rodzin stwierdzono na stanowisku 2 i 5. Ich liczba wahała się od 16 do 21 (rysunek 7, tabela 4).

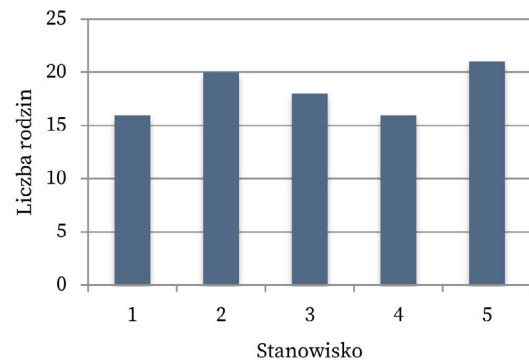
Tabela 4. Skład ilościowy organizmów bentosowych w Jasiołce na podstawie badań z maja 2025 roku

Table 4. Quantitative composition of benthic organisms in Jasiołka based on research from May 2025

Rząd (lub wyższa jednostka)	Rodzina	Stanowisko					
		1	2	3	4	5	
Ephemeroptera	<i>Heptageniidae</i>	10	8	28	36	7	
	<i>Potamanthidae</i>	8	9	32	17	9	
	<i>Oligoneuriidae</i>		1				
	<i>Baetidae</i>		2	33			
	<i>Ephemeridae</i>			2		10	
	<i>Leptophlebiidae</i>				11	20	
	<i>Rhithrogena</i>				11		
	<i>Emphemerellidae</i>	3	27		11		
Trichoptera	<i>Lepidostomatidae</i>	1					
	<i>Hydropsychidae</i>	13	9	10		23	
	<i>Odontocerlidae</i>		22				
	<i>Rhyacophylidae</i>		2	2			
	<i>Psychomyiidae</i>		2		2		
	<i>Limnephilidae</i>			9			
	<i>Hydropsyche</i>				14		
	Plecoptera	<i>Perlidae</i>	3		3		
		<i>Perlodidae</i>	2				2
<i>Nemouridae</i>			6	1			
<i>Leuctridae</i>				7			
<i>Chloroperlidae</i>					6	7	

Rząd (lub wyższa jednostka)	Rodzina	Stanowisko				
		1	2	3	4	5
Gastropoda	<i>Lymnaeidae</i>	2	2			1
	<i>Ancylidae</i>	7	7	4	8	2
Hemiptera	<i>Nepidae</i>	2	1			
	<i>Gerridae</i>				2	
	<i>Aphelocheiridae</i>	2	3		1	1
Crustacea	<i>Gammaridae</i>	3	4	2	7	1
Coleoptera	<i>Dytiscidae</i>	1	2	3		2
	<i>Simuliidae</i>	4	9	2	21	3
Diptera	<i>Tipulidae</i>	5	3	6		2
	<i>Chironomidae</i>					8
	<i>Erpobdellidae</i>	2	11	23	28	12
Hirudinea	<i>Hirudinidae</i>					17
	<i>Glossiphoniidae</i>		4	11	3	4
Odonata	<i>Gomphidae</i>			1		
Tubellaria	<i>Dendrocoelidae</i>				7	
Megaloptera	<i>Sialidae</i>					1
Oligochaeta	<i>Tubificidae</i>					15
	<i>Enchytraeidae</i>					3

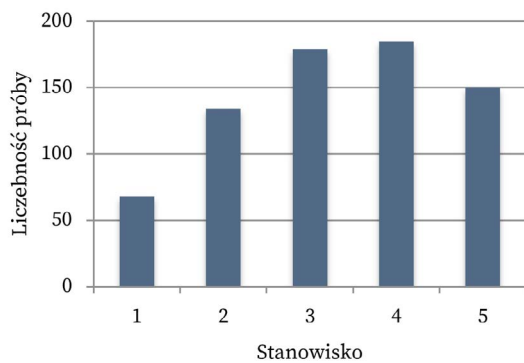
Źródło: badania własne.



Rysunek 7. Liczba rodzin makrobezkręgowców występujących na poszczególnych stanowiskach

Figure 7. Number of macroinvertebrate families recorded at particular sampling sites

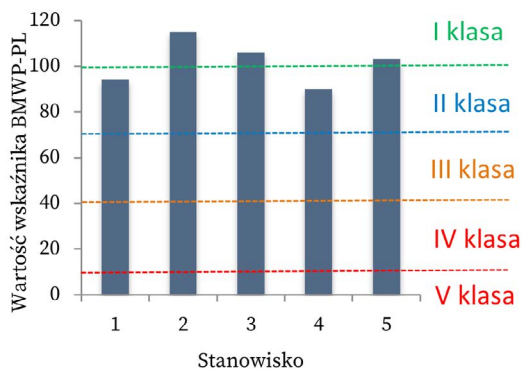
Liczebność zebranych osobników makrozoobentosu na stanowiskach wahała się od 68 do 185. Najliczniej- sze próby zebrano na stanowiskach 3 i 4 (rysunek 8).



Rysunek 8. Liczba osobników makrobezkręgowców zebranych na poszczególnych stanowiskach

Figure 8. Number of macroinvertebrate individuals collected at individual positions

Wartość wskaźnika BMWP-PL na stanowiskach wahała się od 90 do 115. Największe wartości wskaźnika zanotowano na stanowiskach 2 i 3 (rysunek 9).

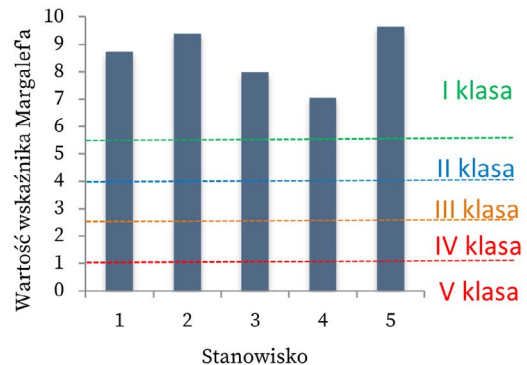


Rysunek 9. Wartość wskaźnika BMWP-PL na poszczególnych stanowiskach wraz z określeniem klasy jakości wód wg klasyfikacji Panka (2011) [12]

Figure 9. BMWP-PL index values at particular sampling sites, with the determination of water quality class according to the classification of Panek (2011) [12]

Wartość indeksu Margalefa na stanowiskach osiągała wysokie wartości i wahała się od 7,1 do 9,7. Największe wartości indeksu zanotowano na stanowiskach 2 i 5 (rysunek 10).

Na podstawie biologicznego indeksu BMWP-PL stwierdzono, że wody górnych odcinków Jasiołki można zakwalifikować do I klasy jakości na trzech stanowiskach oraz do II klasy jakości na dwóch stanowiskach (rysunek 9). Podobne wyniki oceny jakości wód Jasiołki uzyskano dla indeksu Margalefa.



Rysunek 10. Wartość indeksu Margalefa na poszczególnych stanowiskach wraz z określeniem klasy jakości wód według klasyfikacji Panka (2011) [12]

Figure 10. Margalef's index values at particular sampling sites, with the determination of water quality class according to the classification of Panek (2011) [12]

Klasy jakości wody na wszystkich stanowiskach oceniono na I klasę (rysunek 10). Co ważne, wskaźnik ten osiąga bardzo wysokie wartości, znacznie przekraczające wartości graniczne dla klasy I. Można więc przyjąć, że wody badanego odcinka Jasiołki kwalifikują się do wód powierzchniowych o charakterze bardzo dobrym, czyli odpowiadającym kryteriom I klasy jakości wód. Wody powierzchniowe bardzo dobrej jakości odznaczają się stanem naturalnym lub różniącym się nieznacznie od naturalnego, gdzie struktura biocenozy jest naturalna lub odbiega w niewielkim stopniu od stanu naturalnego.

Uzyskane wyniki można porównać do przeprowadzonych w identyczny sposób wcześniejszych badań górnych partii rzeki Wisłoki, górnej Jasiołki (prawobrzeżny dopływ Wisłoki) oraz górnej Ropy (lewobrzeżny dopływ Wisłoki) [8, 20, 21].

Makrozoobentos w Jasiołce badano na tych samych stanowiskach w latach 2014, 2018 i 2025. W 2014 roku liczba rodzin na stanowiskach wahała się od 20 do 24, a liczebność bezkręgowców od 103 do 158 osobników. W 2018 roku liczba rodzin na stanowiskach wahała się od 15 do 22, a liczebność bezkręgowców od 66 do 100 osobników i była najwyższa na 3 stanowisku. Generalnie różnice w liczbie rodzin na stanowiskach były niewielkie, natomiast większe liczebności były w roku 2018 [8]. Wyniki w roku 2025 były podobne: liczba rodzin nie zmieniła się istotnie względem badań wcześniejszych. Liczebność osobników w 2025 roku na stanowisku 1 była nieznacznie większa niż w 2018 roku, lecz mniejsza niż w 2014 roku. Na stanowisku 2 liczebności w latach 2025 i 2014 były bardzo podobne i znacznie wyższe niż w 2018 roku. Na stanowiskach 3

i 4 liczebności w 2025 roku były znacząco większe niż w badaniach wcześniejszych. Na stanowisku 5 liczebność w 2025 roku była nieznacznie większa niż w badaniach wcześniejszych (rysunki 7 i 8) [8].

Różnice w liczebności bezkręgowców w próbach pomiędzy stanowiskami mogą wynikać nie tylko z różnic jakości wody, ale również z różnic pomiędzy substratem dennym. Natomiast różnice liczebności pomiędzy badaniami w 2014, 2018 i 2025 mogą wynikać z tego, że liczebności makrozoobentosu podlegają fluktuacjom sezonowym. Podkreślić należy, że liczba rodzin pomiędzy stanowiskami i sezonami różni się w niewielkim stopniu.

Na podstawie biologicznego indeksu BMWP-PL zarówno w 2014 roku, jak i w 2018 roku stwierdzono, że wody górnych partii Jasiołki charakteryzują się cechami I klasy jakości na wszystkich pięciu badanych stanowiskach. W 2014 roku wartość wskaźnika wahała się od 103 do 144, a w roku 2018 odpowiednio od 112 do 139 [21]. Wartości indeksu BMWP-PL w 2025 roku były niższe (rysunek 9).

Na podstawie indeksu Margalefa zarówno w 2014, jak i w 2018 roku stwierdzono, że wody górnych partii Jasiołki mają cechy I klasy jakości wód na wszystkich pięciu badanych stanowiskach. Wartości indeksu były bardzo wysokie: w 2014 roku wartość wskaźnika wahała się od 9,6 do 11,1, a w 2018 odpowiednio od 9,4 do 12,0 [8]. Wartości indeksu Margalefa w 2025 roku we wszystkich wskaźnikach również wskazywały na I klasę jakości wód, lecz były niższe niż w latach wcześniejszych, osiągając wartość maksymalną 9,7. Co ważne, wskaźnik ten osiągał bardzo wysokie wartości, znacznie przekraczające wartości graniczne dla klasy I (rysunek 10).

Przeprowadzono identycznymi metodami badania jakości rzeki Ropy w czerwcu 2016 roku [20], a także Wisłoki – w czerwcu 2017 i wrześniu 2018 roku [21]. Jakość źródłowych i górnych partii wód Jasiołki na podstawie badań z 2025 roku (rysunki 9 i 10) jest bardzo podobna do jakości wód Ropy. W Ropie pobrano próby na pięciu stanowiskach usytuowanych w pobliżu jej źródeł i rozmieszczonych podobnie jak w niniejszych badaniach. Dla każdego z nich wodę zaliczono do I lub II klasy jakości: indeks biotyczny BMWP-PL wahał się od 94 do 116, a wskaźnik Margalefa od 7,9 do 8,7 [20].

Porównując badania jakości wód Jasiołki z badaniami Wisłoki [21] stwierdzono, że jakość wód Jasiołki jest wyraźnie lepsza. W Wisłoce próby pobrano na sześciu stanowiskach usytuowanych w pobliżu jej źródeł i rozmieszczonych podobnie jak na Jasiołce. Dla każdego z nich wodę zaliczono do I, II lub III klasy jakości: indeks biotyczny BMWP-PL wahał się od 44 do 121, a wskaźnik Margalefa od zaledwie 1,85 do 3,48. Dla obydwu wskaźników na stanowiskach dominowała III klasa jakości wód [21].

Wartości wskaźników BMWP-PL i Margalefa dla Jasiołki są porównywalne z danymi z górnej Ropy [20], co sugeruje, że wysokie bogactwo gatunkowe jest cechą typową dla naturalnych karpackich potoków fliszowych. Rzeka Wisłoka, choć również znajduje się w regionie Karpat o unikalnym charakterze przyrodniczym, podlega nieco większym presjom niż Jasiołka i Wisłoka [22] i, jak widać, zastosowane indeksy wykazały te presje.

Dane o jakości wód rzeki Jasiołki na podstawie wskaźników BMWP-PL i Margalefa porównać można z oszacowaniem jakości jej wód na podstawie parametrów fizykochemicznych. Badania parametrów fizykochemicznych przeprowadzono w czerwcu 2018 roku na tych samych stanowiskach, co badania makrozoobentosu [23]. Oznaczono w wodzie przewodność elektrolityczną, pH, a także 12 jonów – wśród nich jony główne: wapń (Ca^{2+}), magnez (Mg^{2+}), sód (Na^+), potas (K^+) – a także wodorowęglany (HCO_3^-), siarczany (SO_4^{2-}), chlorki (Cl^-); związków biogenych, mineralnych form azotu: azotany (NO_3^-), azotyny (NO_2^-), jon amonu (NH_4^+) oraz fosforany (PO_4^{3-}); mikroelementów: fluorki (F^-). Pod względem wybranych do badań wskaźników w większości przypadków i na większości stanowisk badana woda została zakwalifikowana do I klasy jakości. Wyjątkiem jest przewodnictwo, które na większości stanowisk osiągnęło wartości wyższe niż graniczne dla zakwalifikowania wody do klasy II. Przewodność wody w rzece zazwyczaj rośnie wraz z jej biegiem. Podwyższona przewodność może świadczyć o obecności większej ilości zawiesiny, która akumulowana jest wraz z biegiem rzeki. Może być też efektem niżówek, kiedy to jony są rozpuszczane w mniejszej ilości wody. Wartość pH wód powierzchniowych zwykle waha się w przedziale od 6,5 do 8,5 i takie wartości zanotowano w Jasiołce. Odczyn wód naturalnych zależy od rodzaju gleb w zlewni, obecności węglanów, których duża zawartość powoduje wzrost zasadowości wody oraz doprowadzanych zanieczyszczeń [23].

Większość analizowanych wskaźników fizykochemicznych nie wzrastała z biegiem rzeki. Może to wskazywać, że Jasiołka i jej dopływ w górnym biegu nie są odbiornikiem istotnych zanieczyszczeń. Uzyskane wskaźniki fizykochemiczne wody w Jasiołce wskazują jej dobry stan ekologiczny i dają wyniki bardzo podobne do uzyskanych w ramach biomonitoringu na organizmach wskaźnikowych, czyli makrozoobentosie [23].

Przytoczone powyżej badania makrozoobentosu rzeki Ropy również przeprowadzono na tych samych stanowiskach i w tych samych terminach, co badania parametrów fizykochemicznych [24]. Oznaczono w wodzie przewodność elektrolityczną, pH, twardość, ChZT oraz zawartość jonów: chlorków (Cl^-); związków

biogennych, mineralnych form azotu: azotany (NO_3^-), azotyny (NO_2^-), jon amonu (NH_4^+) oraz fosforany (PO_4^{3-}); mikroelementów: fluorki (F^-). Pod względem wybranych wskaźników fizykochemicznych, na wszystkich stanowiskach badana woda została zakwalifikowana do I klasy jakości i były to oceny bardzo podobne do oznaczeń indeksami makrozoobentosowymi [20, 24].

W Wisłoce parametry fizykochemiczne zbadano w czerwcu 2017 roku, analogicznie jak w Jasiołce i Ropy, na tych samych stanowiskach, na których badano makrozoobentos [25]. Oznaczono w wodzie przewodność elektrolityczną, pH, twardość, ChZT oraz zawartość jonów: chlorków (Cl^-), sodu (Na^+), wapnia (Ca^{2+}); związków biogennych, mineralnych form azotu: azotany (NO_3^-), azotyny (NO_2^-), jon amonu (NH_4^+) oraz fosforany (PO_4^{3-}); mikroelementów: fluorki (F^-). Analizowane wskaźniki fizykochemiczne pozwoliły w przeważającej części zakwalifikować badaną wodę do I klasy jakości [25]. W wypadku Wisłoki wartości indeksów makrozoobentosowych wskazywały na znacznie niższe klasy jakości wód [21].

Wnioski

1. Wody górnych partii rzeki Jasiołki charakteryzują się bardzo dobrą jakością ekologiczną (I klasa jakości wód) na podstawie zastosowanych wskaźników makrozoobentosowych (BMWP-PL oraz indeks Margalefa), co wskazuje na ich naturalny lub nieznacznie zmieniony stan.
2. Monitoring długoterminowy (lata 2014, 2018, 2025) wykazał, że wysoka jakość wód Jasiołki jest stabilna w czasie, pomimo niewielkich fluktuacji wartości wskaźników oraz liczebności makrobezkręgowców pomiędzy stanowiskami w różnych latach.
3. Zarówno indeks BMWP-PL, jak i indeks Margalefa, okazały się skutecznymi i zbieżnymi narzędziami oceny stanu ekologicznego Jasiołki.
4. Jakość wód Jasiołki jest porównywalna z jakością wód Ropy, ale wyraźnie lepsza niż w przypadku Wisłoki, co sugeruje, że rzeki Jasiołka i Ropa podlegają mniejszej presji antropogenicznej w górnych odcinkach.
5. Oceny jakości wód uzyskane metodami biologicznymi (makrozoobentos) są spójne z wynikami badań parametrów fizykochemicznych, co potwierdza wiarygodność zastosowanych metod biomonitoringu w ocenie rzek karpackich.

Bibliografia

- [1] Klich M, Klich S. Wstęp. W: Klich M, Klich S, redakcja. Waloryzacja przyrodnicza obszaru źródłiskowego i górnych partii rzeki Jasiołki. Tarnów: Wydawnictwa Akademii Nauk Stosowanych; 2022. s. 6–11.
- [2] Klich M, Klich S, Franczak P. Ogólna charakterystyka źródlisk i górnych partii Jasiołki – teren badań oraz obszarowe formy ochrony przyrody. W: Klich M, Klich S, redakcja. Waloryzacja przyrodnicza obszaru źródłiskowego i górnych partii rzeki Jasiołki. Tarnów: Wydawnictwa Akademii Nauk Stosowanych; 2022. s. 12–77.
- [3] Klich M, Klich S. Analiza zagrożeń przyrody obszaru górnego odcinka Jasiołki. W: Klich M, Klich S, redakcja. Waloryzacja przyrodnicza obszaru źródłiskowego i górnych partii rzeki Jasiołki. Tarnów: Wydawnictwa Akademii Nauk Stosowanych; 2022. s. 196–206.
- [4] Kołodziejczyk A, Koperski P, Kamiński M. Klucz do oznaczania słodkowodnej makrofauny bezkręgowej: dla potrzeb bioindykacji stanu środowiska. Warszawa: Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska; 1998.
- [5] Dyrektywa 2000/60/WE z dnia 23 października 2000 roku ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej. Dz. Urz. UE L 327 z 22.12.2000.
- [6] Korycińska M, Królak E. The use of various biotic indices for evaluation of water quality in the lowland rivers of Poland (exemplified by the Liwiec River). Polish Journal of Environmental Studies. 2006;15(3):419–428.
- [7] Korycińska M, Królak E. The use of BMWP-PL index for assessment of water quality in the lowland Liwiec River and its longest tributaries (central-eastern Poland). Archives of Environmental Protection. 2007;33(3):37–52.
- [8] Klich M, Klich S. Makrozoobentos źródlisk i górnych partii Jasiołki. W: Klich M, Klich S, redakcja. Waloryzacja przyrodnicza obszaru źródłiskowego i górnych partii rzeki Jasiołki. Tarnów: Wydawnictwa Akademii Nauk Stosowanych; 2022. s. 168–183.
- [9] PN-EN 16150:2012E: Jakość wody – Wytyczne do proporcjonalnego wielośrodowiskowego pobierania makrobezkręgowców z płytkich rzek. Warszawa: Polski Komitet Normalizacyjny; 2012.
- [10] Kolada A, redakcja. Podręcznik do monitoringu elementów biologicznych i klasyfikacji stanu ekologicznego wód powierzchniowych: aktualizacja metod. Warszawa: Główny Inspektorat Ochrony Środowiska; 2020.
- [11] Kołodziejczyk A, Koperski P. Bezkręgowce słodkowodne Polski: klucz do oznaczania oraz podstawy biologii i ekologii makrofauny. Warszawa: Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego; 2000.

- [12] Tończyk G, Siciński J, redakcja. Klucz do oznaczania makrobezkręgowców bentosowych dla potrzeb oceny stanu ekologicznego wód powierzchniowych. Warszawa: Główny Inspektorat Ochrony Środowiska; 2013.
- [13] Panek P. Wskaźniki biotyczne stosowane w monitoringu wód od czasu implementacji w Polsce Ramowej Dyrektywy Wodnej. *Przegląd Przyrodniczy*. 2011;22(3):111–123.
- [14] Kownacki A, Soszka H. Wytyczne do oceny stanu rzek na podstawie makrobezkręgowców oraz do pobierania prób makrobezkręgowców w jeziorach. Warszawa: Instytut Ochrony Środowiska; 2004.
- [15] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 25 czerwca 2021 roku w sprawie klasyfikacji stanu ekologicznego, potencjału ekologicznego i stanu chemicznego oraz sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych, a także środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych. Dz.U. z 2021 roku, poz. 1475.
- [16] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 21 lipca 2016 roku w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych. Dz.U. z 2016 roku, poz. 1187.
- [17] PN-EN ISO 10870:2014-04: Jakość wody – Wytyczne dotyczące wyboru metod i stosowania systemów klasyfikacji do oceny stanu biologicznego wód na podstawie makrozoobentosu. Warszawa: Polski Komitet Normalizacyjny; 2014.
- [18] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 listopada 2011 roku w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych. Dz.U. z 2011 roku, nr 257, poz. 1545.
- [19] Klimaszyk P, Trawiński A. Ocena stanu rzek na podstawie makrobezkręgowców bentosowych. Indeks BMWP-PL. Poznań: Zakład Ochrony Wód Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza; 2007.
- [20] Tomaszewicz A, Wojtaś K, Urbaś N. Makrozoobentos źródlisk i górnych partii Ropy. W: Klich M, Klich S, redakcja. Waloryzacja przyrodnicza obszaru źródliskowego i górnych partii rzeki Ropy – lewobrzeżnego dopływu Wisłoki. Tarnów: Wydawnictwa Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej; 2017. s. 116–127.
- [21] Klich M, Klich S. Makrozoobentos źródlisk i górnych partii Wisłoki. W: Klich M, Klich S, redakcja. Waloryzacja przyrodnicza obszaru źródliskowego i górnych partii rzeki Wisłoki. Tarnów: Wydawnictwa Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w Tarnowie; 2019. s. 187–199.
- [22] Klich S, Klich M. Podstawowe zagrożenia przyrody obszaru górnego odcinka Wisłoki. W: Klich M, Klich S, redakcja. Waloryzacja przyrodnicza obszaru źródliskowego i górnych partii rzeki Wisłoki. Tarnów: Wydawnictwa Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w Tarnowie; 2019. s. 230–235.
- [23] Franczak P, Klich M, Klich S. Parametry fizykochemiczne wody górnej Jasiołki. W: Klich M, Klich S, redakcja, Franczak P. Waloryzacja przyrodnicza obszaru źródliskowego i górnych partii rzeki Jasiołki. Tarnów: Wydawnictwa Akademii Nauk Stosowanych; 2022. s. 184–195.
- [24] Doroż Ł, Jędrocha A. Parametry fizykochemiczne. W: Klich M, Klich S, redakcja. Waloryzacja przyrodnicza obszaru źródliskowego i górnych partii rzeki Ropy – lewobrzeżnego dopływu Wisłoki. Tarnów: Wydawnictwa Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej; 2017. s. 47–62.
- [25] Franczak P, Klich M, Klich S. Parametry fizykochemiczne wody górnej Wisłoki. W: Klich M, Klich S, redakcja. Waloryzacja przyrodnicza obszaru źródliskowego i górnych partii rzeki Wisłoki. Tarnów: Wydawnictwa Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w Tarnowie; 2019. s. 187–199.