

Ocena jakości wód rzeki Orlanki w oparciu o analizę makrozoobentosu oraz makrofitów

Autor: Jakub Kopczyński

Klasa: IIM1+

Szkoła: I Liceum Ogólnokształcące im. Adama Mickiewicza w Białymstoku

Opiekun: Jolanta Szczepańska

Streszczenie

Celem pracy było określenie stanu ekologicznego środkowego odcinka rzeki Orlanki. Badania zostały przeprowadzone na 3 stanowiskach badawczych, reprezentatywnych dla branego pod uwagę fragmentu rzeki. Aby dokonać oceny stanu ekologicznego wód, badaniom poddane zostały makrobezkręgowce bentosowe oraz makrofity. Na podstawie ich analizy wyliczone zostały: Polski Wielometryczny Wskaźnik Stanu Ekologicznego Rzek (MMI PL) oraz Makrofitowy Indeks Rzeczny (MIR). Wyniki przeprowadzonych badań wskazują, że jakoś wód Orlanki jest niezadowalająca – według MMI PL jest to klasa IV, według MIR II. Oznacza to, że odznaczają się one stanem odbiegającym od naturalnego i wymagają działań mających na celu przywrócenie ich dobrego stanu ekologicznego.

Wstęp

Rzeki są jednym z najbardziej zagrożonych komponentów środowiska. Zanieczyszczenie wód stanowi bezpośrednie zagrożenie dla biocenozy w których występują, może doprowadzić do ich zubożenia, a nawet zniszczenia (Hajduk i wsp., 2018) (Strutyńska i Rybak, 2016).

Do oceny stanu cieków stosuje się różne metody. Jedną z nich jest ocena stanu ekologicznego, której rola wzrosła wraz z wprowadzeniem Ramowej Dyrektywy Wodnej. Według niej elementy biologiczne są traktowane jako podstawowe, podczas gdy elementy fizykochemiczne i hydromorfologiczne jako wspierające (Hajduk i wsp., 2018) (Ilnicki, 2010).

Bezkręgowce bentosowe stanowią grupę organizmów, które są powszechnie uznane za najbardziej rekomendowane organizmy wskaźnikowe w biologicznej ocenie jakości wód. Dzięki ich długiemu cyklu życiowemu oraz względnie osiadłemu trybowi życia odzwierciedlają one lokalne warunki środowiska. Makrofity, jako producenci pierwotni o krótkim cyklu życiowym oraz wysokim tempie produkcji, pozwalają zaobserwować zakłócenia krótkoterminowe. Stanowią grupę tzw. „wczesnego ostrzegania”, gdyż bardzo wyraźnie reagują na zmiany hydrochemiczne wód (Bis i wsp., 2013, 17-21).

Rzeka Orlanka wykorzystywana jest przez miejscową ludność jako miejsce kąpieli i połowu ryb. Jednak wiele osób jest zaniepokojonych jej stanem czystości. Badania stanu ekologicznego Orlanki przeprowadzone w 2016 roku przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Białymstoku wskazały na ogólny zły stan elementów biologicznych rzeki (GIOŚ, 2018) i od tamtego czasu nie zostały one powtórzone. Niniejsza praca ma na celu uaktualnienie i zweryfikowanie oceny jakości wód rzeki Orlanki.

Materiały i metody

Badania przeprowadzono na przełomie sierpnia i września 2019 roku, na terenie powiatu bielskiego, położonego na obszarze Zielonych Płuc Polski, około 14 kilometrów od ujścia Orlanki. Jest to rzeka nizinna, piaszczysto-gliniasta (GIOŚ, 2018), będąca lewym dopływem Narwi, o długości 50,3 km (WIOŚ, 2018). Wypływa na podmokłych łąkach koło wsi Jelonka. Lewym i największym dopływem Orlanki jest Biała, a prawymi Orla i Krzywa.

Na odcinku o długości około 3,5 km wyznaczono 3 równomiernie oddalone od siebie stanowiska badawcze. Poddając je analizie postępowano zgodnie z metodyką zawartą w *Przewodniku do oceny stanu ekologicznego rzek na podstawie makrobezkręgowców bentosowych* (Bis i wsp., 2013, 41-60, 69-77, 97-115) oraz w *Opracowaniu podstaw metodycznych dla monitoringu biologicznego wód powierzchniowych w zakresie makrofitów i pilotowego ich zastosowania dla części wód reprezentujących wybrane kategorie i typy* (Szoszkiewicz i wsp. 2006, 31-47).

Przed przystąpieniem do właściwego poboru próbek makrozoobentosu, na stanowiskach ocenie poddany został procentowy udział pokrycia dna rzeki różnymi typami podłoża. Dzięki temu możliwe było reprezentatywne rozmieszczenie 20 próbek cząstkowych pobieranych z danego stanowiska, stanowiących jedną próbę siedliskową.

W badaniach wykorzystano siatkę hydrobiologiczną o rozmiarach ramy 25x25 cm i o wielkości oczek 0,5 mm. Pojedynczą próbkę cząstkową pobierano z powierzchni 625 cm², a jej objętość wynosiła około 6,25 dm³. Siatkę ustawiano na dnie, wlotem pod prąd i zbierano substrat denny. Pobrany materiał przenoszono do plastikowej kuwety i dokładnie oczyszczano większe elementy abiotyczne z przytwierdzonych organizmów. Następnie próbę przepłukiwano wodą w siatce ręcznej w celu zmniejszenia ilości pobranego substratu mineralnego i organicznego oraz przenoszono do plastikowego wiadra z alkoholem w celu jej zakonserwowania.

Następnie zawartość próby siedliskowej dzielono na 30 podpróbek. Losowo wybraną podpróbę przenoszono na białą kuwetę w celu identyfikacji organizmów. Czynność tą powtarzano do przebrania całej próby siedliskowej lub jak w przypadku próby ze stanowiska 3, do momentu zidentyfikowania 450 bezkręgowców (w 16 podpróbach). Do oznaczania organizmów korzystano z *Klucza do oznaczania makrobezkręgowców bentosowych dla potrzeb oceny stanu ekologicznego wód powierzchniowych* (Tończyk i Siciński, 2013).

Przeprowadzona inwentaryzacja botaniczna polegała na ocenie jakościowej i ilościowej makrofitów występujących na danym stanowisku badawczym. Odcinek był penetrowany dwukrotnie, poprzez brodenie w korycie rzeki kursem zygakowatym w dwóch kierunkach. Do identyfikacji roślin wodnych korzystano z *Klucza do oznaczania makrofitów dla potrzeb oceny stanu ekologicznego wód powierzchniowych* (Szoszkiewicz i wsp., 2010).

Metriks	Formuła obliczeniowa
ASPT – Uśredniony Wskaźnik Jakości Wód	ASPT = BMWP_PL / liczba rodzin użytych do kalkulacji BMWP_PL Wskaźnik BMWP_PL oblicza się sumując punkty (od 0 do 10) przypisane zidentyfikowanym rodzinom bentosu.
Log ₁₀ (sel_EPTD + 1)	log ₁₀ (suma osobników z wybranych rodzin (m. in. <i>Ephemeridae</i>) + 1)
1–GOLD%	1–GOLD% = 1 – (frekwencja osobników z grup <i>Gastropoda</i> , <i>Oligochaeta</i> , <i>Diptera</i>)
Całkowita liczba rodzin (S)	liczba wszystkich rodzin (S) stwierdzona na danym stanowisku badawczym
Liczba rodzin grupy EPT	liczba rodzin z grup: <i>Ephemeroptera</i> , <i>Plecoptera</i> i <i>Trichoptera</i>
Indeks różnorodności biologicznej Shannona-Wienera (H')	$H' = -\sum_{i=1}^S \left(\frac{n_i}{N} \ln \frac{n_i}{N} \right)$ <i>n_i</i> - liczba osobników z danej rodziny <i>N</i> - liczba wszystkich osobników

Tab. 1. Metriksy cząstkowe wchodzące w skład Polskiego Wielometrycznego Wskaźnika Stanu Ekologicznego Rzek (źródło: Bis i wsp., 2013, 100-102).

Aby ocena jakości wód była jak najbardziej miarodajna wyliczone zostały dwa różne indeksy, biorące pod uwagę odmienne elementy biotyczne cieków:

● Polski Wielometryczny Wskaźnik Stanu Ekologicznego Rzek (MMI PL)

Ważona średnia arytmetyczną z wartości znormalizowanych metriksów cząstkowych przedstawionych w tabeli 1. Wyraża się wzorem:

$$MMI PL = 0,334 * ASPT + 0,266 * \log_{10}(Sel_EPTD + 1) + 0,067 * (1 - GOLD\%) + 0,167 * S + 0,083 * EPT + 0,083 * H'$$

● Makrofitowy Indeks Rzeczny (MIR)

Przyjmując wartości od 10 dla rzek zdegradowanych, do 100 dla rzek o najlepszej klasie stanu ekologicznego (w przypadku rzek nizinnych najwyższe wartości MIR nie przekraczają 60). Wyraża się wzorem:

$$MIR = \frac{\sum L_i \cdot W_i \cdot P_i}{\sum W_i \cdot P_i} \cdot 10$$

gdzie:

L_i - liczba wartości wskaźnikowej dla danego gatunku (1 - 10), wskazuje na średni poziom trofii środowiska, w którym dany gatunek występuje

W_i - współczynnik wagowy dla danego gatunku (1 - 3), określa zakres tolerancji ekologicznej danego gatunku

P_i - współczynnik pokrycia stanowiska danym gatunkiem (1 - 9)

Wyniki

Taksony (punkcja BMWP_PL)	Stanowisko badawcze			Razem
	1	2	3	
<i>Trichoptera:</i>				
<i>Phryganeidae</i> (niepunktowany)			1	1
<i>Molannidae</i> (10 pkt)		2	1	3
<i>Coleoptera:</i>				
<i>Hydrophilidae</i> (5 pkt)	1	2		3
<i>Ephemeroptera:</i>				
<i>Ephemeridae</i> (7 pkt)		3	2	5
<i>Bivalvia:</i>				
<i>Sphaeriidae</i> (4 pkt)	11	10	15	36
<i>Unionidae</i> (7 pkt)	5	9	4	18
<i>Diptera:</i>				
<i>Chironomidae</i> (3 pkt)	24	174	24	222
<i>Hirudinea:</i>				
<i>Erpobdellidae</i> (3 pkt)	4		263	267
<i>Glossiphoniidae</i> (3 pkt)			33	33
<i>Piscicolidae</i> (6 pkt)	6		2	8
<i>Heteroptera:</i>				
<i>Aphelocheiridae</i> (7 pkt)	2			2
<i>Crustacea:</i>				
<i>Asellidae</i> (3 pkt)	2	3	37	42
<i>Cambaridae</i> (5 pkt)			1	1
<i>Gastropoda:</i>				
<i>Bithyniidae</i> (6 pkt)	9		17	26
<i>Ancylidae</i> (3 pkt)			13	13
<i>Physidae</i> (3 pkt)			9	9
<i>Planorbidae</i> (4 pkt)	1	1	15	17
<i>Odonata:</i>				
<i>Calopterygidae</i> (7 pkt)	13		3	16
<i>Gomphidae</i> (7 pkt)	5	2	1	8
<i>Oligochaeta</i> (2 pkt)	3	18	11	32
Łączna liczba organizmów	86	224	452	762
Łączna liczba rodzin	13	10	18	20

Tab. 2. Liczebność zgrupowań organizmów bentosowych na poszczególnych stanowiskach z przypisaną im oceną punktową według metody BMWP-PL.

W pozyskanych próbach siedliskowych zidentyfikowano 762 sztuki makrozoobentosu. Stwierdzono obecność 20 rodzin należących do 11 grup: chrzączków (*Trichoptera*), chrząszczy (*Coleoptera*), jętek (*Ephemeroptera*), małży (*Bivalvia*), muchówek (*Diptera*), pijawek (*Hirudinea*), pluskwiaków różnoskrzydłych (*Heteroptera*), skorupiaków (*Crustacea*), ślimaków (*Gastropoda*), ważek (*Odonata*) oraz skąposzczetów (*Oligochaeta*). W przypadku makrofitów oznaczono 13 gatunków roślin wodnych, z czego 9 należało do gatunków wskaźnikowych.

Największą liczebność zwierząt stwierdzono na stanowisku 3. Dominowały tutaj pijawki z rodziny *Erpobdellidae* (gatunki *Erpobdella nigricollis* oraz *Erpobdella octoculata*), które stanowiły około 58% wszystkich zidentyfikowanych tam bezkręgowców. Na stanowisku tym stwierdzono też

Gatunek (L - liczba wartości wskaźnikowej, W - współczynnik wagowy)	Współczynnik pokrycia określonego stanowiska badawczego (P)		
	1	2	3
Rośliny wynurzone:			
Jednoliścienne:			
<i>Acorus calamus</i> L. (2, 3)	2		
<i>Glyceria maxima</i> (Hartman) Holmb. (3, 1)	4	6	6
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud. (niepunktowany)		6	5
Dwuliścienne:			
<i>Berula erecta</i> (Huds.) Coville (4, 2)	7	5	3
<i>Lycopus europeus</i> L. (niepunktowany)	1		
<i>Rumex hydrolapathum</i> Huds. (4, 1)	3	4	4
<i>Galium palustre</i> L. (niepunktowany)		2	
<i>Solanum dulcamara</i> L. (niepunktowany)		2	
Rośliny zanurzone:			
<i>Lemna minor</i> L. (2, 2)	6	2	2
<i>Ranunculus fluitans</i> Lamarck (7, 2)	4	3	
<i>Potamogeton praelongus</i> Wulfen (6, 3)		2	
<i>Potamogeton pusillus</i> L. (4, 2)		1	1
<i>Nuphar lutea</i> L. (4, 2)			8
Łączna liczba gatunków stwierdzona na danym stanowisku:	7	10	7

Tab. 3. Współczynnik pokrycia stanowisk badawczych określonymi gatunkami makrofitów oraz właściwa im liczba wartości wskaźnikowej i współczynnika wagowego.

najwyższe zagęszczenie makrozoobentosu. Najmniejszą liczebność i zagęszczenie zwierząt odnotowano na stanowisku 1, gdzie licznie występowały muchówki z rodziny *Chironomidae*.

Na badanym fragmencie rzeki większość makrofitów stanowiły gatunki roślin wynurzonych (ponad 61% zidentyfikowanych gatunków). Na stanowisku 3 rośliną wyraźnie dominującą był grązeł żółty (*Nuphar lutea* L.), któremu zostało przypisane P równe 8, a na stanowisku 2 trzcina pospolita (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.) z P równym 6.

Wskaźnik	Stanowisko		
	I	II	III
ASPT	4,923	5,200	4,882
Log ₁₀ (sel_EPTD + 1)	0	0,602	0,477
1–GOLD%	0,570	0,138	0,803
S	13	10	18
EPT	0	2	3
H'	2,196	0,933	1,664
MMI PL	0,296	0,310	0,395
Klasa jakości wód według MMI PL	IV	IV	IV
MIR	36,60	44,21	36,32
Klasa jakości wód według MIR	II	II	II

Tab. 4. Zestawienie wyników oceny jakości wód.

Dyskusja

W oparciu o wyliczone tu indeksy biotyczne, można stwierdzić, że stan środkowych partii rzeki Orlanki plasuje się pomiędzy klasą IV a II. Odmienne wyniki analizy różnych elementów biotycznych, podobnie jak w przypadku badań Bus (2010), mogą wynikać z obecności małej liczby gatunków wskaźnikowych makrofitów co utrudnia uzyskanie wiarygodnej wartości MIR.

Wartość metriksu ASPT waha się od 4,92 na stanowisku 1 do 5,2 na stanowisku 2. Wskaźnik ten wskazuje na występowanie zbliżonej frekwencji taksonów wrażliwych na wszystkich stanowiskach, choć największą zaobserwować można na stanowisku 2. Jednocześnie niska wartość wskaźnika 1-GOLD% dla stanowiska 2 wskazuje na poważne zaburzenie równomierności występowania ważnych grup funkcjonalnych i taksonomicznych. Na stanowisku tym muchówki z rodziny *Chironomidae* stanowiły aż 77,68% zidentyfikowanych zwierząt. Na stanowisku 3 metriks ten mówi o najlepszej pod tym względem strukturze ekosystemu. Również indeks różnorodności biologicznej Shannona-Wienera (*H'*) wskazuje, że najmniejszą bioróżnorodność obserwujemy na stanowisku 2. Natomiast największa szansa, że dwa wylosowane z próbki osobniki będą należały do różnych gatunków występuje na stanowisku 1.

Wśród zidentyfikowanych gatunków roślin przeważają te charakterystyczne dla wód mezotroficznnych oraz eutroficznnych na co wskazują niskie wartości liczby L. Zdecydowana większość roślin posiada liczbę wartości wskaźnikowej w przedziale 2 - 4, jedynie jaskier rzeczny (*Ranunculus fluitans* Lamarck) i rdzestnica wydłużona (*Potamogeton praelongus* Wulfen) mają L równe odpowiednio 7 i 6, lecz pokrycie danych stanowisk tymi gatunkami wynosi jedynie około 2,5 % oraz 1 %.

W przypadku współczynnika wagowego W również mamy do czynienia z gatunkami o małej i średniej wartości wskaźnikowej (1–2), a więc gatunkami eurytopowymi. Jedynym gatunkiem o wartości wskaźnika W równej 3 jest rdzestnica wydłużona (*Potamogeton praelongus* Wulfen), jednak pokrycie nią drugiego stanowiska badawczego jest znikome.

Na podstawie wartości Polskiego Wielometrycznego Wskaźnika Stanu Ekologicznego Rzek (MMI PL) można stwierdzić, że wody środkowych partii Orlanki należą do IV klasy jakości. Oznacza to, że charakteryzują się słabym stanem ekologicznym, a biologiczne elementy cieków wykazują znaczne odchylenia od wartości biocenozy naturalnych. Makrofitowy Indeks Rzeczny (MIR) wskazuje natomiast, że wody Orlanki należą do II klasy jakości, czyli tych o dobrym stanie ekologicznym, wykazujących jedynie niewielkie odchylenia od warunków niezakłóconych.

Ocena makrozoobentosu jak i makrofitów, przeprowadzona 4 lata temu przez WIOŚ, w obu przypadkach wskazała na III klasę jakości wód (GIOŚ 2018). W porównaniu z wynikami otrzymanymi w niniejszej pracy, jest to wynik wyższy w przypadku analizy bezkręgowców wodnych, a niższy w przypadku roślin wodnych. Możliwym jest, że przez 3 lata zmianie uległ stan ekologiczny rzeki, lecz bardziej prawdopodobnym jest, że różnica ta wynika z odmiennego miejsca poboru próbek. W przypadku monitoringu WIOŚ reprezentatywnym miejscem poboru jest miejscowość Chraboły, położona około 7 kilometrów od ujścia Orlanki, a więc 5 kilometrów poniżej ostatniego stanowiska badawczego.

Biorąc pod uwagę wyniki uzyskane w niniejszej pracy, jak i te z badań z lat poprzednich, środowemu odcinkowi rzeki Orlanki należałoby przypisać niezadowalający stan wód. Należy zintensyfikować działania zmierzające do przywrócenia jej dobrego stanu ekologicznego, który zgodnie z założeniami Ramowej Dyrektywy Wodnej, miał być osiągnięty już w 2015 roku, szczególnie, że jest to ciek często użytkowany w celach rekreacyjnych.

Piśmiennictwo

- Bis B, Mikulec A, Wiśniewski RJ (2013). *Przewodnik do oceny stanu ekologicznego rzek na podstawie makrobezkręgowców bentosowych*. Warszawa: Biblioteka Monitoringu Środowiska. 17-21, 41-60, 69-77, 97-115.
- Bus A (2010). Wstępna ocena stanu ekologicznego małej rzeki nizinnej na podstawie makrofitowej metody oceny rzek. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*. 9(2010):221–230
- GIOŚ (2018). Ocena stanu jednolitej części wód powierzchniowych. Dostępny na: http://www.gios.gov.pl/images/dokumenty/pms/monitoring_wod/ocena_stanu_2011-2016_20191121.xlsx. Dostęp 26.12.2019.
- Hajduk W, Kokoszka P, Korzec K, Kusior B, Ryzeczek W, Siwek K, Klich M (2018). Ocena jakości wód górnych partii rzeki Wisłoka (Polska południowa) na podstawie makrozoobentosu. Tarnów: Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Tarnowie.
- Ilnicki P, Górecki K, Grzybowski M, Krzemińska A, Lewandowski P, Sojka M (2010). Podstawowe uwarunkowania metodyczne oceny stanu ekologicznego cieków wodnych na podstawie elementów hydromorfologicznych. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*. 9(2010):41-52.
- Strutyńska M, Rybak J (2016). Biologiczna ocena jakości wody rzeki Wiławy w oparciu o analizę makrozoobentosu. W: *Interdyscyplinarne zagadnienia w inżynierii i ochronie środowiska*. Wrocław: Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej. 236-245
- Szozkiewicz K, Jusik S, Zgoła T (2010). *Klucz do oznaczania makrofitów dla potrzeb oceny stanu ekologicznego wód powierzchniowych*. Warszawa: Biblioteka Monitoringu Środowiska.
- Szozkiewicz K, Zbińska J, Jusik S, Zgoła T (2006) *Opracowanie podstaw metodycznych dla monitoringu biologicznego wód powierzchniowych w zakresie makrofitów i pilotowch ich zastosowanie dla części wód reprezentujących wybrane kategorie i typy*. T. 1 Rzeki. Warszawa, Poznań, Olsztyn: Instytut Ochrony Środowiska, Akademia Rolnicza im. A. Cieszkowskiego w Poznaniu, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski.
- Tończyk G, Siciński J (red.) (2013). *Klucz do oznaczania makrobezkręgowców bentosowych dla potrzeb oceny stanu ekologicznego wód powierzchniowych*. Warszawa: Biblioteka Monitoringu Środowiska
- WIOŚ (2018). Informacja o stanie środowiska na terenie powiatu bielskiego za 2018 rok. Dostępny na: http://bip.powiatbielski.pl/8140848997a764/woje_insp_ochr_rod_w.html. Dostęp 26.12.2019.