

Galina KALDA¹
Tomasz LISZKA²

ROZWÓJ HYDROLOGII MAGURSKIEGO PARKU NARODOWEGO

Praca omawia monitoring jakości wód powierzchniowych i wód na potrzeby bytowania ryb. Przedstawiono badania hydrologiczne wybranych źródeł Magurskiego Parku Narodowego (MPN). Ochrona zasobów przyrodniczych jest możliwa, gdy zostanie zapewniona właściwa kontrola nad ich stanem. Pozwala na to odpowiednio zaprojektowana i wykonana sieć pomiarowa, gromadząca informacje o stanie środowiska przyrodniczego w parku i o procesach zachodzących na jego obszarze.

W MPN podczas badań hydrologicznych przeprowadza się: monitoring jakości wód powierzchniowych, monitoring wód na potrzeby bytowania ryb, badania hydrogeologiczne wybranych źródeł, inwentaryzacja źródeł, monitoring warunków klimatycznych. Monitoring jakości wód powierzchniowych obejmuje badania i ocenę jakości wód, osadów wodnych rzek i jezior oraz wód zbiorników zaporowych. Celem badań jest stworzenie podstaw do podejmowania działań na rzecz poprawy stanu wód i ich ochrony przed zanieczyszczeniem, w tym ochrony przed eutrofizacją powodowaną ściekami komunalnymi i zanieczyszczeniami pochodzącymi z rolnictwa, oraz ochrony przed zanieczyszczeniami przemysłowymi, a zwłaszcza substancjami szczególnie szkodliwymi dla środowiska wodnego. Badania wykazały, że wody rzeki Wisłoki spełniały wymagania ustalone dla wód będących środowiskiem życia ryb karpiowatych. Wskaźnikami degradującymi wody był: tlen rozpuszczony, azotyny, fosfor ogólny. W 2011 roku zostały spełnione kryteria określone w rozporządzeniu, zgodnie z którymi wody rzeki Wisłoki w punkcie pomiarowo-kontrolnym Krempana–Kotań są przydatne do bytowania ryb łososiowatych.

Warunki hydrogeologiczne na terenie MPN są bezpośrednio związane z budową geologiczno-strukturalną. Wody podziemne występują tutaj w dwóch horyzontach wodonośnych: trzeciorzędowym i czwartorzędowym. Należy podjąć kompleksowy monitoring w MPN, który pozwoliłby oprócz analizy indywidualnych cech klimatu i mikroklimatów zbadać emisję zanieczyszczeń powietrza, określić szkody w zbiorowiskach roślinnych wywołane kwaśnymi deszczami oraz podjąć działania zapobiegające ujemnym skutkom tych zjawisk.

Słowa kluczowe: jakość wód, monitoring, badania hydrologiczne

¹ Autor do korespondencji/corresponding author: Galina Kalda, Politechnika Rzeszowska, 35-084 Rzeszów, ul. Poznańska 2, tel. (17) 8651068, e-mail: kaldagal@prz.edu.pl

² Tomasz Liszka, Politechnika Rzeszowska, 35-084 Rzeszów, ul. Poznańska 2, tel. 784366870, e-mail: liszka123-s@02.pl

1. Wprowadzenie

Przed wiekami przyroda rządziła się swoimi prawami, niestety człowiek zaczął ją przekształcać na własne potrzeby. Nieznajomość procesów zachodzących w przyrodzie często powodowała negatywne skutki podejmowanych działań. Już około 9000 lat wstecz zaczęto wyrębywać lasy, zakładać pola uprawne, prowadzić wypas zwierząt gospodarskich. Wtedy też zaczął się objawiać wpływ antropopresji na rzeźbę terenu i warunki hydrologiczne. Wiek XX to czas szybkiego rozwoju cywilizacji, techniki i jednocześnie zwiększenia ingerencji człowieka w przyrodę. Zmiany w jednym składniku przyrody często powodują zmiany w pozostałych jej składnikach. Znacznemu pogorszeniu uległa jakość wód. Mimo że zasoby wodne świata są duże, niestety tylko nieznaczna ich ilość nadaje się do wykorzystania – tylko 3% wody to woda słodka. W wielu częściach świata uwidacznia się jej deficyt lub jest ona skażona. Z tych też powodów niezbędna jest właściwa gospodarka zasobami wodnymi – aby ją prowadzić, należy dokładniej poznać ilość i jakość tych zasobów.

Jednym z nadrzędnych zadań Parku Narodowego jest ochrona przyrody i prowadzenie prac naukowo-badawczych. Mówi o tym art. 3 ust. 2 pkt 6 ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 roku o ochronie przyrody: „*Celem ochrony przyrody jest: utrzymanie lub przywracanie do właściwego stanu ochrony siedlisk przyrodniczych, a także pozostałych zasobów, tworów i składników przyrody*” [1]. Do realizacji tych zadań potrzebna jest podbudowa naukowa, która umożliwi racjonalną ochronę walorów przyrodniczych parku. Ochrona zasobów przyrodniczych jest możliwa, gdy zostanie zapewniona właściwa kontrola nad ich stanem. To zadanie powinna umożliwić odpowiednio zaprojektowana i wykonana sieć pomiarowa, gromadząca informacje o stanie środowiska przyrodniczego w parku i o procesach zachodzących na jego obszarze. Służby parku zostają wspomnianą ustawą o ochronie przyrody (art. 112 ust. 2) zobligowane do tego, gdyż: „*Monitoring przyrodniczy polega na obserwacji i ocenie stanu oraz zachodzących zmian w składnikach różnorodności biologicznej i krajobrazowej na wybranych obszarach, a także na ocenie skuteczności stosowanych metod ochrony przyrody, w tym na obserwacji siedlisk przyrodniczych oraz gatunków roślin i zwierząt, dla których ochrony został wyznaczony obszar Natura 2000*” [2].

Realizację postulatów może zapewnić odpowiednio zorganizowana i wyposażona w nowoczesny sprzęt naukowo-techniczny stacja badawcza, prowadząca systematyczny, zintegrowany monitoring przyrodniczy za pomocą systemów informacji przestrzennej, automatycznej stacji meteorologicznej i we współpracy z pracownikami naukowymi. Badania naukowe to fundament ochrony przyrody – bez nich nie wiemy, jak i co chronić.

Na terenie Magurskiego Parku Narodowego (MPN) nie ma ani jednego punktu wodowskazowego, ponieważ do charakterystyki wykorzystuje się dane z punktów w pobliżu MPN (Wisłoka–Krempna, Wisłoka–Żółków, Jasionka–

–Boiska, Ropa–Ropa) – jakość danych hydrometrycznych nie odbiega od przeciętnych dla Karpat.

Wiedza hydrologiczna MPN jest oparta na danych hydrometrycznych gromadzonych przez służby hydrometeorologiczne i nieliczne opracowania publikowane. Dopiero na zlecenie MPN Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska – Delegatura w Jaśle wykonał badanie wód powierzchniowych w latach 1997-1999. Punkty pomiarowo-kontrolne zostały rozmieszczone przy ujściach potoków: Ryjak, Świerzówka, Rzeszówka, Krempna, Wisznia, a także na potoku Kłopotnica w miejscu, w którym opuszcza on MPN [3].

W MPN podczas badań hydrologicznych przeprowadza się następujące rodzaje monitoringu:

- monitoring jakości wód powierzchniowych,
- monitoring wód na potrzeby bytowania ryb,
- badania hydrogeologiczne wybranych źródeł,
- inwentaryzacja źródeł,
- monitoring warunków klimatycznych.

2. Monitoring jakości wód powierzchniowych

Monitoring jakości wód powierzchniowych obejmuje badania i ocenę jakości wód, osadów wodnych rzek i jezior oraz wód zbiorników zaporowych. Celem prowadzenia badań jest stworzenie podstaw do podejmowania działań na rzecz poprawy stanu wód oraz ich ochrony przed zanieczyszczeniem, w tym ochrony przed eutrofizacją powodowaną ściekami komunalnymi i zanieczyszczeniami pochodzącymi z rolnictwa oraz ochrony przed zanieczyszczeniami przemysłowymi, a w szczególności substancjami szczególnie szkodliwymi dla środowiska wodnego.

Podstawowym aktem prawnym Unii Europejskiej dotyczącym ochrony środowiska wodnego przed zanieczyszczeniem jest dyrektywa ramowa 2000/60/EC Parlamentu Europejskiego z 23 października 2000 r. ustalająca ramy działań Wspólnoty w zakresie polityki wodnej.

Przepisy Ramowej Dyrektywy Wodnej zostały wprowadzone do polskiego prawodawstwa za pomocą ustawy z dnia 18 lipca 2001 r. – Prawo wodne, która jest podstawowym aktem prawnym regulującym zagadnienia związane z ochroną środowiska wodnego. Ustawa odwołuje się do szczegółowych rozporządzeń wykonawczych z zakresu ochrony wód powierzchniowych. Są to m.in.:

- rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz.U.2006.137.984),
- rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie wymagań, jakim powinny odpowiadać wody śródlądowe będące środowiskiem życia ryb w warunkach naturalnych (Dz.U.2002.176.1455),

- rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie wykazu substancji priorytetowych w dziedzinie polityki wodnej (Dz.U.2005.233.1987).

Obowiązek badania i oceny jakości wód powierzchniowych w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska wynika z art. 155a ust. 2 ustawy z dnia 18 lipca 2001 r. – Prawo wodne. Zgodnie z ust. 3 tego artykułu badania jakości wód powierzchniowych w zakresie elementów fizykochemicznych, chemicznych i biologicznych należą do kompetencji wojewódzkiego inspektora ochrony środowiska.

Zgodnie z Ramową Dyrektywą Wodną dla wód powierzchniowych przeprowadza się:

- klasyfikację stanu ekologicznego oraz potencjału ekologicznego,
- klasyfikację stanu chemicznego,
- ocenę stanu wód.

Równocześnie prowadzony jest monitoring jakości wód uwzględniający sposób ich użytkowania wynikający z warunków korzystania z wód regionu wodnego oraz charakteru ich zagrożenia. Konieczność badania tych wód oraz oceny spełniania wymagań jakościowych wynika z tzw. dyrektyw „użytkowych”, których przepisy zostały przeniesione do prawodawstwa polskiego poprzez ustawę Prawo wodne wraz z aktami wykonawczymi do tej ustawy.

W ramach monitoringu powierzchniowych wód „użytkowych” Inspekcja Ochrony Środowiska wykonuje:

- badania i ocenę jakości wód przeznaczonych do bytowania ryb w warunkach naturalnych,
- badania wpływu rolnictwa na wody powierzchniowe (zanieczyszczenie związkami azotu pochodzącymi ze źródeł rolniczych),
- badania wód pod kątem oceny stopnia eutrofizacji wód powierzchniowych,
- badania i ocenę jakości wód powierzchniowych wykorzystywanych jako źródło wody pitnej.

Ramowa Dyrektywa Wodna wprowadza dwa rodzaje stanu wód powierzchniowych: ekologiczny i chemiczny, a w przypadku wód sztucznych i silnie zmienionych zamiast stanu ekologicznego określa się potencjał ekologiczny. Stan wód powierzchniowych jest wyznaczany przez gorszy ze stanów: ekologiczny lub chemiczny. Stan ekologiczny jest oceniany przede wszystkim na podstawie występowania w wodach różnych zespołów organizmów (tzw. elementów biologicznych).

W ocenie stanu ekologicznego istotne są elementy hydromorfologiczne oraz elementy fizykochemiczne i chemiczne. Elementy hydromorfologiczne to takie cechy środowiska, które wpływają na warunki bytowania organizmów żywych (np. ciągłość rzeki, charakter podłoża, struktura strefy brzegowej). Do elementów fizykochemicznych i chemicznych zalicza się ogólne, podstawowe wskaźniki jakości wód, takie jak: warunki termiczne i tlenowe, zasolenie, substancje biogenne, stan zakwaszenia oraz syntetyczne i niesyntetyczne zanie-

czyszczenia specyficzne (np. związki chloroorganiczne, metale, środki ochrony roślin).

Ramowa Dyrektywa Wodna wprowadza pięć klas jakości stanu ekologicznego wód powierzchniowych, przy czym głównym kryterium kwalifikującym jest spełnianie wymagań ustalonych dla wód powierzchniowych wykorzystywanych do zaopatrzenia ludności w wodę przeznaczoną do spożycia. Istotnym kryterium uzupełniającym w nowej klasyfikacji wód powierzchniowych są wartości biologicznych wskaźników jakości. Dla każdej z klas zostały określone graniczne wartości wskaźników jakości wody. Nowe klasy jakości wód zdefiniowano następująco:

- klasa I – wody bardzo dobrej jakości, spełniające wymagania określone dla wód powierzchniowych kategorii A1, w których wartości biologicznych wskaźników jakości wody nie wskazują na żadne oddziaływania antropogeniczne,
- klasa II – wody dobrej jakości, spełniające w odniesieniu do większości wskaźników wymagania określone dla wód powierzchniowych kategorii A2, w których wartości biologicznych wskaźników jakości wody wykazują niewielki wpływ oddziaływań antropogenicznych,
- klasa III – wody zadowalającej jakości, spełniające wymagania określone dla wód powierzchniowych kategorii A2, w których wartości biologicznych wskaźników jakości wody wykazują umiarkowany wpływ oddziaływań antropogenicznych,
- klasa IV – wody niezadowalającej jakości, spełniające wymagania określone dla wód powierzchniowych kategorii A3, w których wartości biologicznych wskaźników jakości wody wykazują zmiany jakościowe i ilościowe w populacjach biologicznych powstałe na skutek oddziaływań antropogenicznych,
- klasa V – wody złej jakości, niespełniające wymagań jakościowych dla wód wykorzystywanych do zaopatrzenia w wodę przeznaczoną do spożycia; wartości biologicznych wskaźników jakości wody wykazują zmiany powstałe na skutek oddziaływań antropogenicznych, polegające na zaniku występowania znacznej części populacji biologicznych.

Drugim składnikiem oceny stanu wód powierzchniowych jest stan chemiczny, określany na podstawie występowania substancji priorytetowych wymienionych w załączniku X Ramowej Dyrektywy Wodnej, dla których dopuszczalne wartości emisji i środowiskowe normy jakości są przywołane w załączniku IX Ramowej Dyrektywy Wodnej.

W systemie monitoringu wód powierzchniowych Ramowa Dyrektywa Wodna wprowadza trzy rodzaje monitoringu:

- diagnostyczny,
- operacyjny,
- badawczy.

Monitoring diagnostyczny ma przede wszystkim dostarczyć informacji o stanie wód na obszarze dorzecza, które będą wykorzystane podczas opracowywania planów gospodarowania wodami w dorzeczu. Ma być również źródłem danych do oceny długoterminowych zmian wód, będących wynikiem procesów naturalnych oraz presji antropogenicznej.

Monitoring operacyjny ma na celu ustalenie stanu tych części wód, które zostały zaliczone do zagrożonych ryzykiem niespełnienia celów środowiskowych oraz śledzenie zmian stanu tych części wód wynikłych z podjętych programów naprawczych. Monitoring badawczy zaś będzie prowadzony na tych częściach wód, w przypadku których należy dopiero ustalić przyczyny niespełnienia celów środowiskowych oraz dla określenia wielkości i wpływów przypadkowego zanieczyszczenia.

Zakres badań stanu jakości wód powierzchniowych i podziemnych obejmuje ponad 50 wskaźników jakości ujętych w ośmiu grupach wskaźnikowych [4]:

- wskaźniki fizyczne – temperatura wody, zapach, barwa, zawiesiny ogólne, odczyn,
- wskaźniki tlenowe – tlen rozpuszczony, BZT5, ChZT-Mn, ChZT-Cr, ogólny węgiel organiczny,
- wskaźniki biogenne – amoniak, azot Kjeldahla, azotany, azotyny, azot ogólny, fosforany, fosfor ogólny,
- wskaźniki zasolenia – przewodność elektryczna właściwa, substancje rozpuszczone, zasadowość ogólna, siarczany, chlorki, wapń, magnez, fluorki,
- metale, w tym metale ciężkie,
- wskaźniki zanieczyszczeń przemysłowych – cyjanki wolne, fenole, pestycydy (lindan i dieldryna), substancje powierzchniowo-czynne anionowe, oleje mineralne, wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne,
- wskaźniki biologiczne – saprobowość fitoplanktonu i peryfitonu, makrobezkręgowce bentosowe, chlorofil „a”,
- wskaźniki mikrobiologiczne – liczba bakterii grupy coli typu kałowego, liczba bakterii grupy coli.

Jakość wód zlewni Wisłoki była badana w pięciu punktach pomiarowych w ujściowych odcinkach potoków: Ryjak, Świerzówka, Reszówka, Krempna, Wisznia, Kłopotnica. W Krempnej jest to stały punkt pomiarowy (obecnie Krempna–Kotań). Pozostałe potoki były objęte badaniami w latach: 1997, 1999, 2005, 2011.

Próbki wody były pobierane jeden raz w miesiącu, natomiast badania wskaźników z poszczególnych grup były wykonywane z różną częstotliwością. Co miesiąc w wodach oznaczano wskaźniki fizyczne, tlenowe, biogenne oraz wskaźniki zasolenia i mikrobiologiczne, jeden raz w kwartale badano zaś wskaźniki biologiczne oraz metale. Wskaźniki zanieczyszczeń przemysłowych oraz makrobezkręgowce bentosowe oznaczano jeden raz w roku.

Dla każdego wskaźnika zmierzonego z częstotliwością jeden raz w miesiącu wyznaczono wartość stężenia odpowiadającą percentylowi 90, a przy mniejszej częstotliwości badań przyjęto najmniej korzystne wartości stężeń. Klasę jakości wód powierzchniowych określono, porównując wartości stężeń poszczególnych wskaźników z wartościami granicznymi i przyjmując klasę, która obejmuje łącznie z wyższymi klasami 90% liczby wskaźników. Rozporządzenie dopuszcza pominięcie podczas ustalania klas wskaźników występujących w warunkach naturalnych w podwyższonych stężeniach. W przypadku niektórych rzek województwa podkarpackiego do wskaźników tych należą np.: mangan, żelazo, odczyn w górnych biegach rzek karpackich.

Analizując stan czystości wód zlewni Wisłoki, porównano wartości podstawowych wskaźników w latach 1997-2011 (punkt kontrolny Krempna-Kotań).

Temperatura powietrza w ciągu ostatniego dziesięciolecia jednoznacznie wskazuje, że temperatura na powierzchni kuli ziemskiej wzrasta. Jest to spowodowane efektem cieplarnianym, którego przyczyną jest emisja gazów cieplarnianych do atmosfery. Dalsza emisja gazów cieplarnianych może już w ciągu kilku dziesięcioleci wpłynąć na globalne zmiany klimatyczne i hydrologiczne na powierzchni Ziemi.

Woda jest specyficznym związkiem, który odmiennie oddziałuje na zmiany temperatury w stosunku do innych związków. Swoją największą gęstość osiąga w temperaturze 4°C, a powyżej i poniżej tej temperatury jej gęstość maleje. Długo się też nagrzewa i długo oddaje ciepło, przez co tendencje są trudniej zauważalne w przypadku temperatury maksymalnej i minimalnej. Tendencje te są najlepiej widoczne dla temperatury średniej. Tendencja wzrostowa jest następstwem wzrostu temperatury powietrza w wyniku efektu cieplarnianego.

3. Monitoring wód na potrzeby bytowania ryb

Monitoring wód na potrzeby bytowania ryb określa rozporządzenie Ministra Środowiska z 4 października 2002 r. w sprawie wymagań, jakim powinny odpowiadać wody śródlądowe będące środowiskiem życia ryb w warunkach naturalnych. Rozporządzenie to transponuje do prawa polskiego postanowienia Dyrektywy Rady 78/659/EWG w sprawie słodkich wód wymagających ochrony lub poprawy dla zachowania życia ryb. Definiuje ono wymagania, jakim powinny odpowiadać wody wyznaczone dla ryb łososiowatych i karpowatych oraz określa sposoby prowadzenia badań i oceny jakości wód w celu ochrony lub poprawy jakości wód będących naturalnym środowiskiem życia ryb i wód, które w przypadku zmniejszenia lub wyeliminowania zanieczyszczenia mogą stać się środowiskiem życia ryb oraz ochrony zdrowia konsumenta ryb.

Woda, która stanowi lub może stanowić naturalne środowisko życia ryb łososiowatych i karpowatych, powinna spełniać określone wymagania co do temperatury, odczynu, zawartości tlenu rozpuszczonego, azotu amonowego, niejonowego amoniaku, azotynów, fosforu ogólnego, całkowitego chloru pozosta-

łego, cynku ogólnego i miedzi rozpuszczonej. Nie może zawierać związków fenolowych i węglowodorów ropopochodnych w ilościach powodujących pogorszenie smaku ryb, tworzenie widocznej warstwy na powierzchni i szkodliwe skutki dla ryb. W ocenie wód nie uwzględnia się wyników niespełniających wymagania określone w rozporządzeniu, jeśli naruszenie wymagań nastąpiło na skutek powodzi lub innych klęsk żywiołowych, a w przypadku zawiesin ogólnych pomija się wyniki uzyskane z prób pobranych podczas wyjątkowych warunków atmosferycznych (opady deszczu, topnienie śniegu, susza).

Przepisów tego rozporządzenia nie stosuje się do wód służących do celów hodowlanych. Występowanie gatunków ryb zależy przede wszystkim od temperatury wody, zasobności w tlen i rodzaju podłoża. Warunki środowiskowe kształtowane przez klimat, stosunki geologiczne i glebowe, ukształtowanie koryta rzeki i jej brzegów, a także przez roślinność, ulegają stopniowej zmianie wraz z biegiem rzeki.

Zgodnie z ustawą Prawo wodne dla każdego regionu wodnego zostały opracowane wykazy wód powierzchniowych przeznaczonych do bytowania ryb w warunkach naturalnych oraz umożliwiających migrację ryb. Według wykazów sporządzonych przez Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Krakowie rzeki województwa podkarpackiego są przeznaczone do bytowania ryb łososiowatych i karpiowatych.

Badania wykazały, że wody rzeki Wisłoki spełniały wymagania ustalone dla wód będących środowiskiem życia ryb karpiowatych. Wskaźnikami degradującymi wody był: tlen rozpuszczony, azotyny, fosfor ogólny. W 2011 roku zostały spełnione kryteria określone w rozporządzeniu, zgodnie z którymi wody rzeki Wisłoki w punkcie pomiarowo-kontrolnym Krempana–Kotań są przydatne do bytowania ryb łososiowatych. W tabeli 1. zamieszczono ocenę przydatności wód do bytowania ryb w zlewni rzeki Wisłoka w punkcie pomiarowym Krempana–Kotań.

Tabela 1. Ocena przydatności wód do bytowania ryb w zlewni rzeki Wisłoka w punkcie pomiarowym Krempana–Kotań

Table 1. Suitability for fish habitat in the Wisłoka River assessment at the measuring point Krempana–Kotań

Rzeka	Punkt pomiarowy		Kraina ryb według wykazu RZGW	Dominujące gatunki ryb łososiowatych według wykazu RZGW	Przydatność wód do bytowania ryb	Wskaźniki degradujące wody
	nazwa	[km]				
Wisłoka	Krempana–Kotań	146,3	kraina pstrąga	pstrąg potokowy	łososiowate karpioowate	BZT ₅ , azotyny, fosfor ogólny
Ryjak	ujście do Wisłoki	0,4	kraina pstrąga	pstrąg potokowy	łososiowate karpioowate	-
Wilsznia	ujście do Wisłoki	1,3	kraina pstrąga	pstrąg potokowy	łososiowate karpioowate	-

W Magurskim Parku Narodowym dopiero po 1998 roku dokonano gruntownych badań ichtiofauny zlewni górnej Wisłoki. Objęto nimi trzy największe ciekę MPN: Wisłokę, Ryjak i Wisznę oraz pięć mniejszych potoków, takich jak: Krempna, Baranie, Hucianka, Reszówka, Świerzówka. Badania wykazały, że dominującym gatunkiem jest strzelba potokowa i pstrąg potokowy. Stwierdzono także występowanie głowacza przegopłowego, klenia, brzanki, lipienia.

4. Badania hydrogeologiczne wybranych źródeł Magurskiego Parku Narodowego

Warunki hydrogeologiczne na terenie Magurskiego Parku Narodowego są bezpośrednio związane z budową geologiczno-strukturalną. Wody podziemne występują tutaj w dwóch horyzontach wodonośnych: trzeciorzędowym i czwartorzędowym. Wody zbiornika trzeciorzędowego występują w ośrodku szczelinowo-porowym. Utwory, w których są zlokalizowane warstwy wodonośne, charakteryzują się dużą zmiennością warunków hydrogeologicznych na niewielkich przestrzeniach, w dużej mierze uzależnioną od tektoniki obszaru. Główny poziom wodonośny występuje w obrębie trzeciorzędowych piaskowców i zlepieńców.

W ramach Monitoringu Regionalnego Jakości Wód Podziemnych opróbowano wstępnie trzy punkty badawcze (Zakład Hydrogeologii i Ochrony Wód AGH):

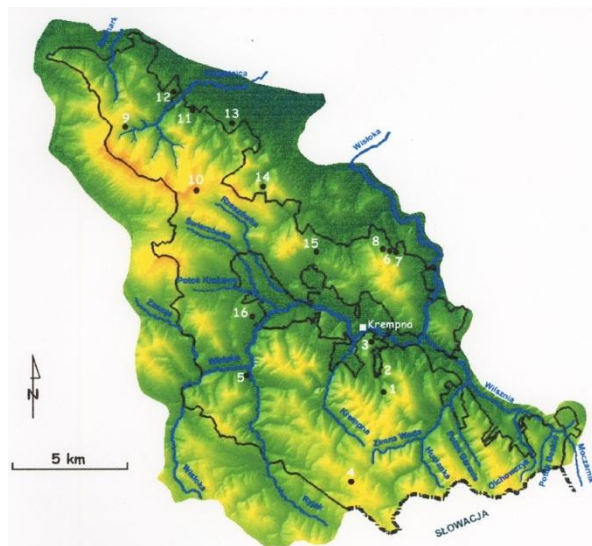
- w miejscowości Folsz,
- na Magurze,
- w miejscowości Ciachania.

Próbki wód podziemnych pobierano dwukrotnie w sierpniu i listopadzie. Punktami badawczymi były źródła znajdujące się na terenach leśnych. Żaden z tych punktów nie znajduje się na obszarze Głównych Zbiorników Wód Podziemnych. Badania wykazały, że wody podziemne są najwyższej jakości (klasa Ia) i dobrej jakości (klasa Ib). Punkty te wchodziły w skład sieci monitoringu dla dorzecza górnej Wisły. Jego założenia zostały opracowane przez Akademię Górniczo-Hutniczą w Krakowie na zlecenie Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Krakowie. Dalsze badania nie były jednak prowadzone ze względu na brak środków finansowych.

Poziom trzeciorzędowy w większości jest przykryty o niewielkiej miąższości warstwą wietrzelin i osadów deluwialnych, z czego wynika, że nie jest najlepiej izolowany od powierzchni terenu. Jest szczególnie podatny na zanieczyszczenia w obszarach dolin rzecznych od wód zbiornika czwartorzędowego, w którym pozostaje w ścisłym związku hydraulicznym.

Wody zbiornika czwartorzędowego mają charakter porowy. Jest to poziom przypowierzchniowy, pozostający w bezpośrednim kontakcie z powierzchnią ziemi, reagujący bezpośrednio na zaistniałe warunki meteo- i hydrologiczne. Najlepsze warunki do gromadzenia się i przepływu wód podziemnych występują

w dobrze przepuszczalnych utworach aluwialnych rzeki Wisłoki. Lokalizacje badanych źródeł przedstawia rys. 1.



Rys. 1. Lokalizacja badanych źródeł na obszarze Magurskiego Parku Narodowego

Fig. 1. Location studies sources in the Magura National Park

W czerwcu 2011 roku pobrano jeszcze trzy próbki: jedną próbkę wody z Wisłoki (w pobliżu mostu w Świątkowej Małej) i dwie próbki wody opadowej w Krempanej dla porównania wartości pH i przewodnictwa elektrolitycznego właściwego. Analizę połową przeprowadzono za pomocą przenośnych urządzeń firmy ELMETRON. W ramach tych badań wykonano pomiary parametrów fizykochemicznych (pH, potencjału redoks, przewodnictwa elektrolitycznego właściwego i temperatury).

Próbki do pełnych analiz chemicznych pobrano zgodnie z zaleceniami opracowanymi dla Mapy Geochemicznej Europy. Poddano je badaniu w Centralnym Laboratorium Chemicznym Państwowego Instytutu Geologicznego w Warszawie.

Typy chemiczne badanych wód określono metodą Alowskiego–Szwieca. Zostały one wyznaczone na podstawie koncentracji pięciu podstawowych jonów (Ca^{2-} , Mg^{2-} , Na^{2-} , HCO_3^- , SO_4^-). Jakość wód ze źródeł ustalono na podstawie klasyfikacji na potrzeby monitoringu wód podziemnych [5].

Wody w większości badanych źródeł mają charakter zasadowy (pH 7,10÷8,35). Tylko dwa źródła: pod Magurę i na Górze Mrukowej mają wartości pH zbliżone do wód opadowych, co świadczy o ich krótkim obiegu w górotworze. Zasadowy charakter wód ze źródeł wynika z obecności spoiwa wapnisteo w piaskowcach magurskich budujących formacje skalne na badanym obszarze. W miejscach wypływu dwóch wysięków w Hucie Krempejskiej stwierdzono obecność martwicy wapiennej powstałej w wyniku reakcji fotosyntezy. Prze-

wodnictwo elektrolityczne waha się od 92 (źródło pod Magurą) do 730 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (wysięk w Hucie Krempskiej).

Potencjał redoks ujawnił na ogół wartości dodatnie (21,8÷310,9 mV), co świadczy o warunkach utleniających. Wyjątek stanowią dwa źródła, tj. Jaszcz i studnia w rejonie osuwiska w Świątkowej. Redokcyjny charakter tych wód wynika z obecności rozpuszczonego w nich siarkowodoru.

Zasadowość ogólna waha się od 80 mg $\text{CaCO}_3/\text{dm}^3$ (wysięk pod Kolaninem) do 448 mg $\text{CaCO}_3/\text{dm}^3$ (wysięk w Hucie Krempskiej). Mineralizacja (suma koncentracji anionów i kationów) badanych wód nie przekracza 1000 mg/ dm^3 . Jej wartość waha się od 71 mg/ dm^3 w źródle pod Magurą do 780 mg/ dm^3 w Hucie Krempskiej, wykazując dodatnią korelację z zasadowością ogólną i wartościami przewodnictwa elektrolitycznego właściwego. Badane wody należą więc do wód słodkich. Wśród jonów najwyższe koncentracje osiągnęły wodorowęglany HCO_3^- (od 13 mg/ dm^3 w źródle pod Magurą do 547 mg/ dm^3 (w Hucie Krempskiej), a jony SO_4 – od 1 mg/ dm^3 (w Hucie Krempskiej) do 63 mg/ dm^3 (w Hucie Krempskiej).

Największe koncentracje jonu amonowego i azotynowego zanotowano w wysięku pod Kolaninem, natomiast azotanowego w źródle na Górze Kobyła. Wyższe zawartości jonów azotu stwierdzono w źródłach o niewielkiej wydajności i małej prędkości przepływu, co wskazuje na ich pochodzenie biogeniczne (z rozkładu materii organicznej).

Zawartości jonów Cl^- wahają się od 1,17 do 5,42 mg/ dm^3 . Jony PO_4^- i Br^- występują poniżej granicy wykrywalności dla stosowanej metody analitycznej. Najwyższe koncentracje siarczanów i chlorków zarejestrowano w Hucie Krempskiej, natomiast wodorowęglanów i fluorków w Hucie Krempskiej.

W grupie kationów zanotowano najwyższe koncentracje:

- jonów glinu – w źródle na górze Kobyłej i w wysięku pod Kolaninem (0,20 mg/ dm^3),
- jonów boru – w wysięku w Krempnej (1,08 mg/ dm^3),
- jonów baru – w rejonie osuwiska w Świątkowej (0,317 mg/ dm^3),
- jonów wapnia – w Hucie Krempskiej (114,7 mg/ dm^3),
- jonów magnezu – w źródle w Świątkowej (23,0 mg/ dm^3),
- jonów strontu – w źródle w Świątkowej (0,9 mg/ dm^3),
- jonów litu – w Hucie Krempskiej (0,112 mg/ dm^3),
- sodu – w Hucie Krempskiej (214,31 mg/ dm^3),
- potasu – w Hucie Krempskiej (8,5 mg/ dm^3),
- jonów żelaza – w źródle na Górze Kamień (0,62 mg/ dm^3),
- jonów manganu – w źródle na Górze Kamień (2,71 mg/ dm^3),
- jonów SiO_2 – w źródle na Górze Jałszcz (15,3 mg/ dm^3),
- jonów arsenu, kadmu i ołowiu – poniżej granicy wykrywalności.

W przypadku anionów i kationów nastąpił wzrost koncentracji jonów NO_3^- i Ca oraz spadek: NO_4^- , SO_4^- , Cl_4^- , Cu, Fe, Hg, Mg, Pb, Zn, Ni, Al.

5. Wyniki badań jakości wód

Obok typów chemicznych wód podziemnych charakterystycznych dla klimatu umiarkowanego, tzn. $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ i $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg}$, na badanym obszarze występują też wody zanieczyszczone jonami SO_4^{2-} i Na^+ . Omawiane wody należą więc do grupy A oraz B_1 , czyli wód zanieczyszczonych o zmiennym składzie chemicznym, w których o typie chemicznym decyduje jeden z jonów SO_4^{2-} lub Na^+ . Grupa A stanowi 44%, natomiast B_1 – 56%. W południowej części obszaru parku dominują wody grupy A, natomiast w północnej przeważają wody grupy B_1 .

Można stwierdzić, że w Magurskim Parku Narodowym wody źródlane należą do wód słodkich wykazujących pewne zróżnicowanie pod względem chemizmu i jakości. Najniższe wartości pH i mineralizacji wykazuje źródło pod Magurą, natomiast najwyższe – w Hucie Krempskiej. Koncentracja metali ciężkich w badanych wodach nie przekracza dopuszczalnych norm. Analiza składu chemicznego badanych źródeł wskazuje na zanieczyszczenia pochodzenia geologicznego związanego z obecnością wkładek skał piroklastycznych w obrębie piaskowców magurskich. Przekroczenie dopuszczalnej koncentracji NO_4^+ i NO_2^- pod Kolaninem może świadczyć o biogenicznym pochodzeniu azotu (z rozkładu materiału organicznego przez mikroorganizmy).

Badania przeprowadzono w pięciu punktach pomiarowych. Na ich lokalizację zasadniczy wpływ miało to, czy są one charakterystycznymi fragmentami pozwalającymi określić jakość wody na całej powierzchni zlewni.

Punkt pomiarowo-kontrolny nr 1 (PPK 1) był zlokalizowany na ujściu potoku Świerzówka powyżej zasięgu cofki, tj. w 0,1 km jej biegu. Elementem utrudniającym wybranie miejsca pod punkt kontrolny było wykonanie profilu poprzecznego koryta, tak aby były spełnione podstawowe warunki wykonywania profili poprzecznych. Zaletą lokalizacji tego punktu było uzyskanie wyników jakości wody po przepłynięciu jej przez miejscowość Świątkowa Wielka tuż przed zakończeniem jej biegu do Wisłoki.

Punkt pomiarowo-kontrolny nr 2 (PPK 2) był zlokalizowany na potoku Świerzówka w 1,4 km jej biegu, licząc od ujścia. Powodem lokalizacji było uzyskanie wyników jakości wody przed największym dopływem potoku Świerzówka, jakim jest potok Krokowy.

Punkt pomiarowo-kontrolny nr 3 (PPK 3) został zlokalizowany w 1,3 km jej biegu za największym dopływem Świerzówki – potokiem Krokowym, punkt pomiarowo-kontrolny nr 4 (PPK 4) zaś na potoku Krokowy w 0,4 km jego biegu. Punkty 2-4 pozwoliły określić wpływ największego dopływu potoku Krokowy na jakość wody potoku Świerzówka.

Punkt pomiarowo-kontrolny nr 5 (PPK 5) zlokalizowano w 4,4 km biegu potoku Świerzówki przed miejscowością Świątkowa Wielka, za nieistniejącą miejscowością Świerzowa Ruska. Lokalizacja tego punktu pozwoliła określić jakość wody niezakłóconą działalnością człowieka.

Wyniki badań przeprowadzonych w poszczególnych punktach kontrolnych przedstawiono w tab. 2-6.

Tabela 2. Pomiar wody w punkcie kontrolnym nr 1 – PPK 1

Table 2. Water measurement of the control point no. 1 – PPK 1

Data	Parametr						
	temperatura powietrza <i>tp</i> [°C]	temperatura wody <i>tw</i> [°C]	odczyn pH	konduktancja w temperaturze <i>tw</i> [μS/cm]	konduktancja w temperaturze 20°C [μS/cm]	stan wody [m]	azot azotanowy mg/N-NO
02.10.2011 r.	12,38	7,37	6,89	108	120,93	0,26	-
16.10.2011 r.	6,79	5,98	6,87	112	124,99	0,26	-
30.10.2011 r.	2,76	4,96	6,93	103	114,95	0,28	-
10.11.2011 r.	3,2	4,82	6,92	99	110,48	0,29	0,89
Średnia	6,28	5,78	6,90	105,50	117,84	0,27	-

Tabela 3. Pomiar wody w punkcie kontrolnym nr 2 – PPK 2

Table 3. Water measurement of the control point no. 2 – PPK 2

Data	Parametr					
	temperatura powietrza <i>tp</i> [°C]	temperatura wody <i>tw</i> [°C]	odczyn pH	konduktancja w temperaturze <i>tw</i> [μS/cm]	konduktancja w temperaturze 20°C [μS/cm]	stan wody [m]
02.10.2011 r.	12,81	7,43	6,78	81	90,40	0,24
16.10.2011 r.	8,32	6,03	6,8	87	97,09	0,24
30.10.2011 r.	4,26	4,51	6,84	83	92,63	0,26
10.11.2011 r.	4,72	4,58	6,81	78	87,05	0,27
Średnia	7,53	5,64	6,81	82,25	91,79	0,25

Tabela 4. Pomiar wody w punkcie kontrolnym nr 3 – PPK 3

Table 4. Water measurement of the control point no. 3 – PPK 3

Data	Parametr					
	temperatura powietrza <i>tp</i> [°C]	temperatura wody <i>tw</i> [°C]	odczyn pH	konduktancja w temperaturze <i>tw</i> [μS/cm]	konduktancja w temperaturze 20°C [μS/cm]	stan wody [m]
02.10.2011 r.	12,57	7,39	6,86	82,00	91,51	0,23
16.10.2011 r.	8,27	6,01	6,88	82,00	91,51	0,23
30.10.2011 r.	4,23	4,48	6,87	80,00	89,28	0,25
10.11.2011 r.	4,69	4,51	6,91	78,00	87,05	0,26
Średnia	7,44	5,60	6,88	80,50	89,84	0,24

Tabela 5. Pomiar wody w punkcie kontrolnym nr 4 – PPK 4

Table 5. Water measurement of the control point no. 4 – PPK 4

Data	Parametr					
	temperatura powietrza t_p [°C]	temperatura wody t_w [°C]	odczyn pH	konduktancja w temperaturze t_w [μ S/cm]	konduktancja w temperaturze 20°C [μ S/cm]	stan wody [m]
02.10.2011 r.	11,94	7,12	6,93	83	92,63	0,23
16.10.2011 r.	7,98	5,93	6,94	81	90,40	0,23
30.10.2011 r.	3,9	4,61	7,01	78	87,05	0,25
10.11.2011 r.	4,12	4,79	7,09	76	84,82	0,26
Średnia	6,99	5,61	6,99	79,50	88,73	0,24

Tabela 6. Pomiar wody w punkcie kontrolnym nr 5 – PPK 5

Table 6. Water measurement of the control point no. 5 – PPK 5

Data	Parametr						
	temperatura powietrza t_p [°C]	temperatura wody t_w [°C]	odczyn pH	konduktancja w temperaturze t_w [μ S/cm]	konduktancja w temperaturze 20°C [μ S/cm]	stan wody [m]	azot azotanowy mg/N-NO
02.10.2011 r.	13,27	8,15	7,18	73	81,47	0,22	
16.10.2011 r.	8,17	5,97	7,18	71	79,24	0,22	
30.10.2011 r.	3,54	4,47	7,21	68	75,89	0,24	
10.11.2011 r.	3,96	4,96	7,24	66	73,66	0,25	0,73
Średnia	7,24	5,89	7,20	69,50	77,57	0,23	

W punkcie kontrolnym PPK 1 średnia temperatura wody wynosi 5,78°C. Jest to temperatura zawierająca się w dolnych granicach przedziału pierwszej klasy jakości wody. Tak niska temperatura wody wpływa znacznie na zawartość azotu azotanowego w wodzie 0,73 mg/l, co świadczy o dużej czystości tej wody. Wiadomo, że temperatura ma duży wpływ na przebieg procesów fizycznych, chemicznych i biologicznych zachodzących w wodzie. Wzrost temperatury powoduje zwiększenie biologicznego zapotrzebowania na tlen, przyspieszenie procesu utleniania amoniaku do azotanów, co w efekcie prowadzi do deficytu tlenowego w wodzie. Jeżeli temperatura wody wzrosłaby o dziesięć stopni, nastąpi podwojenie reakcji, a jakość wody w punkcie kontrolnym PPK 1 pozostanie w pierwszej klasie jakości ze względu na zawartość azotu azotanowego.

Wskaźnikiem jakości wody jest odczyn PH, którego średnia w tym punkcie wynosi 6,90. Jest to odczyn kwaśny, klasyfikujący tę wodę do pierwszej klasy jakości. Na wynik znaczny wpływ miały warunki atmosferyczne panujące w trakcie trwania badań. Były to częste deszcze, które mogły spowodować obniżenie PH.

Kolejnym parametrem pomierzonym w tym punkcie jest konduktancja. Wyniki zostały przeliczone dla 20°C. Średnia konduktancji dla PPK 1 wynosi 117,84 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Jest to kolejny parametr potwierdzający pierwszą klasę jakości wody, ponieważ istnieje ścisła zależność pomiędzy konduktancją a zawartością jonów w wodzie, które pochodzą z pochłoniętych gazów (CO_2 , SO_2 , NH_3) oraz z substancji organicznych. Wynik pomiaru jest więc miarą zawartości rozpuszczalnych nieorganicznych substancji naturalnych oraz nieorganicznych zanieczyszczeń.

Wyniki w kolejnych próbach i punktach kontrolnych nie odbiegały znacznie od siebie. Średnia temperatura wody dla wszystkich punktów kontrolnych w okresie wykonywania pomiarów wahała się od 5,60°C do 5,89°C. Średnia konduktancji w poszczególnych punktach pomiarowych mieści się w granicach 77,57÷117,84. Średni najniższy stan wody w punkcie kontrolnym wyniósł 0,23 m, a najwyższy 0,27 m, średnia zaś odczynu PH badana w kolejnych punktach – w granicach 6,90÷7,20. Dlatego też woda we wszystkich punktach kontrolnych, podobnie jak w punkcie kontrolnym nr 1, spełniała normy jakości wody pierwszej klasy, różniła się jedynie odczynem PH. W punkcie kontrolnym nr 5 położonym przed miejscowością Świątkowi Wielka woda ma odczyn obojętny (PH = 7), co nie wpływa na klasę jakości wody.

Przeprowadzone badania częściowo potwierdziły, że woda w zlewni potoku Świerzówka przed wsią Świątkowi Wielka należy do I klasy jakości, a przy ujściu do II klasy jakości. Badania wykazały, że zarówno przed wsią, jak i przy ujściu woda należy do I klasy jakości.

Na tak dobry wynik duże znaczenie miało wstąpienie Polski do Unii Europejskiej i związane z tym dotacje dla rolnictwa. Gospodarze ograniczyli stosowanie nawozów sztucznych, pobudowali gnojowiki i szamba. Zlikwidowano dzikie wysypiska śmieci.

6. Podsumowanie

Należy pamiętać, że główną rzeką Magurskiego Parku Narodowego jest Wisłoka. Jej zlewnia, którą tworzy 166 zlewni cząstkowych, posiada małą retencyjność i wysoką podatność na odnawianie wód podziemnych. Reżim hydrologiczny wód zlewni Wisłoki to górski reżim niewyrównany o zasilaniu deszczowo-gruntowo-śnieżnym i wezbraniach w okresie wiosennym, letnim i wczesnozimowym. Wiedza na temat hydrologii MPN jest niedostateczna, dlatego też należy prowadzić badania i monitoring dotyczący wód powierzchniowych i podziemnych oraz warunków klimatycznych.

Wody potoków zasilających Wisłokę mieszczą się w I lub II, rzadko w III klasie czystości (potok Wisznia). Wody źródlane MPN należą do wód słodkich, wykazujących pewną zróżnicowanie pod względem chemizmu i jakości. Wody większości źródeł mają charakter zasadowy.

Stan czystości wód powierzchniowych nie jest zadowalający i dla osiągnięcia planowanej I klasy czystości konieczne jest podjęcie działań inwestycyjnych. Powinny one zmierzać do polepszenia stanu sanitarnego wód poprzez kompleksową poprawę gospodarki wodno-ściekowej oraz edukację ekologiczną społeczeństwa. Należy poprawić obecny reżim wód poprzez zwiększenie retencji zlewni dla częściowego wyrównania przepływów i ograniczenia czasu trwania niekorzystnych stanów niżowych poprzez odtwarzanie i utrzymanie obiektów „małej retencji” oraz ograniczenie działań gospodarczych powodujących erozję gleb na stokach oraz erozję koryt cieków wodnych.

Należy podjąć kompleksowy monitoring w MPN, który pozwoliłby, oprócz zbadania indywidualnych cech klimatu i mikroklimatów, dokonać analizy emisji zanieczyszczeń powietrza, określić szkody w zbiorowiskach roślinnych wywołane kwaśnymi deszczami oraz podjąć działania zapobiegające ujemnym skutkom tych zjawisk.

Literatura

- [1] Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (Dz.U. 2004 Nr 92, poz. 880).
- [2] http://pl.wikipedia.org/wiki/Natura_2000.
- [3] Bors P.: Inwentaryzacja źródeł oraz analiza jakości wód zlewni potoku Krempna, Krosno 2006.
- [4] <http://www.typinski.pl/>.
- [5] Mignaszewski Z., Gałuszkah A., Styrbia K.: Chemizm i jakość wód z wybranych źródeł na obszarze Magurskiego Parku Narodowego. Kielce 2002.

DEVELOPMENT OF HYDROLOGY OF MAGURA NATIONAL PARK

Summary

The paper represents monitoring quality of the surface waters, and also those necessary for fish farming. There has been conducted hydrological research of the selected water springs.

Protection of natural resources is possible when will be appropriate control of their condition. This task should allow for appropriate to project and made measuring network, gathering information about the state of natural environment in the Park and about processes occurring in the area. The Park services are mentioned of the Nature Conservation Act.

In MPN, in extent hydrological research carry out following types of monitoring: surface water quality monitoring, water fish habitat monitoring, hydrological studies of selected sources, sources inventory, the climatic conditions monitoring. Surface water quality monitoring includes research and of water quality assessment, water sediments of rivers, lakes and water and protection from pollution, including protection from eutrophication caused by municipal wastewater and pollution comes from agricultural and protection against industrial pollution in particular substances particularly harmful to the aquatic environment.

Studies have shown that the Wisłoka River water meet the requirements established for the waters of carp fish habitat. Indicators degrading water was: dissolved oxygen, nitrite, total phosphorus. Whereas in 2011 the criteria set out in Regulation have been met water from Wisłoka River in point measurement control Krempna-Kotań are useful for salmonid habitat.

Hydrological conditions in the Magura National Park are directly related to the geological and structural construction. Groundwater are presents here into aquifers horizons: tertiary and quaternary.

Should a comprehensive monitoring in MPN undertake with would allow besides examination of the individual nature of the climate and microclimates, explore emission of air pollution, identify the damage implant communities caused by acid rain and take measures to prevent the adverse effects of the phenomenal.

Keywords: quality of waters, monitoring, hydrological research

DOI:10.7862/rb.2013.59

Przesłano do redakcji: 03.09.2013 r.

Przyjęto do druku: 13.11.2013 r.