

# KONCEPCJA OCHRONY ŚRODOWISKA WODNEGO W OBSZARZE KARKONOSKIEGO PARKU NARODOWEGO

Henryk Marszałek, Michał Rysiukiewicz

**Marszałek H., Rysiukiewicz M., 2012:** koncepcja ochrony środowiska wodnego w obszarze Karkonoskiego Parku Narodowego (*The concept of water environment protection in the Karkonosze National Park*), *Monitoring Środowiska Przyrodniczego*, Vol. 13, s. 11–20.

**Zarys treści:** W niniejszym artykule przedstawiono koncepcję ochrony środowiska wodnego w Karkonoskim Parku Narodowym (KPN), zawierającą propozycję monitoringu ilości i jakości wód powierzchniowych i podziemnych w obszarze całych Karkonoszy, jak i wybranych trzech zlewni reprezentatywnych: Kamieńczyka, Wrzosówki i Łomnicy. Zaproponowano schemat rozmieszczenia sieci badawczej oraz zakres i częstotliwość pomiarów wód.

**Słowa kluczowe:** monitoring, wody powierzchniowe, wody podziemne, Karkonoski Park Narodowy.  
**Key words:** monitoring, surface water, groundwater, Karkonosze National Park.

*Henryk Marszałek, Michał Rysiukiewicz, Zakład Hydrogeologii Stosowanej, Instytut Nauk Geologicznych, Uniwersytet Wrocławski, pl. M. Borna 9, 50-204 Wrocław, e-mail: henryk.marszalek@ing.uni.wroc.pl; michal.rysiukiewicz@ing.uni.wroc.pl*

## 1. Wprowadzenie

Karkonosze należą do cennych przyrodniczo obszarów Sudetów, które ze względu na swoją unikatowość powinny być objęte szczególną ochroną. Działania ochronne muszą być prowadzone zarówno w części masywu objętego granicami Karkonoskiego Parku Narodowego, jak i w jego otulinie. Istotne jest również prowadzenie racjonalnej gospodarki w dziedzinie energetyki cieplnej w obszarach oddalonych od granic Parku w celu ograniczenia szkodliwych emisji zanieczyszczeń pyłowych i gazowych. Dotyczy to zarówno rejonów eksploatacji i spalania paliw kopalnych, jak i pobliskich karkonoskich miejscowości wczasowych. Pozwoli to uniknąć powtórzenia się szkodliwych procesów, jakich doświadczyły Karkonosze w latach 80. ubiegłego stulecia, w wyniku czego doszło do klęski ekologicznej. Acydifikacja wód powierzchniowych i podziemnych wywołana czynnikami antropogenicz-

nymi uruchomiła wtedy cały szereg niekorzystnych zmian, z wylesieniem znacznych połaci Karkonoszy włącznie.

Wody stanowią jeden z ważniejszych elementów środowiska przyrodniczego Karkonoszy, kształtujących szereg procesów wpływających na rozwój przyrody ożywionej i nieożywionej tego masywu górskiego. Stanowią one jego niewątpliwe bogactwo, nadające górom walorów krajoznawczych, ale też będących cennym z utylitarnego punktu widzenia zasobem wykorzystywanym do zaopatrzenia miejscowej ludności w wodę zdatną do picia.

Potrzeba sporządzenia koncepcji ochrony ilościowej i jakościowej środowiska wodnego w obszarze Karkonoskiego Parku Narodowego (KPN) wraz z jego otuliną wynika ze zwiększającej się presji ze strony czynników zewnętrznych i wynikających z tego zagrożeń. Dotyczy to m.in. nasilającego się ruchu turystycznego oraz prowadzenia nowych inwestycji związanych z uprawianiem sportów zimowych, które determinują

wzmoczony pobór wód z obszaru Karkonoszy. Ponadto wszystkie nowe inwestycje związane z rozbudową istniejącej i budową nowej bazy noclegowej, w tym obiektów hotelowych przeznaczonych do przyjmowania dużej ilości gości, pociągną za sobą potrzebę dostarczenia dodatkowych i to znacznych ilości wody. Z tym będzie wiązał się wzmożony pobór wód z istniejących ujęć i potrzeba poszukiwania nowych źródeł wody.

## 2. Środowisko wodne Karkonoszy na tle budowy geologicznej i rzeźby terenu

Masyw Karkonoszy w obszarze KPN budują górnokarbońskie granity, zwane karkonoskimi (ryc. 1). Na wschód od Śnieżki występują utwory metamorficzne, w tym w przewodzie staropaleozoiczne serie gnejsowo-lupkowe. Na utworach krystalicznych zalegają pokrywy skał luźnych: zwietrzelin, aluwiiów i pokryw organicznych (torfów). Spośród trzech podstawowych odmian petrograficznych granitów największe rozprzestrzenienie wykazuje gruboziarnisty granit (monzogranit) porfirowaty, występujący w niższych partiach Karkonoszy. W Grzbiecie Głównym Karkonoszy od Jakuszyca do Śnieżki oraz we wschodniej części plutonu dominuje granit średnioziarnisty równoziarnisty. Podrzednie, głównie na kulminacjach Karkonoszy i w NE części plutonu, występuje granit drobnoziarnisty, przechodzący niekiedy w odmiany aplitowe, zwane także granitami granofirowymi (Borkowska, 1966). Z granitem genetycznie związane są utwory typu aplitów, pegmatytów, mikrogranitów, kwarców i lamprofirów. Charakterystyczna dla stref dyslokacyjnych w obrębie granitu, głównie o kierunkach NW-SE oraz SW-NE, jest obecność kataklazytów, mylonitów i brekcji (Mierzejewski, 1980; Marszałek, 2007, 2011).

### 2.1. Wody podziemne

Pod względem hydrogeologicznym Karkonosze stanowią wyniesiony masyw hydrogeologiczny, zbudowany z utworów krystalicznych z rozwiniętymi na nich pokrywami zwietrzelinowymi. Zasoby wodne tzw. karkonoskiego zbiornika wód podziemnych zależą od zdolności gromadzenia wody przez skały i od cech klimatycznych obszaru. Występowanie wód podziemnych związane jest z istnieniem szczelin i spękań w utworach krystalicznych oraz przestrzeniami porowymi w utworach pokrywowych.

Silne zróżnicowanie morfologiczne Karkonoszy

sprzyja istnieniu znacznej ilości naturalnych źródeł. Większość z nich ma charakter descenzyjny (grawitacyjny). W obszarze krystaliniku Karkonoszy powszechny jest typ mieszany wypływów, drenujących ośrodki porowo-szczelinowy, wykształcony głównie w granitach (Marszałek, 2007, 2011). Ze względu na kryterium morfologiczne dominują wypływy stokowe, a w partiach wierzchwinowych występują wypływy grzbietowe lub podgrzbietowe. W kotłach polodowcowych występują źródła karowe, często wypływające bezpośrednio ze szczelin skalnych. Głębokie rozcięcia erozyjne w strefie kotłów polodowcowych i nisz niwalnych powodują intensywny drenaż stref wodonośnych masywu krystalicznego. Typowa dla Karkonoszy jest niska wydajność wypływów wód podziemnych, najczęściej w przedziale 0,1–0,5 l/s. W zależności od wielkości zasilania wydajności te mogą się zmieniać w szerokim przedziale od 0,01 l/s w okresie głębokich niżówek do kilkunastu l/s podczas tajania pokrywy śnieżnej. Pozycja hipsometryczna poszczególnych stref drenażowych określonych skał zbiornikowych oraz głębokość cyrkulacji wód w masywie skalnym wpływa na wysokość temperatury wód źródłanych, zmieniających się najczęściej w przedziale 5–8°C.

Niska porowatość skał krystalicznych, do około 2,2%, sprawia, że o zawodnieniu masywu decyduje jego szczelinowatość. Najwyższy stopień spękania wykazuje górna część masywu, gdzie rozwarcie szczelin wietrzeniowych jest największe, co wpływa na wielkość parametrów filtracyjnych. Określone na podstawie próbnych pompowań wartości współczynnika filtracji szczelinowej są niskie i wynoszą średnio 0,1–0,8 m/d, a ich wodoprzewodność rzadko osiąga 100 m<sup>2</sup>/d (Marszałek, 2007). Jej wartości mieszczą się najczęściej w niskiej i średniej klasie, co w przypadku granitu karkonoskiego zamyka się w przedziale 1–40 m<sup>2</sup>/d. Wydajności z pojedynczych otworów wynoszą najczęściej od 0,5 do 3,5 m<sup>3</sup>/h przy depresjach dochodzących do kilkunastu metrów, chociaż w obrębie głębokich rozłamów tektonicznych nawiercano strefy osiagające 130 m<sup>3</sup>/h (Marszałek, 2007).

Wody podziemne Karkonoszy cechują się niską mineralizacją, często poniżej 100 mg/dm<sup>3</sup>. W najwyższych, grzbietowych partiach tych gór mineralizacja wód spada nawet do kilku mg/dm<sup>3</sup>. Odczyn pH wód zmienia się w szerokim zakresie od wartości bardzo niskich (nawet poniżej 4), typowych dla wododziałowych partii Karkonoszy, do około 6,5–7 w strefach obniżień śródgórskich i dolinach rzecznych (Kryza i in., 1995; Marszałek, 2007). Istnieje tendencja spadku odczynu wód wraz ze wzrostem wysokości terenu. Zmienność litologiczna i zróżnicowana głębokość przepływu wód

wpływają na różnorodność typów hydrochemicznych wód, od prostych dwujonowych (głównie  $\text{HCO}_3\text{-Ca}$  i  $\text{SO}_4\text{-Ca}$ ) do wielojonowych, z dominującymi jonami Ca, Mg, Na, oraz  $\text{HCO}_3$  i  $\text{SO}_4$ .

## 2.2. Wody powierzchniowe

Północne stoki Karkonoszy odwadniane są przez systemy rzeczne Kamiennej i Łomnicy, będące lewymi dopływami Bobru. Południową granicę biegnącą po wierzchowinie Karkonoszy stanowi europejski dział wodny, rozdzielający dorzecze Odry od dorzecza Łaby. Sieć rzeczna jest dobrze rozwinięta. Typowy dla hydrografii tych gór jest kierunek przepływu głównych rzek z SSW ku NNE (konsekwentny) lub rzadziej W-E (subsekwentny) prostopadły do poprzedniego (ryc. 2). Charakterystyczne dla sieci rzecznej Karkonoszy jest również istnienie odcinków przelomowych oraz asymetria dorzeczy, z przewagą prawej części powierzchni zlewni nad lewą. Karkonoskie dopływy Bobru cechują duże spadki osiągające w górnych odcinkach dolin bardzo wysokie wartości przekraczające często 100‰. Większość dolin rzecznych Karkonoszy ma założenia tektoniczne. Wysokie zasilanie opadowe (powyżej 1300 mm rocznie w najwyższych partiach gór), długi okres zalegania pokrywy śnieżnej i związane z tym wysokie zasilanie roztopowe, sprzyjają formowaniu się wysokich stanów i przepływów w rzekach. Sprzyja temu także wykształcenie litologiczne podłoża krystalicznego o słabych własnościach retencyjnych. Większość rzek omawianego obszaru ma typowo górski charakter, przejawiający się dużymi amplitudami wahań natężenia przepływów. Główne maksima przepływów w rzekach przypadają na okres wiosenny (IV–V), związany z tajaniem pokrywy śnieżnej w górach oraz latem (VII–VIII), w wyniku długotrwałych opadów. Najwyższe wielkości średnich przepływów wykazują potoki odwadniające najwyżej położone obszary Karkonoszy o wysokim zasilaniu opadowym. Przy przeliczeniu wartości średnich przepływów na moduły jednostkowego odpływu całkowitego dla Kamiennej w przekroju Piechowice średnia z wielolecia 1974–1998 wartość wynosi prawie 33 l/s km<sup>2</sup>. Wyniesienie morfologiczne oraz rodzaj podłoża masywu Karkonoszy wpływa na drenujący charakter rzek (Marszałek, 2011).

Ważnym elementem hydrografii Karkonoszy są nieliczne zbiorniki wód stojących, do których należą naturalne polodowcowe jeziora cyrkowe z ostatniego zlodowacenia: Mały i Wielki Staw, we wschodniej części masywu oraz Śnieżne Stawki, położone w dnie Śnieżnych Kotłów. W Karkonoszach występują cenne z punktu widzenia przyrodniczego pokrywy torfowe, np. na Równi pod Śnieżką, a także znaczne ilości typowych dla wyższych partii górskich podmokłości.

## 3. Koncepcja ochrony wód w obszarze Karkonoskiego Parku Narodowego

Koncepcję ochrony środowiska wodnego w aspekcie ilościowym i jakościowym przedstawiono zarówno dla całego obszaru Karkonoskiego Parku Narodowego, jak i dla wybranych trzech zlewni reprezentatywnych (Kamieńczyka, Wrzosówki i Łomnicy), zlokalizowanych w różnych geograficznie częściach Karkonoszy. W obu przypadkach przyjęto zróżnicowany przedział czasowy prowadzenia obserwacji, bardziej szczegółowy dla zlewni reprezentatywnych.

### 3.1. Propozycja monitoringu środowiska wodnego w obszarze KPN

#### 3.1.1. Monitoring ilości wód

Masyw Karkonoszy należy do obszarów górskich Polski, cechujących się bardzo wysokimi wartościami całkowitego odpływu rzeczno i odnawialnych zasobów wód podziemnych, których ilość jest ściśle uzależniona m.in. od zasilania opadowego. W obszarze tym wydzielony został zbiornik wód podziemnych „Karkonosze” o powierzchni około 215 km<sup>2</sup> i zasobach odnawialnych 219 011 m<sup>3</sup>/d, co daje moduł odpływu podziemnego równy 11,79 l/s km<sup>2</sup> (Marszałek, 2007). Większość zasobów wód podziemnych formuje się w przypowierzchniowej, spękanej strefie do głębokości 25–30 metrów. Strefa ta jest najbardziej dostępna do wykorzystania, ale też najbardziej podatna na wpływy zewnętrzne, w tym na zanieczyszczenia. Wszystkie działania mogące zakłócić procesy kształtowania się zasobów wodnych, w tym wycinka lasów, zmiany hydrografii wskutek prac ziemnych na stokach górskich, zwiększający się pobór wody z istniejących w obszarze Parku ujęć czy też wprowadzanie do środowiska wodnego zanieczyszczeń, mogą w efekcie wpłynąć na ilość dostępnych zasobów wody (Kostrzewski i in., 1995; Marszałek, Rysiukiewicz, 2011b).

Żeby nie dopuścić do uszczuplenia zasobów wodnych KPN, należy więc prowadzić racjonalną gospodarkę wodną w zlewniach położonych w obszarze Parku. Wymaga to m.in.:

- kontroli przez odpowiednie służby (IMGW) wielkości natężenia przepływów rzek w standardowych przekrojach wodowskazowych (np. Kamienna w Piechowicach, Łomnica w Łomnicy, Jedlica w Kowarach),
- kontroli przez KPN wielkości natężenia przepływów rzek w trzech zlewniach wytypowanych do monitoringu w obszarze Parku,
- kontroli przez jednostki samorządowe (starosta po-

- wiatu wydający decyzje na pozwolenia wodnoprawne na szczególne korzystanie z wód) wielkości poboru wód na ujęciach położonych w obszarze Parku,
- ograniczenia wykonywania prac w obszarze Parku mogących zanieczyścić środowisko wodne,
  - ograniczenia wszelkiej ingerencji człowieka w strefach źródłowych potoków, która może powodować zmiany stosunków wodnych.

### 3.1.2. Monitoring jakości wód

Karkonosze poddawane były w drugiej połowie XX wieku długotrwałym i szkodliwym oddziaływaniom zanieczyszczeń przemysłowych zawierających związki siarki i azotu, powstałych ze spalania węgla brunatnych w rejonie niecki żytawskiej. W wyniku kwaśnych opadów nastąpiły niekorzystne zmiany hydrochemiczne, szczególnie w strefie aktywnej wymiany wód, widoczne głównie w latach 80. Acydyfikacja opadów atmosferycznych wpływała na zmianę naturalnego tła poszczególnych jonów oraz zwiększała mobilność wielu pierwiastków, w tym metali ciężkich. Wpłynęło to w znacznym stopniu na pogorszenie jakości wód (Kryza i in., 1995; Marszałek, 1996a, 2007, 2011).

Celowe więc wydaje się prowadzenie monitoringu jakości wód powierzchniowych i podziemnych zarów-

no w obszarze KPN, jak i w jego otulinie. Próby wody do analiz chemicznych powinny być pobierane w całym profilu hipsometrycznym obejmującym górne i środkowe rejony Parku oraz dolne partie gór na granicy Parku i jego otuliny. Monitoringiem jakości objęte powinny zostać wody powierzchniowe cieków, jezior oraz wody podziemne w 40 wytypowanych punktach pokazanych na mapie (ryc. 1). Właściwości fizykochemiczne większości wytypowanych punktów były już opróbowane w latach wcześniejszych: w roku 1985 (Kowalski, Marszałek, 1985) i 1995 (Marszałek, 1996b). Monitorowanie jakości wód w tych punktach w latach następnych, zachowując 5-letnią częstotliwość, byłoby kontynuacją wcześniejszych badań oraz pozwoliłoby na wychwylenie ewentualnych długookresowych zmian jakości wód KPN. Zakres monitoringu jakości wód powinien obejmować następujące parametry:

- w przypadku zakresu podstawowego: temperaturę wody, przewodność elektrolityczną właściwą (SEC), odczyn pH, zasadowość, jony: wapnia, magnezu, sodu, potasu, siarczanowe, chlorkowe, azot azotanowy, azot azotynowy, azot amonowy, fosfor ogólny, mangan, żelazo, rozpuszczony węgiel organiczny;
- w przypadku zakresu rozszerzonego: krzemionkę, glin ogólny, miedź, ołów, cynk, nikiel, chrom i kadm.



Ryc. 1. Lokalizacja proponowanych punktów monitoringu wód w obszarze KPN na tle uproszczonej budowy geologicznej: 1 – ciek (a – główne ciek, b – monitorowane ciek zlewni reprezentatywnych), 2 – punkty monitoringu jakości wód (a – wody źródeł i potoków, b – wody źródeł i potoków w zlewniach reprezentatywnych), 3 – granica KPN, 4 – granity, 5 – skały metamorficzne  
 Fig. 1. Location of proposed water monitoring points in the KPN area on the geological background: 1 – rivers (a – main, b – rivers in monitored catchments), 2 – water quality monitoring points (a – spring and stream water, b – spring and stream water in monitored catchments), 3 – limit of KPN, 4 – granites, 5 – metamorphic rocks

### 3.2. Propozycja monitoringu środowiska wodnego w wybranych zlewniach reprezentatywnych

Kompleksowy monitoring hydrologiczny, dotyczący obiegu wody i rozpuszczonych w niej substancji chemicznych w zalesionych zlewniach górskich Karkonoskiego Parku Narodowego, proponuje się prowadzić w trzech wybranych zlewniach reprezentatywnych: Kamieńczyka (nr I), Wrzosówki (nr II) i Łomnicy (nr III) (ryc. 2). Szczegółowe obserwacje stanu środowiska wodnego prowadzone są już w całym obszarze zlewni Kamieńczyka (ryc. 3), która w przyszłości może zostać włączona do Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego Polski. Monitorowaniem objęte zostałyby ponadto górne partie zlewni Wrzosówki do granicy KPN (ryc. 4) i zlewni Łomnicy (ryc. 5). W przypadku tej ostatniej obszar monitoringu obejmowałby źródłowy fragment zlewni wraz z Wielkim i Małym Stawem, zamknięty przekrojem pomiarowym na rzece Łomnicy przed dopływem do niej potoku Płasawa.

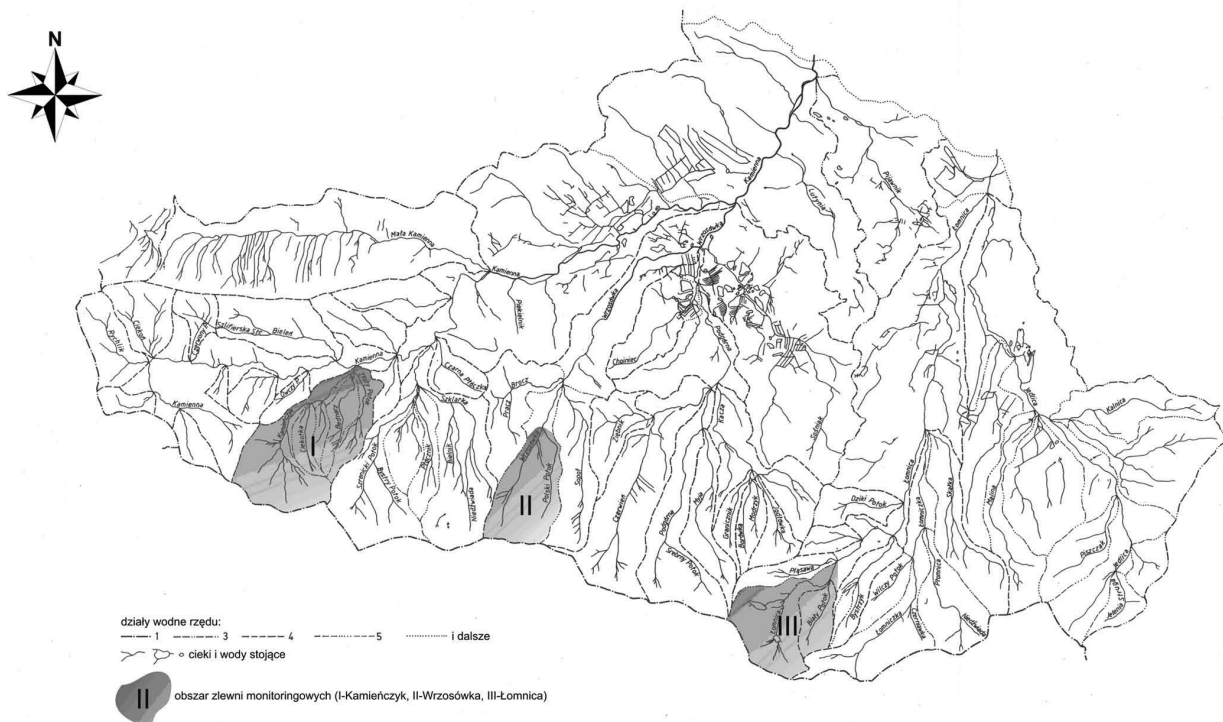
Taki dobór obszarów do prowadzenia monitoringu ilościowego i jakościowego wód powierzchniowych i podziemnych pozwoli na kompleksową analizę zjawisk zachodzących w zlewniach, drenujących różne rejony Karkonoszy oraz ocenę potencjalnych zagrożeń.

#### 3.2.1. Monitoring wód w zlewni Kamieńczyka

Zlewnia potoku Kamieńczyk drenuje północno-zachodnie partie Grzbietu Głównego Karkonoszy, w rejonie Mumławskiego Wierchu, Kamiennika i Szrenicy (ryc. 2, 3). Jego obszar źródłowy znajduje się na stokach Kamiennika na wysokości około 1238 m n.p.m. Poniżej wodospadu Kamieńczyk opuszcza granice Karkonoskiego Parku Narodowego. Zbiera wody dwóch swoich głównych dopływów, jakimi są Ciekotka oraz Złoty Potok i wpada do rzeki Kamiennej w Szklarskiej Porębie na rzędnej około 610 m n.p.m. Średni spadek rzeki wynosi 114,18‰, a średnie nachylenie zlewni 19,25%. Powierzchnia zlewni tego potoku wynosi 10,6 km<sup>2</sup>, a gęstość sieci rzecznej 3,74 km/km<sup>2</sup> (Marszałek, 1996a).

Wysokie zasilanie opadowe kształtujące się od średnio prawie 1450 mm/rok na Szrenicy do 1130 mm/rok w Szklarskiej Porębie (Marszałek, 2007), długi okres zalegania pokrywy śnieżnej i związane z tym wysokie zasilanie roztopowe, sprzyjają formowaniu się wysokich stanów i przepływów w rzekach. Określony na przełomie lat 80. i 90. ubiegłego wieku moduł odpływu podziemnego w zlewni Kamieńczyka zmieniał się w przedziale 10,2–17,9 l/s km<sup>2</sup>, reprezentował więc ekstremalnie wysokie wartości tego wskaźnika wodonośności masywu (Marszałek, 1996a).

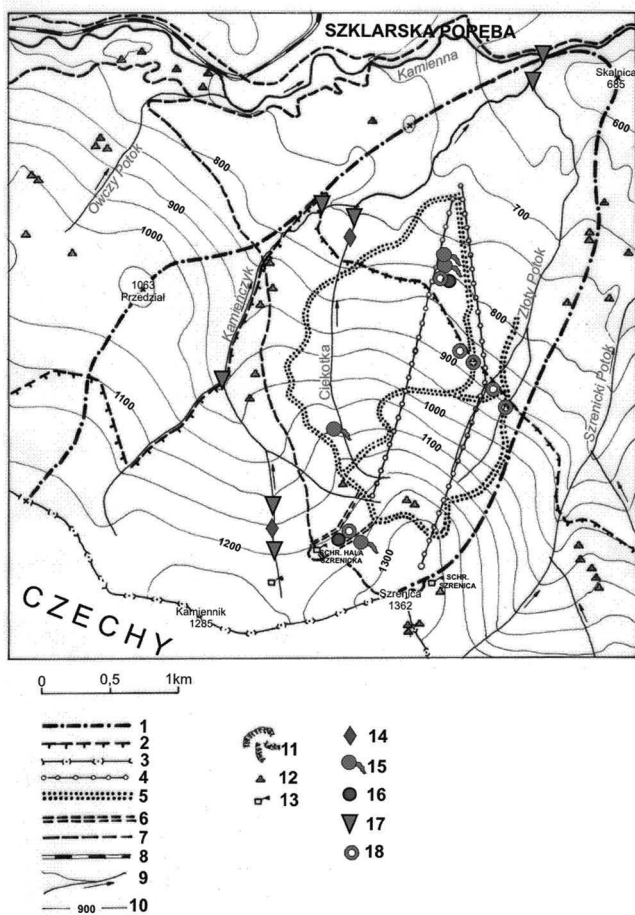
W zlewni Kamieńczyka występują ujęcia wód dla za-



Ryc. 2. Położenie trzech zlewni planowanych do włączenia w system monitoringu hydrologicznego na tle hydrografii Karkonoszy (podkład wg Komar, 1985)

Fig. 2. Location of three catchments planned for water monitoring on the background of Karkonosze Mts. hydrography (hydrographic map according to Komar, 1985)

opatrzenia mieszkańców Szklarskiej Poręby w wodę pitną, jednak w obszarze KPN znajdują się dwa, z których tylko jedno ujmuje wodę pitną dla schroniska na Hali Szrenickiej (ryc. 3). Wody pobierane są z położonego na wschód od schroniska źródła objętego systemem monitoringu. Drugie z ujęć w postaci niewielkiego zbiornika przeznaczonego do gromadzenia wód powierzchniowych przeznaczonych do naśnieżania nartostrad, zlokalizowane jest również w obszarze źródłowym Kamieńczyka, ale na zachód od Hali Szrenickiej. Punkt ten, jak i pozostałe punkty włączone w system monitoringu hydrologicznego tej zlewni (ryc. 3), zostały już opisane we wcześniejszych pracach autorów niniejszej publikacji (Marszałek, Rysiukiewicz, 2011a, 2011b).



Ryc. 3. Lokalizacja punktów monitoringu w zlewni Kamieńczyka: 1 – granica zlewni, 2 – granica KPN, 3 – granica państwa, 4 – wyciąg, 5, 6 – nartostrada, 7 – droga, 8 – linia kolejowa, 9 – ciek, 10 – izohipsa, 11 – kocioł (cyrk) polodowcowy, 12 – skałka, 13 – schronisko, 14 – ujęcie wody, 15 – źródło, 16 – punkt poboru wód infiltracyjnych, 17 – przekrój hydrometryczny, 18 – piezometr  
 Fig. 3. Location of water monitoring points in the Kamieńczyk river catchment: 1 – limit of catchment, 2 – limit of KPN, 3 – state border; 4 – ski lift, 5, 6 – downhill, 7 – road, 8 – railway line, 9 – river, 10 – isohypse, 11 – glacial cirque, 12 – tors, 13 – chalet, 14 – water intake, 15 – spring, 16 – infiltrator, 17 – gauging point, 18 – piezometer

### 3.2.2. Monitoring wód w zlewni Wrzosówki

Monitoring hydrologiczny środkowych partii Karkonoszy proponuje się prowadzić w południowej części zlewni Wrzosówki, obejmującej górny odcinek rzeki do granicy KPN koło Jagniątkowa wraz z Polskim Potokiem, stanowiącym jej prawy dopływ (ryc. 4).

Potok Wrzosówka drenuje centralną część Karkonoszy. Jego obszar źródłowy znajduje się w Czarnym Kotle Jagniątkowskim na wysokości około 1228 m n.p.m., a ujście do Kamiennej pomiędzy Cieplicami a Jelenią Górą na rzędnej około 340 m n.p.m. (Komar, 1985). Wąska dolina Wrzosówki o przebiegu NNE ma wyraźne założenia tektoniczne. Widoczna jest na mapach geologicznych w postaci wyraźnej struktury liniowej o charakterze lineamentu (Mroczkowski, Ostaficzuk, 1985).

Warunki klimatyczne w zlewni Wrzosówki nie odbiegają znacznie od zachodniej części Karkonoszy. Średnia z wielolecia suma opadów atmosferycznych jest również wysoka i osiąga 1200–1300 mm (Marszałek, 2007), natomiast średnia temperatura powietrza wynosi ok. 5°C (Kudłacik, 1993). Określony przez Kudłacika (1993) dla września 1992 roku moduł odpływu podziemnego górnej części zlewni wyniósł 5,51 l/s km<sup>2</sup>.

W karkonoskiej części zlewni Wrzosówki występuje kilka ujęć wód (ryc. 4). Najwyżej położone jest ujęcie „Śnieżne Kotły”, składające się z dwóch części: ujęcia górnego i dolnego, służącego do zaopatrzenia w wodę pitną mieszkańców Michałowic i części Jagniątkowa. Ponadto występują jeszcze dwa ujęcia wód powierzchniowych: wybudowane przed II wojną światową ujęcie Polskiego Potoku „Kamienna Wieża” oraz ujęcie wód Sopotu „Leśniczówka” wykonane w 1970 r. W celu równomiernego rozbioru wody z poszczególnych ujęć oraz redukcji ciśnienia w sieci wodociągowej wybudowano dodatkowo cztery zbiorniki redukcyjno-wyrównawcze: „Kamienna Wieża”, „Leśny Domek”, „Kawiarnia” i „Sobieszów” (Kudłacik, 1993). Ujęcie górne „Śnieżnych Kotłów” ujmuje wody występujące w osadach polodowcowych. Są to przypuszczalnie wody mieszane pochodzące zarówno z zasilania opadowego, jak i częściowo z zasilania wodami powierzchniowymi Wrzosówki, przepływającymi „tranzytowo” przez strefę utworów morenowych. Ujęcie dolne, położone na wysokości 840 m n.p.m., również częściowo ujmuje wody Wrzosówki. Maksymalna wydajność ujęcia wynosi 30 l/s (Kudłacik, 1993).

Wydajność ujęcia „Kamienna Wieża” waha się w granicach 4,5–11,5 l/s, średnio 8 l/s. Również 8 l/s wynosi wydajność ujęcia „Leśniczówka”. Oba służą do zaopatrzenia w wodę mieszkańców Jagniątkowa i Sobieszowa. Ilość pobieranej ze wszystkich ujęć wody

w okresach niżówkowych nie pokrywa maksymalnego zapotrzebowania na wodę.

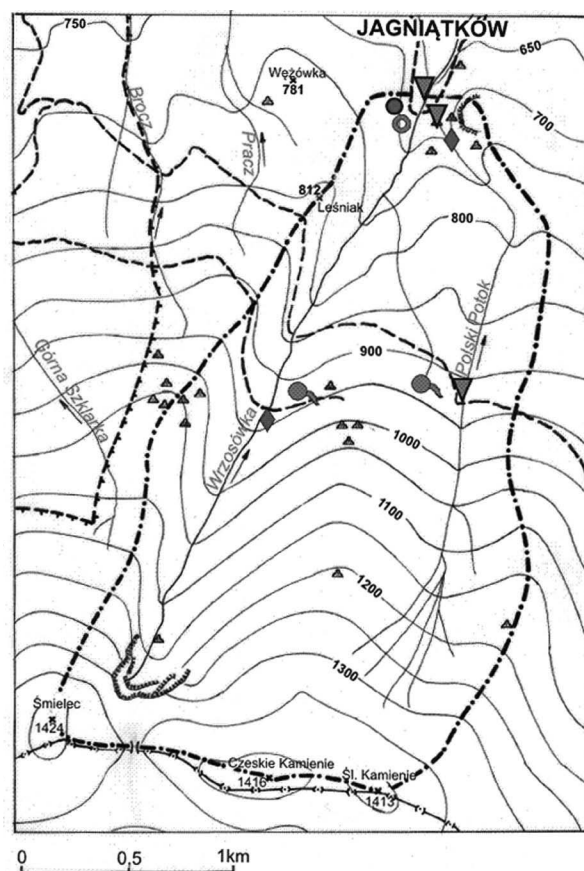
W system monitoringu hydrologicznego zlewni Wrzosówki włączone zostały wody powierzchniowe, podziemne i infiltracyjne strefy aeracji (ryc. 4). Proponuje się prowadzić ciągły monitoring stanów wód i pomiary natężenia przepływu cieków powierzchniowych w 3 punktach: 2 przekroje hydrometryczne na Polskim Potoku (jeden w środkowym biegu powyżej ujęcia wód powierzchniowych „Kamienna Wieża” i drugi – przy jego ujściu do Wrzosówki) oraz 1 przekrój hydrometryczny na Wrzosówce, zamykający monitorowaną część zlewni na granicy KPN w Jagniątkowie. W przypadku wód podziemnych planuje się prowadzić ciągły monitoring stanów wód gruntowych w piezometrze zlokalizowanym w dolnej partii zlewni oraz ciągły monitoring z częstotliwością 1 x miesiąc wydajności jednego ze źródeł w środkowej partii zlewni.

Monitoring jakości wód w zlewni Wrzosówki obejmować będzie pomiar właściwości fizykochemicznych wód 2-krotnie w roku w sezonie wiosennym i jesiennym zgodnie z podanym wyżej zakresem. Okresowy monitoring jakości wód powierzchniowych prowadzony będzie w 3 punktach pokrywających się z miejscami pomiarów natężenia przepływu. Natomiast w przypadku wód podziemnych proponuje się prowadzić okresowy monitoring jakości w 3 punktach (2 źródła i 1 piezometr) oraz wód infiltracyjnych w 1 punkcie zainstalowanym w dolnej części zlewni w rejonie Jagniątkowa.

### 3.2.3. Monitoring wód w zlewni Łomnicy

Łomnica jest głównym lewym dopływem Bobru odwadniającym wschodnią część Karkonoszy. Jej źródła położone są na Równi pod Śnieżką na wysokości około 1407 m n.p.m. (Komar, 1985). W obszarze źródłowym znajduje się Wielki i Mały Staw. Rzeka płynie prawie południkowo ku północy w kierunku Kotliny Jeleniogórskiej, gdzie wpada do Bobru w miejscowości Łomnica na rzędnej 480 m n.p.m. Całkowita powierzchnia zlewni do przekroju wodowskazowego w m. Łomnica wynosi 118,3 km<sup>2</sup>, a całkowita długość cieków 19,2 km (Komar, 1985). Głównymi dopływami Łomnicy są: Płasawa, Biały Potok, Bystrzyk, Łomniczka i Jedlica, która ma swój obszar źródłowy na Przełęczy Okraj.

Podłoże zlewni Łomnicy zbudowane jest z granitów w części zachodniej i skał metamorficznych rozciągających się na wschód od Śnieżki. Podłoże krystaliczne, podobnie jak w innych częściach Karkonoszy, pokryte jest różnej miąższości pokrywami zwietrzelinowymi. Doliny rzeczne wypełnione są osadami aluwialnymi.



Ryc. 4. Lokalizacja projektowanych punktów pomiarowych w zlewni Wrzosówki (objaśnienia jak na ryc. 3)

Fig. 4. Location of water monitoring points in the Wrzosówka river catchment (explanations as in Fig. 3)

Grzbietowe partie zlewni, szczególnie w rejonie Równi pod Śnieżką, pokrywają utwory torfowe.

W morfologii terenu widoczne są wyraźne kotły polodowcowe w postaci cyrków Wielkiego i Małego Stawu, Kotła Łomniczki oraz nisze niwalne (m.in. Kocioł Białego Jaru).

Warunki klimatyczne w zlewni Łomnicy kształtowane są przez te same czynniki jak w innych częściach Karkonoszy. Średnia z wielolecia suma opadów atmosferycznych jest również wysoka i osiąga ponad 1300 mm w rejonie Przełęczy Okraj i 1150 mm w rejonie Śnieżki (Marszałek, 2007). W dolnych partiach zlewni wartości te spadają do około 800 mm w pobliżu m. Łomnica. Średnia temperatura powietrza zmienia się z wysokością, od około 7°C w Kotlinie Jeleniogórskiej do poniżej 1°C w partiach grzbietowych.

Określony w postaci modułowej dla wielolecia 1974–1995 dla całej zlewni Łomnicy średni odpływ rzeczny wynosi 19,5 l/s km<sup>2</sup> (Marszałek, 2007). Odpływ podziemny w ilości 10,2 l/s km<sup>2</sup> mieści się, zgodnie z klasyfikacją Krasnego, już w przedziale odpływów ekstremalnych.

W górnej części zlewni Łomnicy planowanej do prowadzenia monitoringu hydrologicznego istnieją ujęcia wód powierzchniowych i podziemnych służące do zaopatrzenia miasta Karpacz w wodę pitną. Jest to zespół ujęć „Wielki Staw” i „Mały Staw”. Zespół ujęć wody „Wielki Staw” składa się z ujęcia wód powierzchniowych „Kozi Mostek” na Białym Potoku oraz ujęcia wód podziemnych „Wielki Staw” czerpiących wodę z utworów czwartorzędowych (Juda, 2000; Krukowski, 2010). Łączny pobór wody wynosi 831,2 m<sup>3</sup>/d, w tym na ujęcie „Kozi Mostek” przypada 207,2 m<sup>3</sup>/d, a na ujęcie „Wielki Staw” 624 m<sup>3</sup>/d (Juda, 2000).

Ujęcie „Mały Staw” składa się z ujęcia powierzchniowego na rzece Łomnicy w 18+ 400 km jej biegu oraz drenażowych ujęć wód podziemnych (8 studni), położonych w rejonie Małego i Wielkiego Stawu. Według danych archiwalnych z lat 40. XX wieku wydajność ujęcia wód podziemnych określono na 10 l/s, czyli 864 m<sup>3</sup>/d, natomiast ujęcia wód powierzchniowych na 7,3 l/s (630,7 m<sup>3</sup>/d; Kluczyński, 2011). Zgodnie z Decyzją Starosty Jeleniogórskiego z dnia 07.06.2001 r. wydane zostało pozwolenie wodnoprawne na korzystanie z wód ujęcia „Mały Staw” w ilości maksymalnej wynoszącej 800 m<sup>3</sup>/d i wydajności średniej równej 533 m<sup>3</sup>/d.

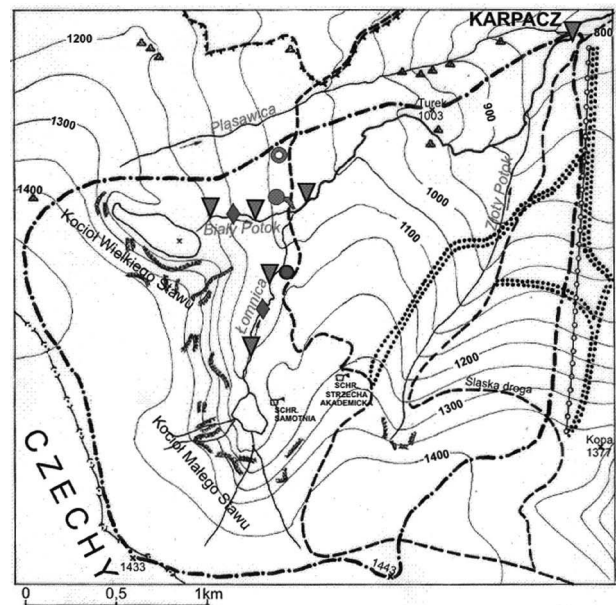
Monitoring ilości wód w zlewni Łomnicy obejmować powinien ciągły pomiar stanów wód i natężenia przepływu potoków w 6 przekrojach, obejmujących 5 punktów w źródłowych odcinkach zlewni oraz 1 przekrój zamykający monitorowaną zlewnię. Monitorowane będą stany i przepływy wód:

- Białego Potoku w 2 przekrojach, powyżej i poniżej ujęcia wód powierzchniowych dla Karpacza,
- Łomnicy, poniżej Małego Stawu również w 2 przekrojach (powyżej i poniżej ujęcia drenażowego i ujęcie wód powierzchniowych), poniżej dopływu do niej Białego Potoku oraz powyżej ujścia do niej potoku Płasawa, w miejscu zamykającym monitorowaną zlewnię (ryc. 5).

Monitoring wód podziemnych obejmować będzie pomiar z częstotliwością 1 x miesiąc wydajności 2 źródeł położonych w środkowej partii zlewni oraz ciągły monitoring stanów wód gruntowych w 1 piezometrze zlokalizowanym w północnej części zlewni.

Monitoring jakości wód w zlewni Łomnicy obejmować będzie, podobnie jak w przypadku pozostałych obszarów KPN, 2-krotne w roku (w sezonie wiosennym i jesiennym) pomiary właściwości fizykochemicznych wód zgodnie z przyjętym wcześniej zakresem.

Okresowy monitoring jakości wód powierzchniowych proponuje się prowadzić w 6 punktach pokrywających się z miejscami pomiarów natężenia przepływu rzek, a w przypadku wód podziemnych: w 3 punktach obejmujących 2 źródła, 1 piezometr i wody infiltracyjne w 1 punkcie zainstalowanym w górnej części zlewni obok Domku Myśliwskiego.



Ryc. 5. Lokalizacja projektowanych punktów pomiarowych w zlewni Łomnicy (objaśnienia jak na ryc. 3)

Fig. 5. Location of water monitoring points in the Łomnica river catchment (explanations as in Fig. 3)

#### 4. Podsumowanie

Środowisko wodne w obszarze Karkonoskiego Parku Narodowego powinno być objęte szczególną ochroną i monitorowane w sposób ciągły. Pragmatyzm w działaniach ochronnych pozwoli uniknąć powtórzenia się różnego rodzaju katastrof ekologicznych. Nierozważne działania w środowisku wód powierzchniowych i podziemnych mogą doprowadzić bowiem do nieodwracalnych zmian w krążeniu i jakości wód, a to w późniejszym czasie może negatywnie wpływać na całe środowisko biotyczne KPN. Należy pamiętać, że woda stanowi podstawowy element środowiska przyrodniczego, bez którego nie może funkcjonować żaden organizm żywy. Wszelkie zmiany o charakterze ilościowym i jakościowym w hydrosferze znajdą swoje bezpośrednie odbicie w stanie biosfery Parku.

W zaproponowanej koncepcji ochrony środowiska wodnego zostały przedstawione podstawowe zalecenia i zadania, jakie powinny zostać wykonane w przyszłości w ramach działalności Karkonoskiego Parku Narodowego, aby w sposób realny chronić zasoby wodne. Po kilkuletnim okresie prowadzenia monitoringu wód i analizie zebranych danych powinny być wyciągnięte wnioski z prowadzonych działań i w zależności od wyników powinien zostać stworzony program ochrony wód na dalsze lata.



Biorąc pod uwagę rolę wody w ekosystemach Parku, monitorowanie zmian zachodzących w środowisku wód powierzchniowych i podziemnych należy uznać za niezbędne.

**Zadanie współfinansowane ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.**

## 5. Literatura

- Borkowska M., 1966:** *Petrografia granitu Karkonoszy*. Geologia Sudetica, vol. II.
- Juda W., 2010:** *Operat wodnoprawny na pobór wód z zespołu ujęć „Wielki Staw” dla potrzeb miejskiej sieci wodociągowej w Karpaczu*. Biuro Projektowe SYNTECH, Jelenia Góra (mpis).
- Komar T., 1985:** *Wody powierzchniowe*. W: Jahn A. (red.): *Karkonosze polskie*, Ossolineum, Wrocław.
- Kostrzewski A., Mazurek M., Stach M., 1995:** *Zasady organizacji i system pomiarowy Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego*, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa.
- Kowalski S., Marszałek H., 1985:** *Chemizm wód Karkonoskiego Parku Narodowego*. Arch. ZHS ING UW, Wrocław (mpis).
- Kluczyński H., 2011:** *Operat wodnoprawny na pobór wody z ujęcia „Mały Staw”*. Biuro Projektów i Konsultingu PROJEKT s.c., Jelenia Góra (mpis).
- Krukowski R., 2010:** *Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wód podziemnych „Wielki Staw” z utworów czwartorzędowych w Karpaczu ZUGiI HYDROB, Jeżów Sudecki* (mpis).
- Kryza H., Kryza J., Marszałek H., 1995:** *Hydrogeochemia środowiska wodnego Karkonoszy*. W: Fischer Z. (red.): *Problemy ekologiczne wysokogórskiej części Karkonoszy*. Ofic. Wyd. Inst. Ekologii PAN, Dziekanów Leśny.
- Kudłacik J., 1993:** *Hydrogeologia górnej części zlewni Wrzosówki*. Praca mgr. Arch. ZHS ING UW, Wrocław.
- Marszałek H., 1996a:** *Hydrogeologia górnej części zlewni Kamiennej w Sudetach Zachodnich*. Prace Geol.-Mineral. LIV, Acta Univ. Wratisl. No. 1881, Wrocław.
- Marszałek H., 1996b:** *Ocena jakości wód w obszarze Karkonoskiego Parku Narodowego*. Techn. Poszuk. Geol. 2, Kraków.
- Marszałek H., 2007:** *Kształtowanie zasobów wód podziemnych w rejonie Kotliny Jeleniogórskiej*. Acta Universitatis Wratislaviensis No 2993, seria: Hydrogeologia. Wyd. Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław.
- Marszałek H., 2011:** *Wody masywu krystalicznego Karkonoszy w świetle badań hydrologicznych i hydrogeologicznych*. W: 50 lat badań naukowych w Karkonoskim Parku Narodowym. AW ARG1, Jelenia Góra.
- Marszałek H., Rysiukiewicz M., 2011a:** *Raport o stanie środowiska wodnego w rejonie Szrenicy w zachodniej części Karkonoskiego Parku Narodowego wraz z jego otuliną w roku 2010*. Arch. ZHS ING UW, (niepublik.).
- Marszałek H., Rysiukiewicz M., 2011b:** *Projekt monitoringu środowiska wodnego w zlewni Kamińczyka w zachodniej części Karkonoskiego Parku*, Monitoring Środowiska Przyrodniczego, Vol. 12, s. 11–17, Kieleckie Towarzystwo Naukowe, Kielce.
- Mierzejewski M.P., 1980:** *Szczegółowa mapa geologiczna Sudetów 1:25 000, ark. Szklarska Poręba*. Wyd. Geol., Warszawa.
- Mroczkowski J., Ostaficzuk S., 1985:** *Konfrontacja zdjęć satelitarnego z mapą geologiczną Karkonoszy i Gór Izerskich: próba interpretacji tektoniki dysjunktywnej*. Geol. Sudetica, t. 20, nr 2, Wrocław.

## THE CONCEPT OF WATER ENVIRONMENT PROTECTION IN THE KARKONOSZE NATIONAL PARK

### Summary

Water belongs to the most important elements of the natural environment of Karkonosze Mts., forming a number of natural processes and representing resource useful for supplying the local population with drinking water. Therefore it should be protected and monitored continuously. The paper presents the concept of water environment protection in the Karkonosze National Park (KPN), including a proposal for monitoring the quantity and quality of surface and groundwater in both, the whole area of the Karkonosze Mts. and selected three representative catchments: Kamińczyk, Wrzosówka and Łomnica rivers. It has been proposed the scheme of monitoring network arrangement with the range and frequency of water as well.