

PROJEKT MONITORINGU ŚRODOWISKA WODNEGO W ZLEWNI KAMIEŃCZYKA W ZACHODNIEJ CZĘŚCI KARKONOSKIEGO PARKU NARODOWEGO

Henryk Marszałek, Michał Rysiukiewicz

Marszałek H., Rysiukiewicz M., 2011: Projekt monitoringu środowiska wodnego w zlewni Kamieńczyka w zachodniej części Karkonoskiego Parku Narodowego (*The scheme of water monitoring system in the Kamieńczyk River catchment in western part of the Karkonosze National Park*), *Monitoring Środowiska Przyrodniczego*, Vol. 12, s. 11–17, Kieleckie Towarzystwo Naukowe, Kielce.

Zarys treści: W niniejszym artykule przedstawiono koncepcję systemu monitoringu ilościowego i jakościowego wód powierzchniowych i podziemnych w zlewni Kamieńczyka w Karkonoszach. System ten opracowano w związku z rozbudową kompleksu narciarskiego na stokach Góry Szrenicy i potrzebą kontrolowania cennego przyrodniczo obszaru zachodniej części Karkonoskiego Parku Narodowego wraz z jego otuliną. W pracy scharakteryzowano sieć punktów pomiarowych, zakres i częstotliwość pomiarów wód w ujęciu ilościowym i jakościowym, a także ukazano cele i założenia projektu.

Słowa kluczowe: monitoring, wody podziemne, wody powierzchniowe.

Key words: monitoring, underground water, surface water.

Henryk Marszałek, Michał Rysiukiewicz, 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

Położona w zachodniej części Karkonoszy zlewnia potoku Kamieńczyk poddawana była przez wiele lat, podobnie jak cały region Sudetów Zachodnich, niekorzystnym oddziaływaniom zanieczyszczeń atmosferycznych związanych ze spalaniem węgla brunatnych na pograniczu polsko-czesko-niemieckim. W efekcie wpłynęło to na degradację wód podziemnych w środowisku skał krystalicznych (Kryza i in., 1994; 1995; 1997; 2005; Marszałek, 1996a; b; c; 1998; 2007). Szczególnie silne zmiany jakości wód obserwowano w masywach Gór Izerskich i Karkonoszy w latach osiemdziesiątych ubiegłego stulecia. Degradacji wód sprzyjał brak pokryw izolujących zbiorniki od wpływów z powierzchni terenu, powodujący w efekcie łatwe przenikanie zanieczyszczeń. Prowadzone od początku lat dziewięćdziesiątych działania proekologiczne spowodowały stopniową poprawę jakości

wód, co jest niezwykle ważne ze względu na obecność cennych przyrodniczo obiektów prawnie chronionych w postaci Karkonoskiego Parku Narodowego. Wszelkie działania mogące odwrócić ten korzystny trend zmian w środowisku wodnym są skrupulatnie monitorowane przez służbę Parku.

Rejon północnych stoków Góry Szrenicy należy do jednego z głównych centrów narciarstwa w Karkonoszach. Wzrost ruchu turystycznego, w tym wzrastająca liczba wczasowiczów zainteresowanych uprawianiem sportów zimowych w rejonie Szklarskiej Poręby, stał się impulsem do planów rozbudowy istniejących tu nartostrad (FIS, Śnieżynka, Lolobrygida, Puchatek) wraz z towarzyszącą jej infrastrukturą (ryc. 1). Spółka Sudety Lift z siedzibą w Szklarskiej Porębie otrzymała zgodę na przeprowadzenie w rejonie Szrenicy przedsięwzięcia polegającego na: budowie kolei linowej, poszerzeniu tras narciarskich, budowie łącznika pomiędzy nartostradą „Śnieżynka” i „Puchatek” oraz roz-

budową zbiornika retencyjnego gromadzącego wodę do sztucznego naśnieżania niektórych odcinków narciarskich.

Wszystkie te działania mogą spowodować określone zmiany w środowisku wodnym silnie podatnym na wpływy zewnętrzne i uruchomić szereg niekorzystnych procesów w środowisku przyrodniczym, w tym w ekosystemach roślinnych. Dlatego wraz z rozbudową infrastruktury narciarskiej opracowano projekt monitoringu, pozwalający na systematyczne śledzenie zmian ilościowych i jakościowych wód powierzchniowych i podziemnych tej części Karkonoskiego Parku Narodowego.

2. Charakterystyka środowiska przyrodniczego obszaru projektowanych prac

Obszar projektowanych prac znajduje się w zachodniej części Karkonoszy w obrębie zlewni Kamieńczyka o powierzchni 10,5 km², drenującej Grzbiet Główny tego masywu między Szrenicą (1362 m n.p.m.) a Mumławskim Wierchem (1219 m n.p.m.). Posiada ona cechy typowej zlewni górskiej poddanej długoletnim oddziaływaniom zanieczyszczeń antropogenicznych, co wpłynęło w istotnym stopniu na stan jakościowy wód. Góra Szrenica jest jednym z wyższych szczytów dominujących w morfologii zachodniej części Karkonoszy, górującym nad Szklarską Porębą. Jego wierzchołek, w całości położony po polskiej stronie, pokryty jest gołoborzem granitowym, stwarzającym korzystne warunki infiltracji wód opadowych i roztopowych w głąb masywu skalnego. Wypreparowane w wyniku procesów morfotwórczych fragmenty podłoża granitowego tworzą szereg form skalnych (m.in. Trzy Świnki, Końskie Łby). Wschodnie stoki Szrenicy podcięte są niszą niwalną w postaci Kotła Szrenickiego, w którym obserwowane są zejścia lawin. Szczytowe partie Szrenicy porośnięte są kosodrzewiną, natomiast rozczłonkowany w dolnych partiach masyw porasta las regla górnego i dolnego, zniszczony w latach osiemdziesiątych XX wieku w wyniku zanieczyszczeń atmosferycznych. Górna część masywu Szrenicy wykazuje znacznie wyższe spadki terenu w porównaniu z jej dolną częścią.

Geologicznie większość omawianego obszaru buduje waryscyjski, górnokarboński granit karkonoski. Spośród podstawowych odmian petrograficznych granitu największe rozprzestrzenienie wykazuje gruboziarnisty granit (monzogranit) porfirowaty, występujący w niższych partiach Karkonoszy. Charakterystyczne dla tego rodzaju granitu są duże, najczęściej różowej barwy, kryształy skalenia potasowego tkwiące w rów-

no- i gruboziarnistej masie skalnej złożonej ze skaleń, kwarcu i biotytu. Biotyt tworzy często skupienia w postaci szlirów o kilkunastocentymetrowej średnicy. Wśród granitów porfirowatych wyróżnia się granity sporadycznie porfirowate z mniejszą ilością dużych kryształów skaleni (Mierzejewski i in., 1983; Mierzejewski, 1985). W Grzbiecie Głównym Karkonoszy dominuje granit średnioziarnisty równoziarnisty. Jest on skałą bardziej masywną od innych odmian granitu, barwy jasnoszarej. Podrzędnie występuje granit drobnoziarnisty, przechodzący niekiedy w odmiany aplitowe. Z granitem genetycznie związane są różnego rodzaju utwory żyłowe typu aplitów, pegmatytów, mikrogranitów, którym towarzyszą żyły kwarcowe i lamprofiry. Utwory te powstałe po zakrzepnięciu stopu magmowego wypełniały istniejące szczeliny i pęknięcia w granicie. Charakterystyczna dla stref dyslokacyjnych w obrębie granitu, głównie o kierunkach NW-SE oraz SW-NE, jest obecność kataklazytów, mylonitów i brekcji.

Praktycznie cały obszar zlewni pokryty jest utworami zwietrzelinowymi o zróżnicowanej genezie i miąższości. W profilu zwietrzelinowym dominują słabo przepuszczalne utwory stokowe, często o charakterze gruzowo-blokowych i piaszczystych glin, pod którymi zalegają dobrze przepuszczalne zwietrzeliny ziarniste granitu, często o wysokich parametrach filtracyjnych. Drugi rodzaj utworów pokrywowych związany jest z najmłodszymi osadami w postaci aluwiów rzecznych i torfów. Najwyższe miąższości i parametry filtracyjne obserwuje się w aluwiach Kamieńczyka, gorsze w aluwiach jego dopływów. Miąższość aluwiów w dolinie Kamieńczyka w rejonie Szklarskiej Poręby dochodzi maksymalnie do około 3 m.

3. Charakterystyka sieci rzecznej

Hydrograficznie obszar ujęty monitoringiem położony jest w zlewni potoku Kamieńczyk, drenującego północno-zachodnie partie Grzbietu Głównego Karkonoszy, w rejonie Mumławskiego Wierchu, Kamiennika i Szrenicy (ryc. 1). 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 10,5 km², a gęstość sieci rzecznej 3,74 km/km² (Marszałek, 1996).

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. 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 (kwiecień–maj), związane z tajaniem pokrywy śnieżnej w górach oraz latem (lipiec–sierpień), w wyniku długotrwałych opadów. Wielkości ekstremalnych przepływów wielokrotnie przekraczają wartości średnie.

4. Wody podziemne

Wody podziemne monitorowanego obszaru występują głównie w strefie szczelinowatego zbiornika wodonośnego, sięgającego do głębokości 25–30 m. Strefa intensywnej wymiany wód podziemnych odbywa się w przypowierzchniowych najbardziej spękanych (o miąższości 10–15 m) częściach profilu wietrzeniowego o wysokich wartościach parametrów filtracyjnych. Wody głębszego przepływu, do głębokości kilkudziesięciu metrów, związane są głównie ze spękaniem wietrzeniowymi, poniżej natomiast przepływ wód determinowany jest obecnością głębokich pęknięć tektonicznych. Zmniejszające się wraz z głębokością rozwarcie szczelin sprawia, że tempo wymiany wód podziemnych maleje. Wydzielenia te nie tworzą izolowanych zbiorników, lecz są wzajemnie połączone i tworzą wielostrefowy układ hydrodynamiczny.

Zasilanie podstawowego zbiornika wód podziemnych w szczelinowatych granitach przykrytych utworami zwietrzelinowymi pochodzi z opadów atmosferycznych, osiągających maksymalnie wartość 1300 mm/a, oraz wód roztopowych (Marszałek, 1996a; 2007). Górna część zlewni Kamieńczyka stanowi strukturę, w obrębie której dominującą rolę odgrywają przepływy wód o charakterze lokalnym.

Określony na przełomie lat osiemdziesiątych i dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku moduł odpływu podziemnego w zlewni Kamieńczyka zmieniał się w przedziale 10,2–17,9 l/s km², reprezentował więc ekstremalnie wysokie wartości tego wskaźnika wodonośności masywu (Marszałek, 1996a).

W zlewni Kamieńczyka występują pokrywy torfo-we oraz znaczne ilości typowych dla wyższych partii górskich podmokłości oraz szczególne rodzaje natural-

nych wypływów wód podziemnych, jakimi są młaki. Wypływy te zajmują niekiedy znaczne powierzchnie i mogą mieć charakter młak odpływowych lub ewapotranspiracyjnych (Tomaszewski, 1974; 1977). Ich obecność ściśle uzależniona jest od warunków hydrogeologicznych, głównie zasilania wodami podziemnymi lokalnego, płytkiego przepływu w ośrodku skalnym. Torfowiska zasilane są przypuszczalnie również w znacznej mierze wodami krążącymi w skałach krystalicznych podścielających warstwę organiczną. Przeprowadzone w latach sześćdziesiątych ubiegłego stulecia kartowanie krenologiczne Karkonoszy pozwoliło na szczegółową rejestrację tego typu obiektów (Tomaszewski, 1970; 1974; 1977), które są ważnym elementem hydrograficznym tych gór, bardzo wrażliwym na wszelkie zmiany stosunków wilgotnościowych.

5. Monitoring środowiska wodnego w zlewni Kamieńczyka

Według Słownika hydrogeologicznego (Dowgiało i in., 2002) celem monitorowania wód podziemnych jest wspomaganie działań, które zmierzają do usunięcia lub ograniczenia wpływu czynników antropogenicznych na wody podziemne. Wody podziemne, drenowane w obrębie masywu przez liczne źródła i koryta cieków, wykazują ścisłą więź z wodami powierzchniowymi. Dlatego podobne podejście należy zakładać w stosunku do wód powierzchniowych. Głównym celem monitoringu wód w zlewni Kamieńczyka jest więc ocena ewentualnego wpływu infrastruktury narciarskiej na stokach Góry Szrenicy na środowisko wód powierzchniowych i podziemnych w aspekcie ilościowej i jakościowej ochrony zasobów wodnych w zachodniej części KPN. Projekt monitoringu zakłada następujące cele szczegółowe:

- Określenie ewentualnego wpływu wykonanych inwestycji przez firmę Sudety Lift na środowisko wodne badanego obszaru.
- Dostarczanie odpowiednim organom, w tym służbom KPN, informacji o stanie wód powierzchniowych i podziemnych w monitorowanym obszarze.
- Ocenę zasobów wodnych w analizowanym fragmencie KPN.
- Opracowanie prognoz zmian jakości wód powierzchniowych i podziemnych.
- Propozycję ewentualnego sposobu ochrony zasobów wodnych.

Aby osiągnąć założone cele monitoringu została nawiązana ścisła współpraca z władzami Karkonoskiego Parku Narodowego, a także z firmą Sudety Lift, która zarządza kompleksem narciarskim w rejonie monito-

rowanym przez autorów. KPN, jak i firma Sudety Lift zobowiązały się do pomocy w zakresie prowadzonych badań oraz do udostępnienia informacji i materiałów niezbędnych do przeprowadzenia planowanych badań. Zobowiązały się również do udostępnienia w miarę możliwości aparatury, która wspomże prace prowadzone w ramach monitoringu badanego obszaru. Obydwie instytucje zadeklarowały pomoc w ochronie urządzeń pomiarowych i aparatury badawczej zainstalowanej na stokach Góry Szrenicy w rejonie istniejącej infrastruktury narciarskiej. Taka współpraca z KPN i z firmą Sudety Lift pozwoli na uzyskanie wszystkich założonych celów w projekcie monitoringu.

6. Zakres monitoringu wód powierzchniowych i podziemnych

Wody stanowią jeden z ważniejszych elementów środowiska przyrodniczego, od nich bowiem zależy istnienie i funkcjonowanie innych, szczególnie biotycznych, jej komponentów. Kompleksowe rozpoznanie procesów zachodzących w środowisku przyrodniczym pod wpływem czynników antropogenicznych wymaga przeprowadzenia wielokierunkowych działań uwzględniających prowadzenie systematycznych pomiarów i obserwacji. Szczególnie istotne jest to w prawnie chronionych obszarach górskich, gdzie każda ingerencja człowieka w środowisku powodować może często nieodwracalne zmiany. Monitoring określonych elementów środowiska oznacza nie tylko system kontroli, ale pełni też funkcję sygnalizacyjno-ostrzegawczą, dostarcza bowiem z odpowiednim wyprzedzeniem informacji pozwalających na wprowadzenie określonych działań prewencyjnych.

Realizacja zaplanowanych inwestycji, w tym rozbudowy istniejących nartostrad i budowy nowego wyciągu, w rejonie górnych partii zachodniej części Karkonoszy wymagała przeprowadzenia określonych zadań w ramach monitoringu wód. Wdrożenie ich w fazie realizacji inwestycji, a potem kontynuacja w trakcie eksploatacji urządzeń wiąże się z prowadzeniem stałego monitoringu ilościowego i jakościowego środowiska wodnego bazującego na zainstalowanej sieci pomiarowej.

Przed przystąpieniem do prac budowlanych i modernizacyjnych oraz do instalacji urządzeń pomiarowych została przeprowadzona w rejonie wykonywanych inwestycji, w górnej części zlewni Kamieńczyka, inwentaryzacja obiektów krenologicznych, w tym źródeł, wycieków oraz charakterystycznych dla tej części Karkonoszy młak i pól młacznych. Przeprowadzone jesienią 2010 roku jednorazowe kartowanie hydrogeolo-

giczne na obszarze monitoringu pozwoliło na właściwe wytypowanie punktów kontrolnych i oceny obecnego stanu obiektów krenologicznych.

System monitoringu ilościowego i jakościowego wód powierzchniowych i podziemnych obejmuje sieć punktów badawczych (ryc. 1), w których prowadzone będą pomiary pozwalające na ocenę ewentualnych zmian w obiegu wody w zlewni, zasobów wód oraz ich jakości. Dobór punktów i ich rozkład w obszarze zlewni uwzględnia przestrzenne zróżnicowanie warunków naturalnych, w tym: hipsometrycznych, klimatycznych, hydrograficznych, geologicznych, hydrogeologicznych i glebowo-roślinnych. Ponadto instalacja punktów pomiarowych w ujściowych odcinkach Kamieńczyka i Złotego Potoku już na terenie Szklarskiej Porębie pozwala na śledzenie zmian w obszarze zurbanizowanym.

Monitoring wód powierzchniowych obejmuje ciągły pomiar stanów wód i natężenia przepływu potoków w 7 przekrojach hydrometrycznych oraz okresowy monitoring jakości wód obejmujący 2-krotne w roku (w sezonie wiosennym i jesiennym) pomiary wybranych wskaźników fizykochemicznych.

Do pomiarów stanów i przepływów wód w monitorowanej zlewni wytypowano trzy przekroje hydrometryczne w górnym odcinku potoku Kamieńczyk w rejonie Hali Szrenickiej. Dwa z nich zainstalowane zostały przed i za rozbudowywanym niewielkim zbiornikiem retencyjnym, mającym stanowić potencjalne źródło wody dla zaopatrzenia armatek wodnych w celu naśnieżania soków narciarskich w tej części Parku. Trzeci przekrój zaprojektowano kilkaset metrów poniżej w celu bilansowania zasobów wodnych górnej części zlewni Kamieńczyka. Potok Kamieńczyk monitorowany jest ponadto jeszcze w dwóch punktach: na granicy Karkonoskiego Parku Narodowego oraz przy jego ujściu do Kamiennej w Szklarskiej Porębie Górnej. Dodatkowo monitoringiem objęto dwa główne dopływy Kamieńczyka (Ciekotkę i Złoty Potok) w ich odcinkach ujściowych (ryc. 1).

W większości przekrojów hydrometrycznych (5 punktów) zainstalowano urządzenia pomiarowe rejestrujące poziom zwierciadła i temperaturę wody (fot. 3). W dwóch punktach zainstalowano limnimetry. Zapis stanów i temperatury wody prowadzony jest z częstotliwością co godzinę. Kontrolnie, z częstotliwością średnio raz w miesiącu, przy różnych stanach wody wykonuje się w powyższych przekrojach pomiary natężenia przepływu, wykorzystując do tego celu młynki hydrometryczne. We wszystkich przekrojach wodowskazowych prowadzona jest kontrola jakości wód.

Monitoring wód podziemnych obejmuje zarówno pomiar położenia zwierciadła wód podziemnych, w wykonanych do tego celu sześciu piezometrach, jak i ciągły monitoring czterech źródeł (fot. 1) z częstotliwością jeden raz na miesiąc, obejmujący pomiar wydajności i wybranych wskaźników fizykochemicznych, takich jak: temperatura wody, odczyn pH i przewodność elektrolityczna właściwa. Podobnie jak w przypadku wód powierzchniowych prowadzona jest dwukrotnie w roku kontrola jakości wody. Do monitoringu wytypowano źródła zlokalizowane w różnych profilach wysokościowych zlewni: na Hali Szrenickiej, w zlewni Ciekotki, jedno ze źródeł w zlewni Złotego Potoku oraz źródło w pobliżu dolnego odcinka nowo wybudowanego wyciągu kanapowego na Szrenicę.

Piezometry zainstalowano w różnych profilach wysokościowych zlewni w celu monitorowania stanów wód gruntowych, jednak cztery z nich umiejscowiono blisko siebie na granicy KPN, w miejscu istniejących głównych nartostrad (trasy FIS, Śnieżynki) oraz w ich bliskim sąsiedztwie. Taki układ punktów badawczych pozwala na śledzenie zmian zachodzących w wodach podziemnych bezpośrednio w pasie nartostrady, jak i poza nią już w obszarze zalesionym. Głębokość wykonanych punktów i ich lokalizacja uzależniona była w znacznej części od technicznych możliwości ich wykonania, szczególnie od transportu urządzeń wiertniczych (wiertnicy, sprężarki) w silnie zróżnicowanym hipsometrycznie obszarze. Otwory wiertnicze o głębokości od około 2 (piezometr w rejonie Hali Szrenickiej) do 17 metrów (najniżej położony, ryc. 1) zostały wykonane systemem mechanicznym, udarowo-okrętnym przy użyciu płuczki powietrznej za pomocą „młotka wiertniczego” o średnicy 130 mm (fot. 2). Po odwierceniu w otworach zabudowane zostały filtry szczelino-we typu K z rur PCV oraz zainstalowane urządzenia rejestrujące położenie zwierciadła wody typu diver. Różna głębokość wykonanych otworów pozwala na obserwację położenia zwierciadła różnych głębokościowo stref wodonośnych, w tym płytkiego przepływu podpowierzchniowego, powszechnie występującego w pokrywach zwietrzelinowych granitu Karkonoszy.

Monitoringiem objęto również **wody w strefie aeracji**. Do tego celu w dwóch punktach (w górnej i dolnej części zlewni) zainstalowano w górnych partiach profilu zwietrzelinowego na głębokości kilkudziesięciu cm próbniki wód przesiąkowych typu Prenart. Zadaniem ich jest przechwytywanie wód opadowych infiltrujących przez strefę aeracji w dół profilu skalnego, dla których podobnie jak w przypadku innych typów wód wykonane zostaną 2-krotnie w ciągu roku analizy chemiczne.

Zakres monitoringu jakości wód obejmuje pomiary: temperatury wody, odczynu pH, przewodności elektrolitycznej właściwej, zasadowości, stężeń podstawowych jonów (wapnia Ca^{2+} , magnezu Mg^{2+} , sodu Na^+ , potasu K^+ , siarczanów SO_4^{2-} , azotu azotanowego N-NO_3 , azotu azotynowego N-NO_2 , azotu amonowego N-NH_4 i chlorków Cl^-). Ponadto wykonuje się oznaczenia fosforu ogólnego $\text{P}_{\text{ogól}}$, manganu Mn, żelaza Fe, rozpuszczonego węgla organicznego RWO, glinu ogólnego $\text{Al}_{\text{ogól}}$, kadmu Cd, miedzi Cu, ołowiu Pb i cynku Zn.

Wstępnie założono prowadzenie monitoringu do roku 2015, z możliwością kontynuacji w latach następnych.

Wielkość zasilania opadowego niezbędna w ocenach bilansowych mierzona jest w Stacji Klimatycznej Uniwersytetu Wrocławskiego, usytuowanej na szczycie Szrenicy, oraz w położonych w Szklarskiej Porębie Górnej i Jakuszykach stacjach opadowych IMGW. W rejonach sztucznego naśnieżania monitorowana będzie również grubość pokrywy śnieżnej.

7. Podsumowanie

Monitoring środowiska wodnego w zlewni Kamieńczyka opracowany został w celu ochrony cennych przyrodniczo ekosystemów, położonych w zachodniej części Karkonoskiego Parku Narodowego w związku z rozbudową na stokach Góry Szrenicy obiektów narciarskich. Punkty pomiarowe zlokalizowane zostały w całym profilu hipsometrycznym, uwzględniając zróżnicowanie przyrodnicze zlewni. Monitoringiem ilościowym i jakościowym objęto wody powierzchniowe i podziemne oraz wody strefy aeracji. System monitoringu ilościowego i jakościowego wód umożliwi dokonanie oceny ewentualnych zmian zasobów wodnych oraz jakości wód w związku z intensyfikacją ruchu turystycznego w rejonie Góry Szrenicy.

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



Ryc. 1. Lokalizacja punktów monitoringu wód w zachodniej części Karkonoskiego Parku Narodowego

Objaśnienia: 1 – granica KPN, 2 – nowy wyciąg narciarski, 3 – obszar planowanej wycinki drzew, punkty monitoringu: 4 – źródło, 5 – piezometr, 6 – rejestrator poziomu zwierciadła wody, 7 – infiltrometr

Fig. 1. Location of water monitoring points in western part of the Karkonosze National Park

Explanations: 1 – the boundary of KPN, 2 – new ski lift, 3 – areas of trees cutting, monitoring points: 4 – spring, 5 – piezometer, 6 – stream water level recorder, 7 – infiltrrometer (Prenart sampler)



Fot. 2. Wiercenie piezometrów w rejonie nartostrady Puchatek
Photo 2. Drilling of piezometers near the Puchatek ski downhill



Fot. 1. Przelew prostokątny na źródle w okolicy Hali Szrenickiej
Photo 1. Rectangular overfall on the spring in the Hala Szrenicka vicinity



Fot. 3. Stanowisko monitorujące stan zwierciadła wody w potoku Ciekotka
Photo 3. Water level of Ciekotka stream monitoring point

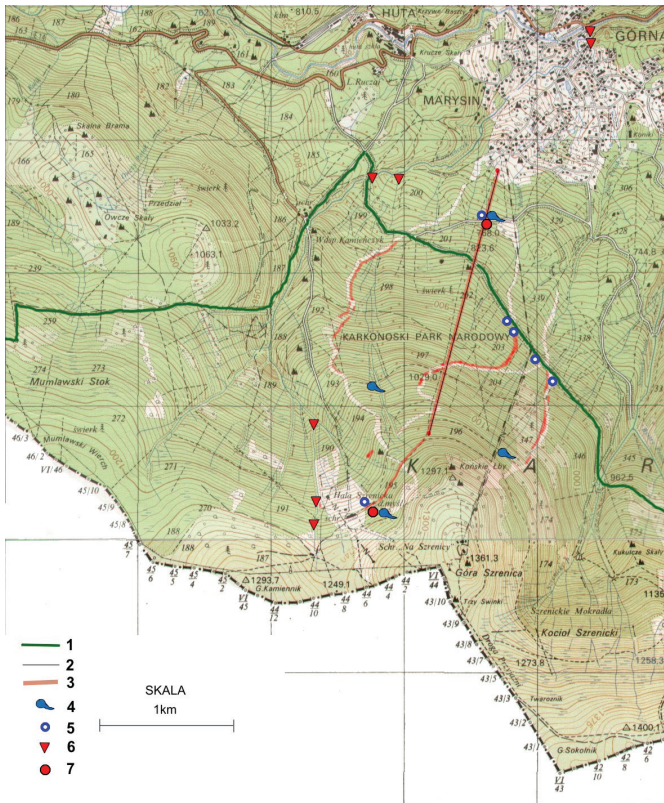
8. Literatura

- Dowgiałło J., Kleczkowski A. S., Macioszczyk T., Różkowski A. (red.). 2002:** *Słownik hydrogeologiczny*. Państwowy Instytut Geologiczny. Warszawa.
- Kryza H., Kryza J., Marszałek H., 1994:** *Zanieczyszczenie wód Karkonoszy*. W: Fischer Z. (red.). Karkonoskie Badania Ekologiczne II, Ofic. Wyd. Inst. Ekologii PAN. Dziekanów Leśny.
- 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.
- Kryza H., Kryza J., Marszałek H., 1997:** *Impact of acidification on the groundwater chemistry in granitic massif of the Karkonosze Mts. (SW Poland)*. Acta Univ. Wratisl. Wrocław. 2052.
- Kryza H., Kryza J., Marszałek H., 2005:** *Wody podziemne Karkonoszy*. W: Mierzejewski M.P. (red.). Karkonosze. Przyroda nieożywiona i człowiek. Wyd. UW. Wrocław.
- Marszałek H., 1996a:** *Hydrogeologia górnej części zlewni Kamiennej w Sudetach Zachodnich*. Prace Geol.-Mineral. LIV, Acta Univ. Wratisl. Wrocław. 1881.
- Marszałek H., 1996b:** *Ocena jakości wód w obszarze Karkonoskiego Parku Narodowego*. Techn. Poszuk. Geol. Kraków. 2.
- Marszałek H., 1996c:** *Groundwater chemistry of fractured crystalline rocks in Kamienna watershed (Western Sudetes, SW Poland)*. Acta Univer. Carolinae. Geologica. Vyd. Karolinum, Praha. Vol. 40, 2.
- Marszałek H., 1998:** *Quality of groundwater in the Karkonosze granite in the light of monitoring studies*. Münchner Geol. Hefte, Hieronymus GmbH. München. Reihe B, heft 8.
- Marszałek H., 2007:** *Kształtowanie zasobów wód podziemnych w rejonie Kotliny Jeleniogórskiej*. Acta Universitatis Wratislaviensis, seria: Hydrogeologia. Wyd. UW. Wrocław. 2993.
- Marszałek H., Rysiukiewicz M., 2010:** *Projekt monitoringu wód powierzchniowych i podziemnych w rejonie projektowanych inwestycji na stokach Szrenicy w zachodniej części Karkonoskiego Parku Narodowego wraz z jego otuliną*. Mater. Niepublik. Arch. ZHS ING UW. Wrocław.
- Mierzejewski M.P., 1980:** *Szczegółowa mapa geologiczna Sudetów 1:25 000*, ark. Szklarska Poręba. Wyd. Geol. Warszawa.
- Mierzejewski M.P., Majerowicz A., Czerwiński J., 1983:** *Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Sudetów 1:25 000*, ark. Szklarska Poręba. Wyd. Geol. Warszawa.
- Mierzejewski M.P., 1985:** *Geologia granitowej części Karkonoszy*. W: Jahn A. (red.). Karkonosze polskie. Ossolineum, Wrocław.
- Tomaszewski J. T., 1970:** *Młaki górskie*. Czas Geogr. z. 4.
- Tomaszewski J. T., 1974:** *Problematyka wodna młak i torfowisk Karkonoszy*, Opera Corcontica, 11: 37–51.
- Tomaszewski J. T., 1977:** *Charakterystyka krenologiczna masywu krystalicznego na przykładzie Karkonoszy*, Acta Univ. Wratisl. Wrocław, t. 38, 350.

THE SCHEME OF WATER MONITORING SYSTEM IN THE KAMIEŃCZYK RIVER CATCHMENT IN WESTERN PART OF THE KARKONOSZE NATIONAL PARK

Summary

The paper presents the concept of surface- and groundwater monitoring system in the Kamięńczyk catchment located in the Karkonosze Mts. The monitoring system has been worked out in order to control valuable western part of the Karkonosze National Park because of the ski infrastructure complex extension. It has been characterized the aims of monitoring points net with the range and frequency of measurements in terms of water quantity and quality.



Ryc. 1. Lokalizacja punktów monitoringu wód w zachodniej części Karkonoskiego Parku Narodowego

Objaśnienia: 1 – granica KPN, 2 – nowy wyciąg narciarski, 3 – obszar planowanej wycinki drzew, punkty monitoringu: 4 – źródło, 5 – piezometr, 6 – rejestrator poziomu zwierciadła wody, 7 – infiltrometr

Fig. 1. Location of water monitoring points in western part of the Karkonosze National Park

Explanations: 1 – the boundary of KPN, 2 – new ski lift, 3 – areas of trees cutting, monitoring points: 4 – spring, 5 – piezometer, 6 – stream water level recorder, 7 – infiltrator (Prenart sampler)



Fot. 1. Przelew prostokątny na źródle w okolicy Hali Szrenickiej
Photo 1. Rectangular overfall on the spring in the Hala Szrenicka vicinity



Fot. 2. Wiercenie piezometrów w rejonie nartostrady Puchatek
Photo 2. Drilling of piezometers near the Puchatek ski downhill