

**Małgorzata Malata**

AGH Akademia Górniczo-Hutnicza  
Kraków  
malatamalgorzata@wp.pl

## WYBRANE WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNO-CHEMICZNE POTOKÓW BABIOGÓRSKIEGO PARKU NARODOWEGO

### SELECTED PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF STREAMS BABIA GÓRA NATIONAL PARK

*Zarys treści:* W pracy przedstawiono wpływ budowy geologicznej, rzeźby terenu, szaty roślinnej oraz warunków meteorologicznych na skład fizyczno-chemiczny wód potoków północnej części Babiogórskiego Parku Narodowego (BgPN). Badaniami objęto 3 potoki: Marków, Rybny oraz Szumiąca Woda. Punkty pomiarowe były zlokalizowane u źródła i wylotu potoków. Badania wykonano w dwóch terminach w 2013 roku, w maju (okres aktywny) oraz w październiku (okres pasywny). Za okres pasywny przyjmuje się miesiące o ujemnych temperaturach powietrza (I-III, X-XII), a za okres aktywny pozostałe miesiące (Łajczak, 2004). Analizy chemiczne wykonano w laboratorium Katedry Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej AGH w Krakowie metodami: ICP OES (spektrofotometr emisyjny z plazmą wzbudzoną indukcyjnie) dla jonów:  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ , argentometryczną (miareczkowania z zastosowaniem HCl) dla  $\text{HCO}_3^-$  i  $\text{Cl}^-$  oraz spektrofotometrem dla  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^-$ . Stwierdzono wyraźny wpływ budowy geologicznej na skład chemiczny badanych wód oraz zmienność ich chemizmu w czasie prowadzenia badań. O wpływie warunków meteorologicznych na wody świadczą niższe wartości jonów  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  w porze wiosennej (opady deszczu i topnienie pokrywy śnieżnej) w porównaniu z sezonem jesiennym. Kolejno wysokie stężenia jonów  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  wiosną wskazują na wpływ opadów atmosferycznych oraz dostawę jonów z pokryw zwietrzelinowo-glebowych. Wpływ roślinności oraz działań antropogenicznych na skład chemiczny wód potoków babiogórskich jest niewielki, świadczą o tym niskie stężenia związku biogenego  $\text{NO}_3^-$ .

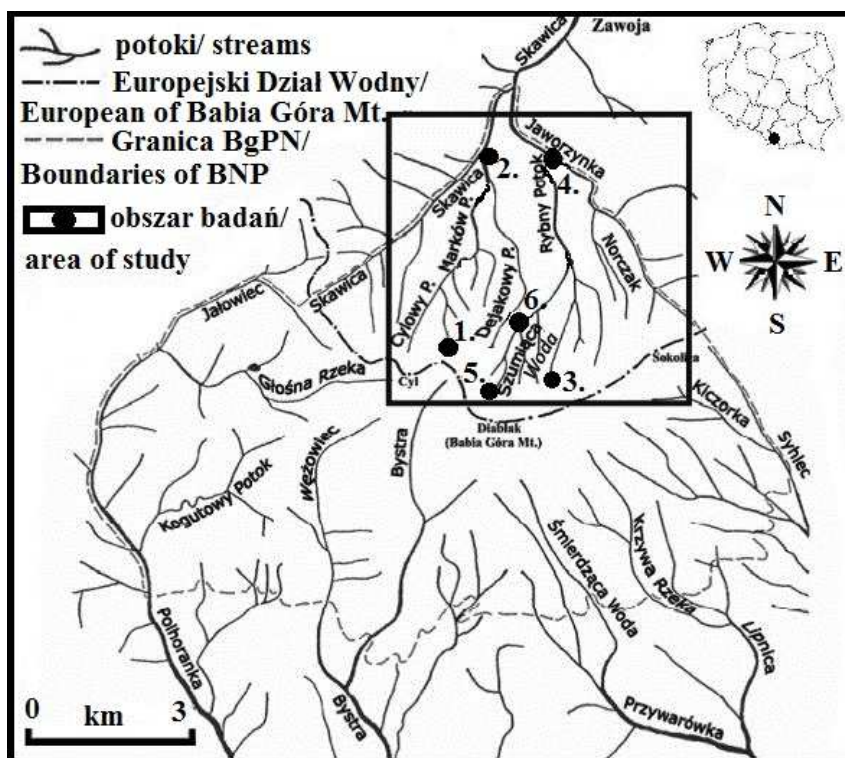
**Słowa kluczowe:** Babiogórski Park Narodowy, klimat, parametry fizyczno-chemiczne, potok  
**Key words:** Babiogórski National Park, climate, physico-chemical properties, stream

### Wprowadzenie

Babiogórski Park Narodowy (BgPN) jest jednym z najstarszych parków narodowych nie tylko w Polsce, ale również w Europie. Formalnie BgPN istnieje od 1 stycznia 1955

roku. W 1977 roku uznany został za światowy rezerwat biosfery przez UNESCO. Obecnie obszar parku obejmuje 3393,34 ha, w tym z ochroną ścisłą – 1062 ha (Postawa 2005).

Stosunki wodne, podobnie jak inne elementy przyrodnicze Babiej Góry, wykazują piętrowe zróżnicowanie zależne od budowy geologicznej, rzeźby terenu, klimatu, gleby i szaty roślinnej (Malata 2014). Grzbietem Babiej Góry przebiegają Europejski Dział Wodny, który oddziela zlewisko Morza Bałtyckiego od Morza Czarnego oraz granica polsko-słowacka (Malata 2014). Skład chemiczny wód na terenie BgPN zależy zarówno od czynników naturalnych, jak i antropogenicznych. Do głównych czynników naturalnych można zaliczyć: skład mineralny skał w obrębie warstw wodonośnych i czas, w jakim woda pozostaje w kontakcie z tymi skałami oraz warunki klimatyczno-roślinno-glebowe (Żelazny i in. 2009, 2013). Oddziaływanie człowieka na chemizm wód uwiadcza się natomiast zwykle przez intensywną turystykę górską, z którą wiążą się m.in. zrzuty ścieków ze schronisk górskich oraz zaśmiecanie. Przejawia się to przede wszystkim obecnością w wodzie związków azotu, fosforu i chlorków (Wolanin 2013).



Ryc. 1. Mapa Babiogórskiego Parku Narodowego z zaznaczonymi miejscami poboru próbek wody w 2013 roku

Fig. 1. Map of the Babia Góra National Park with marked places of the under taken water samples in 2013

Potoki/Streams: 1 – Marków Potok (źródło), 2 – Marków Potok (ujście), 3 – Rybny Potok (źródło), 4 – Rybny Potok (ujście), 5 – Szumiąca Woda (źródło), 6 – Szumiąca Woda (ujście)

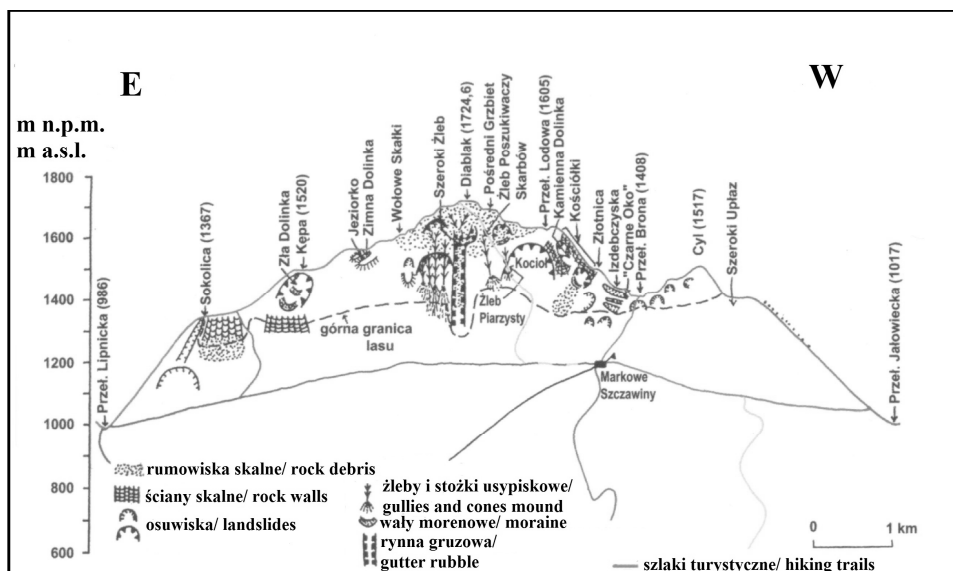
Źródło: opracowanie własne na podstawie Łajczak 2004

Celem opracowania jest wyznaczenie komponentów środowiska fizyczno-geograficznego, które determinują zróżnicowanie fizyczno-chemiczne trzech potoków: Markowego na wysokości źródła (1250 m n.p.m.) i ujścia (638 m n.p.m.), Rybnego na wysokości źródła (1320 m n.p.m.) i ujścia (659 m n.p.m.) oraz Szumiącej Wody na wysokości źródła (1350 m n.p.m.) i ujścia (950 m n.p.m.) na terenie BgPN (ryc. 1). W miarę możliwości określenie ich sezonowej zmienności w zależności od budowy geologicznej, rzeźby terenu, szaty roślinnej, gleby oraz warunków meteorologicznych w okresie pasywnym – październik 2013 (okres pasywny – miesiące z temperaturami poniżej 0°C: I-III, X-XII) i w okresie aktywnym – maj 2013 (okres aktywny – miesiące z temperaturą nie spadającą poniżej 0°C).

## Obszar badań

Teren badań położony jest w północnej części BgPN na wysokości od 638 m n.p.m. do 1350 m n.p.m. (ryc. 1). Obszar ten zalicza się do Karpat Zewnętrznych, Beskidu Zachodniego, wschodniej części Beskidu Żywieckiego. Masyw Babiej Góry leży na granicy Polski i Słowacji i jest drugim najwyższym (Diabliak 1724,6 m n.p.m.) pasmem górskim w Polsce (Malata 2014).

Babia Góra modelowana jest głównie przez procesy niszczące, natomiast procesy budujące mają niewielki udział (Ziętara 2004). Intensywny rozwój procesów rzeźbotwórczych nawiązuje do budowy geologicznej i pięter klimatycznych (Ziętara 2004). Skłon północny pasma wyróżnia się w krajobrazie Karpat fliszowych swoimi rozmiarami i ukształtowaniem (ryc. 2). Ma kształt stoku krawędziowego typu kuesty,



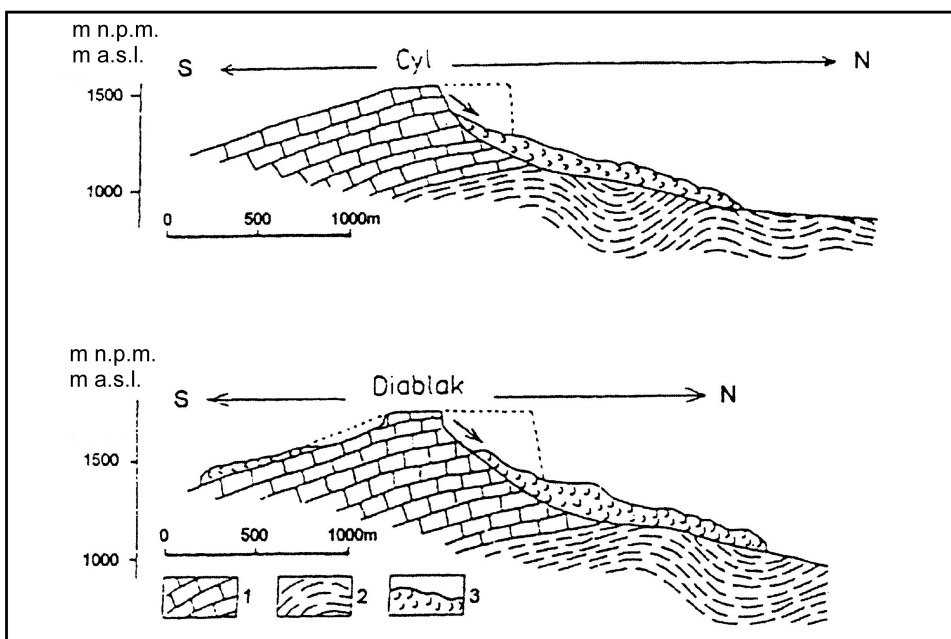
Ryc. 2. Rzeźba Babiej Góry od północy

Fig. 2. Sculpture Babia Góra from north

Źródło: Ziętara 2004

bardzo stromy, wysoki i pokryty rumoszem skalnym (Alexandrowicz 2004). Charakterystycznymi formami dla tego obszaru są głębokie nisze osuwisk skalnych, wały osuwiskowe, żleby, hałdy i stożki usypiskowe, rynny i jezory gruzowe. Znaczną powierzchnię zajmują świeże rumowiska skalne pochodzące z osuwisk i obrywów skalnych (Ziętara 2004).

Jest to obszar o skomplikowanej budowie geologicznej (ryc. 3). Przeważają tu kompleksy drobno- i średniorytmicznego fliszu wieku eocenu środkowego, złożonego z piaskowców magurskich, mułowców oraz łupków. W dolinach potoków oraz ponad nimi występują utwory czwartorzędowe reprezentowane przez holocenijskie żwiry, piaski i gliny oraz plejstocenijskie żwiry i gliny (Książkiewicz 1983; Wójcik i in. 2010). Występują tutaj dwa poziomy wodonośne: pierwszy trzeciorzędowy, reprezentowany przez piaskowce magurskie oraz drugi – przez czwartorzędowe pokrywy żwirowe (Postawa 2005).



Ryc. 3. Przekroje geologiczne przez pasmo Babiej Góry

1 – piaskowce magurskie, 2 – łupki i piaskowce warstw hieroglifowych, 3 – jezory osuwiskowe, nagromadzenie materiału koluwalnego

Fig. 3. Geological cross – sections through the band Babia Góra

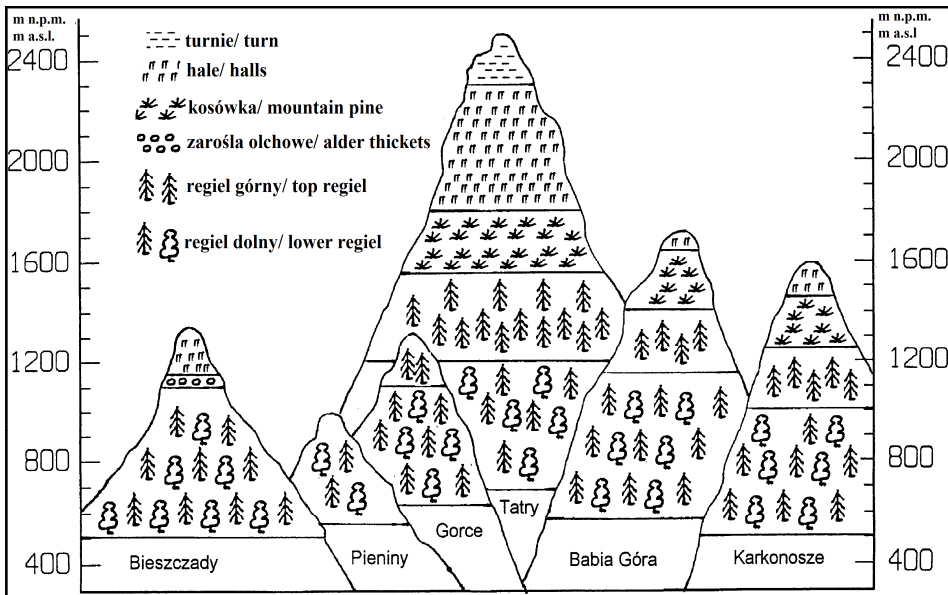
1 – magura sandstones, 2 – shale and sandstone hieroglyphic layers, 3 – tongues landslide, colluvial material accumulation

Źródło: Alexandrowicz 2004

Badane potoki należą do zlewni rzeki Skawicy (prawy dopływ Wisły). Najdłuższymi dopływami Skawicy na tym terenie są potoki Jałowiecki oraz Jaworzyna. Do potoku Jałowieckiego (inaczej Czatożanka) uchodzi m.in. Marków Potok, kolejno

do potoku Jaworzyna dopływa m.in. Rybny Potok oraz jego dopływ potok Szumiąca Woda. Potoki ze stoku północnego łączą się w dwóch miejscach – w Zawoi-Wilcznej oraz Zawoi-Wideł. W efekcie główny ciek – rzeka Skawica – zwiększa z biegiem swoje rozmiary (w ujściu potoki mają największe rozmiary).

Obszar badań leży w trzech piętrach klimatycznych – umiarkowanie ciepłym do wysokości 625 m n.p.m. (o średniej temperaturze 8-6°C), umiarkowanie chłodnym do wysokości 1110 m n.p.m. (6-4°C) oraz chłodnym do wysokości 1408 m n.p.m. (4-2°C) (Obreńska-Starkel 1963). Ze względu na piętra roślinności teren badań zaliczany jest do regla dolnego – lasy mieszane bukowo-świerkowo-jodłowe (680-1080 m n.p.m.) oraz boru górnoreglowego – występowanie drzew iglastych z dominacją świerka i jarzębiny 1080-1400 m n.p.m. (Holeksa, Szwagrzyk 2002; ryc. 4). Na obszarze badań występują gleby brunatne kwaśne, które dominują w BgPN (Miechówka, Niemyska-Łukaszuk 2004).



Ryc. 4. Schemat piętrowego układu roślinności na Babiej Górze i w Tatrach  
 Fig. 4. Schematic layout storey vegetation on Babia Góra and Tatra Mountain

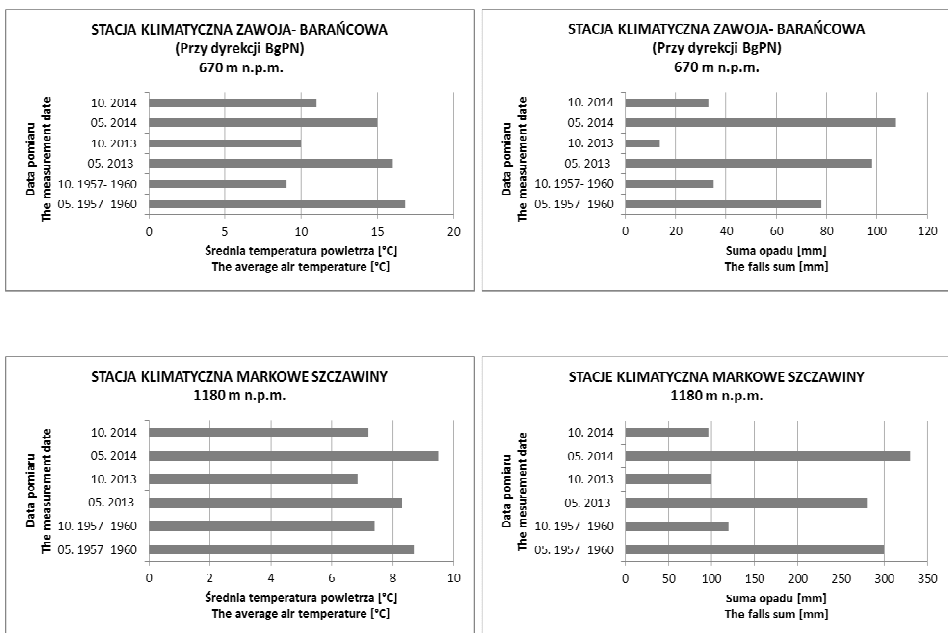
Źródło: jedynka.om.pttk.pl z dnia 25.01.2015

## Materiały i metody

Wodę do analiz pobrano w dwóch terminach – w maju (okres aktywny) oraz w październiku (okres pasywny) 2013 roku z trzech potoków w dwóch wariantach wysokościowych (na wysokości źródła i ujścia potoku). Za okres pasywny, jak już wspomniano, przyjmuje się miesiące o ujemnych temperaturach powietrza (I-III,

X-XII), a za okres aktywny pozostałe miesiące (Łajczak 2004). W terenie wykonano pomiary odczytu pH,  $EC_{25^{\circ}C}$  (przewodność elektrolityczna właściwa wody dla  $25^{\circ}C$ ) oraz temperatury wody. Pomiary terenowe parametrów wody wykonano przenośnym miernikiem wielofunkcyjnym. Do polietylenowych butelek o pojemności  $0,5\text{ dm}^3$  pobrano próby wody do analiz chemicznych. Po przefiltrowaniu wody filtrem strzykawkowym  $0,45\text{ }\mu\text{m}$  próbki wody przechowywano w temperaturze  $4^{\circ}C$  do czasu analizy laboratoryjnej (do 48 h od pobrania). Analizy chemiczne wody obejmowały oznaczenie głównych kationów ( $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Na^{+}$ ,  $K^{+}$ ), anionów ( $HCO_3^{-}$ ,  $Cl^{-}$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $PO_4^{3-}$ ) oraz związków biogennych ( $NH_4^{-}$ ,  $NO_2^{-}$ ,  $NO_3^{-}$ ). Analizy chemiczne wykonano w laboratorium hydrogeochemicznym Katedry Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej AGH w Krakowie. Badania wykonano różnymi metodami analitycznymi, by uzyskać najlepszą dokładność pomiaru stężeń pierwiastków. Stężenia  $HCO_3^{-}$  oraz  $Cl^{-}$  wyznaczono metodą miareczkowania (z zastosowaniem HCl – argentometryczna). Stężenia związków azotowych ( $NO_2^{-}$ ,  $NO_3^{-}$ ,  $NH_4^{-}$ ) określono z wykorzystaniem spektrofotometru DR 2800 firmy HACH Lange. Metodą ICP OES za pomocą spektrofotometru emisyjnego z plazmą wzbudzoną indukcyjnie (Plasm 40 firmy PERKIN ELMER) oznaczono jony, tj.:  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $K^{+}$ ,  $Na^{+}$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $PO_4^{3-}$ . Obliczono twardość ogólną (To), węglanową (Tw), niewęglanową (Tnw) oraz mineralizację (M). Twardość ogólną obliczono jako sumę  $rCa^{2+}$  i  $rMg^{2+}$ , za twardość węglanową przyjęto stężenie jonu  $rHCO_3^{-}$ , zaś twardość niewęglanową obliczono jako różnicę pomiędzy nimi. Mineralizację obliczono jako sumę oznaczonych jonów. Pod względem hydrogeochemicznym sklasyfikowano wody badanych wód według klasyfikacji Szczukariewa-Prikłońskiego (Macioszczyk 1987).

Podczas badań (maj, październik 2013 roku) brano pod uwagę wpływ temperatury powietrza oraz wysokości opadów atmosferycznych zarówno na terenie stacji meteorologicznej Markowe Szczawny (1180 m n.p.m.), jak i pobliskiej wioski Zawoja (670 m n.p.m.). Najniższa temperatura powietrza w czasie pobierania prób wody wyniosła  $-4,2^{\circ}C$  w październiku, a najwyższa w maju  $27^{\circ}C$ . Na terenie stacji meteorologicznej Markowe Szczawiny podczas trwania badań w 2013 roku najniższa temperatura wystąpiła w październiku ( $-4,2^{\circ}C$ ), a najwyższa w maju ( $23,2^{\circ}C$ ). Na terenie wioski Zawoja w tym samym okresie najniższa temperatura wyniosła  $-3^{\circ}C$  w październiku, a najwyższa  $27^{\circ}C$  w maju. Średnia dobowo wysokość opadów deszczu na terenie stacji meteorologicznej Markowe Szczawiny w maju 2013 roku wyniosła  $9,03\text{ mm/dzień}$  ( $280\text{ mm}$  miesięcznie). Średnia suma dobowo opadów w październiku w tym samym roku to  $3,23\text{ mm/dzień}$  ( $100\text{ mm}$  miesięcznie). Na terenie wioski Zawoja średnia suma dobowo opadów w maju 2013 roku wyniosła  $3,16\text{ mm/dzień}$  ( $98\text{ mm}$  miesięcznie), a średnia dobowo suma opadów w październiku  $0,44\text{ mm/dzień}$  ( $13,6\text{ mm}$  miesięcznie). Dane meteorologiczne z 2013 roku porównano z danymi z 2014 ([www.freemeteo.pl](http://www.freemeteo.pl); [meteo.gopr.pl/stations/d/20](http://meteo.gopr.pl/stations/d/20) z dni 31.05.2013, 31.10.2013) i z średnimi wartościami z lat 1957-1960 (Obrębska-Starkel 1963). Pomiary temperatur powietrza i sum opadów deszczu w okresie badań w 2013 roku można uznać za typowe dla wielolecia (ryc. 5).



Ryc. 5. Przebieg średnich miesięcznych wartości temperatury powietrza i sum opadów w miesiącach maj, październik 2013, 2014 oraz w latach 1957-1960

Fig. 5. The average monthly air temperature and precipitation in May, October in 2013, 2014 and in 1957-1960

Źródło: [www.freemeteo.pl](http://www.freemeteo.pl), [meteo.gopr.pl/stations/d/20](http://meteo.gopr.pl/stations/d/20) z dni 31.05.2013, 31.10. 2013

## Wyniki

Woda analizowanych potoków pod względem odczynu była słabo zasadowa, pod względem twardości – miękka, a mineralizacji – słodka (Bajda i in. 2011; tab. 1). W składzie chemicznym wód najwyższe stężenia miały jony  $\text{Ca}^{2+}$  i  $\text{HCO}_3^-$ , niższe wartości stężeń miały jony  $\text{Mg}^{2+}$  i  $\text{SO}_4^{2-}$  (ryc. 6). Ze związków biogennych w wodach występował przeważnie  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$  był na granicy oznaczalności,  $\text{NO}_2^-$  – poniżej granicy oznaczalności (tab. 1).

Na obszarze badań występowało duże zróżnicowanie parametrów fizycznych i chemicznych wód badanych potoków. Woda Rybnego Potoku (źródło) cechowała się najniższymi średnimi wartościami fizyczno-chemicznymi: twardości ogólnej (To), węglanowej (Tw), niewęglanowej (Tnw), pH oraz mineralizacji. Woda ta miała również najniższe średnie stężenia jonów:  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ . Najwyższe średnie wartości parametrów fizyczno-chemicznych (mineralizacja, przewodność elektrolityczna, twardość ogólna, twardość niewęglanowa) i jonów ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ) wykryto w wodzie potoku Szumiąca Woda (ujście). Maksymalne wartości większości parametrów fizyczno-chemicznych wód potoków notowano w okresie pasywnym (październik 2013 roku). Minimalne wartości paramet-

Parametry fizyczno-chemiczne wód z potoków

Tabela I

Physico-chemical parameters waters from the streams

Table I

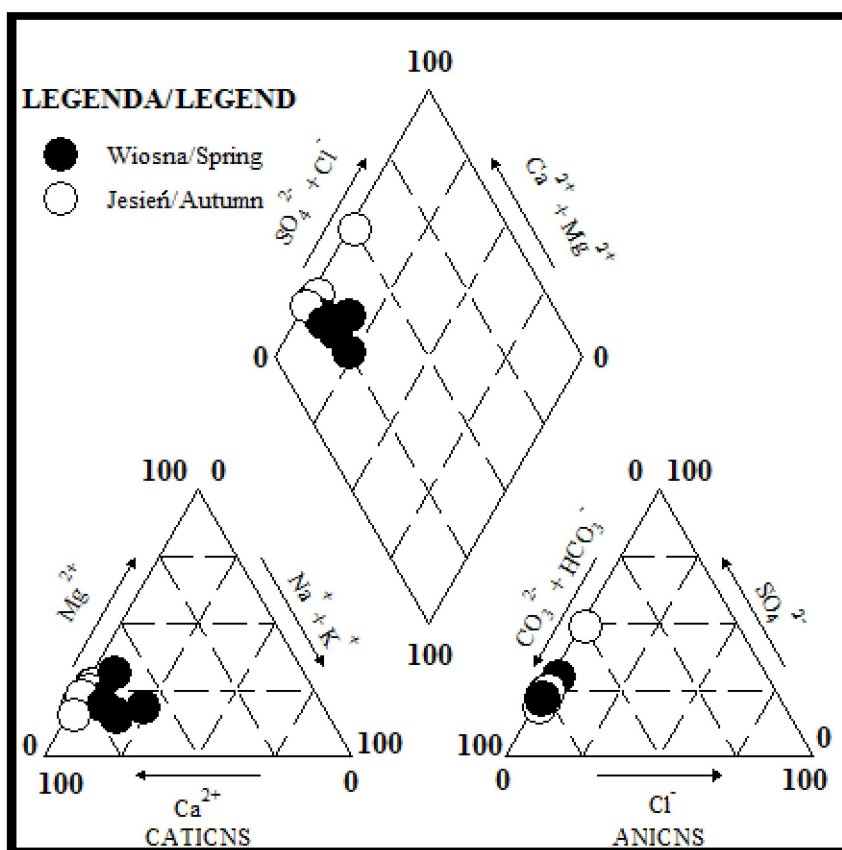
POTOK/STREAM	DATA/TIME	Typ Wody/ Water Type	pH	EC <sub>25°C</sub> µS·cm <sup>-1</sup>	T °C	To mval·dm <sup>-3</sup>	Tw mval·dm <sup>-3</sup>	Tnw	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	M
MARKÓW (źródło)	5.2013	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -Ca <sup>2+</sup> -SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	4,3	98	4,4	0,91	0,9	0,01	14,3	2,6	4,2	4	0,26	56,3	14	0,7	0,008	0,07	96,44
	10.2013	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -Ca <sup>2+</sup> -Mg <sup>2+</sup> -SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	4	115,9	5,6	1,59	1,22	0,37	23,4	5,2	0,58	0,33	0,24	76,3	16,7	1,2	0,052	0,85	124,9
	Śred./Ave	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -Ca <sup>2+</sup> -Mg <sup>2+</sup> -SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	4,15	106,95	5	1,25	1,06	0,19	18,9	3,9	2,39	2,165	0,25	66,3	15,4	0,95	0,03	0,46	110,6
MARKÓW (ujście)	5.2013	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -Ca <sup>2+</sup> -SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	6,2	120,3	4,8	1,2	1,01	0,19	19,7	2,8	3	3,5	0,29	63,2	15,2	0,9	0,033	0,66	109,3
	10.2013	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -Ca <sup>2+</sup> -Mg <sup>2+</sup> -SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	3	129	7	1,74	1,34	0,4	25,6	5,9	0,87	0,36	0,23	83,6	18,9	1,7	0,05	0,79	138
	Śred./Ave	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -Ca <sup>2+</sup> -Mg <sup>2+</sup> -SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	4,6	124,65	5,9	1,47	1,18	0,295	22,7	4,4	1,935	1,93	0,26	73,4	17,1	1,3	0,0415	0,725	123,6
RYBNY (źródło)	5.2013	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -Ca <sup>2+</sup> -SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	3,2	105,8	6	0,93	0,77	0,16	15,7	2	2,4	3,3	0,27	48	16,5	1	0,04	0,08	89,29
	10.2013	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -Ca <sup>2+</sup> -Mg <sup>2+</sup> -SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	4,7	110,6	8,4	1,06	0,86	0,2	16,1	3,3	0,47	0,5	0,22	53,3	14	1,1	0,044	0,8	89,83
	Śred./Ave	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -Ca <sup>2+</sup> -SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	3,95	108,2	7,2	1	0,82	0,185	15,9	2,7	1,435	1,9	0,245	50,65	15,3	1,05	0,042	0,44	89,56
RYBNY (ujście)	5.2013	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -Ca <sup>2+</sup> -SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -Mg <sup>2+</sup>	5,6	134,7	3,8	1,55	1,28	0,27	24,3	4,3	1,2	3,1	0,28	79,5	17,7	1	0,026	0,69	132,1
	10.2013	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -Ca <sup>2+</sup>	3,1	160,9	6,9	1,78	1,44	0,34	29	4,3	0,5	0,2	0,22	89,5	16	1,6	0,046	0,75	142,1
	Śred./Ave	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -Ca <sup>2+</sup> -Mg <sup>2+</sup>	4,35	147,8	5,35	1,67	1,36	0,31	26,7	4,3	0,85	1,65	0,25	84,5	16,9	1,3	0,036	0,72	137,1
SZUMIĄCA WODA (źródło)	5.2013	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -Ca <sup>2+</sup> -Mg <sup>2+</sup> -SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	2,9	184,8	5,1	1,83	1,55	0,28	24,7	7,6	2,3	2,2	0,24	96,3	21	0,8	0,034	0,4	155,6
	10.2013	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -Ca <sup>2+</sup> -Mg <sup>2+</sup>	2,6	270,1	6	3,03	2,5	0,53	47,8	8,5	0,66	0,67	0,23	156	28,7	2,2	0,988	1	246,7
	Śred./Ave	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -Ca <sup>2+</sup> -Mg <sup>2+</sup>	2,75	227,45	5,55	2,43	2,03	0,405	36,3	8,1	1,48	1,435	0,235	126,2	24,9	1,5	0,511	0,7	201,2
SZUMIĄCA WODA (ujście)	5.2013	Ca <sup>2+</sup> -HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	3	191	6,2	1,9	1,66	0,24	30,7	4,8	2,8	3,3	0,24	103,2	21,8	1	0,034	1,37	169,2
	10.2013	Ca <sup>2+</sup> -HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	3,6	300	7,8	3,05	1,7	1,35	52,4	5,9	0,99	0,88	0,22	105,6	79,8	2,4	0,069	1,46	249,7
	Śred./Ave	Ca <sup>2+</sup> -HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	3,3	245,5	7	2,48	1,68	0,8	41,6	5,4	1,895	2,09	0,23	104,4	50,8	1,7	0,0515	1,415	209,5

To - Twardość ogólna/ Total hardness. Tw - Twardość węglanowa/ Carbonate hardness. Tnw - Twardość niewęglanowa/ Non carbonate hardness. M - Mineralizacja/Mineralization

Źródło: opracowanie własne

Pod względem hydrochemicznym wody potoków północnego stoku masywu Babiej Góry zalicza się do klasy trzyjonowej oraz czterojonowej. Rybny Potok (ujście) oraz Szumiąca Woda (źródło) należą do klasy hydrochemicznej trzyjonowej  $\text{HCO}_3^- \text{-Ca}^{2+} \text{-Mg}^{2+}$ . Również do klasy trzyjonowej należy woda z potoku Szumiąca Woda (ujście)  $\text{Ca}^{2+} \text{-HCO}_3^- \text{-SO}_4^{3-}$  oraz woda z Rybnego Potoku (źródło)  $\text{HCO}_3^- \text{-Ca}^{2+} \text{-SO}_4^{3-}$ , a wody Markowego Potoku (źródło i ujście) do klasy czterojonowej  $\text{HCO}_3^- \text{-Ca}^{2+} \text{-Mg}^{2+} \text{-SO}_4^{3-}$  (tab. 1).

Niska mineralizacja wody potoków (od 89,29 do 246,7  $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ ) może być spowodowana występowaniem odpornych na wietrzenie i mało zasobnych w składniki alkaliczne piaskowców magurskich. Prowadzi to do rozcieńczania wody oraz skrócenia czasu kontaktu wody z podłożem skalnym. W związku z tym maleje możliwość rozpuszczania skał i wzbogacania się wody w składniki chemiczne (Pasternak 1983). Wyniki badań potwierdziły zasygnalizowany przez Pasternaka (1983) odczyn obojętny wody na Babiej Górze, który w profilu wysokościowym zawiera



Ryc. 6. Diagram Piper badanych próbek wody  
Fig. 6. Piper diagram of the water samples studies

Źródło: opracowanie własne

się w granicach 7,8-8,9. Przewodność elektrolityczna mieściła się w przedziale 98-300  $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ . Wyższe wartości  $\text{EC}_{25^\circ\text{C}}$  w czasie prowadzenia badań notowano w porze jesiennej, gdy występowała wyższa mineralizacja. Średnia temperatura wody potoków nie przekroczyła  $4,7^\circ\text{C}$  – najniższą temperaturę zanotowano wiosną w potoku Szumiąca Woda (źródło) –  $2,6^\circ\text{C}$ , a najwyższą jesienią w potoku Markowym (ujście) –  $6,2^\circ\text{C}$  (tab. 1). Niższa temperatura wody wiosną może być spowodowana ochłodzeniem wody poprzez spływ topniejącej pokrywy śnieżnej wiosną do potoków. Niższe temperatury w czasie prowadzenia badań zazwyczaj notowano na wysokościach źródeł potoków, zgadza się to ze stwierdzeniem Łajczaka (2004), że temperatura wody spada średnio o  $0,5^\circ\text{C}$  na 100 m wzniesienia. Najwyższe stężenie jonu biogenego  $\text{NO}_3^-$  w wodach potoków w czasie badań występowało wiosną (okres aktywny) i może to być spowodowane uwalnianiem tych jonów z topniejącej pokrywy śnieżnej, a najniższe jesienią (okres pasywny), ponieważ mogły one być asymilowane przez rośliny.

## Podsumowanie

Chemizm wód potoków: Markowego, Rybnego i Szumiącej Wody cechował się zarówno przestrzennym zróżnicowaniem, jak i sezonowymi zmianami zależnymi od okresu pasywnego (październik 2013 – miesiąc z temp. powietrza poniżej  $0^\circ\text{C}$ ) i aktywnego (maj 2013 – miesiąc z temp. powietrza powyżej  $0^\circ\text{C}$ ). Przestrzenne zróżnicowanie chemizmu wody wynikało z budowy geologicznej i czasu kontaktu wody z materiałem skalnym. Stężenia większości jonów w wodach potoków wzrastały od szczytów, w stronę podnóża Babiej Góry. Wody mające dłuższy kontakt z piaskowcem magurskim cechowały się niższymi wartościami stężenia jonów. Można to wiązać z dużą odpornością tych skał na wietrzenie i krótkim kontaktem wody ze skałami podłoża. Pod względem cech fizycznych i chemicznych wody potoków są typowe dla strefy hipergenicznej klimatu umiarkowanego, w której wodorowęglany dominują w wśród anionów, a wapń – wśród kationów.

Na chemizm wody potoków wpływały także warunki klimatyczne, co objawiało się sezonowymi zmianami stężenia jonów w ich wodach. W wodach wszystkich analizowanych potoków w czasie prowadzenia badań (maj i październik 2013) najwyższe stężenia jonów występowały jesienią, a najniższe – wiosną. W przypadku większości jonów zaznacza się także zależność z wydajnością wody potoków. Im wyższe opady deszczu, a tym samym wydajność potoków, tym niższe były stężenia jonów. Badania sezonowości chemizmu źródeł i potoków prowadzone przez Łajczaka (1983, 1998, 2004), Pasternaka (1983) i Malatę (2014) także potwierdziły, że najwyższe stężenia przypadają w czasie niskich wydajności potoków jesienią i zimą, najniższe z kolei – przy wysokich wydajnościach związanych z roztopami i wezbraniami wiosennymi i letnimi. Wpływ warunków klimatycznych można zaobserwować także na przykładzie temperatury wody potoków. Zaznacza się prawidłowość, że wraz ze wzrostem wysokości nad poziom morza maleje średnia temperatura wody potoków. Wobec tego nawiązuje ona do piętrowości klimatycznej na Babiej Górze.

Biologiczna aktywność potoków miała także istotny wpływ na chemizm wód. Zaznacza się to w zmienności w czasie prowadzenia badań stężenia związków bio-

genny, zwłaszcza  $\text{NO}_3^-$ . Najwyższe stężenia jonów  $\text{NO}_3^-$  stwierdzono wiosną, kiedy mogą być one uwalnianie z topniejącej pokrywy śnieżnej. Wczesną jesienią, podczas występowania bujnej roślinności, odnotowano najniższe stężenia  $\text{NO}_3^-$ , ponieważ jony te mogły być asymilowane przez rośliny. Badania Campbella i in. (2000) i Piątka i in. (2009) potwierdzają takie zmiany  $\text{NO}_3^-$  w ciągu roku, a wyjaśnione są one biologiczną aktywnością potoków.

Występująca na terenie Babiogórskiego Parku Narodowego turystyka górską nie stanowi zagrożenia dla jakości wody. Na terenie schroniska Markowe Szczawiny od 2010 roku działa nowoczesna oczyszczalnia ścieków, która zabezpiecza przed powstaniem nowych źródeł zanieczyszczeń. Czystości wody potoków dowodzą niskie stężenia związków biogenny, które są stale monitorowane przez pracowników Parku Narodowego.

## Literatura

- Alexandrowicz W.S., 2004, *Zarys Budowy Geologicznej Babiej Góry*. W: *Babiogórski Park Narodowy. Monografia Przyrodnicza*, red. W. Wołoszyn, A. Jaworski, J. Szwagrzyk, Kraków, s. 87-107
- Bajda T., Manecki M., Matusik J., Rzepa G., 2011, *Elementy Hydrogeochemii*. W: *Geochemia. Materiały do ćwiczeń dla studentów kierunku ochrona środowiska*, red. T. Bajda, M. Manecki, J. Matusik, G. Rzepa, Kraków, s. 66-76
- Campbell D.H., Baron J.S., Tonnessen K.A., Brooks P.D., Schuster P.F., 2000, *Controls of nitrogen flux in alpine/subalpine watersheds of Colorado*, *Water Resources Research*, 36, (1), s. 37-47
- Holeksa J., Szwagrzyk J., 2002, *Szata roślinna*. W: *Świąty Babiej Góry*, red. D. Ptaszycka-Jackowska, Zawoja, s. 41-95
- Książkiewicz M., 1983, *Zarys geologii Babiej Góry*. W: *Park Narodowy na Babiej Górze. Przyroda i człowiek*, red. K. Zabierzowski, Warszawa-Kraków, s. 25-39
- Łajczak A., 1983, *Wody podziemne*. W: *Park Narodowy na Babiej Górze. Przyroda i człowiek*, red. K. Zabierzowski, Warszawa-Kraków, s. 79-94
- Łajczak A., 1998, *Charakterystyka hydrograficzna, zasoby wodne, zagrożenie wód i wykonanie szczegółowej mapy hydrograficznej Babiogórskiego Parku Narodowego*, Zawoja
- Łajczak A., 2004, *Wody Babiej Góry*. W: *Babiogórski Park Narodowy. Monografia Przyrodnicza*, red. W. Wołoszyn, A. Jaworski, J. Szwagrzyk, Kraków, s. 153-177
- Macioszczyk A., 1987, *Hydrogeochemia*, Warszawa
- Malata M., 2014, *Chemical composition of water sources in the north-west part of the massif Babia Gora*. W: *Book of abstracts World Water Day: young scientist conference*, red. K. Świdnicki, Poznań, s. 100
- Miechówka A., Niemyska-Lukaszuk J., 2004, *Gleby Babiej Góry*. W: *Babiogórski Park Narodowy. Monografia Przyrodnicza*, red. W. Wołoszyn, A. Jaworski, J. Szwagrzyk, Kraków, s. 197-212
- Obrębska-Starkel B., 1963, *Klimat Babiej Góry*. W: *Babiogórski Park Narodowy*, red. W. Szafer, Kraków, s. 45-69
- Pasternak K., 1983, *Wody powierzchniowe*. W: *Park Narodowy na Babiej Górze. Przyroda i człowiek*, red. K. Zabierzowski, Warszawa-Kraków, s. 63-78
- Piątek K.B., Christopher S.F., Mitchell M.J., 2009, *Spatial and temporal dynamics of stream chemistry in a forested watershed*, *Hydrology and Earth System Sciences*, 13, s. 423-439
- Postawa A., 2005, *Zarys Aktualnych Warunków Hydrogeologicznych Babiogórskiego Parku Narodowego*, Toruń

- Wolanin A., 2013, *Właściwości fizykochemiczne wody potoków tatrzańskich w okresie kwiecień-listopad 2011 roku*, Prace Geograficzne, 133, (1), s. 49-60
- Wójcik A., Rączkowski W., Mrozek T., Nescieruk P., Marciniak P., Zimnal Z., 2010, *Mapa geologiczno-turystyczna Babiogórskiego Parku Narodowego 1:13 000*, Warszawa
- Ziętara T., 2004, *Rzeźba Babiej Góry*. W: *Babiogórski Park Narodowy. Monografia Przyrodnicza*, red. W. Wołoszyn, A. Jaworski, J. Szwagrzyk, Kraków, s. 109-135
- Żelazny M., Wolanin A., Płaczowska E., 2009, *Przestrzenne zróżnicowanie i sezonowe zmiany cech fizyczno-chemicznych wód potoków Kościeliskiego i Chochołowskiego w Tatrach Zachodnich*. W: *Zasoby i ochrona wód. Obieg wody i materii w zlewniach rzecznych*, red. R. Bogdanowicz, J. Fac-Beneda, Gdańsk, s. 461-467
- Żelazny M., Wolanin A., Płaczowska E., 2013, *Hypsometric factors for differences in chemical composition of spring waters of the Tatra National Park*, Polish Journal of Environmental Studies, 22, 1, s. 289-299
- [www.freemeteo.pl](http://www.freemeteo.pl)  
<http://jedynka.om.pttk.pl>  
<http://meteo.gopr.pl/stations/d/20/>

## Summary

The aim of this study was to analyze the chemical properties and selected physical water streams of the northern massif of Babia Góra (BNP). Analysis of field and laboratory treated water from three streams, each in two variants heights. The study included three streams: Marków, Rybny and Szumiąca Woda. The measuring points were located at the source and outlet streams in BNP. The study was performed on two dates in 2013, in May (active period) and October (passive period). For the passive taken months of negative air temperatures (I-III, X-XII), and the active period of the remaining months (Łajczak 2004). Chemical analyzes were performed in the laboratory of the Department of Hydrogeology and Engineering Geology AGH in Krakow. Chemical analyzes were carried out by methods: ICP OES (spectrometer with inductively plasma emission) for ions  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ , argentometric (titration method using HCl) for  $\text{HCO}_3^-$  and Cl<sup>-</sup>, and using a spectrophotometer for  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ . The total hardness (To), carbonate (Tw), not carbonate (Tnw), mineralization (M) were calculated. The study area is characterized by large reserves of clean water with low mineralization (89.29-246.7  $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ ).  $\text{Ca}^{2+}$  was found as the most common cation, and  $\text{HCO}_3^-$  was the most common anion. Lower concentrations have  $\text{Mg}^{2+}$  and  $\text{SO}_4^{2-}$ , other ions have much lower concentrations. The nutrients in the waters appeared mostly  $\text{NO}_3^-$  and less  $\text{NH}_4^+$ . During the study found a clear impact geological structure (presence of hard, resistant to aeration and not very rich in alkaline components of sandstones in the area of alimony) on the chemical composition of water chemistry and their variability during the study. The influence of meteorological conditions on the water provide lower values of  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  in the time of spring (rainfall and snow melting) compared to autumn season. In turn, concentrations of  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  (spring) indicate the influence of rainfall and the supply of ions from the soil. The human impact and influence of vegetation on the chemical composition of water streams is insignificant, testified by the low concentration of the biogenic  $\text{NO}_3^-$ .

*Praca została zrealizowana w ramach badań  
statutowych Katedry Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej  
AGH w Krakowie – umowa 11.11.140.026.*