

NOWE STANOWISKA ŹRÓDEŁ Z MARTWICAMI WAPIENNYMI NA OBSZARZE BESKIDU MAŁEGO

Tadeusz Molenda¹, Paweł Nejfeld²

¹ Wydział Nauk o Ziemi, Uniwersytet Śląski, ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec, e-mail: tedimolenda@interia.pl

² Dendrus, Pracownia Ekspertyz Środowiskowych, Batorego 27, 34-300 Żywiec, e-mail: pawelnefeld@interia.pl

STRESZCZENIE

W artykule przedstawiono charakterystykę hydrograficzno-hydrochemiczną źródeł z wytraceniami martwic wapiennych położonych na obszarze Beskidu Małego. Źródła tego typu wraz z charakterystycznymi zbiorowiskami *Cratoneurion commutati* zaliczone zostały do siedlisk przyrodniczych o znaczeniu priorytetowym (kod Natura 2000: 7220). Wykazano, że depozycja martwic wapiennych zachodzi w źródłach o zróżnicowanej mineralizacji wód. Ma ona również charakter okresowy, przypada głównie na lato.

Słowa kluczowe: źródło, martwica wapienna, Natura 2000: 7220, onkoidy, *Cratoneurion commutati*

THE NEW STANDS OF SPRINGS WITH LIMESTONE PRECIPITATION IN THE AREA OF BESKID MAŁY MTS.

ABSTRACT

The paper presents hydrological-hydrochemical characteristics of springs with limestones precipitations situated in the area of the Beskid Mały Mts. These springs with characteristic plant communities *Cratoneurion commutati* were included to priority NATURA 2000 habitat (code 7220). It was revealed that precipitation of limestone occurs in spring with diversified mineralization of waters. It is a periodic phenomenon with the maximum of the occurrence in summer.

Keywords: Springs, hydrochemistry, Natura 2000 habitat (code:7220), *Cratoneurion commutati*

WSTĘP

W strefie umiarkowanych szerokości geograficznych (o średniej rocznej temperaturze powietrza $< 8^{\circ}\text{C}$) proces aktywnej depozycji martwic wapiennych w strefie wpływu chłodnych wód źródłanych jest zjawiskiem stosunkowo rzadkim. Na obszarze Polski źródła tego typu znane są z nielicznych stanowisk położonych głównie w Tatrach, Gorcach oraz Pogórzu Śląskim (dla tego też tego typu źródła wraz z charakterystycznymi zbiorowiskami *Cratoneurion commutati* zaliczone zostały do siedlisk przyrodniczych o znaczeniu priorytetowym kod Natura 2000: 7220). Celem pracy jest charakterystyka hydrograficzno-hydrochemiczna nowo stwierdzonych i dotychczas nie badanych źródeł z martwicą

wapienną oraz udziałem gatunków ze związku (*Cratoneurion commutati*).

LOKALIZACJA OBSZARU BADAŃ

Badane źródła położone są na terenie Beskidu Małego w południowej Polsce (rys. 1). Beskid Mały zalicza się do gór średnich, a wysokość najwyższych szczytów nie przekracza 1000 m n.p.m. Beskid Mały składa się z wielu znacznie rozczłonkowanych pasm zbudowanych głównie z piaskowca godulskiego. Ciągnie się w kierunku równoleżnikowym na długości ponad 30 km, przy szerokości 10–15 km i zajmuje powierzchnię około 400 km² [Kondracki, 2000]. Szczegółowa lokalizacja badanych źródeł przedstawiona została w tabeli 1.



Rys. 1. Lokalizacja Beskidu Małego

METODY BADAŃ

Kartowanie hydrograficzne pozwalające na identyfikację typów źródeł przeprowadzono zgodnie z wytycznymi podanymi przez Gutry Korycką i Werner-Więckowską [1996]. Do badań właściwości fizyczno-chemicznych wód wytypowano trzy źródła # 1,2,5. W źródłach tych pobierano próby wody. Pobór prób wykonywano kwartalnie, w charakterystycznych porach roku: zimą w lutym, wiosną w kwietniu, latem w lipcu oraz jesienią w październiku. Z każdego źródła pobrano po cztery próby ($n=4$). Próbkę wody do analiz laboratoryjnych pobierano do butelek polietylenowych o pojemności 0,5 L. Transport prób wody do laboratorium odbywał się w temperaturze $+4^{\circ}\text{C}$. Przed analizami próby były filtrowane na sączku $0,45\ \mu\text{m}$ (Millipore). Analizy laboratoryj-

ne obejmowały oznaczenie głównych kationów i anionów w wodzie: Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{+} , K^{+} , HCO_3^{-} , SO_4^{2-} , Cl^{-} , NO_3^{-} oraz PO_4^{2-} . Analizy przeprowadzono na chromatografie jonowym Metrohm 850 Professional IC. Pomiary podstawowych właściwości fizycznych i chemicznych wody (temperatura, odczyn, przewodność elektrolityczna właściwa), prowadzone były bezpośrednio w terenie za pomocą miernika wieloparametrowego Multi-line firmy YSI (produkcji USA). Przed każdymi badaniami miernik był kalibrowany za pomocą roztworów wzorcowych.

Typ hydrochemiczny wody ustalono w oparciu o klasyfikację Szczukariewa – Prikłońskiego [Macioszczyk 1987]. Obliczono również wskaźnik nasycenia wód względem kalcytu SI (*Saturation Index*). Na wypływach wykonano pomiar natężenia przepływu (Q) [L/s] za pomocą zastawki RBC firmy Ejkelkamp lub metodą podstawionego naczynia (wolumetryczną). Podstawowe analizy statystyczne (średnia, odchylenie standardowe, istotność różnic) zostały wykonane za pomocą programu R [R Development Core Team, 2009].

WYNIKI I DISKUSJA

Przeprowadzone kartowanie hydrograficzne pozwoliło stwierdzić, że pod względem położenia geomorfologicznego wszystkie badane źródła należą do typu stokowego. Są one położone na lewobrzeżnym zboczu doliny Skawy. Wypływ wody odbywa się pod wpływem siły grawitacji, są to źródła descensyjne (zstępujące). Wydajność wypływu #1 wynosi od 0,05 do 0,1 L/s. Taką samą wydajnością cechuje się również źródło #5.

Tabela 1. Położenie badanych źródeł

Table 1. Location of investigated springs

Nr źródła	Nazwa miejscowości położenia źródła	Wysokość n.p.m. [m]	Położenie w systemie odniesienia WGS 1984	Położenie w układzie współrzędnych PUWG 1992 [m]
#1	Gorzeń Górny	270	N: $49^{\circ}51'44,3''$ E: $19^{\circ}30'21,8''$	X: 221785,6 Y: 536360,7
#2	Gorzeń Górny 1	290	N: $49^{\circ}50'58,5''$ E: $19^{\circ}30'17,1''$	X: 220371,0 Y: 536276,0
#3	Gorzeń Górny 2	330	N: $49^{\circ}50'57,2''$ E: $19^{\circ}30'17,1''$	X: 535834,0 Y: 220328,0
#4	Gorzeń Górny 3	310	N: $49^{\circ}50'57,2''$ E: $19^{\circ}30'2,2''$	X: 535979,0 Y: 220329,0
#5	Zembrzyce 1	340	N: $49^{\circ}45'40,3''$ E: $19^{\circ}35'45,2''$	X: 210595,0 Y: 542904,0
#6	Zembrzyce 2	340	N: $49^{\circ}45'39,4''$ E: $19^{\circ}35'46,0''$	X: 210568,0 Y: 542919,0

Jak wynika z powyższego wydajność źródeł jest bardzo mała, ale są to źródła stałe (funkcjonują w ciągu całego roku). Ocena wydajności źródła #2 nie jest możliwa, gdyż badany wypływ jest obudowany – cembrowina wykonana z betonowych kręgów studziennych, a woda rurociągiem kierowana do najbliższych domów. Pomimo obudowy źródła nadwyżki wody wypływają poniżej obudowy i źródło w ograniczonym zakresie nadal funkcjonuje. Na podstawie przeprowadzonego wywiadu można stwierdzić, że również to źródło jest stałe.

Najbardziej spektakularną cechą badanych źródeł jest proces wytrącenia martwic wapiennych z ich wód. Proces ten zachodzi na długości od kilku do kilkunastu metrów poniżej wypływu wód źródłanych. Martwice wapienne wytrącają się głównie na żywych częściach mchów. Mają one wówczas strukturę lekkich, silnie porowatych osadów. Biorąc pod uwagę klasyfikację zaproponowaną przez Dobrowolskiego [2011] osady tego typu można zaliczyć do tufów wapiennych. Stwierdzono również wytrącenia w postaci progów i pól kalcytowych. Powszechne są również onkoidy – koncentryczne naskorupienia węglanowe występujące głównie na szczątkach organicznych. Badane martwice są koloru beżowo-białego, a ich miąższość wynosi od kilku do kilkadziesiąt centymetrów. W martwicach stwierdzono występowanie szczątków roślin. Przyczyną powstawania martwic wapiennych jest ubytek dwutlenku węgla z roztworu (wody źródlanej) co następuje najczęściej na skutek spadku ciśnienia związanego z wypływem wód podziemnych na powierzchnię, asymilacji przez rośliny lub dyfuzji do atmosfery wynikającej z intensywnego ruchu wody. Ubytek dwutlenku węgla powoduje wytrącenie się węglanu wapnia podczas reakcji przebiegającej według następującego schematu:



Średnia wartość przewodności elektrolitycznej wód źródła #1 wynosi 744 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Jest to woda średnio zmineralizowana (461 mg/L). Podobne wartości przewodności elektrolitycznej stwierdzono również źródle (#2) – 708 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Duża wartość przewodności elektrolitycznej wód źródeł #1 i #2 jest następstwem ich krążenia w marglach. Skąły tego typu zawierają bowiem w swoim składzie znaczną ilość węglanów. Stwierdzone wartości przewodności elektrolitycznej są porównywalne z tymi, jakie przedstawił Molenda i Nejfeld [2012] oraz Podgórska i in. [2014] w innych źródłach z martwicami wapiennymi występującymi na obszarze Pogórza Śląskiego. Zdecydowanie mniejszą wartość przewodności elektrolitycznej stwierdzono w źródle (#5) – 484 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Jest to związane z faktem, że warstwę wodonośną w tym przypadku stanowią piaskowce o spoiwie węglanowym. Są one zdecydowanie mniej zasobne w węglany i trudniej podlegają ługowaniu niż margle. Stwierdzona wartość jest jednak większa od tej jaką stwierdzono w innych źródłach z martwicą wapienną na obszarze Gorc. W przypadku tych źródeł przewodność elektrolityczna kształtowała się od 301 do 409 $\mu\text{S}/\text{cm}$ [Krause i in. 2015].

Proces ługowania węglanów przez wody podziemne (zawierające agresywny CO_2) powoduje wzbogacenie wód źródłanych w jony wapienne i wodorowęglanowe (tab. 2). Ma to determinujący wpływ na typ wody, który jest dwujonowy wodorowęglanowo-wapniowy [$\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+}$]. Obliczone wskaźniki w stosunku nasycenia do kalcytu (*saturation index to calcite*) SI_c wykazały okresową zmienność. Wartość $\text{SI}_c > 0$ oznacza, że wody są przesycone w stosunku do kalcytu i wykazują tendencję do deponowania osadu CaCO_3 . Wartość $\text{SI}_c < 0$ oznacza, że wody są agresywne i cechuje je zdolność rozpuszczania kalcytu [Krawczyk 1998]. Zimą oraz wiosną

Tabela 2. Właściwości fizyczno-chemiczne wód źródeł (średnia \pm odchylenie standardowe)
Table 2. Physico-chemical properties of spring waters (mean \pm standard deviation)

Nr źródła	EC (us/cm)	Ca ²⁺ (mg/L)	Mg ²⁺ (mg/L)	Na ⁺ (mg/L)	K ⁺ (mg/L)	HCO ₃ ⁻ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)	PO ₄ ³⁻ (mg/L)
# 1	744 \pm 12	139 \pm 4,2	12,9 \pm 0,4	8,7 \pm 0,7	1,5 \pm 0,1	400 \pm 21	9,8 \pm 1,1	87 \pm 12	4,4 \pm 0,4	0,0
# 2	708 \pm 14	137 \pm 9,2	6,8 \pm 0,1	4,0 \pm 0,1	1,3 \pm 0,1	385 \pm 18	11,9 \pm 0,5	55 \pm 6	3,2 \pm 1,1	0,0
# 3	484 \pm 17	80 \pm 1,5	9,1 \pm 0,2	6,0 \pm 0,5	1,2 \pm 0,1	263 \pm 1	4,9 \pm 0,7	36 \pm 3	2,9 \pm 0,6	0,0

wartość wskaźnika SI_c była < 0 , co oznacza, że nie zachodził proces depozycji węgla wapnia. Zatem proces wytrącania martwic wapiennych zachodzi okresowo. Przeprowadzone badania wskazują, że przypada on na ciepłą porę roku, bowiem latem stwierdzony został duży 30% spadek mineralizacji wody pomiędzy wypływem a końcem odcinka depozycji martwic wapiennych. Z każdego litra wody wytrącało się ponad 100 mg węgla wapnia. Podobny spadek mineralizacji stwierdził również Tyc [2014] w innych źródłach Pogorza Śląskiego. Spadkowi mineralizacji towarzyszył wzrost odczynu wód. Wydaje się zatem, że znaczną rolę w procesie depozycji martwic wapiennych może odgrywać roślinność. Na znaczącą rolę roślinności w procesie depozycji martwic wapiennych zwrócili również uwagę Krause i in. [2015]. W ocenie autorów dużą rolę odgrywa również położenie źródła w stosunku do morfologii terenu. Badane źródła (#1,2,3,5,6) położone są na stromym zboczu doliny Skawy. Duży spadek poniżej wypływu sprzyja turbulentnemu ruchowi wody a tym samym ubytkowi CO_2 . Źródło (wysięk) #4 położone jest w głębokim rozcięciu erozyjnym również o dużym spadku.

Biorąc pod uwagę główne wskaźniki, które mogą świadczyć o zanieczyszczeniu wód podziemnych badane źródła charakteryzuje dobra jakość wód. Średnie stężenie azotanów we wszystkich badanych źródłach nie przekroczyło 5 mg/L co świadczy o znikomym wpływie rolnictwa na ich jakość. W wodach źródeł nie stwierdzono również jonów fosforanowych które mogłyby wskazywać na zanieczyszczenia ściekami bytowo-gospodarczymi. Również stężenie chlorków nie przekracza 12 mg/L. W przypadku źródeł z martwicami wapiennymi narażonych na silną antropopresję stężenie tego jonu może przekroczyć 70 mg/L [Molenda, Nejfeld 2012].

PODSUMOWANIE

Przeprowadzone badania pozwoliły na:

- 1) udokumentowanie nowych, dotychczas nie opisanych i nie badanych źródeł z wytrąceniami martwic wapiennych,
- 2) stwierdzenie okresowości depozycji martwic wapiennych,
- 3) wykazanie istotnie statystycznych różnic w stężeniu jonów wapnia i wodorowęglanów pomiędzy źródłami #1 i #2 a źródłem #5.

LITERATURA

1. Dobrowolski R., 2011. Problemy klasyfikacyjne osadów torfowisk źródliskowych. *Studia Limnologica et Telmatologica* 5, 2–12.
2. Gutry-Korycka M., Werner-Więckowska H. (red.) 1996. Przewodnik do hydrograficznych badań terenowych. PWN Warszawa.
3. Krause R., Smieja A., Smieja-Król B., Stebel A., Loch J., Jainta E., 2015. Źródlika z martwicą wapienną w dolinie Potoku Jamne w Gorcach. *Inżynieria Ekologiczna*, 41, 36–45.
4. Macioszczyk A., 1987. *Hydrogeochemia*. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa.
5. Molenda T., Nejfeld P., 2012. Ekspertyza hydrologiczna na potrzeby sporządzenia planu zadań ochronnych dla specjalnego obszaru ochrony Natura 2000 „Cieszyńskie Źródła Tufowe”. Regionalna Dyrekcja Ochrony Środowiska w Katowicach, Katowice http://katowice.rdos.gov.pl/files/artykuly/25580/ekspertyza_hydrologiczna_czt_dendrus.pdf
6. Podgórska D., Wróblewski W., Motyka J., 2013. Fizykochemiczna charakterystyka wód wybranych źródeł Pogorza Cieszyńskiego. [W:] Tyc A., Gradziński M., (red.). *Materiały 47 Sympozjum Speleologicznego*. Olsztyn, Sekcja Speleologiczna Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika. Kraków, ss. 66.
7. Tyc A., 2014. Środowisko abiotyczne. [W:] Mysłajek R.W. (red.) *Monografia przyrodnicza Góry Bucze, Gmina Brenna*, ss. 115.