

Zróźnicowanie modułu odpływu podziemnego w zlewni Kryniczanki w okresie niżówkowym

Wojciech Ciężkowski*, Jacek Kozłowski*, Elżbieta Liber-Madziarz*,
Tadeusz Andrzej Przylibski*, Stanisław Żak*

W listopadzie 1997 r. wykonano pomiary przepływu w rzece Kryniczance oraz jej głównych dopływach. Pozwoliło to na oszacowanie wielkości odpływu podziemnego ze zlewni Kryniczanki. Dla całej zlewni moduł odpływu podziemnego wyniósł $6,9 \text{ dm}^3/\text{skm}^2$, a dla zlewni cząstkowych wyniósł od $0,5$ do $11,6 \text{ dm}^3/\text{skm}^2$. Najwyższymi modułami odpływu podziemnego charakteryzują się zlewnie Słotwińskiego Potoku i Palenicy. Znaczny wpływ na wielkość odpływu podziemnego ma budowa geologiczna. Stwierdzono większą wodonośność skał strefy sądeckiej w porównaniu do strefy krynickiej.

Słowa kluczowe: moduł odpływu podziemnego, Krynica

Wojciech Ciężkowski, Jacek Kozłowski, Elżbieta Liber-Madziarz, Tadeusz Andrzej Przylibski & Stanisław Żak — **Specific underground runoff diversification in Kryniczanka river basin during low groundwater flow period.** Prz. Geol., 47: 564–566.

Summary. In November 1997 measurements of water flow in Kryniczanka river and its main tributaries were made. These measurements allow to estimate the magnitude of underground runoff from Kryniczanka river basin. For the all basin area the specific groundwater runoff is $6.9 \text{ dm}^3/\text{skm}^2$ and for the partial basins is from 0.5 to $11.6 \text{ dm}^3/\text{skm}^2$. The highest values of specific groundwater runoff are measured for the basins of Słotwiński stream and Palenica stream. The great influence on the magnitude of underground runoff has the geological composition. It was confirmed, that higher water-bearing capacity have the rocks of Sącz zone in comparison to Krynica zone.

Key words: specific underground runoff, Krynica

Kryniczanka jest prawobrzeżnym dopływem Muszynki, która z kolei jest prawobrzeżnym dopływem Popradu. Głównymi dopływami prawobrzeżnymi Kryniczanki są Słotwiński Potok i Czarny Potok, lewobrzeżnymi natomiast Palenica, Źródłany Potok i Szczawiczne Potoki.

Powierzchnia zlewni Kryniczanki wynosi $43,2 \text{ km}^2$ (ryc. 1). Spośród wymienionych dopływów największą zlewnię ma Czarny Potok ($14,37 \text{ km}^2$), co stanowi około 33% powierzchni całej zlewni Kryniczanki. Maksymalna różnica wzniesień w zlewni pomiędzy szczytem Jaworzyny (1114 m n.p.m.) a ujściem Kryniczanki do Muszynki wynosi 634 m . Średnia roczna suma opadów atmosferycznych z wielolecia dla całej zlewni może być oszacowana na około 900 mm (Józefko i in., 1997).

Zlewnia znajduje się w obrębie Karpat fliszowych, na pograniczu dwóch podjednostek tektonicznych płaszczowiny magurskiej. Są to strefy: sądecka (bystrzycka) i krynicka, oddzielone od siebie tzw. dyslokacją krynicką (Oszczypko i in., 1998; Świdziński, 1972).

Obszar zlewni Kryniczanki był uwzględniany w badaniach odpływu podziemnego w Karpatach przez różnych autorów i przy zastosowaniu różnych metod. W badaniach prowadzonych w różnych skalach otrzymywane wartości modułu odpływu podziemnego wynosiły dla tego terenu od $2,9$ do $9 \text{ dm}^3/\text{skm}^2$ (Dynowska, 1983; Jasiak i in., 1997; Józefko i in., 1997; Kiciński, 1970; Orsztynowicz, 1973; Paszczyk, 1975).

Metodyka badań

W celu scharakteryzowania zróźnicowania odpływu podziemnego w zlewni Kryniczanki wykonano pomiary

przepływów w rzece i jej dopływach w stanie niżówkowym — w pierwszej dekadzie listopada 1997 r. Okres ten był poprzedzony kilkutygodniowym brakiem opadów, dlatego też ciekły powierzchniowe zasilane były głównie wodami podziemnymi. Porównując wykonane pomiary przepływów wody w Kryniczance z wynikami wieloletnich obserwacji prowadzonych na posterunku wodowskazowym IMGW w Krynicy można stwierdzić, że badania wykonano przy stanie zbliżonym do średnich niskich przepływów rzeki.

Pomiary przepływów wykonano za pomocą młynka hydrometrycznego „HEGA-2”, a w przypadku mniejszych przepływów metodą wolumetryczną lub z zastosowaniem przenośnego przelewu prostokątnego.

W sumie wykonano pomiary w 16 przekrojach zamykających zlewnie cząstkowe. Dodatkowo przeprowadzono także pomiary przepływu w 7 przekrojach na Kryniczance. Przy obliczeniach uwzględniono również ilości wód (zarówno zwykłych, jak i leczniczych) eksploatowanych w obrębie poszczególnych zlewni cząstkowych.

Odpływ podziemny określono przy założeniu, że:

- ciekły w całości zasilane były wodami podziemnymi,
- granice zlewni podziemnych pokrywają się z granicami zlewni topograficznych,
- zaniedbywany jest odpływ w obrębie aluwii.

Wielkość modułu odpływu podziemnego dla okresu badań (q_{pt}) obliczano dzieląc pomierzone wartości przepływu w ciekach przez powierzchnie odpowiadających im zlewni topograficznych. Wyniki zestawiono w tab. 1.

Wielkość q_{pt} dla obszaru dna doliny i przyrzeczy obliczono dzieląc różnicę odpływu całkowitego ze zlewni i sumy odpływów ze zlewni cząstkowych przez różnicę powierzchni całej zlewni i sumy powierzchni zlewni cząstkowych.

*Wydział Górniczy, Politechnika Wroclawska, ul. Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław

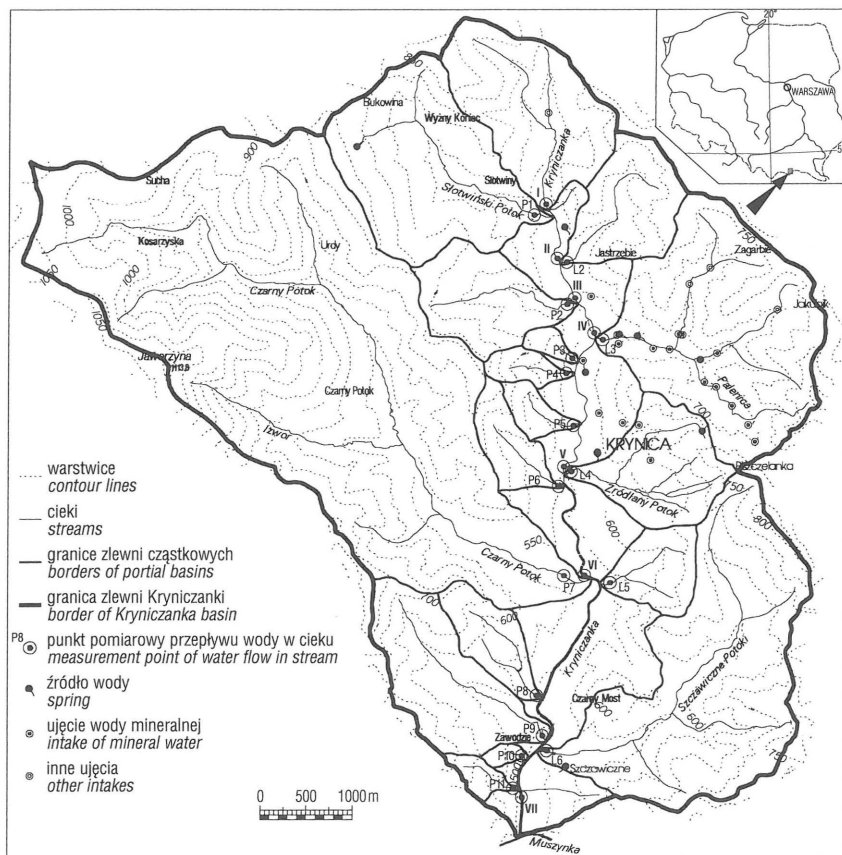
Dyskusja wyników

Autorzy podjęli próbę oszacowania wielkości modułu odpływu podziemnego dla całej zlewni Kryniczanki oraz zróżnicowania dla poszczególnych zlewni jej bezpośrednich dopływów (zlewni cząstkowych).

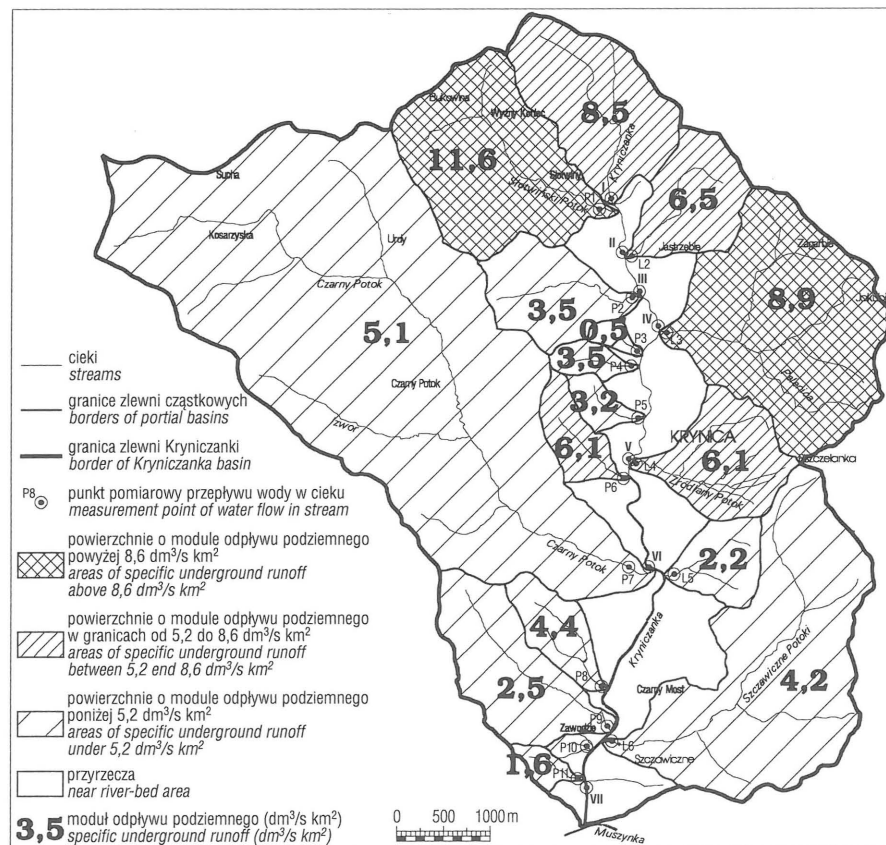
Zlewnia Kryniczanki została zamknięta przekrojem pomiarowym w pobliżu jej ujścia do Muszynki. Pomierzona wartość przepływu wyniosła $0,21 \text{ m}^3/\text{s}$. Do wielkości tej dodano zrzut wody z oczyszczalni miejskiej poniżej ostatniego punktu pomiaru przepływu na Kryniczance (zrzucające wody pochodzą z ujęć na obszarze tej zlewni), a także wielkość produkcji w rozlewniach wód butelkowanych. W czasie pomiarów zrzucano $0,09 \text{ m}^3/\text{s}$ i butelkowano łącznie $0,001 \text{ m}^3/\text{s}$ wody. Tak więc, w sumie ze zlewni odpływało $0,30 \text{ m}^3/\text{s}$ wody, co odpowiada modułowi odpływu podziemnego z całej zlewni Kryniczanki w czasie pomiarów $q_{pt} = 6,9 \text{ dm}^3/\text{skm}^2$ ($218 \text{ mm}/\text{r}$).

W przypadku poszczególnych zlewni cząstkowych określone moduły odpływu podziemnego wahają się w szerokich granicach, tj. od $0,5$ do $11,6 \text{ dm}^3/\text{skm}^2$. Moduły odpływu podziemnego podzielono na trzy klasy przyjmując za klasę średnią wartości z przedziału od $3/4$ do $5/4$ wartości modułu odpływu podziemnego z całej zlewni Kryniczanki. Na ryc. 2 wyraźnie widoczne jest zróżnicowanie wartości modułów pomiędzy północno-wschodnią, a pozostałą częścią zlewni. Najwyższe moduły wyznaczono dla zlewni Słotwińskiego Potoku (P1) oraz Palenicy (L3). Wyraźnie niższe moduły określono dla zlewni cząstkowych w dolnym biegu Kryniczanki.

Uwagę zwraca fakt, że najwyższe moduły odpływu podziemnego wyznaczono dla obszaru położonego po północnej stronie dyslokacji kryniczkiej (por. Oszczytko i in., 1999). Potwierdza to dotychczasowe poglądy o większej zasobności wodnej skał strefy sądeckiej w porównaniu ze skałami strefy kryniczkiej, położonych po południowej stronie dyslokacji (Świdziński, 1972). Uszczegółowienie wartości modułów w zlewniach kolejnych rzędów pozwoli na ściślejszą korelację budowy geologicznej z wielkościami modułów odpływu podziemnego. Wydaje się, że znaczący wpływ na



Ryc. 1. Podział zlewni Kryniczanki na zlewnie cząstkowe
Fig. 1. The partition of Kryniczanka basin to the partial basins



Ryc. 2. Zróżnicowanie modułów odpływu podziemnego w zlewni Kryniczanki
Fig. 2. Specific groundwater runoff diversification of Kryniczanka river basin

Tab. 1. Podział zlewni Kryniczanki na zlewnie cząstkowe wraz z charakterystyką ich odpływu podziemnego

Punkt pomiarowy zamykający zlewnie cząstkowe wraz z jej symbolem [-]	Punkt pomiarowy przepływu Kryniczanki [-]	Powierzchnia zlewni (P) [km ²]	Przepływ w cieku (Q) [dm ³ /s]	Moduł odpływu podziemnego (q _{pt}) [dm ³ /s · km ²]
P1	I	2,23	18,86*	8,5
		3,09	35,81	11,6
L2	II	—	43,23	—
		1,23	8,05*	6,5
P2	III	—	65,42	—
		1,28	4,43	3,5
L3	IV	—	57,65	—
		4,34	38,75*	8,9
P3	V	0,13	0,07	0,5
P4		0,26	0,90	3,5
P5		0,27	0,87	3,2
L4		—	80,30	—
P6		1,45	2,97	2,1
P6		0,56	3,42*	6,1
P7		—	117,60	—
L5	VI	14,37	72,65*	5,1
P8		0,71	1,59	2,2
P8		0,67	3,01	4,4
P9		1,84	4,70	2,5
L6		5,08	21,42*	4,2
P10		0,08	0,20	2,5
P11	VII (zamknięcie zlewni)	0,19	0,30	1,6
		43,20	297,42**	6,9
dno doliny Kryniczanki wraz z przyręczami		5,42	79,42	14,6

* wartości zmierzonego przepływu w ciekach powiększone o ilości wód eksploatowanych z ujęć podziemnych na obszarze zlewni

** wartość zmierzonego przepływu w przekroju zamykającym zlewnię Kryniczanki powiększoną o zrzut wody z oczyszczalni i wielkość produkcji w rozlewniach

odpływ podziemny mogą mieć również strefy dyslokacji tektonicznych.

Szczególną rolę w drenażu wód podziemnych pełni Kryniczanka w swym środkowym i dolnym biegu. Płyynie ona tu korytem wciętym w luźne czwartorzędowe osady wypełniające dno doliny. Osadami tymi następuje dopływ wód z przyręczy i zlewni cząstkowych do koryta Kryniczanki. Średni moduł odpływu podziemnego dla osiowej części doliny wraz z przyręczami wynosi aż 14,6 dm³/skm².

Podsumowanie

Pierwsze badania przepływów w ciekach powierzchniowych w okresie suchym doprowadziły do określenia wielkości i zróżnicowania modułu odpływu podziemnego w poszczególnych zlewniach cząstkowych zlewni Kryniczanki. Wielkość modułu zmieniała się w zakresie od 0,5 do 11,6 dm³/skm² w zlewniach cząstkowych oraz wynosiła 14,6 dm³/skm² dla osiowej części doliny wraz z przyręczami, przy średniej dla całej zlewni równej 6,9 dm³/skm².

Porównanie wartości średniego modułu dla zlewni, z sumą rocznych opadów pozwala oszacować, że moduł odpływu podziemnego, dla zlewni Kryniczanki stanowi 24% sumy rocznych opadów.

Analiza zmienności modułu wskazuje na:

— istotny wpływ budowy geologicznej w tym rejonie na granice zlewni wód podziemnych i wielkość modułu odpływu podziemnego,

— większą wodoność skał strefy sądeckiej w porównaniu ze strefą krynicką,

— istotny wpływ odpływu aluwialnego na obliczone wartości modułu odpływu podziemnego.

Praca niniejsza została wykonana w ramach projektu celowego KBN pt. *Ochrona złoża wód leczniczych w Krynicy wraz z optymalizacją metod wydobycia wody i dwutlenku węgla nr 9T12B00896C/2971.*

Tadeusz A. Przylibski jest stypendystą Fundacji na Rzecz Nauki Polskiej.

Literatura

- DYNOWSKA I. 1983 — Odpływ podziemny w dorzeczu górnej Wisły. *Czas. Geogr.*, 54: 459–477.
- JASIAK T., MARSZAŁEK H., POPRAWSKI L. & WAŚNIK M. 1997 — Zasoby wód zwykłych i mineralnych na obszarze gmin uzdrowiskowych Krynica, Muszyna, Piwniczna. *Materiały Szkolenia Służby Geologicznej Resortu Zdrowia i Opieki Społecznej w Krynicy (8–10.12.1997)* MZiOS Warszawa–Krynica: 56–72.
- JÓZEFKO I., KOWALSKI J. & PORWISZ B. 1997 — Bilans hydrogeologiczny oraz mapa hydrologiczno-sozologiczna zlewni Kryniczanki i Muszyny. *Spraw. z prac w ramach projektu celowego, Kraków. Arch. P.P. Uzdrawiska Krynica–Żegiestów (maszynopis).*
- KICIŃSKI T. 1970 — Odpływ wód gruntowych ze zlewni Wisły po Zawichost. *Pr. Stud. Kom. Gospod. Wod Surow.*, 10: 151–219.
- ORSZTYNOWICZ J. 1973 — Odpływ podziemny rzek polskich. *Gospod. Wod.*, 5: 168–173.
- OSZCZYPKO N., MALATAE, OSZCZYPKO-CLOWES M. & DUŃCZYK L. 1999 — Budowa geologiczna Krynicy (płaszczowina magurska). *Prz. Geol.*, 47: 549–559.
- PASZCZYK J. L. 1975 — Rola wód podziemnych w odpływie rzeczynym i w bilansie wodnym Polski, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin.
- ŚWIDZIŃSKI H. 1972 — Geologia i wody mineralne Krynicy. *Pr. Geol. PAN, Oddz. w Krakowie*, 70.