

KRZYSZTOF A. PACHOCKI, BOHDAN GORZKOWSKI, ZDZISŁAW RÓŻYCKI,
KAMIL WIEPRZOWSKI, MARCIN BEKAS, ELŻBIETA WILEJCZYK¹, JACEK SMOTER¹

RADON ²²²Rn W WODZIE DO PICIA
Z TERENU POGÓRZA KARKONOSKIEGO

RADON-222 IN DRINKING WATER OF KARKONOSKIE PLATEAU

Zakład Ochrony Radiologicznej i Radiobiologii,
Państwowy Zakład Higieny
00-791 Warszawa, ul. Chocimska 24
Kierownik Zakładu: dr K. A. Pachocki

¹ Sekcja Ochrony Radiologicznej,
Oddział Zamiejscowy w Jeleniej Górze
Wojewódzka Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna we Wrocławiu
58-500 Jelenia Góra, ul. Kasprowicza 17
Kierownik Oddziału Zamiejscowego: lek. med. Z. Bucki

Oznaczano ilościowo stężenia radonu ²²²Rn w wodzie powierzchniowej i podziemnej oraz w wodzie ze studni indywidualnych na terenie Pogórza Karkonoskiego. Radon oznaczano metodą ciekłej scyntylacji cząstek alfa.

WSTĘP

Karkonosze są najwyższym i największym pasmem Sudetów. Najwyższą kulminacją jest Śnieżka (1602 m). Pasma to ciągnie się od Przełęczy Szklarskiej na zachodzie po Bramę Lubawską na wschodzie. Ku północy opada stromym stopniem do Kotliny Jeleniogórskiej, a na północnym-wschodzie, poprzez Przełęcz Kowarską łączy się z Rudawami Janowickimi. Przełęcz Kowarska dzieli Karkonosze na dwie części: zachodnią i wschodnią. Bardziej na wschód, pomiędzy Przełęczą pod Śnieżką a Sowią Przełęczą i Przełęczą Okraj, ciągnie się Kowarski Grzbiet. Wschodnie zakończenie Karkonoszy, pomiędzy Przełęczą Okraj i źródłiskową częścią Doliny Bobru w Bramie Lubawskiej, stanowi Lasocki Grzbiet. Grzbiet ten opada stromo na północ ku wyraźnemu zrównaniu na wysokości ok. 650–750 m n.p.m., które ciągnie się od Szklarskiej Poręby po Karpacz. Za zrównaniem ciągnie się Pogórze Karkonoskie, mocno rozczłonkowane i porożcinane dolinami potoków. Pogórze Karkonoskie sięga aż po Sobieszów, Podgórzyn, Sosnowkę i Mikołów. Dalej Podgórze Karkonoskie przechodzi w Kotlinę Jeleniogórską.

Karkonosze zbudowane są z granitu (przede wszystkim granit porfirowaty i równoziarnisty) oraz skał metamorficznych. W wyniku przeobrażeń granitu powstały twarde łupki krystaliczne i hornfelsy. Zaś te masy skalne poddane były kilkakrotnym wypiętrzeniom i silnym działaniom erozyjnym.

Jak wiadomo skały metamorficzne: granity i gnejsy zawierają podwyższoną koncentrację uranu i radu co ma wpływ na formowanie się wód radonoczynnych.

Powyższe warunkowania geologiczne były powodem przystąpienia do wykonywania pomiarów radonu w wodzie do picia na tym obszarze. W ostatnim czasie rośnie zainteresowanie badaniami poziomu stężenia radonu ^{222}Rn w wodzie pitnej [1, 10–12]. Niniejsza praca jest kolejną z cyklu prac poświęconych tym zagadnieniom [2–9].

MATERIAŁ I METODY

Próbki wody z Karpacza oraz terenu Pogórza Karkonoskiego pobierane były z każdego ujęcia przed i po uzdatnieniu (po trzy próbki). Następnie, w możliwie krótkim czasie, przekazywane były do Zakładu Ochrony Radiologicznej i Radiobiologii Państwowego Zakładu Higieny w Warszawie, w celu wykonania w nich pomiarów zawartości radonu ^{222}Rn . Pomiar radonu wykonywano metodą ciekłej scyntytacji cząstek alfa i beta przy wykorzystaniu licznika Packard Tri-Carb 1900 TR [4, 5, 6]. Czas zliczania próbek wynosił od 15 do 40 minut, a błąd oznaczania (zależnie od mierzonej aktywności) kształtował się w przedziale 5–12%.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Większość ujęć wód na terenie Pogórza Karkonoskiego pobiera do zasilania wodociągów wody podziemne. Wody te wykazują znacznie większą koncentrację radonu ^{222}Rn niż wody powierzchniowe. W blisko 70% ujęć wód podziemnych (nie uzdatnionych) stwierdzono stężenia radonu przekraczające 100 Bq/l. Zakres obserwowanych stężeń wynosił od 87,5 Bq/l do 818,1 Bq/l (Tabela I).

Radon w procesie uzdatniania wody, który trwa w czasie, ulega rozpadowi promieniotwórczemu oraz odparowuje z basenów odstojnikowych (jeżeli są takie stosowane), co powoduje jego niższe stężenie w wodzie uzdatnionej. Tylko w trzech przypadkach wód z ujęcia „Pod Karpaczem”, zlokalizowanym 1 km od Karpacza, z ujęcia „Orlinek” (źródło szczelinowe) oraz z ujęcia „Sosnówka Górna”, po ich uzdatnieniu stwierdzono stężenia radonu przekraczające 100 Bq/l (zakres: 137,2 Bq/l – 300,9 Bq/l).

Wody z ujęć powierzchniowych zasilające sieć wodociągową w miastach i osiedlach z terenu Pogórza Karkonoskiego wykazują niskie stężenia radonu, nie przekraczające 10 Bq/l (Tabela I).

Zaopatrzenie Karpacza w wodę pochodzi zarówno z ujęć powierzchniowych, jak i głębinowych. Również i dla tych ujęć zachowana jest prawidłowość, iż w wodach z ujęć podziemnych stężenie radonu ^{222}Rn jest wysokie, dochodzące do 541,0 Bq/l. Natomiast w wodach powierzchniowych jest na poziomie kilku Bq/l (Tabela II).

Na Pogórzu Karkonoskim występują również liczne studnie przydomowe, także w miejscowościach posiadających wodociągi. Najczęściej są to studnie kopane, o kilkumetrowej głębokości. Niektóre wsie (osiedla) nie posiadają wodociągów i studnie przydomowe stanowią jedyne zaopatrzenie w wodę. Stężenia radonu w wodzie pochodzącej z tych studni są równie wysokie, jak w wodzie z podziemnych ujęć komunalnych. W wodzie pochodzącej z 56,5% studni pomierzono wartości stężenia radonu powyżej 100 Bq/l.

Pomierzone wartości stężenia radonu ^{222}Rn w wodzie do picia z terenu Pogórza Karkonoskiego są porównywalne do występujących na terenie Pogórza Izerskiego [9], z tym iż w przypadku Pogórza Karkonoskiego stwierdzono znacznie większy odsetek ujęć wody podziemnej z zawartością radonu powyżej 100 Bq/l.

Tabela I. Stężenia radonu-222 w wodzie z ujęć wodociągowych Pogórza Karkonoskiego
Radon ^{222}Rn concentration in water from water-supply stations in Karkonoskie Plateau

L.p.	Lokalizacja i nazwa ujęcia Rejon zasilania	Stężenie radonu ^{222}Rn w wodzie Bq/l (\pm SD)	
		Przed uzdatnieniem	Po uzdatnieniu
1.	„Śnieżne Kotły” w Jagniątkowie Wody drenazowo-powierzchniowe. Zasila Michalowice	93,22 – 101,13 (\pm 5,4%)	86,78 – 89,04 (\pm 5,7%)
2.	„Górzyniec” Ujmuje wody powierzchniowe rzeki Mała Kamienna. Zasila Piechowice, Sobieszów, Stare Cieplice, Nowe Cieplice	0,93 – 1,34 (\pm 12,4%)	1,15 – 2,96 (\pm 12,4%)
3.	„Kamienna Wieża” w Jagniątkowie Ujmuje wody powierzchniowe z „Polskiego Potoku”. Zasila Jagniątków i Sobieszów.	3,78 – 4,47 (\pm 9,7%)	5,16 – 7,45 (\pm 9,7%)
4.	„Leśniczówka” w Jagniątkowie Ujmuje wody powierzchniowe z potoku „Sopot”. Zasila Jagniątków i górną część Sobieszowa	2,57 – 3,04 (\pm 9,6%)	3,08 – 3,19 (\pm 9,6%)
5.	„Pod Karpaczem” zlokalizowane 1 km od Karpacza. Ujmuje wody drenazowe i częściowo powierzchniowe. Zasila Myszałkowice, Łomnicę, Wojanów, Dąbrowicę oraz kilka jednostek administracyjnych Jelemej Góry.	154,42 – 216,38 (\pm 5,0%)	137,21 – 196,40 (\pm 5,2%)
6.	„Przesieka” w Przesiece Wody mieszane drenazowe i powierzchniowe. Zasila tylko Przesiekę.	116,24 – 124,00 (\pm 4,9%)	–

Tabela I. cd.

L.p.	Lokalizacja i nazwa ujęcia Rejon zasilania	Stężenie radonu ^{222}Rn w wodzie Bq/l ($\pm\text{SD}$)	
		Przed uzdatnieniem	Po uzdatnieniu
7.	„Miłków Górny” Studnie drenażowe, sączki poziome. Zasilają Miłków (woda bez uzdatnienia).	Miłków Górny 1 Miłków Górny 2 87,45 – 195,12 ($\pm 4,9\%$) 164,57 – 247,19 ($\pm 4,9\%$)	– –
8.	„Droga Chomątowa” k. Bronowic Wody podziemne (nie uzdatniane)	530,15 – 818,11 ($\pm 5,0\%$)	–
9.	„Sosnówka Górna” Wody mieszane: studnia drenażowa i woda powierzchniowa. Zasila Sosnówkę	296,24 – 302,66 ($\pm 4,9\%$)	240,82 – 271,34 ($\pm 4,9\%$)
10.	„Sosnówka Dolna” Wody powierzchniowe z Potoku Kacza	1,60 – 1,95 ($\pm 8,2\%$)	–

Tabla II: Stężenia radonu-222 w wodzie z ujęć wodociągowych w Karpaczu
Radon ^{222}Rn concentration in water from water-supply stations in Karpacz

L.p.	Lokalizacja i nazwa ujęcia	Stężenie radonu ^{222}Rn w wodzie Bq/l (\pm SD)	
		Przed uzdatnieniem	Po uzdatnieniu
1.	„Wilcza Poręba 1” Ujęcie z rzeki Pflonnica, wody powierzchniowe. Zasila Karpacz – Osiedle Skalne, Ściężny, Miłków.	6,25 – 8,36 (\pm 9,9%)	1,44 – 1,64 (\pm 10,4%)
2.	„Wilcza Poręba 2” Wody podziemne. Zasila Karpacz – Osiedle Wilcza Poręba	31,59 – 44,24 (\pm 5,8%)	10,93 – 28,81 (\pm 6,2%)
3.	„Wang” Wody podziemne drenażowe. Zasila Karpacz Górny, Sosnowkę	41,40 – 86,61 (\pm 5,0%)	31,59 – 37,66 (\pm 6,0%)
4.	„Orlinek” Źródło szczelinowe + wody powierzchni. z rzeki Łomnicy Zasila Karpacz	377,13 – 541,04 (\pm 4,7%)	258,70 – 300,88 (\pm 4,7%)
5.	„Majówka” Wody powierzchniowe z rzeki Bystrzyk. Zasila 50% Karpacza do miejscowości Miłków	1,24 – 1,42 (\pm 12,5%)	1,14 – 1,18 (\pm 12,6%)
6.	„Pod Karpaczem” Wody głębinowe. Zasila Mysłakowice, Łomnicę, Jelenią Górę	154,40 – 216,38 (\pm 5,0%)	137,22 – 196,41 (\pm 5,2%)

WNIOSKI

1. Wody z ujęć podziemnych zasilające sieć wodociągową w miastach i osiedlach z terenu Pogórza Karkonoskiego wykazują wielokrotnie większe stężenie radonu ^{222}Rn niż wody z ujęć powierzchniowych.

2. Stężenia radonu ^{222}Rn w wodzie pochodzącej z indywidualnych studni przydomowych są równie wysokie, jak z podziemnych ujęć wodociągowych.

3. Wysokie stężenia radonu ^{222}Rn w wodach podziemnych można znacznie obniżyć w procesie uzdatniania wody przez napowietrzanie w otwartych basenach lub dla małych ujęć przepuszczając wodę przez urządzenia zawierające granulowany węgiel aktywowany.

K. A. Pachocki, B. Gorzkowski, Z. Różycki, K. Wieprzowski,
M, Bekas, E. Wilejczyk, J. Smoter

RADON-222 IN DRINKING WATER OF KARKONOSKIE PLATEAU

Summary

Radon-222 concentration in surface water, wells water and tap water in the main towns and villages which are located in area of Karkonoskie Plateau has been quantitative determined. The measurements were performed using the alpha liquid scintillation counting method.

Majority of waterworks in Karkonoskie Plateau is supplied with the ground water in which the radon concentration is high from 87,5 Bq/l to 818,1 Bq/l.

The waterworks in Karpacz are supplied with the surface water, which main characteristic is low radon concentration (below 10 Bq/l) and with the ground water have a high radon concentration (to 541 Bq/l).

Radon-222 concentration in water of individual wells was similar to concentration in the ground water.

PIŚMIENNICTWO

1. Kozłowska B., Hetman A., Zipper W.: Determination of ^{222}Rn in natural water samples from health resorts in the Sudety Mountains by the liquid scintillation technique. *Applied Radiation and Isotopes* 1999, 51, 475–480.
2. Pachocki K., Gorzkowski B., Wilejczyk E., Smoter J.: Zawartość radonu ^{222}Rn w wodzie do picia w Świeradowie Zdroju i Czerniawie Zdroju. *Roczn. PZH* 2000, 51, 43–52.
3. Pachocki K., Flakiewicz W., Gorzkowski B., Różycki Z., Majle T.: Radon ^{222}Rn w wodach głębinowych z terenu województwa płockiego. *Notatki Płockie* 1998, 137, 50–52.
4. Pachocki K., Gorzkowski B., Majle T., Różycki Z.: Występowanie radonu ^{222}Rn w wodzie z ujęć głębinowych na terenie Pojezierza Mazurskiego. *Roczn. PZH*, 1997, 48, 69–77.
5. Pachocki K., Gorzkowski B., Majle T., Różycki Z., Peńsko J., Poręba I.: Pomiar stężenia radonu ^{222}Rn w wodzie z ujęć głębinowych na terenie Warszawy. *Roczn. PZH* 1996, 47, 285–293.
6. Pachocki K., Gorzkowski B., Różycki Z., Majle T.: Zawartość radonu w wodzie z ujęć głębinowych gdańskiego regionu hydrogeologicznego. *Roczn. PZH* 1999, 50, 145–155.
7. Pachocki K. A.: Radon w środowisku. *Ekologia i Zdrowie*, Warszawa, 1995
8. Pachocki K. A., Gorzkowski B., Różycki Z., Wilejczyk E., Smoter J.: Radon-222 w wodzie do picia z obszaru Jeleniej Góry. *Roczn. PZH* 2001, 52, 237–246.
9. Pachocki K. A., Gorzkowski B., Różycki Z., Wieprzowski K., Wilejczyk E., Smoter J.: Radon ^{222}Rn w wodzie do picia z terenu Pogórza Izerskiego, *Roczn. PZH*, 2002, 53, 371–376.
10. Przylibski T. A.: Wybrane uwarunkowania występowania radonu-222 w Sudetach. Praca doktorska, Wrocław 1997 r. Politechnika Wrocławska, Wydział Górniczy, Instytut Geotechniki i Hydrotechniki.

11. *Przylibski T. A., Żebrowski A.*: Origin of Radon in medicinal waters od Świeradów Zdrój. *Nukleonika* 1996, 41, 4, 109–116.
12. WHO: Guidelines for drinking water quality. Vol. Recommendations. Geneva, 1993, 4, 114–121.

Otrzymano: 2002.11.07