

# Wody „radoczynne”, czy „radonowe”?

Tadeusz Andrzej Przylibski\*

*Zagadnienia prawne związane z wodami radoczynnymi, a także funkcjonowanie tego terminu w literaturze polskiej i zagranicznej jest dyskusyjne. Na podstawie znajomości najważniejszych aspektów hydrogeochemii radu i radonu koniecznym wydaje się wprowadzenie zmian w przepisach wykonawczych do obowiązującej obecnie ustawy Prawo geologiczne i górnicze. Termin „wody radoczynne” powinien zostać zastąpiony terminem „wody radonowe” i „wody radowo-radonowe”, a także powinno zostać wprowadzone do terminologii hydrogeologicznej pojęcia „wody radowe”, które to terminy precyzyjnie definiują wody podziemne ze względu na rozpuszczone w nich składniki radioaktywne.*

**Słowa kluczowe:** prawo geologiczne i górnicze, wody podziemne, wody lecznicze, wody o właściwościach leczniczych, radon, rad, radioaktywność, wody radoczynne

---

Tadeusz A. Przylibski — **”Radioactive” or ”radon” waters?** Prz. Geol., 47: 53–55.

*Summary. In the paper a legal issues concerning to radioactive waters are discussed. Functioning of the term „radioactive waters” in Polish and foreign literature is also presented. The main aspects of hydrogeochemistry of radium and radon are briefly described. On this basis, it is indicated that executive regulations for the current Geology and Mining Act should be amended. Replacement of the term ”radioactive waters” by ”radon waters” and ”radium-radon” waters as well as introduction of the notion „radium waters” to hydrogeological terminology is suggested, as these terms precisely define groundwaters from the point of view of radioactive element dissolved in them.*

**Key words:** geological and mining law, groundwaters, medicinal waters, waters with medicinal properties, radon, radium, radioactivity, radioactive waters

---

W obowiązującym obecnie w Polsce prawie geologicznym i górniczym (Prawo..., 1994) za kopaliny uznaje się m.in. wody lecznicze. Rada Ministrów na mocy roz-

porządzenia określiła złoża wód zaliczanych do leczniczych, z których większość uznano w tymże dokumencie za kopaliny podstawowe (Rozporządzenie Rady Min., 1994). Wśród nich znalazły się także złoża wód radoczynnych i szczaw radoczynnych Czerniawy, Świeradowa, Szczawna, Kudowy, Łącka i Przerzeczyna. Natomiast w Rozporządzeniu MOŚZNiL nie występuje definicja pojęcia

---

\*Wydział Górniczy, Politechnika Wrocławska, Wybrzeże S. Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław

„woda lecznicza”, a jedynie „woda o właściwościach leczniczych”. Za taką rozumie się m.in. wodę wykazującą stabilność cech fizycznych i składu chemicznego oraz wykazującą radoczynność o wartości co najmniej 2 nanocurie na  $\text{dm}^3$  (Rozporządzenie MOŚZNiL, 1994).

Według *Słownika hydrogeologicznego* (Kleczkowski & Rózkowski, 1997) woda radoczynna jest to woda lecznicza, swoista, w której natężenie promieniowania jądrowego rozpuszczonych składników gazowych (głównie Rn) i/lub stałych (głównie Ra) wynosi co najmniej 2 nCi/ $\text{dm}^3$ . Według autorów tego słownika angielskim odpowiednikiem wody radoczynnej jest *radioactive water* (Kleczkowski & Rózkowski, 1997).

Według *Słownika języka polskiego* słowo radoczynny należy rozumieć jako zawierający ślady radu lub pierwiastków radioaktywnych, pochodzących z naturalnego rozpadu radu, albo radoczynny to po prostu wykazujący radioaktywność (Szymczak, 1981).

### Dyskusja

Należy zwrócić uwagę, że termin „radoczynny” jest bardzo nieprecyzyjny. Nie precyzuje on źródła radioaktywności, gdyż mogą nim być różne izotopy radu, radonu ale i inne izotopy (także sztuczne ?!). Nieprecyzyjność tego terminu doskonale oddaje również jego angielskie tłumaczenie — *radioactive water*, dosłownie — woda radioaktywna. Wobec możliwości zaliczania wód radoczynnych do wód leczniczych taka nieprecyzyjność terminologii powinna budzić wątpliwości przy balneologicznym wykorzystaniu tych wód. Nie jest obojętne z jakim rodzajem promieniowania (alfa, beta czy gamma) oraz z jakim jego źródłem (izotop) mamy do czynienia. Istotna jest bowiem przenikliwość promieniowania związana z jego energią, a więc z konkretnym izotopem promieniotwórczym, a także czas życia (lub okres połowicznego rozpadu) danego izotopu oraz możliwość jego wydalenia z organizmu po zabiegach. Pomijając izotopy promieniotwórcze pierwiastków nie wymienionych w definicji radoczynności i wody radoczynnej pozostają dwa pierwiastki, których wszystkie izotopy są promieniotwórcze: rad (Ra) oraz radon (Rn). Aby przekonać się, jak bardzo izotopy tych pierwiastków różnią się od siebie wystarczy sięgnąć do układu okresowego pierwiastków. Dość wspomnieć, że najdłuższy okres półrozpadu ( $T_{1/2}$ ) ma izotop radonu  $^{222}\text{Rn}$  i wynosi on około 3,82 doby (pozostałe izotopy Rn mają  $T_{1/2} < 1$  min.), podczas gdy najdłuższy okres półrozpadu radu wykazuje izotop  $^{226}\text{Ra}$  i wynosi on 1602 lata (pozostałe izotopy Ra mają  $T_{1/2}$  rzędu kilku–kilkunastu dób lub kilku lat). Należy dodać także, że radon jest bardzo słabo reaktywnym gazem szlachetnym, podczas gdy rad jest ciałem stałym, a jego kationy mogą podstawiać w związkach inne dwuwartościowe metale, jak np. wapń. Dlatego też inne są drogi wnikania obu tych pierwiastków do organizmu człowieka, inne są także skutki ich wniknięcia (Kochański, 1978, 1992; Peńsko, 1997). Wobec faktu występowania w Polsce wód podziemnych o zawartości radonu od ułamków  $\text{Bq}/\text{dm}^3$  do blisko  $3000 \text{ Bq}/\text{dm}^3$  (na świecie spotykane są również wody zawierające ponad  $100\,000 \text{ Bq}/\text{dm}^3$ ) (Ciężkowski & Ciężkowski, 1981b; Ciężkowski, 1990; Przylibski, 1997) istotne wydaje się określenie przedziału

zawartości radonu w leczniczych wodach radoczynnych, zamiast ustalenia jedynie dolnej granicy.

Pomijając jednakże aspekty medyczne i biologiczne, wody zawierające rozpuszczony rad i wody zawierające rozpuszczony radon są z hydrogeochemicznego punktu widzenia zupełnie różnymi wodami. O ile dobrze rozpuszczalny gaz — radon występuje powszechnie w wodach podziemnych, o tyle rad może się w nich rozpuszczać w większych ilościach tylko w ściśle określonych warunkach pH-Eh, a dobrze rozpuszcza się zwłaszcza w wodach termalnych. Rad ( $^{226}\text{Ra}$ ) będący bezpośrednim produktem rozpadu toru ( $^{230}\text{Th}$ ) często wraz z tym izotopem wytrąca się z roztworu i przechodzi do osadu (Asikainen, 1981; Bieszczad & Sobota, 1993; Gascoyne & Barber, 1992; von Gunten i in., 1996; King i in., 1982; Peńsko, 1997). Dlatego też większość polskich wód radoczynnych uznanych za lecznicze zawiera niewielkie ilości (ułamki  $\text{Bq}/\text{dm}^3$ ) radu-226 i swą „radoczynność” zawdzięcza przede wszystkim radonowi, a zwłaszcza jego izotopowi  $^{222}\text{Rn}$  (Przylibski, 1997; Przylibski & Żebrowski, 1996, 1999), podobnie jak ma to miejsce także w wielu innych wodach podziemnych na świecie (Asikainen, 1981; King i in., 1982; de Oliveira i in., 1998). Jednakże według klasyfikacji Alekina do wód radowych są zaliczane już wody zawierające powyżej  $0,4 \text{ Bq}/\text{dm}^3$  radu (*vide* Plewa & Plewa, 1992). Przyjmując tę klasyfikację, znaczna część wód radoczynnych byłaby z hydrogeochemicznego punktu widzenia wodami radowo-radonowymi — wykazującymi radioaktywność spowodowaną przede wszystkim obecnością radonu, ale także o istotnej zawartości radu.

Już w latach 50. i 60. w czasie poszukiwania złóż uranu na terenie Sudetów wykonywano m.in. zdjęcia radiohydrogeologiczne. W ich wyniku rozróżniano wody radonowe — wykazujące radioaktywność dzięki zawartości radonu wraz z produktami jego rozpadu, a także wody zawierające zarówno uran, rad, jak i radon w podwyższonych ilościach. Te ostatnie wody wskazywały miejsca potencjalnego występowania mineralizacji lub nawet koncentracji złożowych uranu w glebach i/lub skałach (Kasela & Kazimierczyk, 1960). O wodach radonowych pisano także w geologicznych i balneologicznych czasopismach i książkach naukowych (Dominikiewicz, 1951; Ciężkowski & Ciężkowski, 1981a, 1981b). Wynika z tego, że wyraźnie rozróżniano wody zawierające radon od wód zawierających rad. Podobnie również zaleca wyraźne rozróżnianie wód radonowych od wód zawierających rad *International Association of Hydrogeologists*. W słowniku terminów hydrogeologicznych możemy znaleźć pojęcie *radioactive (radon) water* (Langguth, 1984). Jest więc jasne, że nazwa ta odnosi się do wód wykazujących radioaktywność dzięki rozpuszczonemu w niej radonowi, który rzeczywiście jest najpospolitszym pierwiastkiem radioaktywnym występującym w wodach podziemnych. Do tej pory polskim odpowiednikiem tego pojęcia była woda radoczynna, jednakże według definicji może ona zawierać rad i inne izotopy promieniotwórcze (Kleczkowski & Rózkowski, 1997). Nie można więc angielskiego terminu *radioactive (radon) water* utożsamiać z polskim „woda radoczynna”. W terminologii anglojęzycznej woda z zawartością radu to *water containing radium* (Langguth, 1984), lub rzadziej używany i niezbyt szczęśliwy termin *radium bearing water* (Tomza & Lebecka, 1981).

W swoim podręczniku *Podstawy hydrochemii* Alekin (vide Plewa & Plewa, 1992) zaproponował podział wód radowych na radowe (zawierające 0,4–3,7 Bq/dm<sup>3</sup> Ra), średnio radowe (3,7–37 Bq/dm<sup>3</sup> Ra) oraz silnie radowe (> 37 Bq/dm<sup>3</sup> Ra), podczas gdy w najnowszym *Słowniku hydrogeologicznym* (Kleczkowski & Rózkowski, 1997) nie ma w ogóle terminu „wody radowe”, podobnie brakuje również pojęcia „wody radonowe”.

Przedstawione powyżej fakty wskazują na funkcjonowanie w literaturze światowej terminów precyzyjnie definiujących wody podziemne ze względu na rozpuszczone w nich składniki radioaktywne.

### Wnioski

Wobec możliwości uznawania wód radoczynnych za lecznicze i wykorzystywania ich w balneologii oraz w świetle powyższej dyskusji koniecznym wydaje się uściślenie obowiązującego obecnie Rozporządzenia MOŚZNiL z dn. 23 sierpnia 1994 r. w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinna odpowiadać dokumentacja hydrogeologiczna i geologiczno-inżynierska. W podpunkcie „b” punktu 4 w paragrafie 1 tego rozporządzenia mówiącym o „wodach o właściwościach leczniczych” ze względu na ich radoczynność, zamiast stwierdzenia „wykazujące radoczynność o wartości co najmniej 2 nCi/dm<sup>3</sup>”, powinno znaleźć się sformułowanie precyzujące pierwiastek i jego nuklid (o odpowiednio długim  $T_{1/2}$ ) zawarty w takich wodach i powodujący jej radoczynność (a właściwie radioaktywność). Wobec niewielkiej zawartości radu w leczniczych wodach radoczynnych Polski oraz wręcz szkodliwym jego działaniu na organizm ludzki należy raczej używać nazwy wody radonowe lub wody radowo-radonowe, które to terminy jasno precyzują pierwiastek odpowiedzialny za radioaktywność wody. Tak więc poprawiony zapis rozporządzenia powinien uzyskać brzmienie: „... wodę radonową lub radowo-radonową zawierającą co najmniej 74 Bq/dm<sup>3</sup> (2nCi/dm<sup>3</sup>) <sup>222</sup>Rn”. Taka definicja pozwoli uniknąć niejednoznaczności w kwalifikowaniu niektórych wód radonowych i radowo-radonowych do wód o właściwościach leczniczych. W przypadku wykorzystywania ich w zabiegach balneologicznych ma to niebagatelne znaczenie dla zdrowia pacjentów. Specjaliści w dziedzinie medycyny i biologii (radiologii) powinni także wypowiedzieć się na temat ewentualnego ustalenia górnej granicy zawartości radonu w wodzie radonowej, która może zostać uznana za wodę o właściwościach leczniczych, a także dopuszczalnej zawartości radu w takich wodach.

W ślad za proponowanymi zmianami w przepisach prawnych należałoby wyeliminować z terminologii hydrogeochemicznej nieprecyzyjne pojęcie „wody radoczynne”, a zastąpić je używanym już w literaturze polskiej i zagranicznej terminem wody radonowe (*radon waters*), a w niektórych przypadkach także terminem wody radowo-radonowe. Natomiast dla wód zawierających rad w odpowiednim stężeniu oraz radon w ilości poniżej 74 Bq/dm<sup>3</sup>, powinno używać się terminu „wody zawierające rad” lub „wody radowe” (*waters containing radium*), podobnie jak to ma miejsce przy nazywaniu wód mineralnych od zawartych w nich jonów — np. wody chlorkowe zawierające jon Cl<sup>-</sup>, itp.

Autor pragnie podziękować Fundacji na Rzecz Nauki Polskiej za przyznanie stypendium na 1998 rok.

### Literatura

- ASIKAINEN M. 1981 — State of disequilibrium between <sup>238</sup>U, <sup>234</sup>U, <sup>226</sup>Ra and <sup>222</sup>Rn in groundwater from bedrock. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 45: 201–206.
- BIESZCZAD S. & SOBOTA J. (ed.) 1993 — Zagrożenia, ochrona i kształtowanie środowiska przyrodniczo rolniczego. Wyd. Akad. Rol., Wrocław.
- CIĘŻKOWSKI M. & CIĘŻKOWSKI W. 1981a — Zwykłe wody radonowe Łądku Zdroju. *Prz. Geol.*, 29: 183–184.
- CIĘŻKOWSKI M. & CIĘŻKOWSKI W. 1981b — Możliwość zastosowania wód radonowych sztolni Śnieżnik do celów leczniczych. *Problemy Uzdrawiskowe*, 9/12: 181–183.
- CIĘŻKOWSKI W. 1990 — Studium hydrogeochemii wód leczniczych Sudetów polskich. *Pr. Nauk. Inst. Geotechn. Polit. Wr.*, 60, ser, 19: 1–135.
- DOMINIKIEWICZ M. 1951 — Wody mineralne Polski. Wyd. PZWL, Warszawa.
- GASCOYNE M. & BARBER J. H. 1992 — The Mobility of U, Ra and Rn in a Granitic Batholith on the Canadian Shield. *Radiochimica Acta*, 58/59: 281–284.
- von GUNTEN H. R., SURBECK H. & RÖSSLER E. 1996 — Uranium series disequilibrium and high thorium and radium enrichments in karst formations. *Environmental Science & Technology*, 30: 1268–1274.
- KASELA T. & KAZIMIERCZYK M. 1960 — Wybrane zagadnienia zdjęcia radiohydrogeologicznego. *Mat. konf. Pierwsza polsko-jugosławiańska narada w zakresie geologii i metodyki poszukiwań złóż uranowych*. Karpacz: 23–29.
- KING P. T., MICHEL J. & MOORE W. S. 1982 — Ground water geochemistry of <sup>228</sup>Ra, <sup>226</sup>Ra and <sup>222</sup>Rn. *Geoch. et Cosmoch. Acta*, 46: 1173–1182.
- KLECZKOWSKI A. S. & RÓZKOWSKI A. (eds.) 1997 — Słownik hydrogeologiczny. Wyd. TRIO, Warszawa.
- KOCHAŃSKI J. W. 1978 — Lecznicze zastosowanie radonu-222 w Uzdrawisku Łądek. *Problemy Uzdrawiskowe*, 4: 47–67.
- KOCHAŃSKI J. W. 1992 — Kuracja w Łądku Zdroju. *Łądek Zdrój*.
- LANGGUTH H. R. 1984 — List of terms of hydrogeology, geochemistry and geothermals of mineral and thermal waters. *International Contributions to Hydrogeology*, 3.
- de OLIVEIRA J., MAZZILLI B., de OLIVEIRA SAMPA M. H. & SILVA B. 1998 — Seasonal variations of <sup>226</sup>Ra and <sup>222</sup>Rn in mineral spring waters of Aguas da Prata, Brazil. *Applied Radiation and Isotopes*, 49: 423–427.
- PEŃSKO J. 1997 — Rad w środowisku wodnym. *Postępy Techniki Jądrowej*, 40: 14–29.
- PLEWA M. & PLEWA S. 1992 — Petrofizyka. Wyd. Geol.
- Prawo geologiczne i górnicze 1994** — Ustawa z dn. 4.02.1994, Dz. U., nr 27, poz. 96.
- PRZYLIBSKI T. A. 1997 — Wybrane uwarunkowania występowania radonu-222 w Sudetach. *Polit. Wr., Inst. Geotech. i Hydrotech., Raport ser. PRE*, 577, Wrocław.
- PRZYLIBSKI T. A. & ŻEBROWSKI A. 1996 — Origin of radon in medicinal waters of Świeradów Zdrój. *Nukleonika*, 41: 109–116.
- PRZYLIBSKI T. A. & ŻEBROWSKI A. 1999 — Origin of radon in medicinal waters of Łądek Zdrój (Sudety Mountains, SW Poland). *Journal of Environmental Radioactivity* (w druku).
- Rozporządzenie** Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dn. 23.08.1994 r. w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinna odpowiadać dokumentacja hydrogeologiczna i geologiczno-inżynierska. *Dz. U.*, nr 93, poz. 444.
- Rozporządzenie** Rady Ministrów z dn. 16.08.1994 r. w sprawie określenia złóż wód zaliczonych do solanek, wód leczniczych i termalnych oraz innych kopalin leczniczych, a także w sprawie zaliczenia kopalin pospolitych z określonych złóż do kopalin podstawowych. *Dz. U.*, nr 89, poz. 417.
- SZYMCZAK M. (red.) 1981 — Słownik języka polskiego. PWN, Warszawa.
- TOMZA I. & LEBECKA J. 1981 — Radium bearing waters in coal mines. *Proceedings of International Conference on Radiation Hazard in Mining*, Golden, Colorado, USA.