

**Pachocki, Krzysztof / Flakiewicz,  
Wiesław / Gorzkowski, Bohdan i in.**

---

**Radon222 w wodach głębinowych z  
terenu województwa płockiego**

---

Notatki Płockie 43/4-177, 50-52

---

1998

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej [bazhum.muzhp.pl](http://bazhum.muzhp.pl), gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych oraz w kolekcji mazowieckich czasopism regionalnych [mazowsze.hist.pl](http://mazowsze.hist.pl).

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

# RADON<sup>222</sup> W WODACH GŁĘBINOWYCH Z TERENU WOJEWÓDZTWA PŁOCKIEGO

## Wstęp

Województwo płockie położone jest w północno-zachodniej części Niecki Mazowieckiej. Niecka Mazowiecka obejmuje obszar ponad 50 000 km<sup>2</sup> i jest największym basenem artezyjskim w Polsce. Synkлинаlne ułożone wodonośne piaski oligocenu i miocenijskiej forma-

Niżej Polskim Wschodnim pobiera się z warstw wodonośnych czwartorzędowych - do ok. 90%. Na Mazowszu płytsze poziomy wodonośne leżą przeważnie na głębokości 20-60 m. Poziomy głębsze występują od 50 m do ponad 200 m od poziomu terenu.

Radon jest bezbarwnym i bezwonym gazem promieniotwórczym należącym do grupy gazów szlachetnych. Istnieją trzy naturalne izotopy radonu: <sup>222</sup>Rn o okresie półrozpadu 3,8 doby, oraz izotopy <sup>220</sup>Rn i <sup>219</sup>Rn mające okres półrozpadu poniżej 1 minuty. Ze względu na tak krótkie okresy półrozpadu dwóch ostatnich izotopów decydujące znaczenie dla zdrowia ma radon-222. Radon-222 powstaje z rozpadu izotopu radu-226. Jest on emitentem cząstek alfa.

Powstający w gruncie radon posiada zdolność migracji do górnych warstw gleby, do atmosfery i do naturalnych zbiorników wodnych. Wraz ze swoimi produktami rozpadu (<sup>218</sup>Po, <sup>214</sup>Pb, <sup>214</sup>Bi, <sup>214</sup>Po) stanowi największe źródło dawki otrzymanywanej przez ogół ludności

Tabela I. Stężenie radonu <sup>222</sup>Rn w wodzie z ujęć głębinowych na terenie Płocka

Lp.	Lokalizacja ujęcia	Głębokość m	Warstwa geologiczna	Stężenie radonu (Bq/l)	
				przed uzdatnieniem	po uzdatnieniu
1.	Płock - Borowicki Studnia Nr IA	27	czwartorzęd	4,54	-
2.	Płock - Borowicki Studnia Nr IIA	22	czwartorzęd	16,28	-
3.	Płock - Borowicki Studnia Nr VA	29	czwartorzęd	1,99	-
4.	Płock - Borowicki Studnia Nr K-1	250	trzeciorzęd, kreda	4,44	-
5.	Płock - Borowicki Studnia Nr K-2A	278,5	trzeciorzęd, kreda	3,68	-
6.	Stacja Uzdatniania Wody, Górna - Płock (woda z poz. 1-5 uzdatniona i filtrowana na węgiel aktywowany)	22 - 278,5	czwartorzęd, trzeciorzęd, kreda	-	0,28
7.	Stacja Uzdatniania Wody, Górna - Płock (woda głębinowa z poz. 1-5 zmieszana z uzdatnioną wodą wiślaną w stosunku 1:1)	22 - 278,5	czwartorzęd, trzeciorzęd, kreda, woda wiślana	-	0,39
<b>Wartość średnia</b>				<b>6,19</b>	<b>0,32</b>

Tabela II. Stężenie radonu <sup>222</sup>Rn w wodzie z ujęć głębinowych czwartorzędowych na terenie Sierpea

Lp.	Lokalizacja ujęcia	Głębokość m	Stężenie radonu (Bq/l)	
			przed uzdatnieniem	po uzdatnieniu
1.	Zakłady Piwowarskie ul. Świętokrzyska 27, Studnia Nr 2	81	3,13	-
2.	Zakłady Piwowarskie ul. Świętokrzyska 27, Studnia Nr 3	110	3,33	-
3.	Zakłady Piwowarskie ul. Świętokrzyska 27, Studnia Nr 5	116,5	2,65	-
4.	Zakłady Piwowarskie Woda zmieszana z trzech studni: Nr 2, 3 i 5	81-116,5	2,38	4,39
5.	Stacja Uzdatniania Wody ul. Mickiewicza 51, - studnia Nr 1 - studnia Nr 2 - studnia Nr 4 - studnia Nr 6 - studnia Nr 7 - studnia Nr 8	57 61 70 70 112 114	1,50 0,67 11,22 9,26 6,32 5,90	- - - - - -
6.	Stacja Uzdatniania Wody ul. Mickiewicza 51 (Woda zmieszana z sześciu studni Nr 1, 2, 4, 6, 7, 8)	57 - 114	8,00	7,45
<b>Wartość średnia</b>			<b>4,89</b>	<b>5,92</b>

cji węgla brunatnego są podścielone nieprzepuszczalnymi marglami kredy, i przykryte również nieprzepuszczalnymi ilami pliocenijskimi. Na krawędzi Niecki piaski wychodzą na powierzchnię i tam mogą w nie infiltrować wody atmosferyczne. Wody artezyjskie Niecki Mazowieckiej zasilają między innymi wodociągi miast województwa płockiego. Mineralizacja wody oligocenijskiej waha się od 250 - 400 mg/l we wschodniej i południowej części zbiornika, 500-700 mg/dcm<sup>3</sup> w centralnej i nawet ponad 1000 mg/l w rejonie Wyszogrodu. Korzystny skład chemiczny powoduje dobre walory smakowe i zdrowotne tej wody. Wody oligocenijskie wykazują niewielkie przekroczenie jonów żelaza i manganu, które w procesie uzdatniania wody ulegają eliminacji.

Wody głębinowe z okresu trzeciorzędu nie wystarczają do zaopatrzenia większych uprzemysłowionych aglomeracji miejskich. Najwięcej wód głębinowych na

z naturalnych źródeł promieniowania jonizującego. Radon łatwo rozpuszcza się w wodzie, a jeszcze lepiej w rozpuszczalnikach organicznych. W układzie woda-powietrze, w temperaturze pokojowej, około 20% radonu rozpuszcza się w wodzie a 80% pozostaje w powietrzu. Wody głębinowe na Niżu Polskim zawierają około 10 razy więcej radonu niż wody rzeczne. Niemniej stężenia te są raczej na niskim poziomie. W Polsce najwyższe stężenia radonu obserwuje się w wodach głębinowych Pogórza Karkonoskiego i Izerskiego.

Z uwagi na powszechne użycie w miastach województwa płockiego wód głębinowych do zasilania wodociągów wykonano badania zawartości radonu  $^{222}\text{Rn}$  w wodzie do picia. Podjęto próbę oszacowania rocznych dawek promieniowania jonizującego, które otrzymują osoby spożywające tę wodę.

## Wyniki i Dyskusja

Próbki wody z ujęć głębinowych z terenu województwa płockiego pobierane były przez pracowników Wojewódzkiej Stacji Sanitarno-Epidemiologicznej w Płocku. Z każdego ujęcia przed i po uzdatnieniu pobierano po 3 próbki. Pomiar radonu wykonywano metodą ciekłej scyntytacji cząstek alfa w Zakładzie Ochrony Radiologicznej i Radiobiologii Państwowego Zakładu Higieny w Warszawie.

W sieci wodociągowej Płocka znajduje się zarówno woda głębinowa jak i wiślana. Wody te po specjalnym uzdatnieniu mieszane są w stosunku około 1:1. Płock korzysta z wód głębinowych z trzech warstw geologicznych: czwartorzędowych, trzeciorzędowych i kredowych.

Tabela Nr IV. Stężenie radonu  $^{222}\text{Rn}$  w wodzie z ujęć głębinowych na terenie Żychlina

Lp.	Lokalizacja ujęcia	Głębokość	Warstwa geologiczna	Stężenie radonu (Bq/l)	
				przed uzdatnieniem	po uzdatnieniu
1.	ZGK, Zakład Wodociągów i Kanalizacji, ul. Barlickiego 15.				
	- studnia Nr I	219	trzeciorzęd	3,82	
	- studnia Nr II	61	trzeciorzęd	2,31	
	- studnia Nr III	65	trzeciorzęd	6,03	
	- studnia Nr IV	76	trzeciorzęd	0,48	
	- studnia Nr V	75,5	trzeciorzęd	3,79	
- woda zmieszana	61-219	trzeciorzęd	1,64	2,25	
2.	Zakłady Wytwórcze Maszyn Elektrycznych i Transformatorów EMiT, ul. Narutowicza 72				
	- studnia Nr I	66	trzeciorzęd	1,86	-
	- studnia Nr II	66	trzeciorzęd	2,76	-
	- woda zmieszana	66	trzeciorzęd	-	3,00
<b>Wartość średnia</b>				<b>3,01</b>	<b>2,62</b>

wych. Stężenia radonu w tych wodach wykazuje aktywność od 2 Bq/l do 16,3 Bq/l.

Jako propozycję limitu stężenia radonu w wodzie do picia można przyjąć 11 Bq/l (poziom zalecany przez Amerykańską Agencję Ochrony Środowiska).

W Stacji Uzdatniania Wody Górna - Płock wody ze wszystkich pięciu studni głębinowych były mieszane przed uzdatnieniem. Stężenie radonu w tak zmieszanej wodzie wynosiło 6,19 Bq/l. W procesie oczyszczania wody stosuje się między innymi filtry węglowe, na których adsorbuje się znaczna ilość radonu. Woda, która dostawała się po uzdatnieniu i zmieszaniu z wodą wiślaną do sieci miejskiej zawierała 0,39 Bq/l radonu (Tabela 1). Jest to jedna z niższych obserwowanych w Polsce wartości stężenia radonu w wodach głębinowych. Woda wiślana zawiera bardzo niskie stężenia radonu. Wielokrotnie przeprowadzone pomiary w Warszawie i Płocku przez Zakład Ochrony Radiologicznej i Radiobiologii wykazały, iż jest ono na poziomie od 0,45 Bq/l do 0,53 Bq/l.

Sierpc korzysta z wód głębinowych czwartorzędowych. Wody w Zakładach Piwowarskich po uzdatnieniu wykazywały stężenie radonu na poziomie 4,3 Bq/l. Natomiast w wodzie pobranej ze Stacji Uzdatniania Wody stężenie radonu wynosiło 7,45 Bq/l. Z uwagi na dobrą jakość wody nie zachodziła konieczność stosowania filtrów węglowych (Tabela II).

W Wyszogrodzie oraz na terenie gmin Wyszogród i Czerwińsk korzysta się z ujęć głębinowych czwartorzędowych. Poziom radonu w tych wodach był niski i wynosił średnio dla wody nie uzdatnionej 2,09 Bq/l, natomiast dla wody uzdatnionej 1,77 Bq/l (Tabela III). Na terenie miasta Żychlina oznaczono radon w sześciu ujęciach wód głębinowych czwartorzędowych oraz w jednym trzeciorzędowym. Średnie stężenie radonu w wodach nie uzdatnionych wynosiło 3,01 Bq/l, w wodach po uzdatnieniu 2,62 Bq/l (Tabela IV). Są to niskie wartości typowe dla wód czwartorzędowych Mazowsza.

Na terenie Kutna występują studnie głębinowe trzeciorzędowe. Średnie stężenie radonu w wodach nie uzdatnionych wynosiło 4,22 Bq/l, po uzdatnieniu 4,54 Bq/l.

W Gostyninie oznaczano radon w wodach z dwóch ujęć: z warstwy wodonośnej kredowej oraz z warstwy wo-

Tabela III. Stężenie radonu  $^{222}\text{Rn}$  w wodzie z ujęć głębinowych czwartorzędowych na terenie Wyszogrodu i Czerwińska

Lp.	Lokalizacja ujęcia	Głębokość m	Stężenie radonu (Bq/l)	
			przed uzdatnieniem	po uzdatnieniu
1.	Wyszogród, ul. Szkolna 13	39	2,11	-
2.	Wyszogród, ul. Szkolna 13	34,6	2,05	-
3.	Wyszogród, ul. Szkolna 13 (woda zmieszana z dwóch studni)	34,6 - 39	-	2,06
4.	Grodkowo, Studnia Nr 1 gm. Wyszogród	47	3,69	-
5.	Grodkowo, Studnia Nr 2 gm. Wyszogród	47	4,12	-
7.	Grodkowo, gm. Wyszogród (woda zmieszana z dwóch studni)	47	-	2,51
8.	Komsin, gm. Czerwińsk	90	0,91	0,75
9.	Nieborzyn, gm. Czerwińsk	60	1,62	-
10.	Kuchary, gm. Czerwińsk	60	0,12	-
<b>Wartość średnia</b>			<b>2,09</b>	<b>1,77</b>

Tabela Nr V. Stężenie radonu  $^{222}\text{Rn}$  w wodzie z ujęć głębinowych na terenie Kutna i Gostynina

Lp.	Lokalizacja ujęcia	Głębokość	Warstwa geologiczna	Stężenie radonu (Bq/l)	
				przed uzdatnieniem	po uzdatnieniu
1.	Kutno, ul. Toruńska - studnia Nr 2	160	czwartorzęd	4,53	-
2.	Kutno, ul. Jesienna - studnia Nr 5	180	czwartorzęd	3,92	-
3.	Kutno, ul. Graniczna Stacja Uzdatniania Wody woda zmieszana z dwiema studniami Nr 2 i Nr 5	160-180	czwartorzęd	-	4,54
4.	Gostynin, ul. Ziejkowa 2 Stacja Uzdatniania Wody	156	trzeciorzęd	4,11	2,35
5.	Gostynin, ul. Kolonia Stacja Uzdatniania Wody	360	kreda	3,29	2,28
<b>Wartość średnia</b>				<b>3,96</b>	<b>3,06</b>

do nośnej trzeciorzędowej. Stężenie radonu było niskie i wynosiło w wodzie przed uzdatnieniem odpowiednio: 4,11 Bq/l i 3,29 Bq/l. Po uzdatnieniu stężenie radonu obniżyło się w obu ujęciach do około 2,3 Bq/l (Tabela V).

Jak już nadmieniono wcześniej Amerykańska Agencja Ochrony Środowiska (US Environmental Protection Agency - EPA) jako propozycję limitu stężenia radonu w wodzie do picia podała wartość 300 pCi/l = 11 Bq/l.

Tylko w dwóch przypadkach: w wodzie czwartorzędowej, nie uzdatnionej ze studni Nr II A, ujęcie Płock-Borowiczki oraz w wodzie czwartorzędowej, nie uzdatnionej ze studni Nr 4, Stacji Uzdatniania Wody, ul. Mickiewicza 51, w Sierpcu poziom ten, tj. 11 Bq/l, był przekroczony.

Przyjmując średnie stężenie radonu w wodzie do

picia z głębinowych warstw wodonośnych (trzeciorzędowych, czwartorzędowych i kredy) województwa płockiego na poziomie 4,0 Bq/l oraz zakładając, iż wielkość spożycia wody nie przegotowanej i nie uzdatnionej nie przekracza 0,3 l/dzień otrzymamy roczne wchłonięcie radonu  $^{222}\text{Rn}$  na poziomie 440 Bq. Roczny efektywny równoważnik dawki na całe ciało (roczna dawka skuteczna) dla osoby dorosłej wyniesie ok. 19 uSv/rok.

Z tytułu spożycia przez człowieka wody z zawartością radonu  $^{222}\text{Rn}$  największą dawkę wśród tkanek i narządów otrzyma żołądek, następnie jelito cienkie, jelito grube, wątroba i płuca. Przyjmując współczynnik ryzyka śmierci z tytułu indukcji raka na poziomie  $5 \cdot 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$  otrzymamy wartość ryzyka  $9,5 \cdot 10^{-7}$ . Natomiast ryzyko raka żołądka wyniesie ok.  $1,8 \cdot 10^{-7}$ . Te teoretyczne oszacowane wartości ryzyka związane ze spożywaniem wody z zawartością radonu na poziomie 4,0 Bq/l są wartościami bardzo małymi, praktycznie nie uchwytymi żadnymi metodami statystyczno-epidemiologicznymi.

## Wnioski

1. Średnie wartości stężenia radonu w wodzie z ujęć głębinowych z terenu województwa płockiego są niskie i praktycznie nie przekraczają zalecanego poziomu 11 Bq/l.

2. Roczny efektywny równoważnik dawki (dawka skuteczna) na całe ciało dla dorosłej osoby z tytułu spożycia w ciągu dnia 0,3 l wody z zawartością radonu na poziomie 4,0 Bq/l oszacowano na poziomie 19 uSv/rok.

## Literatura:

1. Pachocki K. i inni, Pomiar stężenia radonu  $^{222}\text{Rn}$  w wodzie z ujęć głębinowych na terenie Warszawy, "Roczniki PZH" 1996, 47, 3, 285-293.
2. Pachocki K. i inni, Występowanie radonu  $^{222}\text{Rn}$  w wodzie z ujęć głębinowych na terenie Pojezierza Mazurskiego, "Roczniki PZH" 1997, 48, 1, 69-77.
3. Miliszewicz A., Radon. Warszawa-Wrocław 1978.
4. Pachocki K., Radon w środowisku. Ekologia i Zdrowie. Warszawa 1995.
5. WHO, Guidelines for drinking water quality. Vol. 1 Recommendations, Geneva 1984, 1993.
6. Malinowski J., Budowa geologiczna Polski. Tom VII. Hydrogeologia, Wyd. Geologiczne 1991.