

JERZY PEŃSKO, KRZYSZTOF PACHOCKI, ZDZISŁAW RÓŻYCKI, TADEUSZ MAJLE,
BOHDAN GORZKOWSKI, ELŻBIETA WILEJCZYK¹

TERAPIA RADONOWA – INHALATORIUM RADONOWE W KOWARACH

THE RADON THERAPY – RADON INHALATORIUM IN KOWARY

Zakład Ochrony Radiologicznej i Radiobiologii, Państwowy Zakład Higieny
00-791 Warszawa, ul. Chocimska 24

¹Wojewódzka Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna
58-500 Jelenia Góra, ul. Kasprowicza 17
Dyrektor: lek. med. Z. Bucki

Oznaczano stężenie radonu w Inhalatorium Radonowym w Kowarach koło Jeleniej Góry. Na tej podstawie szacowano również dawki pochodzące z produktów rozpadu radonu na nabłonek oskrzelowy płuc otrzymane przez pacjentów, którzy zostali poddani zabiegom inhalacyjnym radonu-222 w tym Inhalatorium.

WSTĘP

Na długo przed odkryciem promieniotwórczości medycyna wykorzystywała własności lecznicze wód pewnych źródeł. Nie różniły się one wyglądem zewnętrznym od zwykłej wody do picia. Wody tych źródeł, jak obecnie wiadomo, zawierają większe ilości radonu niż zwykłe wody. Istnieje wiele sposobów klinicznych wykorzystywania wód mineralnych zawierających radon. Stosuje się je w postaci kąpeli w wannie, pryszniców, kąpeli borowinowych. Woda mineralna zawierająca radon służy także do picia. W emanatoriach chorzy wdychają suche powietrze wzbogacone w radon, a w inhalatoriach rozpyloną wodę zawierającą radon (aerozol wody w powietrzu) [7].

W Polsce istnieją trzy znane uzdrowiska, w których na szerszą skalę stosuje się terapię radonową: w Łądku Zdroju, Świeradowie i w Cieplicach. Uzdrowisko w Cieplicach w latach 1975-1990 stosowało na największą skalę inhalacje radonowe wykorzystując w tym celu sztolnię nieczynnej od dawna kopalni rudy uranowej w Kowarach [5, 7].

W 1926 r. niemieccy geolodzy po raz pierwszy przebadali złoża kopalni rudy żelaza "Wolność" w Kowarach pod kątem ich radioaktywności i stwierdzili, że występują tam także żyły rud uranowych. Rad, pierwiastek promieniotwórczy występujący w tych rudach, cieszył się w tamtym okresie ogromnym zainteresowaniem. Przy przerobie uzyskiwano z 1 tony rudy około 73 miligramy radu, zaś uran stanowił odpad, ponieważ wtedy nie posiadał wartości handlowej. Do 1940 r. wydobyto i sprzedano 74 tony rudy uranowej, które zostały wysłane do Oranienburga pod Berlinem.

Po wojnie Oranienburg został zajęty przez wojska radzieckie. Znalezione wówczas różne próbki rud uranowych między innymi z Kowar, które nie zostały jeszcze przerobione. W latach 1945–1947 rudy uranowe w Kowarach nie budziły większego zainteresowania. W dniu 23 lipca 1945 r. przedstawiciele Zjednoczenia Rud Żelaza z Częstochowy oficjalnie przejęli kopalnię „Wolność” pod swój zarząd, zapoznali się z istniejącą sytuacją i podjęli prace zmierzające do odwodnienia i zabezpieczenia wyrobisk górniczych. Do pracy powrócili miejscowi górnicy niemieccy, a także przybywający górnicy z Górnego Śląska i z Częstochowy. Już w sierpniu 1945 r. wydobyto i wysłano do huty w Gliwicach 180 ton rudy magnetytowej. Wydobyte w kopalni stopniowo wzrastało i w grudniu 1945 r. wynosiło już 1000 ton. Natomiast w 1946 r. wydobyte osiągnęło już 22000 ton rudy. Polski geolog inż. *Antoni Białaczewski* wiosną 1946 r. przeprowadził badania wyrobisk górniczych w kopalni „Wolność”, zapoznał się z występującymi rudami uranowymi i opracował wytyczne dla dalszych prac rozpoznawczych złoża. W 1947 roku przyjechali do Kowar geolodzy radzieccy, którzy przywieźli aparaturę radiometryczną i zbadali złoża nie tylko w kopalni „Wolność” ale także w innych starych, nieczynnych kopalniach. Na podstawie tych badań określono, że w Sudetach istnieje duże prawdopodobieństwo odkrycia złóż rud uranowych o wartości przemysłowej (nadających się do eksploatacji). W dniu 15 września 1947 roku została podpisana polsko-radziecka tajna umowa o współpracy naukowo-technicznej, w której strony zobowiązywały się do prowadzenia poszukiwań i eksploatacji rud uranowych na terenie Polski i sprzedawania tych rud Związkowi Radzieckiemu. W wyniku zawarcia tej umowy z dniem 1 stycznia 1948 r. w Kowarach zostało powołane specjalistyczne przedsiębiorstwo górnicze pod nazwą „Kowarskie Kopalnie” (Kuznieckije Rudniki). Przedsiębiorstwo przejęło kopalnię „Wolność” i utworzyło grupy geologiczno-poszukiwawcze, które miały na celu poszukiwanie w obrębie Sudetów nowych złóż uranowych [2].

Poszukiwaniami geologicznymi objęto całe Sudety i do 1953 r. zostały wstępnie przebadane główne struktury geologiczne. Poszukiwania koncentrowały się głównie w obrębie osłony granitu Karkonoszy, w Górach Izerskich i Kaczawskich, w rejonie wałbrzyskim i na Ziemi Kłodzkiej. W tym czasie przeprowadzono także wstępne badania radiometryczne w Karpatach i Górach Świętokrzyskich, jak również dokonano rewizji wyrobisk górniczych w kopalniach górnośląskich. W latach 1948–49 odkryto złoża w Miedziance i w okolicach Kłodzka. W 1950 r. odkryto w Kowarach złożo „Podgórze”. W „Podgórze” rudy uranowe występowały w formie cienkich żył w obrębie naruszeń tektonicznych. Złożo udostępniono sztolniami Nr 16, 17 i 19, a od 1951 r. rozpoczęto jego eksploatację. W 1952 r. odkryto w Górach Izerskich złożo „Radoniów”, które w następnych latach było udostępnione i eksploatowane. Niewielkie zasoby rud odkryto także w kopalni pirytu w Rudkach koło Kielc.

W 1951 r. przedsiębiorstwo „Kowarskie Kopalnie” zmieniło nazwę na „Zakłady Przemysłowe R-1”. Po 1953 r. skończył się burzliwy okres rozwoju przedsiębiorstwa. Najwyższe zatrudnienie przedsiębiorstwo osiągnęło w 1950 r. W dniu 31.12.1950 r. stan załogi wynosił 7926 osób. Eksploatowane zasoby rud uranowych były na wyczerpaniu. Okazało się zresztą, że polskie złoża nie są tak bogate jak sądzono. Należą w skali światowej do złóż biednych i małych. Także uran w tym czasie stracił swoje strategiczne znaczenie, w związku ze zbudowaniem bomby wodorowej. Rosjanie zaczęli się stopniowo wycofywać i w 1957 r. wyjechali zabierając specjalistów. Kopalnia „Wolność”

została z powrotem przekazana do Zjednoczenia Rud Żelaza w Częstochowie i kontynuowała wydobywanie rud magnetytowych, aż do jej całkowitej likwidacji w 1962 r. Kopalnię w Miedziance przejęło Zjednoczenie Rud Metali Nieżelaznych i prowadziło tam prace dokumentacyjne rud miedzi, zaś „Kopaliny” w Kletnie koło Stronia Śląskiego podjęły się eksploatacji fluorytu i wapieni krystalicznych dla produkcji grysów. Zakłady Przemysłowe R-1 ograniczyły zakres prac poszukiwawczych i koncentrowały swoje wysiłki nad rozpoznawaniem już odkrytych obszarów podwyższonej radioaktywności oraz eksploatacją złoża „Podgórze” i „Radoniów”. Kopalnia „Podgórze”, udostępniona szybami ze sztolni Nr 19 do głębokości 480 m, eksploatowała bloki i zasoby pozostawione w filarach ochronnych. Roboty górnicze na poziomie 520 m potwierdziły pełne wyklinowanie się żył kruszcowych. W związku z tym w 1958 r. kopalnię „Podgórze” zlikwidowano. Urządzenia górnicze zostały zdemontowane i wywiezione na powierzchnię, zaś wyrobiska górnicze zatopione. Kontynuowano poszukiwania geologiczne, eksploatację rudy w kopalni „Radoniów” oraz produkcję kruszywa budowlanego. W laboratorium opracowano technologie przerobu rud na chemiczny koncentrat. Zasoby rudy wyczerpywały się jednak sukcesywnie, a ich roczny przyrost ze złóż nowo odkrywanych nie hamował spadku wydobywania. Złoże „Radoniów” na głębokości 525 m zaczęło się kończyć, zaś na głębokości 670 m całkowicie zanikło. Do 1963 r. wyeksploatowano wszystkie jego zasoby i kopalnię zlikwidowano. W 1961 r. została podjęta decyzja o uruchomieniu w kraju próbnej produkcji koncentratu uranowego (przerób rudy na chemiczny koncentrat). Surowiec dla tego celu wydobywany był ze złoża „Radoniów”. Były to rudy ubogie, które uprzednio nie mogły zostać wyeksportowane z powodu niskiej zawartości uranu. Do przerobu przeznaczono także rudy z innych kopalń, które jako ubogie były dotychczas składowane w zwalach lub na hałdach.

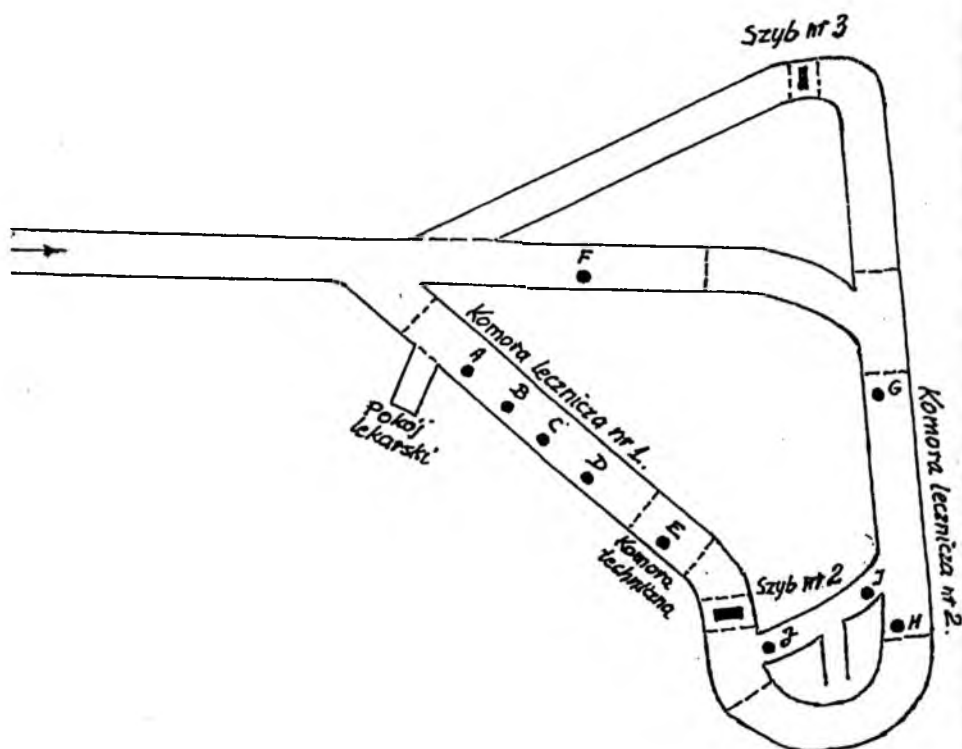
Zarządzeniem Pełnomocnika Rządu do Spraw Wykorzystania Energii Jądrowej Zakłady Przemysłowe R-1 w Kowarach zlikwidowano z dniem 1 stycznia 1973 r. Część załogi i majątku została przejęta przez Politechnikę Wrocławską. Utworzono Zakład Doświadczalny Politechniki Wrocławskiej „Hydro-Mech”.

Z inicjatywy Akademii Medycznej od 1970 roku przystąpiono do przebudowy wyrobiska nieczynnej kopalni rudy uranu „Podgórze” w Kowarach. W przebudowanych wyrobiskach miało powstać Inhalatorium Radonowe. Cel ten został zrealizowany w 1975 r. Z przyczyn finansowych w 1990 r. Inhalatorium Radonowe w Kowarach przestało funkcjonować.

MATERIAŁ I METODYKA

Inhalatorium Radonowe w Kowarach w którym przeprowadzono badania, składało się z 2 komór inhalacyjnych oraz 1 komory technicznej, znajdującej się obok nieczynnego szybu. Ogólny schemat sztolni inhalacyjnych przedstawia ryc. 1. Od wejścia do komór inhalacyjnych prowadził korytarz długości około 700 m. Do inhalacji wykorzystywana była przede wszystkim komora nr 1, w której znajdowało się około 20 łóżek. Także w komorze technicznej znajdowały się łóżka i czasami przebywali pacjenci.

Niniejsze badania, przeprowadzone przez Zakład Ochrony Radiologicznej i Radiobiologii Państwowego Zakładu Higieny dotyczyły jedynie narażenia na promieniowanie kuracjuszy Uzdrawiska w Cieplicach Zdroju, którzy byli poddawani inhalacjom radonowym. Badaniami tymi nie objęto narażenia na radon i produkty jego rozpadu lekarzy, pielęgniarek, personelu obsługi technicznej inhalatorium oraz ludności zamieszkującej miasto Kowary i jego peryferie.



Ryc. 1. Rozmieszczenie detektorów radonowych w Inhalatorium Radonowym w Kowarach
Radon detectors distribution in Kowary Radon Inhalatorium

Okres badań obejmuje jesień 1987 roku, kiedy to wykonano 1 cykl pomiarowy (od 18 do 20 listopada) oraz prawie cały sezon kuracyjny w 1988 roku (od 16 kwietnia do 11 listopada), w którym przeprowadzono 4 cykle pomiarowe (26–28 kwiecień, 8–10 czerwiec, 8–11 lipiec, 9–11 listopad). W wymienionych okresach rozstawiono w Komorze nr 1 i w Komorze nr 2 dyfuzyjne dozymetry węglowe, umożliwiające pomiar średnich stężeń ^{222}Rn . Metoda pomiaru została już opisana poprzednio [6]. W Komorze nr 1 dozymetry rozstawiono na stolikach pomiędzy łózkami nr 1 i 2 (doz. A), łózkami nr 6 i 7 (doz. B), łózkami nr 12 i 13 (doz. C) oraz łózkami nr 19 i 20 (doz. D). Jeden z dozymetrów umieszczono w komorze technicznej na ziemi (doz. E).

W korytarzu komunikacyjnym rozstawiono 1 dozymetr (doz. F) na wagoniku oraz w Komorze 2 cztery dozymetry: doz. G umieszczono na początku komory przy ścianie, na wysokości około 100 cm, doz. H na końcu komory inhalacyjnej na ziemi, doz. I na stoliku przy ścianie oraz doz. J przy ścianie obok szybu na wysokości około 30 cm.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Wyniki pomiarów zestawiono w tabeli I i tabeli II. W tabelach tych, obok pomiaru stężeń Rn-^{222} dozymetrami węglowymi, przytoczono wyniki sporadycznie wykonywanych pomiarów chwilowych stężeń energii potencjalnej produktów rozpadu radonu przez dozymetrystę Uzdrowiska w Cieplicach Zdroju radiometrem górniczym RGR-11.

Tabela I. Wyniki pomiarów stężenia Rn-222 i jego produktów rozpadu w Inhalatorium Radonowym w Kowarach
The results of radon and decay products concentrations measurements in the air of the Kowary Radon Inhalatorium

Miejsce pomiaru	Okres pomiarów Bq/m ³								
	18-20 listopada			26-28 kwietnia			6-10 czerwca		
	Rn-PR	Rn-222	F	Rn-222	F	Rn-PR	Rn-222	F	
Komora 1:									
A		12 420		9 920			382 730		
B		11 330		9 680			616 890*		
C		12 710		11 770			442 510		
D		12 180		9 450			451 350		
E		10 490		11 760			391 840		
Średnio	4 650	11 830	0,39	2 100	10 520	0,20	153 690	417 110	0,37
Komora 2:									
F		3 840		4 410			411 510		
G		4 880		6 450			387 070		
H		3 790		6 510			901 320*		
I		4 110		6 840			341 470		
J		4 650		8 540			188 000*		
Średnio		4 250		6 550			380 020		

Objaśnienia: A - łóżka 1-2, B - łóżka 6-7, C - łóżka 12-13, D - łóżka 19-20, E - komora techniczna, F - korytarz komunikacyjny, G - początek komory, H - koniec komory, I - początek łącznika, J - koniec łącznika
Rn-PR: produkty rozpadu Rn-222,
F: współczynnik równowagi promieniotwórczej,
*: wartości nie uwzględnione przy obliczaniu średniej

Wyniki pomiarów indywidualnych wykorzystywano do obliczenia wartości średnich dla obu komór. Przedstawiono je w tabeli III.

Dla obliczenia dawek, jakie otrzymały najbardziej krytyczne tkanki płucne pacjentów poddanych inhalacjom radonu, a są nimi komórki podstawne nabłonka oskrzelowego, konieczna jest znajomość średnich stężeń krótkożyjących produktów rozpadu Rn-222 w okresie zabiegów inhalacyjnych oraz czas trwania inhalacji. Czas trwania inhalacji dla poszczególnych pacjentów został określony na podstawie skrupulatnie prowadzonych zapisów (dokumentacji). Wynika z niej, że czas przebywania pacjenta w inhalatorium podczas pojedynczego zabiegu wynosił 1 godzinę. Natomiast cała kuracja polegała na ogół na 10 takich zabiegach. W okresie przeprowadzanych badań dozymetrycznych czas jednego zabiegu inhalacyjnego wynosił zwykle 1 godzinę, natomiast czas przebywania w inhalatorium podczas całej kuracji był bardzo różny i wynosił od 1 do 11 godzin. Dla większości pacjentów wynosił 9 godzin. Krótsze czasy trwania kuracji wynikały z różnych przyczyn takich jak np. choroba pacjenta, brak dopływu prądu, itp.

Tabela II. Wyniki pomiarów stężenia Rn-222 i jego produktów rozpadu w Inhalatorium Radonowym w Kowarach

The results of radon and decay products concentrations measurements in the air of the Kowary Radon Inhalatorium

Miejsce pomiaru	Okres pomiarów Bq/m ³					
	8-11 lipca			9-11 listopada		
	Rn-PR	Rn-222	F	Rn-PR	Rn-222	F
Komora 1:						
A		327 580			225 900	
B		345 340			243 170	
C		341 130			196 880	
D		334 160			259 620	
E		320 990			216 830	
Średnio	56 980	333 840	0,17	6 550	228 480	0,03
Komora 2:						
F		357 550				
G		339 720				
H		315 680				
I		349 620				
J		345 540				
Średnio		341 620				

Objaśnienia: A – łóżka 1-2, B – łóżka 6-7, C – łóżka 12-13, D – łóżka 19-20, E – komora techniczna, F – korytarz komunikacyjny, G – początek komory, H – koniec komory, I – początek łącznika, J – koniec łącznika
Rn-PR: produkty rozpadu Rn-222,
F: współczynnik równowagi promieniotwórczej

Tabela III. Średnie wartości stężeń ²²²Rn i jego krótkożyjących produktów pochodnych w komorach zabiegowych Inhalatorium Radonowego w Kowarach
The average results of radon and decay products concentrations measurements in the air of the Kowary Radon Inhalatorium

Okres pomiarów	Komora nr 1		Komora nr 2	
	²²² Rn (Bq m ⁻³)	PR WL	²²² Rn (Bq m ⁻³)	PR WL
	18-20 listopada	11 830	2,24	4 250
26-28 kwietnia	10 520	1,99	6 550	1,24
8-10 czerwca	417 110	78,9	380 020	71,9
8-11 lipca	333 840	63,2	341 620	64,6
8-11 listopada	228 480	54,0	nie mierzono	

Według danych P.P. „Uzdrowisko Cieplice” z dnia 2 lutego 1987 roku liczba pacjentów poddawanych rocznie inhalacjom radonowym wynosiła około 3600. Do lutego 1987 roku zabiegom inhalacyjnym radonu w uzdrowisku poddanych zostało 30272 pacjentów. Z tej liczby około 6000 pacjentów powtórzyło zabiegi inhalacyjne.

Znacznie trudniej niż czas inhalacji jest prawidłowo określić średnie stężenia produktów rozpadu radonu występujące w inhalatorium podczas zabiegów. Pojedyncze pomiary wartości chwilowych tej wielkości wykonywane radiometrem górniczym RGR-11 przez dozymetrystę uzdrowiska nie mogą być do tego celu wykorzystywane, ponieważ zarówno stężenia radonu-222, jak również stężenia jego produktów rozpadu w powietrzu sztolni kopalnianej ulegają znacznym wahaniom w krótkim czasie. W tabeli IV przytoczono wyniki pomiarów wartości chwilowych zmierzonych przez dozymetrystę uzdrowiska jednorazowo w każdym dniu ekspozycji dozymetrów węglowych. Wartości te wydają się być znacznie zaniżone w stosunku do przewidywanych wartości najbardziej prawdopodobnych. Wartości najbardziej prawdopodobne obliczono biorąc za podstawę zmierzone wartości stężeń Rn-222 oraz współczynnik równowagi promieniotwórczej, który dla nieczynnej i nie wentylowanej kopalni wynosi nie mniej niż 70%. Tego rodzaju założenie uzasadnia również fakt dążenia przez obsługę inhalatorium do stworzenia warunków możliwie maksymalnego stężenia radonu występującego w Inhalatorium Radonowym.

Tabela IV. Chwilowe wartości stężeń energii potencjalnej produktów rozpadu Rn-222 zmierzone radiometrem górniczym RGR-11 oraz obliczone wartości najbardziej prawdopodobne

The alpha potential energy concentrations of radon-222 daughters in the air measured by the mine radiometer RGR-11

Data pomiaru	Wartość zmierzona			Wartość prawdopodobna	
	MeV/l	WL	Bq/m ³	Bq/m ³	WL
18	2,5 10 ⁵	1,93	7 210		
19 listopada	1,2 10 ⁵	0,92	3 420	8 280	2,24
20	1,2 10 ⁵	0,92	3 420		
26 kwietnia	6,8 10 ⁴	0,52	1 940	7 360	1,99
8	5,9 10 ⁶	45,4	168 090		
9 czerwca	5,2 10 ⁶	40,0	148 150	291 980	78,9
10	4,5 10 ⁶	34,7	128 210		
8	3,3 10 ⁵	2,54	9 400	233 690	63,2
11 lipca	2,0 10 ⁶	15,4	56 980		
10	2,1 10 ⁵	1,62	5 980		
11 listopada	2,3 10 ⁶	1,77	6 550	159 940	54,0

Na podstawie określonych w Tabeli IV wartości najbardziej prawdopodobnych stężeń energii potencjalnej produktów rozpadu radonu-222 obliczono dawki, jakie

otrzywać mogli pacjenci na nabłonek oskrzelowy podczas zabiegów inhalacyjnych w okresie od 18 listopada 1987 roku do 11 listopada 1988 roku.

Obliczenia te wykonano przyjmując następującą zależność między efektywnym równoważnikiem dawki dla narażenia ludności, a ekspozycją na produkty rozpadu radonu, podaną w zaleceniach Agencji Energii Jądrowej OECD [4]: 5,5 mSv/WLM lub 1,5 mSv/mJhm⁻³. Ponieważ 1 WL h = 2,08 10² mJhm⁻³, stąd efektywna dawka równoważna od produktów rozpadu radonu wyrażona w milisiwertach (mSv) wyniesie:

$$D^{\text{ef}} = 3,12 \cdot 10^2 C_{\text{WL}} t_{\text{h}} \quad (1)$$

gdzie: C_{WL} oznacza stężenie produktów rozpadu Rn-222 wyrażone w jednostkach WL, t_h oznacza czas inhalacji podczas całej kuracji.

Uwzględniając współczynnik wagowy 0,12 [1] stosowany przy obliczeniach efektywnego równoważnika dawki otrzymuje się wzór na obliczenie dawek, wyrażonych w mSv, otrzymanych przez nabłonek oskrzelowy w postaci:

$$D = 0,26 C_{\text{WL}} t_{\text{h}} \quad (2)$$

Wyniki wykonanych na podstawie wzoru (2) obliczeń przedstawiono w Tabeli V, z tym, że do obliczeń zastosowano wymienione w Tabeli IV najbardziej prawdopodobne oszacowane wartości stężeń energii potencjalnej produktów rozpadu radonu.

Tabela V. Dawki na nabłonek oskrzelowy otrzymane przez pacjentów podczas przyjmowania inhalacji w Inhalatorium Radonowym w Kowarach
The doses to the bronchi of patients received during the inhalation therapy sessions

Liczba pacjentów	Czas inhalacji podczas całej kuracji (godz.)	Przybliżone dawki na oskrzela	
		mSv	rem
3	1	17-21	1,7-2,1
12	2	1,2	0,12
2	3	49	4,9
3	4	66	6,6
9	5	70-83	7,0-8,3
16	6	84	8,4
10	7	115-144	11,5-14,4
24	8	132	13,2
75	9	148-185	14,8-18,5
25	10	204	20,4
5	11	164-181	16,4-18,1
Razem: 184			
w tym:	(76%) 6-11 godz.	115-204	11,5-20,4
kobiet 110			
mężczyzn 74			

Obliczenia te wykazują, że pacjenci poddani zabiegom inhalacyjnym radonu-222 w Uzdrowisku Cieplice otrzymali w okresie badań dawki na nabłonek oskrzelowy płuc w granicach od 1,2 do około 204 mSv (0,12 - 20,4 rem) w zależności od liczby

pobraných inhalacji i średniego stężenia radonu podczas inhalacji. Znaczna część pacjentów (ok. 76%) otrzymała dawki w przedziale 115 – 204 mSv (1,15 – 20,4 rem).

Stosując identyczną metodę obliczeń można otrzymać wartość dawki na oskrzela otrzymywaną przez przeciętnego mieszkańca Polski, zamieszkującego domy, w których według Centralnego Laboratorium Ochrony Radiologicznej [3] średnie stężenie ^{222}Rn wynosi 38 Bq/m³. Wartość ta wynosi około 5,5 mSv/rok.

Z porównania tego wyniku, że większość (ok. 76%) pacjentów Inhalatorium Radonowego w Kowarach podczas 10-dniowej kuracji otrzymała dawki na krytyczny narząd płuc (nabłonek oskrzelowy) w przybliżeniu takie, jakie otrzymują od ^{222}Rn mieszkańcy przeciętnego domu w ciągu 10–18 lat.

WNIOSKI

1. Pacjenci poddani wziewnym zabiegom terapeutycznym w Inhalatorium Radonowym w Kowarach otrzymali dawki na nabłonek oskrzelowy w granicach od 1,2 do około 204 mSv (0,12 – 20,4 rem), czyli takie jakie otrzymują w Polsce mieszkańcy domu o przeciętnym poziomie stężenia radonu w ciągu 10–18 lat.

2. Stosowana w ramach medycyny uzdrowiskowej terapia radonowa, ze względu na szkodliwość generowanego podczas rozpadu radonu promieniowania jonizującego, nadal budzi wiele kontrowersji i wątpliwości.

J. Peńsko, K. Pachocki, Z. Różycki, T. Majle,

B. Gorzkowski, E. Wilejczyk

THE RADON THERAPY – RADON INHALATORIUM IN KOWARY

Summary

In this paper the measurements of radon-222 concentration in the air of Kowary Radon Inhalatorium in the vicinity of Jelenia Góra, Lower Silesia, Poland, performed by Radiation Protection and Radiobiology Department of National Institute of Hygiene in Warsaw, have been presented. For the measurements the integration method with the application of charcoal canisters have been used. The radon concentration was found within the very broad ranges from about 4 to 420 kBq m⁻³ depending of the season of the year. Basing on the radon concentration measurements during the inhalation therapy session and taking into account the equilibrium factor of 0,8 the doses to the bronchi of the patients in range from 1,2 to about 204 mSv (0,12 – 20,4 rem) have been assessed. The majority of patients (ca. 76%) received the doses between 115 and 204 mSv.

PIŚMIENICTWO

1. ICRP Publication 65: Protection Against Radon-222 at Home and at Work. Annals of the ICRP, 1993, Vol. 23, No. 2.
2. Kowary, szkice z dziejów miasta. Tom II. Praca zbiorowa. Red. Tadeusz Bugaj. Prace Karkonoskiego Towarzystwa Naukowego Nr 39, Pracownia Badań Humanistycznych. Jelenia Góra 1989.
3. Mamont-Cieśla K.: Sources of radon in indoor air. Nukleonika 1993, 38, 4, 71–86.
4. OECD Nuclear Energy Agency – Organisation for Economic Co-Operation and Development: Dosimetry Aspects of Exposure to Radon and Thoron Daughter Products. Paris, 1983.

5. Peńsko J., J. Jagielak, M. Biernacka, A. Żak: Badanie tła promieniowania jonizującego w Kotlinie Kowarskiej. *Nukleonika*, 1971, 16, 293–300.
6. Peńsko J., A. Wicke: Measurement Techniques for the Estimation of Rn-22 Concentration and the Exhalation Rate Indoors and Outdoors Using an Activated Carbon Bed. *Post. Fiz. Med.*, 1998, 23, 4, 263–270.
7. Ponikowska I., J. Walczak-Sielicka, T. Latour, T. Łaukajtys – *Medycyna Uzdrawiskowa w zarysie*. „WATEXTS”, Warszawa, 1995.

Otrzymano: 1997.11.27