

Określony w tej pracy stosunek liczby atomów ^{129}I : ^{127}I w tarczycach jeleni był podobny do wartości obserwowanych w Szwecji w latach 1988-1989 i o rząd większy niż obserwowany po awarii czarnobylskiej w Niemczech (Dolna Saksonia) i w Japonii (Chiba).

Literatura

- [1]. X.Hou, A.F.Malencheko, J.Kucera, H.Dahgaard, S.P.Nielsen, Iodine-129 in thyroid and urine in Ukraine and Denmark, Sci. Total . 302,63-73,2003.
- [2]. Y.Muramatsu, S. Yoshida, Determination of ^{129}I and ^{127}I in environmental samples by neutron activation analysis (NAA) and inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS), J. Radioanal. Nucl. Chem., Articles 197, 149-159, 1995.

*) Autorzy wyrażają podziękowanie Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych i Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Lublinie i Białymstoku za pomoc w pobraniu tarczyc zwierząt.

Praca finansowana przez MEiN w ramach dotacji statutowej.

1.3 OPRACOWANIE MODELI OCENY DAWEK DLA ORGANIZMÓW STANDARDOWYCH CHARAKTERYSTYCZNYCH DLA ŚRODOWISKA LĄDOWEGO I WODNEGOW POLSCE

P. Krajewski, L. Rosiak, M. Suplińska

W ostatnich latach wzrosło zainteresowanie ideą stworzenia nowego systemu ochrony radiologicznej, który ustalałby normy ryzyka radiacyjnego nie tylko dla człowieka, lecz również dla otaczającej go flory i fauny. Od 2000 roku prowadzi się na świecie konsekwentne działania, aby wypracować kompleksowy system ochrony przed promieniowaniem jonizującym wszystkich żywych gatunków. W 2002 roku, Międzynarodowa Komisja Ochrony Radiologicznej ICRP, światowy autorytet w tej dziedzinie, wydała raport sugerujący zmianę obowiązującego obecnie systemu ochrony radiologicznej (ICRP 2002), a w roku 2005 raport zawierający propozycje referencyjnych gatunków¹ (ICRP 2005).

W 2002 roku US. Department of Energy, (USDOE, RAD-BCG CALCULATOR RELEASE 2 DOE-STD-1153, 2002) wprowadził „standardowe limity dawek” dla ochrony populacji wszystkich żywych organizmów równe: 3600 mGy-rok⁻¹ dla populacji roślin i zwierząt wodnych oraz 360 mG-rok⁻¹ dla zwierząt lądowych. Limity te są odpowiednio około 1000; 100 razy większe od przeciętnej dawki dla człowieka oraz stanowią odpowiednio 1/2; 1/20 tzw. dawki połowicznej śmiertelności dla ssaków LD₅₀. W Europie trwają intensywne prace w ramach międzynarodowych programów wspieranych przez Unię Europejską: FASSET EC (2001-2003), ERICA (2003-2007).

Od 2003 roku CLOR uczestniczy w badaniach programu ERICA.

¹ Organizmy referencyjne to typowi przedstawiciele roślin i zwierząt, których ocenione ryzyko radiacyjne będzie stanowiło wskaźnik narażenia pozostałych gatunków

Omawiany temat jest kontynuacją prac prowadzonych w CLOR w latach 2000-2004, i obejmuje:

- opracowanie i adaptację na podstawie dostępnych danych światowych metod obliczeniowych pozwalających na określenie mocy dawek od promieniowania jonizującego otrzymywanych przez florę i faunę lądową i wodną w Polsce,
- weryfikację obliczeń modelowych w wybranych komponentach fauny i flory z danymi pomiarowymi,
- porównanie wyników obliczeń mocy dawek z zalecanymi normami.

Otrzymane oceny dawek pozwolą na określenie narażenia, jaki dla środowiska stwarza planowana w Polsce energetyka jądrowa, co więcej umożliwią „dowód explicite”, jak duży margines bezpieczeństwa dla środowiska zapewnia energetyka jądrowa w porównaniu z energetyką konwencjonalną opartą na węglu czy ropie.

W 2004 roku opublikowano raport podsumowujący dokonania programu FASSET „Framework for assessment of environmental impact of ionising radiation in major European ecosystems, FASSET Final Report (May 2004), razem z szeregiem załączników zawierających opis i metodykę systemu, współczynniki przeliczeniowe dawek oraz bazy danych spodziewanych efektów promieniowania na środowisko (bazy danych dostępne są również w formie elektronicznej). Powstający obecnie i rekomendowany system UE jest bardziej rozbudowany i skomplikowany niż systemem DOE USA. W systemie UE wycofano się m.in. z ustalania różnych limitów dawek dla fauny wodnej oraz lądowej, stwierdzając jedynie², że próg znamienności statystycznej obserwowanych aberracji chromosomalnych u różnych organizmów wynosi $0.1 \text{ mGy}\cdot\text{godz}^{-1}$ (co stanowi $900 \text{ mGy}\cdot\text{rok}^{-1}$), natomiast zmniejszony wskaźnik reprodukcyjności lub zwiększony wskaźnik zachorowalności danej populacji może wystąpić powyżej mocy dawek $\text{mGy}\cdot\text{godz}^{-1}$ ($9000 \text{ mGy}\cdot\text{rok}$). Znacznie rozszerzono liczbę tzw. organizmów referencyjnych. O ile system DOE USA wyróżniał tylko cztery klasy organizmów żywych: florę lądową, faunę lądową, faunę wodną i faunę przybrzeżną, a system rekomendowany przez ICRP: dwanaście referencyjnych organizmów to system UE wprowadza: 13 referencyjnych organizmów lądowych, 13 referencyjnych organizmów morskich i 12 referencyjnych organizmów śródlądowych. Zwiększono również do 43 liczbę rozpatrywanych radionuklidów włączając m.in. K-40, podczas gdy system DOE USA rozpatruje tylko 23 radionuklidy.

Ponieważ Polska jako członek UE jest zobowiązana dostosować system ochrony radiologicznej zgodnie ze standardami przyjmowanymi w krajach Unii Europejskiej, w 2005 roku podjęto prace w CLOR modyfikujące istniejące modele obliczeniowe oraz przeprowadzono ponowne oszacowania dawek według metodyki zalecanej przez UE. Prowadzono również pomiary stężeń Ra-226, Cs-137 i K-40 w próbkach ryb słodkowodnych (płocie i leszcze) i żab, ponieważ gatunki te należą do organizmów referencyjnych systemu UE. Próbkę pochodziły z wybranych rejonów Woj. Mazowieckiego różniących się skażeniem Cs-137 po awarii w Czernobylu. Wyniki pomiarów przedstawia Tabela 1.

² W części 7 raportu poświęconemu efektom promieniowania

Tabela 1. Stężenie Ra-226, Cs-137 i K-40 w ciele płazów (żaba wodna - *rana esculenta*) w wybranych rejonach Polski

| Miejsce pobrania prób | Ilość prób | Masa [g] | | Ra-226 [Bq/kg ś.m.] | | Cs-137 [Bq/kg ś.m.] | | K - 40 [Bq/kg ś.m.] | |
|-----------------------|------------|----------------|-------------|---------------------|------------|---------------------|-------------|---------------------|--------------|
| | | Średnia Zakres | | Średnia Zakres | | Średnia Zakres | | Średnia Zakres | |
| | | min | max | min | max | min | max | min | max |
| Żyrardów | 9 | 23.6 | | 0.42 | | 0.68 | | 123.7 | |
| | | 16.7 | 34.5 | 0.1 | 1.1 | 0.4 | 1.1 | 57 | 358.3 |
| Pułtusk | 4 | 16.2 | | 0.06 | | 2.0 | | 43.2 | |
| | | 14.5 | 19.8 | 0.03 | 0.1 | 1.9 | 2.1 | 28.3 | 65.0 |
| Kozienice | 4 | 18.6 | | 0.16 | | 10.2 | | 74.1 | |
| | | 17.3 | 23.6 | 0.06 | 0.22 | 4.1 | 30.9 | 48.4 | 115.0 |
| Razem | 17 | 20.7 | | 0.28 | | 4.9 | | 99.0 | |
| | | 14.5 | 34.5 | 0.03 | 1.1 | 0.4 | 30.9 | 28.2 | 358.3 |

Stężenia Ra-226 i K-40 różniły się znacząco w zależności od osobnika i nie wykazywały korelacji z miejscem poboru próby, stężenia Cs-137 największe były dla osobników z okolic Kozienic charakteryzujących się podwyższonym trzykrotnie opadem Cs-137 po Czarnobylu.

Ocenę dawek rocznych dla organizmów standardowych charakterystycznych dla środowiska lądowego i wodnego w Polsce przedstawia Tabela 2. Ocenę przeprowadzono dla radionuklidów wnoszących największy wkład do dawki całkowitej uwzględniając potas K-40 wg. metodyki rekomendowanej w UE. Maksymalne dawki roczne nie przekraczają 20 mGy, co stanowi 2% progę wykrywalności jakichkolwiek zmian chromosomalnych.

Tabela 2. Ocena rocznych dawek dla standardowych organizmów w Polsce

| | K-40 [mGy rok ⁻¹] | | Ra-226 [mGy rok ⁻¹] | | Cs-137 [mGy rok ⁻¹] | | Pu-238 [mGy rok ⁻¹] | | Suma [mGy rok ⁻¹] | |
|---|-------------------------------|------|---------------------------------|------|---------------------------------|------|---------------------------------|------|-------------------------------|------|
| | Średnia Zakres | | Średnia Zakres | | Średnia Zakres | | Średnia Zakres | | Średnia Zakres | |
| | min | max | min | max | min | max | min | max | min | max |
| Skorupiaki M. Bałtyckiego | 5.9 | | 5.1 | | 0.3 | | 0.005 | | 11.3 | |
| | 2.1 | 11.0 | 3.4 | 7.7 | 0.15 | 0.50 | 0.003 | 0.01 | 5.7 | 19.2 |
| Ryby M. Bałtyckiego (dorsz, płastuga) | 4.6 | | 0.4 | | 0.3 | | - | | 5.3 | |
| | 1.2 | 9.3 | 0.2 | 0.6 | | 0.5 | - | - | 1.6 | 10.4 |
| Gryzonie Park Narodowy Jakuszyce | 0.5 | | 3.3 | | 0.6 | | - | | 4.4 | |
| | 0.1 | 1.2 | 0.3 | 10.0 | 0.15 | 2.0 | - | - | 0.6 | 13.2 |
| Żaby (Rejon Woj. Mazowieckiego) | 0.6 | | 1.2 | | 0.1 | | - | | 1.9 | |
| | 0.1 | 1.5 | 0.3 | 4.0 | 0.05 | 1.6 | - | - | 0.5 | 7.1 |

Prace związane z tym tematem będą kontynuowane w 2006 roku w ramach międzynarodowego programu UE ERICA i obejmują adaptację metod obliczeniowych oraz

prorowadzenie oceny dawek dla wybranych przedstawicieli standardowych organizmów środowiska leśnego.

Praca finansowana przez MEiN w ramach dotacji statutowej.

1.4 BADANIE ZALEŻNOŚCI OCENY NARAŻENIA RADONOWEGO W BUDYNKACH OD ROZKŁADU WIELKOŚCI CZĄSTEK ZWIĄZANYCH Z POCHODNYMI RADONU

K. Mamont-Cieśla, O. Stawarz, L. Kownacka

W dozymetrii radonu stosuje się dwa podejścia do oszacowania radonowej dawki efektywnej od krótkożyciowych pochodnych radonu. Jedno, rekomendowane przez ICRP 65, oparte jest na modelu epidemiologicznym i drugie, rekomendowane przez ICRP 66, wykorzystuje dozymetryczne modele wchłaniania radionuklidów znajdujących się w powietrzu. W podejściu epidemiologicznym stosuje dwa stałe współczynniki konwersji energii potencjalnej α na dawkę oszacowane na podstawie badań epidemiologicznych górników uranowych: 1425 mSv/(Jh/m³) dla fizycznie pracujących i 1100 mSv/(Jh/m³) dla ogólnej populacji. W podejściu opartym na zastosowaniu modeli dozymetrycznych stosuje się współczynniki konwersji ważone ze względu na rozkład średnic aerozoli-nośników pochodnych radonu. Zastosowanie podejścia dozymetrycznego wymaga znajomości oprócz energii potencjalnej α również rozkładu średnic aerozoli. Ponieważ Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej jest w posiadaniu spektrometru średnic pochodnych radonu zbudowanego z baterii dyfuzyjnej i impaktorów, podjęto pracę mającą na celu porównanie dawek radonowych w domach w kilku rejonach Polski oszacowanych na podstawie tych dwu koncepcji.

W przypadkowo wybranych pomieszczeniach i na otwartej przestrzeni, w sześciu różnych rejonach Polski, wykonano pomiary następujących wielkości fizycznych:

- stężenia radonu za pomocą monitora AlphaGUARD,
- stężenia energii potencjalnej α krótkożyciowych pochodnych radonu oraz
- rozkładów średnic α -aktywnych cząstek - nośników pochodnych radonu - za pomocą spektrometru średnic pochodnych radonu RPPSS.

W sumie wykonano pomiary w 56 punktach pomiarowych w 39 domach oraz w 4 punktach na dworze.

Na podstawie wykonanych pomiarów obliczono dawki efektywne od radonu dla osób pracujących fizycznie (Occ) i dla ogólnej populacji (Env) w oparciu o dwie koncepcje: epidemiologiczną i dozymetryczną. W poniższej tabeli zebrano zakresy zmierzonych i obliczonych w 57 punktach pomiarowych w domach i w 4 punktach na dworze : stężenia radonu, energii potencjalnej α (PAEC), frakcji wolnej f_p (cząsteczki o średnicy <10 nm), współczynników równowagi F, rocznych dawek obliczonych wg modelu dozymetrycznego oraz stosunków dawek oszacowanych na podstawie modelu dozymetrycznego do dawek obliczonych przy użyciu koncepcji epidemiologicznej dla pracujących fizycznie k_O i dla populacji k_E :