

Zagrożenie substancjami radioaktywnymi w kontekście cywilizacyjnym

Radioaktywność i my



Doc. Jerzy W. Mietelski
jest kierownikiem
Pracowni Badań
Skażeń Radioaktywnych
Środowiska Instytutu
Fizyki Jądrowej PAN

JERZY W. MIETELSKI

Instytut Fizyki Jądrowej im. H. Niewodniczańskiego
Polska Akademia Nauk
jerzy.mietelski@ifj.edu.pl

Poczucie zagrożenia substancjami radioaktywnymi jest jednym z lęków współczesnej cywilizacji. Zwierzę, którym biologicznie jesteśmy, reaguje na zagrożenie dwójako: „walcz albo uciekaj”. Naturalną reakcją jest podjęcie natychmiastowego działania

Lęk, tak jak i ból, służy przetrwaniu. Zwierzę pozbawione lęku ma małe szanse przeżycia i pozostawienia potomstwa. Ale mimo korzyści, jakie przynosi jednostce odczuwanie lęku, psychologia uważa go za emocję negatywną, szczególnie jeśli jego działanie jest długotrwałe.

Jednak lęk jest nam, jako współczesnej cywilizacji, niezbędny. Zetknąłem się kiedyś z opinią znanego socjologa, że zna-

cząca część PKB rozwiniętych krajów powstaje dzięki zbiorowym lękom współczesnej cywilizacji. Powodują one, że finansujemy: zbrojenia, sporą część badań naukowych, sektor ubezpieczeń, firmy ochroniarские, wielką część przemysłu farmaceutycznego, wymiar sprawiedliwości, policję, a nawet dziennikarzy.

Jednym z powszechnych lęków współczesnej cywilizacji jest lęk przed substancjami radioaktywnymi, a szerzej – przed niewykrywalnym zmysłami promieniowaniem przenikliwym. Mamy prawo do tego lęku. Nie możemy podjąć walki, nie wiemy też, dokąd uciekać, bo zmysły nie informują nas, gdzie zagrożenie jest większe, a gdzie mniejsze. Gdy pocujemy się źle, może być już za późno, jak pokazał ostatnio tragiczny przykład otrutego polonem agenta wywiadu. Dlatego w szerokim odbiorze społecznym promieniowanie przenikliwe odbierane jest jako podstępny morderca, przed którym nie ma innego ratunku jak tylko całkowite wyeliminowanie go z naszego życia.

Pijąc szklankę mleka, wprowadzamy do naszego ciała ze wszechmiar naturalny izotop promieniotwórczy potasu – ^{40}K . Ma on czas połowicznego zaniku wynoszący ponad miliard lat i jest wszędzie, na całej kuli ziemskiej, w stałej proporcji do stabilnego potasu. Wchłonięte z wypitą szklanką mleka atomy tego izotopu będą w nas się rozpadać w tempie 10 na sekundę



Sławomir Mielnik, Agencja Gazeta



GAMMA/BECK

Głównym źródłem sztucznych substancji radioaktywnych w środowisku w skali całego globu były atmosferyczne testy broni jądrowej prowadzone przez mocarstwa atomowe

Promieniotwórczość naturalna

Ale w odróżnieniu od innych zagrożeń promieniowania nie da się całkowicie usunąć z naszego otoczenia. Wszystko dookoła nas, w tym i my sami, zawiera śladowe ilości substancji radioaktywnych. Pijąc szklankę mleka, wprowadzamy do naszego ciała ze wszech miar naturalny („naturalny” nie oznacza „neutralny”!) izotop promieniotwórczy potasu - ^{40}K . Nieustannie wchłaniamy i wydalamy węgiel ^{14}C , powstający w atmosferze pod wpływem wtórnego promieniowania kosmicznego. Te dwa izotopy to główne źródło promieniotwórczości ludzkiego ciała. W ponadstukrotnie niższych stężeniach zawieramy m.in. ^{226}Ra , ^{228}Ra , ^{238}U i ^{234}U . Znacznie więcej promieniowania otrzymujemy od radonu oraz pochodnych jego rozpadu, które znajdują się w powietrzu.

Normalnie eksploatowana elektrownia jądrowa wprowadza do środowiska śladowe ilości substancji radioaktywnych. Paradoksalnie, elektrownia spalająca węgiel wprowadza do środowiska więcej radioaktywności niż elektrownia jądrowa, jako że węgiel zawiera ślady potasu (^{40}K) oraz uranu, toru i ich produkty rozpadu. Również kopalnie wprowadzają radioaktywność do środowiska. Wisła w Krakowie zawiera 40 mBq ^{226}Ra w każdym litrze wody. Pięćdziesiąt razy większe stężenia znajdowane są w niektórych rzekach i potokach Górnego Śląska, gdzie trafiają wody kopalniane.

Szkodliwość promieniowania zależy od tzw. dawki skutecznej, która określa ryzyko związane z narażeniem na promieniowanie i wyrażana jest w siwertach (Sv). Przeciętny mieszkaniec Polski otrzymuje ze wszystkich naturalnych źródeł promieniowania w ciągu całego życia dawkę skuteczną 150–180 mSv. W ciągu jednego roku otrzymujemy 2,7 mSv. Ale jednorazowe otrzymanie dawki skutecz-

nej kilkaset razy większej, czyli np. 1 Sv, wywoła ostrą chorobę popromienną, a 10 Sv nie daje żadnych szans na przeżycie.

Skażenia cywilizacyjne

Na świecie działa w tej chwili ponad 450 reaktorów jądrowych napędzających elektrownie jądrowe. Kilkanaście z nich znajduje się w odległości mniejszej niż 300 km od naszych granic. Nie uciekniemy zatem od problemów związanych z energetyką jądrową.

Współcześnie dysponujemy metodami pomiarowymi zdolnymi do wykrywania niesłychanie małych śladów substancji radioaktywnych. Na przykład w kwietniu 1964 roku na wysokości 50 km nad Oceanem Indyjskim spłonął w atmosferze satelita Transit, mający na swoim pokładzie zasilacz izotopowy SNAP-9A. Zawierał on trochę ponad kilogram izotopu plutonu: ^{238}Pu . Pluton ten opadał ze stratosfery na całą kulę ziemską przez kolejne kilka lat. Jego ślady dziś wykrywamy zarówno na Antarktydzie, jak i w Tatrach czy w glebie pobranej z trawnika przed domem. Wykrywamy bez trudu ślady kilograma materiału rozproszonego kilkadziesiąt lat temu po całej Ziemi! W przypadku jakiegokolwiek innej, nawet najbardziej toksycznej, ale nieradioaktywnej substancji taka czułość detekcji nie jest osiągalna.

Głównym źródłem sztucznych substancji radioaktywnych w środowisku w skali całego globu były atmosferyczne testy broni jądrowej prowadzone przez mocarstwa atomowe. Łącznie zdetonowano ponad 400 ładunków o sumarycznej mocy około dwudziestu tysięcy bomb zrzuconych na Hiroszimę. Ocenia się, że w Polsce w wyniku opadu promieniotwórczego po tych testach na każdy metr kwadratowy gruntu opadło 5600 Bq ^{137}Cs , 4000 Bq ^{90}Sr oraz około 60 Bq izotopów plutonu.

Zagrożenie substancjami radioaktywnymi w kontekście cywilizacyjnym

Uwolnione podczas katastrofy w Czarnobylu praktycznie w jednym miejscu substancje radioaktywne wywołały lokalnie, na obszarze kilkudziesięciu kilometrów kwadratowych, skażenia znacznie większe niż na jakimkolwiek poligonie nuklearnym. Ale dziś, po ponad 20 latach, wiemy, że dzięki podjętym ogromnym i bezprecedensowym staraniom udało się zminimalizować ich wpływ zdrowotny



GAMMA/BEEX

Katastrofa w Czarnobylu

Katastrofę czarnobylską pamiętamy jako znacznie poważniejsze wydarzenie od jakichkolwiek wcześniejszych. Trzeba przyznać, że uwolnione w jednym miejscu substancje radioaktywne wywołały lokalnie, na obszarze kilkudziesięciu kilometrów kwadratowych, skażenia znacznie większe niż na jakimkolwiek poligonie nuklearnym. Jednak dziś, po ponad 20 latach, wiemy, że dzięki ogromnym staraniom udało się zminimalizować wpływ zdrowotny katastrofy. Bezpośrednia liczba ofiar śmiertelnych nie przekracza 50. Ocenia się, że przesiedlenia, które dotknęły prawie 200 tys. osób, ocaliły około 50 tys. z nich od przedwczesnych nowotworów.

Katastrofa czarnobylska spowodowała załamanie się poparcia dla energetyki jądrowej. W odbiorze społecznym zupełnie nieobecne są szczególne okoliczności, które powodują, że nie była to typowa awaria, jaka może zdarzyć się w elektrowni jądrowej.

W Czarnobylu działał reaktor typu RBMK-1000, o szczególnej konstrukcji pozwalającej uzyskiwać w nim pluton o proporcji izotopów optymalnej dla celów wojskowych. Takich reaktorów wytworzono kilkanaście, większość działa do dziś bez awarii. Pogodzenie dwóch celów wymagało kompromisu, którego ofiarą stało się bezpieczeństwo. W reaktorze nie ma

osłony bezpieczeństwa, a poza tym reaktor jest niestabilny podczas pracy z małą mocą. Dopuszczenie reaktorów RBMK-1000 do eksploatacji wymagało nawet zmiany sowieckiego prawa atomowego, które wcześniej zabraniało eksploatacji reaktorów, w których możliwa by była podobna niestabilność.

Bezpośrednim powodem katastrofy czarnobylskiej był przeprowadzany w elektrowni eksperyment, paradoksalnie mający na celu zwiększenie bezpieczeństwa. Eksperyment ten wymagał pracy przy małej mocy. Miał być przeprowadzony po południu 25 kwietnia; załogę pracującą podczas tej zmiany przeszkolono. Podczas eksperymentu musiano wyłączyć wszystkie pięć automatycznych systemów bezpieczeństwa. Po rozpoczęciu doświadczenia lokalny dyspozytor mocy zażądał przywrócenia pełnej dostawy energii elektrycznej i opóźnienia planowanego wyłączenia do godzin nocnych. Zapoczątkowało to problemy ze stabilizacją mocy reaktora. W tym czasie do pracy przystąpiła już kolejna zmiana załogi. Nieudolne manewry operatora, próbującego ustabilizować pracę reaktora przy małej mocy, doprowadziły do sytuacji niedopuszczalnej z punktu widzenia instrukcji eksploatacji: zapas prętów sterujących był ponadtrzykrotnie mniejszy od dopuszczalnego minimum. Nagle reaktor przypominał bo-

leśnie o swojej wrodzonej wadzie – niestabilności przy małej mocy. Gwałtownie moc wzrosła ponadstukrotnie – powstałe ciepło zamieniło całą wodę w układzie chłodzenia w parę, która go rozsądziła. Para wodna, dostając się na rozgrzany do temperatury ponad 1500°C grafit, rozłożyła się na wodór i tlen, które natychmiast ze sobą przereagowały, zwielfokrotniając siłę eksplozji.

Ta eksplozja rozpoczęła trwający 10 dni pożar. Ocenia się, że w tym czasie uwolniło się z reaktora 100% gazów, około 30% substancji lotnych i 3% nielotnych, np. pluton.

Nad Polską chmura radioaktywna przechodziła przez prawie trzy dni, ale pochodziła tylko z pierwszych 24 godzin emisji. Opad promieniotwórczy bardzo niejednorodnie skażył teren Polski. Największe skażenia głównym długożyciowym izotopem ^{137}Cs powstały w wąskim pasie na Opolszczyźnie – od rejonu Olesna, poprzez Opole, Nysę, aż po Kotlinę Kłodzką na skutek opadu deszczu w chwili przechodzenia chmury. Maksymalne skażenia 20-krotnie przekraczają średnią depozycję tego izotopu po testach broni jądrowej. Jest to obszar nazwany anomalią opolską. Generalnie Polska północno-wschodnia jest bardziej skażona niż północno zachodnia i południowo-wschodnia. W Polsce północno-wschodniej zaobserwowano nieco odmienny skład izotopowy skażeń niż gdzie indziej. Nastąpił tam dodatkowy opad pochodzących z wybuchu nieco większych pyłów zbudowanych z substancji nielotnych – tzw. gorących cząstek. Ocenialiśmy w IFJ PAN, że powstałe tam na małym obszarze (rejon Puszczy Augustowskiej i na północ od niej) skażenia plutonem i ^{90}Sr są rzędu połowy skażeń ob-

serwowanych w Polsce i całej Europie po testach broni jądrowej.

Według oceny CLOR w roku 1986 mieszkaniec Polski otrzymał średnio 0,32 mSv. W ciągu życia w najgorszym przypadku otrzyma on na skutek katastrofy czarnobylskiej mniej niż 10% dawki, jaką dostanie od substancji naturalnych obecnych w naszym otoczeniu, a średnio przyjmie tylko niecały 1% tej dawki. Wbrew potocznym opiniom, specjaliści są zgodni, że katastrofa czarnobylska nie stworzyła w Polsce zagrożenia radiologicznego.

Skąd czerpać energię?

Ludzkość nie poznała dotychczas innego sposobu rozwoju gospodarczego niż poprzez wzrost produkcji energii. Z racji ograniczonych zasobów oraz emisji CO_2 paliwa kopalne nie nadają się do roli zbawcy energetycznego ludzkości. Paliwa alternatywne, tzw. odnawialne lub ekologiczne, to rozwiązania ciekawe, ale ich ekologiczność niemal zawsze jest dyskusyjna. Do tego dochodzą aspekty polityczne – eksploatując paliwa kopalne, transferujemy środki do krajów, które zaczynają wykazywać chęć zmiany świata na swoją modłę. Wszystko to przemawia za tym, by racjonalnie zrewidować nasz stosunek do energii jądrowej. Jest ona dziś dopracowaną, rutynową technologią przemysłową, nie stwarza zagrożeń większych niż przemysł chemiczny. Rezygnacja z niej jest rezygnacją z rozwoju gospodarczego i zgodą na obniżenie poziomu życia.

Trudność polega na tym, że jednocześnie musimy utrzymać taki społeczny poziom lęku przed promieniowaniem, by powstrzymać władców świata przed lekkomyślnym użyciem broni jądrowej. ■

Chcesz wiedzieć więcej?

- Mietelski J.W. (2001). Plutonium in the environment of Poland (a review). *Plutonium in the Environment*. Ed. A. Kudo – Elsevier, 401.
- Mietelski J.W., Szałko P., Tomankiewicz E., Gaca P., Grabowska S. (2003). Geotrupine beetles (Coleoptera: Scarabaeoidea) as bio-monitors of man-made radioactivity. *Journal of Environmental Monitoring*, 5, 296–301.
- Mietelski J.W., Kitowski I., Gaca P., Grabowska S., Tomankiewicz E., Szałko P. (2006). Gamma Emitters, ^{90}Sr , ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$ and ^{241}Am in Bones and Liver of Eagles from Poland. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 270, 131–135.

Katastrofa, którą zapoczątkował wybuch w czwartym reaktorze czarnobylskiej elektrowni 26 kwietnia 1986 roku, trwała wpisała się w naszą zbiorową świadomość i spowodowała jednoznaczne załamanie się poparcia dla rozwoju energetyki jądrowej

