

Fukushima – wszystko, o co chciałeś zapytać

1	Co spowodowało katastrofę?	1-2
2	Czy inne elektrownie jądrowe w Japonii także ucierpiały z powodu katastrofy?	2-3
3	Jaki przebieg miała katastrofa?	3-4
4	Czy podczas katastrofy w Fukushima doszło do wybuchu jądrowego?	4-5
5	W jaki sposób substancje promieniotwórcze wydostały się z elektrowni?	5-6
6	Czy substancje promieniotwórcze, które wydostały się z reaktorów, skaziły teren wokół elektrowni?	6-6
7	Jak zareagowały władze Japonii na katastrofę?	7-6
8	Czy wskutek promieniowania po awarii w Fukushima zginęli ludzie?	8-7
9	Jakie dawki promieniowania otrzymali pracownicy, którzy likwidowali awarię?	9-7
10	Czy wskutek promieniowania po awarii wystąpiły zachorowania ludzi?	10-8
11	Jakie są skutki promieniowania wśród dzieci, których nie ewakuowano?	11-9
12	Czy częstość utajonego raka tarczycy u dzieci jest większa po awarii w Fukushima?	12-9
13	Jakie skutki miała ewakuacja?	13-10
14	Czy ewakuacja ponad 150 000 Japończyków była potrzebna?	14-11
15	Czy ewakuowani mieszkańcy mogą już wracać do swych domów?	15-12
16	Skąd biorą się przecieki radioaktywnej wody do morza?	16-13
17	Czy woda z elektrowni skaziła ryby w Oceanie Spokojnym?	17-14
18	Jak skażenia promieniotwórcze wpłynęły na florę i faunę na lądzie wokoło Fukushimy?	18-15
19	Czy z powodu katastrofy Tokio lub Polska były zagrożone?	19-15
20	Czy elektrownia Fukushima I znów działa?	20-15
21	Czy w obecnej chwili bezpieczne jest przebywanie w rejonie Fukushimy?	21-15
22	Jakie zabezpieczenia wprowadzono w elektrowniach jądrowych po awarii w Fukushima?	22-16
23	Czy Japonia zrezygnowała z energetyki jądrowej?	23-16
24	Czy świat wstrzymał rozwój energetyki jądrowej po Fukushima?	24-16
25	Czy grozi nam podobna katastrofa w polskiej elektrowni jądrowej?	25-17
26	Jakie jest zagrożenie od cezu po Fukushima?	26-18
27	Jaki jest aktualny stan oczyszczania wody radioaktywnej w EJ Fukushima?	27-19
28	Japońscy uczeni wzywają: Pora zrewidować zbyt pesymistyczne przepisy ochrony radiologicznej	28-21

1 CO SPOWODOWAŁO KATASTROFĘ?

W dniu 11 marca 2011 r. w sąsiedztwie EJ Fukushima nastąpiło Wielkie Trzęsienie Ziemi z epicentrum pod morzem w odległości 100 km od brzegu, największe w historii Japonii. Pękła sekcja powierzchni Ziemi o długości 500 km i szerokości 200 km, powodując rozległe trzęsienie ziemi o magnitudzie 9.0 i tsunami, które uderzyło na dużą część wybrzeża Japonii. Elektrownia była zaprojektowana jako odporna na trzęsienie ziemi. Po wstrząsie sejsmicznym wyłączyła się i była chłodzona zgodnie z planem. Ale cała prowincja była spustoszona, linie energetyczne zniszczone, jedynym źródłem prądu były agregaty awaryjne w samej elektrowni. Pracowały one zgodnie z planem.

Ale w ślad za trzęsieniem ziemi uderzyło tsunami, czyli bardzo wysoka fala, której wysokość rosła w miarę przybliżania się do wybrzeża. Zabezpieczenia przeciwpowodziowe elektrowni były za niskie i fala tsunami o wysokości 15 m przelała się nad murami ochronnymi, zalała całą elektrownię i generatory prądu. Generatory awaryjne przestały działać. Pozbawiło to zasilania elektrycznego układy w całej elektrowni, włącznie z systemami bezpieczeństwa. Układy chłodzenia przestały działać. W ciągu kilku godzin woda nagrzała się do temperatury nasycenia, odparowała, a rdzenie pozostały bez chłodzenia i uległy uszkodzeniu.



Rys. 1 Fala tsunami o wysokości 14,5 m uderza w EJ Fukushima

Powodem katastrofy był więc błąd hydrologów, którzy nie przewidzieli tak wysokiej fali tsunami, a także nadmierne zadufanie kierownictwa firmy TEPCO, które od 2009 r. wiedziało, że tsunami może sięgnąć wyżej niż pierwotnie szacowano, a nie wprowadziło odpowiednich zabezpieczeń. Ponadto kultura japońska oparta na przekonaniu, że Japończycy wiedzą najlepiej, utrudniała wprowadzenie w Japonii modyfikacji zalecanych przez europejskie dozory jądrowe

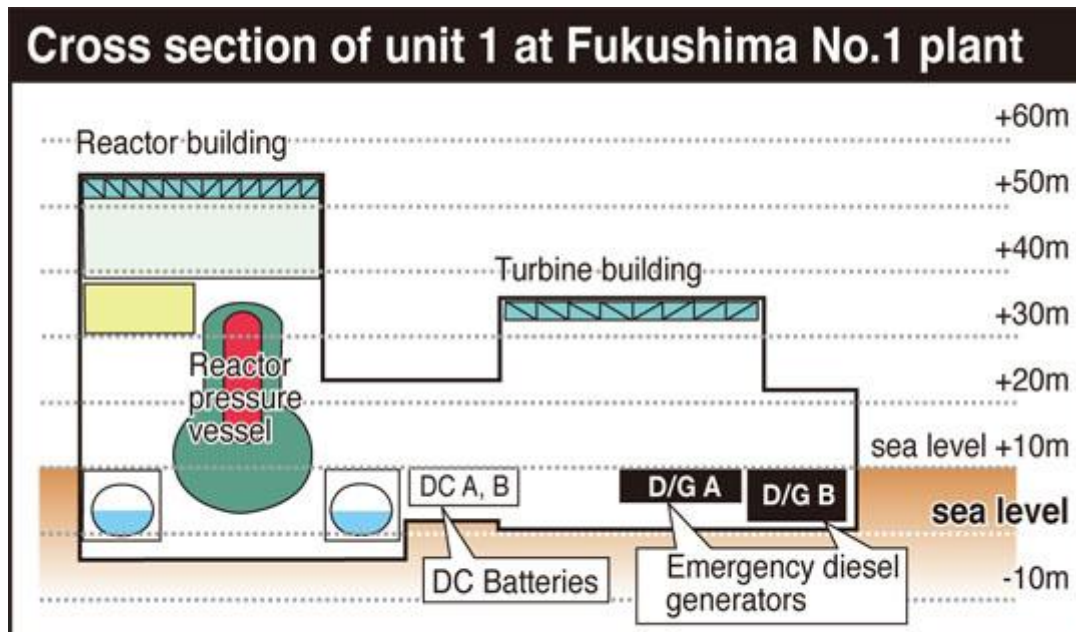
2 CZY INNE ELEKTROWNIE JĄDROWE W JAPONII TAKŻE UCIERPIAŁY Z POWODU KATASTROFY?

Inne elektrownie w Japonii przetrwały trzęsienie ziemi i tsunami bez uszkodzeń. Dwie sąsiednie elektrownie były posadowione wyżej niż Fukushima Daiichi i nie zostały zalane przez falę tsunami. W elektrowni Fukushima Daiichi tsunami zalalo część elektrowni, ale dwa agregaty prądowórcze przetrwały i reaktory udało się wychłodzić bez uszkodzeń. Innym elektrowniom tsunami nie groziło, a wstrząs sejsmiczny wszystkie elektrownie jądrowe w Japonii przetrzymały bez szwanku. W samej elektrowni Fukushima Daiichi zniszczone zostały 4 bloki posadowione niżej, a dwa bloki zbudowane później na większej wysokości przetrwały ten podwójny kataklizm bez uszkodzenia. Woda w hali turbin sięgnęła do wysokości 4,5 m. Generatory awaryjne były ustawione w piwnicach, poniżej poziomu morza, a tym bardziej poniżej poziomu wody w chwili zalania elektrowni falą tsunami..



Rys. 2 Zalane wodą wewnątrz hali maszyn w EJ Fukushima Daiichi

Generatory awaryjne były ustawione w piwnicach, poniżej poziomu morza, a tym bardziej poniżej poziomu wody w chwili zalania elektrowni falą tsunami. Budynki elektrowni nie były uszczelnione. Zalanie wodą przez tsunami spowodowało nagłą utratę wszelkich źródeł zasilania elektrycznego w EJ Fukushima Daiichi. .



SOURCE: Report of Japanese Government to the IAEA Ministerial Conference on Nuclear Safety
 – The Accident at Tepco's Fukushima Power Stations, June 2011

Rys. 3 Rozmieszczenie urządzeń w EJ Fukushima Daiichi – generatory awaryjne poniżej poziomu morza

3 JAKI PRZEBIEG MIAŁA KATASTROFA?

Po utracie chłodzenia nie było możliwości odebrania ciepła, jakie wytwarzało się w rdzeniu reaktorów. Grzanie powyłłączeniowe jest wielokrotnie mniejsze od grzania podczas pracy reaktora, ale po godzinie – gdy uderzyło tsunami – moc grzania powyłłączeniowego była jeszcze na poziomie 1,5 % mocy nominalnej, co oznaczało grzanie o mocy 22 MW ciepłych w bloku nr. 1 i 33 MW ciepłych w pozostałych blokach elektrowni. Grzanie powyłłączeniowe powodowało podgrzew, a potem odparowanie wody znajdującej się w zbiorniku reaktora. Przez pierwsze godziny woda ta oddawała swe ciepło do wody w basenie pierścieniowym, stanowiącym część pierwotnej obudowy bezpieczeństwa reaktora. Ale gdy po 8 godzinach od uderzenia tsunami woda osiągnęła temperaturę nasycenia, odbiór ciepła ustał. Woda w reaktorze zaczęła wrzeć i zamieniać się w parę. Po dalszych 4 godzinach nastąpiło osuszenie rdzenia w bloku nr. 1. Paliwo zaczęło się grzać i topić. Gdy paliwo osiągnęło wysokie temperatury, koszulki cyrkonowe otaczające paliwo weszły w reakcję z parą wodną i wytworzył się wodór, który ulotnił się do wnętrza obudowy bezpieczeństwa.

Wszelkie działania w elektrowni były bardzo utrudnione: brak było oświetlenia, nie można było przestawić położenia zaworów napędzanych elektrycznie. Po odsłonięciu rdzenia poziom promieniowania gwałtownie wzrósł, wobec czego ludzie pracowali w zespołach zmieniających się co kilka minut w rejonie zagrożenia radiacyjnego - a wszystko po ciemku.



Rys. 4 Pracownicy w EJ Fukushima pracowali w ciemnościach

4 CZY PODCZAS KATASTROFY W FUKUSHIMIE DOSZŁO DO WYBUCHU JĄDROWEGO?

Do wybuchu jądrowego nie doszło, bo rdzeń reaktora nie może wybuchnąć jak bomba. W bombie znajduje się albo prawie czysty izotop rozszczepialny uranu U-235, albo pluton Pu-239. Materiał rozszczepialny jest rozmieszczony w postaci dwóch oddalonych od siebie półkul. Póki półkule są osobno, neutrony uciekają z nich nie powodując reakcji łańcuchowej. Do spowodowania wybuchu potrzebny jest detonator, który wystrzeli obie części bomby, tak by pędziły naprzeciw siebie i zetknęły się, tworząc masę krytyczną. Musi ona istnieć dostatecznie długo, by nastąpił wybuch, zanim powstająca energia spowoduje rozpad bomby na części. W reaktorze jądrowym wzbogacenie uranu – czyli zawartość izotopu rozszczepialnego – jest dużo mniejsze (do 5%) niż w bombie (powyżej 95%) i oczywiście nie ma specjalnych urządzeń detonujących. Wybuch jądrowy jest w reaktorze wykluczony.

Natomiast, jeśli rdzeń reaktora podgrzeje się do wysokich temperatur, możliwe jest uwalnianie gazów łatwopalnych. W Fukushima po reakcji pary wodnej z cyrkonem wydzielili się wodór. Gdy zgromadziło się go dużo, nastąpiło gwałtowne spalanie wodoru i detonacja wodorowa, która rozsadziła wtórną obudowę bezpieczeństwa. Ułatwiło to wydostawanie się produktów rozszczepienia do atmosfery. Odłamki opadły w różnych miejscach na teren elektrowni, blokując przejazd samochodów a nawet przejście ludzi.



Rys. 5 Wybuch wodoru w EJ Fukushima

5 W JAKI SPOSÓB SUBSTANCJE PROMIENIOTWÓRCZE WYDOSTAŁY SIĘ Z ELEKTROWNI?

W elektrowni jądrowej produkty rozszczepienia zawarte są w materiale paliwowym, który stanowi pierwszą barierę zatrzymującą substancje radioaktywne. Materiał paliwowy jest oddzielony od otoczenia elektrowni przez trzy kolejne bariery: koszulki cyrkonowe, otaczające pręty paliwowe, stalowy zbiornik reaktora i obudowę bezpieczeństwa. Dopóki paliwo jest chłodzone, substancje promieniotwórcze pozostają w materiale paliwowym. Jednak w Fukushima po awarii chłodzenie reaktora utracono, woda zamieniała się w parę, ciśnienie w zbiorniku reaktora rosło. Kierownik reaktora już wieczorem w dniu 11 marca prosił premiera o zezwolenie na uwolnienie pary poza reaktor, by obniżyć ciśnienie i ułatwić chłodzenie. Niestety premier nakazał to działanie odłożyć do chwili przeprowadzenia w Tokio konferencji prasowej, co nastąpiło dopiero następnego dnia o godzinie 3 rano. To opóźnienie było brzemienne w skutki. Zanim konferencja się rozpoczęła, paliwo uległo stopieniu. W parę godzin później nastąpił w bloku nr. 1 wybuch wodoru. Zniszczył on obudowę wtórną i uszkodził budynki wokoło, utrudniając dalszą akcję ratunkową. Pierwotna obudowa bezpieczeństwa pozostała, ale inne bariery bezpieczeństwa były zniszczone i część produktów rozszczepienia wydostawała się z elektrowni. Potem nastąpiło przegrzanie dwóch dalszych reaktorów, dalsze wybuchy wodoru i dalsze uwolnienia radioaktywności.

6 CZY SUBSTANCJE PROMIENIOTWÓRCZE, KTÓRE WYDOSTAŁY SIĘ Z REAKTORÓW, SKAZIŁY TEREN WOKÓŁ ELEKTROWNI?

Tak, skażenia zostały spowodowane przez izotopy jodu, cezu i innych stałych produktów rozszczepienia. Gazowe produkty rozszczepienia, jak ksenon i krypton, odpłynęły w postaci chmury radioaktywnej, nie osiadając na ziemi. Łączna wydzielona aktywność cezu oceniana jest przez IAEA¹ na 7-20 PBq, a jodu na 100-400 PBq (P- oznacza milion giga to jest 10¹⁵). Izotopy cezu Cs-134, Cs-137 będą pozostawać na glebie przez dłuższy czas, określony przez ich okresy połowicznego rozpadu (odpowiednio 2 lata i 30 lat) i przez procesy wymywania cezu ze środowiska naturalnego. Jod I-131, którego okres połowicznego rozpadu jest krótki (8 dni), występował w otoczeniu Fukushimy tylko przez kilka miesięcy. Izotopy krótko żyjące, jak tellur, istniały tylko kilka dni lub tygodni, ale mogły przyczynić się do dawek promieniowania otrzymywanych we wczesnym okresie po awarii.

7 JAK ZAREAGOWAŁY WŁADZE JAPONII NA KATASTROFĘ?

Premier Japonii nie doceniał zagrożenia i potrzeby szybkiego działania dla ochrony reaktorów.

Dla przywrócenia zasilania elektrowni nie użyto helikopterów, transport potrzebnych generatorów i ich wyposażenia odbywał się ciężarówkami przez kompletnie zniszczone miasta i drogi, co spowodowało wielogodzinne opóźnienie. Wobec tego, że wysokociśnieniowy układ chłodzenia awaryjnego w reaktorze nie działał z powodu braku zasilania elektrycznego, trzeba było obniżyć ciśnienie w reaktorze, by wprowadzić wodę z pomp niskociśnieniowych w układzie wody przeciwpożarowej. Kierownik EJ Fukushima

¹ IAEA The Fukushima Daiichi Accident, Volume 4, Radiological Consequences, Vienna 2015

poprosił premiera o zezwolenie na zrzut ciśnienia w reaktorze nr. 1 o godzinie 23 dnia 11 marca, ale premier nakazał wstrzymanie tego działania do czasu przeprowadzenia w Tokio konferencji prasowej o 3 rano 12 marca. To opóźnienie spowodowało nieodwracalne zmiany – paliwo uległo stopieniu.

Późniejsze decyzje o ewakuacji ludzi były podejmowane przez premiera Japonii bez uwzględnienia zaleceń Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej i spowodowały niepotrzebne cierpienia ludzi i straty gospodarcze. Pierwsza ewakuacja na wniosek kierownika elektrowni miała objąć ludzi w promieniu 2 km, premier rozszerzył jej zakres do 3 km, a potem w kolejnych decyzjach do 20 i 30 km.

Gdyby decyzje były podejmowane szybko i zgodnie z potrzebami technicznymi, prawdopodobnie udałoby się ograniczyć skutki awarii i na pewno znacznie zmniejszyć rozmiary strefy ewakuowanej.

8 CZY WSKUTEK PROMIENIOWANIA PO AWARII W FUKUSHIMIE ZGINĘLI LUDZIE?

Nikt nie zginął ani nie zachorował wskutek promieniowania po awarii w Fukushima. Trzęsienie ziemi spowodowało zniszczenie całej prowincji wraz z miastami, mostami, drogami, liniami wysokiego napięcia, zakładami przemysłowymi i elektrowniami konwencjonalnymi, mniej odpornymi na wstrząsy niż elektrownie jądrowe. Dlatego po zatopieniu generatorów awaryjnych w Fukushima nie było możliwości doprowadzenia prądu do elektrowni – po prostu nie istniały linie transmisyjne ani źródła wytwarzania energii elektrycznej. Wskutek trzęsienia ziemi i tsunami zginęło 20 000 ludzi. Wskutek promieniowania nie umarł nikt.

Ale w strachu przed promieniowaniem ewakuowano 150 tysięcy osób, w tym ludzi starych oraz chorych ze szpitali. Każda ewakuacja oznacza trudności i straty, a warunki ewakuacji i życia po ewakuacji rejonu Fukushimy były szczególnie trudne – cała prowincja była przecież kompletnie zniszczona. Ale obecnie ludzie wracają do swoich siedzib – żywi.

Po wielkich awariach w innych gałęziach gospodarki bywało gorzej – po spowodowanym przez działalność człowieka megatsunami w zbiorniku wodnym Vajont we Włoszech w 1963 r. zginęło 2000 osób, po awarii fabryki chemicznej w Bhopalu zginęło 8000 ludzi, a ponad 550 000 odniosło szkody zdrowotne, w tym ponad 38000 okaleczeń, po wybuchu gazu w Mexico City w 1984 zginęło 498 osób, po awarii tamy Banqiao Reservoir Dam w Chinach w 1975 r. zginęło 171 000 ludzi, a ponad 11 milionów utraciło swe domy. Tę listę można byłoby ciągnąć długo.

A w Fukushima stara elektrownia jądrowa wystawiona na działaniu najstraszniejszego kataklizmu w dziejach Japonii uległa wprawdzie zniszczeniu, ale nie zabiła nikogo....

9 JAKIE DAWKI PROMIENIOWANIA OTRZYMALI PRACOWNICY, KTÓRZY LIKWIDOWALI AWARIĘ?

Od chwili awarii w marcu 2011 do 31 stycznia 2014 w Fukushima pracowało 32 000 osób, w tym 4000 załogi z TEPCO i 28 000 robotników kontraktowych. Wśród nich 173 otrzymało

dawki powyżej 100 mSv, (poprzez napromieniowanie zewnętrzne i wewnętrzne) w tym 9 osób otrzymało dawki powyżej 200 mSv.² Dawki dopuszczalne dla pracowników narażonych zawodowo w Japonii wynoszą przy normalnej pracy 100 mSv w ciągu 5 lat, ale tylko 50 mSv w ciągu jednego roku. Do pracy w warunkach wielkiej awarii ustalono wyższy limit mianowicie 250 mSv w ciągu roku³. Jest on dwukrotnie niższy niż limit zalecany przez ICRP (500 mSv)⁴ dla przypadków działań interwencyjnych mających zapobiec narażeniu innych osób. Dawki otrzymane przez pracowników w żadnym przypadku nie przekroczyły tego limitu.

10 CZY WSKUTEK PROMIENIOWANIA PO AWARII WYSTĄPIŁY ZACHOROWANIA LUDZI?

Komitet Naukowy ONZ ds. Skutków Promieniowania Atomowego UNSCEAR stwierdził w raporcie⁵ zatwierdzonym przez Generalne Zgromadzenie ONZ, że „nie ma i nie oczekuje się wystąpienia wykrywalnych szkód zdrowotnych spowodowanych promieniowaniem po awarii w Fukushima”⁶. UNSCEAR stwierdził też, że promieniowanie nie powoduje skutków dziedzicznych.⁷ Dawki promieniowania otrzymane w ciągu pierwszego roku po awarii oraz przewidywane dawki w ciągu całego życia są ogólnie małe lub bardzo małe. *Nie oczekuje się wykrywalnego wzrostu zachorowań, które można byłoby przypisać promieniowaniu, ani wśród osób narażonych ani wśród ich potomstwa*⁸.

Według raportu przedstawionego przez UNSCEAR w grudniu 2012 r. Zgromadzeniu Ogólnemu ONZ nie ma podstaw, by małe dawki otrzymywane przez wiele osób przeliczać na efekty zdrowotne⁹. Zdaniem UNSCEAR dotyczy to dawek poniżej 100 mSv. Dopiero przy jednorazowych dawkach powyżej 100 mSv można mówić o ich ujemnym wpływie na zdrowie człowieka.

Jeszcze przed przedstawieniem raportu o Fukushima, UNSCEAR poinformował Zgromadzenie Ogólne ONZ, że „wzrostu objawów chorobowych w różnych populacjach nie można wiarygodnie przypisywać promieniowaniu na poziomie odpowiadającym średnim poziomom promieniowania występującym na świecie”. Aby dać Czytelnikowi punkt odniesienia dodajmy, że w Polsce średnia dawka promieniowania to 2,5 mSv/rok, a w Finlandii 7 mSv/rok. Podobne i wyższe poziomy promieniowania występują w Masywie Centralnym we Francji, w Szwecji, w Indiach, w Brazylii, w Iranie i w wielu innych rejonach świata.

² Ministry of Health, Labor and Welfare: Exposure Dose Distribution of the Workers at Fukushima Daiichi Nuclear Power plant, <http://www.mhlw.go.jp/english/topics/2011eq/workers/irpw/index.html>

³ http://japan.kantei.go.jp/kan/topics/201106/pdf/chapter_vii.pdf

⁴ ICRP 1990 Recommendations, Pub. 60 <http://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP%20Publication%2060>

⁵ http://www.unscear.org/docs/reports/2013/13-85418_Report_2013_Annex_A.pdf

⁶ UNITED NATIONS, Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation (Report to the General Assembly), UNSCEAR 2013 Report, Vol. I, Scientific Annex A: Levels and Effects of Radiation Exposure Due to the Nuclear Accident after the 2011 Great East-Japan Earthquake and Tsunami, Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR), UN, New York (2014).

⁷ UNITED NATIONS, Report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, A/67/46, UN, New York (2012)

⁸ UNITED NATIONS, Report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, A/68/46, UN, New York (2013)

⁹ http://www.world-nuclear-news.org/RS_UN_approves_radiation_advice_1012121.html

Wnioski z raportu UNSCEAR z 2013 r. zostały potwierdzone w Białej Księdze opublikowanej przez UNSCEAR w 2015 r. i przyjętej jako dokument Narodów Zjednoczonych¹⁰. Stanowisko UNSCEAR jest zgodne z raportem Światowej Organizacji Zdrowia na temat skutków zdrowotnych awarii w Fukushima¹¹

11 JAKIE SĄ SKUTKI PROMIENIOWANIA WŚRÓD DZIECI, KTÓRYCH NIE EWAKUOWANO?

Potencjalne skutki napromieniowania dzieci są przedmiotem szczególnej troski. Normy i zalecenia międzynarodowe dotyczące ochrony przed promieniowaniem uwzględniają obecność dzieci w napromieniowanej populacji. W ramach akcji pomiarów zdrowotnych po Fukushima przeprowadzono trzyletni cykl badań tarczycy najnowocześniejszymi metodami o wysokiej czułości. Badania przesiewowe objęły 370 tysięcy dzieci w wieku od 0 do 18 lat w chwili awarii. Po tych badaniach przesiewowych od 2014 r. prowadzone są pełne badania tarczycy, a mieszkańcy rejonu Fukushimy będą cyklicznie badani w następnych latach¹². W badaniach przesiewowych rejestrowano oznaki utajone, to jest nie powodujące żadnych symptomów chorobowych widocznych dla samych dzieci, ich rodziców lub nawet lekarzy, takie jak guzki, cysty i nowotwory, które pozostałyby niezauważone, gdyby dzieci badano standardowymi metodami. Okres utajenia raka tarczycy spowodowanego przez promieniowanie jest dłuższy niż 5 lat, które upłynęły od chwili awarii. Proporcja przypadków utajonego raka tarczycy w badanej populacji była niemal taka sama jak w badaniach przesiewowych przeprowadzonych zaraz po awarii w latach 2011-2012.¹³ Raporty ekspertów wskazują, że guzki i cysty wykryte w najnowszych badaniach nie są związane z narażeniem radiacyjnym po awarii.

Również narażenie radiacyjne dzieci jeszcze nienarodzonych w chwili awarii nie spowodowało wykrywalnych skutków. Raport IAEA stwierdza, że „częstość przypadków urodzeń noworodków martwych, porodów przedwczesnych, noworodków o wadze niższej niż normalna i wad wrodzonych była podobna jak w innych rejonach Japonii”¹⁴.

12 CZY CZĘSTOŚĆ UTAJONEGO RAKA TARCZYCY U DZIECI JEST WIĘKSZA PO AWARII W FUKUSHIMIE?

W marcu 2013 roku ministerstwo środowiska Japonii podało wyniki badań częstości występowania guzków i cyst tarczycy wśród dzieci w trzech prefekturach położonych daleko

¹⁰ http://www.unscear.org/docs/reports/2015/Fukushima_WP2015_web_en.pdf

¹¹ <http://science.time.com/2013/03/01/meltdown-despite-the-fear-the-health-risks-from-the-fukushima-accident-are-minimal/>

¹² SUZUKI, S., et al., “Three-Year Results and Future Scope of the Fukushima Thyroid Ultrasound Examination after the Fukushima NPP Accident”, paper presented at 3rd Int. Expert Symp. on Beyond Radiation and Health Risk: Toward Resilience and Recovery, Fukushima (2014)
[http://www.fmu.ac.jp/radiationhealth/symposium201409/media/9_S2_Suzuki_FINAL\(0909\).pdf](http://www.fmu.ac.jp/radiationhealth/symposium201409/media/9_S2_Suzuki_FINAL(0909).pdf)

¹³ FUKUSHIMA PREFECTURE, Proc. 18th Prefectural Oversight Committee Meeting for Fukushima Health Management Survey (2015),
http://www.fmu.ac.jp/radiationhealth/results/20150212_Thyroid_Ultrasound_Examination.html

¹⁴ NOMURA, Y., “Pregnancy and birth survey (by the Radiation Medical Science Center for the Fukushima Health Management Survey)”, paper presented at 3rd Int. Expert Symp. on Beyond Radiation and Health Risk: Toward Resilience and Recovery, Fukushima, 2014,
[http://www.fmu.ac.jp/radiationhealth/symposium201409/media/10_S2_Nomura_FINAL\(0909\).pdf](http://www.fmu.ac.jp/radiationhealth/symposium201409/media/10_S2_Nomura_FINAL(0909).pdf)

od Fukushima, od 380 km (Yamanashi) do 1480 km (Nagasaki). Zbadano także te częstości w mieście Ushiki (200 km). Anomalie w tarczycy podzielono na dwie kategorie: A i B. Typ A to guzki < 5 mm lub cysty < 20 mm, a typ B to guzki > 5 mm lub cysty > 20 mm. Okazało się, że częstość występowania nienormalności w tarczycy jest taka sama wśród dzieci w prefekturach oddalonych od Fukushima jak i w samej prefekturze Fukushima.¹⁵ W Fukushimie zbadano w sumie 200 000 dzieci – była to więc ogromna praca, przeprowadzona z sumiennością właściwą Japończykom¹⁶.

Wyniki tych badań wykazały jednoznacznie, że twierdzenia jakoby promieniowanie spowodowało wzrost zachorowań na tarczycę, są nieprawdziwe.

Delegacja UNSCEAR na spotkaniu w mieście Iwaki koło Fukushima w dniu 9 lutego 2016 r. potwierdziła, że frakcja dzieci mających anomalie w tarczycy w okolicy Fukushima nie różni się od średniej dla innych prowincji w Japonii¹⁷

W Białej Księdze opublikowanej w 2015 r. UNSCEAR podkreśla, że wyniki badań tarczycy wykazały, że częstość utajonego raka tarczycy wśród dzieci w prefektury Fukushima jest mniejsza (177 na milion) niż w innych prefekturach oddalonych od Fukushima (380 na milion)¹⁸. UNSCEAR zauważył, że wyniki te nie są w pełni porównywalne, ze względu na brak pełnych informacji o metodach pomiarowych, ale potwierdzają tezę, że wysoka częstość anomalii w tarczycy wykryta po awarii jest wynikiem większej dokładności pomiarowej, a nie skutkiem promieniowania.

13 JAKIE SKUTKI MIAŁA EWAKUACJA?

Ewakuacja uchroniła ludność przed otrzymaniem niewielkich dawek promieniowania, podobnych do tych, które występują z racji tła naturalnego w wielu rejonach świata nie powodując szkód zdrowotnych. Ale jak każda ewakuacja była to operacja trudna i związana z wieloma szkodami społecznymi i psychologicznymi. Dane demograficzne wykazały, że wiele rodzin zostało rozdzielonych podczas ewakuacji i musiało kilkakrotnie zmieniać miejsce pobytu. Było to oczywiście istotnym powodem do stresów psychologicznych. Niezależni eksperci podają, że pozostanie na terenach uznanych za skażone oznaczałoby według najbardziej pesymistycznych ocen skrócenie życia o kilka dni, a prawdopodobnie nie miałyby żadnych złych skutków.

Zasada „przezorności” według której trzeba chronić ludzi przed każdą, nawet najmniejszą dawką promieniowania, może prowadzić do złych skutków i powinna być na nowo rozważona. Jest to tym bardziej uzasadnione, że według teorii hormezy procesy naprawcze w naszych organizmach są pobudzane przez małe dawki promieniowania i ludzie w rejonach o podwyższonym tle promieniowania naturalnego żyją dłużej i zdrowiej. Ewakuowanie ludności, której „grozi” poziom promieniowania podobny do poziomu w Finlandii czy Szwecji nie ma uzasadnienia, poza strachem, szerzonym przez organizacje zainteresowane zwalczaniem energii jądrowej. Dlatego eksperci proponują zmodyfikować zasady ewakuowania ludzi w razie awarii jądrowych, by nie powodować realnych szkód społecznych i psychologicznych dla uniknięcia teoretycznych zagrożeń.

¹⁵ <http://nuclear-news.net/2013/03/08/radioactive-japan-thyroid-control-screening-reveals-much-higher-percentages-of-cysts-and-nodules-in-children-far-away-from-fukushima/>

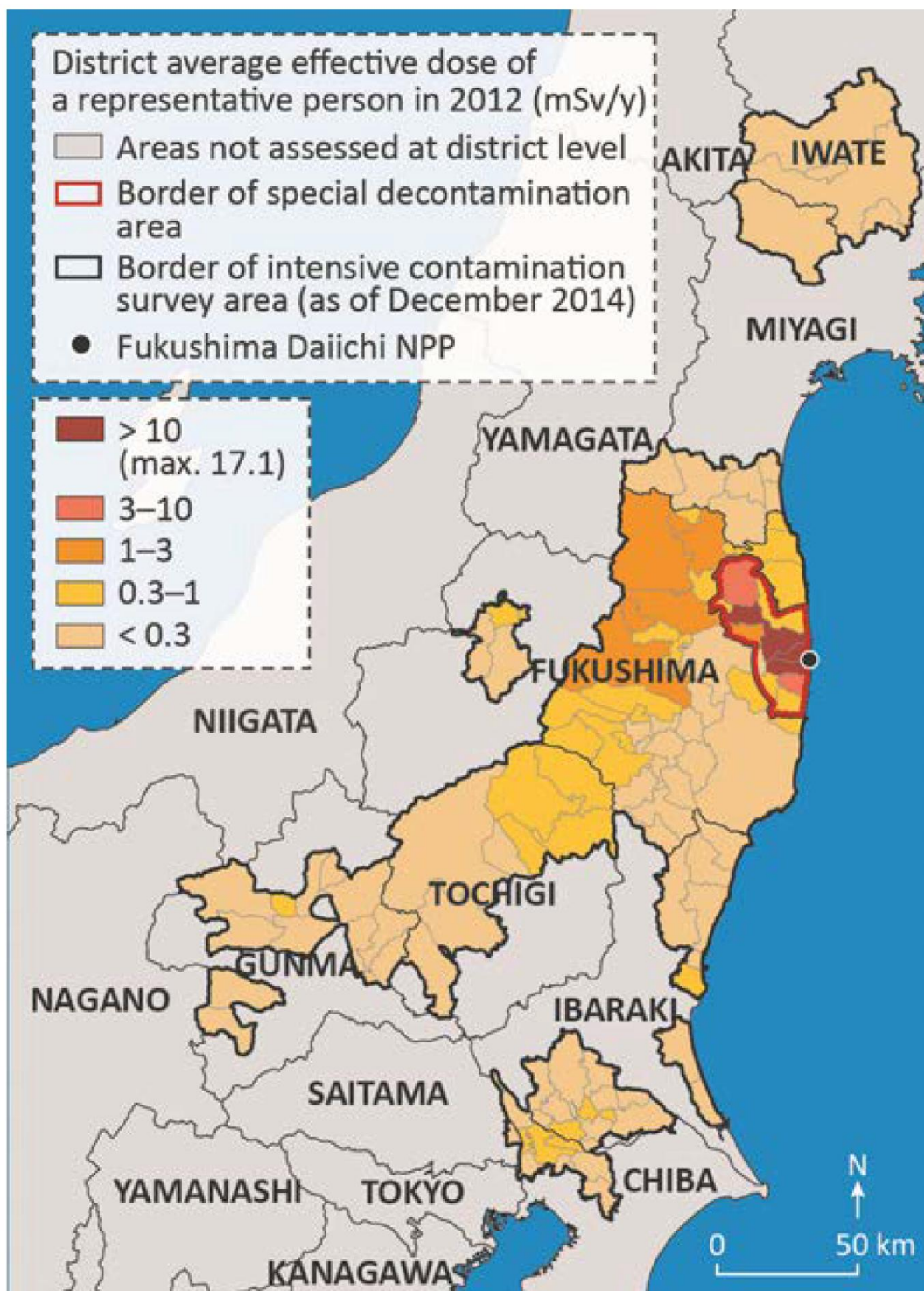
¹⁶ <http://www.hiroshimasyndrome.com/fukushima-child-thyroid-issue.html>

¹⁷ <http://www.fukushimainponews.com/news.html?id=629>

¹⁸ Tamże, str 18

14 CZY EWAKUACJA PONAD 150 000 Japończyków BYŁA POTRZEBNA?

Gdy patrzymy na mapkę skażeń widzimy, że nie tworzą one kształtu kołowego, lecz układają się w kształt długiego cygara w kierunku na północny wschód od Fukushimy.



Rys. 6 Mapa skażeń wokół EJ Fukushima – dawki w mSv/rok

W pierwszym okresie po awarii w rejonach o największych skażeniach roczne dawki mogły dojść do 100 mSv, a w rejonach mniej skażonych roczne dawki nie przekraczały 50 i 20 mSv. W świetle zaleceń międzynarodowych opublikowanych przez MAEA¹⁹, można było ewakuację ograniczyć tylko do terenów, gdzie dawki przekraczają 100 mSv/rok. Ludność tam zamieszkała była dużo mniejsza niż ludność ewakuowana wskutek decyzji rządu japońskiego z całego rejonu kołowego. Obecnie dawki są dużo mniejsze – jak widać na rys. 6 w najbardziej skażonym obszarze wynoszą powyżej 10 mSv/rok, w innych rejonach są mniejsze.

A jaki obszar trzeba byłoby ewakuować tymczasowo stosując przepisy obowiązujące w Polsce²⁰ (takie same jak przepisy MAEA)?

Według tych przepisów przeprowadza się szybką ewakuację, „jeżeli w przypadku zaniechania tego działania dowolna osoba z zagrożonego terenu mogłaby otrzymać na skutek narażenia zewnętrznego i wewnętrznego, z wyjątkiem wchłonięcia substancji promieniotwórczych drogą pokarmową, w ciągu kolejnych 7 dni dawkę skuteczną (efektywną) równą łącznie co najmniej 100 mSv a tymczasowe przesiedlenia ludności można stosować wg zaleceń MAEA, jeśli dodatkowa dawka skuteczna przekroczy 100 mSv w ciągu roku po awarii.

Wynika stąd, że

1. Nie trzeba było ewakuować ludności z obszaru objętego promieniem 20 km, a ograniczyć działania interwencyjne do obszaru naprawdę skażonego, stanowiącego wycinek koła a nie półkole.
2. Nie potrzeba było ewakuować ludzi z obszaru, gdzie roczna dawka mogła wynieść 30 czy 50 mSv,
3. Należało zastosować uzgodnione wcześniej i obowiązujące w większości krajów zalecenia MAEA i ograniczyć ewakuację do rejonów, gdzie po roku od chwili awarii mogła wystąpić dawka 100 mSv.

To porównanie wykazuje, że rząd japoński podjął działania przesadzone i w sumie szkodliwe dla ludności. Były one sprzeczne z zaleceniami MAEA, uzgodnionymi w ramach wniosków po Czarnobylu, właśnie po to, by rządy krajów, w których mogą wystąpić awarie, nie podejmowały działań nieuzasadnionych, powodujących szkodę dla ludności. Eksperti japońscy uczestniczyli w opracowaniu przepisów MAEA i rząd Japonii zatwierdził je – a jednak w chwili awarii na własnym terytorium premier Japonii podjął działania nieuzasadnione, motywowane strachem a nie wiedzą.

15 CZY EWAKUOWANI MIESZKAŃCY MOGĄ JUŻ WRACAĆ DO SWYCH DOMÓW?

W kwietniu 2014 r. aktywność powietrza na granicy terenu elektrowni oceniano na 0,0013 Bq/m³, co odpowiada obliczonej mocy dawki 0,3 mSv/rok.²¹

Różnica mocy dawki od promieniowania naturalnego między prefekturami w Japonii dochodzi do 0,4 mSv/rok. Różnica między Krakowem a Wrocławiem powodowana przez tło

¹⁹ Table 3. Generic Criteria For Protective Actions...in: IAEA Safety Standards, Criteria for Use in Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency, Jointly sponsored by the FAO, IAEA, ILO, PAHO, WHO No. GSG-2

²⁰ ROZPORZĄDZENIE RADY MINISTRÓW z dnia 27 kwietnia 2004 r. w sprawie wartości poziomów interwencyjnych dla poszczególnych rodzajów działań interwencyjnych oraz kryteriów odwołania tych działań

²¹ TEPCO „Summary of Decommissioning and Contaminated Water Management”, 24 April 2014

promieniowania naturalnego to też 0,4 mSv/rok. Ale nikomu nie przychodzi do głowy, by zalecać ewakuację Krakowa. Tak więc aktywność powietrza wokoło Fukushima nie jest problemem.

Natomiast skażenie powierzchni terenu powoduje dawki większe. Rząd Japonii ustalił poziomy odniesienia (referencyjne) celowo na niskim poziomie²² a dla mieszkańców przyjęto dopuszczalną długoterminowo moc dodatkowej dawki powodowanej skażeniami terenu równą 1 mSv/rok, a więc czterokrotnie MNIEJSZĄ od różnicy dawek z tła naturalnego między Finlandią a Polską. Jest to najniższa moc dawki, jaką rozważa się w jakimkolwiek kraju na świecie. Ponadto przyszłe dawki oceniano przyjmując pesymistyczne założenia. Gdy IAEA przeprowadziła analogiczne oceny, uwzględniając spadek aktywności cezu powodowany rozpadem promieniotwórczym, zanikiem aktywności na powierzchni gleby wskutek procesów pogodowych oraz współczynnik osłaniania zapewniony przez konstrukcje domów drewnianych, okazało się, że już w 2012 roku dawki na dużym obszarze terenów ewakuowanych były znacznie niższe niż 1 mSv/rok.

Władze japońskie postawiły sobie ambitne zadanie uprzątnięcia liści i przewróconych drzew, zburzonych domów i dróg, a nawet zdjęcia wierzchniej warstwy ziemi tak by obniżyć moc dawki na dworzu do ustalonego przez rząd niskiego poziomu²³. Prace te trwają i dają dobre rezultaty. We wrześniu 2015 r. cofnięto nakaz ewakuacji dla mieszkańców siedmiu okręgów miejskich w promieniu 20 km od elektrowni. Władze spodziewają się, że 70% osób ewakuowanych będzie mogło powrócić do swoich domów na wiosnę 2017 roku.

16 SKĄD BIORĄ SIĘ PRZECIEKI RADIOAKTYWNEJ WODY DO MORZA?

EJ Fukushima Daiichi znajduje się na terenie, gdzie podziemny strumień wody płynie z gór do morza pod terenem elektrowni. Wydatek przepływu wynosi 800 ton dziennie, z czego 400 ton napływa do piwnic budynków elektrowni i ulega skażeniu, a reszta płynie bezpośrednio do morza. W ten sposób codziennie przybywa 400 ton wody skażonej wskutek chłodzenia reaktorów. By nie wypuszczać skażonej wody do morza, w elektrowni ustawiono po awarii zbiorniki o pojemności 1000 ton każdy. Oznacza to, że co 2,5 dnia był napełniany nowy zbiornik. Do 15 lipca 2014 r. na terenie elektrowni zgromadzono 500 000 ton skażonej wody, a w piwnicach elektrowni około 90 000 ton²⁴.

W miarę upływu czasu firma TEPCO zwiększała pojemność zbiorników na skażoną wodę i rozbudowywała układy oczyszczania wody z cezu, strontu i innych substancji radioaktywnych z wyjątkiem trytu. W 2014 roku układy oczyszczania zapewniały redukcję substancji radioaktywnych w wodzie od 1000 do 10 000 razy.

W październiku 2014 TEPCO uruchomiło nowy układ usuwania radionuklidów, będący ulepszoną wersją układu pracującego przedtem przez 2 lata w Fukushima. Jego wydajność

²² 265 INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Summary Report of the Preliminary Findings of the IAEA Mission on Remediation of Large Contaminated Areas Off-site the Fukushima Dai-ichi NPP <https://www.iaea.org/sites/default/files/preliminaryfindings2011.pdf>

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Follow-up IAEA International Mission on Remediation of Large Contaminated Areas Off-Site of the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant (2013), https://www.iaea.org/sites/default/files/final_report230114.pdf

²³ <http://www.sciencemag.org/news/2016/03/five-years-after-meltdown-it-safe-live-near-fukushima>

²⁴ TEPCO Press release no 159, 16 July 2014, http://www.tepco.co.jp/en/press/cprp-com/release/2-14/1239415_5892.html

wynosi 500 ton wody dziennie. Zapewnił on zdecydowaną redukcję ilości skażonej wody przechowywanej w zbiornikach elektrowni. W szczególności obniża on zawartość strontu do niewykrywalnego poziomu, co zmniejsza zagrożenie przeciekami i podnosi bezpieczeństwo robotników. Radioaktywny cez usuwano skutecznie już wcześniej przy pomocy układu SARRY.²⁵

W sierpniu 2015 r. towarzystwo rybackie zgodziło się na zrzucanie oczyszczonej wody do morza²⁶. Obecnie ilość wody przechowywanej na terenie elektrowni maleje.

17 CZY WODA Z ELEKTROWNI SKAZIŁA RYBY W OCEANIE SPOKOJNYM?

Od czasu awarii problem wody przepływającej pod powierzchnią ziemi z okolicznych gór pod elektrownią do oceanu niepokoił opinię publiczną. Obawiano się skażenia radioaktywnego ryb i innych organizmów morskich. Dlatego przeprowadzono szereg badań radioaktywności ryb. W lutym 2016 r. opublikowano w materiałach US National Academy of Sciences studium wskazujące, że skażenie ryb u wybrzeży Japonii jest bardzo małe²⁷, z niewielkimi wyjątkami. W studium określono prawdopodobieństwo, że radioaktywność ryb jest większa od 20 Bq/kg, od 50 i od 100 Bq/kg. Dla informacji dodajmy, że obecnie ustalony w Japonii próg dopuszczalności wynosi 100 Bq/kg i jest to jedna z najniższych wartości na świecie. Przed awarią, dopuszczalna radioaktywność ryb była ustalona na poziomie 500 Bq/kg. Wartość odniesienia przyjęta przez Międzynarodową Organizację Zdrowia i wiele krajów to 1000 Bq/kg²⁸, co zapewnia utrzymanie dawki rocznej poniżej 1 mSv. W krajach Unii Europejskiej tę wartość odniesienia przyjęto równą 600 Bq/kg.

Badacze stwierdzili, że średnie prawdopodobieństwo wystąpienia radioaktywności większej niż 100 Bq/kg w rybach żyjących blisko powierzchni morza jest prawie zerowe²⁹. W przypadku ryb żyjących na dnie oceanu szansa na wykrycie radioaktywności jest większa – np. dla okonia morskiego wynosi ona 0,7% na wykrycie radioaktywności przekraczającej 100 Bq/kg. W pojedynczych przypadkach radioaktywność może być większa – np. w styczniu 2014 r. złowiono kantara o aktywności 12 tys. Bq/kg, co wzbudziło sensację prasową. Ale znalezienie pojedynczego egzemplarza nie zmienia faktu, że skażenie ryb jest krańcowo małe.

W 2015 r. oceniono, że całkowita skuteczna dawka obciążająca wskutek spożycia ryb, skorupiaków i wodorostów wydobytych z wód przybrzeżnych koło Fukushimy wynosi 0.6 ± 0.4 mSv/rok, a dawka od jedzenia ryb wyłowionych na otwartych wodach Pacyfiku 0.07 ± 0.05 mSv/rok. Są to **dawki mniejsze**, niż otrzymywane przy spożyciu ryb i skorupiaków z zawartego w nich naturalnego izotopu ołowiu Pb²¹⁰ (0.7 mSv/rok).

Takie dawki indywidualne są poniżej poziomu, przy którym można byłoby spodziewać się jakichkolwiek szkód zdrowotnych.

²⁵ <http://www.world-nuclear-news.org/RS-Tepco-boosts-water-decontamination-capacities-2110145.html>

²⁶ <http://www.japantimes.co.jp/news/2015/08/26/national/fishermen-ok-tepcos-plan-dump-fukushima-plant-water-sea/#.Vt1MOfnhAdV>

²⁷ Risk assessment of radioisotope contamination for aquatic living resources in and around Japan Hiroshi Okamura, Shiro Ikeda, Takami Moritac, Shinto Eguchib
<http://www.pnas.org/content/early/2016/02/23/1519792113.full.pdf>

²⁸ <http://www.codexalimentarius.org/codex-home/en/>

²⁹ <https://www.washingtonpost.com/news/energy-environment/wp/2016/02/29/with-fukushimas-fifth-anniversary-approaching-we-can-probably-start-to-relax-about-radioactive-seafood/>

18 JAK SKAŻENIA PROMIENIOTWÓRCZE WPLYNĘŁY NA FLORE I FAUNĘ NA LĄDZIE WOKOŁO FUKUSHIMY?

W przypadku roślin wcześniejsze raporty UNSCEAR³⁰ wskazywały na możliwość wystąpienia niewielkich zmian w drzewach iglastych przy dawkach około 1-2 Gy, a poważnych szkód mogących prowadzić do śmierci przy dawkach w zakresie 10-20 Gy. Rzeczywiste dawki na terenach wokół Fukushima były dużo mniejsze. Ocena dawek w okolicy Fukushima wskazuje, że bezpośrednie szkodliwe skutki dla roślin są nieprawdopodobne, a w przypadku zwierząt jest małe prawdopodobieństwo zaburzeń w cyklu reprodukcji.

Natomiast mogą wystąpić poważne zaburzenia wskutek trzęsienia ziemi i tsunami, które spowodowały całkowite spustoszenie wschodniej części wyspy Honshu, gdzie leży Fukushima. Zniknęły gniazda ptaków, wyginęły stworzenia stanowiące pokarm dla ptaków i zwierząt, pola i lasy zamieniły się w błotniska nieprzyjazne dla fauny. Często ujemne efekty zjawisk sprzed 5 lat przypisuje się działaniu promieniowania, zapominając o skutkach kataklizmu naturalnego – trzęsienia ziemi i tsunami. Np. przeciwnicy energii jądrowej przypisują działaniu promieniowania wyginiecie motyli, a nie zwracają uwagi na zabójcze skutki tsunami. Siła kataklizmu, który w marcu 2011 r. nawiedził wschodnią Japonię, była równoważna skutkom ciężkiej wojny i pozostawiło to ślady w przyrodzie na wiele lat.

19 CZY Z POWODU KATASTROFY TOKIO LUB POLSKA BYŁY ZAGROŻONE?

Nie, ani Polska, ani żaden inny kraj poza Japonią nie był zagrożony. Również w Tokio dawki były zbyt małe, by mogły spowodować wzrost ryzyka zachorowania.

20 CZY ELEKTROWNIA FUKUSHIMA I ZNÓW DZIAŁA?

Nie, i nie będzie działać. W czterech zniszczonych blokach prowadzone są wciąż prace dla likwidacji skutków awarii, ale zbiorniki ciśnieniowe reaktorów zostały uszkodzone, podobnie jak budynki i nie nadają się do wykorzystania na nowo. Dwa bloki, które nie uległy uszkodzeniom, być może mogą wznowić pracę, ale według podjętej przez rząd japoński decyzji cała elektrownia jądrowa Fukushima Daiichi ma pozostać wyłączona.

21 CZY W OBECNEJ CHWILI BEZPIECZNE JEST PRZEBYWANIE W REJONIE FUKUSHIMY?

Według decyzji rządu japońskiego, tereny wokół Fukushima zostały podzielone na strefy o różnym poziomie promieniowania. W strefie skażonej, gdzie dawka roczna przekracza 100 mSv, stały pobyt jest niedozwolony. W strefie, gdzie dawka wynosi od 20 do 100 mSv/rok, można według przepisów MAEA, a także według przepisów polskich mieszkać na stałe. Natomiast rząd Japonii ustalił ograniczenia dawek ostrzejsze niż większość krajów (w tym

³⁰ UNITED NATIONS, Sources and Effects of Ionizing Radiation (Report to the General Assembly), UNSCEAR 2008 Report, Vol. II, Scientific Annexes C, D and E, Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR), UN, New York (2011).

UNITED NATIONS, Sources and Effects of Ionizing Radiation (Report to the General Assembly), UNSCEAR 1996 Report, Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR), UN, New York (1996)

USA i kraje Unii Europejskiej) i nie zezwala na stałe przebywanie w strefie, gdzie dawki roczne wynoszą powyżej 20 mSv. Prowadzone są jednak intensywne prace przy odkażaniu terenu i moc dawki stopniowo maleje. Wiele osób może już wrócić do swoich domów.

22 JAKIE ZABEZPIECZENIA WPROWADZONO W ELEKTROWNIACH JĄDROWYCH PO AWARII W FUKUSHIMIE?

Według nowych wymagań wprowadzonych przez japońską komisję dozoru jądrowego, wały chroniące elektrownie jądrowe przed tsunami będą wyższe, a budynki elektrowni będą uszczelnione na wypadek powodzi. Przy rozpatrywaniu trzęsienia ziemi wymagania będą wyższe - dla stwierdzenia, czy uskok sejsmiczny jest aktywny, trzeba będzie sięgać wstecz o 120 tys. lat, zamiast jak dotąd 10 tys. lat. Komisja wymaga pasywnych układów rekombinacji wodoru, a na wypadek, gdyby jednak doszło do stopienia rdzenia, elektrownia musi być wyposażona w układ chwytny rdzenia, analogiczny jak w reaktorze EPR. Obudowa bezpieczeństwa musi być odporna na maksymalne parametry awaryjne i wyposażona w układ wentylacji filtracyjnej. Operatorzy elektrowni jądrowych powinni mieć armatki wodne dla pokrycia pianą lub wodą materiału radioaktywnego w punkcie, gdzie następują przecieki, tak by zapobiec rozprzestrzenianiu substancji radioaktywnych i pomóc w oczyszczaniu terenu.

23 CZY JAPONIA ZREZYGNOWAŁA Z ENERGETYKI JĄDROWEJ?

Po awarii w Fukushima wszystkie reaktory jądrowe w Japonii zostały wyłączone, a dozór jądrowy został zreorganizowany. Premier odpowiedzialny za błędne decyzje podczas awarii uznał, że lepiej jest przypisać winę energetyce jądrowej a nie sobie i zaproponował by Japonia wycofała się z energetyki jądrowej całkowicie. Jednakże w wyborach zdecydowane zwycięstwo odniosła partia, której program przewiduje wznowienie pracy elektrowni jądrowych.

Nowy japoński urząd dozoru jądrowego sformułował dużo ostrzejsze niż poprzednie wymagania bezpieczeństwa dla elektrowni jądrowych, mające zabezpieczyć je przed nawet największymi wstrząsami sejsmicznymi i tsunami. W elektrowniach podjęto ogromną pracę dla spełnienia tych wymagań. Do lutego 2016 r. cztery bloki jądrowe wznowiły pracę, a dalsze 20 bloków prowadzi modernizację. Japonia planuje dalszy rozwój energetyki jądrowej, łącznie z budową zakładów przerobu paliwa wypalonego i reaktorów IV generacji.

Rząd oświadczył, że energetyka jądrowa jest jednym z filarów rozwoju gospodarczego Japonii.

24 CZY ŚWIAT WSTRZYMAŁ ROZWÓJ ENERGETYKI JĄDROWEJ PO FUKUSHIMIE?

Po Fukushima reaktory japońskie zostały wyłączone i dopiero po przeprowadzeniu modyfikacji ich zabezpieczeń przeciwpowodziowych i sejsmicznych są obecnie kolejno uruchamiane. Chiny wstrzymały budowę swych elektrowni jądrowych na około rok w celu przeprowadzenia weryfikacji ich konstrukcji, po czym program jądrowy wznowiono. Na początku 2016 roku w Chinach budowano 24 elektrownie jądrowe, a wg planów w 2030 r.

ma pracować 110 reaktorów³¹

Unia Europejska i USA wznowiły rozwój energetyki jądrowej. Parlament Europejski w rezolucji 15 grudnia 2015 r. wezwał Komisję Europejską do stworzenia warunków sprzyjających rozwojowi energetyki jądrowej, a w USA prezydent Obama uznał energetykę jądrową za jeden z zasadniczych kierunków zwalczania efekty cieplarnianego i wydał rozporządzenia wspierające elektrownie jądrowe. Indie, Rosja, kraje arabskie i inne budują nowe elektrownie jądrowe.

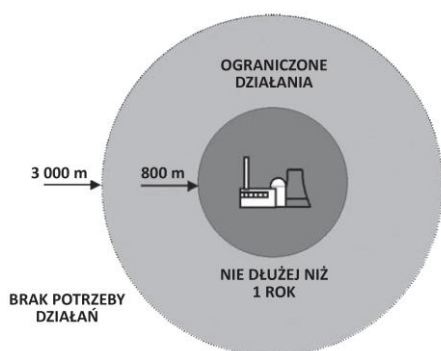
25 CZY GROZI NAM PODOBNA KATASTROFA W POLSKIEJ ELEKTROWNI JĄDROWEJ?

Bezpośrednią konsekwencją wydarzeń w Japonii z 11 marca 2011 roku było przeprowadzenie, pierwszej w historii na tę skalę, oceny istniejących elektrowni jądrowych i ich wytrzymałości w warunkach skrajnych zagrożeń (*stress testy*). Od czerwca 2011 roku, przez ponad 10 miesięcy, międzynarodowe zespoły ekspertów przebadaly 147 reaktorów w całej Unii Europejskiej, Szwajcarii i na Ukrainie. Podobne analizy przeprowadzono również w USA, Chinach i Korei Płd. Ich celem było sprawdzenie czy zastosowane marginesy bezpieczeństwa są wystarczające przy ekstremalnych, nieoczekiwanych katastrofach naturalnych oraz weryfikacja gotowości ludzi i środków do opanowania możliwych skutków takich zagrożeń. Ekspertki wskazują, że w wyniku stress testów okazało się, że wszystkie reaktory przeszły pomyślnie próby maksymalnych obciążeń. Poprawy wymagały natomiast elementy zewnętrzne, takie jak wprowadzenie dodatkowych, przewoźnych generatorów prądu czy dopracowanie procedur postępowania w sytuacjach awaryjnych.

Przeprowadzane testy i coraz bardziej zaostrzone rygory bezpieczeństwa powodują, że nie musimy mieć obaw przy budowie reaktorów III generacji, takich jakie mają powstać w Polsce. Reaktory III generacji spełniają wszystkie najostrzejsze kryteria bezpieczeństwa, włącznie z wymaganiami japońskimi. W przypadku najcięższej awarii stopiony rdzeń reaktora będzie zatrzymywany w obudowie bezpieczeństwa. Tak więc wszystkie uwolnienia radioaktywne zatrzymane będą w obudowie bezpieczeństwa. Wszystko to powoduje, że strefa ograniczonego użytkowania, w której trzeba podjąć działania ochronne po ewentualnej

awarii, może wynosić – zależnie od typu reaktora – od kilometra do kilku kilometrów od obiektu.

Ludność w pobliżu polskiej elektrowni jądrowej będzie bezpieczna.



Rys. 7 Strefa ograniczonego użytkowania wokół reaktora III generacji w przypadku najcięższej awarii.

³¹ <http://www.wnp.pl/wiadomosci/262735.html>

26 JAKIE JEST ZAGROŻENIE OD CEZU PO FUKUSHIMIE?

Krytycy energetyki jądrowej często sugerują, że cez odkłada się w szkielecie człowieka, powodując raka kości. Jest to twierdzenie niczym nieuzasadnione, poza błędnym przekonaniem, że cez jest chemicznie podobny do wapnia. Jest to po prostu nieprawda. Rzut oka na tablicę Mendelejewa wystarczy by stwierdzić, że cez należy do grupy I, podczas gdy wapń należy do grupy II, do której zalicza się także stront. Stront przenika do kości – natomiast cez nie.

Pierwiastki spożywane przez nas są wydalane z organizmu i ilość ich maleje do połowy po czasie zwanym biologicznym okresem połowicznego zaniku. W przypadku cezu okres ten wynosi 100 dni. W przypadku potasu okres ten wynosi 30 dni. Tak więc cez i potas zachowują się podobnie, chociaż nie identycznie. A potas zawiera zawsze izotop K-40, to jest izotop promieniotwórczy, powstający w jądrach gwiazd i rozproszony w całej galaktyce. Jego okres połowicznego rozpadu (promieniotwórczego) wynosi ponad miliard lat – to znaczy, że będzie on z nami przez bardzo długi czas. A że stale zjadamy K-40 z naszym pożywieniem, jest on naturalnym składnikiem naszych organizmów. W każdym momencie mamy w sobie 3400 bekereli potasu K-40, to jest w każdej sekundzie zachodzi w nas 3400 emisji promieniotwórczych. Emisje cezu i potasu są dość podobne – cez Cs-137 emituje elektrony o energii 1,17 MeV, a potas K-40 elektrony o energii 1,31 MeV. Różnica jest niewielka.

Ze względu na dłuższy okres połowicznego zaniku biologicznego cezu oraz częściową przemianę cezu w bar, graniczna zawartość cezu Cs-137 w naszym ciele jest ustalona dużo niższej niż rekomendowana zawartość potasu. Aby przekroczyć ten limit, musielibyśmy jeść dużo jedzenia bogatego w potas – na przykład 10 bananów lub 2,5 kg kartofli każdego dnia. Natomiast jedząc pożywienie zawierające ustaloną przez Japończyków aktywność cezu Cs-137 wynoszącą 100 Bq/kg musielibyśmy jeść 100 gramów takiego pożywienia dziennie przez cały rok, to jest zjeść go 37 kilogramów rocznie, by osiągnąć dopuszczalną w Japonii aktywność w naszym organizmie. Pamiętajmy, że ustalona przez Japonię wartość graniczna tej aktywności jest wielokrotnie niższa niż w innych krajach.,

Cez jest produktem rozszczepienia występującym typowo w paliwie reaktorowym i stosunkowo łatwo wydostaje się z reaktora przez nieszczelności w barierach chroniących przez promieniowaniem, ponieważ jego temperatura wrzenia jest dość niska, mianowicie równa 671 oC. Porównanie uwolnień cezu w Fukushima z uwolnieniami przy wybuchu bomby atomowej jest mylące, bo skutki radiacyjne bomby nie zależą od cezu, a od wielu innych pierwiastków – w sumie 71 pierwiastków (i ich izotopów), od sodu do ołowiu.

Co więcej, stosunkowo niewiele radioizotopów po wybuchu bomby powstaje bezpośrednio wskutek rozszczepienia. Najbardziej promieniotwórcze izotopy w opadzie po wybuchu są produktami aktywacji neutronowej. Neutrony są przy wybuchu bomby jedynym typem promieniowania, który może przekształcić materię w atomy radioaktywne. Gleba, budynki i inne materiały zamienione w pył w chwili wybuchu bomby są natychmiast wyrzucane do pola neutronowego, powstającego podczas wybuchu i ich atomy stają się radioaktywne, chociaż nie były radioaktywne przez wybuchem. Do najważniejszych należą sód Na-24, chrom CR-51, mangan Mn—54, żelazo Fe-59, kobalt Co-60, miedź Cu-64, antymon Sb-122 i 124, tantal Ta-180 i 182 ołów Pb-203. Ich okresy połowicznego rozpadu mogą być tak krótkie jak 8 godzin (Ta-180) i tak długie jak 5,3 lat (Co-60). Żaden z wyżej wymienionych radionuklidów nie powstaje w reaktorze energetycznym. Natomiast ilości cezu Cs-137 są minimalne w porównaniu z innymi radionuklidami w opadzie po wybuchu bomby.

Dlatego porównywanie ilości cezu uwolnionego w Fukushima z ilością cezu po wybuchu bomby atomowej nie ma sensu. Ale oczywiście wielkości te są znane. Wg oceny z 2011

roku, aktywność cezu uwolnionego w Fukushima wyniosła 15,000 tera bekereli, a ocenę tę potwierdził raport IAEA opublikowany w 2015 roku³², podający aktywność od 7000 do 20 000 terabekereli. Ale rząd japoński zastrzegł się, że porównanie z bombą jest mylące, - zapewne z tych właśnie powodów, które opisaliśmy powyżej.

Dlatego podstawą do sądów na temat Fukushima nie jest uwolniona aktywność cezu mierzona w bekerelach, lecz ocena skutków zdrowotnych dawki, jaką w ciągu życia (70 lat) otrzymają dzieci na terenach wokół Fukushima. Raporty Światowej Organizacji Zdrowia (WHO), Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej (IAEA), Komitetu Naukowego ONZ ds. Skutków Promieniowania Atomowego (UNSCEAR) oraz Stowarzyszenia Naukowców do Rzetelnego Informowania o Promieniowaniu (SARI) stwierdzają zgodnie, że dawki te są tak małe, że nie spowodują żadnych wykrywalnych ujemnych skutków zdrowotnych.

27 JAKI JEST AKTUALNY STAN OCZYSZCZANIA WODY RADIOAKTYWNEJ W EJ FUKUSHIMA?

Dla odbioru ciepła z reaktorów w EJ Fukushima Daiichi trzeba pompować do nich wodę, która w kontakcie z paliwem ulega skażeniu substancjami radioaktywnymi. Ponadto woda podskórna płynąca z gór do oceanu omywa fundamenty elektrowni i miesza się ze skażoną wodą w piwnicach budynków. Aby uchronić ocean przed skażeniem, firma TEPCO zainstalowała szereg systemów dla zmiany dróg przepływu wody, usuwania radionuklidów i składowania wody skażonej na terenie elektrowni. Są to:

- Udoskonalony system oczyszczania wody, który usuwa wszystkie radionuklidy z wyjątkiem trytu. Jego wydajność wynosi 1260 ton wody dziennie i dokonał on już oczyszczenia 400 000 ton wody.
- Podziemny układ bocznikujący przepływ wody, tak by zatrzymać ją przed elektrownią i skierować wokół elektrowni do morza bez skażeń.
- Ulepszony system drenażowy, który zredukował akumulację wody na terenie elektrowni o około 150 ton dziennie.
- Ściana między elektrownią a oceanem, zatrzymująca spływ wody do oceanu.
- Pompowanie skażonej wody gruntowej z otoczenia budynków do zbiorników.
- Wykonanie podziemnej ściany lodowej wokół elektrowni by powstrzymać przepływ wody podskórnej.³³

TEPCO usuwa czystą wodę podziemną opływającą z boków teren elektrowni do morza. Zmniejsza to napływ czystej wody do budynków o około 100 ton dziennie. Towarzystwo rybackie wyraziło zgodę na wypływ tej wody do oceanu.

Wobec tego, że zagrożenie ze strony trytu jest niewielkie i wszystkie elektrownie jądrowe na świecie usuwają wodę z trytem do morza lub rzeki, MAEA³⁴ zaleciła TEPCO przeanalizować zrzut do oceanu oczyszczonej wody z trytem.

O skuteczności działań chroniących ocean przed skażeniem świadczą najlepiej pomiary aktywności wody w oceanie prowadzone systematycznie przez japoński dozór jądrowy i publikowane w postaci map³⁵

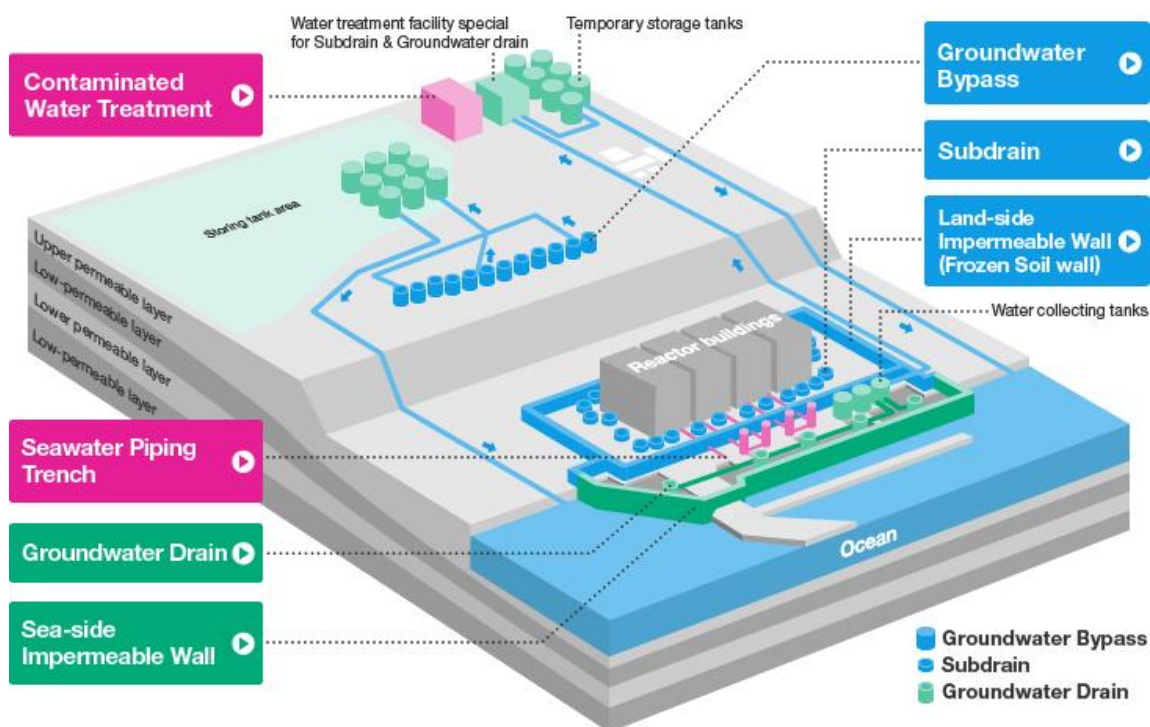
³² IAEA The Fukushima Daiichi Accident, Volume 4, Radiological Consequences, Vienna 2015

³³ <http://www.nei.org/Issues-Policy/Safety-Security/Fukushima-Recovery/Radioactive-Water> czytane 16.03.2016

³⁴ http://www-naweb.iaea.org/naweb/ih/documents/other/Meeting_Summary_%20Final.pdf

³⁵ http://radioactivity.nsr.go.jp/en/contents/11000/10929/24/349_20160316.pdf

Wg dyrektywy Rady Europejskiej i wymagań obowiązujących w Polsce stężenia pochodne dla promieniotwórczości w wodzie przeznaczanej do spożycia przez ludzi w przypadku Cs-137 wynoszą 11 Bq/litr³⁶. Maksymalne stężenia aktywności Cs-137 w wodzie morskiej w punkcie bezpośrednio sąsiadującym z EJ Fukushima Daii-chi wynosiło w lutym 2016 roku tylko 0,20 Bq/l. Było więc ono 55 razy niższe od stężenia dopuszczalnego dla wody pitnej wg normy obowiązującej w Unii Europejskiej i w Polsce. Stężenia w większych odległościach od Fukushimy były kilkakrotnie mniejsze.³⁷



Rys. 8 Układy oczyszczania i drenowania wody³⁸ w EJ Fukushima Daiichi

Czyste wody wokół Fukushimy

Przeprowadzane przez Urząd Dozoru Jądrowego Japonii (NRA) pomiary wskazują, że starania TEPCO o powstrzymanie wymywania do oceanu skażonych wód podziemnych z rejonu elektrowni jądrowej Fukushima Daiichi zostały uwieńczone pełnym powodzeniem. Od początku listopada 2016 r. NRA publikuje wyniki pomiarów w trzech punktach rozmieszczonych wzdłuż linii wybrzeża na południe i na północ od EJ Fukushima Daiichi i wszystkie te pomiary potwierdzają, że nie ma uwolnień radioaktywnego cezu z elektrowni. Ponadto liczne analizy próbek pobranych z morza w promieniu 2 km od elektrowni potwierdzają, że od 24 października nie ma żadnych wykrywalnych skażeń radioaktywnym cezem, trytem, strontem ani plutonem³⁹. Pomiary aktywności beta wody morskiej wskazują, że jest ona w granicach od 8,9 do 15 Bq/litr, a po wykluczeniu aktywności potasu K-40 wynosi 0,02 Bq/litr. Aktywność potasu K-40 jest nieodłącznym elementem naszego środowiska,

³⁶ DYREKTYWA RADY 2013/51/EURATOM z dnia 22 października 2013 r. określająca wymogi dotyczące ochrony zdrowia ludności w odniesieniu do substancji promieniotwórczych w wodzie do spożycia przez ludzi <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013L0051&qid=1458123174129&from=en>

³⁷ <http://ourradioactiveocean.org/results.html>

³⁸ <http://www.tepco.co.jp/en/decommission/planaction/waterprocessing-e.html>

³⁹ Sea area monitoring, 25 November 2016, Nuclear Regulatory Authority, Japan, http://radioactivity.nsr.go.jp/en/contents/12000/11622/24/Sea_Area_Monitoring_201601125.pdf

bo okres połowicznego rozpadu K-40 wynosi 1,25 miliardów lat – a więc rozpady potasu były już przy narodzinach życia na ziemi, są teraz i będą trwały długo po zniknięciu naszej cywilizacji. A nie są one wcale związane z energetyką jądrową i występują nie tylko w wodzie morskiej ale i w mleku, które niemowlęta wysysają z piersi matki.

Wbrew wcześniejszym obawom, radioaktywność uwalniana przez prądy podziemne z rejonu Fukushima NIE spowodowała żadnego trwałego skażenia wód oceanu ani wód przybrzeżnych koło Fukushimy.

28 JAPOŃSCY UCZENI WZYWAJĄ: PORA ZREWIDOWAĆ ZBYT PESYMISTYCZNE PRZEPISY OCHRONY RADIOLOGICZNEJ

W USA, Stowarzyszenie Naukowców dla Rzetelnej Informacji o Promieniowaniu SARI (*Scientists for Accurate Radiation Information*) już przed rokiem wystąpiło do amerykańskiej Komisji Bezpieczeństwa Jądrowego US NRC z wnioskiem o zrewidowanie zbyt pesymistycznej zasady, że każda nawet najmniejsza dawka promieniowania może przyczynić się do powstania choroby nowotworowej. W rzeczywistości, twierdzą naukowcy zrzeszeni w SARI, wielu ludzi mieszkających w rejonach o podwyższonym natężeniu promieniowania żyje dłużej i zdrowiej, niż ludzie mieszkający w rejonach o niskim promieniowaniu. Podobnie wiele badań osób leczonych przy użyciu promieniowania i pracowników narażonych zawodowo na promieniowanie wykazało, że otrzymanie dawek promieniowania kilkakrotnie większych od średnio otrzymywanych na Ziemi nie powoduje złych skutków, a przeciwnie, osoby napromieniowane są zdrowsze od innych osób wykonujących ten sam zawód i będących w tym samym wieku.

Pogląd, że każda dawka promieniowania może powodować szkody zdrowotne został przyjęty przed pół wiekiem z powodów politycznych, mianowicie uczeni chcieli powstrzymać trwający wówczas wyścig zbrojeń i próby broni jądrowej w atmosferze. Cel ten został osiągnięty, próby broni jądrowej wstrzymano, ale strach raz zasiany w społeczeństwie pozostał i doprowadził do przyjęcia przepisów mających na celu maksymalne wyeliminowanie promieniowania. Przyjęto zasadę ALARA – (*as low as reasonably achievable*) – mówiącą, że dawki promieniowania powodowane przez człowieka powinny być tak niskie, jak jest to rozsądnie możliwe. Obecnie uczeni japońscy dołączają się do postulatu uczonych amerykańskich z SARI wskazując, że dążenie do redukcji dawek promieniowania do zera zmusiło Japonię do niepotrzebnej ewakuacji ponad stu tysięcy ludzi i do niepotrzebnych restrykcji w wykorzystaniu pól z rejonu Fukushimy.

Komisja Bezpieczeństwa Jądrowego Japonii zgłosiła na obrady parlamentu japońskiego wniosek, by zezwolić japońskiej Radzie Ochrony przed Promieniowaniem na dyskusje o modyfikacji przepisów w oparciu o aktualną wiedzę naukową. Rada ta liczy ośmiu członków, którzy są ekspertami w dziedzinach związanych z ochroną przed promieniowaniem. Według ustaleń antynuklearnego rządu premiera Naoto Kana i jego następcy Yoshihiko Noda, Rada Ochrony przed Promieniowaniem mogła prowadzić takie dyskusje tylko w przypadku, gdyby zażądało tego ministerstwo lub agencja rządu. Obecnie prezes Komisji Bezpieczeństwa Jądrowego Shunichi Tanaka nalega, że nadszedł czas, by wprowadzić przepisy oparte na zasadach naukowych. „*Japonia powinna dostosować swe przepisy do wymagań międzynarodowych,*” stwierdził Shunichi Tanaka.

Jak podaje największy i wysoce szanowany dziennik Yomiuri Shimbun⁴⁰, przepisy wymagające, by osiągnąć zerowe wielkości dawek promieniowania, należy zrewidować w oparciu o dane naukowe. Jeśli parlament zatwierdzi projekt ustawy znoszącej restrykcje wobec Rady Ochrony przed Promieniowaniem, to Rada będzie mogła prowadzić badania i opracowywać wnioski w oparciu o swą wiedzę. Będzie też mogła zalecać ministerstwu i agencjom rządowym podjęcie kroków dla skorygowania przepisów i zawartych w nich ograniczeń liczbowych.

Po Wielkim Trzęsieniu Ziemi we wschodniej Japonii i tsunami w marcu 2011 roku rozpowszechniano poprzez internet i media informacje daleko odbiegające od prawdy i pozbawione podstaw naukowych. Spowodowało to ogromne utrudnienia w rekonstrukcji rejonu Fukushima. Obecnie proponowana ustawa parlamentu powinna być przyjęta jak najszybciej, by pozwolić Radzie Ochrony przed Promieniowaniem na bardziej skuteczne działania.

Jednym z zasadniczych problemów jest zrewidowanie norm określających dopuszczalne koncentracje substancji promieniotwórczych w pożywieniu, wprowadzonych w 2012 roku. Ówczesny antynuklearny rząd japoński narzucił ograniczenia mające uspokoić opinię publiczną. W praktyce jednak pogłębiły one jeszcze bardziej niepokój społeczeństwa. Ustalenia te jaskrawo odbiegały od ustaleń międzynarodowych. Na przykład, w USA dozwolony poziom promieniowania cezu w wodzie pitnej wynosi 1200 bekereli na litr, w Europie 1000 bekereli⁴¹, a w Japonii narzucono poziom 10 bekereli.

Takie ustalenie spowodowało przeświadczenie, że Japonia wprowadza ostre przepisy ponieważ jej żywność jest skażona. Szereg państw nałożyło wtedy ograniczenia na import żywności z Japonii. Chiny i Korea Południowa utrzymują te graniczenia również i obecnie. Shunichi Tanaka podkreślił, że nie da się usunąć podejrzliwości wobec japońskich produktów żywnościowych dopóki obecne przepisy nie zostaną zmienione. Ograniczenia stosowane w Japonii powinny być takie same jak w innych krajach, stwierdził Tanaka.

Rządy antynuklearnej partii demokratycznej panującej w okresie trzęsienia ziemi ustaliły jako cel zmniejszenie dawek promieniowania na terenach skażonych do 1 milisiwerta rocznie. Tymczasem naukowcy są przekonani, że dawki sięgające 100 milisiwertów rocznie nie mają żadnego wpływu na zdrowie człowieka. Międzynarodowa Komisja Ochrony przed Promieniowaniem (ICRP) zaleca, by ludzie ewakuowani mogli wrócić do swych domów, gdy poziom promieniowania spadnie poniżej 20 milisiwertów rocznie. To zalecenie jest także obowiązujące w Polsce. Przewodniczący Komitetu Naukowego ONZ ds. Skutków Promieniowania (UNSCEAR) przedstawił w 2015 roku Zgromadzeniu Ogólnemu raport UNSCEAR który potwierdził, że dawki poniżej 100 mSv nie powodują wykrywalnych skutków zdrowotnych.

Obecnie rząd japoński zgadza się z tymi opiniami międzynarodowymi, ale nie znajdują one odbicia w obowiązujących przepisach. Rejony ewakuowane są nadal dotknięte „przekleństwem 1 milisiwerta”. Jest jeden z głównych powodów czemu osoby ewakuowane wahają się przed powrotem do swych domów.

⁴⁰ It's time to rethink radiation standards set by DPJ administration after quake, The Yomiuri Shimbun, Feb. 9, 2017

⁴¹ Rozporządzenie Rady (Euratom) 2016/52 z dnia 15 stycznia 2016 r. określające maksymalne dozwolone poziomy skażenia promieniotwórczego żywności i pasz po awarii jądrowej lub w innym przypadku zdarzenia radiacyjnego, <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/HTML/?uri=CELEX:32016R0052&from=PL>

Japońska Rada Ochrony przed Promieniowaniem powinna rozważyć poglądy komitetów międzynarodowych i rząd powinien opracować jasne przepisy oparte na normach naukowych. Ważnym zadaniem będzie wyjaśnienie tych norm ofiarom kataklizmu, by zyskać ich zrozumienie i zaufanie.

Od chwili katastrofy wkrótce minie sześć lat. Już czas by przemyśleć politykę przyjętą w chwili, gdy cały naród był pogrążony w cierpieniu po podwójnej katastrofie trzęsienia ziemi i tsunami, wzywa dziennik The Yomiuri Shimbun.