

Czy zaszkodzi nam promieniowanie przy normalnej pracy elektrowni jądrowej?

Autor: Doc. dr inż. Andrzej Strupczewski - Rzecznik energetyki jądrowej, Instytut Energii Atomowej – POLATOM

(„Energetyka Ciepła i Zawodowa” – nr 6/2009)

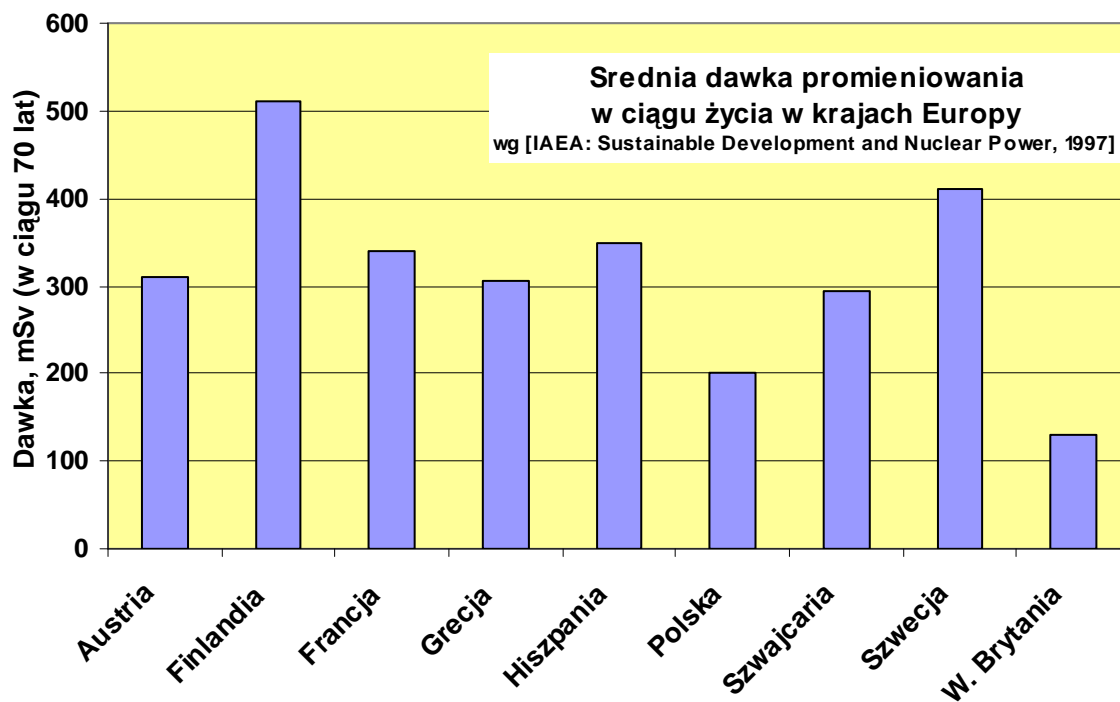
Zasadniczą sprawą dla akceptacji elektrowni jądrowych jest pytanie, czy szkodliwe są małe dawki promieniowania, takie jakie otrzymujemy na codzień w normalnym życiu od tła naturalnego i mniejsze, powodowane przez elektrownie jądrowe. Zgodnie z zasadą przezorności, energetyka jądrowa dąży do redukcji wszelkich powodowanych przez nią dawek, stosując zasadę, że dawki powinny być „najniższe jak tylko rozsądnie możliwe” (ALARA – „As low as reasonably achievable”). Jakie są efekty takiego postępowania?

Wielkość dawek od tła naturalnego i medycyny

Promieniowanie jest normalnym elementem codziennego życia. W skali całego globu, radon wydzielany z ziemi w postaci gazowej powoduje około 50% średniej indywidualnej dawki rocznej, a dalsze 40% pochodzi od promieniowania kosmicznego i materiałów radioaktywnych znajdujących się w glebie i przenikających do naszego ciała. I to bynajmniej nie na skutek żadnych awarii jądrowych – promieniowanie było z nami od zarania dziejów, a gdy powstawało życie na Ziemi natężenie promieniowania było znacznie większe niż obecnie. Może dlatego promieniowanie jest niezbędne do życia - wiele doświadczeń potwierdziło, że w przypadku całkowitego odcięcia promieniowania rośliny i zwierzęta doświadczalnie przestają się rozwijać i rozmnażać. Średnie tło promieniowania naturalnego na Ziemi wynosi 2,4 mSv/rok¹, a dawka powodowana przez człowieka (głównie przez medycynę) 0,4 mSv/rok. Energetyka jądrowa zwiększa dawkę średnią o minimalną wielkość – około 0.006%.

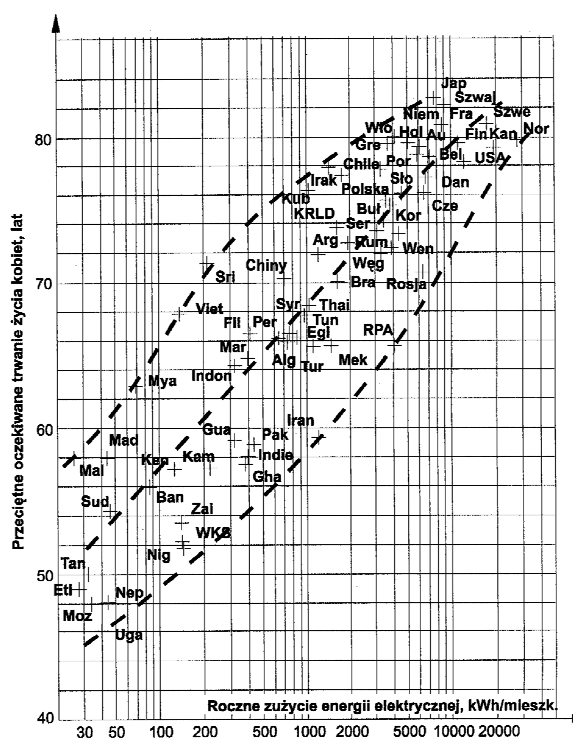
Wahania tła naturalnego są bardzo duże. W skali krajów widać to na rys. 1 - tło promieniowania w Szwecji jest dwukrotnie większe niż w Polsce, a w Finlandii ponad 2,5 razy większe. Duże wahania występują również w obrębie tego samego kraju, np między miastami w Polsce.

¹ Siwert (Sv) to jednostka stosowana w ochronie przed promieniowaniem, oznaczająca dawkę pochłoniętą w ciele człowieka z uwzględnieniem jej skuteczności biologicznej. W energetyce jądrowej jesteśmy zainteresowani dawkami tysiąc razy mniejszymi, oznaczanymi skrótem mSv.



Rys. 1 Średnie dawki otrzymywane przez 70 lat w różnych krajach Europy²

W pewnych rejonach Brazylii, Indii, czy Iranu moce dawki są znacznie większe i dochodzą do 35 mSv/rok (Kerala, Indie lub Guarapari, Brazylia), a nawet do 260 mSv/rok (Ramsar, Iran). Zdrowie i długość życia nie zależą jednak wcale od mocy promieniowania.



Rys. 2 Średnia oczekiwana długość życia kobiet w różnych krajach w zależności od zużycia energii elektrycznej³.

Ilustruje to Rys. 2, pokazujący średnią oczekiwaną długość życia kobiet w różnych krajach świata w zależności od zużycia energii elektrycznej. W Finlandii, gdzie zużycie energii elektrycznej jest wysokie, ludzie żyją znacznie dłużej niż w Polsce, pomimo że w Finlandii tło promieniowania jest tam jednym z najwyższych na świecie. Jak widać nie od promieniowania zależy zdrowie człowieka.

Od wielu lat naukowcy prowadzą badania starając się wykryć ujemny wpływ zwiększonych dawek promieniowania tła naturalnego na zdrowie człowieka. Bez skutku. Nawet w rejonach o najwyższych dawkach częstość zachorowań na raka nie jest większa niż przeciętna, a przeciwnie – co wydaje się na pierwszy rzut oka zaskakujące – jest ona często nieco niższa od przeciętnej. Dla zrozumienia tych obserwacji należy uwzględnić rolę biologicznych

² IAEA : Sustainable development and Nuclear Power, 1997, Vienna

³ Strupczewski A. "Analiza korzyści i zagrożeń związanych z różnymi źródłami energii elektrycznej" Polskie Towarzystwo Nukleonicy, Report PTN –3/1999, Warszawa (1999),

mechanizmów obronnych, które są stymulowane przez promieniowanie. Życie rozwinęło się na Ziemi, gdy natężenie promieniowania ze źródeł geologicznych (uran, tor, potas) i źródeł wewnętrznych w organizmach żywych (potas) było znacznie wyższe niż obecnie. Możliwe jest więc, że nasze mechanizmy obronne zwalczające wszelkie choroby nowotworowe są przystosowane do najskuteczniejszego działania wtedy, gdy pole promieniowania jest wyższe niż występuje obecnie. W wielu doświadczeniach wykazano, że napromieniowanie organizmów małymi dawkami zwiększa ich odporność na raka⁴, a Komitet Naukowy ONZ do badania skutków promieniowania (UNSCEAR) wydał specjalny raport z zaleceniem badania pozytywnej roli promieniowania⁵. Przykładów na to są setki – kilka z nich przedstawimy poniżej.

Wpływ małych dawek promieniowania na duże grupy ludności – badania w USA

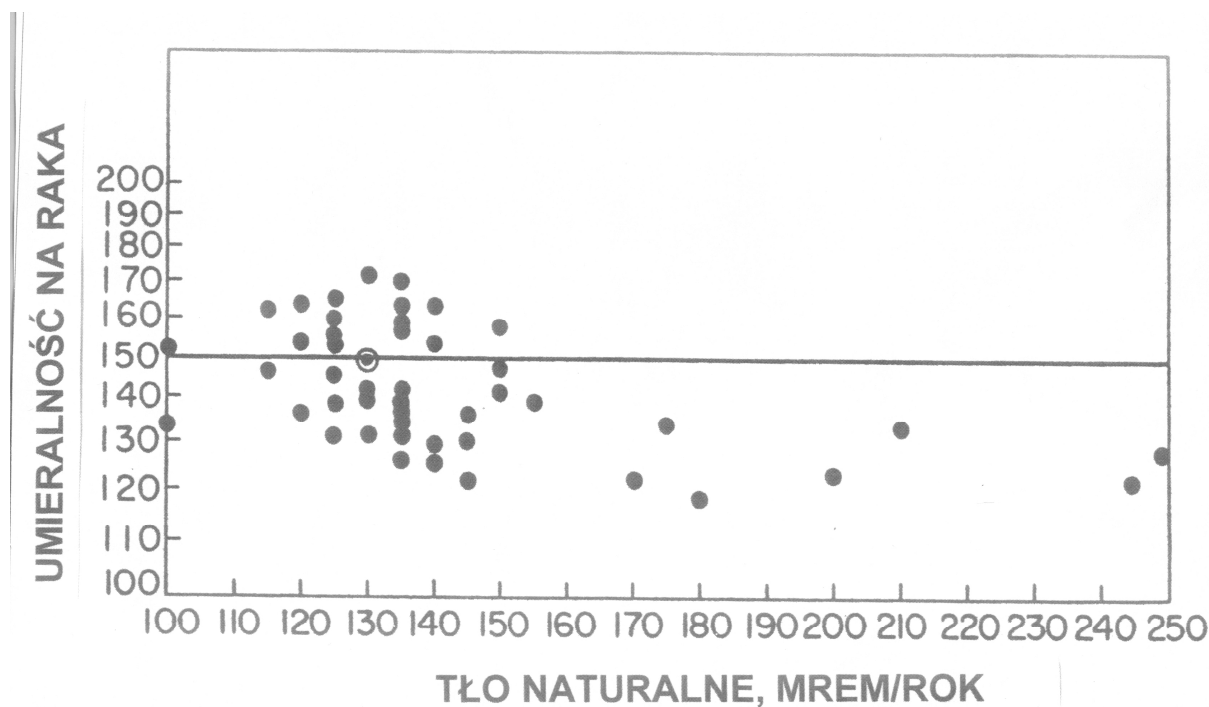
W USA badania korelacji między tłem promieniowania a umieralnością na raka prowadzono wielokrotnie. Największe zainteresowanie budziły one na początku, gdy przeciwnicy energii jądrowej oczekiwali, że zachorowania na raka będą najczęstsze w rejonach o najwyższym tle promieniowania. Spodziewano się tysięcy „dodatkových” zgonów spowodowanych przez zwiększone promieniowanie. Ale rzeczywistość zdecydowanie zaprzeczyła tym oczekiwaniom. Okazało się, że we wszystkich stanach o podwyższonym tle promieniowania umieralność na raka jest mniejsza od przeciętnej. Wyniki te otrzymywali badacze zupełnie nie związani z energetyką jądrową, ludzie o nieposzlakowanej uczciwości, tacy jak Frigerio i Stowe (kwakrzy), którzy badali umieralność na nowotwory złośliwe w 50 stanach USA w funkcji tła promieniowania⁶. Przed przeprowadzeniem badań oczekiwano, że umieralność na raka będzie rosła o około 350 zgonów na 100 000 mieszkańców na każdy 1 mSv/rok⁷. Wyniki nie wykazały takich tendencji, wręcz przeciwnie. Autorzy studium opisują *„jak zaczęliśmy od założenia, że promieniowanie tła powoduje raka i jak fakty zmusiły nas to stwierdzenia, że tak nie jest”*. Jak widać na rys. 3, z pośród 14 stanów o tle promieniowania powyżej średniego, w **12 stanach umieralność na raka była bardzo wyraźnie PONIŻEJ** średniej dla USA, w jednym nieco niższa, i tylko w jednym nieco wyższa.

⁴ JAWOROWSKI Z. Radiation risk and ethics, Physics Today (1999) 52(9) 24-29

⁵ UNSCEAR Report to the General Assembly, Annex B: Adaptive Response, United Nations, New York, 1994

⁶ FRIGERIO, N.A., STOWE, R.S., “Carcinogenic and genetic hazards from background radiation”, in: Proc. of a Symp. on Biological Effects of Low-Level Radiation Pertinent to Protection of Man and His Environment, (Chicago 3-7 Nov. 1975), IAEA, Vienna (1976).

⁷ Według pesymistycznej hipotezy LNT, że każda dawka jest szkodliwa, przy użyciu współczynnika przyjętego przez ICRP, otrzymujemy $1,0 \cdot 10^{-3} \text{ Sv/rok} \times 70 \text{ lat} \times 0,05 \text{ zgonu/osobo-Sv} \times 100 \text{ 000 osóbow} = 350 \text{ dodatkowych zgonów}$.



Rys. 3 Umieralność na raka w funkcji mocy promieniowania naturalnego w różnych stanach USA. Linia pozioma i puste kółko oznaczają średnią umieralność i średnie tło promieniowania w USA⁸.

W 1981 badania epidemiologiczne w 39 rejonach metropolitalnych i 4 standardowych rejonach gospodarczych USA wykazały, że umieralność na **raka płuc i dróg oddechowych jest niższa w rejonach o wyższym poziomie promieniowania**⁹. Podobne wyniki otrzymano w badaniach wpływu stężenia radonu w domach na umieralność na raka płuc¹⁰, wpływu tła promieniowania na umieralność na raka w trzech stanach USA o najwyższym i najniższym tle promieniowania¹¹, częstości zachorowania na raka płuc w stanach USA o najwyższym tle promieniowania (Connecticut, Massachusetts, Nevada, Dakota Południowa, Utah, Wyoming) i w stanach o najniższym tle promieniowania (Indiana, Oregon, Waszyngton)¹² i innych.

Wyniki badań w USA wykazały, że wśród populacji narażonych na zwiększone tło promieniowania nie występują żadne obserwowalne ujemne skutki zdrowotne. Przeciwnie, w rejonach o wysokim promieniowaniu występuje mała umieralność na raka.

Efekty zdrowotne w populacji narażonej na wysokie tło promieniowania w Chinach

⁸ FRIGERIO, N.A., STOWE, R.S., "Carcinogenic and genetic hazards from background radiation", in: Proc. of a Symp. on Biological Effects of Low-Level Radiation Pertinent to Protection of Man and His Environment, (Chicago 3-7 Nov. 1975), IAEA, Vienna (1976).

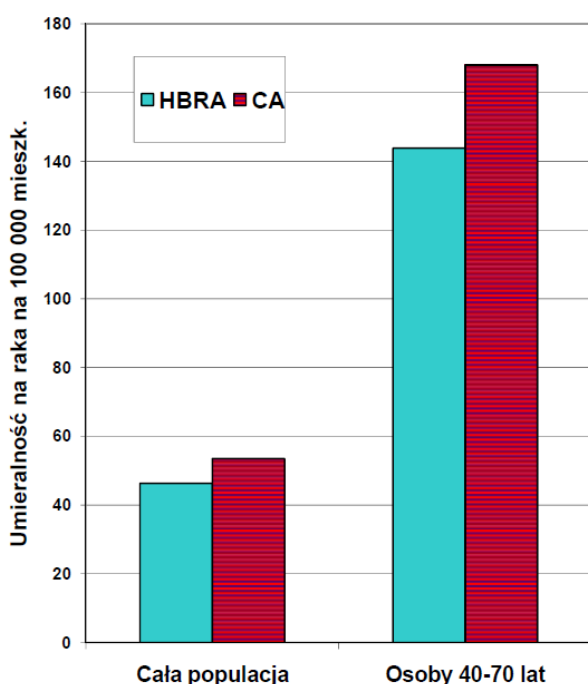
⁹ HICKEY, R.J. et al. Low level ionizing radiation and human mortality: multi-regional epidemiological studies, Health Physics, Vol. 40, (May 1981) 625-641

¹⁰ COHEN B.: Response to 'The potential for bias in Cohen's ecological analysis of lung cancer and residential radon' J. Radiol. Prot. 22 (2002) 305-307

¹¹ JAGGER J. Natural Background Radiation and Cancer Death in Rocky Mountain States and Gulf Coast States, Health Physics, October 1998, Vol. 75, No 4, 428-430

¹² SANDQUIST G.M. et al., Assessing Latent Health Effects from U.S. Background Radiation, Proc. of ANS Meeting, Nov. 1997

Badania obszaru o wysokim tle promieniowania (*high radiation background area –HBRA*) w rejonie Yangjiang w Chinach trwają od 1972 roku. Obejmują one dwa sąsiadujące obszary, łącznie 500 km², gdzie zwiększone tło promieniowania powodowane jest przez piaski monazytowe o dużej zawartości toru. W sąsiedztwie znajduje się rejon o niskim tle promieniowania, który wybrano jako rejon kontrolny. W rejonie kontrolnym (*control area- CA*) średnia dawka roczna promieniowania gamma ze źródeł zewnętrznych wynosi 2 mSv, a dawki w rejonie HBRA od 4,8 do 6,2 mSv. Oba tereny są zamieszkałe przez wieśniaków (93% i 94%), a struktura ludności jest podobna. Wszystkie parametry środowiskowe są podobne (np. procent palaczy w HBRA 37,9%, w CA 37,6%). Po uwzględnieniu dawek pokarmowych otrzymano średnie dawki roczne w terenie HBRA równe 6,4 mSv, a w terenie kontrolnym 2,4 mSv. Badania objęły 100 000 mieszkańców z rejonu HBRA i podobną liczbę mieszkańców rejonu kontrolnego CA¹³. Wyniki ich pokazano na rys. 4.



Rys. 4 Umieralność powodowana przez choroby nowotworowe w rejonie Yangjiang o wysokim promieniowaniu (HBRA) i w o niskim (CA).

W rejonie o wyższym promieniowaniu nie zaobserwowano żadnego wzrostu zachorowań. Dalsze badania potwierdziły poprzednie wyniki umacniając wniosek, że umieralność na raka jest w HBRA niższa niż w obszarze kontrolnym. Uczni chińscy i japońscy prowadzący badania stwierdzają, że „*badania w Chinach systematycznie dają wyniki sugerujące dobroczynne działanie promieniowania jonizującego na organizm człowieka*”¹⁴

Podobne są wyniki badań w innych krajach, np w rejonie Kerala w Indiach¹⁵, w Misasa w Japonii¹⁶, w

Guarapari w Brazylii, w Ramsarze w Iranie itd. .

Wpływ narażenia na promieniowanie powodowane przez człowieka

Wyniki badań 95 000 pracowników przemysłu nuklearnego USA, Kanady i W. Brytanii opracowane przez Międzynarodową Agencję Badań Raka (IARC) wskazują, że w zakresie

¹³ WEI, L., “Health effects on populations exposed to low level radiation in China in: Radiation and Public Perception, Benefits and Risks”, in: Advances in Chemistry Series 243, American Chemical Society, Washington DC (1995)

¹⁴ SUN Q, et al.: Excess Relative Risk of Solid Cancer Mortality after Prolonged Exposure to Naturally Occurring High-Background Radiation in Yangjiang, China, Radiation Res. (Tokyo) 41, (2000) Suppl 433-52

¹⁵ NAIR MK, et al., Population study in the high natural background radiation area of Kerala, India. Radiat Res. 152, 145-148S, 1999

¹⁶ MIFUNE M, et al. Cancer mortality survey in a Spa area (Misasa, Japan) with a high radon background. Jpn. J. Cancer Res. (1992) ; 83: 1-5.

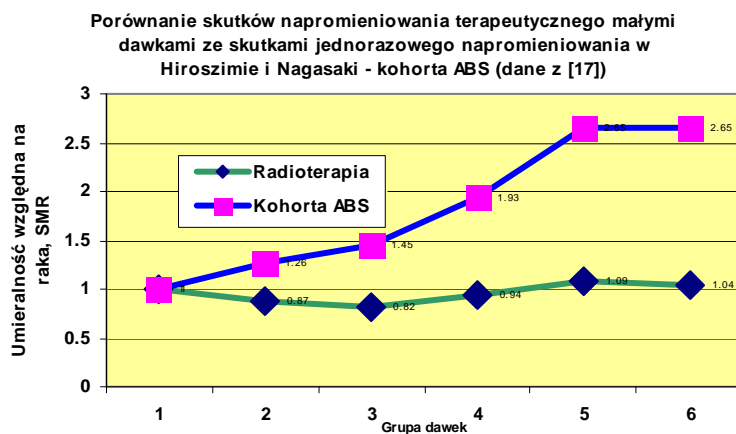
małych dawek promieniowania zachorowalność na raka nie rośnie, lecz maleje ze wzrostem otrzymanej dawki w proporcji - 7%/Sv¹⁷.

W innym studium zbadano wpływ promieniowania na dużą grupę 28 000 pracowników stoczni Shippingport, w której remontowano okręty o napędzie jądrowym. Stwierdzono, że umieralność na raka wśród osób napromieniowanych niskimi dawkami (powyżej 5 mSv) była o 24% mniejsza niż w grupie kontrolnej złożonej z pracowników tej samej stoczni, którzy nie byli napromieniowani¹⁸.

Skutki napromieniowania małymi dawkami w celach medycznych

Napromieniowanie pacjentów małymi dawkami typowe dla diagnostyki medycznej nie powoduje wzrostu zachorowań na nowotwory. Np. analiza danych 34 000 osób w Szwecji, którym podawano J-131 wykazała, że przy średniej dawce łącznej 1100 mSv zachorowalność na raka tarczycy wśród dorosłych nie zmieniła się¹⁹.

W badaniach kohorty 64 172 pacjentów kanadyjskich leczonych przez wielokrotne napromieniowania małymi dawkami, które łącznie sięgały od kilkunastu mSv do kilku Sv ale były otrzymywane przy średniej mocy dawki 0,6 mSv/s okazało się, że wg stwierdzenia autora studium „nie ma żadnego związku między ryzykiem zgonu na raka a dawką”²⁰. Porównanie z umieralnością na raka Japończyków z tzw. kohorty ABS (Atomic Bomb Survival), którzy przeżyli atak



na Hiroszynie i Nagasaki, a więc otrzymali dawki jednorazowo przy wysokiej mocy dawki wykazało, że ryzyko przy małych mocach dawki ma zdecydowanie inny charakter.

Rys. 5 Umieralność na raka dla grup, które otrzymały łączne dawki promieniowania zawarte w przedziale: Grupa 1 – 0,01 -

0,49 Sv, grupa 2 – 0,50-0,99 Sv, grupa 3 – 1,0 - 1,99 Sv, grupa 4 - 2,00- 2,99 Sv i grupa 5 - powyżej 3 Sv.

W przypadku kohorty ABS ryzyko wyraźnie rośnie z dawką. Natomiast w przypadku kohorty poddanej radioterapii o małych mocach dawki, mimo że łączna dawka otrzymana przez

¹⁷ CARDIS E. et al., “Combined analysis of cancer mortality among nuclear industry workers in Canada, UK and the USA”, IARC Techn. Report No. 25, Lyon, (1995)

¹⁸ MATANOSKI, G.M., “Health effects of low-level radiation in shipyard workers- final report”, DOE DE-AC02-79 EV 10095, US Dept. of Energy, (1991)

¹⁹ HALL, P., et al., Thyroid cancer after diagnostic administration of Iodine 131, Radiation Research, Vol. 145 (1996) 86-92

²⁰ HOWE G.R., 'Lung cancer mortality between 1950 and 1987 after exposure to fractionated moderate dose rate ionizing radiation in the Canadian fluoroscopy cohort study and a comparison with lung cancer mortality in the atomic bomb survivors study', Radiation Research, vol. 142, p295—304, 1995

pacjenta była taka jak w kohorcie ABS, przy małych dawkach widać obniżenie umieralności na raka. Dopiero przy wysokich dawkach całkowitych ryzyko wzrasta powyżej średniej dla osób nienapromieniowanych, ale i tak jest bliskie jedności, dużo niższe niż dla kohorty ABS. Podobne wyniki uzyskano w szeregu innych studiów.

Napromieniowanie rodziców małymi dawkami nie ma wpływu na potomstwo

Dzieci z Hiroszimy i Nagasaki, które przeżyły wybuch bomb atomowych jako płody i otrzymały dawki powyżej 0,01 Sv (średnia dawka 0,309 Sv), **nie wykazały wzrostu zachorowań na raka, a żadne z nich nie umarło na białaczkę**. Tym bardziej nie ma zagrożenia dla dzieci w sąsiedztwie elektrowni jądrowych. Po zbadaniu 36 000 dzieci w ciągu 30 lat i analizie danych 120 000 pracowników narażonych na promieniowanie Urząd Ochrony Radiologicznej Wielkiej Brytanii (NRPB) oznajmił w listopadzie 1999 roku że: „*Wyniki nowego wielkiego studium epidemiologicznego nie zgadzają się z tezą, że narażenie rodziców na promieniowanie przed poczęciem dziecka jest przyczyną białaczki (leukaemia) i chłoniaka (non-Hodgkin lymphoma) (LNHL) u dzieci*”²¹. Raporty brytyjskiego komitetu ds. Aspektów medycznych promieniowania w środowisku COMARE, zarówno z 1994 r.²² jak i najnowszy raport²³, w którym użyto najbardziej czułych metod statystycznych i matematycznych potwierdziły, że „*nic nie wskazuje na zwiększenie zachorowalności na jakiejkolwiek dziecięce choroby nowotworowe w promieniu 25 km od elektrowni jądrowych*”

Nie ma też zagrożenia wskutek przerobu paliwa jądrowego. Badania przeprowadzone wśród 17 000 osób mieszkających w jednej z miejscowości graniczących z terenem zakładów przerobu materiałów jądrowych w Pensylwanii potwierdziły, że „*nie można wiązać żadnego ryzyka wzrostu zachorowań na raka z zamieszkiwaniem w pobliżu tych dwóch zakładów*”²⁴, a obszerne studia prowadzone na zlecenie francuskiego ministerstwa zdrowia i ochrony środowiska wykazały, że zakłady przerobu paliwa wypalonego w La Hague też nie powodują zagrożenia²⁵.

Stale zmniejszanie emisji promieniowania z elektrowni jądrowych.

Dla Polaków najważniejsze jednak jest to, czy bezpieczne jest sąsiedztwo elektrowni jądrowych.

Według zasad przyjętych przez Komisję Energii Atomowej USA w połowie XX wieku, a więc na samym początku rozwoju energetyki jądrowej, żadna osoba nie może być narażona na znaczące dodatkowe zagrożenie wskutek pracy elektrowni jądrowej, a społeczne ryzyko

²¹ NRPB, NATIONAL RADIOLOGICAL PROTECTION BOARD, “Cancer in the offspring of radiation workers: a record linkage study”, NRPB-R298, Nov. 1997

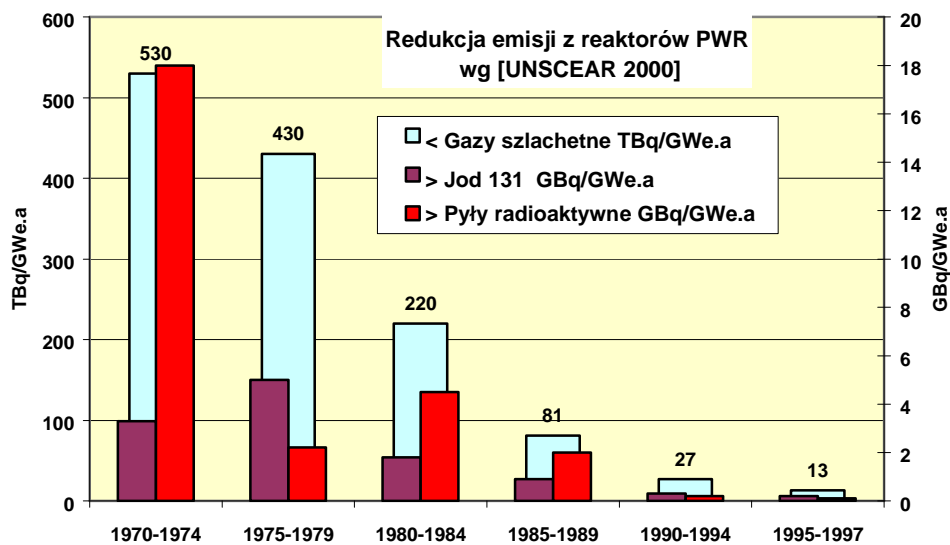
²² COMARE, Committee on Medical Aspects of Radiation in the Environment, “Fourth Report, The incidence of cancer and leukaemia in young people in the vicinity of Sellafield site” (1994)

²³ COMARE, Committee on Medical Aspects of Radiation in the Environment, “Tenth Report, The incidence of childhood cancer around nuclear installations in Great Britain (2005) www.comare.org.uk

²⁴ Boice D.J. et al.: Cancer Incidence in Municipalities near Two Former Nuclear Materials Processing Facilities in Pennsylvania, Health Physics, Vol. 85, No c6, pp. 691-699, 2003

²⁵ GROUPE RADIOECOLOGIE NORD CONTENTIN “Estimation des niveaux d’exposition aux rayonnements ionisants et des risques de leucemies associes de populations du Nord-Contentin, Synthese”, (July 1999)

wynikające z pracy EJ powinno być porównywalne z ryzykiem powodowanym przez inne formy wytwarzania energii i nie może powodować znaczącego zwiększenia całkowitego zagrożenia społecznego. Dla osiągnięcia tego celu ustalono, że dawki wokoło EJ należy ograniczyć tak, by powodowane przez nie średnie ryzyko zachorowania na raka wśród populacji mieszkającej w promieniu 16 km nie przekraczało 0.1% sumy zachorowań na raka wynikających ze wszystkich innych przyczyn²⁶. W owym czasie średnia umieralność na raka wynosiła w USA około 0,002 na rok, tak że określona liczbowo wartość zagrożenia dopuszczalnego ze strony elektrowni jądrowych dla krytycznej grupy ludności²⁷ wynosiła średnio $2 \cdot 10^{-6}$ na osobę na rok. Od tej pory wydzielenia produktów rozszczepienia z reaktorów jądrowych do otoczenia elektrowni stale malały. Na rys. 6 pokazano spadek wydzielenia jodu, gazów szlachetnych i pyłów radioaktywnych do atmosfery z elektrowni jądrowych z reaktorami PWR.



Rys. 6 Redukcja emisji z reaktorów PWR; dane liczbowe z UNSCEAR²⁸

Jak widać, wysiłki energetyki jądrowej dają wyniki. Najbardziej reprezentatywne dla rozwoju energetyki jądrowej w Europie są elektrownie francuskie. Ich łączna moc wynosi 62,8 GWe, a więc jest około dwukrotnie większa od całej mocy wszystkich elektrowni w Polsce. Średnie uwolnienia jodu i aerozoli z elektrowni francuskich wynosiły w 2000 r. około 0,4% dopuszczalnych uwolnień w skali rocznej²⁹. Wydzielenia ciekłych odpadów radioaktywnych wynosiły około 0.5% wielkości dopuszczalnych. Im nowsze reaktory, tym wydzielenia są mniejsze. W innych krajach emisje są również systematycznie redukowane.

Dawki wokoło elektrowni jądrowych – dopuszczalne i rzeczywiste.

Wielkość rekomendowanej dawki dopuszczalnej dla ludności powodowanej przez instalacje

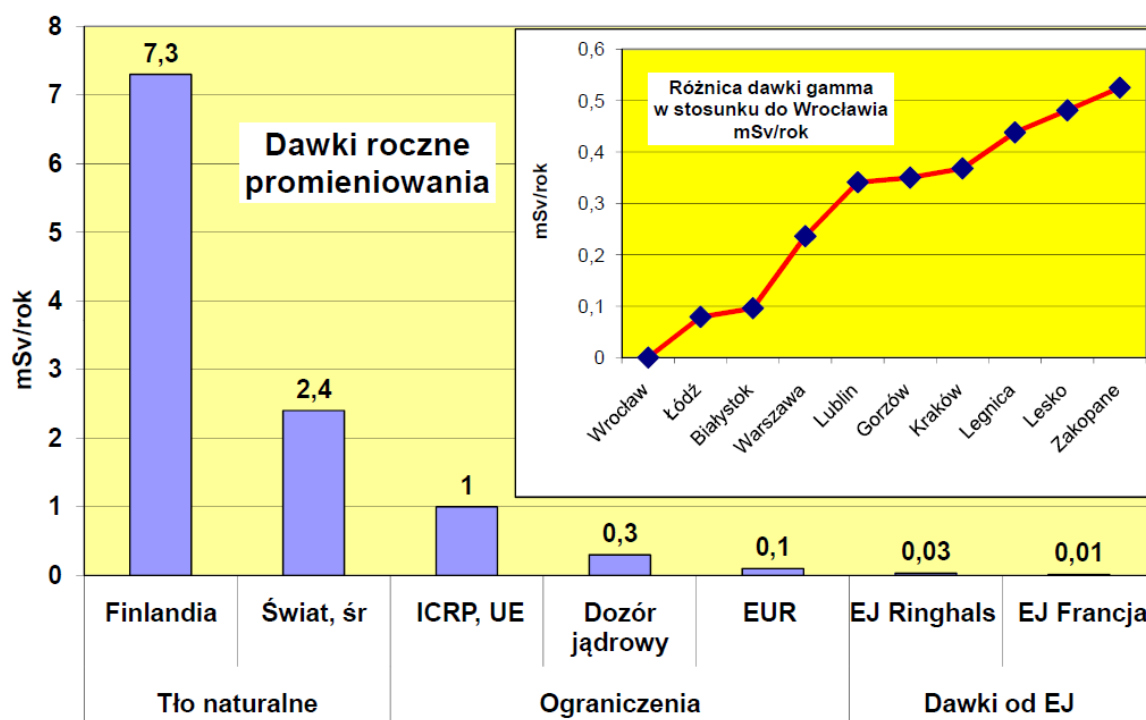
²⁶ US NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, US NRC Policy Statement on Nuclear Power Plant Safety Goals, Atomic Energy Clearing House, 32(26); (23 June 1986).

²⁷ Krytyczna grupa ludności – grupa najbardziej zagrożona, np. w przypadku ludności wokoło EJ jest to zwykle grupa niemowląt, lub dzieci w wieku 2-7 lat, zamieszkających w rejonie wokoło EJ.

²⁸ UNSCEAR Report 2000: Sources and Effects of Ionizing Radiation.

²⁹ FRANCE 3rd French National Report on Implementation of the obligations of the Convention on Nuclear Safety issued for the 2005 Peer Review Meeting, July 2004

jądrowe określiła Międzynarodowa Komisja Ochrony Przed Promieniowaniem (ICRP) jako 1 mSv/rok. Wielkość tę przyjęto jako obowiązującą w krajach Unii Europejskiej. Jak widać z rys. 7, jest ona znacznie mniejsza od różnic dawek promieniowania między różnymi krajami w Europie, np między Finlandią a Polską. Ponadto, granice uwolnień ustalane są przez dozór jądrowy są mmniejsze od dawek określonych przez ICRP, a elektrownie starają się utrzymać emisje na poziomie jak najmniejszym zgodnie z zasadą ALARA. W efekcie rzeczywiste dawki wokoło EJ są znacznie mniejsze od dozwolonych.



Rys. 7 Porównanie dawek promieniowania od EJ z tłem naturalnym i dawkami dozwolonymi.

Gdyby mieszkaniec Wrocławia przeprowadził się do Krakowa, to jego dawka roczna od naturalnego promieniowania gamma wzrosłaby o 0,36 mSv. Gdyby zaś koło jego mieszkania we Wrocławiu wybudowano nowoczesną elektrownię jądrową z typowym francuskim reaktorem PWR, to dodatkowa dawka promieniowania wyniosłaby (na płocie tej elektrowni!) tylko 0,01 mSv/rok, a więc ponad 30 razy MNIEJ!

Nic dziwnego, że elektrownie jądrowe są dobrymi sąsiadami i nie powodują zagrożenia radiologicznego. Przy tak małych dawkach niemożliwe jest, by powodowały one jakiegokolwiek zagrożenie dla zdrowia. Potwierdziły to prowadzone 'na wielką skalę badania we Francji, w Wielkiej Brytanii i w USA³⁰ Czyste niebo nad elektrowniami jądrowymi pozostaje osiągnięciem, do którego mogą tylko dążyć inne gałęzie przemysłu.

³⁰ JABLON, S., et al., "Cancer in populations living near nuclear facilities", National Cancer Institute, NIH Publication No 90-874, US Dept. of Health and Human Services, (July 1990)