

Energetyka jądrowa a społeczeństwo:

Korzyści, zagrożenia, przesady

inż. Emilia Wilińska

Spis treści

1. Wstęp	3
2. Korzyści płynące z rozwoju energetyki jądrowej	4
2.1. Czysta dla środowiska	4
2.2. Niskie koszty energii	6
2.3. Bezpieczeństwo i bezawaryjność technologii jądrowych	7
2.4. Bezpieczeństwo energetyczne	11
2.5. Pokrycie zwiększonego zapotrzebowania na energię, wypełnienie pakietu klimatycznego ..	12
2.6. Wykorzystanie ciepła z elektrowni do grzania mieszkań	12
2.7. Inwestycje regionalne	13
3. Zagrożenia	14
3.1. Ciepłe zanieczyszczenie środowiska	14
3.2. Odpady promieniotwórcze	14
3.3. Ryzyko wystąpienia awarii	15
3.3.1. Nieodpowiedzialni lub źle wyszkoleni pracownicy	15
3.3.2. Błąd konstrukcyjny	15
3.3.3. Nieprzewidziana klęska żywiołowa	15
3.4. Długi czas budowy – możliwość odwołania inwestycji	16
3.5. Lobbing, korupcja	16
3.6. Konflikty społeczne	17
4. Opinie – ankiety	17
5. Przesady	27
6. Chaos medialny i brak informacji	30
7. Czy warto stawiać na energetykę jądrową?	31
8. Akceptacja społeczna – nie za wszelką cenę	32
9. Bibliografia	34
10. Załącznik A . Wzór ankiety	38

1. Wstęp

Słowa radioaktywność, promieniowanie, jądrowy, radioizotopy i inne im podobne budzą dziś u wielu ludzi strach a w najlepszym razie niepokój. Osobie nawet pobieżnie zorientowanej w kwestii promieniotwórczości trudno jest zrozumieć motywy tego wszechobecnego i irracjonalnego strachu. Ludzie boją się różnych rzeczy. Najwięcej mitów narasta zawsze wobec nieznanego. Dawniej przedmiotem lęku była na przykład kanalizacja, uważana za żydowskie narzędzie do „wytępienia ludności słowiańskiej nad Wisłą” [1] albo lokomotywy parowe, które miały rzekomo powodować spadek mleczności u krów [2]. Dziś strach wzbudza energetyka jądrowa, chociaż w reaktorach cywilnych wykorzystywana jest już od prawie 60 lat, więc czy naprawdę można uważać ją za nieznaną nowość?

Osoby żyjące w irracjonalnym lęku przed wykorzystaniem energii jądrowej nawet nie zadają sobie trudu żeby poznać „wroga”, dowiedzieć się pewnych rzeczy na temat zjawiska promieniotwórczości, przede wszystkim poznać fakty. Jeśli zdarzy im się usłyszeć argumenty specjalistów i ekspertów w danej dziedzinie, i tak im nie wierzą, sądząc że „wiedzą lepiej” [3]. Wolą przyjmować bezkrytycznie informacje podawane w mediach, które wykorzystując niewiedzę swoich odbiorców podają wiele niepokojących informacji, ale za to żadnych konkretów, nakręcając tylko atmosferę, co z pewnością przyczynia się do wzrostu oglądalności. Pewnej informacji na temat poziomu wiedzy przeciętnego człowieka o radioaktywności dostarczają wyniki badania przeprowadzonego przez fundację BBVA mającego na celu m.in. sprawdzenie podstawowej wiedzy dotyczącej nauki w różnych krajach na świecie [4]. Wynika z nich, że aż 66% Polaków uważa, iż cała radioaktywność na Ziemi jest wynikiem działania człowieka.

W niniejszej pracy omówione zostały konkretne korzyści, jakie niesie ze sobą energetyka jądrowa, od lokalnych społeczności, poprzez krajową gospodarkę, a kończąc na globalnym jej pozytywnym wpływie na środowisko. Przedstawiono także negatywne strony budowy elektrowni jądrowej, podnoszone przez przeciwników energetyki jądrowej. Dużą część pracy poświęcono mitom narosłym wokół energetyki jądrowej oraz przytoczono najczęstsze obawy i przesady, wraz z ich wyjaśnieniem i obaleniem. Istotnym elementem opracowania jest rozdział poświęcony opinii społeczeństwa, zbadanej bezpośrednio w ankietach.

2. Korzyści płynące z rozwoju energetyki jądrowej

2.1. Czysta dla środowiska

Podstawową korzyścią wynikającą z zamiany elektrowni węglowych na jądrowe w Polsce jest redukcja zanieczyszczenia środowiska. Niewiele osób zdaje sobie sprawę z tego, że zmniejszyłoby to nie tylko emisję „klasycznych” zanieczyszczeń do atmosfery, ale także ilość uwalnianych substancji promieniotwórczych. Spalanie węgla powoduje wytwarzanie pyłów, żużlu, związków CO_x, SO_x, NO_x oraz radionuklidów. Zawartość tych ostatnich w węglu jest stosunkowo mała, jednak ilość paliwa węglowego spalane rocznie w średniej mocy elektrowni węglowej jest tak duża, że paradoksalnie dawka promieniowania jonizującego otrzymywana przez ludność w okolicy elektrowni węglowej może przewyższać dawkę otrzymywaną w pobliżu elektrowni jądrowej [5]. Przy obecnym poziomie spalania ok. 640 000 mln t węgla rocznie, emisja związków uranu z pyłem i odpadami stałymi sięga 830 000 t (w tym prawie 6000 t U-235), zaś związków toru ponad 2 000 000 t [6].

Jako alternatywę dla siłowni jądrowych przedstawia się odnawialne źródła energii. Ich zaletą jest brak emisji szkodliwych gazów do atmosfery, jednak nie pozostają one bez wpływu na środowisko. W Tabeli 1 przedstawiono emisję zanieczyszczeń do atmosfery przy wykorzystaniu różnych źródeł energii w pełnym cyklu energetycznym (a więc nie tylko podczas pracy elektrowni ale także przy jej budowie i produkcji urządzeń) [5].

Tabela 1 Emisja zanieczyszczeń poszczególnych typów elektrowni

Elektrownia	CO ₂ (g/kWh)	CH ₄ (mg/kWh)	Pyły (mg/kWh)	NO _x (mg/kWh)	SO ₂ (mg/kWh)
Słoneczna wielokrystaliczna	319	883	118	408	494
Słoneczna amorficzna	198	659	105	198	467
Wiatrowa, 600 kWe, 5,5 m/s	38	169	19	55	71

Wiatrowa 1,5 MWe, 5,5 m/s	33	160	17	46	65
Wodna, 500 kWe	32	135	16	56	55
Wodna 3,1 MWe	-	123	12	45	42
Jądrowa	17	-	25	47	72
Biomasa, odpady leśne	-	-	49	350	87

Z danych przedstawionych w Tabeli 1 wynika, że elektrownie jądrowe należą do grupy siłowni emitujących do atmosfery najmniej zanieczyszczeń, razem z elektrowniami wiatrowymi i wodnymi. Należy również pamiętać, że elektrownie wykorzystujące źródła odnawialne nie są w stanie pracować w reżimie nadążnym. Chcąc zapewnić ciągłą dostawę energii muszą korzystać z mocy rezerwowej pozyskiwanej z elektrowni konwencjonalnych, emitujących znaczne ilości zanieczyszczeń [5].

W Tabeli 2 zestawiono wartości współczynnika emisji dwutlenku węgla dla poszczególnych źródeł energii [5].

Tabela 2 Emisja CO₂ poszczególnych źródeł energii

Źródło energii	Emisja CO₂ [t/GWh]
Węgiel brunatny	1062
Węgiel kamienny	834
Ropa	657
Gaz	398
Energia słoneczna	13
Energia wodna	5
Biomasa	15
Wiatr	7
Energia jądrowa w 2007	3

Energetyka jądrowa wyróżnia się najmniejszym współczynnikiem emisji CO₂, co wyraźnie pokazuje, że jej rozwój przyczynia się do ograniczenia efektu cieplarnianego [5]. Jest to także korzyść z punktu widzenia ekonomicznego, w związku z narzuconym przez Unię Europejską pakietem klimatyczno-energetycznym.

Dosyć częstym argumentem przeciwników energetyki jądrowej pod kątem zanieczyszczenia środowiska jest pozostawiana ilość odpadów promieniotwórczych. Należy jednak zauważyć, że toksyczność materiałów radioaktywnym maleje z czasem, w przeciwieństwie do odpadów przemysłowych takich jak kadm czy rtęć [5].

2.2. Niskie koszty energii

Energetyka jądrowa wyróżnia się na tle innych metod wytwarzania energii ceną, czyli patrząc z perspektywy przeciętnego mieszkańca Polski, jest szansą na obniżenie rachunków za prąd. Cena energii elektrycznej we Francji jest najniższa w całej Unii Europejskiej, ponieważ prawie w 80% pochodzi ona z elektrowni jądrowych [7].

W ciągu ostatnich lat kilka różnych krajów (m.in. Francja, Finlandia, USA) przeprowadziło niezależnie od siebie analizy porównawcze kosztów wytwarzania energii w różnych typach elektrowni. Przy wyznaczaniu całkowitego kosztu brano pod uwagę koszty inwestycji, eksploatacji i obsługi, cyklu paliwowego oraz likwidacji obiektu. Uwzględniano także wydatki związane z gospodarką odpadami promieniotwórczymi. Wszystkie przeprowadzone analizy jednoznacznie wykazały że energetyka jądrowa jest najtańszym źródłem energii elektrycznej. W Tabeli 3 przedstawiono zestawienie danych dla elektrowni fińskich [5].

Tabela 3 Porównanie kosztów wytwarzania energii w różnych typach elektrowni

	E. jądrowa	E. węglowa	E. gazowa	E. torfowa
Moc elektryczna (MWe)	1250	500	400	150
Sprawność netto (%)	35	41	55	38
Nakłady inwestycyjne (miliony €)	2186	407	229	145
Koszty inwestycyjne na jednostkę mocy (€/kWe)	1749	814	572	964
Cena paliwa (€/MWh)	1,00	4,20	10,93	5,89

Projektowy okres pracy (lata)	40	25	25	20
Całkowite koszty wytwarzania energii elektrycznej (€/MWh)	22,31	24,43	26,33	31,27

Z powyższych danych wynika, że energetykę jądrową cechują największe nakłady inwestycyjne, które nawet w przeliczeniu na 1 kWe mocy są trzykrotnie wyższe niż dla elektrowni gazowej. Wynika to nie tylko z dłuższego czasu budowy elektrowni jądrowej, ale także przede wszystkim z ogromnych nakładów finansowych przeznaczanych na systemy bezpieczeństwa. Warto jednak przy tym zwrócić uwagę na przewidywany okres eksploatacji elektrowni, który dla siłowni jądrowej jest zdecydowanie najdłuższy.

Jednym z ogromnych pozytywów są koszty paliwa. Energetyka jądrowa charakteryzuje się niemal 10-krotnie tańszym paliwem niż elektrownie gazowe. Obecnie uran jest także dużo tańszy niż ropa. Co więcej, energetyką jądrowa jest najmniej wrażliwa na wahania cen paliwa. Zmiana ceny uranu o 100% powoduje zmianę kosztów wytwarzania energii elektrycznej o 10% podczas gdy w przypadku gazu ziemnego taka sama podwyżka cen paliwa wiąże się ze wzrostem cen energii o 60% [5].

Oczywiście koszt budowy każdej elektrowni jądrowej będzie inny, w zależności od typu reaktora czy wartości generowanej mocy, ale także całego szeregu innych czynników jak wysokości płac w danym kraju. Jednak uwzględniając wszystkie brane pod uwagę koszty, energetyka jądrowa jawi się jako najtańsze źródło energii [5].

2.3. Bezpieczeństwo i bezawaryjność technologii jądrowych

Z energetyką (każdą) zawsze wiąże się ryzyko jednorazowych wypadków, które mogą być przyczyną dużych zniszczeń środowiska i uszczerbków na zdrowiu ludności. Właśnie obawa przed awarią jest jedną z przyczyn niechęci społeczeństwa względem budowy elektrowni jądrowej (więcej na ten temat w Rozdziale 4). Wystarczy jednak przeanalizować wypadki

mające miejsce w energetyce w ostatnich kilkudziesięciu latach by przekonać się, że ryzyko ich wystąpienia w energetyce jądrowej jest niewielkie w porównaniu z innymi typami elektrowni.

Energetyka jądrowa służy człowiekowi niespełna 60 lat. Przez ten czas, wszystkie reaktory przepracowały bezpiecznie łącznie 14500 „reaktorolat”. Doszło do kilku poważnych awarii, z których tylko trzy niosły ze sobą skutki śmiertelne [8]. Pierwsza z nich miała miejsce w 1961r. w Idaho Falls w Stanach Zjednoczonych. W wyniku błędu operatora śmierć poniosło 3 pracowników. Drugą i zarazem jedyną awarią ze skutkiem śmiertelnym z powodu uwolnienia materiałów promieniotwórczych w cywilnym zastosowaniu energetyki jądrowej był Czarnobyl. Analiza skutków i przebiegu awarii oraz konstrukcji reaktora nie pozostawia wątpliwości, że w tak zaprojektowanej elektrowni znajdującej się w realiach Związku Radzieckiego prędzej czy później musiało dojść do katastrofy. Reaktor charakteryzował się dodatnim współczynnikiem temperaturowym reaktywności (wzrost temperatury powodował ciągłe podwyższanie się mocy reaktora), moderator grafitowy w wyniku wzrostu temperatury musiał zacząć się palić, podnosząc ją jeszcze bardziej, a cała konstrukcja pozbawiona była obudowy bezpieczeństwa.

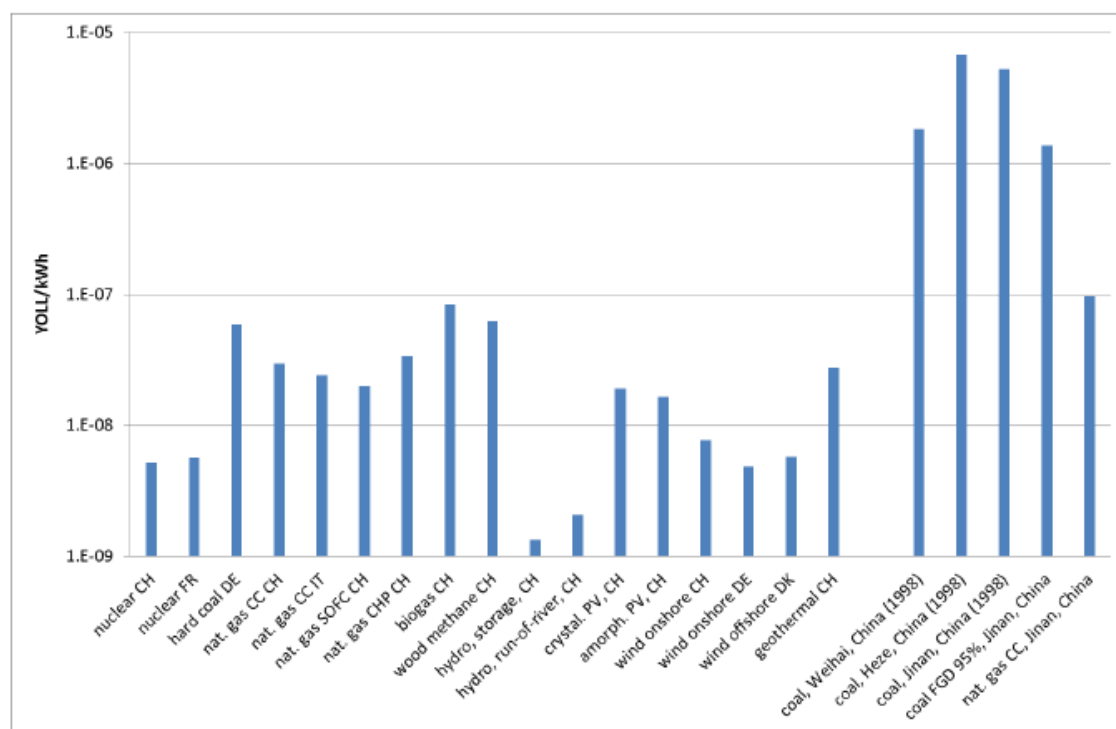
Awarie w elektrowni czarnobylskiej nie można traktować jako typowej dla energetyki jądrowej. Konstrukcja reaktora nie była wykorzystywana nigdzie poza Związkiem Radzieckim; w reaktorach PWR i BWR stosowanych powszechnie w Europie i USA współczynnik temperaturowy jest ujemny, moderatorem jest woda, która nigdy się nie zapali, ponadto ogromną część systemów elektrowni stanowią układy bezpieczeństwa, których w elektrowni czarnobylskiej zabrakło.

Tymczasem w latach 1969-92 w kopalniach węgla doszło do 133 poważnych awarii, w wyniku których zginęło 6418 osób. Uwzględnienie zgonów, do których dochodzi niemal codziennie w wyniku drobnych wypadków prowadziłyby do potrojenia tej liczby. W tym samym okresie czasu w energetyce opartej na ropie naftowej doszło do 395 poważnych awarii, w wyniku których śmierć poniosło ponad 10 000 osób [5]. Co więcej, przemysł naftowy jest głównym trucicielem mórz i oceanów.

Naukowcy ze Szwajcarii dokonali porównania poszczególnych typów elektrowni pod względem ich bezpieczeństwa. Dla każdego typu określono wielkość zagrożeń, takich jak

emisja CO₂ czy promieniowania jonizującego oraz wagi powodowanych przez to niebezpieczeństw. Na Rysunku 1 przedstawiono wykres zamieszczony w pracy [9] wraz oryginalnym opisem.

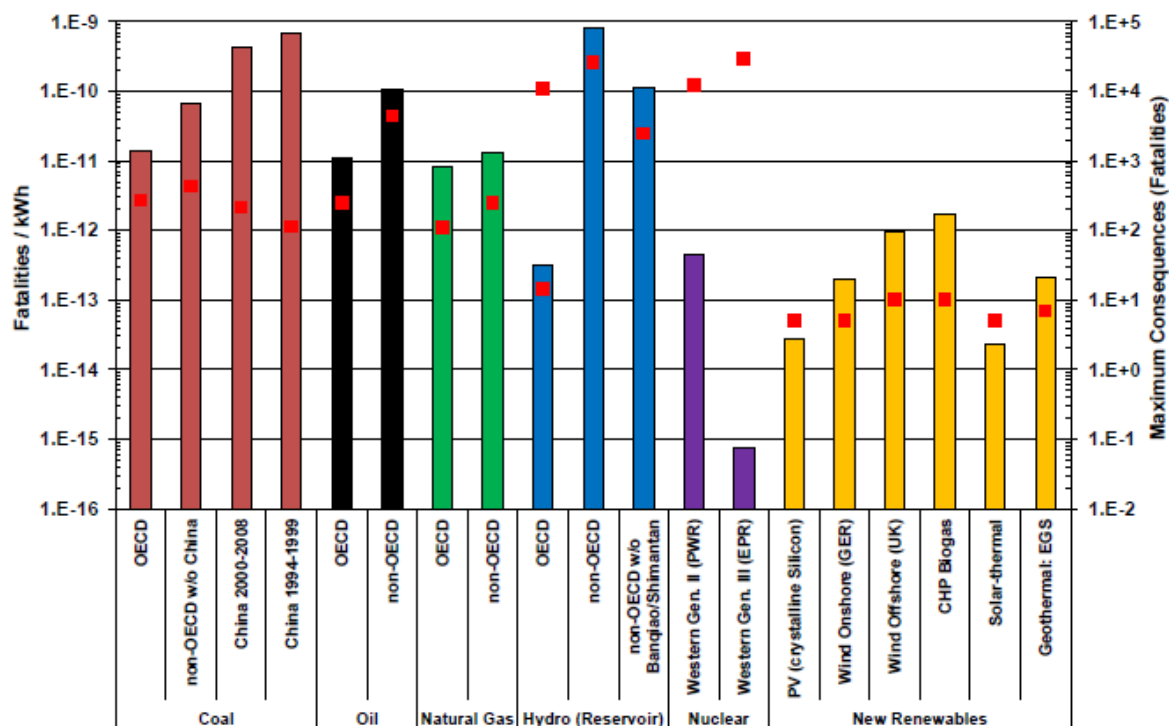
Figure 1 Mortality in terms of Years of Life Lost (YOLL) per kWh electricity produced for different systems and different locations. Sources: Data for China plants from China Energy Technology Program ([5] and [6]); Swiss/European plants based on system choice in the Axpo project [8], adjusted to year 2010. (CH=Switzerland, FR=France, IT=Italy, DE=Germany, DK=Denmark, CC=Combined Cycle, CHP=combined heat and power, SOFC=solid oxide fuel cell, PV=photovoltaic, FGD=flue gas desulfurization).



Rys. 1 Ilość lat straconych z powodu pracy elektrowni dla jej różnych typów

Uzyskane wyniki pokazują, że podczas normalnej eksploatacji, najbezpieczniejsze są źródła energii odnawialnej, natomiast wśród elektrowni mogących pracować w reżimie nadążnym zdecydowanie wyróżnia się energetyka jądrowa. Najszkodliwszym źródłem energii jest węgiel.

Bezpieczeństwo technologii energetycznych mierzy się także w jednostce ilości śmierci na kWh. Odnosi się ona do ryzyka awarii danego typu elektrowni i konsekwencji przez nią powodowanych. W cytowanej już pracy [9] autorzy zamieszczają wykres porównujący śmiertelność spowodowaną wypadkami w poszczególnych typach elektrowni (Rysunek 2).



Rys. 2 Śmiertelność na kWh w różnych typach elektrowni

Dane przedstawione w postaci słupków odnoszą się do osi po lewej stronie, w jednostkach ilości zgonów na kWh. Energetyka jądrowa z czasów reaktorów II generacji może być pod tym względem porównywana z energetyką ze źródeł odnawialnych. Warto zwrócić uwagę na ogromną różnicę pomiędzy reaktorami II i III generacji wynoszącą ponad 2 rzędy wielkości. Pamiętając, że skala wykresu jest logarytmiczna, nie ma wątpliwości, że współczesne reaktory jądrowe są pod względem bezpieczeństwa awarii bezkonkurencyjne. Czerwone punkty odnoszą się do jednostki na prawej osi, określającej maksymalne konsekwencje możliwej awarii, wyrażone w ilości zgonów. Widać wyraźnie, że jeśli dojdzie do najpoważniejszej możliwej awarii, technologie najmniej awaryjne takie jak hydroelektrownie i elektrownie jądrowe mogą spowodować najpoważniejsze skutki.

Wciąż jednak bardzo istotną informacją jest fakt, że energetyka jądrowa charakteryzuje się najniższym wskaźnikiem śmiertelnym. Tak wysoki poziom bezpieczeństwa elektrowni jądrowych wynika z faktu, że przy projektowaniu reaktorów dla energetyki na pierwszym miejscu zawsze były i wciąż są zagadnienia związane z bezpieczeństwem. Wymagania dotyczące niezawodności pracy elektrowni jądrowej są bardzo wysokie, na poziomie niespotykanym w innych dziedzinach przemysłu. Przykładowo, uszkodzenie rdzenia powinno

zdarzać się nie częściej niż raz na 100 tysięcy lat pracy reaktora. Przy przeliczeniu tej liczby na pracę 5000 reaktorów jednocześnie, uszkodzenie któregośkolwiek rdzenia nie może wystąpić częściej niż raz na 200 lat [10].

W obecnie budowanych elektrowniach jądrowych systemy bezpieczeństwa są projektowane w ten sposób, aby opierały się na wykorzystaniu naturalnych zjawisk i praw fizyki. Są to tzw. pasywne układy bezpieczeństwa. Wykorzystują one zjawiska takie jak siła grawitacji, naturalna konwekcja czy różnica ciśnień. Dzięki temu nawet w przypadku utraty źródła zasilania istnieje pewność, że system bezpieczeństwa zadziała (wszak grawitacja nigdy się nie zepsuje). Systemy bezpieczeństwa projektowane są w taki sposób, aby w przypadku utraty zasilania lub innej awarii przyjmowały tzw. położenie bezpieczne. Oznacza to, że wszystkie samorzutne procesy zachodzące w wyniku awarii prowadzić będą do wyłączenia reaktora. Warto przy okazji zauważyć, że wykorzystanie naturalnych zjawisk zmniejsza koszty inwestycji.

2.4. Bezpieczeństwo energetyczne

Polska jest dzisiaj znacznie uzależniona energetycznie, a przez to także politycznie, od dostaw ropy naftowej i gazu ziemnego z zagranicy. Nie ma wątpliwości, że dla zapewnienia bezpieczeństwa konieczna jest dywersyfikacja źródeł oraz kierunków dostaw. Nie tylko wpłynęłoby to korzystnie na sytuację polityczną kraju, ale także spowodowałoby większą konkurencyjność rynku energii oraz ograniczyło wzrost cen energii [11].

Zarówno w przypadku importu gazu jak i ropy naftowej, Polska uzależniona jest od jednego kraju – Rosji. Pytanie, czy Rosja jest godnym zaufania krajem, na którym można polegać, który nigdy nie używa siły lub szantażu jest pytaniem retorycznym. Gdyby zatem w kraju powstała elektrownia jądrowa, a głównym partnerem jeśli chodzi o import surowca, w tym przypadku uranu, stała się Kanada lub Australia, nasze bezpieczeństwo energetyczne znalazłoby się na zupełnie innym poziomie.

2.5. Pokrycie zwiększonego zapotrzebowania na energię, wypełnienie pakietu klimatycznego

Wg prognozy wykonanej przez Agencję Rynku Energii SA zapotrzebowanie na energię w Polsce wzrośnie w ciągu 20 lat o ponad 50%, tj. od 141 TWh w 2010 r. do 217 TWh w 2030 r. [11]. W celu zapewnienia dostępu do energii wszystkim mieszkańcom Polski niezbędne jest wybudowanie kolejnych jednostek wytwórczych. Wstępując do Unii Europejskiej, Polska zobowiązała się do wypełniania jej zaleceń dotyczących ochrony środowiska, m.in. do stopniowego zmniejszania emisji dwutlenku węgla. Przyjęcie tzw. pakietu klimatyczno-energetycznego w 2008 r. oznacza dla Polski stopniową rezygnację z energetyki opartej na węglu. W to miejsce rozwijane są odnawialne źródła energii, głównie farmy wiatrowe. Emitują one mniej zanieczyszczeń, nie są jednak w stanie pracować w reżimie nadążnym, a więc nie będą mogły zaspokoić wciąż rosnącego zapotrzebowania na energię elektryczną. W tej sytuacji rozsądnym rozwiązaniem pozostaje rozwój energetyki jądrowej, emitującej znikome ilości CO₂, a przy tym mogącej zaspokoić potrzeby energetyczne kraju.

2.6. Wykorzystanie ciepła z elektrowni do grzania mieszkań

W procesie wytwarzania energii elektrycznej niezależnie od jej źródła zawsze powstaje ciepło, zwane słusznie odpadowym, ponieważ nie jest ono w żaden sposób wykorzystane. Podstawowym sposobem wzrostu efektywności energetycznej jest kogeneracja, czyli jednoczesna produkcja energii elektrycznej dla sieci wysokiego napięcia oraz ciepłej dla miejskiego systemu ciepłowniczego. Elektrownie jądrowe III generacji osiągają sprawność termodynamiczną na poziomie 35% [7]. Oznacza to, że przy wytwarzaniu mocy elektrycznej 1600 MW do otoczenia oddawane i bezpowrotnie tracone jest ok. 3000 MW mocy cieplnej. Zastosowanie w elektrociepłowni reaktora jądrowego pracującego w kogeneracji z odpowiednio dużym systemem ciepłowniczym pozwala podnieść sprawność termodynamiczną do 70%.

Sam pomysł nie jest nowy. Pierwsza na świecie elektrociepłownia jądrowa powstała w Szwecji w 1963r. [12]. Obecnie na świecie pracuje kilkanaście takich elektrociepłowni. Firma Fartum będąca właścicielem elektrowni jądrowej w Loviisa w Finlandii planuje przesył ciepła

na odległość ok. 80 km w celu ogrzewania Helsinek [13]. Jacek Bauriski i Paweł Żbikowski w swojej pracy [7] rozważają budowę elektrowni jądrowej w promieniu 60 km od Warszawy. Dynamiczny rozwój stolicy skutkuje ciągle rosnącym zapotrzebowaniem nie tylko na energię elektryczną ale także na ciepło. Obecnie działające w Warszawie elektrociepłownie opalane są węglem oraz olejem, co nie pozostaje bez wpływu na poziom zanieczyszczenia miasta i zdrowie jego mieszkańców. Wykorzystanie w tym celu energetyki jądrowej istotnie przyczyniłoby się do wyeliminowania z miejskiego powietrza znacznej ilości pyłów, dwutlenku węgla, tlenków azotu i siarki a także metali ciężkich, niepozostających bez wpływu na jakość i długość życia mieszkańców.

2.7. Inwestycje regionalne

Wśród korzyści płynących z realizacji programu energetyki jądrowej oprócz tych widzianych przez pryzmat całego kraju, jak korzyści ekonomiczne czy związane z bezpieczeństwem energetycznym nie można zapominać także o korzyściach dla danego regionu i lokalnych społeczności. Gmina, na terenie której powstanie elektrownia, może spodziewać się wzrostu wpływów do lokalnego budżetu, będącego nieodłączną częścią każdej dużej inwestycji. Zakład takiej wielkości już na etapie budowy staje się jednym z największych płatników podatków w danym województwie. Bezpośrednio korzystają na tym mieszkańcy, co pokazuje przykład Kleszczowa, najbogatszej gminy w Polsce, będącej gospodarzem terenu zajmowanego przez kopalnię oraz elektrownię Bełchatów. Powstają nowe miejsca pracy, w wielu sektorach. Generowany jest popyt na usługi lokalnych przedsiębiorców. Elektrownia we Flamanville wydaje rokrocznie w lokalnych przedsiębiorstwach niemal 40 mln euro [21]. Następuje ożywienie gospodarcze regionu, także poprzez ruch turystyczny, który nie tylko nie spada, ale jak pokazują przykłady krajów zachodniej Europy, wzrasta po uruchomieniu elektrowni jądrowej [14]. Warto wspomnieć również o rozbudowie lokalnej infrastruktury, także kolejowej.

3. Zagrożenia

3.1. Ciepłe zanieczyszczenie środowiska

Energetyka jądrowa pomimo korzystnego wkładu w ekologiczne podejście do środowiska, oddziałuje jednakże na nie poprzez zanieczyszczenie ciepłe. Każda elektrownia jądrowa wymaga zainstalowania systemu chłodzenia, zużywającego ogromne ilości wody. Z tego względu instalacje jądrowe buduje się przy dużych zbiornikach wodnych takich jak jeziora czy morza. Wówczas woda odbierająca ciepło wpompowywana jest do na tyle dużego akwenu, że jego temperatura jako całości nie ulega podwyższeniu. Jednak w obszarze samego ujścia chłodziwa (np. w zatoce) może dojść do wzrostu temperatury nawet o 2°C, co może prowadzić do zakłócenia równowagi termicznej a w konsekwencji do zmiany ekosystemu na danym obszarze.

3.2. Odpady promieniotwórcze

Podczas eksploatacji elektrowni jądrowej powstaje wypalone paliwo będące odpadem promieniotwórczym. Jest to bodaj najważniejsza wada energetyki jądrowej, wymieniana jako jedna z pierwszych przez jej przeciwników. Konieczny jest transport zużytego paliwa do odpowiedniego składowiska, a następnie długoletnie monitorowanie i kontrola, aby nie dopuścić do przedostania się materiału promieniotwórczego do wód gruntowych i gleby. Należy też zadbać o ochronę tych obiektów, aby nie doszło do włamania się na jego teren np. terrorystów. Wymaga to nie tylko kolejnych nakładów finansowych (choć koszty związane z gospodarką odpadami są wliczone w cenę budowanej elektrowni), ale powoduje też świadomość istnienia kolejnego obiektu, w którym znajdują się substancje potencjalnie niebezpieczne dla człowieka, które to substancje zostaną przekazane w spadku kolejnym pokoleniom.

3.3. Ryzyko wystąpienia awarii

Wiele zagrożeń dotyczących wykorzystania energii jądrowej funkcjonuje w świadomości społecznej ze względu na wydarzenia z przeszłości. Choć ze wszystkich awarii, które miały miejsce w kilkudziesięcioletniej historii energetyki jądrowej zostały wyciągnięte wnioski, nigdy nie można mieć stuprocentowej pewności, że przyczyny, które do nich doprowadziły nie pojawią się znowu.

3.3.1. Nieodpowiedzialni lub źle wyszkoleni pracownicy

Pomimo kształcenia wysokiej klasy specjalistów zatrudnianych w elektrowni oraz przeprowadzania dla nich regularnych szkoleń, nie można wykluczyć obecności wśród nich osób nieodpowiedzialnych, pozbawionych wyobraźni lub nie do końca kompetentnych. Konstrukcja współczesnych reaktorów jest wyjątkowo „idioto-odporna”, jednak w wielu incydentach to właśnie czynnik ludzki był przyczyną decydującą o wystąpieniu awarii (np. w Czarnobylu).

3.3.2. Błąd konstrukcyjny

Pomimo tego, że właściwie żadnej awarii nie można sprowadzić do jednej prostej przyczyny, to do incydentu w Three Miles Island w znacznym stopniu przyczyniła się konstrukcja systemu komunikacji między częściami ruchomymi systemu bezpieczeństwa a czujnikami. Operatorzy reaktora nie znali stanu zaworu bezpieczeństwa, ponieważ czujnik rejestrował jedynie sygnał wysłany w celu zamknięcia zaworu. Pomimo iż dzisiaj ten konkretny błąd został naprawiony, nie ma gwarancji że nie może wydarzyć się sytuacja, przy której okaże się, że konstruktorzy nie przewidzieli przydatności jakiegoś elementu projektu lub że coś zostało zaprojektowane nieprawidłowo.

3.3.3. Nieprzewidziana klęska żywiołowa

Systemy bezpieczeństwa elektrowni jądrowych projektowane są tak, aby instalacja była bezpieczna nawet podczas ekstremalnie trudnych a przy tym bardzo nieprawdopodobnych warunków. Mimo to, nie da się przewidzieć każdej katastrofy naturalnej czy klęski żywiołowej, jaka może mieć miejsce. Zabezpieczenia EJ w Fukushima były przygotowane nie tylko na bardzo silne trzęsienie ziemi, ale także na fale tsunami w wysokości 9 m. Co z tego, skoro wysokość głównej fali przekroczyła 10 m... [15]. Chociaż awaria w Fukushima

przemawia raczej na korzyść energetyki jądrowej: podczas największego w historii Japonii kataklizmu, w wyniku którego zginęło 26 tysięcy ludzi [16], nikt nie stracił życia wskutek promieniowania z uszkodzonych reaktorów, to jednak pokazuje, że w starciu z siłami natury nie mamy wiele do powiedzenia.

3.4. Długi czas budowy – możliwość odwołania inwestycji

Jednym z zagrożeń nie tyle dla społeczeństwa, co dla gospodarki kraju jest możliwość przerwania realizacji inwestycji z powodu długiego czasu budowy elektrowni. Nakłady inwestycyjne kilkukrotnie przewyższają te z elektrowni węglowych czy gazowych (patrz Tabela 3), jednak zwracają się one już po kilku latach pracy elektrowni [17]. Przerwanie realizacji przedsięwzięcia na etapie projektowym lub co gorsza już po rozpoczęciu budowy, oznacza ogromne straty dla budżetu państwa, a także prywatnych inwestorów. Taka sytuacja miała miejsce w Żarnowcu. Długi czas, jaki mija od momentu podjęcia decyzji o budowie elektrowni do uruchomienia pierwszego bloku sprawia, że kilka razy może zmienić się w państwie władza polityczna a także nastroje społeczne, co nie pozostaje bez wpływu na decyzję końcową.

3.5. Lobbing, korupcja

Jednym z poważnych zagrożeń dla bezpieczeństwa energetyki jądrowej w Polsce jest możliwość wystąpienia korupcji na wielu szczeblach decyzyjnych przy każdym etapie realizacji inwestycji. Wystąpienie nacisków politycznych czy lobbingu biznesowego może doprowadzić do rozstrzygnięcia przetargów i podejmowania decyzji korzystnych dla konkretnych grup interesów, niekoniecznie zaś z korzyścią dla całego projektu i gospodarki państwa. Korupcyjne powiązania mogą też skutkować wykonywaniem inwestycji przez osoby niekompetentne, mogące także później znaleźć zatrudnienie w spółkach zarządzających elektrownią.

3.6. Konflikty społeczne

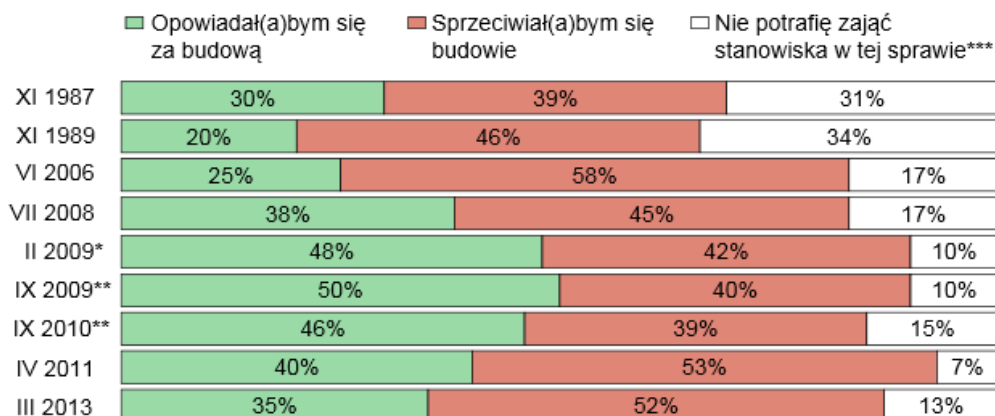
Oprócz niebezpieczeństw typowo technicznych, środowiskowych czy ekonomicznych, energetyka jądrowa może implikować także ryzyko społeczne, które wyróżnia się tym, iż rzeczywistość w tym przypadku kształtowana jest przez percepcję. Oznacza to, że panika może być przyczyną poważnej liczby ofiar niezależnie od rozmiaru i typu wyjściowego zagrożenia [18]. Taka sytuacja miała miejsce np. po katastrofie w Czarnobylu, kiedy lekarze bez żadnego wstępu proponowali kobietom aborcję, a liczbę dzieci zabitych przed urodzeniem przez spanikowane matki szacuje się nawet na setki tysięcy [3]. Największe obawy związane są z ryzykiem awarii oraz zagrożenia dla ludności podczas normalnej eksploatacji. Niepokój oraz sprzeciw budzi także kwestia składowania odpadów promieniotwórczych.

4. Opinie – ankiety

Ośrodek badania opinii publicznej CBOS od lat 80. regularnie wykonuje badania dotyczące nastrojów społecznych odnośnie budowy w Polsce elektrowni jądrowej [19]. W związku ze wznowieniem programu rozwoju energetyki jądrowej w Polsce, takich badań przeprowadzono w ostatnich latach więcej, głównie w województwach i powiatach rozważanych jako potencjalne lokalizacje przyszłej elektrowni.

Poniżej przedstawiono wykres ilustrujący wyniki sondaży przeprowadzanych przez CBOS na przestrzeni lat:

RYS. 2. BUDOWA ELEKTROWNI JĄDROWYCH MA SWOICH ZWOLENNIKÓW I PRZECIWNIKÓW. GDYBY POPROSZONO PANA(IA) O ZAJĘCIE JEDNOZNA CZNEGO STANOWISKA W SPRAWIE BUDOWY TAKICH ELEKTROWNI W NASZYM KRAJU, TO CZY BYŁ(A)BY PAN(I) ZA CZY TEŻ PRZECIW?



* Badanie Ambasady Brytyjskiej

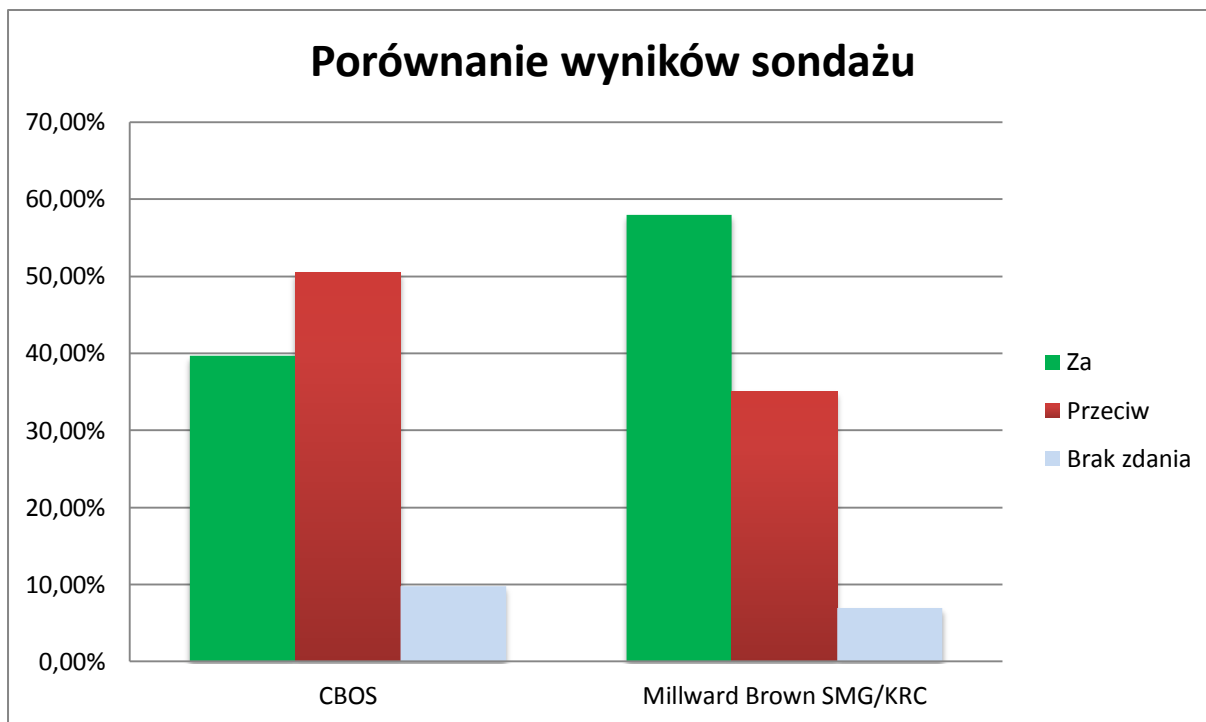
** Badanie Ministerstwa Gospodarki

*** W latach 2009–2011 wariant odpowiedzi brzmiał „trudno powiedzieć”

Rys. 3 Wyniki badań CBOS

Z danych CBOS wynika, że poparcie dla energetyki jądrowej w Polsce nigdy nie przekroczyło 50% a od kilku lat systematycznie spada. Tymczasem sondażownia Millward Brown SMG/KRC podaje, że w listopadzie 2012 r. 56% ankietowanych opowiedziało się „za” energetyką jądrową, natomiast przeciw było 40% [20].

Ciekawie wygląda też porównanie wyników z 2014 r. Niemal w tym samym momencie dwa ośrodki badające opinię publiczną publikują zupełnie różne rezultaty. W komunikacie z 27 listopada 2014 r. CBOS podaje, że za budową elektrowni jądrowej w Polsce opowiada się 39,7% badanych, przeciwko zaś jest 50,5% [21]. Miesiąc później, 22 grudnia 2014 r. Millward Brown SMG/KRC publikuje wyniki badania przeprowadzonego na zlecenie Ministerstwa Gospodarki, którego wyniki wyglądają następująco: 58% ankietowanych opowiada się za budową elektrowni jądrowej w Polsce, przeciw jest 35% [22]. Rozbieżności w wynikach przedstawiono na Rysunku 4.



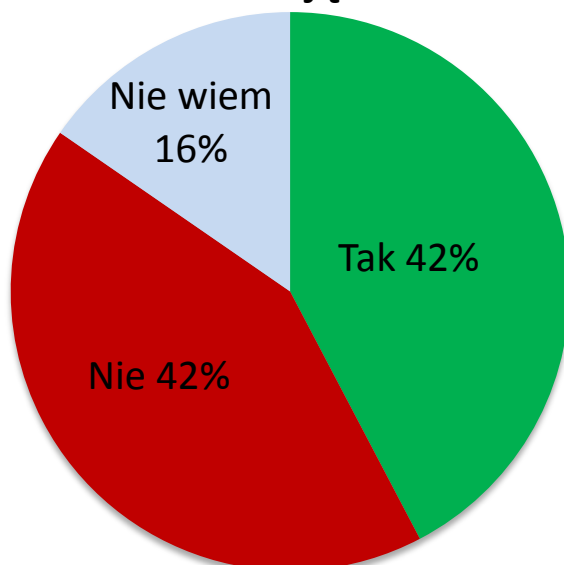
Rys. 4 Różnice w sondażach CBOS i Millward Brown SMG/KRC

Tak duże różnice pomiędzy sondażami przeprowadzonymi w podobnym okresie czasu powodują, że trudno jest zaufać wynikom publikowanym przez ośrodki badania opinii publicznej. Różnicy ponad 18 punktów procentowych nie można tłumaczyć błędem statystycznym.

Dla potrzeb niniejszej pracy przeprowadzono wśród możliwie najbardziej zróżnicowanej grupy 78 osób ankietę mającą na celu zbadanie poparcia dla energetyki jądrowej w Polsce oraz wiedzy na ten temat. Wzór ankiety znajduje się w Załączniku A.

Jeśli chodzi o ogólne poparcie dla idei budowy elektrowni jądrowej w Polsce, głosy rozkładają się po połowie (Rysunek 5).

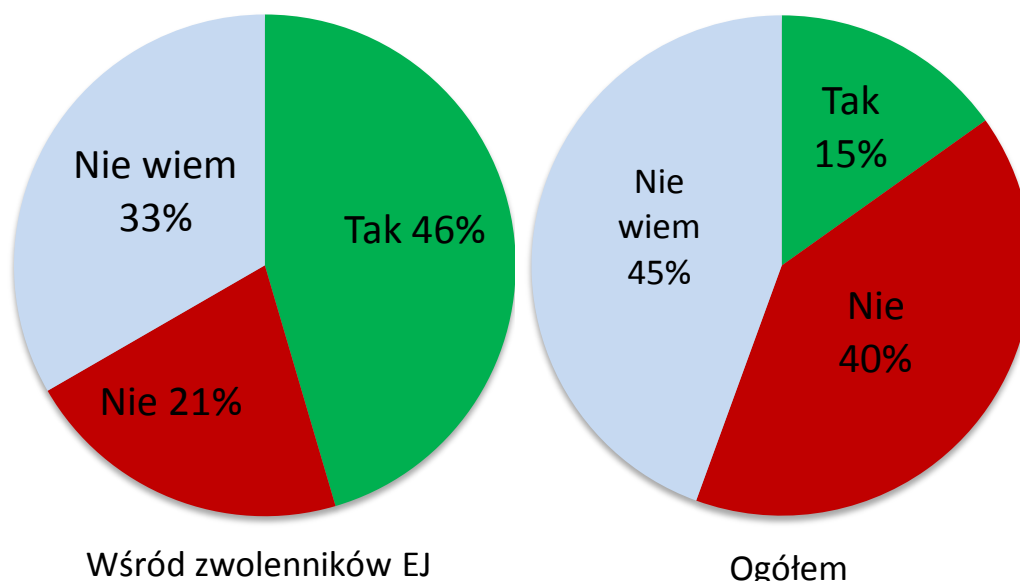
Czy chciał(a)byś, aby w Polsce powstała elektrownia jądrowa?



Rys. 5 Poparcie dla budowy elektrowni jądrowej w Polsce

Odpowiedzi kształtują się inaczej, kiedy pytanie dotyczy najbliższego otoczenia respondenta. 55% zwolenników budowy EJ zmienia zdanie, jeśli instalacja miałaby stanąć w ich gminie (Rysunek 6).

Czy chciał(a)byś aby w Twojej gminie powstała elektrownia jądrowa?



Rys. 6 Poparcie dla budowy elektrowni jądrowej w sąsiedztwie

Zarówno zwolenników jak i przeciwników budowy elektrowni jądrowej w Polsce poproszono o uzasadnienie swojej opinii, przy czym można było wybrać dowolną liczbę z podanych odpowiedzi, jak również dopisać swoją. Osoby popierające budowę EJ jako uzasadnienie najczęściej podawały fakt, iż energetyka jądrowa jest tanim źródłem energii oraz jest wydajniejsza niż węglowa (Tabela 4).

Tabela 4 Argumentacja zwolenników EJ w Polsce

Jestem „za”, ponieważ:	Wśród zwolenników	Wśród ogółu
uważam że energetyka jądrowa jest tanim źródłem energii	73%	31%
energetyka jądrowa jest wydajniejszym źródłem energii niż węglowa	73%	31%
ponieważ przy obecnej tendencji ciągłego wzrostu zużycia energii stosowane dzisiaj technologie jej wytwarzania nie są wystarczające, aby zaspokoić potrzeby energetyczne kraju	61%	26%
ze względu na możliwość uniezależnienia od innych krajów	61%	26%
uważam, że zastąpienie elektrowni węglowych jądrowymi zmniejszyłoby emisję CO₂	61%	26%
uważam, że wówczas Polska stałaby się krajem bardziej nowoczesnym	39%	17%
uważam, że energetyka jądrowa to źródło energii przyjazne środowisku	36%	15%
ponieważ powstałyby nowe miejsca pracy	36%	15%
uważam, że przyczyniłoby się to do rozwoju gospodarczego kraju	36%	15%
uważam, że spowodowałoby to obniżenie cen energii	33%	14%
ze względu na bezpieczeństwo i bezawaryjność technologii wykorzystania energii jądrowej	9%	4%
ze względu na wzrost znaczenia Polski na arenie międzynarodowej	9%	4%

Dla przeciwników najważniejszym argumentem był problem składowania odpadów promieniotwórczych, natomiast kolejne najbardziej popularne wskazania dotyczą lęków wynikających z niewiedzy (Tabela 5).

Tabela 5 Argumentacja przeciwników EJ w Polsce

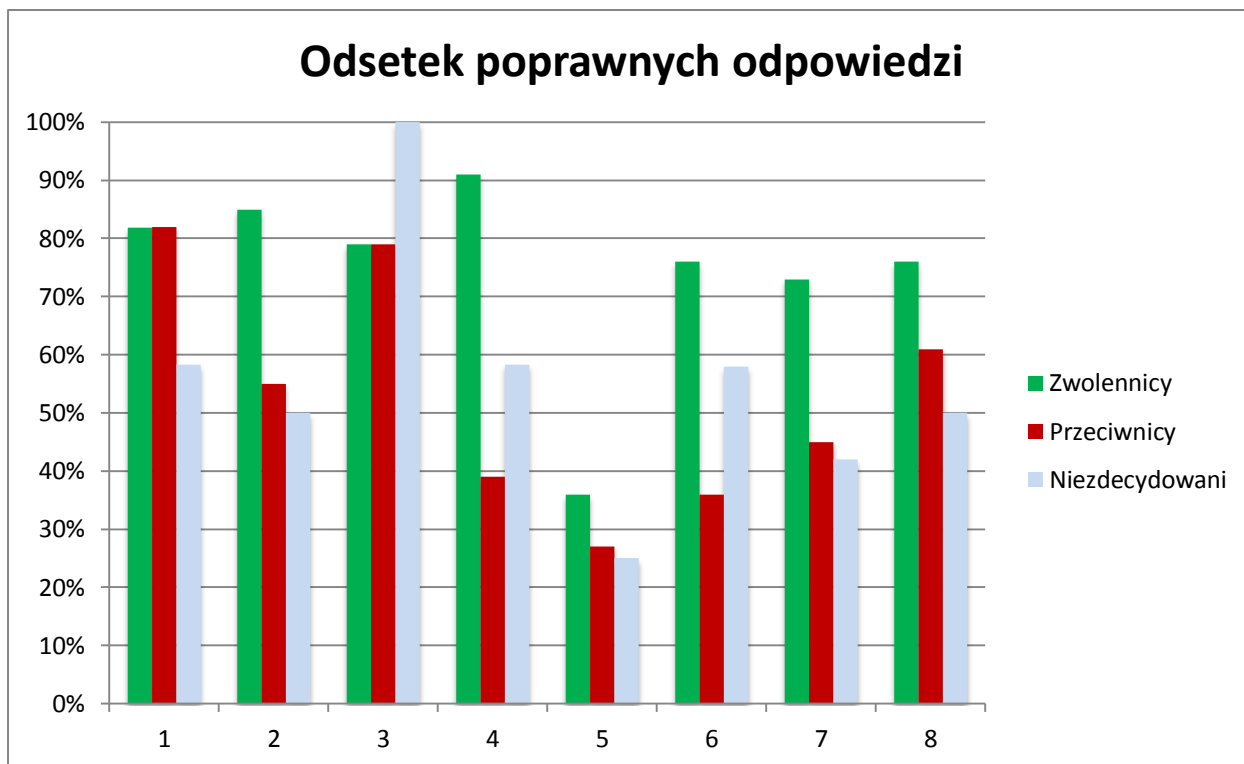
Jestem „przeciw”, ponieważ:	Wśród przeciwników	Wśród przeciwników elektrowni w swojej gminie	Ogółem
martwi mnie problem składowania odpadów promieniotwórczych (zużytego paliwa)	70%	22%	35%
mam negatywne skojarzenia z Czarnobylem	67%	11%	31%
odczuwam lęk przed awarią	55%	17%	27%
uważam, że istnieje niebezpieczeństwo wybuchu jądrowego	55%	6%	24%
obawiam się szkodliwej emisji promieniowania jonizującego	45%	11%	22%
ze względu na zagrożenie życia i/lub zdrowia okolicznych mieszkańców	42%	11%	21%
ze względu na zanieczyszczenie środowiska naturalnego	36%	6%	17%
uważam, że świat odchodzi już od energetyki jądrowej	21%	0%	9%
odczuwam nieokreślone zagrożenie, strach, niechęć	21%	11%	12%
uważam, że w Polsce jest niedostatek fachowców	12%	0%	5%
boję się, że Polska stałaby się celem ataków terrorystycznych	12%	6%	5%
obawiam się kradzieży paliwa i produkcji z niego bomby atomowej	3%	6%	3%

Wśród odpowiedzi dopisanych przez samych ankietowanych pojawiły się także nieodpowiedzialność polskiego rządu oraz opinia, że powinno się postawić raczej na źródła odnawialne.

Kolejna część ankiety zawierała pytania sprawdzające znajomość zagadnień związanych z energetyką jądrową. Ankietowanie mieli za zadanie wskazać, czy dane twierdzenie jest prawdziwe.

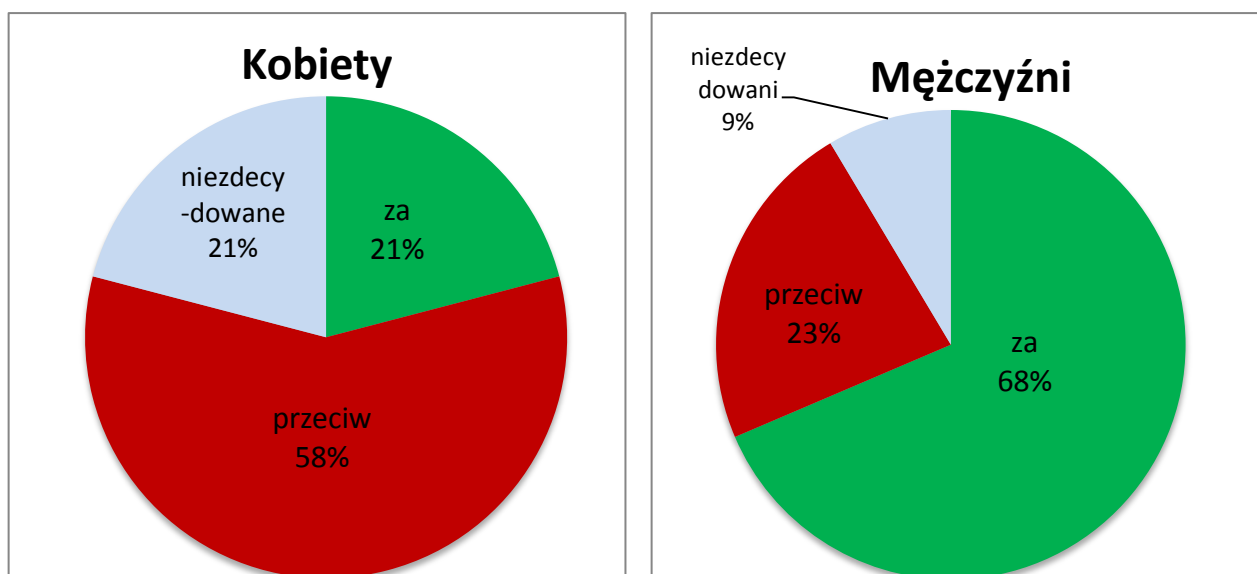
Tabela 6 rozkład odpowiedzi na zadane w ankiecie pytania

LP		Zwolennicy		Przeciwnicy		Niezdcydowani	
		PRAWDA	FAŁSZ	PRAWDA	FAŁSZ	PRAWDA	FAŁSZ
1	Cała promieniotwórczość na ziemi pochodzi z działalności człowieka (F)	18%	82%	18%	82%	42%	58%
2	Elektrownie jądrowe emitują do atmosfery mniej substancji promieniotwórczych niż elektrownie węglowe (P)	85%	15%	55%	45%	50%	50%
3	Pierwiastki radioaktywne zawarte w niektórych owocach i warzywach (np. pomidorach) pochodzą od próbnych wybuchów jądrowych (F)	21%	79%	21%	79%	0%	100%
4	W pobliżu elektrowni jądrowej nie powinno się mieszkać dłużej niż 10 lat (F)	9%	91%	61%	39%	42%	58%
5	W elektrowni jądrowej nie może nastąpić wybuch nuklearny (P)	36%	64%	27%	73%	25%	75%
6	Systemy bezpieczeństwa elektrowni jądrowej zadziałają nawet w przypadku odcięcia zasilania (także awaryjnego) (P)	76%	24%	36%	64%	58%	42%
7	Toksyczność odpadów promieniotwórczych maleje z czasem (P)	73%	27%	45%	55%	42%	58%
8	Elektrownie jądrowe emitują porównywalną ilość zanieczyszczeń (gazów cieplarnianych, pyłów, związków siarki) co elektrownie węglowe (F)	24%	76%	39%	61%	50%	50%

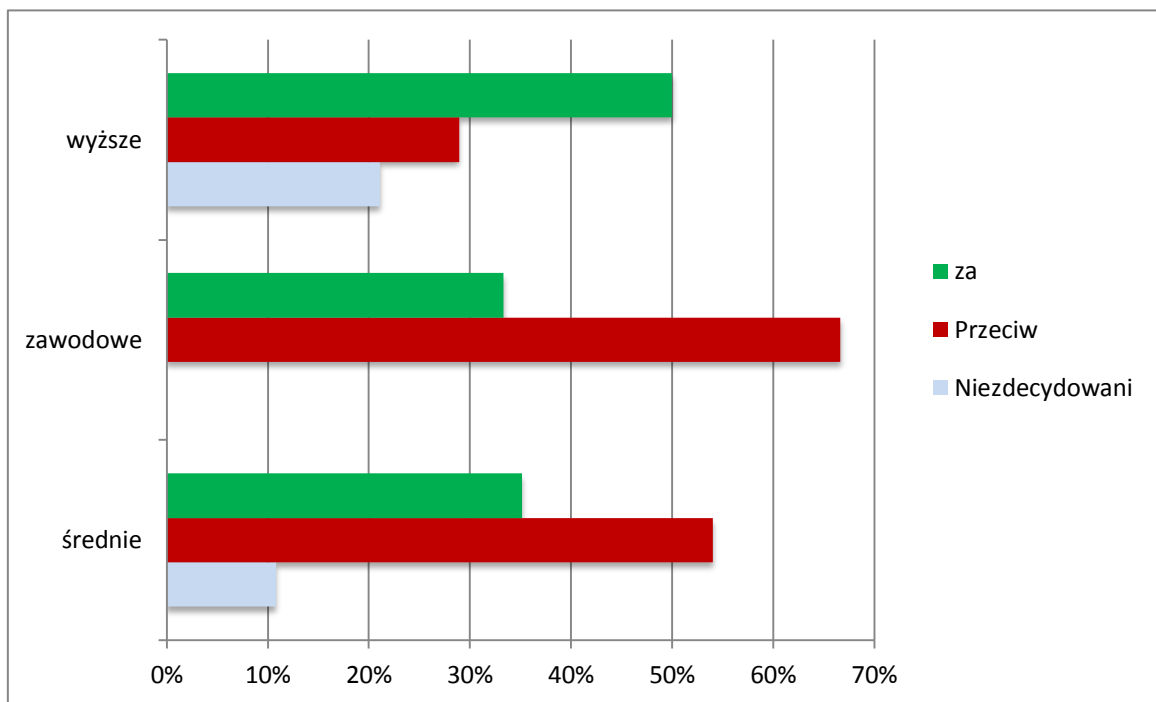


Rys. 7 Porównanie ilości poprawnych odpowiedzi w zależności od nastawienia do EJ

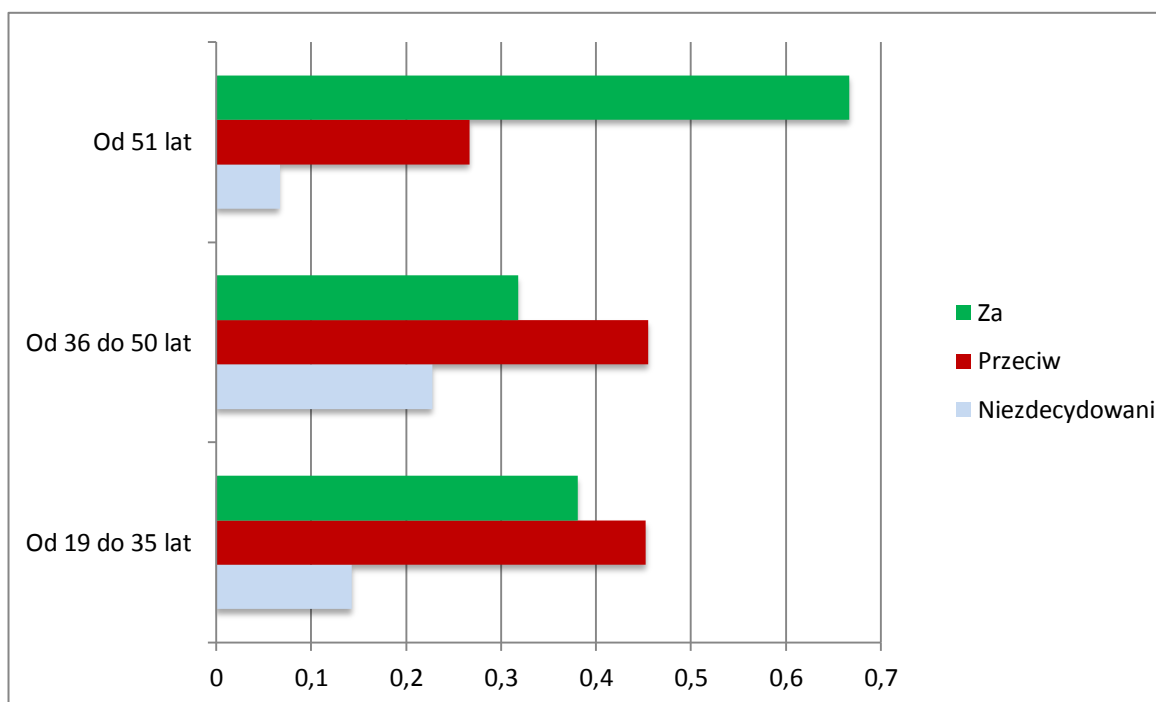
W celu zbadania czy istnieje jakaś korelacja pomiędzy opinią respondenta a jego np. wykształceniem, poproszono ankietowanych o podanie kilku informacji dotyczących jego osoby.



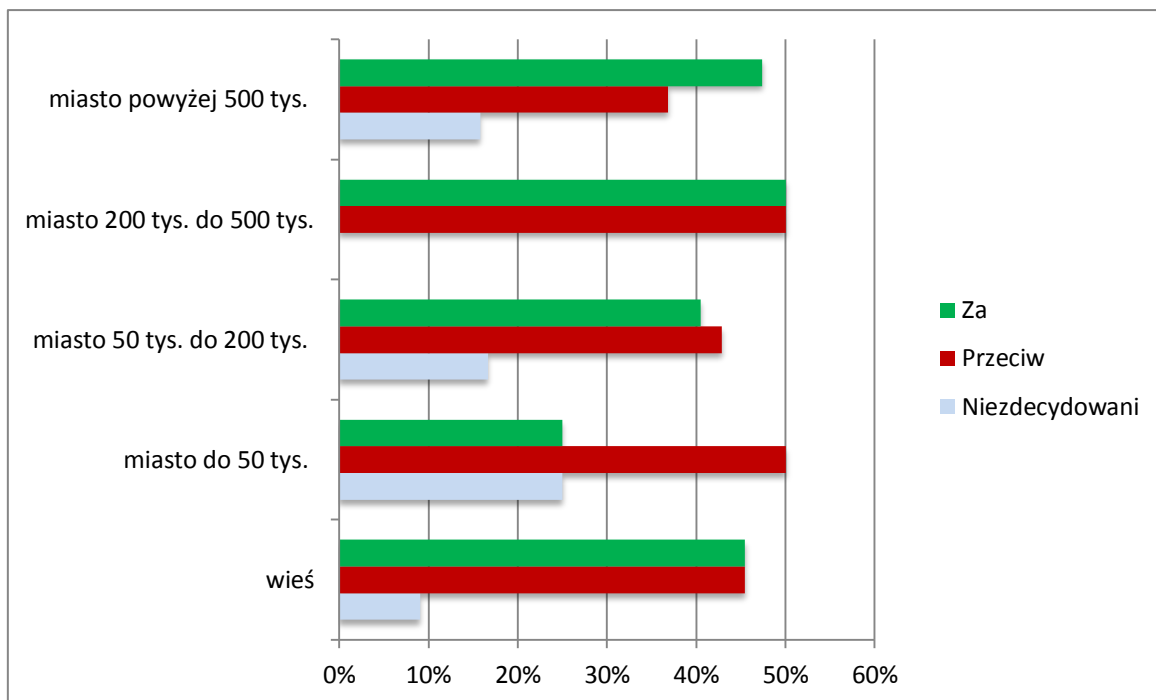
Rys. 8 Poparcie dla budowy EJ w Polsce wg płci



Rys. 9 Poparcie dla budowy EJ w Polsce wg wykształcenia



Rys. 10 Poparcie dla budowy EJ w Polsce wg wieku



Rys. 11 Poparcie dla budowy EJ w Polsce wg miejsca zamieszkania

Próba na której zostało przeprowadzone badanie (78 osób) nie jest na tyle liczna, aby wnioski mogły być odniesione do całego polskiego społeczeństwa. Jednak w świetle przedstawionych wyżej różnic pomiędzy sondażami dwóch oddzielnych firm, które przeprowadzone były na „reprezentatywnej grupie Polaków” trudno mówić, że sondaż ten jest mniej wiarygodny. Główną informacją uzyskaną w ankiecie jest fakt, iż zwolenników energetyki jądrowej jest tyle samo, co przeciwników. Proporcja ta zmienia się, gdy ankietowany ma zdecydować o budowie elektrowni w swojej gminie (tylko 15% jest na tak). Wzrasta wówczas liczba osób niezdecydowanych.

Wśród zalet energetyki jądrowej zwolennicy doceniają fakt iż jest ona tania i bardziej wydajna niż elektrownie węglowe oraz że jest koniecznością ze względu na rosnące potrzeby energetyczne kraju. Dla ankietowanych ważna jest także niezależność energetyczna Polski oraz zmniejszenie emisji CO₂. Z odpowiedzi argumentujących sprzeciw wobec budowy EJ można wywnioskować, że duża część protestów przeciwko energetyce jądrowej jest oparta na emocjach i wynika z niewiedzy. Ankietowani często jako powód niechęci zaznaczali negatywne skojarzenia z Czarnobylem, lęk przed awarią lub wybuch jądrowy, który w

elektrowni nie jest możliwy. Zastanawiające jest, że wśród osób, które zmieniły swoje pozytywne nastawienie do budowy elektrowni w przypadku lokalizacji w ich okolicy największym powodzeniem cieszył się argument o składowaniu zużytego paliwa. Lokalizacja składowiska odpadów promieniotwórczych to temat zupełnie inny od budowy elektrowni jądrowej...

Część badająca wiedzę ankietowanych wyraźnie pokazuje, że największy odsetek prawidłowych odpowiedzi zanotowano wśród zwolenników energetyki jądrowej. Pozwala to wysnuć wniosek, że osoby mające większą wiedzę w tej dziedzinie chętniej wspierają budowę elektrowni jądrowych.

Jeśli chodzi o profil osób badanych, wśród zwolenników energetyki jądrowej przeważają mężczyźni. Aż 68% panów deklaruje poparcie dla budowy takiej elektrowni w Polsce, podczas gdy wśród kobiet za taką inwestycją opowiedziało się tylko 21% badanych. Przy rozróżnieniu badanych pod kątem wykształcenia, tylko wśród osób z wykształceniem wyższym przeważają zwolennicy energetyki jądrowej. Taka sama sytuacja jest w przypadku rozróżnienia wiekowego: wśród osób powyżej 50 roku życia „za” opowiedziało się 67% badanych, w pozostałych grupach wiekowych nieznacznie przeważają oponenty. Rozróżnienie ankietowanych pod kątem miejsca zamieszkania nie pokazuje żadnej tendencji.

5. Przesady

Jedną z metod badań w diagnostyce nowotworowej zwana Nuclear Magnetic Resonance w tłumaczeniu na język polski doczekała się nazwy „rezonans magnetyczny”, z pominięciem członu „jądrowy”, ze względu na złe skojarzenia społeczeństwa z tym jednym słowem [23]. To wyraźnie pokazuje skalę absurdalnego lęku przed radioaktywnością. Irracjonalny strach przed wszystkim co ma słowo „jądrowy” w swojej nazwie doprowadza do wielu absurdalnych decyzji czy przepisów. W USA wydano 2400 mln \$ na obniżenie dawki w otoczeniu elektrowni jądrowej, którego konsekwencją miało być zmniejszenie potencjalnej liczby zachorowań na raka z 4 do 1 rocznie, w społeczeństwie, w którym i tak co roku na choroby nowotworowe zapada 200 000 osób [2].

Ogromna większość przesądów panujących wśród społeczeństwa dotyczących energetyki jądrowej wiąże się z bezpieczeństwem, a raczej, w opinii zwykłego obywatela, jego brakiem. Tymczasem wszelkie założenia projektowe uwzględniające możliwe awarie i mające na celu ich zapobieżenie są „perwersyjnie pesymistyczne” [2]. Gustaw Syga pokazuje to na przykładzie bardziej przyziemnym: „W zastosowaniu do roweru oznaczałoby to zaprojektowanie go jako pojazdu nie wywrotnego i nie podlegającego zderzeniom z innymi pojazdami, następnie zainstalowano by układy bezpieczeństwa, by w razie jakiegokolwiek wypadku mógł się łagodnie zatrzymać i nikogo nie skaleczyć. Po czym dołączono by dodatkowe urządzenie chroniące rowerzystę i przechodniów przed skutkami najechania rowerem na minę.” [2].

Może jeszcze bardziej niż przykład roweru do wyobraźni przemawia porównanie energetyki jądrowej z transportem samochodowym. Jak podaje prof. Andrzej K. Wróblewski, w wyniku wybuchu wodoru w Fukushima zginęło kilku pracowników, w Czarnobylu kilkadziesiąt osób. W sumie ofiar energetyki jądrowej są co najwyżej setki. Tymczasem w wyniku niedawnego tragicznego trzęsienia ziemi na Haiti życie straciło ponad 200 000 osób [24]. W wypadkach samochodowych w samej Polsce co roku ginie od 3 do 4 tysięcy ludzi [25], od czasów wynalezienia samochodu ten sposób transportu pochłonął już ponad 30 mln ofiar [26]. Mimo tego, nikt nie domaga się delegalizacji samochodów osobowych, nie organizuje się protestów pod hasłem STOP AUTO. Co więcej, wszelkie ograniczenia i wymogi dotyczące bezpiecznej eksploatacji elektrowni jądrowych określone w dokumentach Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej i innych organizacji są tak rygorystyczne, jak chyba w żadnej innej dziedzinie. Natomiast od uczestników ruchu drogowego wymaga się jedynie przestrzegania dozwolonej prędkości, znaków drogowych, zapinania pasów i skupienia uwagi na drodze. Mimo tak niewielkich wymagań, a jednocześnie świadomości tak ogromnej liczby wypadków samochodowych, wystarczy przyjrzeć się kierowcom, aby zadać retoryczne pytanie; czy ktokolwiek przestrzega postawionych wymogów bezpieczeństwa.

Tymczasem 60% kosztów budowy elektrowni jądrowej pochłania jej bezpieczeństwo [2]. W 1975 r. prof. N. Rasmusen opublikował raport dotyczący reaktorów PWR i BWR, sporządzony po kilku latach badań prowadzonych przez 60 wybitnych amerykańskich naukowców i inżynierów. Raport Rasmusena określił prawdopodobieństwo maksymalnej awarii projektowej ze stopieniem rdzenia na 1 przez 17000 lat pracy reaktora, a

prawdopodobieństwo wystąpienia skutków zdrowotnych dla ludności na 10 zgonów na 100 takich awarii. Oznacza to 10 zgonów na ponad milion lat pracy reaktora. Dla porównania można przytoczyć prawdopodobieństwo 10 zgonów na rok na milion mieszkańców z powodu przebywania w towarzystwie palacza papierosów.

Wieloma mitami otoczony jest też wpływ zwykłej eksploatacji elektrowni jądrowej na otoczenie. Pokazują to choćby odpowiedzi na pytania zawarte w ankiecie. Aż 61% przeciwników oraz 42% osób niezdecydowanych uważa, że w pobliżu elektrowni jądrowej nie można mieszkać więcej niż 10 lat. Tymczasem dawki pochodzące z normalnego trybu pracy elektrowni jądrowej nie tylko nie przekraczają minimalnej dawki określonej w ustawie dla ogółu ludności [27], ale w najbliższym otoczeniu elektrowni nie sięgają nawet $\frac{1}{3}$ wyznaczonego limitu. De facto roczna dawka otrzymana w promieniu 1 km od elektrowni jądrowej jest równa zjedzeniu jednego banana [28].

Osoby przeciwne budowie elektrowni jądrowej to bardzo często aktywiści z organizacji zajmujących się ekologią. Widzą oni energię pozyskiwaną z rozszczepień jądrowych jako coś trującego naszą planetę. Nic bardziej mylnego (patrz Rozdział 2.1). Jak zauważa Zdzisław Celiński, „Jest tragicznym nieporozumieniem, że większość aktywistów ruchu ekologicznego w Polsce nie rozumie, że energetyka jądrowa jest ich pierwszym sprzymierzeńcem w walce o czyste środowisko naturalne i zaciekle ją zwalcza.” [17].

Wiele osób nie rozumie też różnicy pomiędzy reaktorem jądrowym a bombą atomową. Może to nie dziwić w przypadku ludzi „z ulicy”, nieorientowanych w żaden sposób w tej tematyce. Zadaniem ekspertów a także dziennikarzy jest kampania informacyjna, mająca na celu takie połączenia skojarzeniowe rozdzielać. Przeraża natomiast identyczny poziom wiedzy u osób, od których oczekiwano by podstawowej wiedzy na tematy techniczne. Z podobną bowiem opinią autorka pracy spotkała się w rozmowie z inżynierem zajmującym się inwestycyjną stroną programu energetyki jądrowej w Polsce.

6. Chaos medialny i brak informacji

W świadomości wielu osób znaleźć można następujący łańcuch skojarzeń: ATOM→ROZBICIE→ZAGŁADA. W utrwaleniu takiego porządku swój udział mają tzw. środki masowego przekazu, w których energetyka jądrowa gości zwłaszcza przy okazji zdarzających się czasem wypadków. Mnożyć można przykłady reportaży i materiałów prasowych, prezentowanych w związku z awarią elektrowni w Fukushima, których zawartość merytoryczna była żadna. Zdecydowanym hitem jednak są pełne sensacji doniesienia o kolejnych awariach elektrowni jądrowych, nie mających nic wspólnego „jądrowością” tychże. Nie szukając daleko, 3 grudnia 2014r. wśród doniesień o awarii w elektrowni w Zaporozżu na Ukrainie pojawiła się informacja o radioaktywnej chmurze, która dotrzeć ma aż do Poznania [29], podczas gdy w rzeczywistości usterka nie była awarią jądrową, chodziło jedynie o usterkę w jednej z turbin [30]. Łatwo można wyobrazić sobie, jak wyglądałyby serwisy informacyjne, gdyby informowano opinię publiczną o każdej tego typu „awarii” w każdej możliwej elektrowni czy fabryce.

Trudno stwierdzić, że media celowo przeinaczają fakty agitując przeciwko energetyce jądrowej – raczej jest to świadome poszukiwanie sensacji, nie tylko w tej, ale w każdej dziedzinie życia. Przykładem może być wywiad z prof. Józefem Terleckim i dr Jerzym Jańskowskim, który ukazał się w *Wieczorze Wybrzeża* w 1988r. z okazji rocznicy awarii czarnobylskiej. Padły w nim słowa o niemożności wyciągnięcia wniosków z cząstkowych badań, jak np. badań tarczycy u psów, w których stwierdzono nagły wzrost częstotliwości zmian chorobowych o 600%, ponieważ wcześniej takie badania nie były systematycznie prowadzone i nadal nie przeprowadzono badań statystycznych w całym zakresie populacji. 2 miesiące po ukazaniu się wywiadu, w młodzieżowym czasopiśmie *Na Przełaj* ukazała się notatka „streszczająca” wywiad: „(...)po awarii w Czernobylu częstotliwość zmian patologicznych u psów żyjących w Warszawie wzrosła o 600 proc. Na przeprowadzenie badań dotyczących wpływu tej awarii na zdrowie Polaków – brak sprzętu i środków. (...)”[2].

Ponieważ plany wybudowania elektrowni jądrowej na Pomorzu są coraz bardziej realne, można przypuszczać, że i z tej okazji ta tematyka będzie pojawiać się częściej w mediach, tak jak miało to miejsce w latach 70-80, w związku z mającą powstać elektrownią Żarnowiec.

Można się zatem spodziewać podobnych „kwiatków”: „Znajdujący się w paliwie uran 233 jest wzbogacony do 238 a następnie poddawany rozszczepieniu” [2].

W pracy „...żeby powiedzieć „TAK” dla tworzenia energetyki jądrowej w Polsce” autorzy wyrażają przekonanie, że opracowanie to powinno dotrzeć do wszystkich jednostek administracji rządowej i samorządowej oraz do społeczności lokalnych, których dotyczą spory w kwestii lokalizacji elektrowni jądrowej. Z drugiej strony natychmiast pojawia się gorzka informacja o „niemocy czynników rządowych” w dotowaniu i propagowaniu owej publikacji. Koniec końców praca została wydana w bardzo niewielkim nakładzie, za środki jednego z autorów [5]. Skoro zatem wśród władz państwa nie ma chęci informowania ludzi, to trudno oczekiwać że coś w tej materii się zmieni. Nie ma sensu winić mediów za to, że przekazują informacje, które się lepiej „sprzedają”, nawet jeśli nie do końca są zgodne z prawdą, a przeciętnego ich odbiorcę za to, że nie mając innej wiedzy wierzy w to, co usłyszy lub przeczyta.

7. Czy warto stawiać na energetykę jądrową?

W świetle przedstawionych powyżej obaw i niepokoju, a także niechęci i protestów wobec budowy elektrowni jądrowej w Polsce nasuwa się pytanie, czy warto na siłę, wbrew opinii publicznej inwestować w rozwój energetyki jądrowej w Polsce. Porównanie wszystkich obecnie stosowanych sposobów pozyskiwania energii elektrycznej wyraźnie wskazuje, że przy zwykłej eksploatacji elektrownia jądrowa jest jedną z najbezpieczniejszych instalacji (obok hydroelektrowni), jednak ewentualna awaria niesie za sobą najpoważniejsze konsekwencje. Czy zatem musimy budować elektrownie jądrowe? Na to pytanie odpowiada Gustaw Syga: „Kto podnosi rękę przeciw, ten w drugiej ręce powinien mieć propozycję, co w zamian. Nawet gdyby propozycja była naiwna i miała wzbudzić tylko wesołość, należy ją w tej drugiej ręce mieć. Bo czyniąc sprzeciw i tylko sprzeciw – jest się przeciw wszystkim.”[2].

Jakby w odpowiedzi na te słowa, dzisiaj wielu oponentów energetyki jądrowej jako główną alternatywę przedstawia odnawialne źródła energii. Wykorzystanie energii, którą dostajemy za darmo od natury jest z pewnością doskonałym pomysłem na obniżenie kosztów energii

elektrycznej, zwłaszcza w kontekście małych instalacji przy gospodarstwach domowych. Globalny rozwój źródeł odnawialnych wciąż jednak ma jeszcze długą drogę przed sobą i inwestując w technologie OZE nie możemy zapominać, że rosnące zapotrzebowanie na energię elektryczną to fakt, który ma miejsce tu i teraz, i Polska właśnie teraz potrzebuje źródła energii, które będzie mogło zastąpić elektrownie węglowe. Obecnych zasobów węgla kamiennego w Polsce wystarczy na 38 lat, natomiast węgla brunatnego na nie więcej niż 50 lat [5]. Raport Ministerstwa Gospodarki podaje, że do 2030 r. tylko 15% zapotrzebowania na energię będzie pokrywane przez źródła odnawialne. Nawet wymagany przez Unię Europejską poziom 20% nie jest w Polsce możliwy ze względu na brak sprzyjających ku temu warunków [31].

Ponownie cytując Gustawa Sygę: „Ludzie, jeśli tak bardzo boicie się tej energetyki jądrowej, to wymyślcie jak i gdzie przesrać zużywać energię elektryczną, by czekający nas nieuchronny wzrost jej zużycia na »głowę« mieszkańca nie był aż tak wielki, że wymusza budowę tych elektrowni” [2].

8. Akceptacja społeczna – nie za wszelką cenę

„Aktualny stan umysłów w Polsce jest, niestety taki, że rzeczowej dyskusji na temat stosowania technik atomowych i energetyki jądrowej przeprowadzić nie można. Hałaśliwi oponenti zakrzyczą, zadziobią, nie dopuszczą.” [2]. Ta opinia została wyrażona prawie 30 lat temu i choć trudno w to uwierzyć, wciąż pozostaje aktualna.

Dość powszechnie powtarzaną opinią wśród zwolenników energii atomowej jest konieczność informowania społeczeństwa o energetyce jądrowej. Uważa się, że ludzie są jej przeciwni, ponieważ nie mają rzetelnej wiedzy na ten temat a jedynie niejasne złe skojarzenia z Czarnobylem czy Fukushima. Dlatego jako podstawę każdego programu energetyki jądrowej uważa się wcześniejszą kampanię informacyjną, zarówno na skalę ogólnokrajową jak i zwłaszcza w gminach, w których ewentualna elektrownia jądrowa miałaby powstać. Także w Polsce w związku z planowanym uruchomieniem instalacji jądrowej na Pomorzu, PGE prowadzi działalność informacyjną obejmującą konferencje, wykłady czy uruchomione punkty informacyjne [32]. Jednak czy naprawdę, aby uruchomić elektrownię należy mieć

większość zwolenników? Czy koniecznie trzeba zwalczać przeciwników takiej inicjatywy? W rozmowach z oponentami energetyki jądrowej można zauważyć, że spora część ludzi jest „na nie” z zasady, nie wyrażając chęci na uzyskanie choćby podstawowej wiedzy na ten temat. Kampania informacyjna dotrze do ludzi poszukujących wiedzy i pomoże przesiać przez sito rozsądku informacje na temat energetyki jądrowej, której do masowej społeczności docierają za pośrednictwem mediów zazwyczaj przy okazji awarii. Jednak nie przekona na siłę ludzi, którzy przekonani być nie chcą. Zazwyczaj nie przeprowadza się referendum dotyczących budowy hipermarketów czy innych zakładów, które nie są ważne w skali całego kraju, a chcemy, aby o rzeczach tak ważnych jak przyszłość energetyczna Polski decydowały jednostki nie mające o tym pojęcia.

„Europa jest tak mała, że wszyscy mamy elektrownie jądrowe, gdziekolwiek by one nie stały” [2]. Dlaczego więc, skoro i tak mamy w swoim sąsiedztwie kilka elektrowni jądrowych, nie mielibyśmy zarazem korzystać z energii przez nie wytwarzanej?

Uważam że bezcelowe jest usilne przekonywanie ludu, gdy ten wie swoje. Żadne dane, liczby, cytaty, fakty, statystyki czy rysunki nie naruszają niezachwianej pewności przeciwników. Edukacja społeczeństwa jest potrzebna, ale to proces długofalowy. Nie da się go przeprowadzić poprzez zorganizowanie w gminie kilku konferencji. Rzetelna wiedza o działaniu elektrowni jądrowej i jej bezpieczeństwie nie oddziałuje na człowieka przez emocje, a więc nie zapada w pamięć i świadomość tak mocno jak informacje o awarii, nawet jeśli błędne, ale przez swoją sensacyjność atrakcyjne.

9. Bibliografia

[1] Zasoby biblioteki cyfrowej: <http://polona.pl/item/3003520/1/>

[2] **Syga G.**, *„Wolność wyboru czy świr atomowy”*, Wydawnictwo Uczelniane Wyższej Szkoły Inżynierskiej w Koszalinie, Koszalin 1989.

[3] **Naniewicz J.**, *„Naturalne tło promieniowania i inne źródła – percepcja ryzyka”*, Instytut Hematologii i Transfuzjologii, Warszawa.

[4] **BBVA foundation international study on scientific culture understanding of science** [online], [dostęp: 30 sierpnia 2015r.], dostępne w Internecie: <http://www.fbbva.es/TLFU/dat/Understandingsciencenotalarga.pdf>

[5] **Gałuszko K., Żołnierzak M.**, *„...żeby powiedzieć „TAK” dla tworzenia energetyki jądrowej w Polsce”*, AKAPIT, Warszawa 2011.

[6] **Chmielewski Andrzej Grzegorz**, *„Niektóre aspekty surowcowe i ekologiczne rozwoju energetyki w świecie i Polsce”* w: *Energetyka Jądrowa w Polsce*, Wolters Kluwer, Warszawa 2012.

[7] **Baurski J., Żbikowski P.**, *„Jak zasilić w energię elektryczną, ogrzać i oczyścić Warszawę, czyli elektrociepłownie jądrowe dla Stolicy”*, w: *Energetyka Jądrowa w Polsce*, Wolters Kluwer, Warszawa 2012.

[8] **Zarzycki Maciej**, *„Przegląd współczesnych jądrowych reaktorów energetycznych wykorzystywanych w światowej elektroenergetyce”*, w: *Energetyka Jądrowa w Polsce*, Wolters Kluwer, Warszawa 2012.

[9] **Hirschberg S. et al.**, *„Health Effects of Technologies for Power Generation: Contributions from Normal Operation, Severe Accidents and Terrorist Threat”*, [online], [dostęp: 10 sierpnia 2015r.], dostępny w Internecie: http://psam12.org/proceedings/paper/paper_546_1.pdf

[10] **Strupczewski A.**, *„Bezpieczeństwo elektrowni jądrowych dawniej i dzisiaj”*, [online], [dostęp: 15 sierpnia 2015r.], dostępny w Internecie:

http://www.if.pw.edu.pl/~pluta/pl/dyd/mtj/zal2/CD_II_SZKOLA/I.%20ZAGADNIENIA_OGOLNE/5_A_Strupczewski_bezpieczenstwo_elektrowni.pdf

[11] **Grodzicka-Kozak D., Okuniewska H., Górská P., „Energetyka jądrowa a zrównoważony rozwój w Polsce”**, w: Energetyka Jądrowa w Polsce, Wolters Kluwer, Warszawa 2012.

[12] **Bielski M., „Ogrzeje nas jądrowka?”**, [online], [dostęp: 13 sierpnia 2015r.], dostępny w Internecie:

<http://www.elektrownia-jadrowa.pl/ogrzeje-nas-jadrowka.html>

[13] **Tuomisto H., „Safety aspects related to deploying nuclear cogeneration for district heating: case Helsinki”**, 7. Międzynarodowa Szkoła Energetyki Jądrowej, Warszawa.

[14] **„Porozmawiajmy o Polsce z energią”**, materiały informacyjne kampanii Poznaj Atom

[15] **Jamkowski M., „Łańcuch reakcji”**, Newsweek, 2011, nr 12, str. 23-25.

[16] **Ball P., „James Lovelock reflects on Gaia's legacy”**, Nature, 2014, [online], [dostęp: 13 sierpnia 2015r.], dostępny w Internecie:

<http://www.nature.com/news/james-lovelock-reflects-on-gaia-s-legacy-1.15017>

[17] **Celiński Z., „Energetyka jądrowa z społeczeństwem”**, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1992.

[18] **Kowalski J., Zybortowicz A., „Przygotowanie spójnej strategii bezpieczeństwa wewnętrznego państwa w obszarze energetyki jądrowej”**, w: Energetyka Jądrowa w Polsce, Wolters Kluwer, Warszawa 2012.

[19] **Pankowski K., „Polacy o energetyce jądrowej i gazie łupkowym”**, [online], [dostęp: 20 sierpnia 2015r.], dostępny w Internecie:

http://www.cbos.pl/SPISKOM.POL/2013/K_051_13.PDF

[20] **„Polacy za elektrownią jądrową? Sondaż: 56 proc. ankietowanych za”**, [online], [dostęp: 20 sierpnia 2015r.], dostępny w Internecie:

<http://polska.newsweek.pl/polacy-za-elektrownia-jadrowa--sondaz--56-proc--ankietowanych-za,99899,1,1.html>

[21] **Kociszewski J.**, *„CBOS: Ponad połowa Polaków przeciwna elektrowni atomowej”*, [online], [dostęp: 20 sierpnia 2015r.], dostępny w Internecie: <http://www.polskieradio.pl/42/3167/Artykul/1302193,CBOS-Ponad-polowa-Polakow-przeciwna-elektrowni-atomowej>

[22] *„Sondaż: 58 proc. ankietowanych za budową elektrowni jądrowej”*, [online], [dostęp: 20 sierpnia 2015r.], dostępny w Internecie: <http://www.money.pl/gospodarka/wiadomosci/arttykul/sondaz-58-proc-ankietowanych-za-budowa,183,0,1681847.html>

[23] *Spektroskopia NMR* [online]. Wikipedia : wolna encyklopedia, 2014-12-27 01:02Z [dostęp: 2015-08-20 16:29Z]. Dostępny w Internecie: [//pl.wikipedia.org/w/index.php?title=Spektroskopia_magnetycznego_rezonansu_j%C4%85drowego&oldid=41345621](http://pl.wikipedia.org/w/index.php?title=Spektroskopia_magnetycznego_rezonansu_j%C4%85drowego&oldid=41345621)

[24] **Wróblewski A.K.**, *„Cywilizacja samobójców”*, rozmowę przeprowadził D. Wilczek, Newsweek, 2011, nr 12, str. 20-22.

[25] *„3,3 tys. ofiar na drogach w 2013. Ostatnie statystyki wypadków”*, [online], [dostęp: 20 sierpnia 2015r.], dostępny w Internecie: <http://www.tvn24.pl/wiadomosci-z-kraju,3/3-3-tys-ofiar-na-drogach-w-2013-ostatnie-statystyki-wypadkow,384337.html>

[26] *Statystyki wypadków drogowych*, portal organizacji PCK, [online], [dostęp: 20 sierpnia 2015r.], dostępny w Internecie: http://www.pck.pl/pages,147_190.html

[27] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005r. w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego

[28] **Isajenko K., Krajewski P.**, *„Ocena dawek od środowiska naturalnego”*, materiały wykładowe przedmiotu Dozymetria, Politechnika Warszawska.

[29] *„Radioaktywna chmura? Państwowa Agencja Atomistyki dementuje plotki”*, [online], [dostęp: 20 sierpnia 2015r.], dostępny w Internecie:

<http://www.rmf24.pl/fakty/polska/news-radioaktywna-chmura-panstwowa-agencja-atomistyki-dementuje-p,nId,1569724>

[30] Brak zagrożenia radiacyjnego, komunikat PAA, [online], [dostęp: 20 sierpnia 2015r.], dostępny w Internecie:

http://www.paa.gov.pl/aktualnosc-53-aktualizacja_komunikat_paa_ws_sytuacji.html

[31] **Prognoza zapotrzebowania na paliwa i energię do 2030r.**, Ministerstwo Gospodarki, [online], [dostęp: 15 sierpnia 2015r.], dostępny w Internecie:

<http://www.mg.gov.pl/files/upload/8134/Prognoza%20zapotrzebowania%20na%20paliwa%20i%20energii-ost.pdf>

[32] **Cichosz J., „Program of first nuclear power plant construction in Poland”, 7.** Międzynarodowa Szkoła Energetyki Jądrowej, Warszawa.

10. Załącznik A . Wzór ankiety

1. Czy chciał(a)byś aby w Polsce powstała elektrownia jądrowa?

TAK NIE NIE WIEM

2. Czy chciał(a)byś aby w Twojej gminie powstała elektrownia jądrowa?

TAK NIE NIE WIEM

3. Jeśli na któreś z poprzednich pytań odpowiedziałeś/aś „nie”, uzasadnij, dlaczego jesteś przeciwny/a (możesz zaznaczyć dowolną ilość odpowiedzi):

- obawiam się szkodliwej emisji promieniowania jonizującego
- obawiam się kradzieży paliwa i produkcji z niego bomby atomowej
- martwi mnie problem składowania odpadów promieniotwórczych (zużytego paliwa)
- uważam, że świat odchodzi już od energetyki jądrowej
- odczuwam lęk przed awarią
- uważam, że istnieje niebezpieczeństwo wybuchu jądrowego
- mam negatywne skojarzenia z Czarnobylem
- ze względu na zagrożenie życia i/lub zdrowia okolicznych mieszkańców
- ze względu na zanieczyszczenie środowiska naturalnego
- odczuwam nieokreślone zagrożenie, strach, niechęć
- uważam, że w Polsce jest niedostatek fachowców
- uważam, że Polska nie potrzebuje więcej energii
- boję się, że Polska stałaby się celem ataków terrorystycznych
- inny powód, jaki:.....

.....

4. Jeśli na pierwsze pytanie odpowiedziałeś/aś „tak”, uzasadnij, dlaczego jesteś za (możesz zaznaczyć dowolną ilość odpowiedzi):

- uważam że energetyka jądrowa jest tanim źródłem energii
- uważam, że energetyka jądrowa to źródło energii przyjazne środowisku
- ponieważ przy obecnej tendencji ciągłego wzrostu zużycia energii stosowane dzisiaj technologie jej wytwarzania nie są wystarczające, aby zaspokoić potrzeby energetyczne kraju

- energetyka jądrowa jest wydajniejszym źródłem energii niż węglowa
- ze względu na bezpieczeństwo i bezawaryjność technologii wykorzystania energii jądrowej
- ze względu na możliwość uniezależnienia od innych krajów
- ponieważ powstałyby nowe miejsca pracy
- uważam, że wówczas Polska stałaby się krajem bardziej nowoczesnym
- uważam, że spowodowałyby to obniżenie cen energii
- uważam, że zastąpienie elektrowni węglowych jądrowymi zmniejszyłoby emisję CO₂
- ze względu na wzrost znaczenia Polski na arenie międzynarodowej
- uważam, że przyczyniłoby się to do rozwoju gospodarczego kraju
- inny powód, jaki:
-

5. Przeczytaj poniższe twierdzenia i przy każdym zaznacz Prawda (jeśli uważasz, że twierdzenie jest prawdziwe) lub Fałsz (jeśli uważasz że twierdzenie jest fałszywe):

	Prawda	Fałsz
Cała promieniotwórczość na ziemi pochodzi z działalności człowieka	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Elektrownie jądrowe emitują do atmosfery mniej substancji promieniotwórczych niż elektrownie węglowe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pierwiastki radioaktywne zawarte w niektórych owocach i warzywach (np. pomidorach) pochodzą od próbných wybuchów jądrowych	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
W pobliżu elektrowni jądrowej nie powinno się mieszkać dłużej niż 10 lat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
W elektrowni jądrowej nie może nastąpić wybuch nuklearny	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Systemy bezpieczeństwa elektrowni jądrowej zadziałają nawet w przypadku odcięcia zasilania (także awaryjnego)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Toksyczność odpadów promieniotwórczych maleje z czasem	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Elektrownie jądrowe emitują porównywalną ilość zanieczyszczeń (gazów cieplarnianych, pyłów, związków siarki) co elektrownie węglowe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Płeć:

- kobieta
- mężczyzna

Wiek:

- Poniżej 18 lat
- od 19 do 35 lat
- od 36 do 50 lat
- powyżej 51 lat

Wykształcenie:

- podstawowe
- średnie
- zawodowe
- wyższe

Miejsce zamieszkania:

- wieś
- miasto do 50 tys. mieszkańców
- miasto powyżej 50 tys. do 200 tys. mieszkańców
- miasto powyżej 200 tys. mieszkańców do 500 tys. mieszkańców
- miasto powyżej 500 tys. mieszkańców

Czy jesteś studentem/absolwentem kierunku związanego z energetyką jądrową (fizyka, chemia, energetyka) lub wykonujesz pracę zawodową związaną z energetyką jądrową?

- TAK
- NIE