



O Czarnobylu, wiatrakach i ociepleniu klimatu – bez emocji...

Kazimierz Bodek

Instytut Fizyki UJ

Chyba jedną z najbardziej charakterystycznych cech życia w naszej cywilizacji jest lawinowo wzrastające „ciśnienie informacyjne”, jakiemu poddawany jest człowiek. Łatwość wytwarzania i przekazu informacji zniosła praktycznie wszystkie bariery natury technicznej i ekonomicznej po stronie nadawców. Jesteśmy bombardowani ze wszystkich stron najróżniejszymi treściami i przymuszani do ich przetwarzania. Ciągłe musimy „wyrabiać sobie własne zdanie”, „za czymś optować”, „czemuś się przeciwstawiać”. Większość ludzi, dokonując ciągłych wyborów, doznaje złudnego poczucia rosnącej niezależności i wolności. Inni natomiast, bardziej wrażliwi, którzy odkryli, że informację można tyleż łatwo wytworzyć, co zmanipulować, czują się bezsilni, a może i bardziej zniewoleni. Nie mają ani czasu, ani możliwości, aby informacje weryfikować, a wytwórców „fałszywek” skutecznie eliminować. Coraz trudniej jest też wyławiać informacje istotne i wyrabiać sobie prawdziwy obraz otaczających zjawisk. Liczne przykłady wyżej opisanych prawidłowości można znaleźć we wszystkich dziedzinach życia, ale szczególnie jaskrawe przypadki dezinformacji dotyczą wrażliwej sfery społeczno-politycznej. Ale i w nauce, gdzie dotąd starano się utrzymywać wysokie standardy, sytuacja się pogarsza.

W tym krótkim artykule chciałbym się odnieść do dziedziny, w której presja informacyjna jest tak duża, że – mówiąc obrazowo – „pacjent” uwierzył już, że jest chory i potulnie poddaje się drakońskiej i bardzo kosztownej terapii, mającej na celu wyleczenie jego rzekomej choroby. Chodzi o problem zaopatrzenia naszej cywilizacji w energię, w świetle zbliżającej się jakoby katastrofy globalnego ocieplenia klimatu Ziemi. Naukowcy krytycznie analizujący empiryczne przesłanki katastroficznych prognoz wskazują nie tylko na merytoryczne błędy w metodologii badań i interpretacji wyników, ale też na liczne przypadki manipulacji danymi, a nawet ich fałszowania. Choć przypuszczenie, że to działalność człowieka jest przyczyną zmian klimatycznych w skali globalnej, nie ma solidnych podstaw naukowych, ani nawet nie jest pewne, czy klimat Ziemi rzeczywiście się ociepla, to stwierdzenia te, jako pewniki, przeniosły się do sfer ideologii i polityki i funkcjonują tam w debacie dalekiej od obiektywizmu naukowego. Jeszcze gorzej wygląda sprawa forsowanych środków i działań, które rzekomo mają zapobiec lub przynajmniej złagodzić skutki wieszczanej katastrofy. Scenariusze rozwoju sytuacji opierają się na przewidywaniach modeli matematycznych, z których żaden nie jest w stanie poprawnie wytłumaczyć

przebiegu wypadków, które rozegrały się w ostatnich kilkudziesięciu latach. Jakże zatem można wierzyć, że prognozy na następne 100 lat są poprawne?

Tak zwane gazy cieplarniane, a w szczególności CO₂, są głównym celem ataku wyznawców tezy o antropogenicznym charakterze zmian klimatycznych na Ziemi. Twierdzą oni – i przekonali do tego znaczną część rządów – że należy radykalnie ograniczyć emisję dwutlenku węgla, której głównym źródłem jest spalanie paliw kopalnych, takich jak węgiel, ropa i gaz. Choć nie ma przekonujących argumentów, że to w czymkolwiek pomoże, to wiadomo na pewno, że negatywne skutki uboczne tych działań będą olbrzymie. A dotkną one najuboższej kraje biedne i rozwijające się. Sposoby egzekucji arbitralnie przyjętych ograniczeń emisji każą wątpić w deklarowany oficjalnie cel: ochronę zasobów naturalnych Ziemi i zachowanie ich dla przyszłych pokoleń. Przyjęty system reglamentacji tzw. kwot emisji jest wysoce nieetyczny, a do tego ma nikłe szanse skuteczności. Handel tymi kwotami, porównywany czasem do handlu odpadami w średniowieczu, oznacza tylko tyle, że źródła emisji będą się przemieszczać, a to w skali globalnej nie ma większego znaczenia. Poza tym, jeśli na takim procederze można będzie dobrze zarabiać (kwoty transferowane w ciągu nadchodzących trzydziestu lat są szacowane na kilkadziesiąt bilionów dolarów), to handlarze emisjami, dbając o własne zyski, będą się starać, żeby emisja się nie zmniejszała. Gdyby pomysłodawcom systemu kwot rzeczywiście chodziło o szybkie zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych, to przekazywaliby nowoczesne technologie nieodpłatnie, bądź przynajmniej zgadzałyby się na to, że środki z karnych opłat za nadmierną emisję pozostają na miejscu. Mogliby co najwyżej kontrolować, czy są one inwestowane w rozwój energooszczędnych i niskoemisyjnych technologii. Takich altruistycznych postaw nie należy się jednak spodziewać, obserwując choćby zachowanie koncernów farmaceutycznych i osłaniających je rządów wobec plagi AIDS w Afryce.

Nie jest tajemnicą, że opisane wyżej sankcje będą szczególnie dotkliwe dla polskiej gospodarki, która jest w fazie mozolnego wydobywania się z głębokiego zacofania. Elektryczność, wytwarzana w Polsce prawie wyłącznie przez spalanie węgla, z dnia na dzień może się stać niemalże dwukrotnie droższa, obniżając konkurencyjność polskich wyrobów.

Czy w tej sytuacji grozi polskiej gospodarce katastrofa? Czy znaleźliśmy się w pułapce, z której nie ma wyjścia? Czy jesteśmy skazani na regres cywilizacyjny, bo mniejsza konsumpcja energii, szczególnie elektrycznej, to właśnie oznacza? Zdecydowana większość ekspertów oceniających sytuację daje odpowiedzi uspokajające, pod warunkiem, że w najbliższych latach dokonamy strategicznych zmian w polskiej energetyce. Od wyboru strategii będzie zależeć los kraju i jego mieszkańców w następnych dziesięcioleciach. W kraju demokratycznym taka decyzja nie jest łatwa, bo wymaga zdobycia poparcia większości społeczeństwa. Dochodzenie do optymalnego rozwiązania zawsze będzie napotykać sprzeciw różnych grup interesu, których przywódcy wykorzystają

wszystkie środki, nie wyłączając manipulacji i zwykłego kłamstwa, aby osiągnąć swój cel. Zwalczanie takich działań jest o tyle trudne, że argumentacja opiera się o dość zaawansowaną wiedzę techniczną, a przeciwnicy racjonalnych rozwiązań przemawiają do ludzkich emocji. Tak jest i w Polsce: jednoznaczne wnioski z wielu niezależnych i na chłodno prowadzonych przez fachowców analiz przegrywają z populistycznymi hasłami, szeroko rozpowszechnianymi przez środki masowego przekazu. Zarządzający *mass mediami* coraz częściej poświęcają jakość informacji na rzecz łatwego zysku z reklam, osiąganego przez przyciąganie odbiorców sensacjami, a wizja globalnej katastrofy ekologicznej czy awarii reaktora, który zamienia się w bombę atomową i powoduje śmierć milionów ludzi, jest łatwa do sprzedania. Trzeba uczciwie przyznać, że opisana wyżej trudność w dotarciu do społeczeństwa ze sprawami energetyki i przeprowadzenia rzeczowej i obiektywnej dyskusji nie jest zjawiskiem typowo polskim. Borykają się z nią Niemcy, Austriacy, Amerykanie i Włosi, żeby wymienić najbardziej drastyczne przykłady. Jednakże u nas problem jest o tyle groźniejszy, że skutki nietrafionej decyzji nie będą się dały złagodzić przez dostępne rezerwy gospodarcze, czy finansowe – bo takich rezerw nie mamy.

Jak zatem przebudować polską energetykę, aby, z jednej strony, zapewnić dostateczną ilość taniej energii elektrycznej dla gospodarki, a z drugiej, znacząco obniżyć emisję CO₂ i nie płacić drakońskich kar? Eksperci są zgodni: należy sukcesywnie, ale szybko zastępować wyeksploatowane elektrownie spalające węgiel brunatny i kamienny instalacjami, które czerpią energię z rozszczepienia uranu. Przemawiają za tym rozwiązaniem właściwie wszystkie kluczowe argumenty. A więc: energia jądrowa jest (1) bezpieczna, (2) czysta ekologicznie, (3) nie wywiera żadnego negatywnego wpływu na zdrowie mieszkającej w pobliżu ludności, (4) jest najtańsza ze wszystkich możliwych rozwiązań, (5) gwarantuje stabilne, niskie ceny prądu w skali kilkudziesięciu lat i (6) jej wykorzystanie nie jest zagrożeniem dla polskiego górnictwa węglowego. Jeżeli w tym miejscu Czytelnik dojdzie do wniosku, że stawiam tezy dokładnie odwrotne do tego, co na temat energetyki jądrowej powszechnie wiadomo, to będzie to jeszcze jeden dowód gruntownego zafałszowania obrazu rzeczywistości, który kreują media.

Politycy są w większości świadomi, jak się sprawy mają naprawdę, ale nie podejmą żadnych decyzji strategicznych bez pewności szerszego społecznego poparcia. Skutki takich decyzji będą przecież widoczne nie wcześniej niż za kilkanaście lat, a to jest okres zbyt długi w porównaniu z cyklem parlamentarnym. Zatem, żeby ułatwić im podjęcie właściwej, to znaczy korzystnej dla większości obywateli decyzji, musimy zmienić nieprzychylnie nastawienie tych ostatnich do energetyki jądrowej. Czytelnik *Fotonu* – nauczyciel, uczeń, student – może stać się bardzo efektywnym propagatorem prawdy o energetyce jądrowej, o ile sam będzie przekonany o jej zaletach. Przede wszystkim, Czytelnik *Fotonu* potrafi liczyć i nie reaguje alergicznie na zagadnienia z dziedziny fizyki

czy techniki. Posiada więc podstawowe narzędzia, aby informacje weryfikować. Poza tym jest niezależny – nie można go posądzić o konflikt interesów, jak ekspertów, którym zwykle zarzuca się stronnictwo. I najważniejsze: może dotrzeć do „zwykłych ludzi” w swoim środowisku, którzy zapewne dadzą się przekonać, o ile sprawy będą przedstawione uczciwie, otwarcie i przystępnie. W dalszym ciągu omówię kilka najbardziej rozpowszechnionych mitów na temat energii jądrowej i jej wykorzystania do wytwarzania elektryczności.

Bezpieczeństwo

Na powstanie i rozpowszechnienie mitu o dużym ryzyku związanym z energetyką jądrową złożyło się wiele czynników. Przede wszystkim, jest to młoda dziedzina przemysłu, która rozwijała się równolegle, a czasem wspólnie z wykorzystaniem rozszczepienia uranu do celów militarnych. Negatywne skojarzenia mają swoje źródła w bombardowaniu Hiroszimy i Nagasaki pod koniec drugiej wojny światowej, w próbach broni masowego rażenia w okresie zimnej wojny oraz proliferacji militarnych materiałów i technologii jądrowych. Tzw. przeciętny obywatel wyrobił sobie nieprawdziwe przekonanie, że każdy, kto eksploatuje cywilny reaktor energetyczny, ma automatycznie dostęp do broni jądrowej. Współczesne reaktory energetyczne tak dalece nie nadają się do zastosowań militarnych, że szczegóły ich konstrukcji, czy procedury eksploatacji są całkowicie jawne. Jawność i otwartość są zresztą ważnymi elementami systemu bezpieczeństwa elektrowni jądrowych. Jest paradoksem, że np. technologie komputerowe i telekomunikacyjne, gdzie przemieszanie zastosowań cywilnych i wojskowych jest oczywiste, nie budzą żadnych sprzeciwów społecznych. Poza tym, niektórzy sobie wyobrażają, że reaktor jądrowy, w niekorzystnych okolicznościach, może zamienić się w bombę jądrową. Żaden reaktor, również wojskowy, nawet w czasie najcięższej awarii, takiej, jaka np. wydarzyła się w Czarnobylu, w bombę jądrową się nie przekształci. Gwarantują to prawa natury i nawet celowe działanie człowieka (np. akt terroryzmu) takiej zamiany nie może spowodować.

Ale czy skutki awarii w Czarnobylu, mimo że nie zakończyła się ona eksplozją jądrową, nie są wystarczającym ostrzeżeniem, żeby raz na zawsze zrezygnować z wykorzystania reaktorów jądrowych do celów cywilnych? I na to pytanie odpowiedź jest przecząca. Przede wszystkim, po 22 latach od tamtej katastrofy, jej skutki są daleko mniejsze niż się spodziewano. Liczba przypadków śmierci, w których da się udowodnić choćby luźny związek z pochłoniętymi dawkami uwolnionego w czasie awarii promieniowania, nie przekracza 50. Ten dobrze uzasadniony badaniami medycznymi i epidemiologicznymi fakt stoi w jawnej sprzeczności z rozpowszechnianym mitem, jakoby liczba ofiar śmiertelnych awarii w Czarnobylu sięgała milionów. Nie znajdują też potwierdzenia empirycznego doniesienia o zwiększonej częstotliwości zachorowań na nowotwory, uszkodzeń genetycznych u noworodków, czy martwych urodzeń, jako

skutku pochłoniętych, dodatkowych dawek promieniowania. Najbardziej widoczny, negatywny wpływ na zdrowie ludności z okolic tej elektrowni miały błędne decyzje w czasie likwidacji skutków awarii. I tak, dzisiaj wiadomo, że decyzja o trwałym przesiedleniu większości mieszkańców skażonych terenów wokół elektrowni była błędna i wywołała więcej szkód niż pożytku. Obecnie poziom radioaktywności na większości skażonych w czasie awarii terenów jest niższy niż naturalne tło w Skandynawii. Poza tym, zestawienie danych z awarii czarnobylskiej z innymi wypadkami przemysłowymi dużej skali, czy kataklizmami naturalnymi, daje właściwą perspektywę i odbiera jej atrybut największej katastrofy przemysłowej w dziejach ludzkości.

Ale są jeszcze inne, ważne powody, dla których nie należy się obawiać powtórzenia dramatu czarnobylskiego w innej elektrowni jądrowej. Typ reaktora, który pracował w Czarnobylu, nigdy nie uzyskałby zgody na eksploatację poza Związkiem Radzieckim. Na Zachodzie zrezygnowano z takich konstrukcji nawet do celów wojskowych, choć jest to znakomite narzędzie do produkcji plutonu o właściwościach wymaganych w bombach jądrowych. Powodem jest powszechnie znany fakt, że ten typ reaktora, jako jedyny, nie gwarantuje samoczynnego wyłączenia w sytuacjach awaryjnych. Bez akcji z zewnątrz, a ta, jak wiadomo, zawiodła w czasie wypadków, które rozegrały się w Czarnobylu 26 kwietnia 1986 roku, reaktor taki musi ulec samozniszczeniu. Przyczyny i okoliczności, które doprowadziły do tragicznej w skutkach awarii w elektrowni czarnobylskiej są dokładnie znane, ale ich omówienie wykracza poza ramy niniejszego artykułu. Dość stwierdzić, że 90% pracujących obecnie na świecie i planowanych do zainstalowania (w tym również w Polsce) elektrowni jądrowych stosuje reaktory z moderatorem wodnym, których właściwości są doskonale poznane i sprawdzone. W ciągu skumulowanych ponad 10 000 „reaktorolat” ich pracy nie zanotowano ani jednego wypadku śmiertelnego – wynik bez precedensu w działalności przemysłowej człowieka. Warto sobie w tym miejscu uświadomić, że np. prawdopodobieństwo utraty życia w wyniku wypadku samochodowego w Polsce wynosi obecnie jak 1:100! Osiągnięcie tak wysokiego poziomu bezpieczeństwa w reaktorach jądrowych ma swoje racjonalne przyczyny. Cywilna energetyka jądrowa, działając pod silną presją opinii publicznej i swoich zagorzałych przeciwników, żeby przetrwać, musiała zastosować normy i systemy bezpieczeństwa, które są znacznie wyższe i skuteczniejsze niż w innych dziedzinach przemysłu. Dziwić może tylko fakt, że mimo tych kosztownych rozwiązań, pozyskiwana z rozszczepienia uranu energia elektryczna jest i tak najtańsza.

Wpływ na środowisko naturalne

Kolejnym mitem, pokutującym w społeczeństwie, jest przekonanie o zdecydowanie negatywnym wpływie elektrowni jądrowej na środowisko naturalne. Nie potwierdzają tego rzeczywiste dane, a jeszcze dobitniej, porównanie z innymi

rodzajami instalacji do produkcji elektryczności. Elektrownie jądrowe zajmują mało miejsca, znacznie mniej niż węglowe, nie emitują praktycznie żadnych szkodliwych substancji w czasie eksploatacji, a problem składowania zużytego paliwa jest sztucznie wyolbrzymiany. Nawet najtańszy sposób, bez przetwarzania i zeszklenia odpadów, aby uniemożliwić procesy wypłukiwania przez wody gruntowe w podziemnych stanowiskach, daje pełną gwarancję bezpieczeństwa. Istnieje przekonujący dowód empiryczny na potwierdzenie powyżej tezy. Dwa miliardy lat temu, na terenie dzisiejszego Gabonu, działały w tamtejszych formacjach geologicznych naturalne reaktory jądrowe. „Odpady” radioaktywne z pracy tych reaktorów nigdy nie wydostały się do biosfery, ani w wyniku procesów geologicznych, ani wskutek wypłukiwania przez wodę. Poza tym, zużytego paliwa jądrowego nie należy traktować, jako nieprzydatnych odpadów. Zawiera ono jeszcze zasoby energii rozszczepialnej daleko większe niż dotychczas wykorzystano. Technologie pozwalające „spalać” zużyte w dzisiejszych reaktorach paliwo już istnieją, ale wymagają jeszcze dopracowania oraz muszą stać się tańsze.



Widok na elektrownię jądrową w Bohunicach

Elektrownia jądrowa w czasie pracy nie emituje CO₂, ani innych szkodliwych substancji, a uwzględniając emisję przy wytwarzaniu materiałów konstrukcyjnych, a nawet działania przy likwidacji elektrowni, otrzymuje się ilości CO₂, przypadające na jednostkę wyprodukowanej energii elektrycznej, na poziomie niższym, niż w przypadku pozornie ekologicznie czystej energii wiatrowej. Obciążenie środowiska przez zrzut tzw. ciepła odpadowego jest dla elektrowni jądrowej podobne, jak w zaawansowanych technologicznie elektrowniach węglowych. Poza tym, środowisko nie jest obciążane siecią infrastruktury transportu, która byłaby potrzebna do dostarczenia wielu milionów ton węgla i odwiezienia kilkuset tysięcy ton popiołów w ciągu jednego roku. Zaś śladowe ilości substancji radioaktywnych, które wydostają się do atmosfery w czasie eksploatacji reaktora jądrowego, są kilkakrotnie mniejsze niż w przypadku nowoczesnego kotła węglowego o takiej samej mocy.



Elektrownia węglowa

Wpływ na zdrowie ludności

Zdrowie ludności, szczególnie mieszkającej w najbliższym otoczeniu każdej dużej instalacji przemysłowej, jest przedmiotem zainteresowania i dokładnych analiz na etapie projektowania i wyboru lokalizacji pod przyszłą inwestycję. Znikomy wpływ elektrowni jądrowej na środowisko naturalne oznacza równocześnie znikomy wpływ na zdrowie okolicznych mieszkańców. Najwyższe standardy bezpieczeństwa i monitoringu prawidłowej pracy takich instalacji powodują, że zbyteczne stało się nawet wyznaczanie stref ochronnych, wyłączonych z zasiedlenia. Przeciwnie, mieszkańcy najbliższych okolic elektrowni czerpią dodatkowe profity z tego powodu: korzystają z darmowego ciepła odpadowego, które można wykorzystać do ogrzewania mieszkań czy prowadzenia upraw roślin w szklarniach. Oprócz wpływu samych elektrowni na zdrowie mieszkańców, należy wziąć pod uwagę potencjalne skutki zdrowotne dla ludzi uczestniczących w całym cyklu, którego produktem finalnym jest energia elektryczna: od wydobycia i przetworzenia rudy uranu, poprzez eksploatację elektrowni, aż do utylizacji i składowania odpadów radioaktywnych. Okazuje się, że negatywne skutki i ryzyko są wielokrotnie mniejsze niż np. w cyklu węglowym. Nie potwierdzają się alarmistyczne doniesienia o nadzwyczajnych problemach zdrowotnych pracowników przemysłu jądrowego i ludzi mieszkających w pobliżu miejsc jego lokalizacji. Wszystkie dotychczasowe doniesienia tego typu zostały zweryfikowane negatywnie. Przeciwnie, pracownicy przemysłu jądrowego cieszą się na ogół lepszym zdrowiem niż ich koledzy z innych dziedzin

przemysłu. Ten fakt też znajduje racjonalne wytłumaczenie: są to, przeciętnie rzecz biorąc, ludzie lepiej wykształceni, lepiej zarabiający, cieszący się wyższymi standardami życia i opieki zdrowotnej.

Aspekty ekonomiczne

Ekonomia jest jednym z najważniejszych czynników w planowaniu inwestycji na dużą skalę. Zalety bezpieczeństwa, neutralności ekologicznej, czy braku negatywnych skutków zdrowotnych u okolicznej ludności straciłyby na znaczeniu, gdyby się okazało, że elektryczność pozyskiwana z rozszczepienia uranu jest droższa od rozwiązań alternatywnych. To, co przemawia do wyobraźni przeciętnego odbiorcy energii elektrycznej, to jest efektywny koszt jednej kilowatogodziny. Czasy, gdy elektryczność z reaktorów jądrowych była droższa od elektryczności z innych źródeł, należą do przeszłości. W warunkach polskich, uwzględniając tzw. koszty zewnętrzne (opłaty wynikające ze zobowiązań proekologicznych), elektryczność jądrowa będzie co najmniej o 50% tańsza od węglowej i 2–5-krotnie tańsza od energii ze źródeł odnawialnych. Na atrakcyjność ekonomiczną energetyki jądrowej składa się wiele unikalnych czynników. Najważniejsze z nich, to: (1) niski udział kosztu paliwa w finalnej cenie elektryczności, który nie przekracza 5%, (2) bardzo wysoka dyspozycyjność i stopień wykorzystania zainstalowanej mocy – powyżej 90%, (3) nadzwyczajnie długi czas eksploatacji, który obecnie sięga 60 lat. Należy zaznaczyć, że choć w przypadku elektrowni jądrowej nakłady inwestycyjne są znaczne, to koszty obsługi kapitału można zminimalizować przez staranne przygotowanie inwestycji. Choć cała inwestycja musi trwać długo, nawet 10 lat, to okres budowy – i intensywnego wydawania kapitału, bez przychodów ze sprzedaży elektryczności – można skrócić nawet do 36 miesięcy.

Przeciwnicy energetyki jądrowej często podnoszą nieprawdziwy argument, że energia z tego źródła będzie szybko drożeć, bo jakoby na wyczerpaniu są zasoby uranu na Ziemi. Zasoby uranu na Ziemi są olbrzymie, a właściwe pytanie brzmi: ile chcemy zapłacić za ekstrakcję uranu z rud uboższych? Szacuje się, że jeśli tempo eksploatacji złóż oraz cenę czystego uranu ustalić na obecnym poziomie, to stan ten da się utrzymać przez następne 50 lat. Jeśli byśmy jednak zgodzili się płacić za czysty uran dwukrotnie więcej niż obecnie, to wystarczy go na następne 500 lat. Ze względu na niski udział paliwa w kosztach finalnych elektryczności, zdrożałaby ona wtedy nie więcej niż o 10%. Szacunki te zakładają proces w oparciu o współcześnie pracujące reaktory termiczne, gdzie stopień wykorzystania uranu jest znikomy. Jeśli uwzględnić fakt, że w przyszłości będziemy stosować tzw. reaktory prędkie, a ich technologia jest już daleko zaawansowana, to wykorzystanie uranu zwiększy się 100-krotnie. A w zapasie mamy jeszcze tor, którego w skorupie ziemskiej jest czterokrotnie więcej niż uranu. Na koniec warto wspomnieć, że szacowane ceny elektryczności z rozszczepienia uranu włączają koszt likwidacji elektrowni po zakończeniu

jej eksploatacji i pełnej rekultywacji terenu. Zakłada się przy tym, że stan końcowy miejsca po zlikwidowanej siłowni jądrowej będzie lepszy niż przed rozpoczęciem budowy. Podsumowując należy stwierdzić, że rzetelnie przeanalizowane aspekty ekonomiczne, jednoznacznie przemawiają za energetyką jądrową.

Energetyka jądrowa w warunkach polskich

Kolejnym mitem, na który chętnie powołują się politycy, usprawiedliwiając swoje zaniechania względem energetyki jądrowej, jest teza, że budowa elektrowni jądrowych uderzy w „polski węgiel” pogarszając i tak trudną sytuację w przemyśle wydobywczym. Teza taka jest też na rękę etatowym działaczom licznych górniczych związków zawodowych. W rzeczywistości jednak rozwój energetyki jądrowej byłby szczególnie korzystny dla gęsto zaludnionego i konsumującego duże ilości energii Śląska. Węgiel kamienny jest nie tylko podstawowym nośnikiem energii, ale też bardzo cennym surowcem dla przemysłu chemicznego. Paradoksalnie (a może i nie?) czym gorsza jakość węgla (w sensie energetycznym), tym cenniejszy jest on dla przemysłu chemicznego. Wykorzystywanie węgla, bez przetworzenia, do opalania kotłów, jest bardzo nieracjonalnym pozbywaniem się „czarnego złota”. Węgiel kamienny można przetworzyć też na szlachetne gatunki paliw płynnych według znanej od dawna technologii chemicznej. Niestety, technologia ta nie jest szerzej stosowana, bo wymaga znacznych ilości energii, głównie cieplnej, przez co produkt końcowy jest zbyt drogi. Jednakże, zastosowanie bardzo ekonomicznych tzw. wysokotemperaturowych reaktorów jądrowych stwarza nowe możliwości. Przy wysokich i niestabilnych cenach ropy i gazu, upłynnianie węgla w instalacjach zasilanych z reaktorów jądrowych staje się atrakcyjną ekonomicznie alternatywą. Polski Śląsk ma idealne wprost warunki, aby tę technologię wypróbować i rozwinąć na szeroką skalę. Mogłaby to być w końcu znacząca w skali światowej polska specjalność przemysłowa, a takiej obecnie nie mamy. A zdewastowany Śląsk uzyskałby fundusze na rozwój i istotną poprawę warunków życia jego mieszkańców. Pamiętać też należy, że złoża węgla w Polsce są już dość mocno wyeksploatowane. Jeśli chcemy dalej wydobywać węgiel, to potrzebne będą duże środki na poszukiwania nowych złóż i budowę nowych kopalń, z reguły w trudnych warunkach geologicznych. Specjaliści uważają, że wizja symbiozy węglowo-jądrowej nie jest tak nierealna, jakby się na pierwszy rzut oka wydawało.

Znaczenie odnawialnych źródeł energii w Polsce

Cała dotychczasowa dyskusja o zaletach energetyki jądrowej byłaby zbędna, gdyby się okazało, że istnieją ekonomicznie uzasadnione alternatywy. W tym kontekście należy się zastanowić nad możliwościami wykorzystania w Polsce tzw. *odnawialnych źródeł energii*. Zalicza się do nich, między innymi, hydro-

energię, energię promieniowania Słońca, energię geotermalną, maretermalną (energia cieplna prądów morskich) i maredynamiczną (energia przyływów i falowania mórz), a także energię wiatru oraz zawartą w biomacie. W polskich warunkach geograficzno-klimatycznych jedynie hydroenergia, energia wiatru oraz energia biomasy teoretycznie mogą stanowić podstawę produkcji energii elektrycznej. Hydroelektrownie dostarczają w Polsce obecnie tylko 3% energii. Niestety, nie mamy właściwie żadnych możliwości znaczącej rozbudowy tej gałęzi energetyki, a niezwykle kosztowne i nieobojętne środowisku inwestycje w rejonie Dolnej Wisły mogą co najwyżej zwiększyć ten udział do 5–6%. Brak zaplecza hydroelektrowni rzutuje też negatywnie na zwiększenie udziału energii wiatru. Okazuje się, że ta – w powszechnym mniemaniu – darmowa energia jest w ostateczności bardzo droga i nawet w Danii, kraju stawianym jako przykład wzorowego zagospodarowania wiatru, nie mogłaby być stosowana bez znacznych subwencji. Zasadniczą wadą wiatru jest jego nieregularność, a prognozy pogody są niepewne. Jeśli wiatr przestaje wiać, to dostawy prądu trzeba natychmiast zapewnić z innego źródła. Jeśli wiatr wieje mocno, a zapotrzebowanie na prąd w pobliżu elektrowni jest niewielkie, to energię trzeba natychmiast przesłać do dalszych odbiorców, żeby choć trochę zarobić na jej produkcji. Aby móc włączyć znaczących rozmiarów elektrownię wiatrową do centralnej sieci energetycznej, należy dysponować zapleczem mocy zapasowej, którą da się w krótkim czasie uruchomić, oraz rozbudowaną siecią przesyłową, zdolną do przyjęcia skokowych dawek energii. W takiej sytuacji jest właśnie Dania, która korzysta z rezerwowości mocy hydroelektrowni norweskich i jądrowych w Szwecji oraz może przesłać skokowe nadwyżki do Niemiec, dzięki rozbudowanej sieci przesyłowej. Polska nie ma takich możliwości i nie można się ich spodziewać w perspektywie ćwierćwiecza. Kolejną wadą wiatraków jest ich mała trwałość i awaryjność. Turbina wiatrowa pracuje nie dłużej niż 20 lat (elektrownia jądrowa – 60!) i w tym czasie trzeba czterokrotnie wymienić w niej drogi system przekładni głównej. Zmienność siły wiatru jest też przyczyną niskiego stopnia wykorzystania zainstalowanej mocy w elektrowniach wiatrowych. W warunkach polskich nie przekracza on 15%, czyli trzeba zbudować prawie siedmiokrotnie większą instalację niż się będzie wykorzystywać, albo inaczej: przeciętnie tylko jeden z każdych siedmiu wiatraków będzie wykorzystany. Większe instalacje wiatrowe są proporcjonalnie droższe i zajmują znacznie więcej powierzchni. Jest to efekt niespotykany w elektrowniach konwencjonalnych i jądrowych. Nieprawdziwe jest też przekonanie, że wiatraki są przyjazne środowisku. Abstrahując już od estetyki krajobrazu upstrzonego setkami 100-metrowych turbin, od uciążliwego hałasu, który emitują, okazuje się przy rzetelnym rozliczeniu, że nie zmniejszają emisji CO₂, w porównaniu do elektrowni węglowych. Ten zaskakujący wynik bierze się stąd, że turbiny wiatrowe wymagają potężnych fundamentów oraz budowy sieci dróg dojazdowych, a do tego potrzeba dużo cementu. Jak wiadomo, produkcja cementu jest nie

tylko bardzo energochłonna, ale obciąża środowisko znacznymi emisjami CO₂ i pyłu. Elektrownie wiatrowe, jako alternatywa dla węgla, nie mogą więc być w Polsce poważnie brane pod uwagę.



Elektrownia wiatrowa

Jedynie opalanie kotłów granulatem z biomasy (ścinki drewna z lasów oraz ze specjalnych plantacji roślin energetycznych) mogą częściowo zastąpić węgiel. W przypadku spalania biomasy rzeczywista emisja CO₂ nie jest mniejsza niż dla węgla, chociaż, z niejasnych pobudek, nie obciąża się jej podatkiem ekologicznym, jak spalanie węgla, ropy, czy gazu. Jednakże i tu efekt ekonomiczny jest wątpliwy, jeśli uwzględnić problemy transportu oraz wielkość obszarów potrzebnych pod plantacje. Poza tym, sztuczne stymulowanie produkcji biomasy do celów energetycznych na wielką skalę doprowadziło już do poważnych perturbacji na światowym rynku żywności. Zwiększenie areалу pod plantacje roślin energetycznych, kosztem upraw zboża i kukurydzy, tak drastycznie zwiększyło ceny tych ostatnich, że w krajach biednych wzrosło widmo głodu.

Podsumowując to skrótowe z konieczności omówienie alternatywnych rozwiązań dla polskiej elektroenergetyki należy stwierdzić, że inwestycje w elektrownie jądrowe nie znajdują rzeczywistych i poważnych rozwiązań konkurencyjnych. Elektrownie jądrowe spełniają wszystkie wymagania bezpieczeństwa i nowoczesności. Są oszczędne i gwarantują stabilne i niskie ceny energii w perspektywie kilkudziesięciu lat. Ich wprowadzenie i eksploatacja nie tylko będzie miała korzystny wpływ na stan środowiska naturalnego, ale i da szansę polskiemu przemysłowi na ożywienie i unowocześnienie technologiczne. Uważam, że pilne i systematyczne przestawianie polskiej energetyki na produkcję elektryczności z rozszczepienia uranu jest koniecznością. Wniosek ten jest niezależny od tego, czy wierzy się w skuteczność forsowanych rozwiązań, z punktu widzenia złagodzenia negatywnych skutków globalnego ocieplenia klimatu Ziemi, czy się w to nie wierzy. W polskich warunkach tylko elektrownie jądrowe stwarzają

we stwarzają szansę, że zdołamy uniknąć nadmiernego zanieczyszczenia środowiska i zarazem będziemy w stanie produkować energię w ilościach wystarczających do zaspokojenia wszystkich potrzeb.

Zainteresowany omawianą tutaj problematyką Czytelnik *Fotonu* znajdzie szereg ważnych informacji, w tym szczegółowe dane i ich porównania, w proponowanych poniżej pozycjach bibliograficznych. Szczególnie polecam serię artykułów przystępnie napisanych przez doktora Andrzeja Strupczewskiego i współpracowników i opublikowanych w Biuletynie Miesięcznym Polskich Sieci Energetycznych S.A. Większość tych materiałów jest dostępna w Internecie.

Literatura

- [1] Roy W. Spencer, *Climate Confusion*, Encounter Books, New York, London, 2008.
- [2] B. Lomborg, *Cool It*, Alfred A. Knopf, New York, 2008.
- [3] I. Murray, *The Really Inconvenient Truths*, Regnery Publishing, Inc., Washington DC, 2008.
- [4] Alan M. Herbst, Gorge W. Hopley, *Nuclear Energy Now*, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, 2007.
- [5] Grzegorz Jezierski, *Energia jądrowa wczoraj i dziś*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 2005.
- [6] A. Hrynkiewicz, *Energia – wyzwanie XXI wieku*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków, 2002.
- [7] Georges Charpak, Richard L. Garwin, *Błędne ogniki i grzyby atomowe*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 1999.
- [8] A. Strupczewski et al., Biuletyn Miesięczny PSE, Cykl: *Energetyka atomowa*, 2005–2007.

Od Redakcji:

Z publicystyki polecamy artykuł Bjørna Lomborga *Bardzo, bardzo sceptyczny ekolog*, „Przekrój”, 4 grudnia 2008, s. 44.