

EKSPERT: BRYTYJCZYCY WRACAJĄ DO ATOMU. "RENESANS SEKTORA"

Podjęta przez zarząd EDF w dniu 28 lipca decyzja o rozpoczęciu budowy elektrowni jądrowej Hinkley Point C z reaktorami EPR oznacza punkt zwrotny w rozwoju brytyjskiej energetyki - pisze prof. dr inż. Andrzej Strupczewski.

Podjęta przez zarząd EDF w dniu 28 lipca decyzja o rozpoczęciu budowy elektrowni jądrowej Hinkley Point C z reaktorami EPR oznacza punkt zwrotny w rozwoju brytyjskiej energetyki.

Wielka Brytania zbudowała w XIX wieku swą potęgę przemysłową w oparciu o spalanie węgla, ale wzrost kosztów wydobycia i dążenie do redukcji zanieczyszczeń powietrza emitowanych przy spalaniu węgla doprowadziły do masowego zamykania kopalni i spadku wydobycia. Kolejne rządy Wielkiej Brytanii zamykały kopalnie węgla, chociaż jego zasoby były nadal duże. Energetyka miała opierać się na elektrowniach wiatrowych na lądzie i na morzu. W grudniu 2015 r. zamknięto ostatnią głęboką kopalnię węgla kamiennego. Tymczasem jednak okazało się, że elektrownie wiatrowe nie spełniają pokładanych w nich nadziei.

Zapewnienie priorytetu budowie wiatraków na lądzie i na morzu wydawało się dobrą decyzją z uwagi na wyśmienite warunki wiatrowe, jakie występują na zachodnich wybrzeżach Szkocji i Irlandii. Silne wiatry wiejące z Atlantyku pozwalają tam uzyskiwać duże prędkości wiatru wynoszące średnio w ciągu roku powyżej 8.5 m/s. Współczynnik wykorzystania mocy zainstalowanej wynosi tam od 0,27 do 0,30, to znaczy średnia w ciągu roku moc turbiny wiatrowej o nominalnej mocy 1 MW wynosi od 0,27 MW do 0,3 MW. Są to parametry dużo lepsze niż w Polsce. U nas w najdogodniejszym dla wiatraków rejonie wybrzeża Bałtyku, a mianowicie w okolicy Łeby, średnie prędkości wiatru na wysokości 100 m sięgają 6,5 m/s. a średni roczny współczynnik wykorzystania mocy zainstalowanej wynosi 0,22.

Dlatego rządy w UK od połowy lat 90-tych uważały wiatr za najlepsze źródło energii. Ale gorzkie doświadczenie wykazało, że wiatr jest zawodny- nie można na nim bazować zasilania kraju. Na przykład w ciągu dwóch lat, od listopada 2008 do grudnia 2010 okresy, gdy wiatraki brytyjskie dawały łącznie mniej niż 20 MW, zdarzały się średnio co 6,5 dnia i trwały średnio przez 5 godzin. Okresy o łącznej mocy całej floty wiatraków poniżej 10 MW występowały średnio co 15,5 dnia i trwały średnio przez 4,5 h. W tym okresie wiatraki w Wielkiej Brytanii pracowały na mocy mniejszej od 5% mocy nominalnej przez 18% czasu, a na mocy mniejszej niż 1,25% mocy nominalnej przez 3.1% czasu to jest przez ponad 270 godzin rocznie! Te wyniki zebrane dla całego obszaru wysp brytyjskich pokazały, że bardzo mała moc wiatru występuje często i nie ogranicza się do wybranych pór roku.

Lobbyści energii wiatrowej twierdzą, że wahania mocy wiatru można wyrównać budując sieć, która będzie obejmowała wiele krajów. Jednak doświadczenie pokazało, że brak wiatru może występować na dużym obszarze. Np. o godz. 17.30 w dniu 7 grudnia 2010, gdy w Wielkiej Brytanii potrzeba było 60 050 MW, cała flota brytyjskich farm wiatrowych o mocy 5200 MW produkowała tylko 300 MW (tzn. miała współczynnik wykorzystania mocy zainstalowanej ok. 5%). Jedna z największych farm

wiatrowych o mocy 322 MW (Whitelee Wind Farm) wytwarzała około 5 MW (tzn. 1,6%). W dniu 21 grudnia, w momencie największych mrozów, elektrownie wiatrowe dawały łącznie tylko 20 MWe, a więc mniej niż 1% mocy nominalnej. W efekcie Wielka Brytania musiała kupować energię od Francji.

Okresy ciszy wiatrowej mogą trwać długo – średnio 4 do 5 godzin, ale czasem przez tydzień i dłużej. Można postulować, by w tym czasie nie włączać prądu – i nie ogrzewać domów, ale Brytyjczycy marznący w grudniu czy styczniu żądali dostaw energii.

A jednocześnie koszty subsydiów dla deweloperów wiatraków rosły z każdym rokiem, podobnie jak dzieje się jeszcze wciąż w Niemczech. W 2015 roku Brytyjczycy dopłacili do energetyki odnawialnej 800 mln funtów. Było to mniej niż w Niemczech, gdzie roczne koszty transformacji energetycznej przekraczają 24 miliardy euro (rocznie!), ale w wielu brytyjskich rodzinach wystąpiło zjawisko „ubóstwa energetycznego”, a według przewidywań urzędowych roczne dopłaty do OZE miały w Wielkiej Brytanii dojść do 8 miliardów funtów szterlingów rocznie.

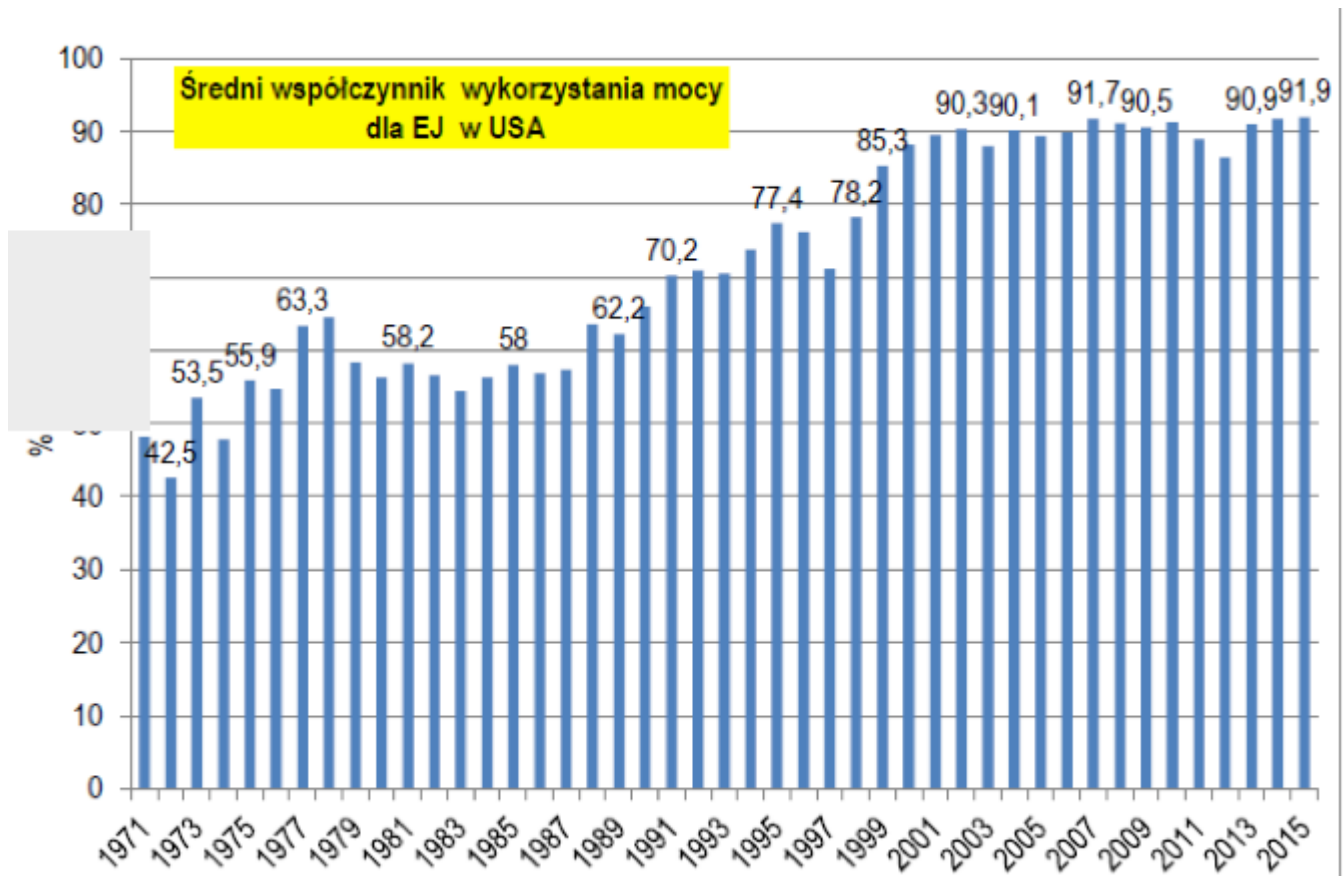
Dlatego w 2015 roku partia konserwatywna w Wielkiej Brytanii poszła do wyborów z hasłem redukcji subsydiów dla wiatraków. Okazało się, że ludność poparła zdecydowanie ten kierunek działania i konserwatyści odnieśli pełny sukces.

Nasze priorytety są jasne – oświadczył a w BBC pani Amber Rudd, minister ds. energetyki i zmiany klimatu (DECC). – *Musimy utrzymać opłaty za energię elektryczną na najniższym możliwym poziomie a jednocześnie maksymalnie obniżyć emisje dwutlenku węgla.* Dlatego rząd brytyjski podjął decyzję o ograniczeniu subwencji dla energetyki wiatrowej – i budowie elektrowni jądrowych.

Działacze zajmujący się rozwojem OZE są niezadowoleni, bo jak stwierdzają „*Bez wsparcia rządowego ogromna większość nowych projektów nie będzie opłacalna z finansowego punktu widzenia*” Przyznają oni jednak, że chociaż lądowe farmy wiatrowe są najtańszą technologią odnawialną, to wciąż koszt wytwarzania energii jest w nich wyższy o ponad 50 proc. niż obecna rynkowa cena energii.

Natomiast bezstronni obserwatorzy popierają stanowisko rządu. Na przykład książe Filip atakuje bezlitośnie farmy wiatrowe jako absolutnie bezużyteczne, kompletnie zależne od subsydiów i szpecące środowisko w Wielkiej Brytanii. Jego poglądy popiera wielu obywateli brytyjskich, sprzeciwiających się zaśmiecaniu krajobrazu tysiącami konstrukcji stalowych i płaceniu milionów funtów szterlingów na rozwój technologii, która dostarcza energię elektryczną nie wtedy, gdy jest ona potrzebna, lecz wtedy, gdy akurat wieje wiatr.

Właśnie ta nieregularność produkcji prądu w wiatrakach jest ostatecznym powodem decyzji rządu brytyjskiego o budowie elektrowni jądrowych. Współczesne reaktory energetyczne III generacji – a takie będą budowane w Wielkiej Brytanii – gwarantują wysoki współczynnik dyspozycyjności i możliwość pracy w systemie nadążania za obciążeniem. O ich niezawodności świadczą wyniki osiągnięte przez flotę wszystkich stu bloków jądrowych w USA.



Wzrost średniego współczynnika wykorzystania mocy dla wszystkich elektrowni jądrowych w USA

Od roku 1973, gdy współczynnik wykorzystania mocy wynosił 42,5%, reaktory energetyczne zwiększyły ten współczynnik dwukrotnie, oscylując w ostatniej dekadzie wokół wartości 90%. W ciągu ostatnich 3 lat współczynnik ten wynosił około 91%. Dla reaktorów III generacji oczekuje się jeszcze wyższych współczynników, bo są one wyposażone w cztery niezależne ciągi układów bezpieczeństwa, co pozwala na utrzymanie 3 ciągów w pełnej gotowości przy prowadzeniu konserwacji i napraw jednego ciągu podczas pracy reaktora. Zapewnia to skrócenie przestoju na naprawy układów bezpieczeństwa. Tak wysokie współczynniki wykorzystania mocy nominalnej stanowią zdecydowany kontrast ze współczynnikami wykorzystania mocy zainstalowanej w elektrowniach wiatrowych – około 24% i słonecznych – około 11%.

Przy przeliczeniu nakładów inwestycyjnych na moc średnią w ciągu roku oznacza to konieczność pomnożenia nakładów na jednostkę mocy nominalnej dla wiatraków przez 4, dla paneli słonecznych przez 9, a dla elektrowni jądrowych tylko przez 1,1. Ponadto, przestoje elektrowni jądrowych na wymianę paliwa są planowane wcześniej i rozłożone w czasie tak, że dyspozytor systemu energetycznego może zapewnić optymalną gospodarkę mocą pozostałych elektrowni. Natomiast zaniki wiatru następują chaotycznie i często, a powodują utratę produkcji energii nie z jednej elektrowni, lecz ze wszystkich wiatraków jednocześnie. Nie można więc liczyć na produkcję energii elektrycznej z wiatraków w czasie, gdy jest ona potrzebna. Decyzja rządu brytyjskiego o budowie elektrowni jądrowych została wymuszona potrzebą rynku energetycznego i musi być zrealizowana, jeśli Wielka Brytania ma utrzymać niezależność energetyczną.

Problemem wymagającym rozwiązania są wysokie nakłady inwestycyjne na elektrownię jądrową. Są one znacznie większe niż na elektrownie węglowe lub gazowe, ale mniejsze - w przeliczeniu na moc średnią w ciągu roku - niż nakłady potrzebne na elektrownie wiatrowe lub słoneczne. Według ocen brytyjskich, nakłady inwestycyjne na morskie farmy wiatrowe ustabilizowały się na poziomie 140.

funtów szterlingów/MWh (185 USD/MWh). Według organizacji IRENA lobbingującej na rzecz rozwoju

elektrowni wiatrowych, typowe wielkości nakładów inwestycyjnych na wiatraki na lądzie to 1800 do 2200 USD/kW mocy nominalnej[1] (szczytowej, przy optymalnych warunkach wiatrowych) co przy współczynniku wykorzystania mocy równym 0,24 odpowiada nakładom 7500 do 9160 USD/MW mocy średniej w ciągu roku. Nakłady inwestycyjne na morskie farmy wiatrowe są wyższe i – również wg IRENA – wynoszą od 4000 do 4500 USD. Przy współczynniku wykorzystania mocy zainstalowanej równym 0,4 oznacza to nakłady inwestycyjne około 10 000 do 11250 USD/kW. Do tego trzeba doliczyć koszty ponoszone przez system energetyczny dla wyrównania ubytków mocy, gdy NIE wieje wiatr, wynoszące wg OECD[2] około 42 USD/MWh i koszty eksploatacyjne wynoszące wg IRENA od 13 do 25 USD/MWh dla wiatraków na lądzie i 27 -48 USD/MWh dla wiatraków na morzu.

Uwzględnienie tych rzeczywistych danych wykazało, że pozornie wysokie nakłady na elektrownie jądrowe są znacznie niższe niż na elektrownie wiatrowe. Ponadto elektrownia jądrowa pracuje przez 60 lat, zaś wiatrowa – przez 20 lat, a według optymistycznych ocen zwolenników OZE może wytrzymać 25 lat – co i tak jest okresem ponad dwukrotnie krótszym niż dla elektrowni jądrowej. Oznacza to, że w przeliczeniu na ilość energii produkowanej podczas całego okresu życia elektrowni, instalacje wiatrowe są dużo droższe od jądrowych.

Powody decyzji brytyjskich są więc jasne. Natomiast trwające przez ostatni rok opóźnienie w podpisaniu kontraktu było wywołane dyskusjami w kierownictwie EDF, które chciało mieć pewność, że opóźnienia, jakie wystąpiły w budowie reaktorów EPR w Olkiluoto 3 i Flamanville 3, nie powtórzą się w Wielkiej Brytanii. Obie te elektrownie były prototypami, budowanymi po długiej przerwie w rozwoju energetyki jądrowej w Europie. Jednakże doświadczenie z budowy następnych reaktorów EPR w elektrowni Tianshan w Chinach jest bardzo pozytywne i wskazuje na skuteczność procesu uczenia się twórców tych reaktorów.

W budowie EJ Taishan uczestniczyli pracownicy, którzy zdobyli doświadczenie w budowie EJ Olkiluoto 3 (OL3) i Flamanville 3 (FL3). Stanowili oni 50% dyrektorów i kierownictwa budowy, 50% sił inżynierskich i 90% zespołu zaopatrzeniowego. Dało to dobre wyniki, jak pokazano w tabeli 1.

Działanie potrzebne dla zbudowania bloku	Czas zużyty w		skrócenie czasu, %
	Olkiluoto 3	Taishan	
Schematy potrzebne do ustalenia granic budowli EJ (m-ce)	14	9	36%
Opisy systemów – etap 2, pierwsze wydanie (m-ce)	30	20	33%
Rysunki przestrzenne orurowania (liczba zmian)	10	3	70%
Prace inżynierskie potrzebne do jądrowego układu wytwarzania pary. (Liczba godzin)			60%
Produkcja ciężkich elementów, testy hydrauliczne i rozruch	60	36	40%
Czas trwania prac spawalniczych	7	6	30%
Czas od podpisania kontraktu do dostawy ceramicznych elementów chroniących chwytacz rdzenia przed przetopieniem (m-ce.)	28	9	68%
Czas dostawy struktury chłodzącej chwytacz rdzenia (mies.).	26	13	50%
Czas trwania budowy (m-ce) od wylania betonu do rozruchu energetycznego¹⁰.	100	60	40%

Skrócenie czasu budowy reaktora EPR dzięki nabytemu doświadczeniu

Mimo dobrych perspektyw finansowych w okresie całego życia elektrowni Hinkley Point C, dla rozpoczęcia budowy dwóch bloków po 1600 MW potrzeba dużych nakładów. Część potrzebnych finansów zapewniają Chiny, które w ten sposób uzyskują wstęp do energetyki europejskiej. Ale problemy z finansowaniem elektrowni jądrowej Hinkley Point C są tylko jednym z przykładów

trudności, z jakimi boryka się cała energetyka systemowa, nie korzystająca ze specjalnych subwencji, które otrzymują OZE.

Obecny rynek energii elektrycznej jest tak wypaczony przez zarządzenia nakazujące odbiór elektryczności produkowanej przez OZE, że inwestor nie chce budować normalnej elektrowni systemowej -węglowej, gazowej, czy jądrowej - jeśli nie otrzyma gwarancji odbioru energii po odpowiedniej cenie. W Wielkiej Brytanii obowiązuje dyrektywa, według której około 35% energii elektrycznej w 2020 roku musi pochodzić z OZE. Pozostający dla elektrowni systemowych rynek jest zupełnie nieatrakcyjny, bo jest mały a ponadto obciążony obowiązkiem wyłączania elektrowni systemowych, gdy wieje wiatr lub świeci mocno słońce. Dlatego jak piszą komentatorzy brytyjscy *„jest prawie niemożliwe zbudowanie jakiegokolwiek elektrowni systemowej w Wielkiej Brytanii”*. Wysokie stawki opłat za energię elektryczną ustalone dla Hinkley Point C miały właśnie zrekompensować te wady gospodarki energetycznej.

Opory stawiane przez wiele miesięcy przez część zarządu EDF wobec budowy elektrowni Hinkley Point C były między innymi związane właśnie z przewidywaniami trudności, jakie elektrownia ta będzie miała w dostępie do rynku energii elektrycznej. Ostatecznie EDF podjął decyzję o budowie. Jednakże nowy rząd brytyjski, utworzony przed kilkoma dniami (po decyzji o wyjściu Wielkiej Brytanii z Unii Europejskiej), przesunął termin ostatecznego podpisania kontraktu na wczesną jesień, motywując to brakiem czasu na zapoznanie się ze wszystkimi szczegółami tego wielkiego przedsięwzięcia.

Jednym z powodów może być konieczność przeanalizowania, w jakim stopniu dyrektywa Unii Europejskiej o udziale OZE będzie wpływała na brytyjski rynek energii elektrycznej i na działanie elektrowni jądrowej. Rząd brytyjski może próbować renegecjować warunki finansowania tej elektrowni, o ile doszłoby do zmiany przepisów tak, by elektrownie jądrowe miały zapewnione prawo dostępu do rynku energii elektrycznej na równi z OZE. Taki postulat wysuwały już wcześniej rządy Wielkiej Brytanii i starały się o przyjęcie tego stanowiska przez Unię Europejską. Po Brexicie taka strategia staje się możliwa.

Innym powodem podjęcia przez nowy rząd analiz budowy Hinkley Point C może być udział kapitału chińskiego w planowanej inwestycji, stwarzający możliwość ingerencji organizacji chińskich w infrastrukturę brytyjską. Komentator BBC podkreśla, że dzisiejsze Chiny nie są tym samym krajem, co przed sześciu laty i nowy rząd brytyjski musi starannie rozważyć wszystkie konsekwencje zanim podpisze kontrakt dający Chinom prawo do wpływu na brytyjski rynek energetyczny. W każdym razie, komentatorzy uznają za słuszne, by nowy rząd ponownie rozważył całość swej strategii energetycznej przed podpisaniem wielkiego kontraktu z Francją - i z Chinami.

Prof. dr inż. Andrzej Strupczewski

Zobacz także: [Pierwszy "polski" blok jądrowy powstanie w ciągu 10 lat](#)

Zobacz także: [Kair stawia na rosyjskie technologie atomowe](#)