Akceptuję
W ramach naszej witryny stosujemy pliki cookies w celu świadczenia państwu usług na najwyższym poziomie, w tym w sposób dostosowany do indywidualnych potrzeb. Korzystanie z witryny bez zmiany ustawień dotyczących cookies oznacza, że będą one zamieszczone w Państwa urządzeniu końcowym. Możecie Państwo dokonać w każdym czasie zmiany ustawień dotyczących cookies. Więcej szczegółów w naszej Polityce Prywatności

Tańszy wiatr czy atom?

W ciągu ostatnich 3 lat sytuacja w energetyce jądrowej zmieniła się diametralnie - o ile niedawno przeciwnicy energetyki jądrowej prorokowali jej zanik, dziś Europa i świat zmienia front - społeczeństwo i władze popierają energetykę jądrową. Parlament Europejski w historycznej uchwale z 24.10.2007 wyraził silne poparcie dla energetyki jądrowej, w styczniu 2008 r. rząd brytyjski wydał Białą Księgę uzasadniającą konieczność budowy elektrowni jądrowych, Francja w ślad za Finlandią buduje elektrownię jądrową we Flammanville i podjęła już decyzję o budowie następnej, Włochy oświadczyły na jesieni 2008 r. że błędna decyzja o przerwaniu rozwoju energetyki jądrowej kosztowała je 50 mld euro strat i wracają do budowy elektrowni jądrowych, a Szwecja, która przez wiele lat zapowiadała odejście od energetyki jądrowej zmieniła zdanie i w lutym 2009 roku ogłosiła wznowienie programu budowy elektrowni jądrowych.

Budowę nowych elektrowni jądrowych zaplanowały Szwajcaria, Słowacja, Czechy, Białoruś, Bułgaria, Rumunia, Litwa, Rosja...i 30 dalszych krajów ze wszystkich kontynentów. W Stanach Zjednoczonych, które dotychczas korzystały z taniego węgla złożono już podania o zezwolenie na budowę 30 bloków jądrowych, a firma Westinghouse podpisała kontrakty na 10 bloków z reaktorami AP 1000. **W końcu 2008 roku na świecie pracowały elektrownie jądrowe o mocy 378 GWe, budowano elektrownie o mocy 38 GWe, a zapowiedziano budowę dalszych bloków jądrowych o łącznej**

mocy 404 GWe.

W USA pierwsze kilka elektrowni o łącznej mocy 6000 MWe otrzyma niewielkie subwencje, mniejsze niż energia odnawialna. W krajach UE subwencje dla energetyki jądrowej są zabronione, poparciem finansowym cieszą się tylko odnawialne źródła energii (OZE). Jak widać, budowa elektrowni jądrowych (EJ) jest opłacalna.

Czemu energetyka jądrowa stała się tańsza od innych źródeł energii?

Głównym powodem był ogromny wzrost niezawodności i dyspozycyjności - średnie współczynniki wykorzystania mocy zainstalowanej we wszystkich elektrowniach jądrowych w USA wzrosły z 60% w latach 60. do 90% i wyżej w ostatnich dwóch latach. Jednocześnie znacznie zmniejszono emisje radioaktywności i zdecydowanie podniesiono bezpieczeństwo jądrowe.

W energetyce jądrowej dokłada się od pierwszej chwili budowy elektrowni wielkich starań, by obniżać do minimum emisje w czasie normalnej pracy i by wyeliminować zagrożenia na wypadek awarii. Te starania przynoszą rezultaty, bo poza Czarnobylem, który był budowany i eksploatowany wbrew wszelkim zasadom bezpieczeństwa, dotychczasowy bilans zdrowotny energetyki jądrowej jest znakomity.

Ale te starania kosztują - i dlatego nakłady inwestycyjne na elektrownie jądrowe są wysokie, wyższe niż na inne gałęzie energetyki.

Dopiero w czasie eksploatacji elektrowni jądrowej okazuje się, że koszty paliwa są tak małe, iż mimo wysokich nakładów inwestycyjnych energetyka jądrowa jest opłacalna, a nawet obecnie okazuje się najtańszym źródłem energii elektrycznej. Uwzględnienie kosztów zdrowotnych i środowiskowych związanych z innymi źródłami energii, wprowadzone przez UE i coraz szerzej wymagane w krajach członkowskich, nadaje energetyce jądrowej status szczególnie uprzywilejowany. Energetyka jądrowa bowiem nie powoduje emisji CO2, SO2, NOx i pyłów, nie zanieczyszcza gleby i wody toksycznymi substancjami chemicznymi i jest jedyną gałęzią energetyki, która w pełni bierze odpowiedzialność za wszystkie swoje odpady i zapewnia ich unieszkodliwianie przez wszystkie przewidywalne okresy czasu.

Przy tym produkuje najtańszą energię elektryczną w Europie, a i na świecie jest zaledwie kilka rejonów, jak Australia i środkowe stany USA, w których energetyka węglowa może konkurować z jądrową, bo węgiel kamienny można tam wydobywać metodą odkrywkową, po bardzo niskich kosztach. Gdy tylko węgiel trzeba dowozić, lub wydobywać w kopalniach podziemnych, energetyka jądrowa staje się najtańszym źródłem energii.

Ilustrują to zarówno analizy wykonane w ramach studiów porównawczych w OECD, jak i bardzo odpowiedzialne analizy przeprowadzone w krajach takich jak Finlandia, Francja lub Wielka Brytania, które służyły jako podstawa do decyzji rządowych o rozwijaniu programów energetyki jądrowej i budowie nowych elektrowni. Dla ilustracji tych studiów przytoczę wyniki studium fińskiego, pochodzące z najbardziej aktualnego opracowania z lutego 2008 roku.

Studium to przedstawia porównanie sześciu możliwych źródeł energii, mianowicie energii jądrowej (EJ), elektrowni węglowej kondensacyjnej (WK), elektrowni gazowej z obiegiem kombinowanym gazowo-parowym (Gaz), elektrowni opalanej torfem (Torf) lub drewnem (Drew) i elektrowni wiatrowej (Wiatr). Dla elektrowni wiatrowej nie uwzględniano subsydiów, ale założono, że system odbierze energię wiatru zawsze, kiedy tylko zostanie ona wytworzona i nie uwzględniano kosztów elektrowni rezerwowych. Innymi słowy, pominięto wszelkie koszty wynikające z dorywczej

i nieprzewidywalnej pracy wiatraków.

Przy ocenie kosztów produkcji energii elektrycznej przyjęto stopę procentową 5% rocznie i ustalony poziom cen ze stycznia 2008 roku. Czas budowy elektrowni jądrowej przyjęto równy 5 lat. Wszystkie wydatki na gospodarkę odpadami radioaktywnymi (łącznie z paliwem wypalonym) i likwidację elektrowni są ujęte w zmiennych kosztach eksploatacji i napraw poprzez coroczne wpłaty do funduszu odpadów jądrowych.

Koszt energii elektrycznej wytwarzanej w elektrowni jądrowej wynosi 35 €/MWh, w elektrowni węglowej 64,4 €/MWh, w elektrowni gazowej 59,2 €/MWh, opalanej torfem 65,5 €/MWh a drewnem - 73,6 €/MWh (drewno nie jest obciążone podatkiem od CO2).

Elektrownie wiatrowe dostarczać mogą energię elektryczną po cenie 52,9 €/MWh przy założeniu, że pracują na pełnej mocy przez 2200 h w roku i nie ponoszą żadnych kosztów z powodu pracy nieciągłej. Dominującą składową kosztów w przypadku elektrowni jądrowej są nakłady inwestycyjne, natomiast koszt paliwa jądrowego jest niski. W przypadku innych źródeł energii dominującą składową stanowi koszt paliwa, za wyjątkiem elektrowni wiatrowych, dla których jednostkowe nakłady inwestycyjne są dwukrotnie wyższe niż dla elektrowni jądrowych.

Ta ostatnia informacja może wzbudzić zdziwienie w czytelniku przywykłym do sloganu, że energia z wiatraków jest za darmo, a wiatraki są małe, smukłe i tanie. W rzeczywistości wymagają one na jednostkę mocy znacznie więcej betonu i stali niż elektrownia jądrowa.

Wieża wiatraka o wysokości 100 m, na której znajduje się kabina o wielkości autobusu i trzy 50-metrowe łopaty wirnika tnące powietrze z prędkością ponad 150 km/h, wymaga na początek dużych i solidnych fundamentów. Według danych dla wiatraków VESTAS dominujących w Polsce i Niemczech, w przypadku wiatraka o mocy nominalnej 2 MW waga elementów stalowych wnosi 300 ton, a waga betonu stanowiącego fundamenty - ponad 800 ton. Jednakże moc średnia w ciągu roku jest dużo niższa od mocy nominalnej. W północno-zachodniej Danii, gdzie średnia roczna prędkość wiatru wynosi ponad 8,5 m/s, turbiny wiatrowe osiągają średni roczny współczynnik wykorzystania mocy zainstalowanej rzędu 35%. Natomiast w Polsce, gdzie najlepsze warunki wiatrowe nad morzem odpowiadają średniej rocznej prędkości wiatru około 5,5 m/s, współczynnik ten wynosi około 20%.

W ciągu 20 lat pracy turbina wiatrowa o mocy nominalnej 2 MWe generuje więc (zakładając że pracuje bez żadnego przestoju na naprawy, zawsze gdy wieje wiatr)

2 MWe x 0,2 x 20 lat x 365 dni/rok x 24 h/d = 40.4 GWh.

Zużycie stali na jednostkę energii wynosi 300 ton/0,04 TWh = 7500 ton stali/TWh, a zużycie betonu -20 000 ton/TWh.

W przypadku elektrowni jądrowej z reaktorem PWR o mocy 1000 MWe potrzeba 61 100 ton stali i 372 000 ton betonu. Elektrownia jądrowa w ciągu 60 lat pracy przy średnim współczynniku obciążenia 0,9 i przy pesymistycznym założeniu, że w tym okresie nie będzie pracowała wcale przez jeden rok ze względu na modyfikacje i ulepszenia wprowadzane w ciągu jej życia, wytworzy 465 TWh. Zużycie stali na jednostkę energii wyniesie więc 130 ton/TWh, a zużycie betonu 800 ton/TWh.

A zatem na wytwarzanie energii jądrowej potrzeba 57 razy mniej stali i 25 razy mniej betonu niż na wytwarzanie energii z wiatru.

Zużycie terenu też jest mniejsze dla elektrowni jądrowej. W przypadku EJ z reaktorem AP 1000

o mocy 1100 MWe potrzebny teren organicza się do kwadratu 130 x 130 metrów, a więc 0,017 km2. W przypadku starszej EJ z reaktorem PWR II generacji o mocy 1000 MWe potrzebny teren to kwadrat o boku 200 x 1560 m a więc 0,03 km2.

Natomiast obszar farmy wiatrowej jest dużo większy. Wiatraki są odseparowane od siebie, by zmniejszyć turbulencję powietrza powodowaną przez sąsiednie wirniki, obniżającą sprawność wiatraka. Obecnie stosuje się rozstaw od 7 do 10 razy większy od średnicy wirnika. Przyjmując jako minimum, że wiatraki ustawione są nie mniej niż co 500 m, otrzymujemy powierzchnię potrzebną na jeden wiatrak o mocy nominalnej 2 MW równą 0,25 km2. Przy efektywnej mocy średniej 0,4 MWe liczba wiatraków dająca taką moc jak elektrownia jądrowa 1000 MWe o współczynniku obciążenia 0.9 wynosi 2250, a powierzchnia zajęta przez taką farmę to 562,5 km2. Tak więc powierzchnia potrzebna dla wiatraków jest 33 000 razy większa niż dla EJ III generacji z reaktorem AP 1000, a 18 733 razy większa niż dla EJ II generacji.

Podobnie ilości CO2, emitowanego przy budowie wiatraków są większe niż przy budowie i likwidacji EJ.

W Polsce dodatkowym minusem jest stosunkowo mała siła wiatru - dużo mniejsza niż w rejonach takich jak zachodnie brzegi Irlandii, Szkocji i Danii wystawione na wiatry znad Atlantyku. Podczas, gdy w tamtych rejonach prędkość wiatru w skali rocznej przekracza 8.5 m/s, w Polsce w korzystnych rejonach takich jak Łeba wynosi średnio 5,5 m/s. Określanie warunków wiatrowych w Polsce jako „bardzo dobre" jest wprowadzaniem społeczeństwa w błąd. W stosunku do północno-zachodniej Danii, czy Szkocji warunki wiatrowe w Polsce są znacznie gorsze.

Zdając sobie sprawę z niskiej średniej mocy wiatraków i dużej ilości materiałów potrzebnej na ich budowę można zrozumieć, czemu nakłady inwestycyjne na wiatraki są dużo wyższe niż na inne źródła energii.

Ile będą kosztowały bloki jądrowe budowane w Polsce?

Ocena orientacyjna, koszty EJ wg rzeczywistych kontraktów:

USA, EJ Florida, 2x AP 1000 całkowita cena z oprocentowaniem kapitału 4500 €/kWe, (ceny w USA są około 30% wyższe niż w UE)

Olkiluoto 3, z opóźnieniami i dodatkowymi kosztami, bez oprocentowania kapitału 2940 €/kWe

Flammanville 3, EPR pierwszy w nowej serii, bez oprocentowania kapitału 2420 €/kWe,

Przewidywany koszt EJ z reaktorem EPR w Polsce powinien być mniejszy niż koszt we Flammanville we Francji ze względu na krzywą uczenia się europejskiego przemysłu jądrowego, ale z drugiej strony może być większy ze względu na brak doświadczenia polskich firm energetycznych w budowie elektrowni jądrowych.

Przyjmijmy dla pierwszego bloku o 50% więcej niż dla Flammanville, czyli 3600 €/kWe, a dla drugiego bloku w Polsce i następnych jak we Flammanville - 2420 €/kWe.

Po doliczeniu oprocentowania kapitału podczas budowy wq wysokości 30% daje to dla pierwszego bloku 4680 €/kWe, a dla następnych - 3220 €/kWe.

Dla elektrowni węglowej, wg kontraktów zawartych w 2008 roku, w Polsce nakłady inwestycyjne

wyniosły od 1660 €/kWe (w przypadku budowy elektrowni na terenie zagospodarowanym) do 1900 €/kWe dla nowej lokalizacji. Przyjmijmy do dalszych porównań koszt 1600 €/kWe.

Różnica nakładów inwestycyjnych to 3 mld euro/1000 MWe dla pierwszej EJ, 1,6 mld euro/1000 MWe dla następnych - przy czym dla elektrowni węglowej nie uwzględniliśmy oprocentowania kapitału podczas budowy.

Elektrownia jądrowa o mocy 1000 MWe produkuje rocznie 8 TWh. Koszty paliwa jądrowego wynoszą przy tym 40 mln euro/rok.

Koszty utrzymania ruchu ze składką na unieszkodliwianie odpadów i likwidację EJ są wyższe o około 2 euro/MWh dla EJ niż dla EW, co daje dla EJ 1000 MWe około 16 mln euro/rok.

Elektrownia węglowa na parametry nadkrytyczne o sprawności 43% dla wytworzenia 8 TWh zużywa 3 mln ton węgla, a odpowiednia emisja CO_2 wynosi 6,4 mln ton.

Przy cenie węgla 55 euro/tonę otrzymamy koszty paliwa dla elektrowni węglowej produkującej 8 TWh /rok równe 3 000 000 x 55 = 165 mln euro/rok, a opłaty za emisję przy cenie 39 euro/tonę CO_2 wyniosą 250 mln euro/rok. Razem koszt węgla i emisji CO_2 wyniesie 415 mln euro/rok.

Różnica kosztów to 359 mln euro/rok na korzyść EJ

Czas potrzebny na zwrot różnicy nakładów na EJ i EW dla pierwszego bloku jądrowego w Polsce to 3000 /359 = 8,4 lat.

Dla następnych EJ w Polsce 1600 /359 = 4,5 roku. Potem EJ będzie przynosić zyski powyżej 350 mln euro/rok.

Powyższe porównanie dotyczy bloków węglowych bez instalacji wychwytu i składowania CO_2. Nakłady inwestycyjne na bloki z instalacjami CSS są wyższe niż dla EJ. Dodatkowo wychwyt CO_2 spowoduje utratę od 20 do 30% mocy, a więc koszty paliwa wzrosną o 20-30%. Przy podobnych nakładach inwestycyjnych EJ będą więc dawać tańszy prąd od pierwszej chwili.

A jak wygląda porównanie nakładów inwestycyjnych dla wiatru i EJ?

Nakłady inwestycyjne na jednostkę mocy szczytowej to dla wiatru około 1,5- 1,6 mln euro/MW (Sępopole 100 mln euro za 60 MW, Tychowo 50 MW za 74 mln euro), a na jednostkę mocy średniej - pięć razy więcej, to jest 7,5-8 mln euro/MW. Ponadto, wiatraki pracują przez 20 lat, a nie jak elektrownie jądrowe - 60 lat. Ich nakłady inwestycyjne są więc na przestrzeni 60 lat dużo większe. Orientacyjnie przyjmiemy, że w ciągu 60 lat na budowę kolejnych trzech pokoleń wiatraków trzeba wydać 7,5 x 3 = 22,5 mln euro/MWe.

Wiatr jest za darmo - a za paliwo do EJ trzeba płacić. W ciągu 60 lat paliwo do EJ będzie kosztowało 40 mln euro/rok x 60 lat = 2400 mln euro. Dodając tę liczbę do nakładów inwestycyjnych wraz z oprocentowaniem kapitału otrzymamy dla jednego bloku EJ 4680 €/kWe + 2400 €/kWe = 7080 €/kWe, a dla elektrowni wiatrowej - jak wykazaliśmy powyżej - 22500 €/kWe.

Nic dziwnego, że producenci energii odnawialnej każą sobie za nią słono płacić. W Polsce w 2008 roku koszt energii z elektrowni węglowej wynosił około 168 zł/MWh, a koszt energii z elektrowni wiatrowych 168 plus 240 (za zielony certyfikat) - razem ponad 400 zł/MWh.

Wbrew twierdzeniom Greenpeace u, że energia wiatrowa jest tania, wystarczy spojrzeć na jej cenę, by widzieć, że w Polsce to nieprawda.

Podobnie w Europie - wg danych Eurostatu najwyższe ceny płacili Duńczycy i Włosi - kraje bez energetyki jądrowej. Podobno wiatr jest za darmo - ale Duńczycy płacą za elektryczność najwięcej w UE ...i to mimo, że prędkość wiatru wynosi tam od 7 do 11 m/s, a nie jak w Polsce około 5,5 m/s.

Dodatkowy koszt wynika stąd, że elektrownie wiatrowe pracują w sposób przerywany. Aby skompensować wahania siły wiatru, trzeba zbudować dodatkowo elektrownie wodne pozwalające na szybkie reagowanie - a ich moc powinna wynosić powyżej 90% mocy wiatraków. Jeśli zaś - jak w Polsce - nie ma warunków do budowy hydroelektrowni, to trzeba budować elektrownie gazowe (bo węglowe nie reagują dostatecznie szybko) i importować dla nich gaz... Skąd i za ile?

Według studium wykonanego dla SEP przez ENERGSYS, każdy rok bez energetyki jądrowej będzie powodować coraz większy wzrost cen elektryczności i straty gospodarcze Polski. Straty pośrednie wskutek redukcji inwestycji zagranicznych, spadku eksportu i wzrostu bezrobocia będą około 10-krotnie większe od strat bezpośrednich. ENERGSYS ocenił je jako wyższe od 100 mld zl/rok po 2020 r. - i rosnące.

Andrzej Strupczewski

Doc dr inż. Andrzej Strupczewski jest wiceprezesem Stowarzyszenia Ekologów na Rzecz Energii Nuklearnej SEREN

Sprawy Nauki

https://laboratoria.net/home/10177.html

Informacje dnia: Rusza 15. edycja konkursu Złoty Medal Chemii Behawiorystka: żyć jak kot z kotem, czyli źle Proteza stawu biodrowego z pomocą robota Szkic rozporządzenia o ewaluacji nauki będzie gotowy późną jesienią Wystarczył jeden gen, aby przenieść zachowanie między gatunkami Napoje izotoniczne Rusza 15. edycja konkursu Złoty Medal Chemii Behawiorystka: żyć jak kot z kotem, czyli źle Proteza stawu biodrowego z pomocą robota Szkic rozporządzenia o ewaluacji nauki będzie gotowy późną jesienią Wystarczył jeden gen, aby przenieść zachowanie między gatunkami Napoje izotoniczne Rusza 15. edycja konkursu Złoty Medal Chemii Behawiorystka: żyć jak kot z kotem, czyli źle Proteza stawu biodrowego z pomocą robota Szkic rozporządzenia o ewaluacji nauki będzie gotowy późną jesienią Wystarczył jeden gen, aby przenieść zachowanie między gatunkami Napoje izotoniczne

Partnerzy