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

Czy wystarczy uranu dla energetyki jądrowej?

Dla elektrowni jądrowych potrzeba bardzo mało uranu, około 25 ton paliwa rocznie dla elektrowni o mocy 1000 MWe. Taką ilość paliwa można bez trudu przywieźć z dowolnego kraju, a także można łatwo składować jego zapas na kilka lat pracy elektrowni. Złoża rudy uranowej znajdują się głównie w krajach stabilnych politycznie i nie traktujących uranu jako broni ekonomicznej i politycznej.

Oczywiste jest, że Australia, Namibia czy Brazylia nie będą nam narzucać warunków politycznych. Uzależnienie od producentów uranu na pewno nam nie grozi.

Ilość uranu nadającego się do wydobycia jest mniej więcej taka sama jak ilość cyny. Zależy ona głównie od ceny, jaką gotowi jesteśmy za uran płacić. Przez wiele lat cena uranu była niska, rzędu 25-50 USD/kg, co nie sprzyjało prowadzeniu eksploracji i zagospodarowywaniu nowych złóż uranu.

Obecnie cena uranu wzrosła znacznie*, co spowodowało wzrost intensywności poszukiwań uranu, a jednocześnie umożliwiło otwarcie i eksploatację kopalni, które przedtem były nieopłacalne. Wielkość znanych zasobów uranu, których wydobycie jest opłacalne przy aktualnej cenie rynkowej, rośnie z każdym rokiem.

Roczne zużycie uranu dla energetyki jądrowej o mocy 370 GWe wynosi około 65 000 t/rok. Zidentyfikowane i dobrze udokumentowane zasoby uranu o cenie poniżej 130 USD/kg stosowane tylko w konwencjonalnych reaktorach termicznych wystarczą na około 100 lat. Uranu we wszystkich zasobach konwencjonalnych wystarczy na 300 lat, a w konwencjonalnych i niekonwencjonalnych - na około 1700 lat. Jest to wyższy poziom zapasów surowcowych niż występuje normalnie dla innych minerałów. Dalsze poszukiwania i wzrost cen doprowadzą niewątpliwie do kolejnych odkryć. Analogicznie jak z innymi zasobami surowcowymi można oczekiwać, że podwojenie ceny uranu spowoduje dziesięciokrotny wzrost jego zidentyfikowanych zasobów. W perspektywie 20-30 lat wprowadzenie prędkich reaktorów powielających - doskonalonych obecnie w ramach programu rozwoju EJ IV generacji - zapewni możliwość wykorzystania zarówno wypalonego paliwa z obecnie pracujących reaktorów, jak i zapasów uranu zubożonego pozostałego po procesie wzbogacania. Pozwoli to przedłużyć czas pracy energetyki jądrowej przy użyciu tylko obecnych zasobów na tysiące lat.

Opracowywane obecnie udoskonalenia technologiczne, jak np. wzrost głębokości wypalenia paliwa, zapewniają znacznie bardziej efektywne wykorzystanie uranu. Równolegle w wielu reaktorach stosuje się paliwa pod postacią mieszaniny tlenków uranu i plutonu, uzyskiwanych z wypalonego paliwa (MOX - mixed oxide), co znakomicie zwiększa energię przypadającą na jednostkę masy uranu pozyskiwanego z rudy. Innym sposobem powiększenia zasobów paliwa jądrowego jest wprowadzenie do cyklu paliwowego toru, którego w skorupie ziemskiej jest 3 razy więcej niż uranu.

Najmniej jest bogatych złóż uranu, a w miarę jak rozpatrujemy coraz uboższe złoża, ilość uranu możliwego do wydobycia rośnie. W granicach od 1% do 0,0001% U_3O_8, przy obniżeniu zawartości uranu w rudzie 10 razy, ilość łączna jego zasobów rośnie średnio od 50 do 100 razy. Kluczową sprawą dla oceny zasobów uranu jest więc stwierdzenie, przy jakiej zawartości uranu w rudzie opłaca się go jeszcze wydobywać.

Teza o nieuchronnym braku uranu

Już w latach 70. twierdzono, że nieuchronnie uranu zabraknie, a od kilkunastu lat Storm van Leeuwen i Smith, (SLS) , twierdzą, że przy koncentracjach poniżej 0.013% do uzyskania uranu potrzeba będzie więcej energii, niż można uzyskać przy jego rozszczepieniu w reaktorach termicznych z cyklem otwartym, bez recyklizacji (powtórnego wykorzystywania) wypalonego paliwa.

SLS przyjmują jako podstawę do rozważań EJ o mocy 1000 MWe pracującą przy współczynniku obciążenia 82% przez okres 40 lat. Parametry te odpowiadają wartościom, które uzyskiwano podczas pracy EJ ponad 20 lat temu przy głębokości wypalenia paliwa rzędu 30 000 MWd/t(U). Obecnie głębokość wypalenia wzrosła i np. w reaktorze AP 1000 przyjęta jest równa 60 000 MWd/t(U). Przyjęcie wartości podawanych przez SLS jest więc założeniem zawierającym duży margines pesymizmu. Wg SLS, reaktor taki zużywa rocznie 162.35 tony uranu naturalnego i daje energię elektryczną brutto Ebr = 25 860 TJ(el)/rok = 7.183•TWh/rok. Przy przyjęciu stosunku energii cieplnej (t) do elektrycznej (el) równego 3 (co jest normalnym założeniem w analizach energetycznych), otrzymamy energię uzyskiwaną w EJ z tony uranu naturalnego równą 478 TJ(t)/t (Unat).

Przypadek kopalni Ranger

Wobec tego, że w przyszłości będzie wykorzystywana uboga ruda uranowa, w raporcie IEA sprawdzono ilość energii potrzebnej do wydobycia i oczyszczenia uranu z kilku kopalni wydobywających rudę o różnych zawartościach U_3O_8. Szczegółowo sporządzony bilans energetyczny wykazał, że wzory podane w pracy SLS są błędne, a rozbieżności są tym większe im

mniejsza jest zawartość uranu w rudzie.

I tak w kopalni Ranger, w której w 2004 r. wydobywano rudę o dość wysokiej koncentracji uranu wynoszącej 0,234% U, zapotrzebowanie energii zużytej lokalnie i zawartej w sprowadzonych materiałach takich jak materiały wybuchowe i chemikalia wyniosło 593 GJ(t)/t(U). Stosunek energii włożonej w fazie wydobycia i oczyszczania uranu do energii uzyskanej w elektrowni wynosi więc 0,00125. Po uwzględnieniu energii potrzebnej na rekultywację kopalni po zakończeniu wydobycia rudy okazuje się, że łącznie nakłady energetyczne wyniosą 593 GJ(t)/t(U) + 195 GJ(t)/tU = 788 GJ(t)/t(U)

Jest to zaledwie 0,0016, tzn. 0,16% energii uzyskiwanej z 1 tony uranu naturalnego.

Natomiast według oceny Storm van Leeuwena, energia potrzebna na wydobycie i oczyszczenie uranu w kopalni Ranger wynosi 1280 GJ(t)/t(U), a po dodaniu energii potrzebnej na rekultywację - 4920 GJ(t)/t(U). Jest to wartość znacznie większa niż wielkość 788 GJ(t)/t(U). Jak widać, już dla rudy o zawartości uranu 0,234% oceny SLS są ponad 6 razy wyższe niż dane rzeczywiste. Przy obniżaniu zawartości uranu błąd ocen SLS rośnie.

Kopalnia Rossing

Według rzeczywistych danych, dla kopalni Rossing w Namibii, gdzie wydobywano rudę o zawartości uranu równej 0.0276%U jednostkowe zużycie energii na tonę uranu wyniosło 411 GJ/t(U) (bez chemikaliów), a przy przyjęciu, że podobnie jak w kopalni Ranger energia materiałów wybuchowych i chemikaliów jest dwukrotnie większa, otrzymamy łącznie zużycie energii równe 1,2 TJ/t(U). Tymczasem wg SLS energia potrzebna na wydobycie i oczyszczanie uranu (bez rekultywacji kopalni) z rudy o zawartości 0,023% wynosi 17 TJ/t(U).

Rozbieżność ocen SLS i rzeczywistości jest ogromna. Dla tych, którzy mogliby powątpiewać w oficjalne dane w raportach kopalni warto przytoczyć prostą ocenę kosztów energii rzekomo potrzebnej na wydobycie energii wg wzorów podawanych przez SLS. Z oceny SLS wynika, że na wydobycie tonu uranu potrzeba 17 TJ/t(U). Gdyby rozpatrywać najtańsze źródło energii w postaci ropy do silników diesla, to przy cenie $1 za litr paliwa, przy wartości energetycznej 43 MJ/kg i gęstości ropy 0,848 kg/litr, cena energii wyniosłaby 1 USD za 43 x 0.848 = 36 MJ.

Energia potrzebna dla Rossing kosztowałaby więc 17 TJ/t(U) : 36 MJ/USD = 472 000 USD/t(U). Ale cena uranu przez wiele lat wynosiła tylko 40 000 USD!. Gdyby SLS mieli rację, to wydobycie każdej tony uranu przynosiłoby kopalni Rossing straty w wysokości 430 000 USD!

Kopalnia w Trekkopje, Namibia

SLS twierdzą, że „...nie można osiągnąć wytwarzania energii netto z uranu przy zawartości uranu w rudzie od 0,02 do 0,01% U3O8. Limit ten nie zależy od stanu technologii, ani od założeń, na jakich oparta jest analiza".

Przyjrzyjmy się więc bilansowi energetycznemu dla kopalni Trekkopje w Namibii, która rozpoczęła pracę w 2008 roku. Bilans ten sporządzono dla akcjonariuszy i jego rzetelność sprawdzały niezależne organizacje. Średnia zawartość U3O8 w rudzie w Trekkopje wynosi 0.0126%. Według SLS, wydobycie takiej rudy przynosić ma ujemny bilans energii - a więc oczywiście i straty finansowe. Jak jest naprawdę?

Przy wydobyciu rudy z kopalni Trekkopje równym 100 000 ton dziennie i średnim stosunku nadkładu

do rudy równym 0.3:1, łączne zużycie energii elektrycznej, energii zawartej w ropie do silników diesla, materiałach wybuchowych i chemikaliach wynosi 1.76 TJ(t)/t(U)

Jeśli podobnie jak w kopalni Ranger przyjmiemy, że nakład energii elektrycznej i cieplnej na rekultywację kopalni będzie równy nakładowi energii elektrycznej na utrzymanie kopalni w ruchu i energii w paliwie diesla potrzebnym na przewiezienie skały płonnej z powrotem do kopalni, to otrzymamy dodatkową energię potrzebną na rekultywację w wysokości 722 GJ(t)/t(U).

Cała energia na jednostkę masy uranu potrzebna na wydobycie, oczyszczenie uranu i rekultywację kopalni wyniesie 2482 GJ(t)/t(U). Stosunek energii potrzebnej do wydobycia i oczyszczenia uranu i rekultywacji kopalni przy średniej jego zawartości w rudzie 0,0126% do energii uzyskiwanej w EJ wyniesie w kopalni Trekkopje 0,519%. Innymi słowy, energia otrzymywana z rozszczepienia uranu jest 192 razy większa od energii potrzebnej na jego wydobycie i oczyszczenie, łącznie z rekultywacją kopalni!

Według twierdzenia SLS, energia potrzebna na wydobycie i oczyszczenie (bez rekultywacji!) rudy ubogiej miękkiej o zawartości 0.013% U3O8 wynosi 29,3 TJ/tU. Poza energią na wydobycie uranu potrzeba jeszcze energii na rekultywację kopalni. Łącznie, wg SLS, potrzeba 154.1 TJ/tU. Jest to 62 razy więcej niż wynika dla kopalni Trekkopje przy podsumowaniu wszystkich nakładów na wydobycie, oczyszczanie uranu i rekultywację kopalni.

Czy panowie mają rację?

Ale może te dane przemysłu wydobywczego są skomplikowanym kłamstwem obliczonym na wyciągnięcie pieniędzy od akcjonariuszy? Lub od podatników? Jak więc wygląda wiarygodność danych górnictwa uranowego?

Raporty towarzystw górniczych przedkładane są akcjonariuszom i publikowane. Podlegają one kontroli niezależnych organów, a wykrycie jakichkolwiek nieścisłości spowodowałoby gwałtowną utratę zaufania do spółki górniczej, spadek wartości jej akcji i bankructwo. Kłamstwo w sprawie tak zasadniczej jak ilość energii elektrycznej nie mogłoby pozostać nieujawnione - przecież łatwo sprawdzić, czy pobór mocy przez np. kopalnię Trekkopje wynosi 20 MW jak podaje firma, czy też 700 MW jak twierdzą SLS.

Gdyby uzyskanie jednej tony U3O8 z rudy ubogiej (0,01% U3O8) rzeczywiście wymagało 29,3 TJ/t(U), to przy wydajności kopalni Trekkopje 4884 t(U)/rok trzeba byłoby zużyć energię 29,3 TJ(t)/t(U) x 4884 t(U) = 143 PJ(t). Ale całe zużycie energii elektrycznej w Namibii ze wszystkimi kopalniami uranu i innych minerałów wynosi 9.97 PJ, a całkowite zużycie elektrycznej i cieplnej (ropa naftowa i jej przetwory) na cały kraj to 59,7 PJ(t)

Postulowane przez SLS zużycie energii dla jednej kopalni uranu jest więc 2-krotnie większe niż rzeczywiste zużycie energii dla całego kraju! A w tym kraju są przecież i inne kopalnie uranu, np. Rossing, o większej mocy produkcyjnej. Zresztą przemysł wydobywczy uranu daje tylko około 12% dochodu narodowego Namibii. Oczywiste jest, że tak wielkie zużycie energii w kopalni Trekkopje byłoby niemożliwe do ukrycia - i zresztą byłoby fizyczną niemożliwością.

Liczby podawane przez SLS oparte są na danych z pracy Rotty z 1975 roku, w której wykorzystano dane dla wydobycia i oczyszczania uranu z bogatej rudy w piaskowcach w USA, zawierającej 0,22% U3O8. SLS nie uwzględnili postępu technicznego, jaki nastąpił w ciągu ostatnich 40 lat. Oczywiste jest, że ilość energii potrzebnej na wydobycie i oczyszczenie uranu rośnie ze spadkiem zawartości uranu w rudzie. Jest to spowodowane faktem, że ilość rudy, którą trzeba wydobyć i oczyścić, rośnie

przy spadku zawartości uranu w rudzie.

Zaskakujące jest, że ani Storm Van Leeuwen i Smith formułując swe twierdzenia, ani organizacje antynuklearne powtarzające z zapałem tezę o braku uranu, nie uznali za stosowane sięgnąć do danych aktualnych, a woleli pozostawać tylko przy ekstrapolacjach opartych na danych zdezaktualizowanych i na błędnym rozumowaniu. Przecież gdyby ich twierdzenia były słuszne, to i kopalnia Rossing, i Trekkopje przynosiłyby ogromne straty.

Energia potrzebna dla Trekkopje według SLS - 29,3 TJ(t)/t(U) - kosztowałaby 810 000 USD/t(U). Zakładając, że kopalnia Trekkopje będzie pracowała przy cenie uranu 130 USD/kg, każda tona przynosiłaby stratę 680 000 USD! Kto chciałby budować taką kopalnię ? I po co? Czy to proste przeliczenie nie wystarcza by wykazać, jakim nonsensem jest postulowany przez SLS wzór do określania energii potrzebnej rzekomo do wydobycia uranu z rud ubogich?

Publikowanie twierdzeń opartych na błędnych uproszczeniach i tak ewidentnie sprzecznych z realiami jest jaskrawym przykładem gwałcenia zasad nauki dla celów politycznych - w tym przypadku dla kampanii przeciw energetyce jądrowej, prowadzonej wielokierunkowo przez Greenpeace i podobne jej organizacje.

Niezależnie jednak od kampanii organizacji antynuklearnych, współczesna praktyka wykazuje, że ubogie rudy uranu o zawartości poniżej 0,01%,, a zapewne i o rząd mniejszej, można z pożytkiem wykorzystać dla cyklu jądrowego. A to zapewnia możliwość wykorzystania ogromnych zasobów uranu, jakie zawarte są w ubogich rudach uranowych i ma istotne znaczenie dla oceny możliwości wykorzystania uranu z polskich złóż.

Zasoby uranu w Polsce

W Polsce zasoby rozpoznane i prawdopodobne to około 100 000 ton uranu naturalnego, a więc dość dla każdego przewidywalnego programu nuklearnego w naszym kraju. W chwili obecnej wydobycie tego uranu byłoby nieopłacalne, bo tańszy uran możemy kupić z wielu krajów, np. z Australii, Kanady czy Namibii, ale w dyskusji aspektów strategicznych warto zdawać sobie sprawę, że Polska może bazować na własnym uranie.

Nasze złoża należą wprawdzie do ubogich, ale niektóre z nich (Wambierzyce, Grzmiąca, Okrzeszyn) mają szczególną zaletę. Są to złoża pokładowe, o w miarę jednolitym charakterze, co umożliwia ich dość regularną eksploatację przez dziesiątki lat.

Ponadto uran można uzyskiwać jako produkt uboczny przy wydobyciu innych minerałów. Największa na świecie kopalnia uranu to Olympic Dam w Australii, gdzie uran jest domieszką do złóż miedzi o zawartości 0,02%w rudzie, to jest 200 ppm. W Polsce także możliwy jest odzysk uranu występującego jako domieszka do pokładów miedzi w rejonie Lubin-Sieroszowice. Zawartość uranu w rudzie wynosi tam ~ 60 ppm, przy zawartości miedzi 2%. Całkowite zasoby rudy to 2400 mln ton, miedzi 48 mln ton, a uranu 144 000 ton. Stanowi to ekwiwalent ~ 900 GWe-lat, które można uzyskać z tych zasobów w elektrowniach jądrowych, przy wkładzie energii mniejszym niż 5% energii uzyskiwanej w tych elektrowniach. Dodatkową zaletą byłaby redukcja radioaktywności w odpadach z oczyszczania miedzi.

Obecna roczna produkcja w zagłębiu Lubin Sieroszowice wynosi ~ 569 000 ton Cu, a ilość uranu zrzucana na hałdy to ~ 1 700 t/a. Stanowi to rocznie ekwiwalent paliwa dla 10 elektrowni jądrowych, o łącznej mocy 10 000 Mwe

Andrzej Strupczewski

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

www.sprawynauki.edu.pl

http://laboratoria.net/home/10030.html

Informacje dnia: NAWA ogłosiła nowy pilotażowy program "Naukowcy w potrzebie" Misja z polskim astronautą Kwantowa kontrola zderzeń nie tylko w ultraniskich temperaturach Podlaski Festiwal Nauki i Sztuki w dniach 9-18 maja Popularyzator astronomii Tomografie komputerowe mogą odpowiadać za 5% wszystkich nowotworów w USA NAWA ogłosiła nowy pilotażowy program "Naukowcy w potrzebie" Misja z polskim astronautą Kwantowa kontrola zderzeń nie tylko w ultraniskich temperaturach Podlaski Festiwal Nauki i Sztuki w dniach 9-18 maja Popularyzator astronomii Tomografie komputerowe mogą odpowiadać za 5% wszystkich nowotworów w USA NAWA ogłosiła nowy pilotażowy program "Naukowcy w potrzebie" Misja z polskim astronautą Kwantowa kontrola zderzeń nie tylko w ultraniskich temperaturach Podlaski Festiwal Nauki i Sztuki w dniach 9-18 maja Popularyzator astronomii Tomografie komputerowe mogą odpowiadać za 5% wszystkich nowotworów w USA

Partnerzy