

**XII Festiwal Nauki w IEA i CLOR
Energetyka jądrowa i ochrona radiologiczna**

**Czy w Polsce potrzebna jest
energetyka jądrowa?**

Dr inż. A. Strupczewski
Przewodniczący Komisji Bezpieczeństwa Jądrowego
Instytut Energii Atomowej, Swierk

Warszawa, 20 wrzesień 2008

Plan prezentacji

- Sytuacja energetyczna w Polsce i w Unii Europejskiej
- Węgiel potrzebny dla przyszłych pokoleń
- Bezpieczeństwo energetyczne
- Porównanie kosztów zewnętrznych dla różnych źródeł energii
- Postęp EJ – wykorzystanie mocy, redukcja kosztów
- Porównania kosztów wytwarzania energii elektrycznej OECD
- EJ redukuje efekt cieplarniany
- Ocena ekonomiczna dla Polski
- Ocena energii wiatrowej

Jakie źródła energii powinniśmy preferować?

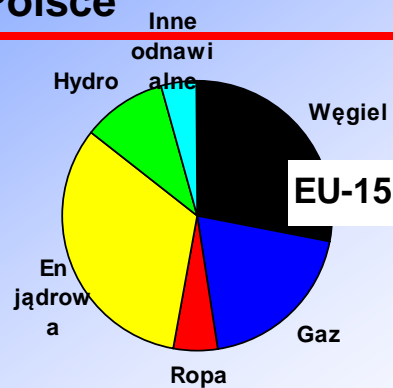
Biorąc pod uwagę dobro Polski powinniśmy rozwijać te gałęzie energetyki, które:

1. nie powodują utraty cennych zasobów, które należy zachować przyszłym pokoleń, spełniając wymagania programu zrównoważonego rozwoju,
 2. pozwalają na zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego kraju, między innymi przez dywersyfikację źródeł energii elektrycznej
 3. nie narażają nas na niszczenie środowiska i utratę zdrowia i życia ludzi, oraz
- zapewniają niskie koszty wytwarzania energii elektrycznej

Czemu mamy zacząć budowę energetyki jądrowej w Polsce



Polska spala węgiel – zmniejszyliśmy emisje, ale mimo to produkty spalania zanieczyszczają atmosferę



W UE główne źródło elektryczności to EJ – czyste, bezpieczne, nie powodujące efektu cieplarnianego i dające tanią elektryczność...

Zasoby węgla w dotychczas pracujących kopalniach zaczną się wyczerpywać w połowie lat 20-tych, a budowa nowych kopalni by eksploatować złoża położone na większych głębokościach i trudniejsze do wydobycia będzie znacznie bardziej kosztowna.

Zachowanie węgla, ropy i gazu dla przyszłych pokoleń

- **Zasoby węgla, ropy i gazu ziemnego to cenny surowiec** dla przemysłu chemicznego i marnotrawstwem jest spalanie ich w elektrowniach. Musimy zachować je dla przyszłych pokoleń.
- Obecnie eksploatowanych pokładów węgla wystarczy nam na około 30 lat, a w perspektywie około 70 lat również i droższych pokładów węgla może nam zabraknąć.
- Natomiast uran nie nadaje się do niczego poza rozszczepieniem w elektrowni jądrowej.
- Zasoby uranu są ogromne, a przy wprowadzeniu cyklu zamkniętego z prędkimi reaktorami powielającymi praktycznie niewyczerpalne.
- Dlatego użycie uranu nie powoduje w praktyce zubożenia zasobów –a więc spełnia podstawowy warunek strategii zrównoważonego rozwoju, korzystnej i dla nas i dla naszych wnuków.

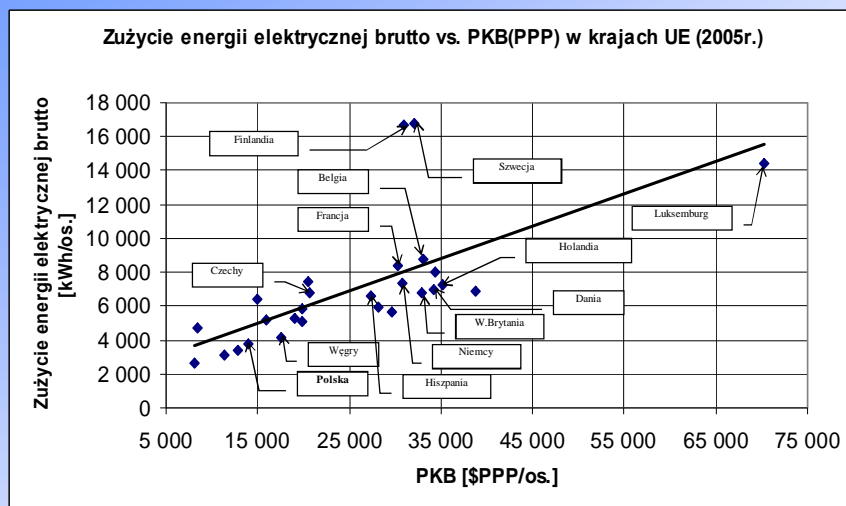
Na ile wystarczy nam węgla kamiennego?

- **Zasoby bilansowe 43,321 mld t**
- Można jednak wykorzystać tylko ok. 17% zasobów bilansowych, czyli ok. **7,4 mld t** –wystarczy na ok. **75 lat (max do 100 lat)**, co wymagać będzie budowy nowych kopalń.
- **Zasoby operatywne: 3,8-4,8 mld t (2,6 mld t łatwodostępnych)**, mogą wystarczyć na **38-40 lat** (wg. niektórych ocen na 25-30 lat).
- Na 100 t wydobytego węgla (system wydobywania ścianowy z zawalem skał stropowych) zużywa się 187 t zasobów bilansowych.
- Wydobycie węgla kamiennego **spada** z roku na rok o kilka mln t (z 97,1 mln t w 2005r. do 88,2 mln t w 2007r.), **przy rosnących kosztach**. Należy liczyć się ze **zmniejszeniem wydobycia węgla energetycznych z 80 do 65 mln t**, a i to w przypadku **otwarcia nowych poziomów wydobycia**.
- Konieczne **nakłady inwestycyjne - 18 mld PLN**.

Na ile wystarczy nam węgla brunatnego?

- **Zasoby bilansowe** (3-ch eksploatowanych złóż: Bełchatów, Turów i rejonu konińskiego): **13,724 mld t**. Zagospodarowane **zasoby przemysłowe** tych 3-ch złóż: **1,49 mld t**.
- **Wystarczalność** obecnie ekspozowanych zasobów szacuje się na **30 lat**. **Wydobycie** w okresie ostatnich kilku lat utrzymywało się na poziomie **ok. 61 mln t** (w 2007r. - **57,4 mln t**.)
- **Zasoby poza-bilansowe** 3-ch złóż niezagospodarowanych:
- „rowu poznańskiego”: 3,690 mld t (eksploatacja niezasadna ze względu na wysoką klasę gleb);
- w rejonie Legnicy: ogółem 35-40 mld t, w tym **15 mld t** zasobów udokumentowanych i potencjalnie nadających się do eksploatacji (wg. najnowszych doniesień); - nakłady na kopalnię na 8 500 MWe, **25 mld PLN**.
- w rejonie Gubina: ok. 4,5 mld t.

Czy zużywamy za dużo energii elektrycznej?



Zużycie energii elektrycznej na mieszkańca Polski należy do najniższych w UE, 2 x niższe od średniego dla krajów UE-15

Wskaźniki zużycia energii elektrycznej brutto / finalnej [MWh/os.]:

Polska – 3,8/2,6,

UE-15 – 7,4/6,6

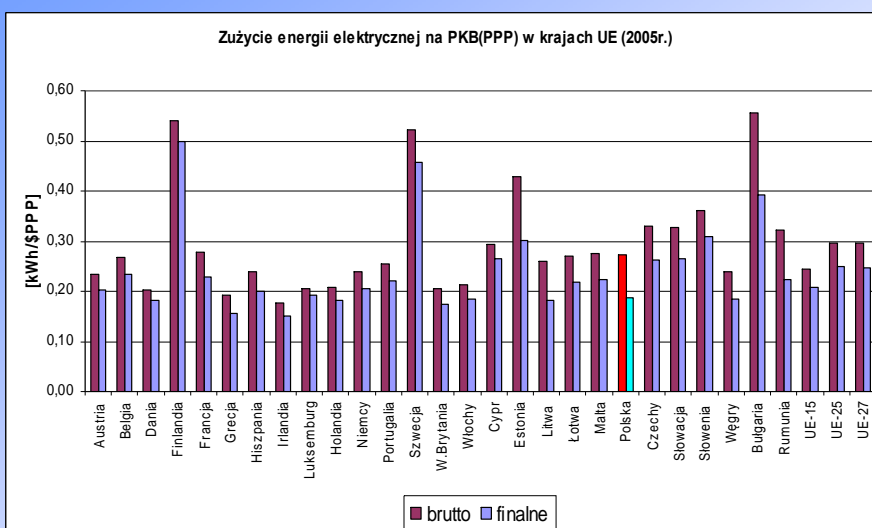
UE-27 – 6.7/5,6

Zużycie energii elektrycznej na mieszkańca Polski znacznie niższe od średniego zużycia dla krajów UE-27. Niższe niż Polsce zużycie energii elektrycznej mają tylko Rumunia, Łotwa i Litwa

Wobec tego, że zużycie energii elektrycznej w Polsce na mieszkańca jest bardzo niskie, a na jednostkę PKB porównywalne ze średnim dla UE, potencjał jej oszczędzania jest względnie niewielki,

Przyczyną wysokich wskaźników emisji CO₂ jest dominacja węgla w strukturze zużycia energii pierwotnej brutto i wytwarzania energii elektrycznej

Zużycie energii elektrycznej na jednostkę PKB (PPP)



Jak dostarczyć Polsce 220 TWh w bilansie paliwowo-energetycznym na rok 2025

Prognoza wydobycia (wariant optymistyczny):

- węgiel kamienny = 83,5 mln t (w 2005r. = 97,1 mln t),
- węgiel brunatny = 61,4 mln t (w 2005r. = 61,6 mln t).

Utrzymanie produkcji z EW na poziomie 2005r. ≈ **143 TWh**

Produkcja z gazu i oleju opałowego jak w 2005r. ≈ **6 TWh**

Z OZE można oszacować na maksymalnie **30 TWh**:

- Biomasa stała: 6 TWh
- Biogaz (pozyskiwany ze wszystkich źródeł): 14 TWh
- Woda: 3 TWh
- Wiatr: 8 TWh (5 000 MW mocy zainstalowanej).

Łącznie z paliw kopalnych i OZE w 2025r. **ok. 186 TWh**.

Bezpieczeństwo energetyczne kraju a możliwości tworzenia rezerw paliwowych na bieżące potrzeby

- Dywersyfikacja dostaw ropy i gazu - trudna i kosztowna.
- 2030 - wyczerpywanie ropy i gazu w skali globalnej. Polska stanie się wówczas jednym z wielu krajów zabiegających o dostawy od nielicznych producentów. Oznaczać to może uzależnienie gospodarcze, a co za tym idzie również i uzależnienie polityczne. Podobna sytuacja wystąpi w całej UE
- W r. 2006 zapasy węgla w elektrowniach i elektrociepłowniach pokrywały zapotrzebowanie na około 35 dni, zapasy ropy i innych paliw płynnych wystarczały na 80 dni zużycia krajowego, a zapasy gazu ziemnego na 11 dni.
- EJ o mocy 16 GWe zużyją rocznie tylko **480 ton paliwa jądrowego**, 80 000 razy **mniejszą** masę niż elektrownie na węgiel kamienny. Koszt gotowego paliwa 700 mln \$. Taki zapas roczny można łatwo zgromadzić. **Koszt U3O8 w cenach 1.1.2007 byłby tylko 80 mln \$**

A czy uranu wystarczy?

Zasoby uranu do US \$ 80/kg Do 80 \$/kg 2 mln ton, do 130 \$/kg 5 mln ton, Łączne 20 mln ton

Australia 460,000 t

Kanada 426,000 t

Kazachstan 254,000 t

RPA 186,000 t

Brazylia 112,000

Namibia 110,000 t

Uzbekistan 109,000 t

USA 102,000 t

Niger 94,000 t

Rosja 75,000 t

Wg stwierdzenia Parlamentu Europejskiego (24.10.2007)

znane światowe zasoby uranu wystarczą według szacunków na ponad 200 lat

zasoby te dają możliwości dywersyfikacji ryzyka politycznego w zakresie bezpieczeństwa dostaw

energia jądrowa ma długą przyszłość, ponieważ opiera się ona na wykorzystaniu zasobów, które wydłużą okres ewentualnego stosowania energii jądrowej do tysięcy lat

Narażenie zdrowia i środowiska

- **Spalanie paliw organicznych** – nie tylko węgla, ropy i gazu, ale także słomy, drewna, odpadów – **wiąże się ze skażeniem atmosfery** przez emisje tlenków siarki, azotu, pyłów i toksycznych metali ciężkich.
- Studium ExternE uwzględniło wszystkie etapy powstawania, pracy i likwidacji elektrowni „*od kolebki aż do grobu*” oraz wszystkie oddziaływania zanieczyszczeń na człowieka i środowisko,
- Wyniki programu ExternE są niekwestionowanym dorobkiem całej Unii Europejskiej, uznawanym za punkt odniesienia wszelkich dyskusji o wpływie wytwarzania energii na zdrowie i środowisko.
- Największe straty zdrowia powodują elektrownie opalane węglem i ropą, w środku skali zagrożeń plasują się elektrownie opalane gazem i ogniwa fotoelektrycznej, a najbardziej przyjazne dla człowieka są hydroelektrownie, wiatraki i energia jądrowa

Koszty wytwarzania energii elektrycznej, jakie ponosi społeczeństwo

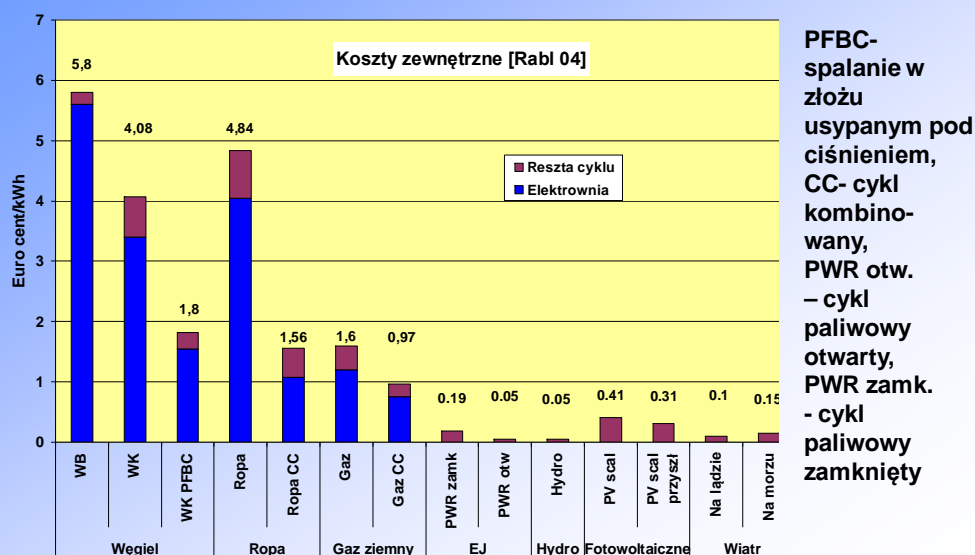
Koszty wytwarzania energii elektrycznej mają dwie składowe:

- Koszty ponoszone przez właściciela elektrowni, które następnie z narzutami płać odbiorcy energii elektrycznej w postaci comiesięcznych rachunków za prąd, oraz
- Koszty, których nie ponosi właściciel, tak zwane **koszty zewnętrzne**, a więc koszty utraty zdrowia i zanieczyszczenia środowiska, jakie określano w programie Unii Europejskiej Externe.

Koszty zewnętrzne dla EJ są 100 razy mniejsze niż dla węgla!

Energia jądrowa jest więc najlepsza dla ZDROWIA społeczeństwa, i to uwzględniając wszystkie jej skutki, nawet najbardziej odległe w czasie.

Koszty zewnętrzne dla typowej lokalizacji w UE-15 [Rabl 04]

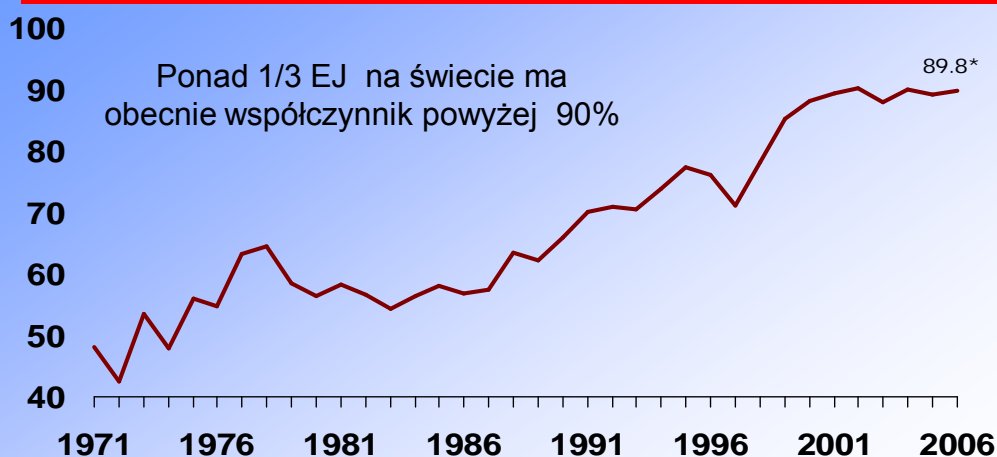


Czynniki wpływające na konkurencyjność wytwarzania energii w EJ

- Współczynnik wykorzystania mocy zainstalowanej wzrósł z 55% w latach 60-tych do 90% i wyżej
- Zwiększono głębokość wypalenia paliwa z 30 do 60 MWd/t
- Wzrosła odporność EJ na awarie, nawet najcięższe możliwe
- Zmniejszono ilości materiałów i urządzeń na jednostkę mocy zainstalowanej, usprawniono proces budowy
- Jednocześnie wzrosły koszty ropy, gazu ziemnego i węgla.
- Energetyka jądrowa jest już konkurencyjna, a do tego dochodzą jej zalety z punktu widzenia emisji – czyste powietrze i woda.
- Do ocen ekonomicznych wprowadzono koszty zewnętrzne – tj. koszty emisji CO₂, straty zdrowia wskutek emisji dwutlenku siarki, tlenków azotu, pyłów - a to dodatkowy punkt na korzyść energetyki jądrowej.

Współczynnik wykorzystania mocy zainstalowanej w EJ w USA

1971 - 2006

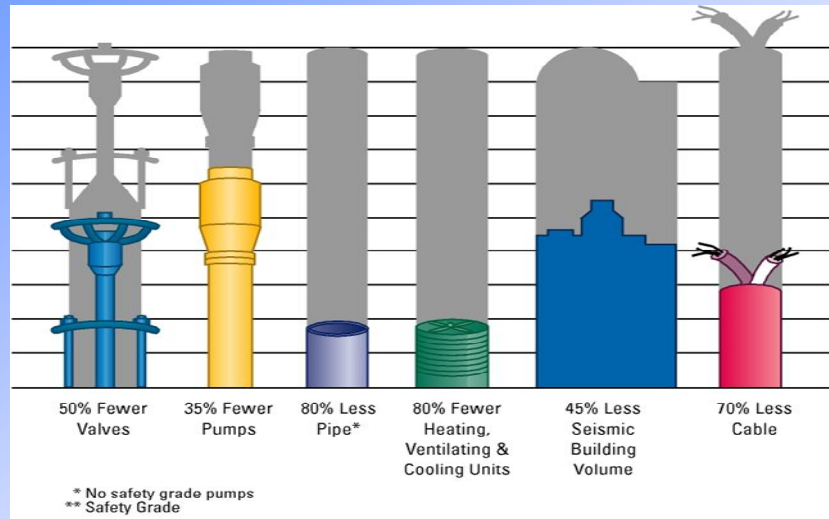


* Preliminary

Source: Global Energy Decisions / Energy Information Administration

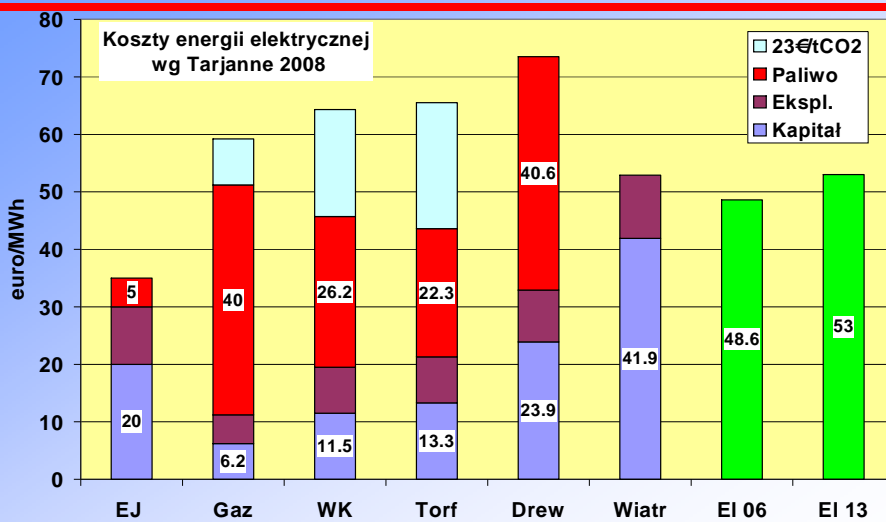
Updated: 6/07

Redukcja ilości urządzeń w nowoczesnych elektrowniach jądrowych- przykład AP1000



Przewidywane koszty w Finlandii,

oprocentowanie kapitału 5%, czas pracy 8000 h/a, dla wiatru 220 h/a



Oceny kosztu wytwarzania elektryczności w EJ maleją z każdym rokiem

- Według ocen z 2000 r. EJ nie były ekonomiczne, i jeszcze w 2004 r. OECD publikowało dane niekorzystne dla EJ,
- Dane analiz fińskich wykazały że EJ są konkurencyjne
- Obecnie ocenia się, że EJ dają najtańszą energię elektryczną przy stopie dyskonta 5%, 8%, a nawet w wielu krajach - 10%
- Mimo opóźnień w budowie Olkiluoto 3 i wzrostu jej kosztów, fińskie firmy nadal uważają że EJ są konkurencyjne.
- W lecie 2007 roku, już po opóźnieniach w Olkiluoto, Firma TVO złożyła wniosek o zezwolenie na budowę EJ nr. 6, firma IVO o zezwolenie na budowę EJ Nr. 7, a w 2008 firma Fennvoima na budowę EJ nr. 8 w Finlandii!

Studium OECD 2005

Założenia:

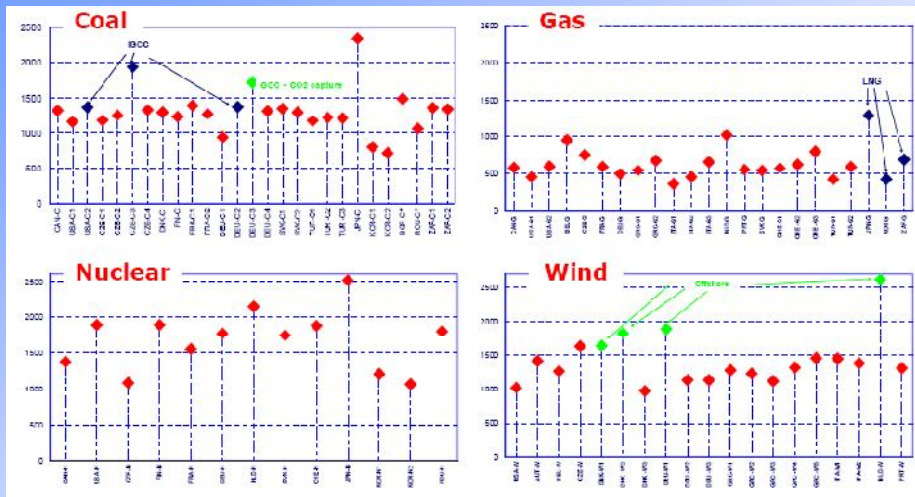
- Stopa dyskonta [5%, 10%], czas pracy EJ [40 lat], współczynnik wykorzystania mocy [85%]

Analizowano ~ 130 elektrowni w 21 krajach.

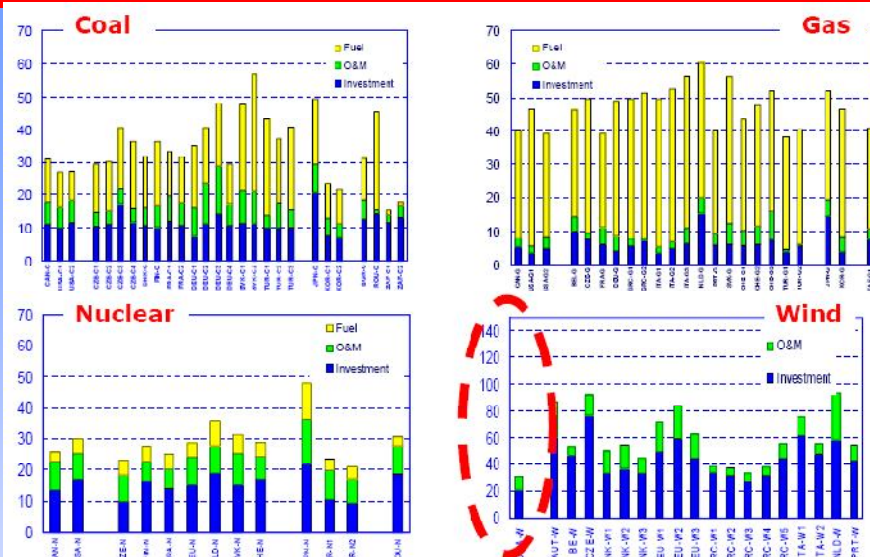
Elementy kosztów (pokrywane przez producentów elektryczności)

- Nakłady inwestycyjne,
- Modernizacja,
- Likwidacja elektrowni,
- Oprocentowanie kapitału podczas budowy
- Eksploatacja i remonty
- Paliwo, wraz z gospodarką odpadami i ich usuwaniem

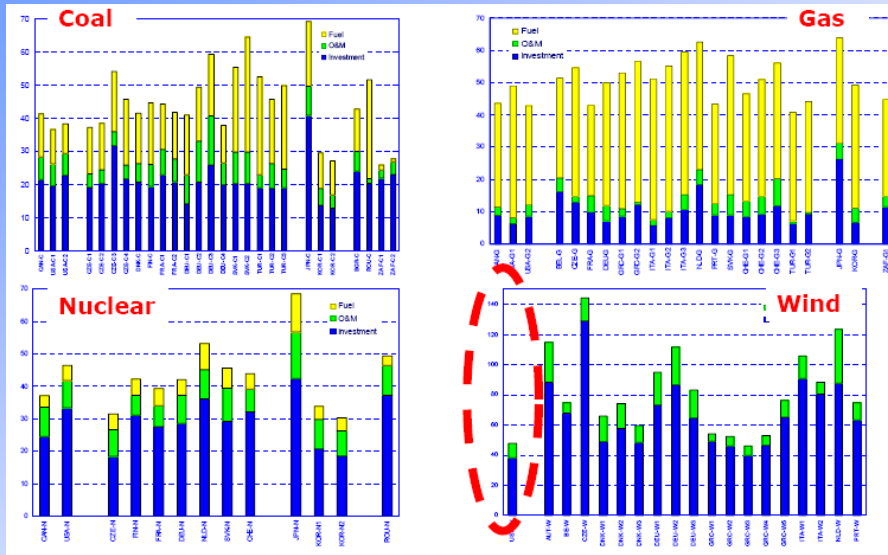
Nakłady inwestycyjne dla różnych źródeł energii elektrycznej, USD/kWe (OECD 2005)



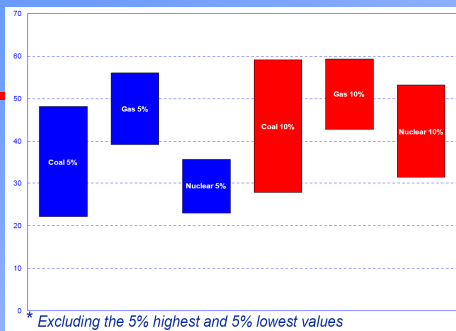
Koszty energii elektrycznej, USD/MWh przy stopie dyskonta 5% (OECD 2005)



Koszty energii elektrycznej, USD/MWh przy stopie dyskonta 10% (OECD 2005)



Zakres kosztów USD/MWh

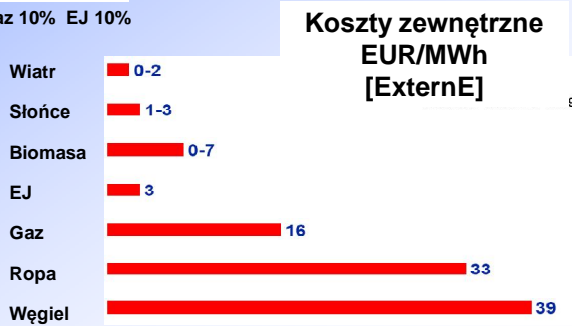


* Excluding the 5% highest and 5% lowest values
EW 5% Gaz 5% EJ 5% EW 10% Gaz 10% EJ 10%

Koszty płacone przez producenta

Energia jądrowa jest konkurencyjna również i przy stopie procentowej 10% [OECD 2005]

Po uwzględnieniu kosztów zewnętrznych EJ jest bezkonkurencyjnie najtańsza.



EJ niezbędne dla Unii Europejskiej by ograniczyć emisje CO2

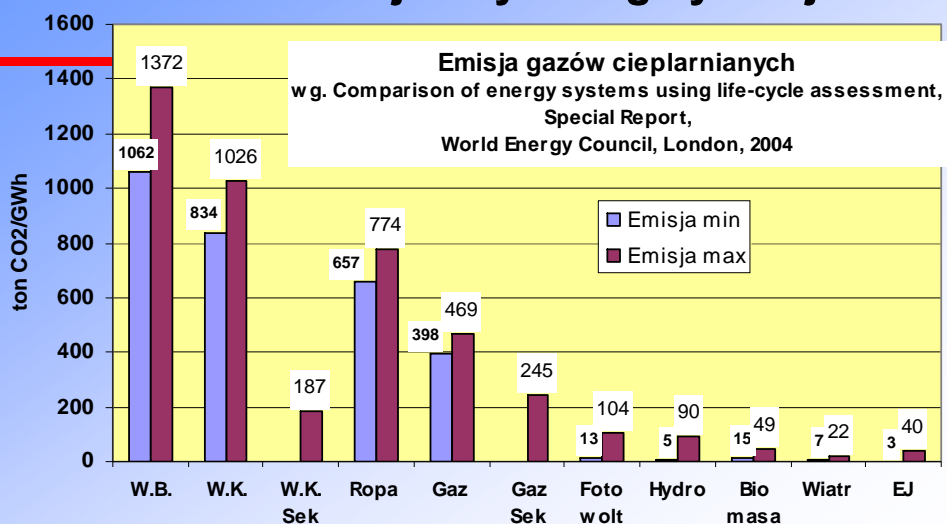


Każde 22 tony uranu wykorzystanego jako paliwo w EJ zaoszczędza milion ton CO₂, które spowodowałyby spalenie węgla

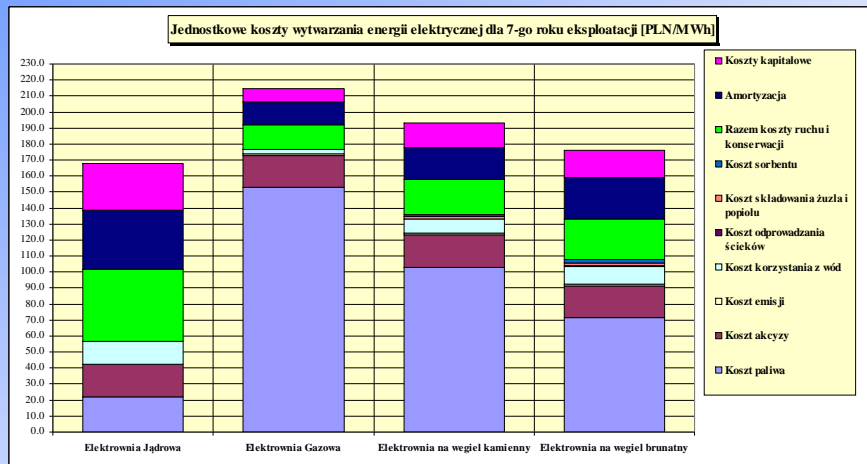
Gdy w Europie zapalają się światła, jedna trzecia jest zasilana przez EJ

Emisja CO₂ jakiej unikamy dzięki EJ to wielkość równa całkowitej emisji CO₂ z 200 milionów samochodów osobowych w Unii Europejskiej (722 milionów ton rocznie).

Rola EJ w walce z CO2 wg bezstronnych ocen Światowej Rady Energetycznej



Ocena ekonomiczna dla Polski (BSiPE Energoprojekt Warszawa)



Francja - koszty dla nowych EJ z EPR

- Blok Flammanville 3 o mocy 1650 MWe ma powstać w ciągu 54 miesięcy za cenę **3,3 miliarda euro** o wartości z 2005 roku.
- Energia elektryczna produkowana z tego reaktora jako budowanego pojedynczo ma kosztować **46 euro/MWh**.
- Koszty dla bloku budowanego seryjnie wyniosą **35 euro/MWh**.
- Przy obliczaniu kosztów energii elektrycznej przyjęto stopę oprocentowania kapitału równą **8% rocznie** i zakładano, że nakłady inwestycyjne powinny zwrócić się w ciągu 40 lat, chociaż elektrownia zaprojektowana jest do pracy przez 60 lat.
- Oznacza to, że przez ostatnie 20 lat swej pracy elektrownia będzie wytwarzać energię elektryczną znacznie taniej.
- Flammanville 3 A new station to secure future needs, EDF

Francja - Uwzględniono wszystkie koszty

Projektowy współczynnik wykorzystania mocy zainstalowanej wynosi 91%, co odpowiada średnim współczynnikom osiąganym obecnie przez elektrownie jądrowe na świecie.

W skład kosztów produkcji energii elektrycznej wchodzi

- składki na fundusz likwidacji elektrowni i
- unieszkodliwiania odpadów promieniotwórczych,
- opłaty na utrzymanie dozoru jądrowego (8,5 mln euro rocznie)
- podatki miejscowe (20 mln euro od bloku Flammanville 3)
- opłaty za paliwo, utrzymanie ruchu i konserwację .
- G. Graillat: Nuclear energy at EDF, Assessment and prospect, EDF, 10.4.2008

Wielka Brytania – koszty dla nowej EJ moc 1600 MWe (bez uwzględnienia kosztów zewnętrznych)

Koszty prac przygotowawczych 250 mln Ł (308 mln Euro)

- Raport Komitetu Audytu środowiskowego Keeping the Lights on: Nuclear Renewables and Climate Change, March 2006

Całkowity koszt budowy 2, 8 mld Ł (**3.45 mld Euro**)

- W Finlandii koszty wynosiły wg kontraktu 3 mld euro, a wg oceny brytyjskiej 3,33 mld euro.

500 mln Ł na likwidację EJ (Dostawcy oceniają koszt likwidacji na 325 mln Ł/GW (401 mln euro/GW) dla EPR, a 400 mln Ł/GW (494 mln euro/GW) dla AP 1000)

Oprocentowanie kapitału 10% (Stopa procentowa po opodatkowaniu) warianty min = 7% i max =12 %

W. Brytania - Składowe kosztów

Okres budowy 6 lat . Wg ocen dostawców od 5 do 5,5 lat. Okres budowy Sizewell B wyniósł 7 lat z powodu długiego procesu sądowego, który wstrzymał budowę.

Współczynnik obciążenia 80% w pierwszym roku, rosnący do 85% po 5 latach.

Koszty eksploatacji i konserwacji 90 mln Ł rocznie = 111 mln euro)
Dostawcy oczekują 40 mln Ł rocznie (49 mln euro/rok)

Koszty paliwa 4 Ł/MWh (5,43 euro/MWh) (Przy cenie U 145 USD/kg.)

Przechowywanie odpadów radioaktywnych na terenie EJ: 10 Ł/kW co 10 lat przez cały czas eksploatacji

Koszty unieszkodliwiania odpadów 0,4 Ł/MWh (0,5 euro/MWh)
co po 40 latach daje fundusz w wysokości 276 mln Ł

Meeting the Energy Challenge – A White Paper on Nuclear Power January 008, Department for Business, Enterprise and Regulatory Reform

Opłacalność EJ jest wg ocen brytyjskich i francuskich zbliżona

Koszty likwidacji EJ zapewnione jako narzut na - 0,7 Ł/MWh (0,86 euro/MWh).

Zyski społeczne wynikające ze zmniejszonej emisji CO₂ obliczono przy stopie procentowej 3,5% do 30 lat i 3% od 30 do 75 lat.

- Koszt produkcji energii elektrycznej 38 Ł/MWh = **47 euro/MWh**

Wg oceny rządu brytyjskiego, przy spodziewanej cenie emisji €36/tCO₂, **obecna wartość netto 40 lat pracy EJ o mocy 10 GWE wyniesie około 15 mld L15 = 44 mld zł.**

A jak wyglądają oceny dla Polski?

Przewidywane ceny energii elektrycznej w Polsce

Prognoza opracowana dla Polskiego Komitetu Energii Elektrycznej

Cena energii elektrycznej wzrosła ze 128 zł/MWh w 2007 do 157 zł/MWh we wrześniu 2008 r. Przewidywana cena energii elektrycznej w 2020 roku 350 zł/MWh = 103 euro/MWh.

(Raport 2030: Wpływ proponowanych regulacji unijnych w zakresie wprowadzenia europejskiej strategii rozwoju energetyki wolnej od emisji CO₂ na bezpieczeństwo energetyczne Polski, a w szczególności możliwości odbudowy mocy wytwórczych wykorzystujących paliwa kopalne oraz poziom cen energii elektrycznej SYNTEZA Wersja z dn. 19.06.2008 firma Badania Systemowe „EnergSys” czerwiec 2008)

W „Raportcie 2030” rozpatrzono trzy warianty nowej polityki UE, w których wprowadza się kolejne wymagania proponowane przez KE:

- (i) zaostrzenie działań na rzecz redukcji emisji CO₂,
- (ii) obowiązkowe cele dot. rozwoju OZE,
- (iii) hipotetyczne, obowiązkowe stosowanie instalacji CCS.

Warianty te oznaczono nazwami wskazującymi na unijne źródła głównych uwzględnionych w nich elementów: EU_CO₂, EU_MIX i EU_CCS.

Ceny energii elektrycznej w Polsce

ODN : Bez nowych działań na rzecz ograniczenia na emisję CO₂ w Polsce i UE, Obecny system EU ETS, cena uprawnień 20 Euro/t, w większości bezpłatny przydział uprawnień, Cele dot. OZE wg aktualnej polityki (7,5% udział energii elektrycznej z OZE od 2010 i 5,75% udział biopaliw).

EU-MIX (emisja GC i rozwój OZE): stymulowanie redukcji emisji CO₂ i przychody z aukcji jak w EU_CO₂, nowe cele EU odnośnie rozwoju produkcji energii z OZE (15% w 2020, w tym 10% biopaliw)

Marginalne koszty produkcji energii elektrycznej – ceny rynkowe:

ODN: Wzrost do 266 zł/MWh w 2010 r. oraz **271 - 315 zł/MWh** w latach 2020- 2030

EU-MIX: Wzrost do 266 zł/MWh w 2010 r. oraz **355 - 366 zł/MWh** w latach 2020- 2030

Oszacowania kosztów łącznych dla Polski

Wzrost kosztów zaspokojenia potrzeb energetycznych

ODN: Dodatkowe roczne koszty wynoszą ok. **90 mln zł/a** w 2010 r. i rosną do **480 mln zł** w 2025 r. i **4 mld zł** w 2030 r.

EU MIX Dodatkowe roczne koszty wynoszą ok. **2,1 mld zł/a** w 2010 r. i rosną do **8-12 mld zł/a** w latach 2020 – 2030

Utrata PKB

EU MIX Niższy poziom PKB w porównaniu do scenariusza bez polityki klimatycznej (BAU) o 7,5% w roku 2020 i o 15% w 2030

- W wart. bezwzgl. – **utrata 154 mld zł/a** w 2020 r. i **503 mld zł/a** w 2030

Pytania

- Tak ogromne straty dla gospodarki wyliczył zespół zupełnie niezwiązany z energetyką jądrową, przeciwnie, złożony z wychowanków prof. Bojarskiego, głównego przeciwnika EJ w Polsce.
- Kraje mające EJ nie poniosą takich strat.
- Elektrownie jądrowe okazują się opłacalne ekonomicznie we wszystkich scenariuszach polityki klimatycznej już od cen uprawnień na poziomie 20 Euro za tonę emisji CO₂
- Energia odnawialna kosztuje dużo drożej niż węglowa lub jądrowa i też nie uratuje nas przed podwyżką kosztów .
- Zwiększanie efektywności wykorzystania energii jest słuszne, opłacalne i konieczne, ale nie wystarczy.

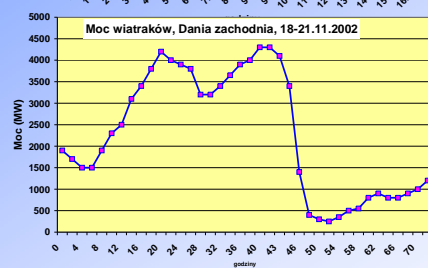
Kto zapłaci za 20 letnie opóźnienie we wprowadzeniu EJ?

Czy możemy nadal odkładać budowę EJ w Polsce?

Energia wiatru jest zmienna – wymaga wysokich inwestycji i jest droga

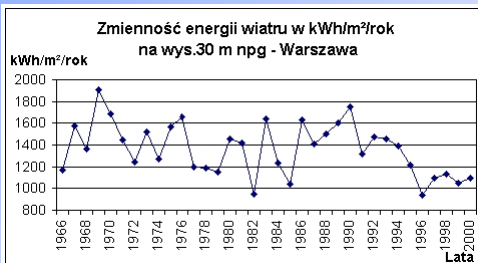
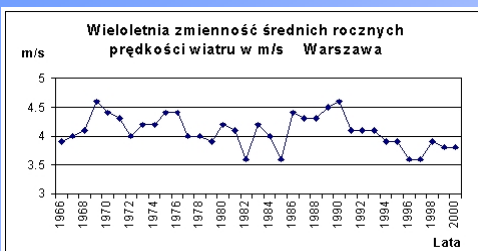


Łącznie w 2002 roku było w Zachodniej Danii 52 dni, gdy wiatr dostarczał mniej niż 1 % zapotrzebowania. Moc systemu energetycznego musi wystarczać na pokrycie potrzeb odbiorców niezależnie od mocy wiatraków



Wg raportu E.On. w Niemczech przy planowanej mocy zainstalowanej w wiatrakach wynoszącej w 2020 r. ponad 48,000 MW można będzie zastąpić nimi tylko 2,000 MW z tradycyjnych źródeł energii. Konieczne jest utrzymywanie w systemie rezerwy wirującej - elektrowni pracujących na biegu luzem.

Jakiego współczynnika wykorzystania mocy możemy oczekiwać w Polsce?



Współczynnik obciążenia w Danii w 2002 r. wyniósł 16,8%, w 2003 r. 19% (w lutym 2003 moc z 6000 wiatraków w Danii wyniosła 0!)

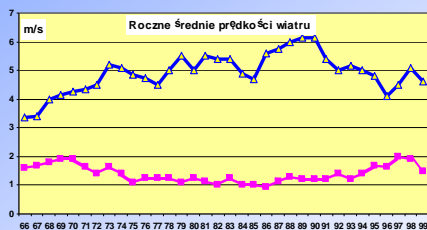
Wiatraków na lądzie w Wielkiej Brytanii pracowały w 2003,r przy obciążeniu średnim 24,1%,

Średnia dla Niemiec w latach 1998- 2003 wyniosła 14.7%.

W USA nadająca się do wykorzystania moc wiatraków w 2002 roku wyniosła 12,7% mocy zainstalowanej, w Kalifornii średnia wyniosła 20%.

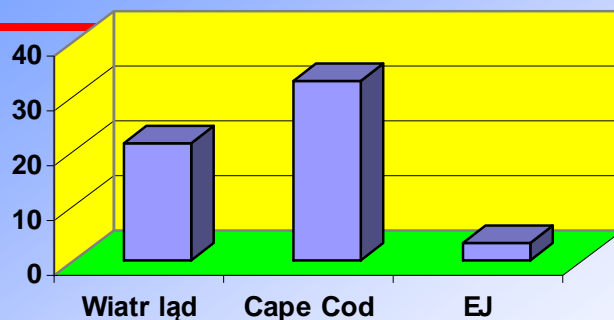
W Polsce wiatry są znacznie słabsze niż w Danii i W. Brytanii

- Farma wiatrowa na Mazurach 200 MWe 400 mln euro
- Przy wsp. obc. 17% koszt inwestycyjny mocy średniej wyniesie 16 800 Euro/kWe
- $100 \text{ euro/MWh} \times 200 \times 8784 \times 0.17 = 288 \text{ mln euro /rok}$
- KTO Płaci? MY!!!
- Koszt OZE jest o 200% większy niż z elektrowni węglowych
- W Danii wiatraki powodują miliard koron strat rocznie
- W Polsce dodatkowo wiatry są słabsze niż w Danii – 5 m/s w Łebie, a nie 7 czy 11 m/s.
- Wiatraki wymagają niemal 100% mocy rezerwowej w sieci
- Obszary upraw energetycznych są ograniczone.
- 15% z OZE będzie bardzo trudno osiągnąć w Polsce



Koszty inwestycyjne na jednostkę energii

MEURO/TWh



Oznacza to, że przy mocy 1000 MWe budowana obecnie elektrownia wiatrowa dostarczy w ciągu życia 42 TWh, a elektrownia jądrowa 473 TWh

Stąd otrzymujemy nakłady inwestycyjne przypadające na jednostkę energii elektrycznej

- na wiatr w wysokości 21.6 MEuro/TWh,
- na elektrownię jądrową 3.3 MEuro/TWh.

Subsidia dla wiatraków – ile to jest? I co zyskujemy?

- Co oznacza ulga podatkowa 1,9 centa/kWh? Dla wiatraków produkujących 7.8 TWh/rok (tyle co EJ 1000 MWe) jest to
- $7800 \times 1\,000\,000 \text{ kWh/rok} \times 0,019 \text{ USD} = 148 \text{ milionów USD/rok}$. Przez 60 lat daje to 8 892 mln USD = 8,9 mld USD
- A oprócz tego oczywiście wiatraki dostają zapłatę na produkowany prąd i mają gwarancję, że sieć odbierze od nich każdą ilość prądu i to w dowolnym momencie. I bez żadnej odpowiedzialności – wiatraki mogą przestać dostarczać prąd w każdej chwili, a o zapewnienie zasilania musi troszczyć się ktoś inny.
- Rozwój turbin wiatrowych nie zmniejsza emisji CO₂ w Danii— Flemming Nissen, Head of Development, ELSAM, Dania

Konieczność mocy rezerwowych

- Konieczne jest utrzymywanie w systemie rezerwy wirującej, to jest elektrowni pracujących na biegu luzem lub na malej mocy. To oznacza, że pracują one bardzo daleko od swych parametrów optymalnych (co skutkuje wzrostem kosztów wytwarzania energii oraz emisji gazów i pyłów). Korzyści ekologiczne znikają
- Natomiast wysokie koszty inwestycyjne na budowę wiatraków i koszty inwestycyjne na niezbędne dla ich rezerwowania elektrownie systemowe - pozostają.
- Nadmiar mocy trzeba gdzieś wyeksportować – powoduje to w Danii straty rocznie 1 mld koron.

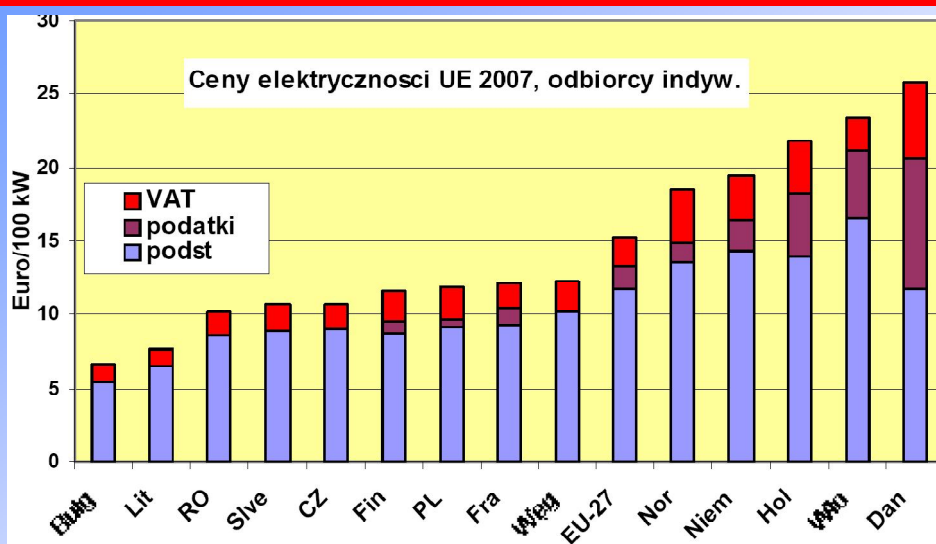
Typowy współczynnik wykorzystania mocy wiatraków zainstalowanej w Niemczech w skali rocznej to 0,17.

Wprowadzenia wiatraków do sieci nie można porównać do jazdy na rowerze i pozostawienia samochodu w garażu. Jest to raczej jakbyś jechał na rowerze i kazał komuś jechać za tobą autem, abyś mógł się w każdej chwili przesiąść jeśli poczujesz się zmęczony.



Używając dalej porównania z autem i rowerem, kolarz jedzie przez 170 m, za nim auto na biegu luzem, potem kolarz siada do auta na 830 m, po czym wysiada żeby przejechać dalsze 170 m – i znów wsiąść do auta na 830 m. **Czy takie postępowanie da oszczędność benzyny, auta i redukcję emisji?**

Rzekomo tani wiatr okazuje się w ostatecznym rozrachunku bardzo drogi





Podoba się Wam ten widok?



Koszty wytwarzania w elektrowniach wiatrowych w Polsce :
307 PLN/MWh – bez uwzględnienia kosztów rezerwowania mocy,
345 PLN/MWh – z uwzględnieniem kosztów rezerwowania mocy.

Biomasa – więcej miejsc pracy w kraju, stabilna praca w sezonie letnim, ale koszty...

- Koszty wytwarzania w elektrowniach biomasowych opalanych **masą stałą** w Polsce szacowane są (wg. EP Katowice) na: **267 PLN/MWh** – zrębki drewna, **359 PLN/MWh** – słoma.
- **Biogaz** 12 663÷21 708 PLN/kW – jednostkowe nakłady inwestycyjne (biogazownia + elektrownia); są one **3÷5 krotnie wyższe w porównaniu z elektrowniami jądrowymi!**
- Wg. J. Popczyka nakłady inwestycyjne na biometanowe źródło kogeneracyjne (500 kWe) = **20 000 PLN/kW** = 5528 EUR/kW.
- W 2007 r. średnia hurtowa cena energii ok. 128 PLN/MWh.
- A koszt zakupu energii z OZE 360 PLN/MWh

Wniosek naukowców z Polskiej Akademii Nauk, Energoprojektu, Polskiej Grupy Energetycznej

Dla zapewnienia Polsce potrzebnych źródeł energii elektrycznej

- Dla zmniejszenia emisji pyłów, SO₂, NO_x a więc dla redukcji kosztów zewnętrznych, uzyskania czystego powietrza i przedłużenia naszego życia
- Dla obniżenia kosztów energii elektrycznej rosnących z powodu subwencji na odnawialne źródła energii

Konieczne jest podjęcie rozwoju energetyki jądrowej i uruchomienie pierwszej EJ w 2021 roku

Budowanie dalszych EJ jako taniego, czystego i stabilnego źródła energii elektrycznej.