



**Seminarium energetyczne CASE**  
**Center for Social and Economic Research**  
**Warszawa, 23 stycznia 2014**

---

**Wpływ OZE i EJ na koszty wytwarzania  
energii elektrycznej w systemie  
energetycznym Polski**

**Dr inż. A. Strupczewski, prof. nadzw. NCBJ**  
**Przewodniczący Komisji Bezpieczeństwa Jądrowego**  
**Narodowe Centrum Badań Jądrowych**

# Plan prezentacji

---

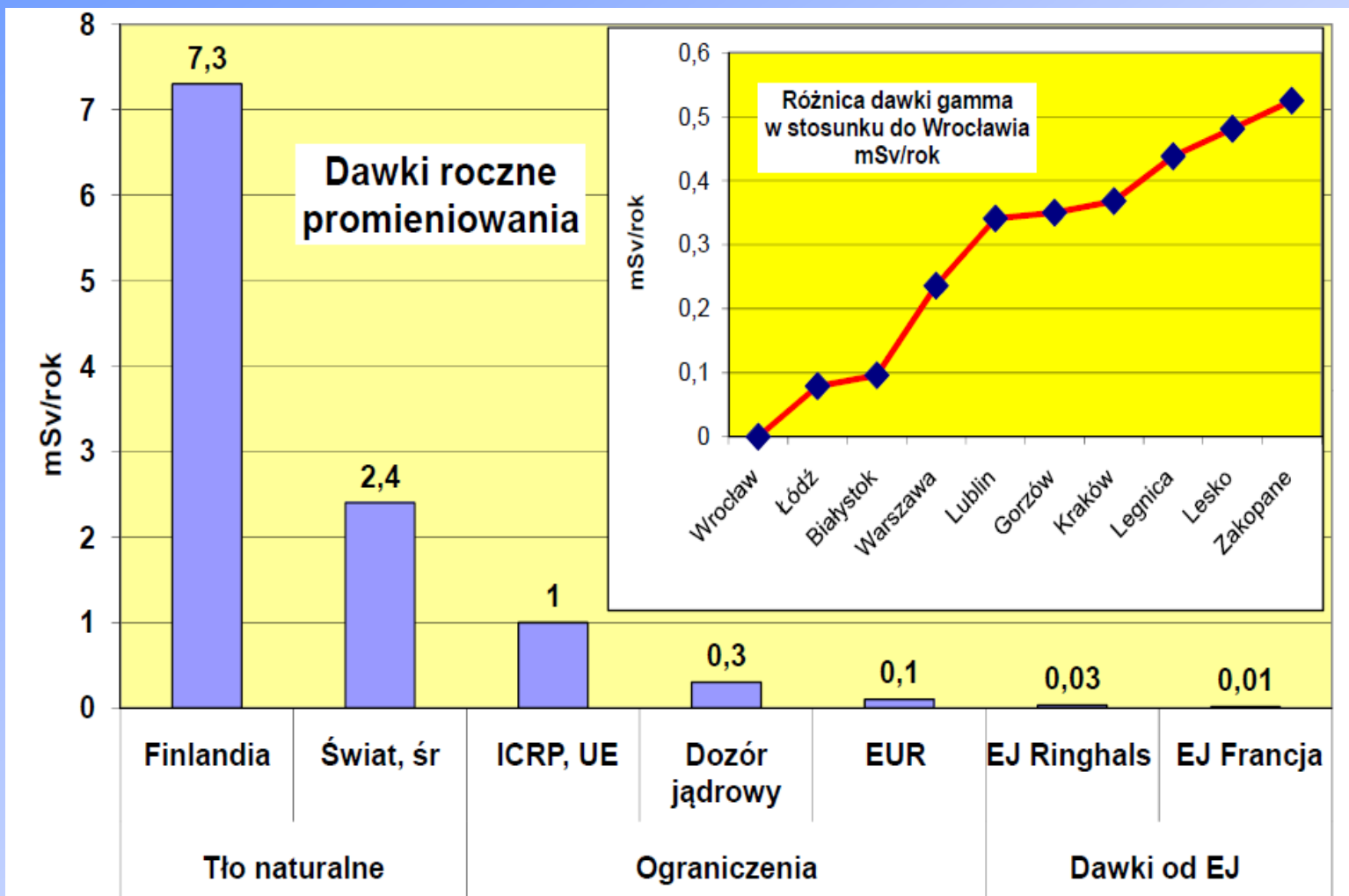
- Wpływ EJ na środowisko
- Wpływ wiatraków na środowisko
- Porównanie rzeczywistych obecnych kosztów EJ i OZE
- Czy koszty OZE maleją – czy rosną?
- Czy OZE mogą zapewnić stabilną pracę systemu energetycznego?
- Koszty związane z przerywaną i niestabilną pracą OZE w systemie energetycznym
- Subsydia w Hiszpanii, w Niemczech – i w Polsce,

# Elektrownie jądrowe – to czyste niebo i woda, tania energia elektryczna i zachowanie węgla dla przyszłych pokoleń



EJ Loviisa w Finlandii  
Zdjęcie pokazane za  
zezwoleniem FORTUM

# Dawki od elektrowni jądrowych mniejsze niż różnice tła promieniowania naturalnego



Dawka od EJ – 0,01 mSv/rok

Różnica tła promieniowania między Krakowem a Wrocławiem – 0,39 mSv/rok



# A w razie awarii?

---

- Bilans pracy 430 elektrowni jądrowych przez 50 lat - bardzo dobry
- Nikt nie stracił życia ani zdrowia wskutek promieniowania przy awarii elektrowni jądrowej – poza Czarnobylem, który był budowany wbrew zasadom bezpieczeństwa.
- Elektrownie III generacji- .znacznie bezpieczniejsze niż dotychczasowe
- Ludność poza strefą ograniczone użytkowania zupełnie bezpieczna, nawet po ciężkiej awarii
- Promień tej strefy np. dla reaktora EPR – to 800 metrów.

# **Reaktor III generacji, np. EPR, nie stwarza zagrożenia nawet po ciężkiej awarii**

---

Po awariach uwzględnionych w projekcie (aż do rozerwania obiegu pierwotnego) nie potrzeba żadnych działań dalej niż 800 m od EJ

**Nawet po hipotetycznych ciężkich awariach :**

- **Nie potrzeba wczesnych działań ochronnych** po awarii dalej niż 800 m od EJ (granica strefy ograniczonego użytkowania wokół EJ)
- **Nie potrzeba działań średnio terminowych** dalej niż 3 km od EJ
- **Nie potrzeba działań długoterminowych** ( ewakuacja, ograniczenie spożycia płodów rolnych) dalej niż 800 m od EJ
- Skutki ekonomiczne ograniczone

**Takie bezpieczeństwo zapewniają EJ z EPR budowane w Finlandii, Francji, w Chinach i zaplanowane w UK i USA.**

# Po awarii projektowej

Nie potrzeba  
żadnych działań  
interwencyjnych  
nawet po  
ciężkiej awarii

Nie potrzeba żadnych  
działań interwencyjnych

Dla porównania- wg  
przepisów USA  
 $D(\text{EAB}, 2\text{h}) \leq 250 \text{ mSv}$   
 $D(\text{LPZ}, 30 \text{ d}) \leq 250 \text{ mSv}$

3 000 m

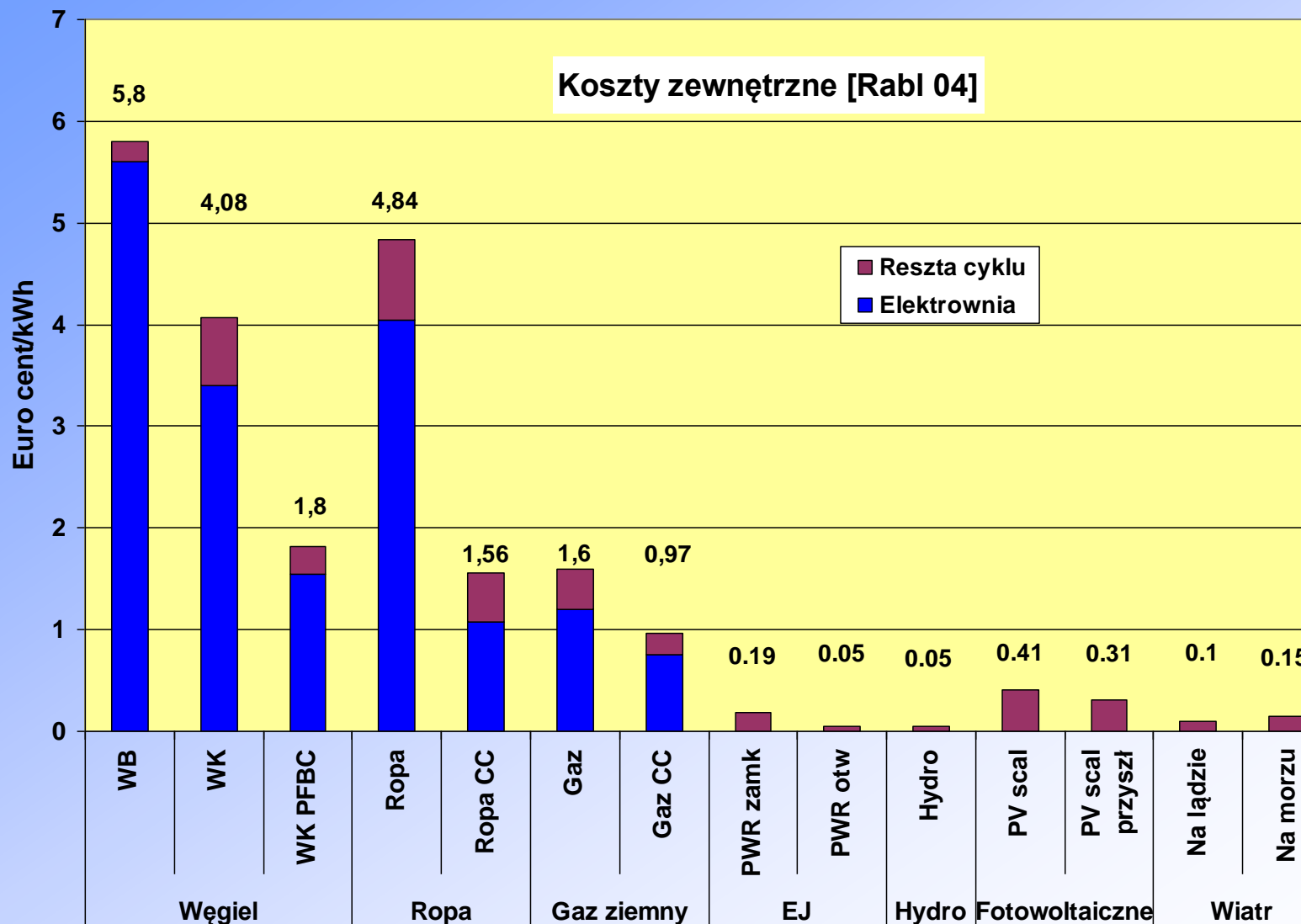
800 m

$D(\text{rok}) \geq 10 \text{ mSv}$



Po awarii projektowej  
 $D(\text{rok}) \leq 10 \text{ mSv}$

# Szkody na zdrowiu i inne koszty zewnętrzne dla typowej lokalizacji w UE-15: najniższe dla EJ



PFBC-  
spalanie w  
złożu  
fluidalnym pod  
ciśnieniem,  
CC- cykl  
kombino-  
wany,  
PWR otw.  
- cykl  
paliwowy  
otwarty,  
PWR zamk.  
- cykl  
paliwowy  
zamknięty



# Farma wiatrowa – od hałasu uciekają zwierzęta, ptaki i ludzie

---





**Destabilizacja sieci energetycznej**  
**Dewastacja środowiska**  
**Zagrożenie dla ptaków**  
**Uciążliwy hałas**



# Francuska Akademia Medyczna, Bawaria, EPAW, Wielka Brytania, USA

---

- Francuska Akademia Medyczna zaleca by dla ochrony zdrowia ludzi zaprzestać budowy wiatraków o mocy ponad 2,5 MW w odległości poniżej 1,5 km od siedzib ludzkich (14.03.2006).
- Rząd Bawarii - wskutek protestów mieszkańców, wprowadził regulę 10 H: odległość wiatraka od domów przynajmniej równa 10 x wysokość wiatraka. (styczeń 2014)
- European Platform Against Wind - 647 organizacji z 24 krajów europejskich żąda moratorium na budowę wiatraków,
- Wielka Brytania: Protesty mieszkańców i organizacji samorządowych.
- USA: od 1 stycznia 2014 wstrzymano subsydia dla nowych wiatraków. Przedtem wynosiły one 23 USD/MWh



# Piękne hasła – i ludzie mieszkający pod wiatrakami



W Danii pani Ida Auken, minister ds. środowiska, przyznała, że wpływu hałasu nie doceniono i od 4 do 11% mieszkańców cierpi wskutek pulsacyjnego hałasu turbin. Prof. Henrik Moeller ocenia że cierpi od 22 do 42 % mieszkańców.

W Polsce – wiatraki buduje się w odległości 500 m. od domów.

Protesty: Dębki, Jędrzychowice Osiek, Koźmin koło Zgorzelca, Dobkowo, Bystrzyca Kłodzkiej, Jura Krakowsko-Częstochowska, dolina Noteci, Sandomierz, Pырzyce, Jaworzyna Śląska, Warta Bolesławicka, Suwalszczyzna, Warmia i Mazury,

# Protesty przeciwko wiatrakom w Polsce

---

- Ostatnio (wrzesień 2013) protest mieszkańców zablokował wiatraki w gminie Markuszów (planowano 13 wiatraków)
- Mieszkańcy gminy Grodków protestowali przeciwko budowie farmy wiatrowej. 120 wiatraków o wysokości 200 m miało stać w odległości 500-600 m od domów. Chcą ich oddalenia o 2-4 kilometry. (sierpień 2013)
- **Samorząd Warmi i Mazur:** Ponad 90 procent terenów województwa warmińsko-mazurskiego powinno zostać wyłączonych z planów budowy wiatraków.
- **Koalicja Bezpieczna Energia:** ...deweloperzy lokalizują elektrownie wiatrowe zbyt blisko obiektów mieszkalnych oraz na terenach posiadających najcenniejsze walory krajobrazowe (przyrodnicze i kulturowe),



# ***Hałas turbin szkodzi zdrowiu ludzi, pod śmigłami wiatraków masowo giną ptaki***

---

- Oficjalnie Warmii i Mazurom grozi budowa 1100 wiatraków, 150-200 m wysokości, drugie tyle ukryto w procedurach zmian studium i miejscowych planów. Wizerunek tego unikalnego regionu zostanie zdominowany w krajobrazie przez hałasujące w dzień i w nocy, pulsujące czerwonymi światłami farmy wiatrowe. Produktem regionalnym może stać się „mielonka z żurawia i bielika”.
- Zaśmiecane turbinami są osie widokowe i panoramy wokół średniowiecznych miast, zamków (np. Malbork, gdzie interweniuje UNESCO, Reszel), kościołów (np. Św. Lipka), miejsc historycznych (np. Pola Bitwy pod Grunwaldem) oraz regionów turystycznych (np. Wielkie Jeziora, Suwalszczyzna).

# Pożegnanie z cudem natury

---



***„Ponad połowa powierzchni naszego województwa została przeznaczona pod budowę przemysłowych farm wiatrowych - tak ustalono w przygotowanym przez Ministerstwo Rozwoju Regionalnego opracowaniu o rozwoju Odnawialnych Źródeł Energii.” (Koalicja Bezpieczna Energia)***

# Projekt ustawy w Sejmie: 3 km minimum

---

- Warmińsko-mazurski urząd marszałkowski wystosował do wszystkich marszałków województw w Polsce stanowisko w sprawie moratorium na budowę elektrowni wiatrowych. Ci wspólnie skierowali je do rządu i prezydenta.
- Wojewódzka Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna Białystok: wiatraki powinny znajdować się przynajmniej 2 km od domów.
- Projekt nowelizacji Prawa budowlanego oraz ustawy o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym przewiduje m.in. lokalizację elektrowni wiatrowych o mocy powyżej 500 kW w odległości min. 3 km od zabudowań mieszkalnych.
- Zdaniem Polskiego Stowarzyszenia Energetyki Wiatrowej przyjęcie bufora o szerokości 3 km oznaczałoby niemal całkowity zakaz budowy elektrowni wiatrowych na lądzie.
-

# Plan prezentacji

---

- Wpływ EJ na środowisko
- Wpływ wiatraków na środowisko
- **Porównanie rzeczywistych obecnych kosztów EJ i OZE**
- Czy koszty OZE maleją – czy rosną?
- Czy OZE mogą zapewnić stabilną pracę systemu energetycznego?
- Koszty związane z przerywaną i niestabilną pracą OZE w systemie energetycznym
- Subsydia w Hiszpanii i w Niemczech,

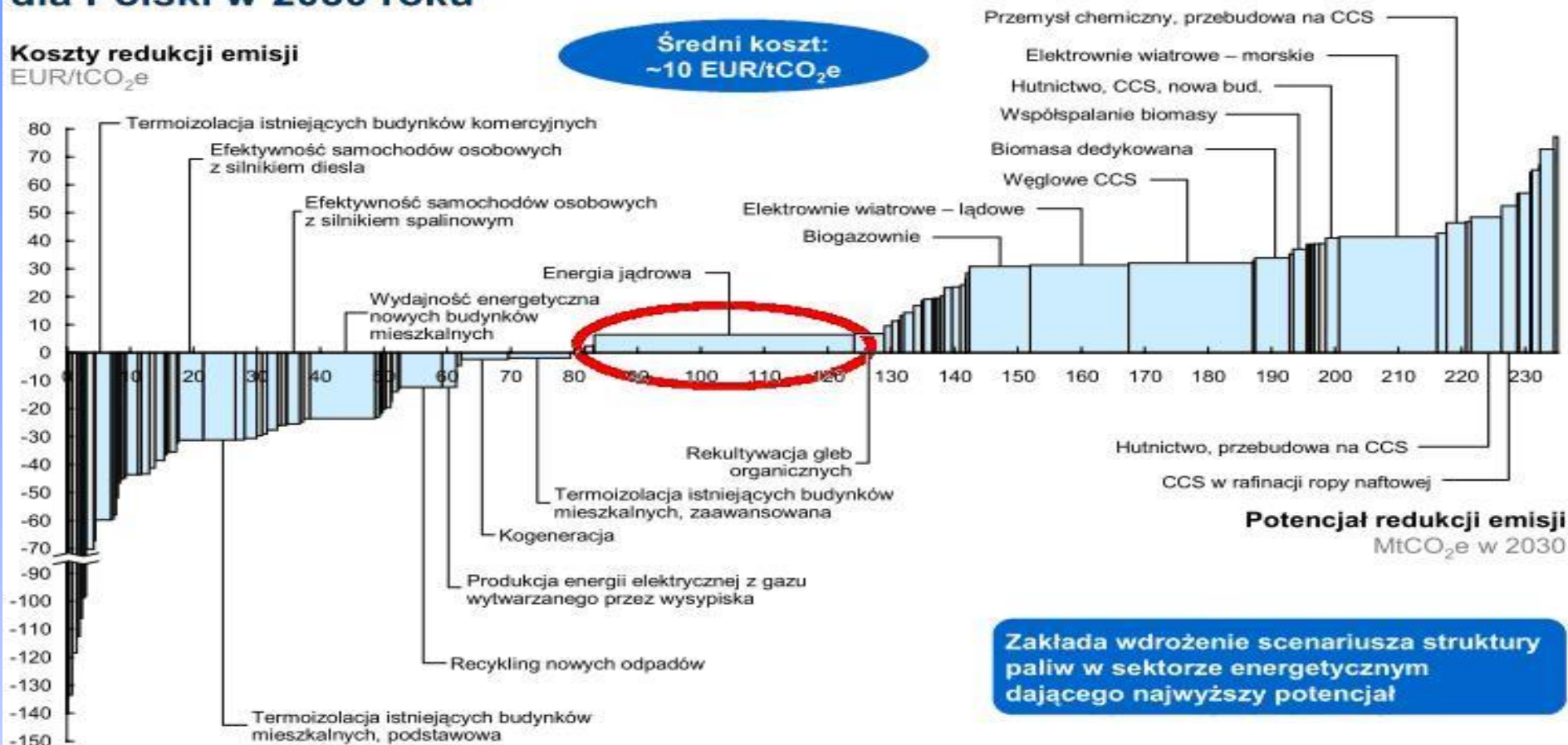


# Energetyka jądrowa - najtańszy sposób redukcji emisji CO2 przy generacji energii

## Krzywa kosztów redukcji emisji gazów cieplarnianych dla Polski w 2030 roku<sup>1</sup>

Koszty redukcji emisji  
EUR/tCO<sub>2</sub>e

Średni koszt:  
~10 EUR/tCO<sub>2</sub>e



Zakłada wdrożenie scenariusza struktury paliw w sektorze energetycznym dającego najwyższy potencjał

<sup>1</sup> Wymieniono nazwy tylko metod redukcji emisji o największym potencjale



# Warunki wiatrowe w Polsce gorsze niż w Danii i Szkocji

Prędkość wiatru w Danii, Szkocji, zach. Irlandii:

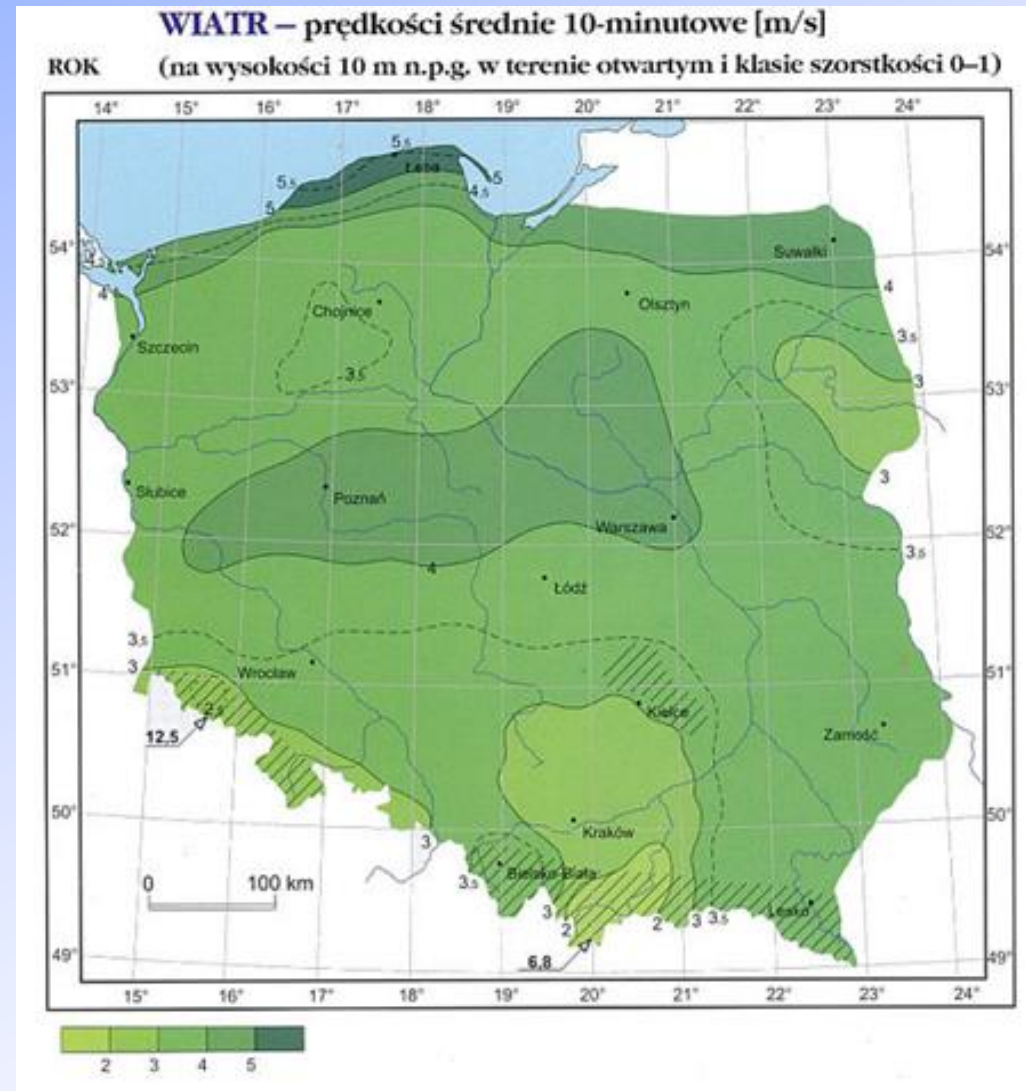
- 8,5 m/s, 700 W/m<sup>2</sup>

Prędkość wiatru w Polsce 10 m npm (rejon Łeby)

- 5,5 m/s 190 W/m<sup>2</sup>

Na wysokości 100 m w Polsce średnie prędkości wiatru sięgają 6,5 m/s (rys. wg Lorenc 2005) .

Odpowiada im współczynnik wykorzystania mocy zainstalowanej 0,22\_



# W Wielkiej Brytanii wiatr nie wystarcza. Jaki stąd wniosek dla Polski?

---

Zachodnie wybrzeża Szkocji cieszą się stałymi, silnymi wiatrami znad Atlantyku. Współczynnik wykorzystania mocy zainstalowanej dochodzi tam do 0,27.

Rządy w UK przez wiele lat uważały wiatr za najlepsze źródło energii. Ale okazało się, że wiatr jest zawodny- nie można na nim bazować.

W styczniu 2008 decyzja – UK będzie budować EJ

Obecnie: EDF zbuduje 2 - 4 bloków EPR, Westinghouse 3 x AP1000, General Electric 4 do 6 ABWR, a do 2050 r. ma powstać 50 nowych bloków reaktorowych!

Porównajmy materiały potrzebne na EJ i na farmy wiatrowe dostarczające tę samą energię w ciągu roku.

# Ile potrzeba materiałów na budowę EJ?

---

- Do budowy elektrowni jądrowej z reaktorem PWR o mocy 1000 MWe pracującym przez 90% godzin w roku na pełnej mocy potrzeba 60 000 ton stali i 372 tys ton betonu.
- Dla reaktora EPR o mocy 1650 MWe wskaźniki są podobne – potrzeba dlań 630 tys. ton betonu.
- Dla reaktorów PWR wg oceny IAEA potrzeba 900 tys. ton betonu i 50 000 ton stali - jest to najwyższa z ocen dla reaktorów energetycznych.
- Razem więc, na **1000 MWe potrzeba w przypadku EJ około od 430 tys. ton do miliona ton żelaza i betonu.**
- Dones R et al GABE: Environmental Inventories for future electricity supply systems for Switzerland, PSI report 96-07, February 1996
- E-mail od inż. Z. Wiegnera, kierownika budowy Olkiluoto 3, z dnia 28.3.2011.
- Ki Sig Kang Project Management of NPP including Construction Nuclear Power Division IAEA 11 May 2010

# Ile potrzeba materiałów na budowę wiatraków o takiej średniej mocy jak EJ?

---

Wiatrak o mocy szczytowej 2 MWe pracujący na lądzie potrzebuje podstawy betonowej 800 ton i elementów stalowych 300 ton,

W 2010 r. w Niemczech współczynnik obciążenia wyniósł 0,197, w UK 0.20 i tylko w krajach o szczególnie silnych wiatrach jak Dania i Irlandia wartość tego współczynnika sięgała 0,27 i 0.24.

Przyjmując współczynnik obciążenia 0,22 widzimy, że wiatrak o mocy nominalnej **2 MWe pracuje średnio z mocą 440 kWe**. Potrzeba więc razem **1100 ton żelaza i betonu na wiatrak o mocy średniej 440 kW i o trwałości 20 lat**.

Dla elektrowni jądrowej współczynnik obciążenia 0,9.

**Na farmy wiatrowe na lądzie** dające tyle energii, co EJ 1000 MWe przez 60 lat potrzeba

**1100 ton x 1000 x 0.90/0,44 x 60/20 = 6,75 mln ton żelaza i betonu.**



# Koszty inwestycyjne farm wiatrowych przeliczone na moc średnią

---

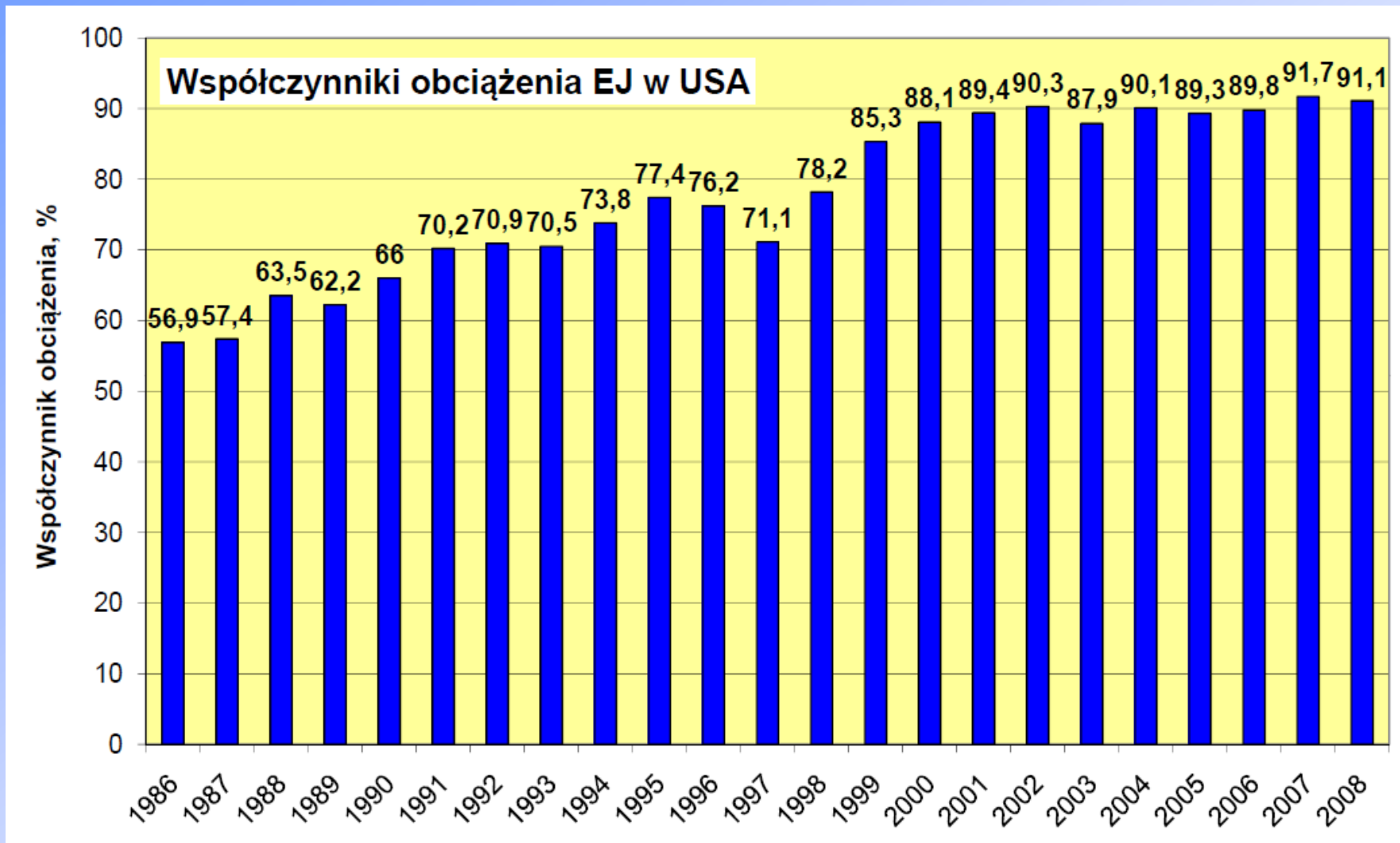
- 11 maja 2012 r. odbyła się inauguracja należących do GDF Suez Energia Polska farm wiatrowych: Jarogniew-Mołtowo i Wartkowo.
- Koszt **84,2 mln euro** (360 mln zł), gminy Gościno i Karlino, moc łącznie 51,5 MW , 1,63 mln euro/MW. Przyjmując wysoki współczynnik wykorzystania mocy zainstalowanej 0,22 otrzymamy nakłady na moc średnią w wysokości  $1.63/0,22 =$  **7400 €/kW**.

Ale elektrownia wiatrowa pracuje przez 20 lat – a EJ 60 lat. W ciągu 60 lat trzeba na wiatraki wydać 22,200 €/kW mocy średniej,

Jest to ponad 4,5 razy więcej niż dla elektrowni jądrowej, dla której całkowite nakłady inwestycyjne łącznie z kosztami działki, podłączeń i finansowania wyniosą w tym samym czasie około 4500-5000 €/kW mocy średniej.

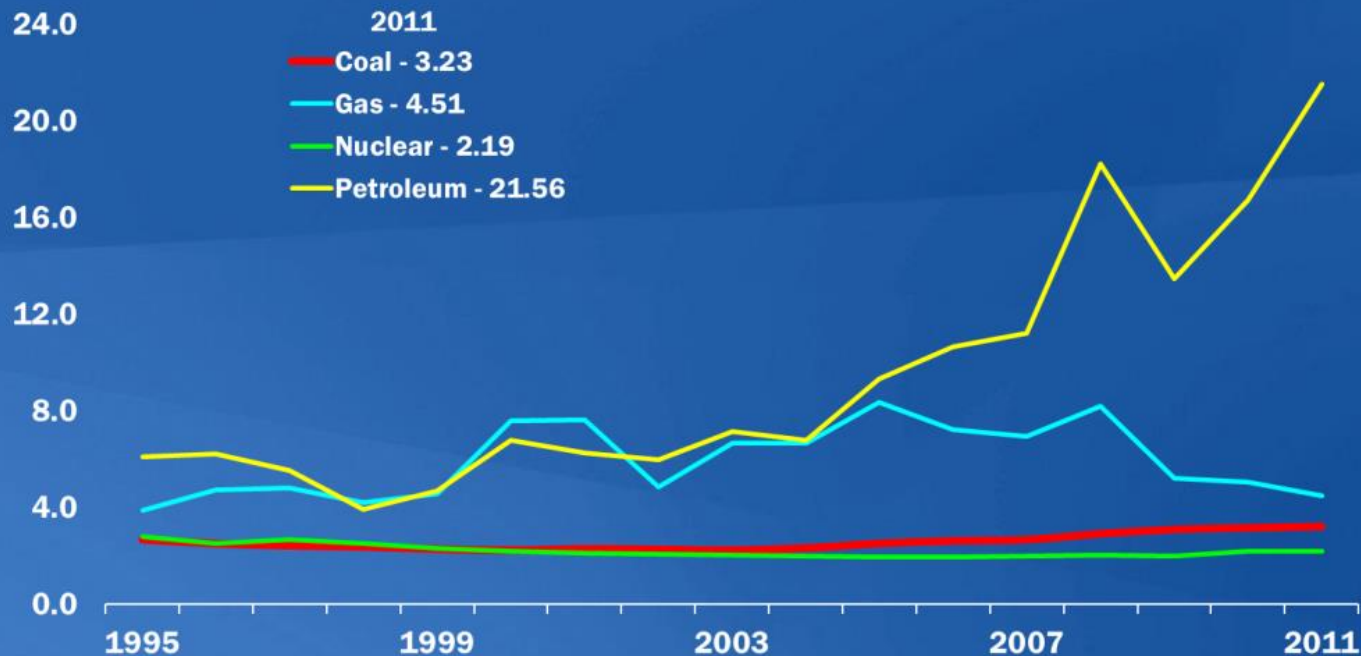


# Efekty doskonalenia reaktorów – średni wsp. obciążenia dla 104 EJ w USA powyżej 91%.



# Koszty eksploatacji łącznie z kosztami paliwa w EJ w USA

## U.S. Electricity Production Costs 1995-2011, In 2011 cents per kilowatt-hour



Production Costs = Operations and Maintenance Costs + Fuel Costs. Production costs do not include indirect costs and are based on FERC Form 1 filings submitted by regulated utilities. Production costs are modeled for utilities that are not regulated.



Source: Ventyx Velocity Suite  
Updated: 5/12

koszty całkowite, łącznie z kosztami paliwa, od lat utrzymują się na poziomie około 22 USD/MWh.

# Koszty eksploatacyjne dla wiatraków

---

Typowa turbina wiatrowa winna być konserwowana dwa razy do roku a każda konserwacja oznacza pracę ekipy serwisowej przez 3 do 5 dni. Poza przeglądami samej turbiny, przeprowadza się także regularne inspekcje i czynności konserwacyjne dla struktur wiatraka, kabli i stacji transformatora. Dostęp do turbin na morzu jest ograniczony do około 60-70% czasu, a często wymaga dowożenia załogi remontowej przy pomocy helikoptera.

W przypadku MFW koszty eksploatacyjne w ciągu pierwszych 5 lat po uruchomieniu wiatraka wynoszą 83,8 USD/kW-rok, a dla okresu od 6 do 20 lat 102,4 USD/kW rok. Przyjmując współczynnik wykorzystania mocy zainstalowanej 38% w skali roku otrzymamy koszty eksploatacyjne na jednostkę energii równe dla pierwszych 5 lat 25,1 USD/MWh, a dla następnych lat **30,7 USD/MWh**.

**Więcej niż całkowite koszty eksploatacyjne dla EJ w USA!**

# Wpływ wniosków z awarii w Fukushima na koszty nowych EJ III generacji

---

- Zaburzenia sejsmiczne w Polsce są minimalne, porównywalne do tych, jakie występują w Finlandii, a więc wielokrotnie mniejsze niż były w Japonii. Prawdopodobieństwo wysokiej fali w Polsce jest znikome, a analizy powodziowe wykonuje się jako normalną część każdego projektu elektrowni jądrowej. Jakie by nie były zagrożenia, to można tak skonfigurować elektrownię, że będzie można się przed nimi zabezpieczyć.
- Zmiany mogą wpłynąć na koszty istniejących elektrowni jądrowych, w których będą wprowadzane modyfikacje. Np. niemiecki dozór jądrowy wydał raport, w którym stwierdza, że niemieckie elektrownie jądrowe są bezpieczne, ale 4 bloki nie mają ochrony fizycznej na wypadek uderzenia samolotu. Możliwe jest, że w wyniku takich ocen elektrownie te będą musiały wprowadzić wzmocnienie konstrukcji lub zostaną zamknięte.

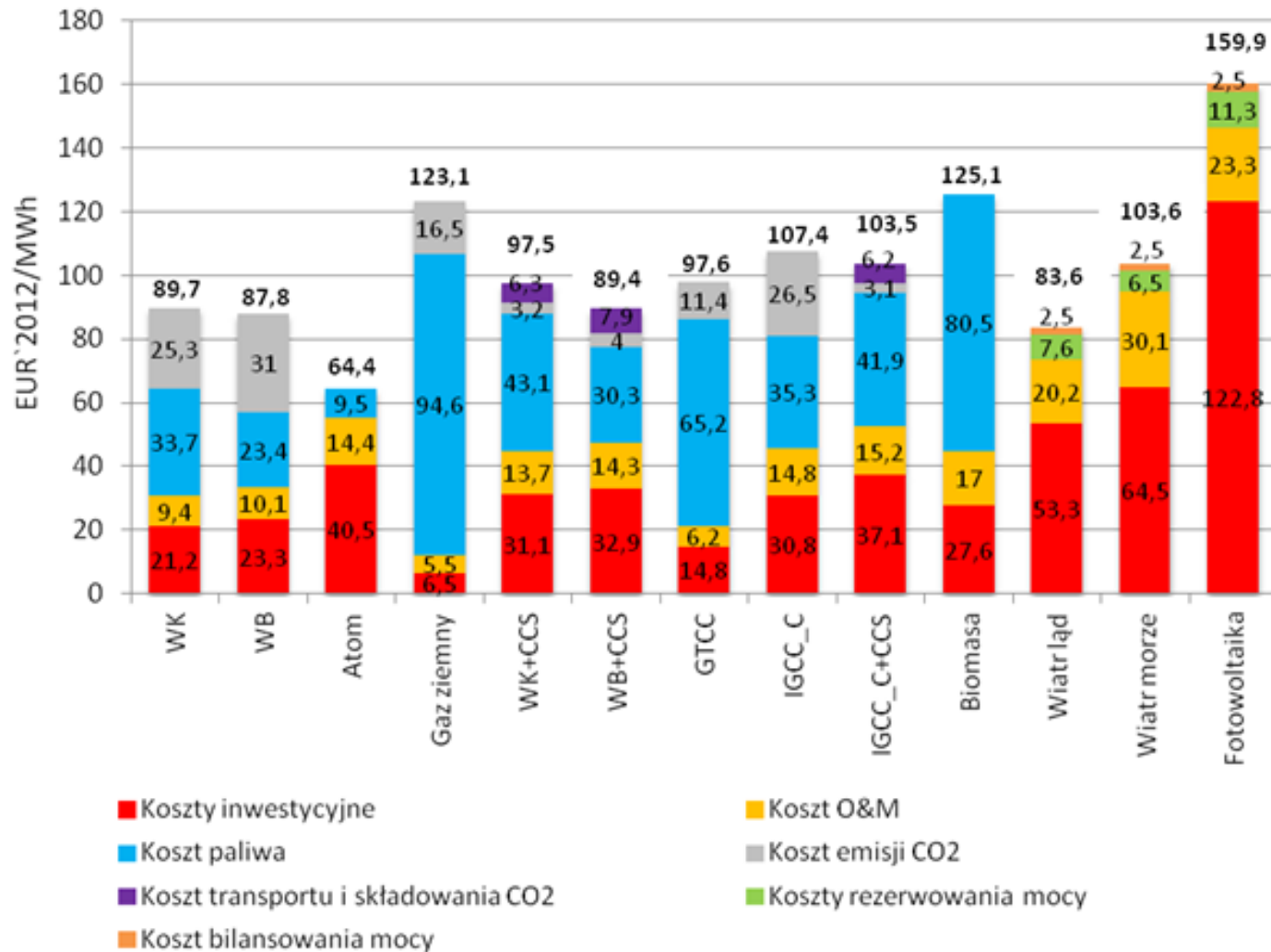
# Wysokość nakładów inwestycyjnych na jednostkę mocy szczytowej i mocy średniej

		Wiatr ląd	MFW	Bio masa (EC) *	Biogaz (EC)*	Hydr o	Bio masa	PV	EJ
CAPEX na MW mocy szczytowej	mln PLN/MW	6,6	13,6	10,7	14,4	18,5* *	10,3	7,8	14,4
Czas wyko- rzystania mocy zain- stalowanej	h/a	2300	3100	8000	6000	4000	7000	900	8000
CAPEX na MW mocy średniej	mln PLN/MW mocy średniej	<b>25,1</b>	38,4	<b>11,7</b>	21,0	40,5	12,9	<b>75,9</b>	<b>15,8</b>

,Dane z raportu Ernst and Young, PSEW - Wpływ energetyki wiatrowej na wzrost gospodarczy w Polsce, Warszawa, 2012, opracowanie własne \* Obejmuje koszty części ciepłowniczej.\*\* Obejmuje koszt robót dotyczących gospodarki wodnej



# Koszty wytwarzania energii elektrycznej z różnych źródeł wg PPEJ



przy parametrach dla nowo budowanych źródeł wytwarzania

# Energia jądrowa jest tańsza niż energia z wiatru czy ogniw słonecznych



Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz  
und Reaktorsicherheit

- W Niemczech za energię z morskich farm wiatrowych **190 euro/MWh**

za prąd z ogniw na dachach płaci się **125 euro/MWh**

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 11055 Berlin

Chef des Bundeskanzleramtes

**Dr. Norbert Röttgen**

Bundesminister

Mitglied des Deutschen Bundestages

**We Francji ze energię z EJ płaci się 42 euro/MWh,  
prognoza 70 euro/MWh**

- W Polsce ze prąd z elektrowni systemowych 198 zł/MWh, a z MFW  $198 + 286 = 484$  zł/MWh... a ma być 700 zł/MWh...

**Chcemy budować EJ, żeby ceny prądu nie rosły!**

# Koszty energii elektrycznej z różnych źródeł

---

## Polska

Wg Ernst and Young, 2012, koszt energii elektr. przy 60 zł/t CO<sub>2</sub> :

- Węgiel kamienny 282 zł/ MWh,
- Elektrownia gazowa 314 zł/MWh
- Elektrownia jądrowa 313 zł/MWh
- Kogeneracja biomasowa 393 zł/MWh.
- Lądowa farma wiatrowa 466 zł/MWh
- Elektrownie biomasowe 487 zł/MWh.
- Morskie farmy wiatrowe 713 zł/MWh,
- Fotowoltaika 1091 zł/MWh

# **Gaz ziemny nie jest konkurencyjny ekonomicznie – a gaz łupkowy będzie droższy**

---

Elektrownie gazowe można szybko uruchomić – są więc cennym wsparciem dla wiatru i fotowoltaiki – ale prąd z nich jest drogi.

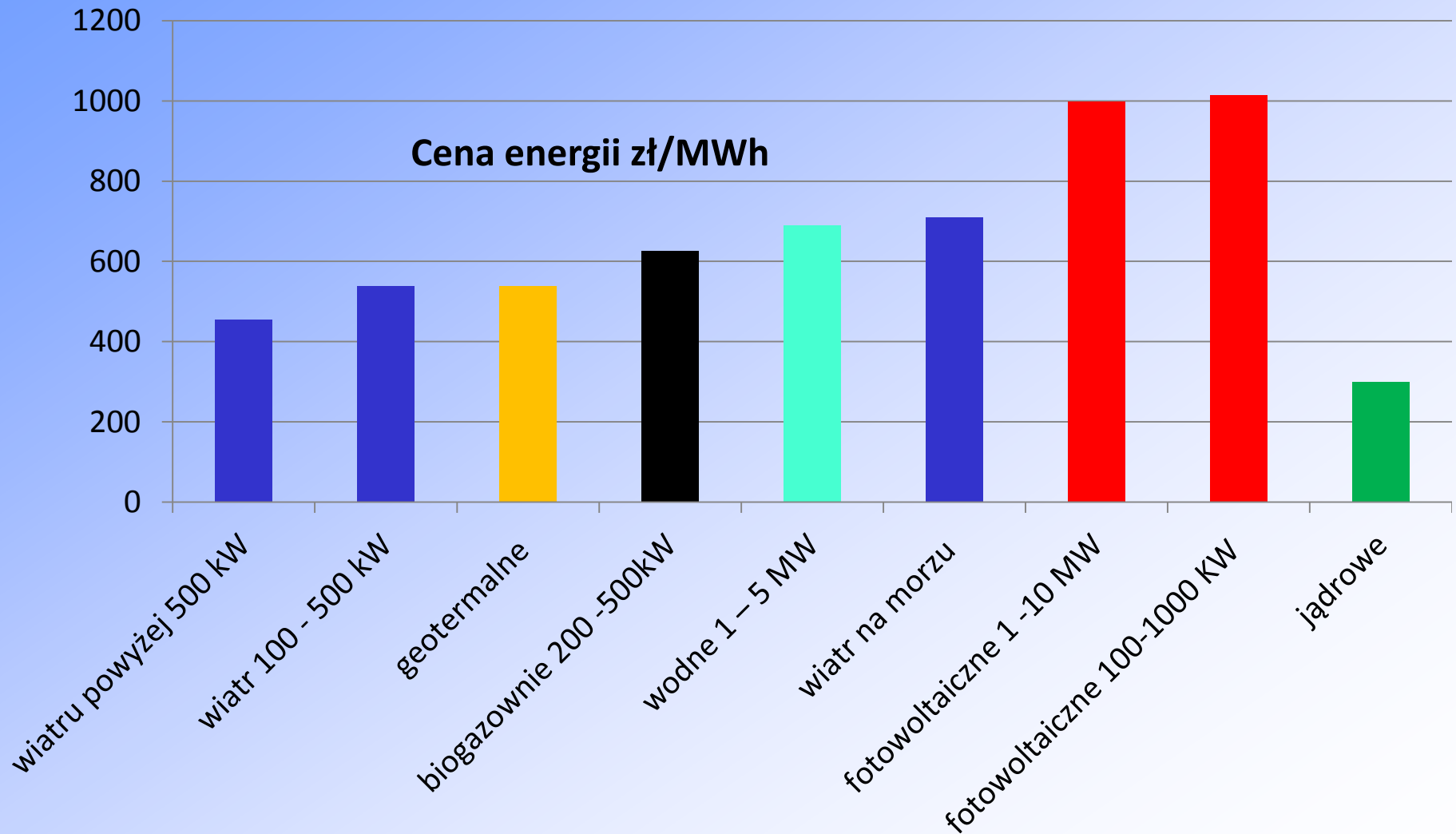
W 2013 roku produkcja energii w elektrowniach gazowych w Niemczech zmalała w stosunku do 2012 r. o 10 TWh – a w elektrowniach węglowych wzrosła o 10 TWh. Powód – wysokie koszty gazu.

W Polsce złoża gazu łupkowego są dwukrotnie głębiej niż w USA – koszty będą więc dużo większe niż w USA, zapewne większe niż koszty gazu ziemnego.

Gaz łupkowy w Polsce będzie cennym uzupełnieniem naszego bilansu gazowego, ale nie jest ekonomiczną alternatywą dla energetyki.



# Ceny energii z OZE wg projektu ustawy o OZE z dn. 4.10.2012, (EJ wg EY)



# Koszty produkcji energii w Wielkiej Brytanii

---

- Cena energii z EJ - £95 /MWh
- Z morskich farm wiatrowych £155 /MWh
- Z ogniw fotowoltaicznych £125 /MWh

Optymalne tempo budowy to 18 miesięcy odstępu pomiędzy blokami w danej technologii.

Daje to redukcję kosztów o około 11% między pierwszą a drugą parą reaktorów. Studium firmy Parsons Brinckerhoff z 2011 r. podało, że przy przejściu od pierwszego bloku do n - tego uzyskuje się oszczędności około 15%.

A jakie są perspektywy redukcji kosztów dla OZE?

# Plan prezentacji

---

- Wpływ EJ na środowisko
- Wpływ wiatraków na środowisko
- Porównanie rzeczywistych obecnych kosztów EJ i OZE
- **Czy koszty OZE maleją – czy rosną?**
- Czy OZE mogą zapewnić stabilną pracę systemu energetycznego?
- Koszty związane z przerywaną i niestabilną pracą OZE w systemie energetycznym
- Subsydia w Hiszpanii, w Niemczech i w Polsce,

# Nakłady inwestycyjne na farmy wiatrowe na lądzie w USD2010/kW

Kraj	2004	2010
Dania	725	1 367
Finlandia	836	2 100
Grecja	862	1 660
Hiszpania	802	1 882
Holandia	956	1 781
Irlandia	973	2 419
Japonia	734	3 024
Niemcy	956	2050
Norwegia	853	1 830
Szwecja	853	2 123
USA	683	2 154
W Brytania	879	1 734

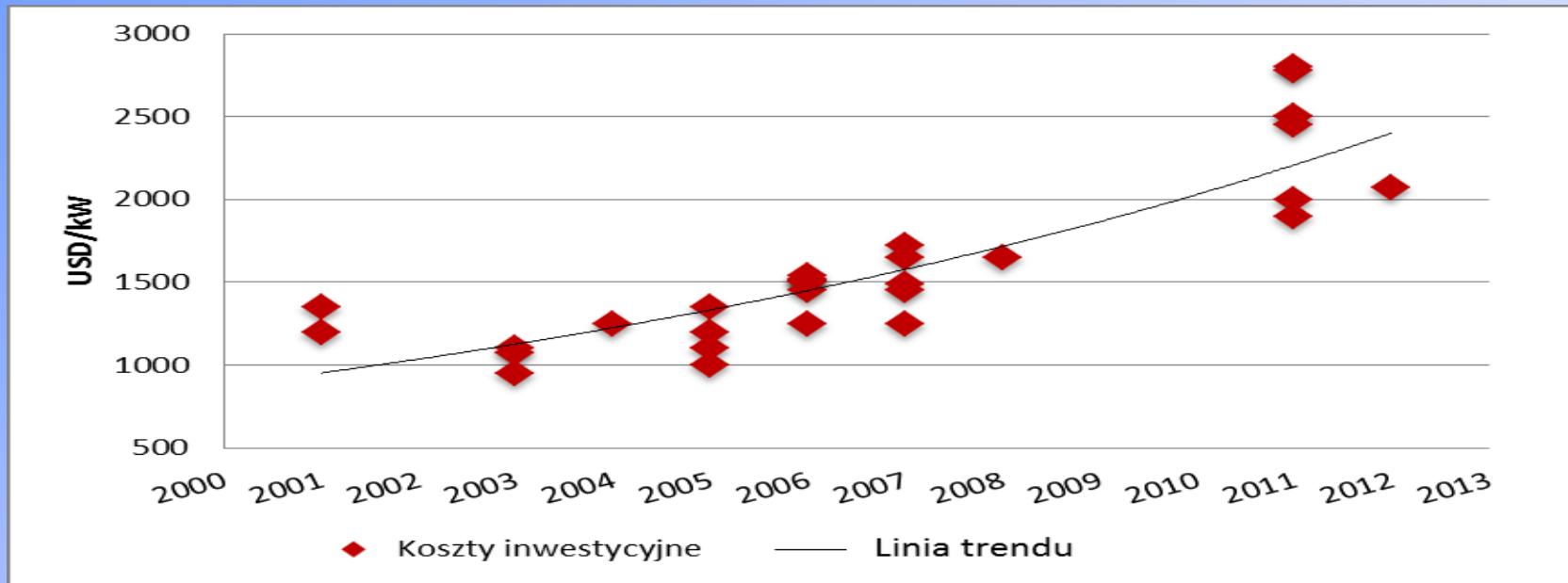
Nie ma wątpliwości – koszty rosły wszędzie. Wartość uśredniona na wszystkie wymienione kraje w 2004 r. wyniosła 850 USD2010/kW, a w 2010 r. ponad 2000 USD2010/kW.

W ciągu 7 lat nakłady wzrosły więc 2,36 razy licząc po cenach stałych z 2010 r.-

Opracowanie wykonane dla Norweskiej Rady Badań przez firmę Douglas-Westwood wskazuje, że nakłady inwestycyjne na MFW wzrosły z 2-3 mln USD w latach 2003 -2005 do poziomu 4-5,8 mln USD w latach 2010 – 2012 czyli 2 razy, Wskaźnik inflacji- 1,2 razy.



# Czy ceny wiatraków maleją? Koszty inwestycyjne na lądzie – rosną.



- Dane do 2008 r.- z Northwest Power Council, dla 2011-12 dane z literatury.
- W Polsce, gmina Karlino. Maj 2012 51,5 MWe, 84 mln euro, czyli 1,63 mln euro/MWe. [http://energetyka.wnp.pl/gdf-suez-uruchomil-w-polsce-farme-wiatrowa-51-5-mw,169711\\_1\\_0\\_0.html](http://energetyka.wnp.pl/gdf-suez-uruchomil-w-polsce-farme-wiatrowa-51-5-mw,169711_1_0_0.html)
- Granite Reliable Power Windpark 99 MWe, Vestas 3 MWe, 2,778 mln USD/MWe czyli 2,1 mln euro/MWe <http://www.earthpm.com/tag/granite-reliable-power-windpark/>

# Nakłady inwestycyjne na morskie farmy wiatrowe... też rosną

Nazwa MFW	Początek pracy	Nakłady inwestycyjne €/MWp
Middelgrunden (D)	2001	1,175
Horns Rev I (D)	2002	1,7
Samsø (DK)	2003	1,3
North Hoyle (UK)	2003	2,0
Nysted (DK)	2004	1,5
Scroby Sands (UK)	2004	2,0
Kentich Flats (UK)	2005	1,77
Burbo Bank (UK)	2007	2.0
Lillgrunden (S)	2007	1,8
Robin Rigg (UK)	2008	2,7
Baltic 2	W budowie	Okolo 3,5
Anholt	W budowie	Okolo 3,5

W broszurze „Morski wiatr kontra atom” (str. 24) – czytamy

Nakłady inwestycyjne na MFW na MW (peak) w 2011 r wynosiły

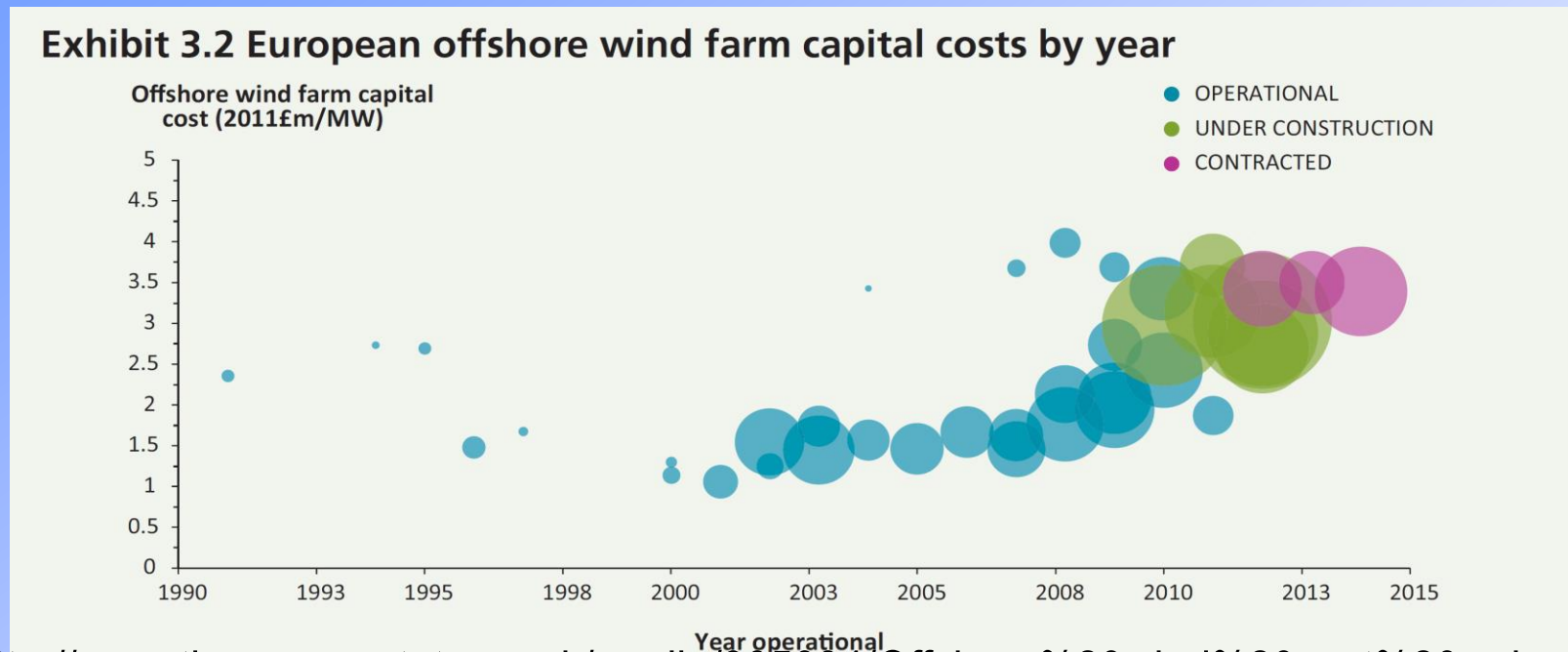
**3500 €/kW.**

W 2002 r. było 1700 € /kW,  
w 2007 2000 € /kW,  
w 2008 2700 € /kW.

Wskaźnik inflacji dla krajów UE od 2001 do 2012 r około 1,255

**Wzrost z 1700 na 3500 € /kW nie pozwala mówić o „maleniu kosztów”.**

# Wzrost nakładów inwestycyjnych na MFW wg danych brytyjskich



<http://www.thecrownestate.co.uk/media/305094/Offshore%20wind%20cost%20reduction%20pathways%20study.pdf>

Nakłady inwestycyjne dla MFW Horns Rev o mocy 160 MW ukończonyj w 2002 roku i dla MFW Nystedt o mocy 165 MW wyniosły 1,68 mln euro/MW. W 2008 r. koszty wyceniano na 2,5 do 2,8 mln euro/Mw. Obecnie – 4 mln euro/MW

# Plan prezentacji

---

- Wpływ EJ na środowisko
- Wpływ wiatraków na środowisko
- Porównanie rzeczywistych obecnych kosztów EJ i OZE
- Czy koszty OZE maleją – czy rosną?
- **Czy OZE mogą zapewnić stabilną pracę systemu energetycznego?**
- Koszty związane z przerywaną i niestabilną pracą OZE w systemie energetycznym
- Subsydia w Hiszpanii, w Niemczech i w Polsce,



# Greenpeace twierdzi, że OZE dają prąd bez przerwy ... keine Stromlucke...

FREITAG, DEN 9. DEZEMBER 2011

THEMA

OSTFRIESEN-ZEITUNG, SEITE 10

## Emden zeigt: Es gibt keine Stromlücke

Das Gaskraftwerk im Hafen wird kaum noch gebraucht. Die zu schwachen Netze Richtung Süden sind das Hauptproblem der deutschen Energieerzeugung. Nötig sind nicht unbedingt neue Kraftwerke, sondern leistungsfähige Stromleitungen.

**Czy to  
prawda?**



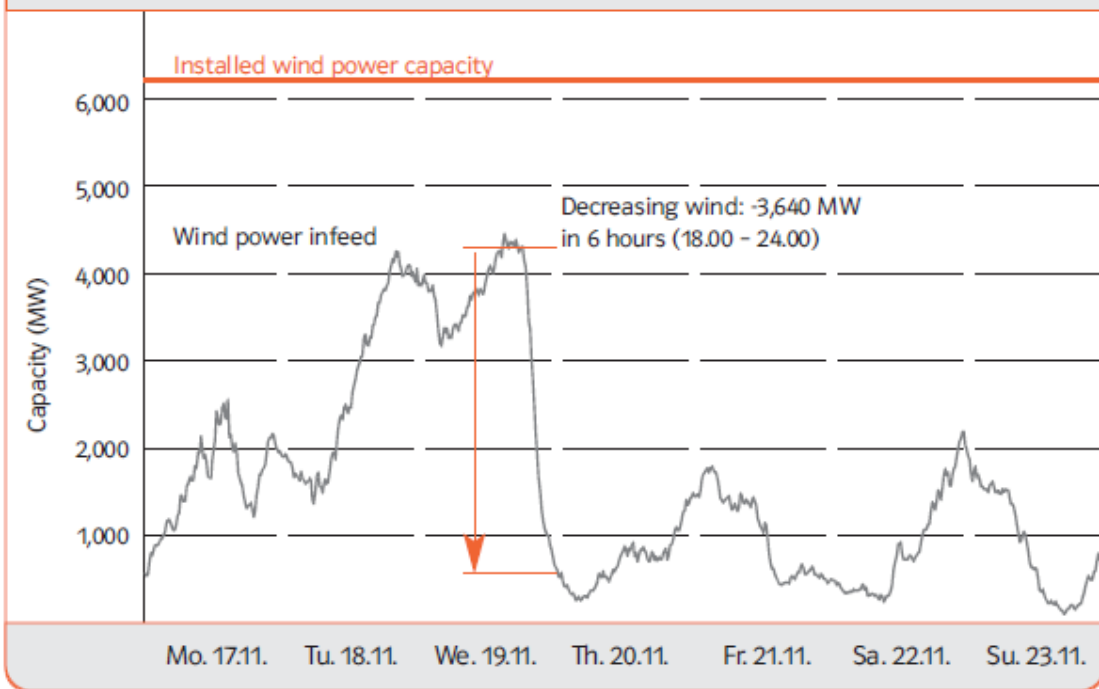
Die erneuerbaren Energien – das Bild zeigt den Blick vom Emdener Hafen auf die Windparks im Wybelsumer Polder – erzeugen bereits jetzt so viel Strom, dass das Emdener Gaskraftwerk kaum noch einspringen muss.

BILD: DODEN

# Przepustowość sieci dla OZE – gwałtowne zmiany mocy – lub dla EJ – stała moc

## 5. Brief decrease

possible in the wind power infeed (E.ON control area: 17.11. to 23.11.03)



- W sieci muszą pracować stale elektrownie systemowe, które dostarczają prąd niezależnie od tego, czy wieje wiatr lub czy jest noc czy dzień.
- Elektrownie wiatrowe pracują ze zmienną mocą, równoważną pracy na pełnej mocy przez 20% czasu. Aby dostarczyć taką samą energię jak EJ, muszą mieć więc moc 5 razy większą

**Sieć musi być dostosowana do odbioru maksymalnej mocy. Dla wiatraków musi więc mieć przepustowość 5 razy większą niż dla EJ by dostarczyć tę samą ilość energii elektrycznej.  
Czy to stwarza trudności w sieci? TAK**

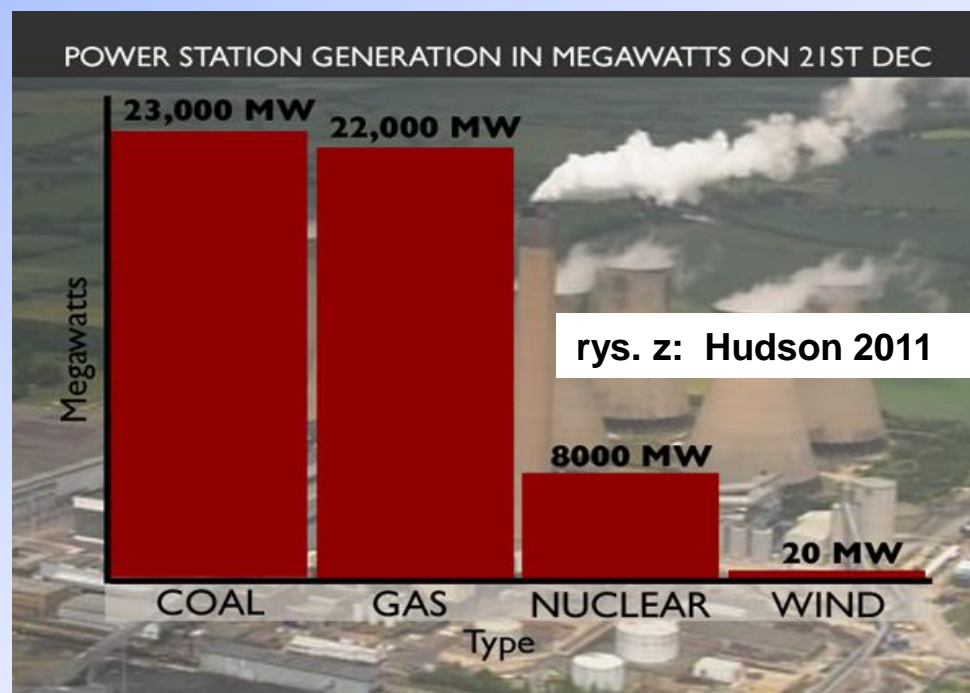
# Energia wiatru jest zmienna, a okresy ciszy wiatrowej bywają długie

Łącznie w ciągu roku może być około 50 dni, gdy wiatr dostarcza mniej niż 1 % zapotrzebowania. Jednak moc systemu energetycznego musi wystarczać na pokrycie potrzeb odbiorców niezależnie od mocy wiatraków. Okresy ciszy mogą trwać 2 tygodnie bez przerwy.

Jak wtedy zaspokoić potrzeby odbiorców, jeśli wiatr jest istotnym źródłem prądu?

Konieczne jest utrzymywanie w systemie rezerwy wirującej - elektrowni pracujących na biegu luzem

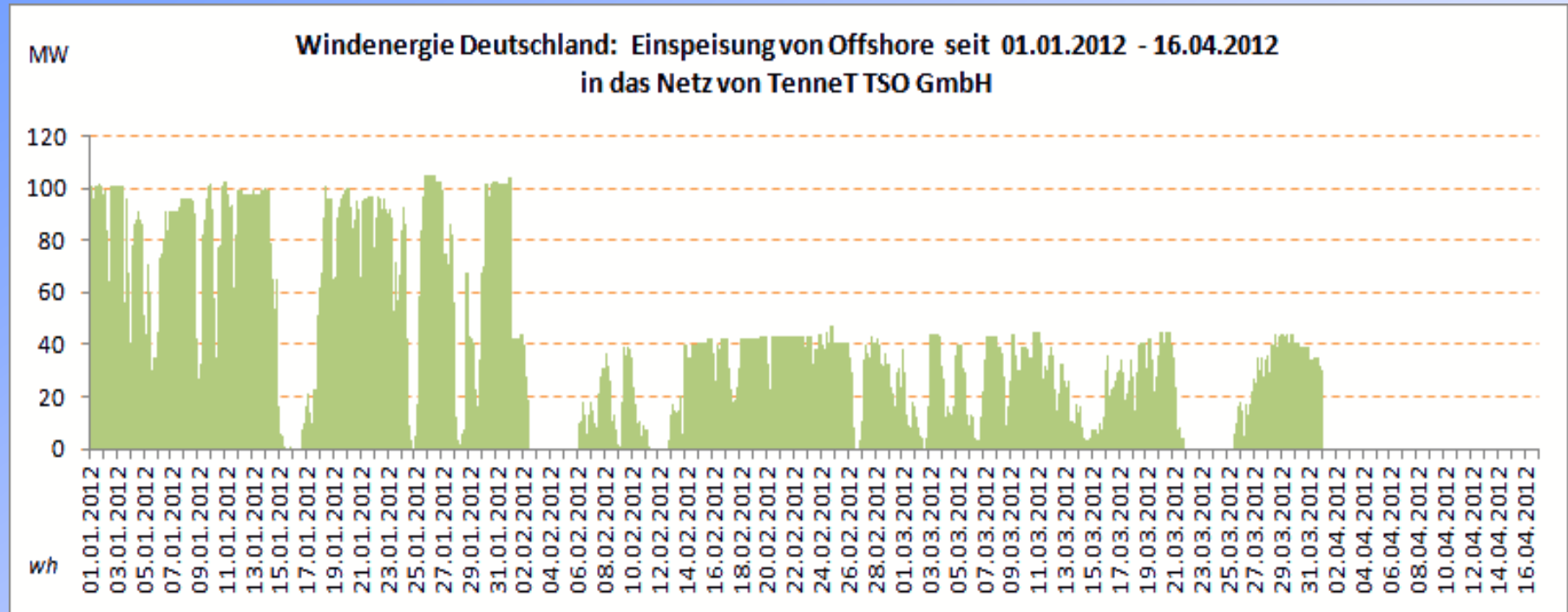
## Wielka Brytania, 5200 MWe Cisza w dniu 21.12.2010



. Lata 2008-2010: % czasu  
poniżej 2,5% mocy – 8%,  
poniżej 1,25% mocy – 3,09%.



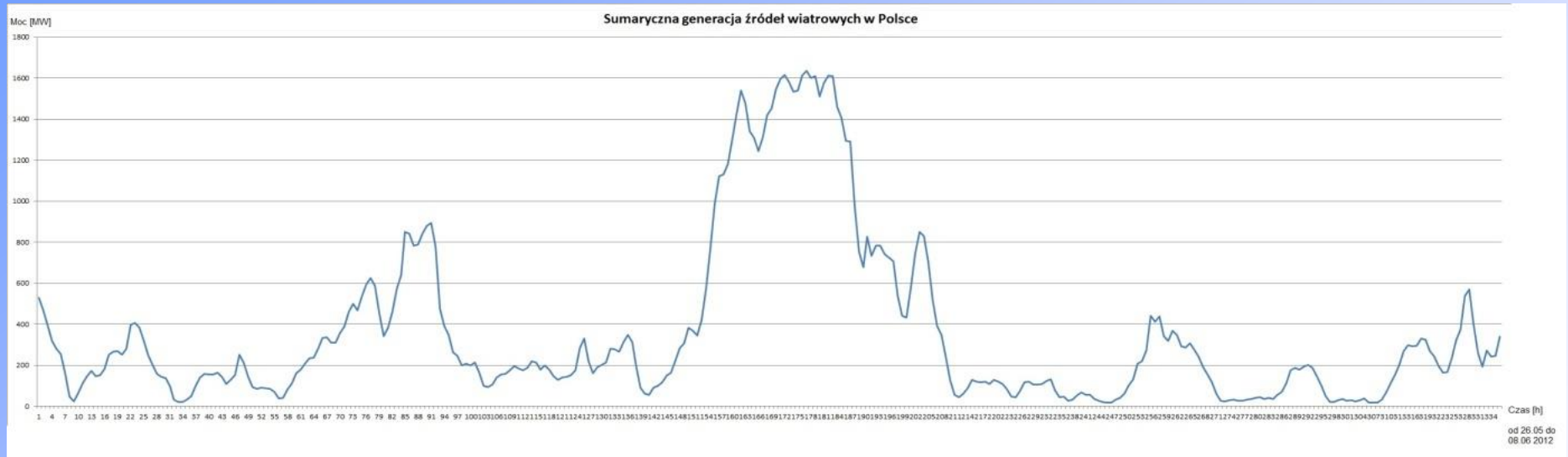
# A w samych Niemczech? I to na morzu?



Od 1 kwietnia 2012 r. przez 14 dni wiatraki na morzu nie dostarczały energii. WCALE! Ale o tym prasa nie pisała, bo to nie była awaria- tak po prostu pracują wiatraki. A w razie braku wiatru- można energię importować ze Skandynawii, z Czech, Francji...



# W Polsce wahania siły wiatru podobne jak w Niemczech... ale do Norwegii jest daleko



- Sumaryczna generacja źródeł wiatrowych w Polsce w okresie 26.05.-08.06.2012 r. Dane z PSE Operator.

Generacja wiatrowa niezależna od zapotrzebowania. Przykładowo, 3.06.2012 r. wytwarzanie przez godzinę od 11:00 do 11.59 wyniosło 849 MWh, lecz w szczycie zapotrzebowania (szczyt wieczorny) 20:00-20:59 spadło do 45 MWh. A w nocy wiatr dawał dużą moc. [http://www.pse-operator.pl/index.php?modul=21&id\\_rap=24&data=2012-06-03](http://www.pse-operator.pl/index.php?modul=21&id_rap=24&data=2012-06-03).

# Polskie elektrownie szczytowo-pompowe mogą zmagazynować niecałe 8 GWh

Elektrownia	Moc (GW)	Spad średni (m)	Pojemność użyteczna zbiornika górnego (mln m <sup>3</sup> )	Zmagazy nowana energia (GWh)
Żarnowiec	0,72	116,5	13,8	3,6
Porąbka-Żar	0,50	430,5	1,98	2,0
Solina-Myczkowce	0,20	55	240	0,8 (dobowo 4 h)
Niedzica-Sromowce	0,09	43	133	0,5 (dobowo 6h)
Żydowo	0,16	79,3	3,3	0,6
Dychów	0,09	27	3,6	0,3
<b>Razem</b>	<b>1,76</b>			<b>7,8</b>

# W razie ciszy wiatrowej w Polsce, na ile starczą zapasy energii w hydroelektrowniach?

---

Przy udziale energii z OZE 18,2%, w tym 50% z wiatru, moc wiatraków średnio wyniesie 1,72 GW.

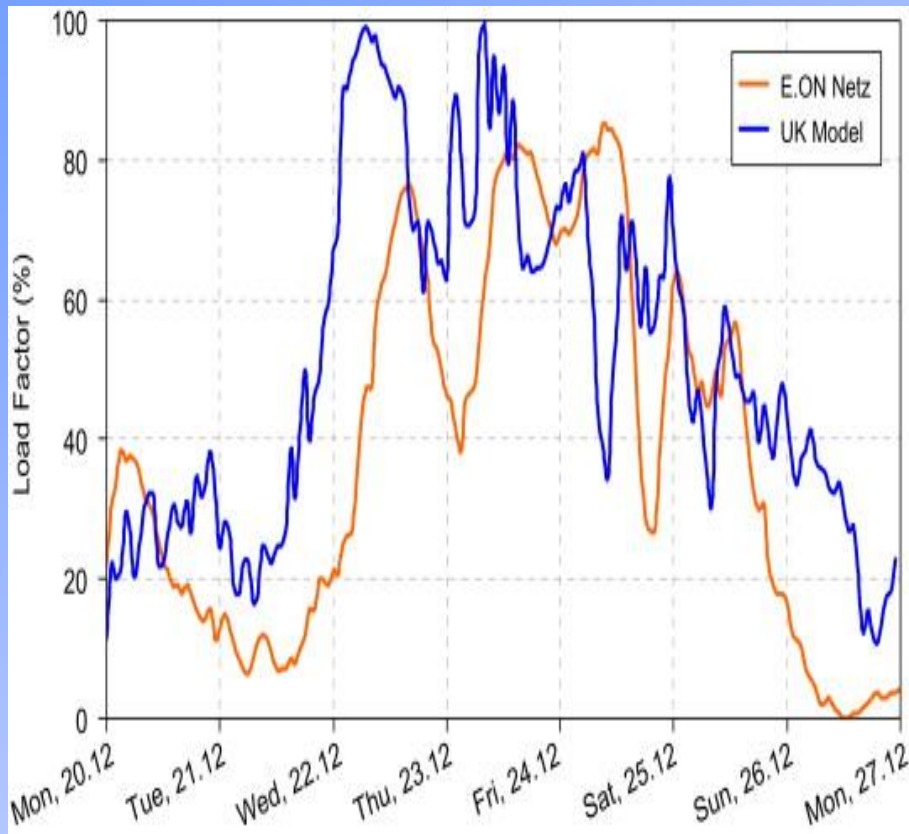
W razie zupełnej ciszy wiatrowej elektrownie pompowo-szczytowe mogą dać 1,75 GW, Ale tylko przez krótki czas. .

Maksymalna energia zgromadzona w elektrowniach szczytowo-pompowych to 7,8 GWh - czas ich pracy do opróżnienia to 4,5 h

A co potem?

Gdyby OZE miały zastąpić również EJ, np. 4500 MWe do 2030 roku (34 TWh przy pracy przez 7500 h rocznie) i energia z wiatraków stanowiłaby 50% energii z OZE, to wiatraki winny dostarczać średnio moc 3,7 GW. Niedobory jeszcze większe i częstsze, a hydroelektrownie nie mogą pokryć niedoboru mocy w razie ciszy wiatrowej.

# Czy lekarstwem jest przesyłanie energii z sąsiednich krajów?



<http://docs.wind-watch.org/oswald-energy-policy-2008.pdf>

Budowa wielkich sieci przesyłowych jest kosztowna i sprzeczna z ideałem energetyki rozproszonej, gdzie każdy wytwarza sam potrzebną mu energię elektryczną.

Co więcej, nie jest to wystarczające.

Zmiany mocy wiatru występują na dużych obszarach jednocześnie.

Przykład – moc wiatru w Wielkiej Brytanii i w Niemczech. (Oswald 2008)

**Wzrost i spadki mocy od 100% do 10% i od 85% do 0% występują jednocześnie w obu obszarach**

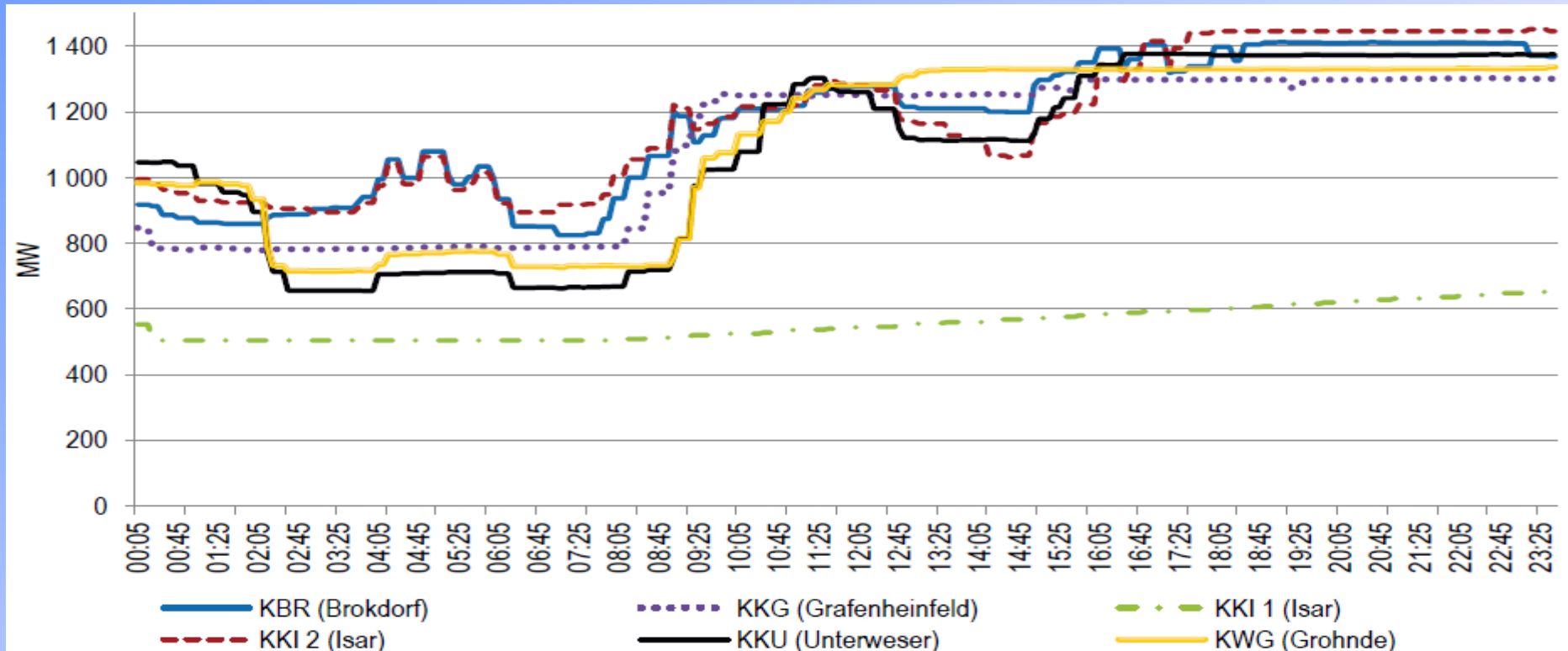


# Jakie są koszty sieci dla wiatraków?

---

- Prąd z farmy wiatrowej przesyłany jest do ośrodków odbioru energii elektrycznej poprzez sieci o długości wielu dziesiątków a nawet setek kilometrów. Według oceny niemieckiej rządowej agencji analitycznej DENA, na zbudowanie 2240 km sieci, potrzebnej dla energetyki odnawialnej Niemcy muszą wydać przynajmniej 13 miliardów euro.
- Sieć energetyczną łączącą wiatraki na Morzu Północnym oraz elektrownie wodne i słoneczne na kontynencie ma umożliwić przesyłanie „*ekologicznej*” energii do różnych części Europy, wyrównując wahania wynikające ze zmian pogody.
- Cena sieci: 30 miliardów euro. Dostyc to dalekie od haseł o oszczędnościach na sieci dzięki lokalnym źródłom energii.

# EJ mogą pracować w systemie nadążania za obciążeniem ... i pracują!



Zmiany mocy w funkcji obciążenia w niemieckich EJ w ciągu 24 h.

Francuskie EJ pracują podobnie. A reaktory UK EPR zaprojektowano do cyklicznych zmian mocy w granicach 25%- 100%

# Plan prezentacji

---

- Wpływ EJ na środowisko
- Wpływ wiatraków na środowisko
- Porównanie rzeczywistych obecnych kosztów EJ i OZE
- Czy koszty OZE maleją – czy rosną?
- Czy OZE mogą zapewnić stabilną pracę systemu energetycznego?
- **Koszty związane z przerywaną i niestabilną pracą OZE w systemie energetycznym**
- Subsydia w Hiszpanii, w Niemczech – i w Polsce,

# Koszty związane z przerywaną i niestabilną pracą OZE w systemie energetycznym

---

- **Koszty podłączenia farm wiatrowych do systemu energetycznego – wyższe** niż dla EJ, bo przy zmiennej mocy sieć musi być dostosowana do mocy max,, wyższej 4-5 razy od mocy średniej
- **Rozbudowa i wzmocnienie sieci** np. wskutek nadmiaru strukturalnego wytwarzania energii elektrycznej w jednym rejonie. Przykład Niemcy.
- **Przerywany charakter pracy:** problem dla wiatru i słońca. Wyłączenia el. systemowych są nieskorelowane, ale mała prędkość wiatru lub gruba pokrywa chmur mogą występować na dużym obszarze i wpływać na zanik generacji energii z wielu źródeł odnawialnych. Potrzebna rezerwa wirująca lub dodatkowa do uruchomienia w ciągu minut. Wg Eon, *gdy moc wiatraków w Niemczech dojdzie do 48 000 MWe, będzie można nimi zastąpić elektrownie na paliwie kopalnym o mocy wynoszącej (tylko) 2000 MWe*



# Dodatkowe koszty systemowe dla EJ i OZE w systemie energetycznym Niemiec, euro/MWh

Technologia	EJ	Wiatr na lądzie	MFW	pV
Udział	30%	30%	30%	30%
Koszty rezerwy	0	6,55	6,55	14,6
Koszty bilansowania	0,26	4,75	4,75	4,75
Podłączenie do sieci	1,4	4,72	11,64	7,0
Wzmocnienie sieci	0	16,47	8,81	35,1
<b>Łączne koszty na poziomie systemu euro/MWh</b>	1,67	32,48	31,74	61,4

Potrzeby sieciowe dla OZE są znacznie większe niż dla EJ. Wprowadzanie OZE wymaga wielkich subsydiów płaconych przez wszystkich odbiorców energii, zarówno na same instalacje jak i na rozbudowę sieci, znacznie większą niż byłaby potrzebna w systemie opartym na stabilnych źródłach energii.

# Niemcy- subsydia dla OZE w 2013 r. wzrosły do 20 miliardów euro rocznie

---

- Rodzina 3-osobowa w 2000 r. płaciła miesięcznie 40.60 euro za elektryczność, a w listopadzie 2012 już 75.08 Euros. To wzrost dużo szybszy od inflacji.
- A w 2013 r. nastąpił dalszy wzrost – dopłaty do zielonej energii wzrosły z 36 euro/MWh w 2012 r. do 55 euro/MWh zielonej energii w 2013 r.
- Minister środowiska Niemiec ostrzegł, że jeśli rząd nie ograniczy subwencji, to do 2022 r. łączne dopłaty do zielonej energii dojdą do 680 miliardów euro. (Reuters)
- Obecnie Niemcy wydają średnio 34% dochodów na opłaty za czynsz i energię. 800 000 rodzin nie może zapłacić rachunków za energię (Welt Sonntag)

# Nawet minister środowiska Niemiec jest zaszokowany wielkością wydatków

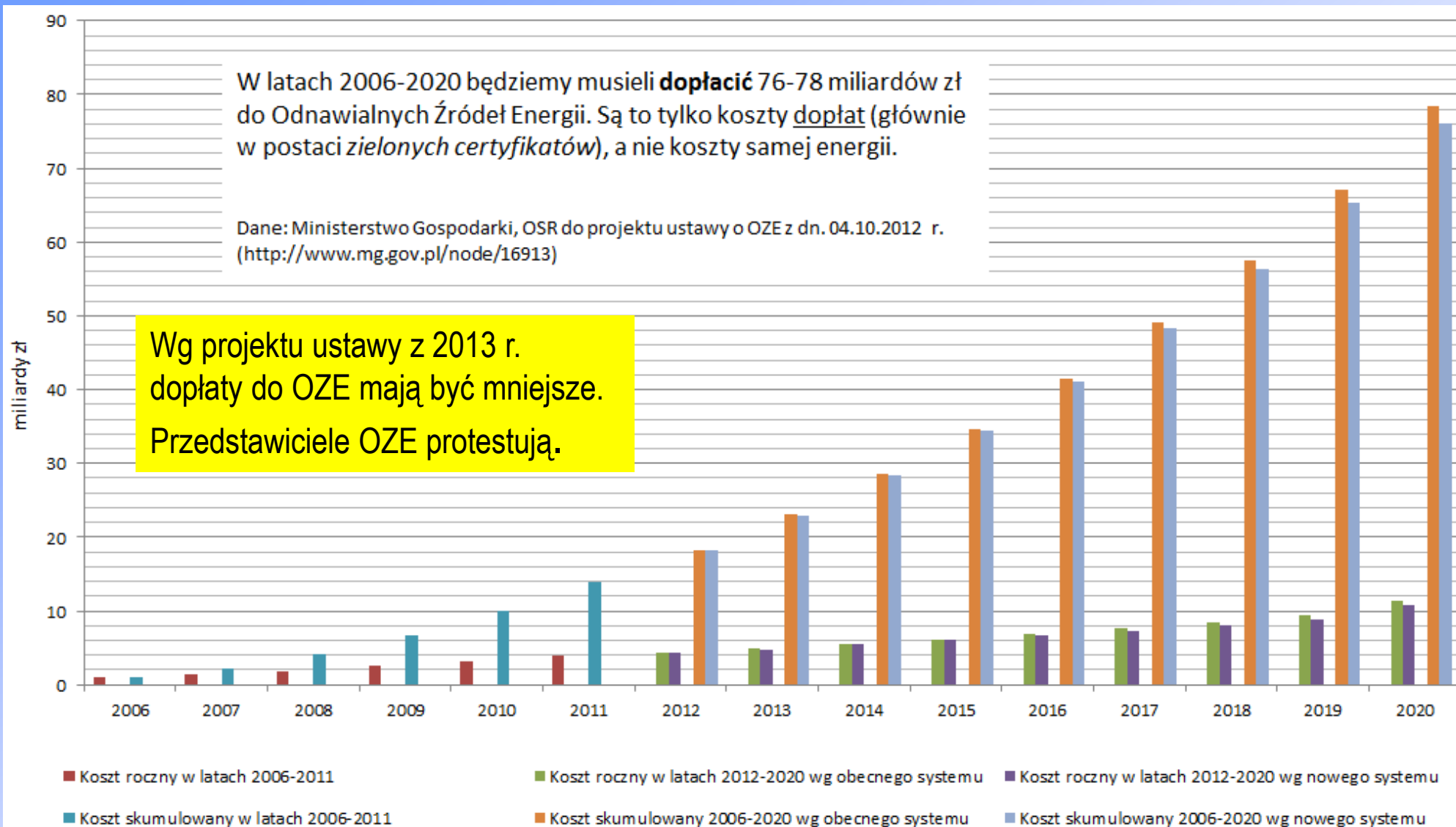


Peter Altmaier: „***Die Energiewende könnte bis zu einer Billion Euro kosten***”. Quelle: dpa **Handelsblatt**, Wywiad dla Frankfurter Allgemeine Zeitung.

Wprowadzenie OZE może kosztować Niemcy 1000 miliardów euro do 2039 roku – mówi minister środowiska Niemiec, Peter Altmaier. Jeśli wysokość dopłat do "zielonej energii" nie zostanie ograniczona, to osiągną one już w 2022 roku pułap 680 mld euro.

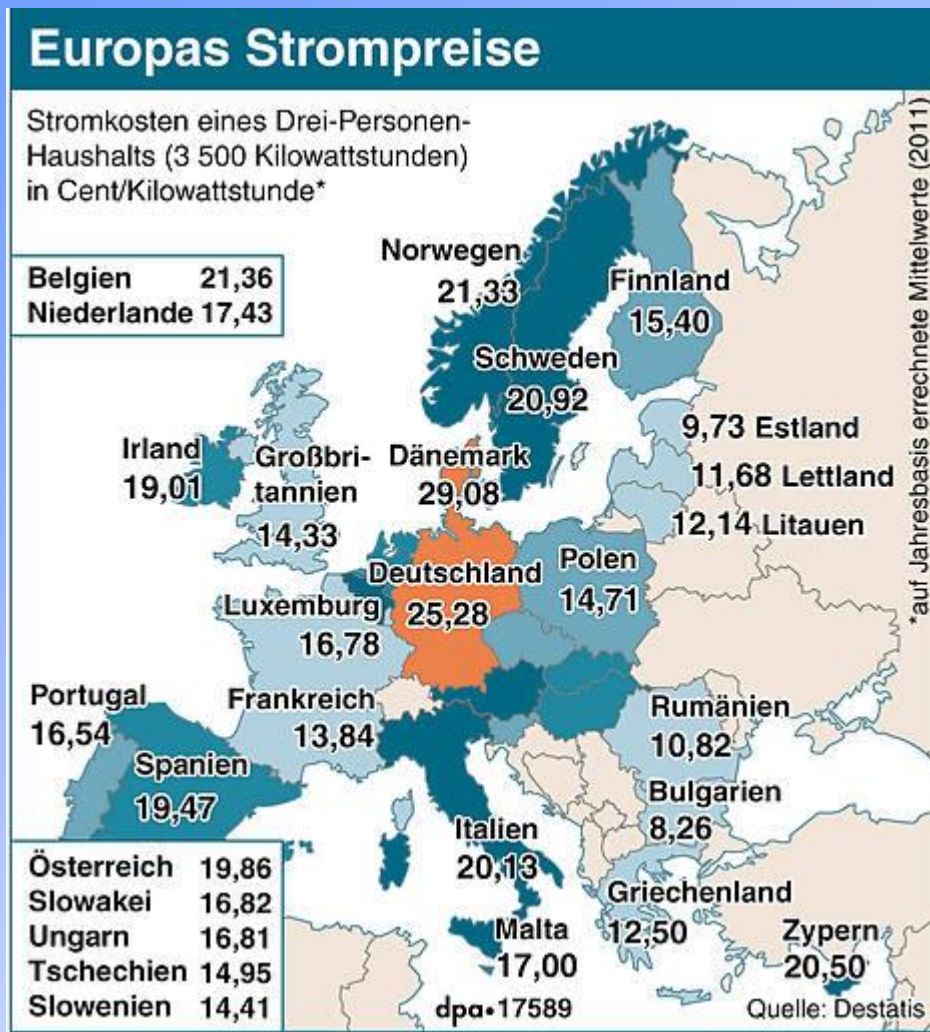
Właściciele elektrowni słonecznych i wiatrowych otrzymują 20-letnią gwarancję cen za wytwarzaną energię., Rośnie wysokość subwencji dla producentów, a tym samym również ceny prądu dla konsumentów.

# Koszty wsparcia OZE w Polsce w latach 2006- 2020 wg projektu ustawy z 2012 r.





# Koszt energii elektrycznej w Europie- wg Focus Magazin, Nov. 2012



- Przewodnicy w wyścigu do zielonej „*taniej*” energii płacą najwięcej: Dania 29, Niemcy 25,28, Włoch 20,1. Hiszpania 19,47 euro/MWh
- Wśród krajów EU-15 najmniej płacą Francuzi – 13,6 euro/MWh.
- W Hiszpanii zobowiązania już zaciągnięte u deweloperów energii słonecznej będą spłacane przez dziesiątki lat. Już obecnie długi skarbowe wynoszą ponad 20 mld euro.



**Dziękuję za uwagę**

