



**STOWARZYSZENIE
OBYWATELSKI RUCH NA RZECZ
ENERGETYKI JĄDROWEJ**



**Ekonomiczne porównanie
energetyki jądrowej z węglową i
odnawialną**

Dr inż. A. Strupczewski, prof. nadzw. NCBJ

**Przewodniczący Komisji Bezpieczeństwa Jądowego
Narodowe Centrum Badań Jądowych**

Sejm 23.05.2017

Plan prezentacji

- **Skazenia środowiska w Polsce**
- Skutki zdrowotne wytwarzania energii elektrycznej z różnych źródeł wg ExternE
- Ryzyko awarii w elektrowniach jądrowych
- Potrzeby energii elektrycznej w Polsce – Na ile starczy nam węgla
- Odporność EJ III generacji na awarie
- Czy wiatr i słońce mogą zapewnić ciągłe dostawy elektryczności?
- Ile kosztuje wprowadzanie OZE (na przykładzie Niemiec)
- Suma kosztów produkcji energii ponoszona przez społeczeństwo

Czemu Polska potrzebuje energetyki jądrowej?

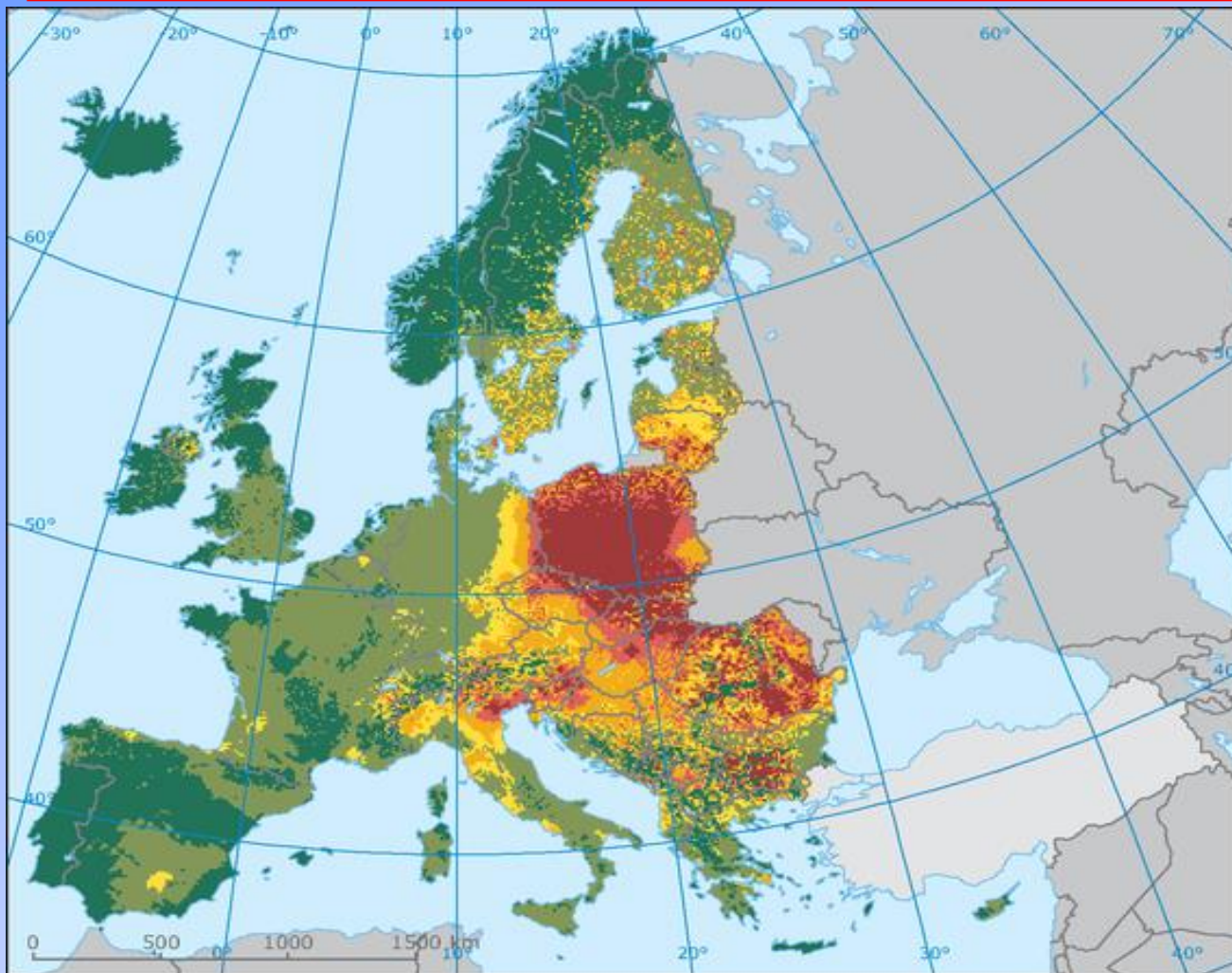
- EJ **nie zanieczyszczają** środowiska naturalnego
- EJ wytwarzają energię elektryczną **najtaniej**
- EJ generacji III i III+ **są odporne na awarie**
- **Kurczy się baza paliwowa** polskiej energetyki węglowej
- Rosną **koszty emisji zanieczyszczeń** (opłaty za emisje i koszty ograniczenia emisji)
- Źródła wiatrowe i fotowoltaiczne są **kapryśne i nieprzewidywalne**
 - konieczne utrzymywanie **kosztownych rezerw mocy** (rezerwa wirująca i interwencyjna – stojąca) o wielkości zbliżonej do ich mocy zainstalowanej
→ **skutkuje zwiększeniem emisji**
- Wykorzystanie OZE i poprawa efektywności energetycznej **nie wystarczą**
- Energia z **OZE i gazu** jest **droga**

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

Stężenia benzoapirenu największe w Polsce wśród wszystkich krajów UE



Population-weighted
concentration field of annual
mean Benzo(a)pyrene (BaP)
in 2012

ng/m³

- < 0.12
- 0.12–0.4
- 0.4–0.6
- 0.6–1
- 1–1.5
- > 1.5

Poor data coverage

Outside coverage

* Model used in mapping: EMEP
Resolution 10x10 km

Stężenia BaP w Polsce przekraczają 40-krotnie wartość, która wg WHO zwiększa prawdopodobieństwo raka.

Annual average PM2.5 level (ug/m3)



Poziom PM2.5 w miastach UE

PM2.5, czyli pył zawieszony o średnicy poniżej 2,5 mikrometra, w skład którego wchodzi B[a]P, jest tak mały, że przenika do układu oddechowego i krwioobiegu, zwiększając ryzyko wystąpienia chorób płuc, zawału serca czy udaru mózgu. Kilkanaście miast naszego kraju przez ponad 100 dni w roku przekracza normę dobową jego stężenia.

W raporcie WHO o zanieczyszczeniu powietrza w Europie pojawiło się zestawienie 50 miast Unii Europejskiej, w których najgorzej się oddycha. Aż 33 z nich leżą w naszym kraju.

Smog w polskich miastach – – SO_2 , NO_x , PM_{10} , metale ciężkie

Autor: KRIS
www.BrudnyKrakow.wordpress.com



Główny sprawca energetyka, ogromna ilość popiołów lotnych i emisja zanieczyszczeń gazowych, z czego 75% to emisja SO_2 . Również – niskie emisje z rozproszonych źródeł ciepła, w tym z palenisk domowych.

Cele polityki energetycznej Polski

Niezależność energetyczna

Zrównoważona energetyka ma chronić Polaków i polskie firmy przed

- nadmiernymi kosztami energii,
- wzrostem cen wskutek potencjalnego wzrostu cen uprawnień do emisji CO₂
- i kosztów dostosowania do europejskich norm jakości powietrza.


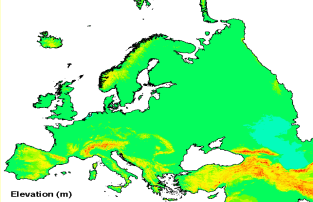
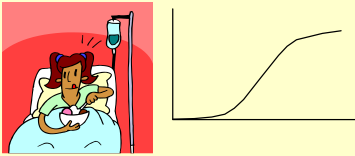



Bieg antysmogowy w Krakowie

Plan prezentacji

- Skazażenia środowiska w Polsce
- **Skutki zdrowotne wytwarzania energii elektrycznej z różnych źródeł wg ExternE**
- Ryzyko awarii w elektrowniach jądrowych
- Potrzeby energii elektrycznej w Polsce – Na ile starczy nam węgla
- Odporność EJ III generacji na awarie
- Czy wiatr i słońce mogą zapewnić ciągłe dostawy elektryczności?
- Ile kosztuje wprowadzanie OZE (na przykładzie Niemiec)
- Suma kosztów produkcji energii ponoszona przez społeczeństwo

Ocena kosztów zewnętrznych (zdrowie, środowisko)

Kroki analizy		Narzędzia, dane
1. Emisje		Narzędzia, dane Charakterystyki źródła <i>lokalizacja</i> <i>technologie</i> <i>parametry komina</i> <i>emisyjności zanieczyszczeń</i>
2. Rozprzestrzenienie zanieczyszczeń		Modele rozprzestrzenienia Dane meteorologiczne <i>rozprzestrzenienie lokalne</i> <i>transport regionalny</i>
3. Oszacowanie skutków		Funkcje dawka-skutek (E-R) (lub stężenie-skutek) Przestrzenny rozkład receptorów <i>zdrowie ludzi</i> <i>rośliny , materiały budowlane</i> <i>ekosystem</i>
4. Pieniężna wartość szkód		Analizy „Gotowości do zapłaty” – WTP, ceny rynkowe <i>koszt zewnętrzny</i>

Umieralność wskutek zanieczyszczeń powietrza

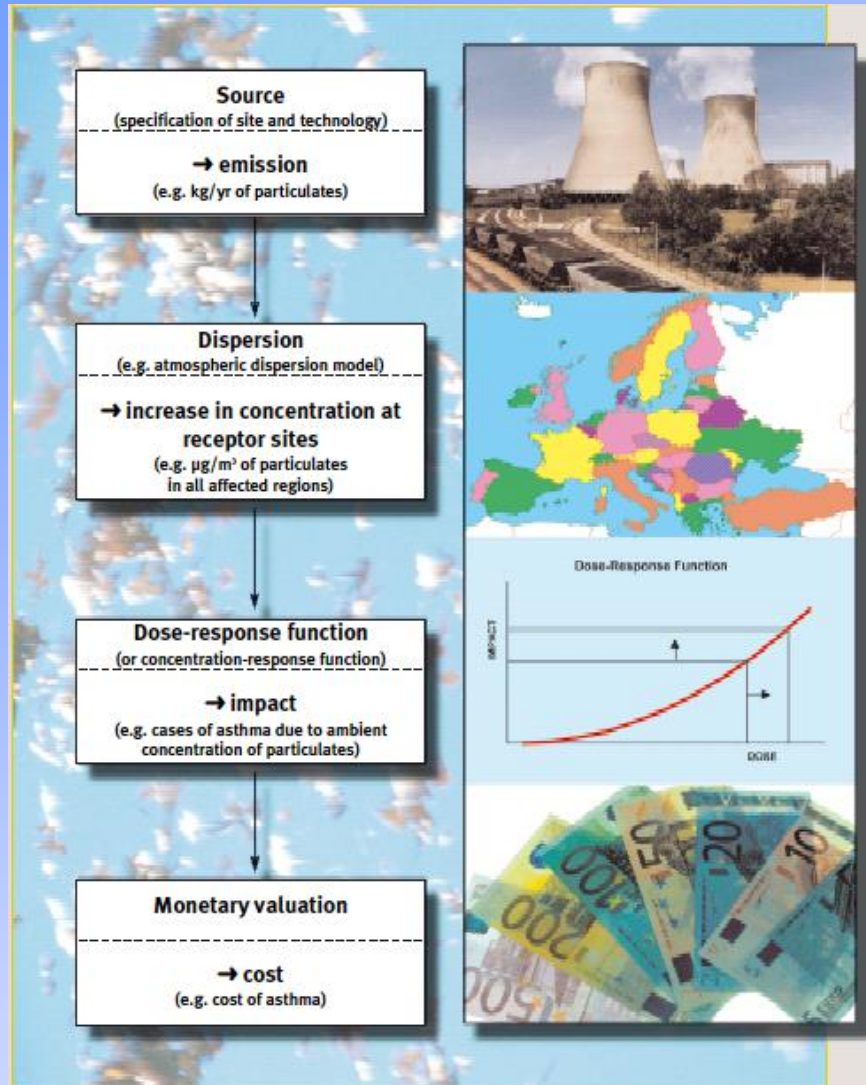
Światowa Organizacja Zdrowia w raporcie *Global Health Observatory (GHO) data* z 2014 r. tak oceniła skutki emisji zanieczyszczeń do powietrza:

W 2012 r. zanieczyszczenie powietrza spowodowało 7 mln przedwczesnych zgonów, co stanowi 12.5% łącznej liczby zgonów.“

W skali światowej, zanieczyszczenie powietrza powoduje 16% zgonów na raka płuc, 11% zgonów na przewlekłą obturacyjną chorobę płuc (COPD), ponad 20% chorób niedokrwienych i zawałów serca, i około 13% zgonów na infekcje układu oddechowego.“

„W Europie z powodu zanieczyszczenia powietrza umiera przedwcześnie ok. 440 tys. osób rocznie, w Polsce jest to ok. 44 tys.“ (komisarz UE ds. środowiska, gospodarki morskiej i rybołówstwa Karmenu Vella, styczeń 2016).

Koszty zewnętrzne produkcji energii elektrycznej z różnych źródeł



Najpełniejsza ocena ryzyka, program Unii Europejskiej, ExternE.

ExternE obejmuje cykl produkcji energii i wszystkie aspekty zarówno ryzyko awarii jak i normalnej pracy

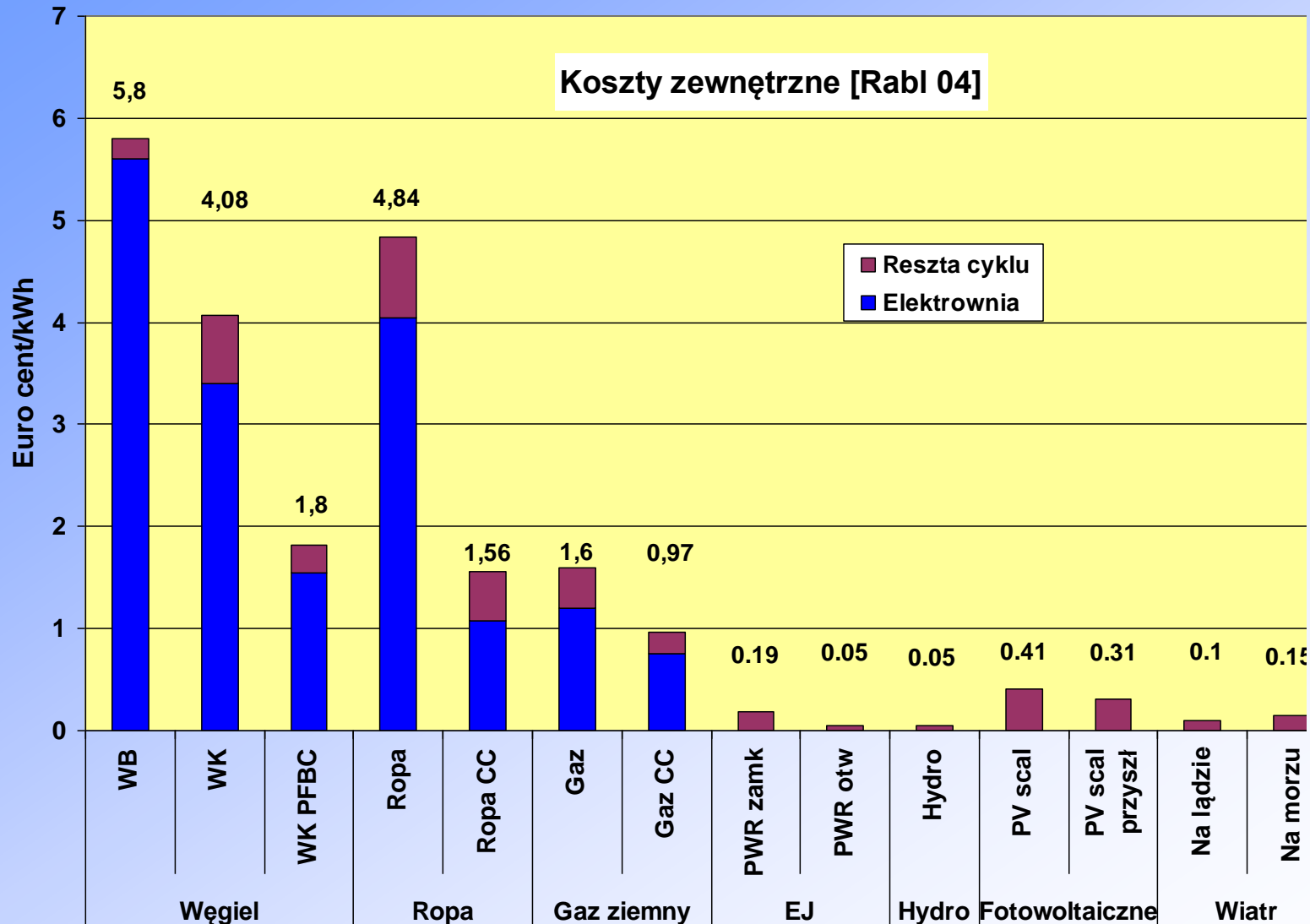
Obejmuje źródła, rozpraszanie, funkcje wpływu na zdrowie i środowisko, i ocenę monetarną strat zdrowia i innych skutków.

Dla EJ wyniki są obciążone całkowaniem bardzo małych dawek przez bardzo długie okresy czasu.

Nie uwzględnia się stopy dyskonta.

A jednak EJ okazuje się jednym ze źródeł energii najbardziej przyjaznych dla człowieka i środowiska.

Skutki zdrowotne wytwarzania elektryczności z różnych źródeł w UE-15 [Rabl 04]



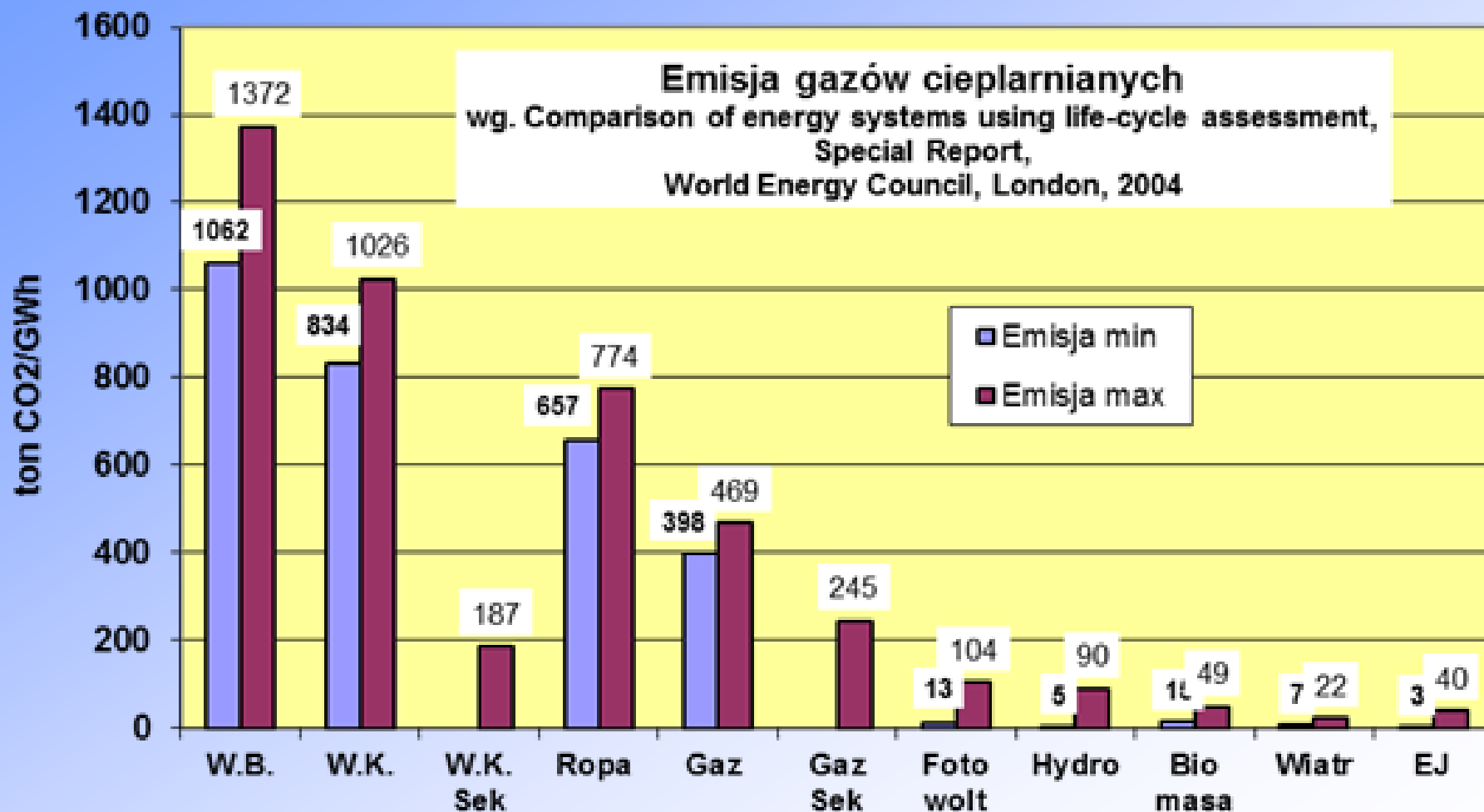
Straty zdrowia przeliczone na pieniądze – wyniki programu ExternE

PFBC – spalanie w złożu fluidalnym pod ciśnieniem, CC – cykl kombinowany, PWR otw. – cykl paliwowy otwarty, PWR zamk. – cykl paliwowy zamknięty

EJ są zasadniczym światowym niskoemisyjnym źródłem energii elektrycznej

- W UE dostarczają one ponad połowę „czystej” energii.
- W 2007 r. PE: bez EJ starania o obniżenie emisji CO₂ nie mają szans powodzenia,
- Międzyrządowy Zespół ds. Zmian Klimatu (IPCC) stwierdził, że EJ to główne źródło bezemisyjnej energii elektrycznej
- Na Paryskiej Konferencji Klimatycznej (COP 21) rządy wszystkich krajów oświadczyły, że będą starały się o redukcję emisji CO₂. Oświadczenie takie złożył także rząd polski.
- 15 grudnia 2015 PE uchwalił rezolucję wzywającą KE do stworzenia warunków do budowy w UE nowych EJ, jako jednego z ważnych źródeł niskoemisyjnych

Wg World Energy Council, IPCC, IAEA EJ to najlepsze źródło niskoemisyjne



Wyniki studium UE: energia jądrowa należy do najkorzystniejszych dla ludzi i przyrody

Studium ExternE, 1993-2001. Kryterium – koszty zewnętrzne, tj koszty płacone przez społeczeństwo (za stratę zdrowia, przedwczesne zgony, zniszczenie środowiska)

- Koszty zewnętrzne oceniano dla wszystkich źródeł energii, dla całego cyklu budowy, pracy, likwidacji "od kolebki do grobu"
- Dominujący wpływ – skrócenie życia ludzi wskutek zachorowań powodowanych przez emisje zanieczyszczeń do atmosfery

Zgodne wyniki wielu krajów UE wykazały że:

- **Najniższe koszty zewnętrzne powoduje energia wiatru, energia jądrowa i hydroenergia**
- Największe – spalanie węgla i ropy.
- Średnie – spalanie gazu i użycie ogniw słonecznych.

Łączne koszty dla społeczeństwa – tj koszty produkcji i koszty zewnętrzne – są najniższe dla energii jądrowej.

Elektrownie jądrowe pomagają chronić środowisko naturalne ponieważ:

- **Zapewniają czyste powietrze, wodę i glebę** – są zaprojektowane i eksploatowane tak, by były dobrymi sąsiadami, przyjaznymi dla ludzi i środowiska.
- Wykazał to program ExternE (External costs of Electricity generation) w którym oceniano koszty zewnętrzne wytwarzania energii elektrycznej. Koszty zewnętrzne – to koszty ponoszone przez środowisko, a nie przez producenta energii. Minimalne koszty zewnętrzne – to minimalne straty zdrowia i życia ludzi, to minimalne obciążenia dla przyrody, dla lasów, łąk, jezior, ryb i zwierząt.
- Energetyka jądrowa bierze pełną **odpowiedzialność za swe odpady** – zapewnia środki finansowe i technologię wystarczającą by unieszkodliwić odpady radioaktywne.
- Po okresie eksploatacji EJ można zlikwidować „do zielonego pola”

Plan prezentacji

- Skazażenia środowiska w Polsce
- Skutki zdrowotne wytwarzania energii elektrycznej z różnych źródeł wg ExternE
- **Ryzyko awarii w elektrowniach jądrowych**
- Potrzeby energii elektrycznej w Polsce – Na ile starczy nam węgla
- Odporność EJ III generacji na awarie
- Czy wiatr i słońce mogą zapewnić ciągłe dostawy elektryczności?
- Ile kosztuje wprowadzanie OZE (na przykładzie Niemiec)
- Suma kosztów produkcji energii ponoszona przez społeczeństwo



Ocena ryzyka EJ na tle innych energii wg UE



Nawet przy pesymistycznych założeniach LNT, ExternE wykazało, że EJ jest jednym z najbezpieczniejszych źródeł energii.

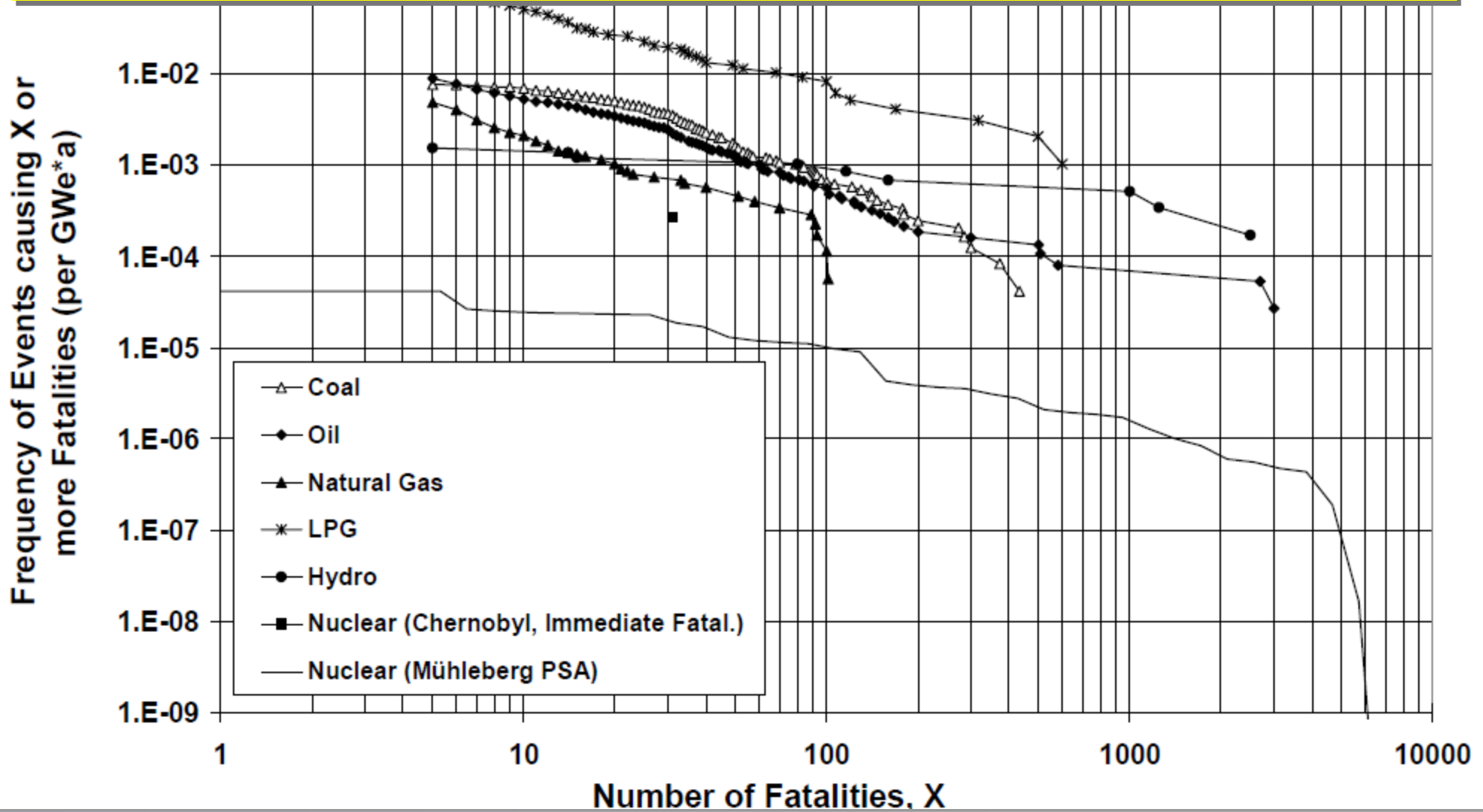
Mieszkańcy UE-25 obecnie tracą średnio 7.5 miesiąca oczekiwanej długości życia wskutek zanieczyszczeń powietrza, które wcale nie są powodowane przez EJ.

Ujemne skutki zdrowotne energii jądrowej są niedostrzegalnie małe.

Nawet awarie nie powodują znaczących ujemnych skutków zdrowotnych.

Wg ocen ExternE energia jądrowa należy do preferowanych, stabilnych i bezpiecznych źródeł energii.

Częstość wypadków na jednostkę energii powodujących X lub więcej zgonów



Wielkie awarie w energetyce – przykłady

Wybuch wieży wiertniczej BP Deepwater Horizon (2010). - 11 zabitych, miliony litrów ropy wypłynęło do Zatoki Meksykańskiej, koszty około 42 mld USD.

Katastrofa w kopalni Farmington, USA (1968). 78 zabitych górników.

Blackout w Indiach (2012). W szczytowe upały letnie, około 670 mln ludzi – 10 % ludzkości – bez prądu przez 2 tygodnie. Promień 3,000 km.

1942. Wybuch w kopalni Benxi ponad 1,549 zabitych.

Tankowiec Exxon Valdez (1989) uderzył w rafę i wylał 26 mln litrów ropy do wody koło Alaski. Ropa pokryła ptaki, ryby i ssaki.

Wybuch w pociągu przewożącym ropę, Lac-Megantic (2013)
Kanada, 47 zabitych.

Poważne awarie w energetyce 1969-1996

Ten energy-related severe accidents with the highest number of immediate fatalities in the period 1969-1996.

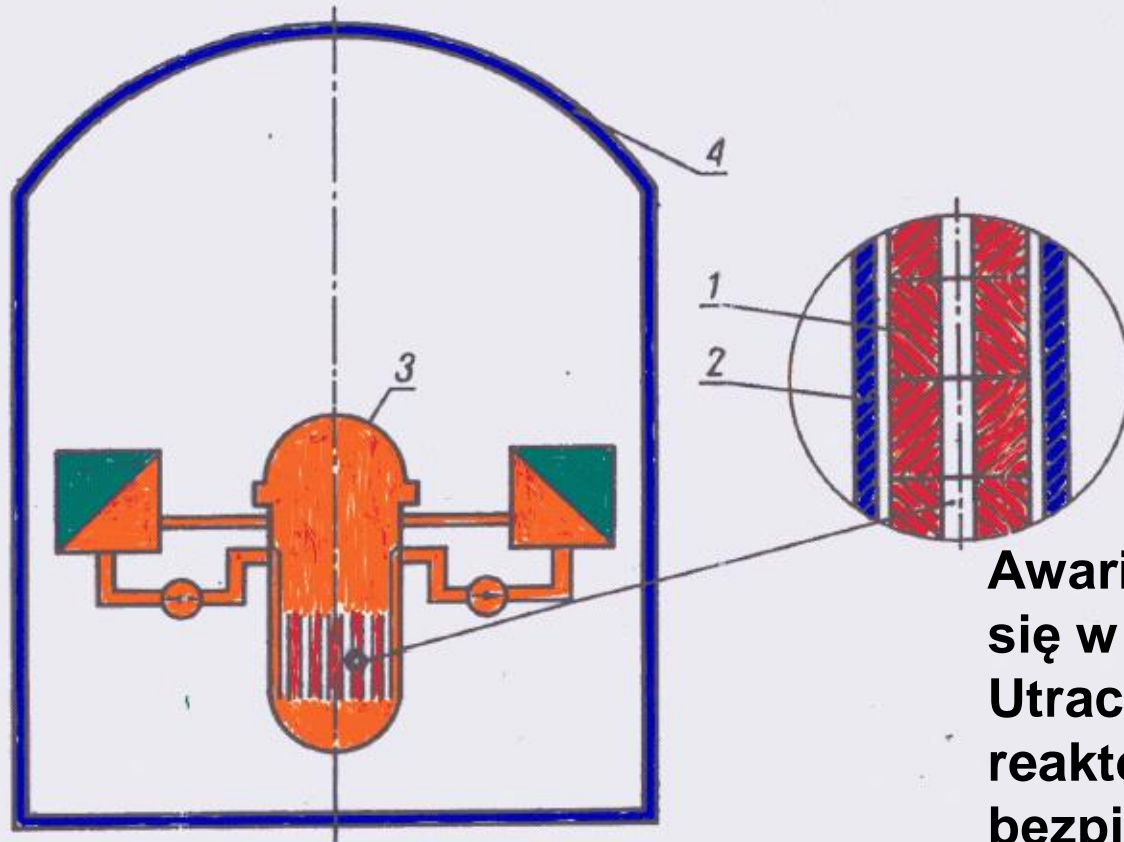
Energy carrier	Date	Country	Energy chain stage	Fatalities	Injured	Evacuees	Costs (10 ⁶ US\$1996)
Oil	20.12.87	Philippines	Transport to Refinery	3000	26	0	-
Oil	01.11.82	Afghanistan	Regional Distribution	2700	400	0	-
Hydro	11.08.79	India	Power Plant	2500	-	150,000	1024
Hydro	27.08.93	China	Power Plant	1250	336	-	27
Hydro	18.09.80	India	Power Plant	1000	-	-	-
LPG	04.06.89	Russia	Long Distance Transport	600	755	0	-
Oil	02.11.94	Egypt	Regional Distribution	580	-	0	140
Oil	25.02.84	Brazil	Regional Distribution	508	150	2500	-
Oil	29.06.95	South Korea	Regional Distribution	500	952	0	-
LPG	19.11.84	Mexico	Regional Distribution	498	7231	200,000	2.9

Statystyka wykazuje, że energetyka jądrowa jest najbezpieczniejsza (wg OECD 2010)

Źródło energii	Państwa OECD			Państwa poza OECD		
	Liczba wypadków	Liczba ofiar śmiertelnych	Liczba ofiar śmiertelnych na GWe/rok	Liczba wypadków	Liczba ofiar śmiertelnych	Liczba ofiar śmiertelnych na GWe/rok
Węgiel	75	2 259	0,157	1 044	18 017	0,597
Węgiel (Chiny 1994-99)				819	11 334	6,169
Węgiel (bez Chin)				102	4 831	0,597
Olej opałowy	165	3 713	0,132	232	16 505	0,897
Gaz ziemny	90	1 043	0,085	45	1 000	0,111
LPG	59	1 905	1,957	46	2 016	14,896
Hydroenergetyka	1	14	0,003	10	29 924	10,285
Energetyka jądrowa	0	0	0	1	31*	0,048
Łącznie	390	8 934		1 480	72 324	

Statystyka wypadkowości i liczba ofiar katastrof sektora energetycznego w latach 1969-2000. Gdyby włączyć 1600 zgonów po ewakuacji wokoło Fukushima i 60 zgonów po Czarnobylu, to otrzymamy wskaźnik 0,2 zgonu na GWe-rok

Układ wielu barier – bezpieczeństwo zachowane w razie utraty dwóch, a nawet trzech z nich.

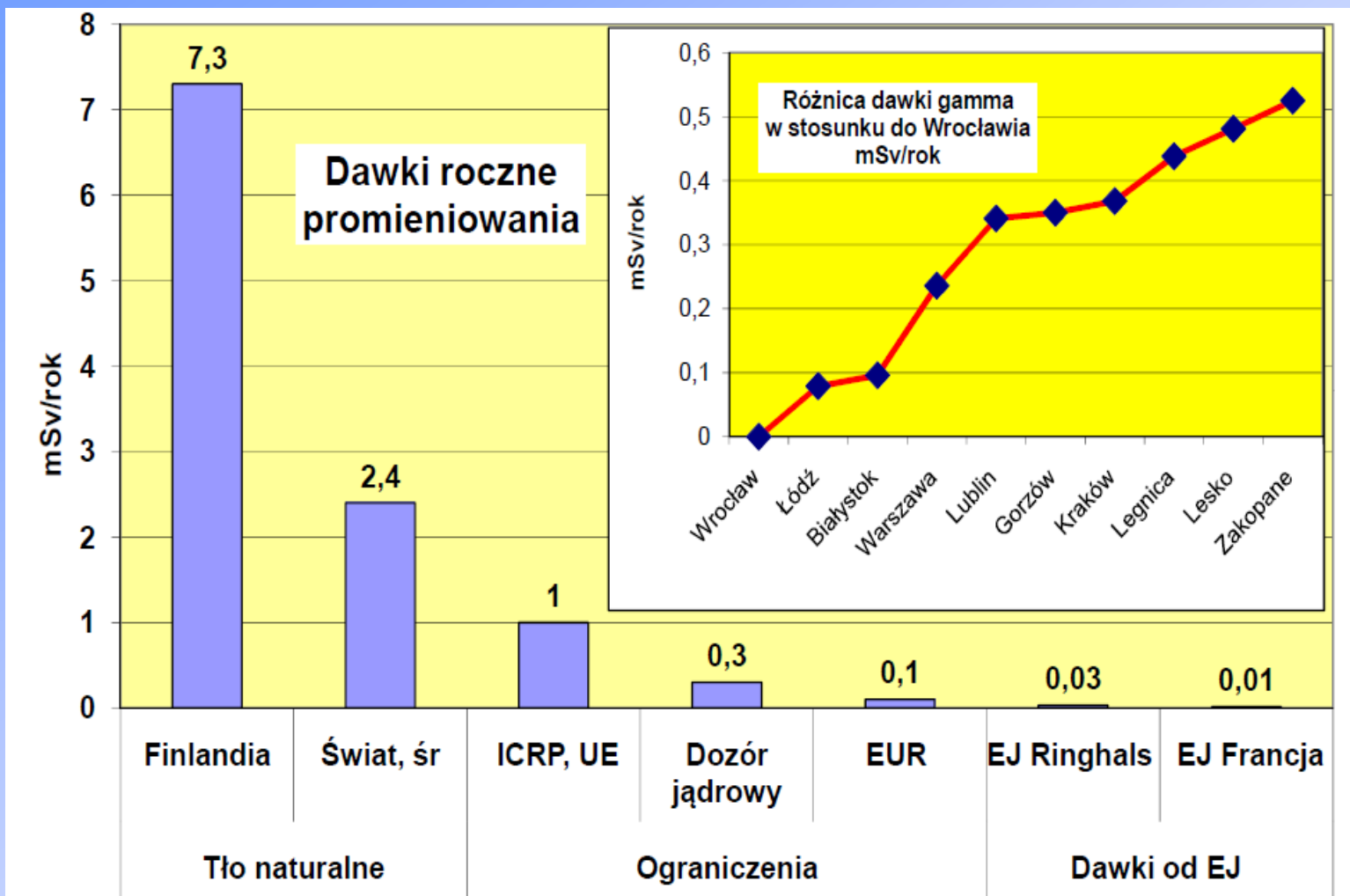


Układ barier w EJ:
1. Pastyłki paliwowe,
2. Koszulka cyrkonowa,
3. Zbiornik reaktora,
4. Obudowa bezpieczeństwa

Awaria ze stopieniem rdzenia zdarzyła się w reaktorze PWR w TMI (USA). Utracono bariery 1 i 2, ale zbiornik reaktora (bariera 3) – i obudowa bezpieczeństwa (bariera 4) pozostały szczelne

Awaria w TMI nie spowodowała żadnych szkód zdrowotnych

Dawki od elektrowni jądrowych mniejsze niż różnice tła promieniowania naturalnego



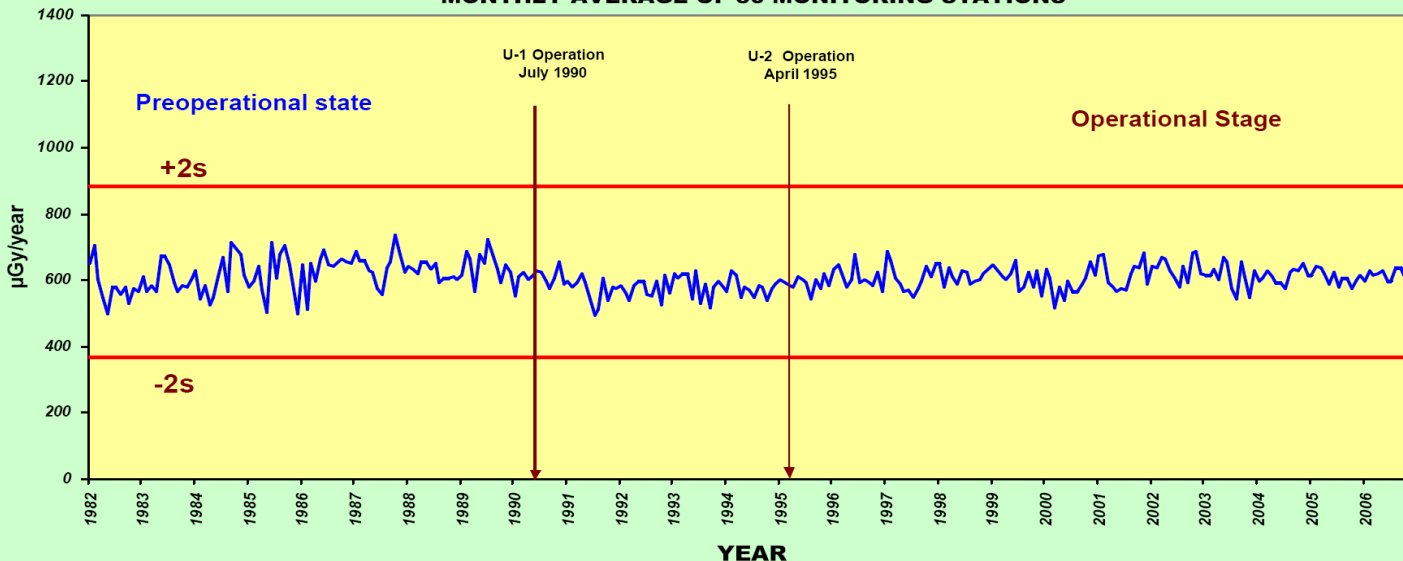
Dawka od EJ – 0,01 mSv/rok

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

Czemu dawka od EJ Ringhals na poprzednim rysunku była większa od średniej?

Ta zwiększona moc dawki to efekt awarii przepalenia elementu paliwowego. Jak widać, nie jest to katastrofa – moc dawki pozostaje poniżej zaleceń energetyki europejskiej (European Utilities Requirements), znacznie poniżej wymagań dozoru jądrowego i dużo niżej niż wynoszą wahania tła naturalnego między miastami w Polsce.

**ENVIRONMENTAL RADIATION LEVELS
IN THE PROXIMITY OF LVNPS
MONTHLY AVERAGE OF 30 MONITORING STATIONS**



A uruchomienia elektrowni nie daje się zauważyć na wykresach przykład - wykres radioaktywności powietrza EJ Laguna Verde.

Największe trzęsienie ziemi w historii Japonii – marzec 2011

Trzęsienie ziemi i tsunami

Skutki:

20000 zgonów

**Kompletne
zniszczenie
prowincji**

Przesunięcie poziome
całej wyspy o 2 metry.

Zniszczenie 4
reaktorów

**Reaktory nie spowodowały
żadnego zgonu!**

Skutki promieniowania:

Dawki efektywne dla dzieci **od 0,01 do
1,2 mSv łącznie- nie groźne.**

Wstrzymanie jedzenia zebranego na
powierzchni **zaledwie kilku km²**

Nawet największe dawki (230 mSv)
otrzymane przez pracowników elektrowni
nie są groźne dla zdrowia, nie
przekraczają dawek dopuszczalnych








Wspólna cecha EJ III generacji – odporność na ciężkie awarie

- Po awariach w TMI-2 i w Czarnobylu zaprojektowano reaktory III generacji.
- Przy budowie EJ II generacji przyjmowano, że awarie zdarzające się niesłychanie rzadko – np. raz na 100 000 lat – można pominąć, bo powodują one małe ryzyko w porównaniu z wojnami czy kataklizmami naturalnymi.
- Natomiast przy projektowaniu EJ III generacji zakładamy, że mimo wszystkich środków bezpieczeństwa dojdzie jednak do takiej niesłychanie rzadkiej awarii – i wymagamy, by nawet wówczas reaktor nie powodował zagrożenia ludności.
- Promień strefy ograniczonego użytkowania wokół reaktora EPR to 800 metrów – nie kilometrów, ale metrów. Okoliczni mieszkańcy są bezpieczni!

Plan prezentacji

- Skazażenia środowiska w Polsce
- Skutki zdrowotne wytwarzania energii elektrycznej z różnych źródeł wg ExternE
- Ryzyko awarii w elektrowniach jądrowych
- **Potrzeby energii elektrycznej w Polsce – Na ile starczy nam węgla**
- Odporność EJ III generacji na awarie
- Czy wiatr i słońce mogą zapewnić ciągłe dostawy elektryczności?
- Ile kosztuje wprowadzanie OZE (na przykładzie Niemiec)
- Suma kosztów produkcji energii ponoszona przez społeczeństwo

Zużycie energii elektrycznej w Polsce na tle wiodących krajów UE-15

Kraj	Ludność	Generacja en. elektrycznej Całkowita, TWh	Gen e.e. na mieszkańca kWh/rok.	Cena energii elektr. dla mieszkańców eur/kWh
 France ^{[7][Note 1]}	66,484,000	539.4	8113	0.169
 Czech Republic	10,535,000	79.9	7584	0.142
 Germany	81,459,000	592	7267	0.297
 Austria	8,608,000	62.3	7244	0.203
 Denmark	5,673,000	30.8	5429	0.309
 United Kingdom	65,081,276	322.4	4953	0.195
 Poland	38,494,000	145.2.	3772	0.133

Na ile lat starczy w Polsce węgla? (ze złóż krajowych !)

Wg 2015 GIG zasoby przemysłowe kopalń WK, ustalone w projektach zagospodarowania złoża (pzz) wynoszą 3763,62 mln t. Wydobyte WK w 2014 r. wyniosło 65 969 tys. t. Przyjmując jako bazę zasoby kopalń i wielkość wydobycia WK w 2014 r., można ocenić, że zasobów tych wystarczy na 57 lat.

Zasoby operatywne są jednak mniejsze – są to zasoby przemysłowe (udostępnione do eksploatacji) pomniejszone o przewidywane straty. Zasoby operatywne stanowią 60% zasobów przemysłowych. Ponadto co najmniej 20–30% zasobów operatywnych pozostanie niewykorzystanych ze względu na występowanie w filarach ochronnych lub w warstwach o grubości poniżej 1,5 m, w uskokach naturalnych i w okolicy zagrożeń.

Dlatego rzeczywista żywotność kopalni WK będzie krótsza od wynikającej z uproszczonych obliczeń.

Na ile starczy węgla brunatnego?

Obecnie dostępne zasoby WB skończą się do 2035 roku. Złóża WB klasyfikowane jako pewne obejmują ponad 24 mld ton.

Z WB uzyskuje się obecnie moc około 10 000 MW elektrycznych. Ale wydobywanie w kopalniach obecnie czynnych spadnie w 2030 r. o ok. 20%, a w 2050 r. całkowicie zaniknie.

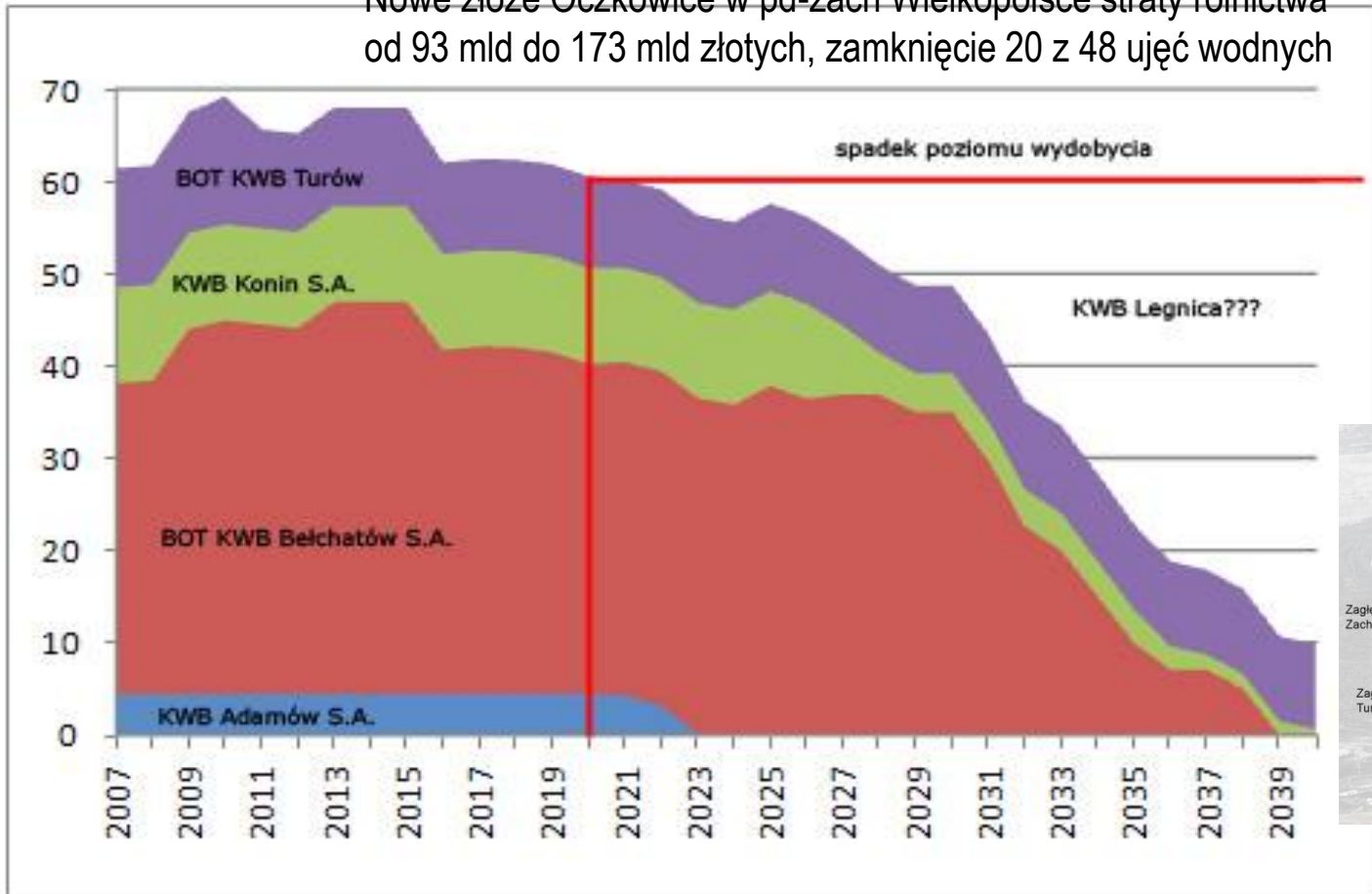
Jeśli otworzymy złoża „Gubin”, i „Legnica”, jeśli damy duże nakłady na budowę kopalni i zagospodarujemy te złoża mimo problemów ekologicznych i protestów społecznych, to wydobywanie WB zostanie utrzymane – ale wobec przewidywanego wzrostu zapotrzebowania na energię i zmniejszenia podaży WK i tak pozostanie luka w zaopatrzeniu polskiego systemu energetycznego.

W najlepszym razie utrzymamy spalanie WK i WB na obecnym poziomie – ale nie uda się go zwiększyć. Energia jądrowa będzie potrzebna!

Eksplloatowane obecnie złoža WB w Polsce ulegną wyczerpaniu do 2040r.

Prognozowane wydobycie węgla brunatnego w polskich kopalniach odkrywkowych w mln Mg

Nowe złoże Oczkowice w pd-zach Wielkopolsce strąty rolnictwa od 93 mld do 173 mld złotych, zamknięcie 20 z 48 ujęć wodnych



<http://www.komitetlegnica.agh.edu.pl/wp-content/uploads/image/publikacje/wydobycie.jpg>

Złoža w Legnicy wystarczyłyby do 2060 r. ale ich otwarcie to zniszczenie rolnictwa i środowiska



Plan prezentacji

- Skazażenia środowiska w Polsce
- Skutki zdrowotne wytwarzania energii elektrycznej z różnych źródeł wg ExternE
- Ryzyko awarii w elektrowniach jądrowych
- Potrzeby energii elektrycznej w Polsce – Na ile starczy nam węgla
- Odporność EJ III generacji na awarie
- **Czy wiatr i słońce mogą zapewnić ciągłe dostawy elektryczności?**
- Ile kosztuje wprowadzanie OZE (na przykładzie Niemiec)
- Suma kosztów produkcji energii ponoszona przez społeczeństwo

Czy sama rozbudowa wiatraków i paneli fotowoltaicznych daje obniżenie emisji CO₂?

- Niestety nie.
- Sprawdźmy to na przykładzie Niemiec.
- Porównanie wielkości emisji CO₂ podawanych przez urząd statystyczny UE wykazuje, że emisje CO₂ przypadające na jednego mieszkańca są w Niemczech większe (**9.3 t/rok**) niż w Polsce (7,8 t/rok) i dużo większe niż we Francji (5,0 t/rok).
- W stosunku do 2014 r. emisje CO₂ w Niemczech w 2015 r. wzrosły o 1.3%, a **w stosunku do roku 2009 średnie emisje roczne w latach 2010-2015 były o 2% wyższe.**
- Zamknięcie 8 elektrowni jądrowych, które nie emitują CO₂, trudno jest skompensować

Greenpeace twierdzi, że OZE dają prąd bez przerwy ... „keine Stromlücke...”

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?**



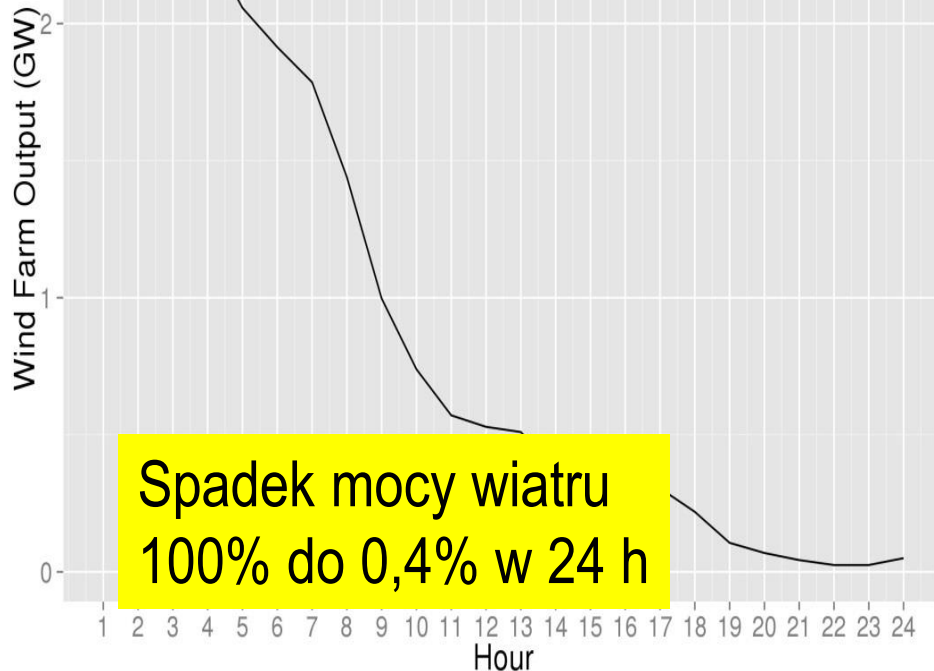
Die erneuerbaren Energien – das Bild zeigt den Blick vom Emdener Hafen auf die Windparks im Wybelsumer Polder – erzeugen bereits jetzt so viel Strom, dass das Emdener Gaskraftwerk kaum noch einspringen muss.

BILD: DODEN

Wahania produkcji energii z wiatraków spadki mocy i okresy ciszy

On 16th June 2013, Britain's wind farm output was 100 times higher at the start of the day than at the end of it

**UK – poniżej 1,25%
mocy – 10 dni w roku**



**Spadek mocy wiatru
100% do 0,4% w 24 h**

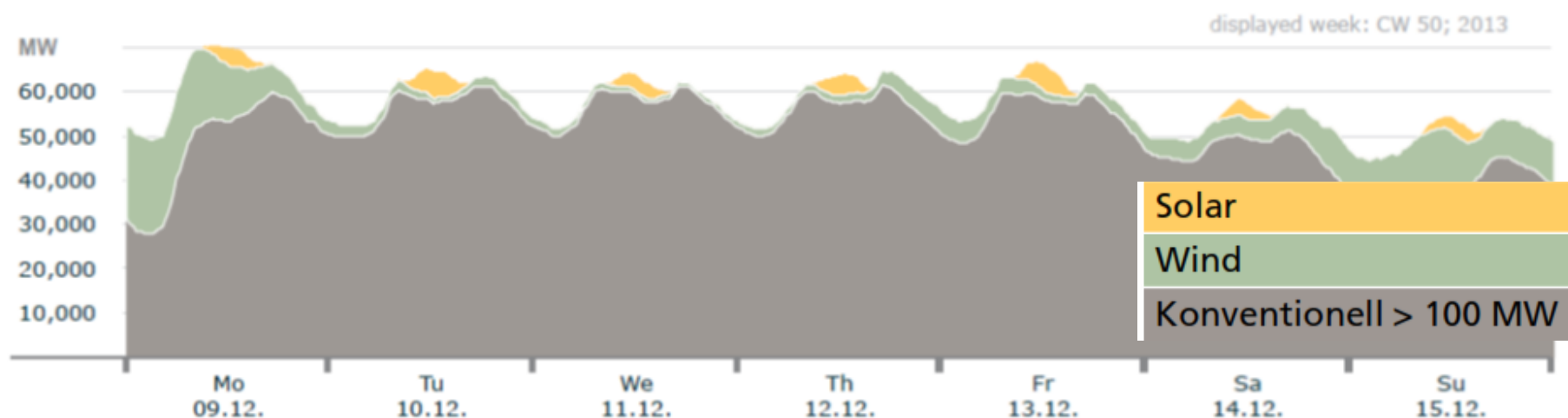


Niemcy – np. 2-gi tydzień grudnia 2013 r. – brak energii z OZE

Electricity Production in Germany: Calendar Week 50

Institut Fraunhofer fur Solar und Wind Energie ISE

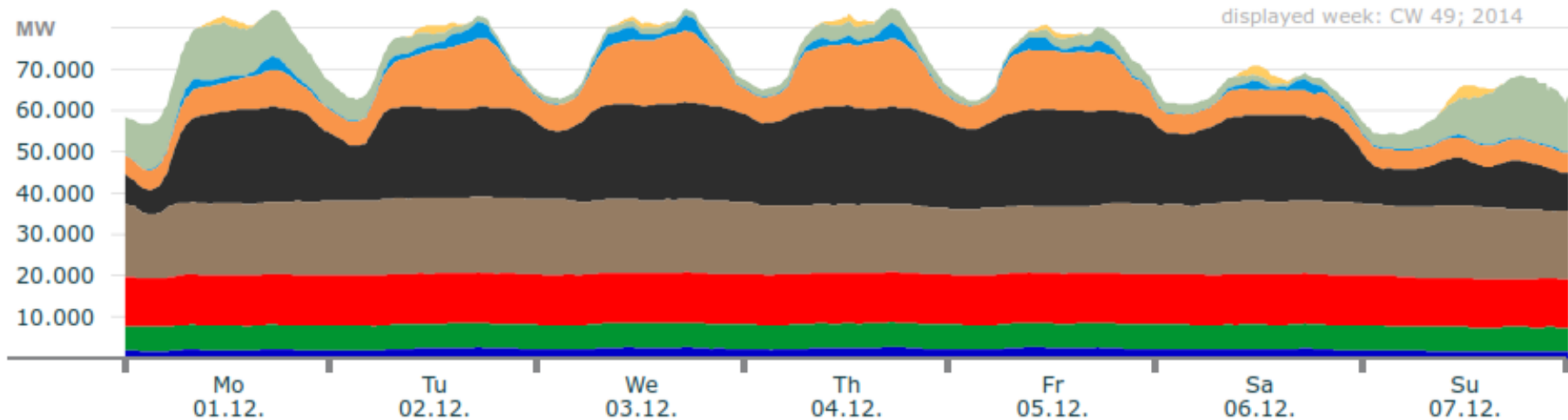
Actual production



Die Welt: „Na początku grudnia 2013 r. produkcja energii z elektrowni wiatrowych i słonecznych niemal kompletnie stanęła. Nie obracało się ponad 23 000 wiatraków. Milion układów fotowoltaicznych niemal całkowicie przerwało wytwarzanie prądu. Przez cały tydzień EW, EJ i gazowe musiały zaspokajać około 95% zapotrzebowania Niemiec

2014.12.2-6: Mimo mocy wiatru i pV 74 GW przez 5 dni obciążenie pokrywały EJ, EW i EG.

Actual production

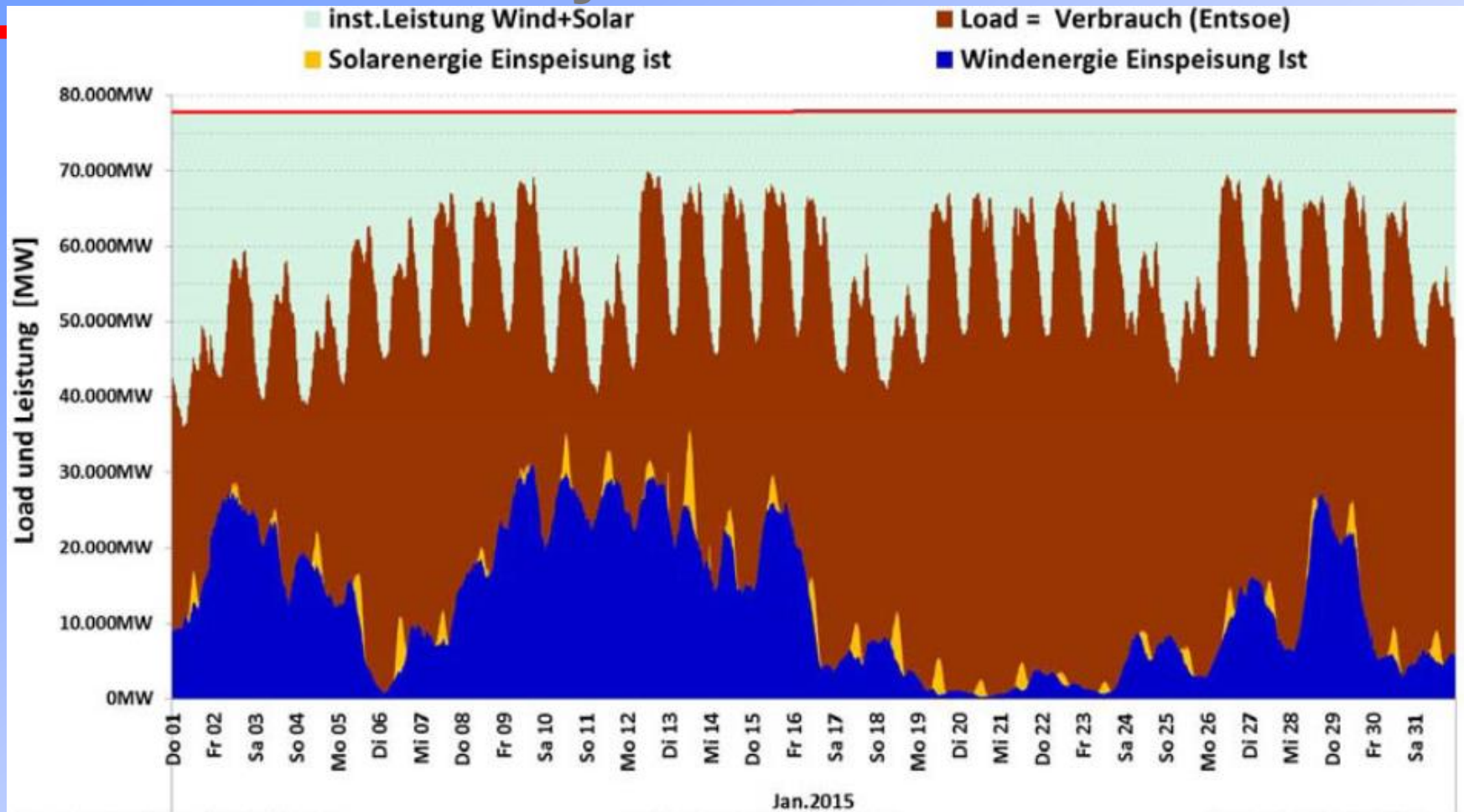


Legend: ■ Hydro ■ Biomass ■ Uranium ■ Brown Coal ■ Hard Coal ■ Gas ■ Pumped Storage ■ Wind ■ Solar

	Hyd	Bio	Uran	BC	HC	Gas	PSt	Wind	Solar
min. power (GW)	1.4		11.44	15.36	5.81	4.52	0.01	0.65	0
max. power (GW)	2.02		12.11	18.43	23.85	17.36	4.19	15.43	3.13
weekly energy (TWh)	0.35	1.0	2.04	2.91	3.19	1.52	0.19	0.73	0.06

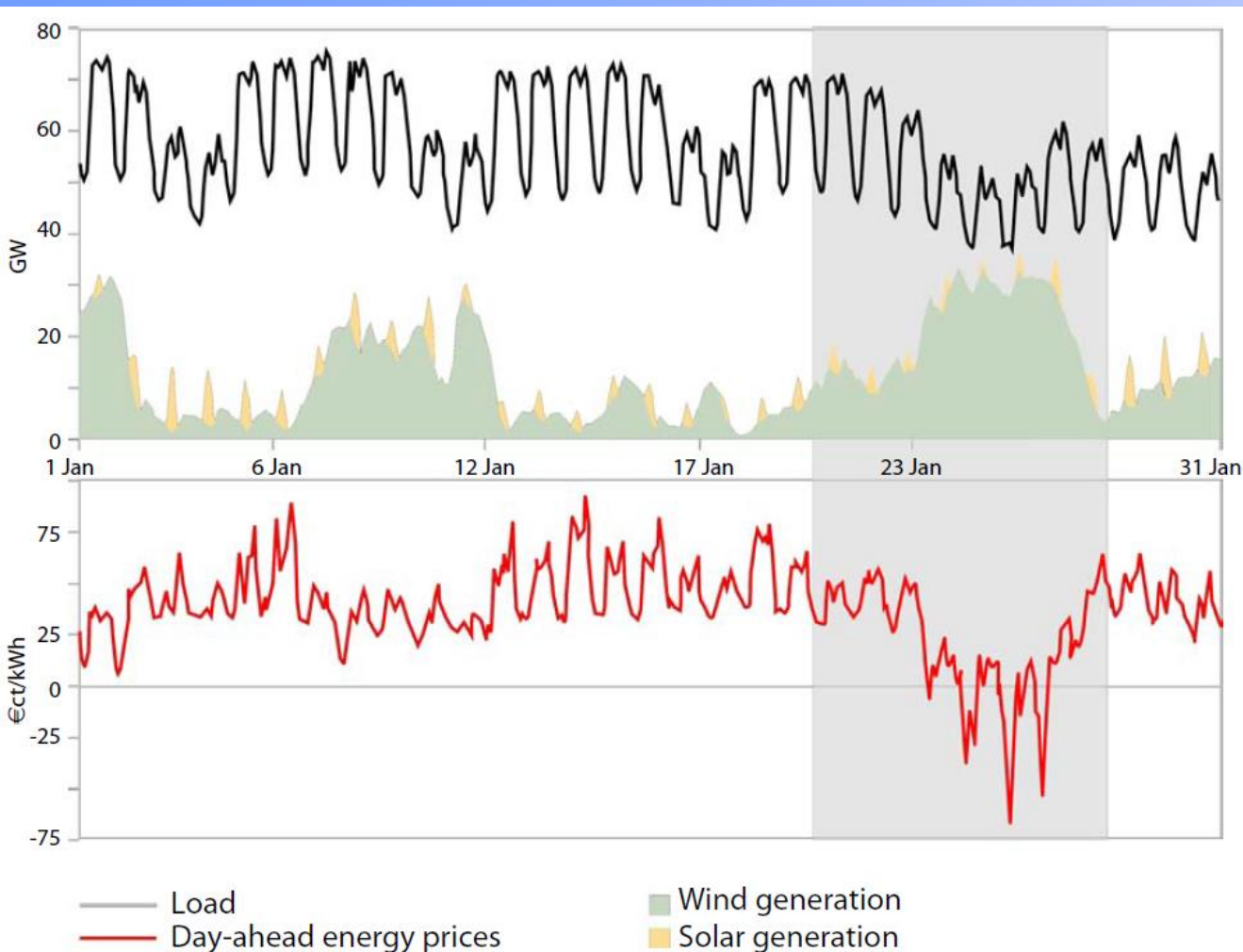
Graph: Bruno Burger, Fraunhofer ISE; Data: EEX Transparency Platform

Produkcja energii elektrycznej, Niemcy, styczeń 2015 r.



Łączna moc wiatru i słońca, 77 000 MWe, Zapotrzebowanie (MWe),
Generacja z pV (MWe), Generacja z wiatru (MWe)

Gdy brak zapotrzebowania, duża generacja z OZE prowadzi do ujemnych cen energii

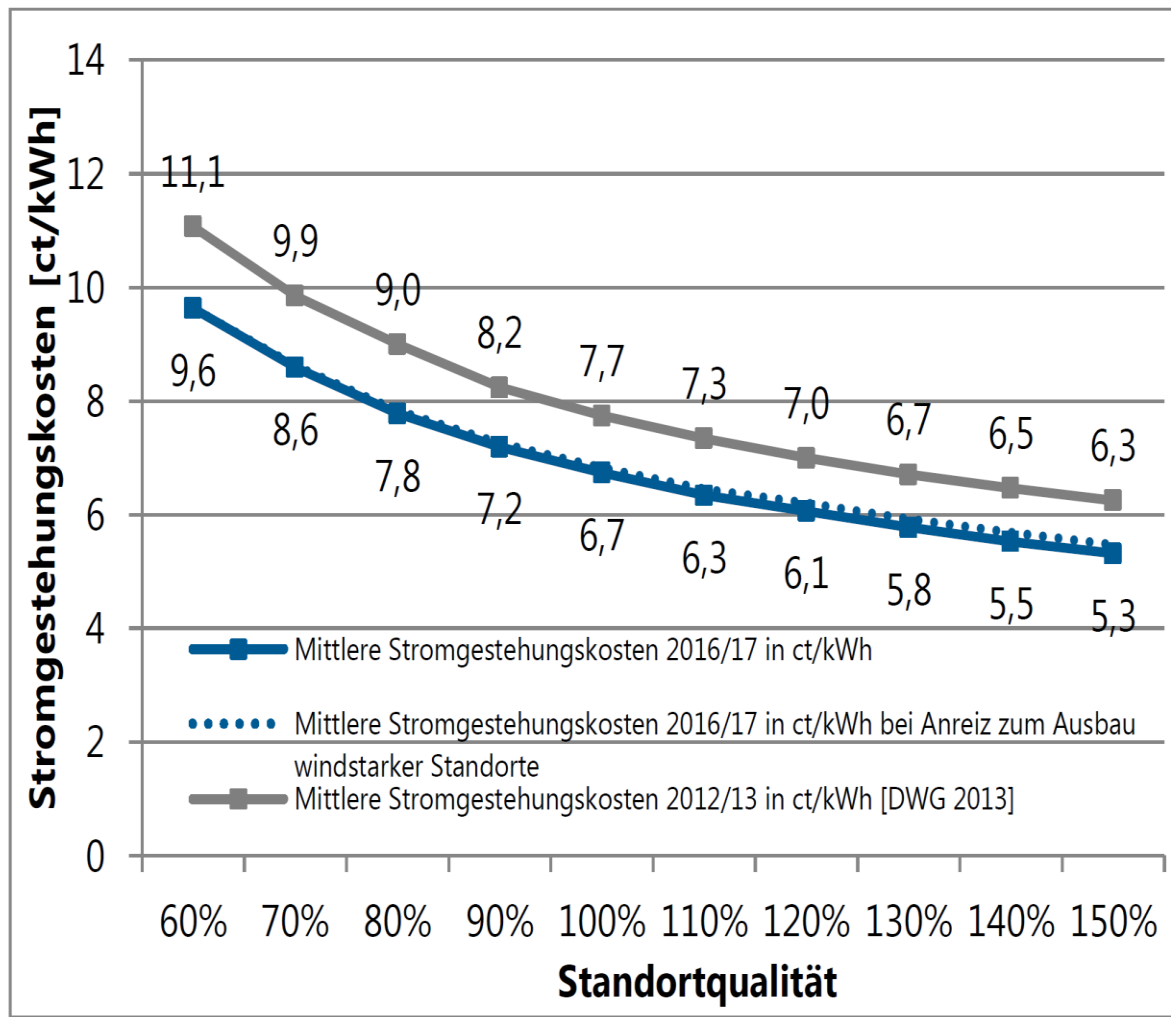


Zapotrzebowanie w Niemczech (krzywa czarna) i generacja z pV i wiatru (żółta, zielona).

Przy wysokiej generacji ceny energii (krzywa czerwona) spadają, a w okresie 24-26 zmalały poniżej zera.

Trzeba dopłacać, by inne kraje chciały tę energię przyjąć (miliard euro w 2016 r.) . [Vahrenholt]

Dla wiatraków na lądzie koszty zależą od klasy lokalizacji



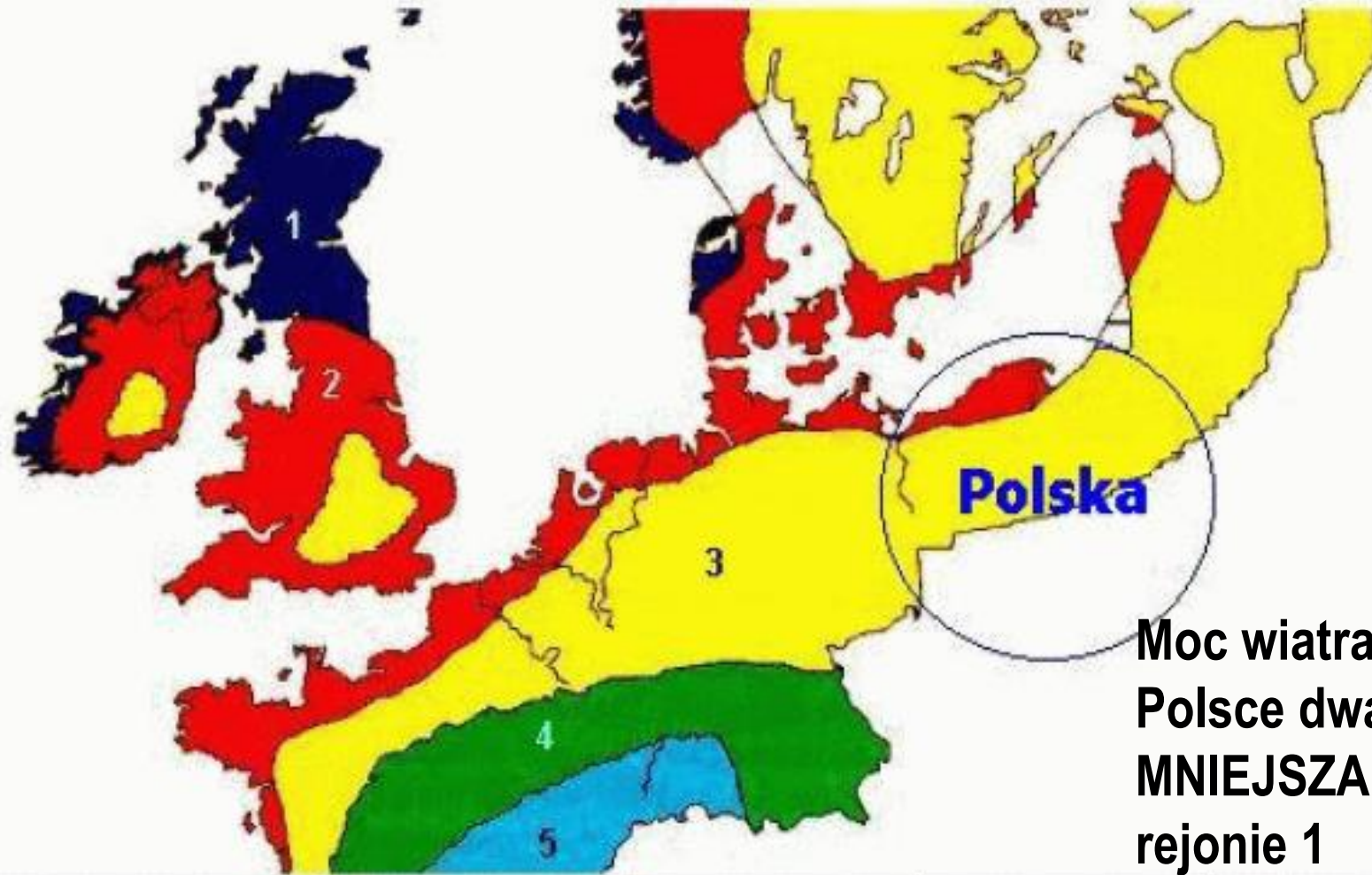
60% to stosunek energii z wiatraka do energii którą dany wiatrak dałby w lokalizacji oznaczonej jako 100%.

Klasa 60% odpowiada średniej w ciągu roku prędkości wiatru 5,5 m/s na wysokości 100 m.

Klasa 150% to 9,5 m/s.

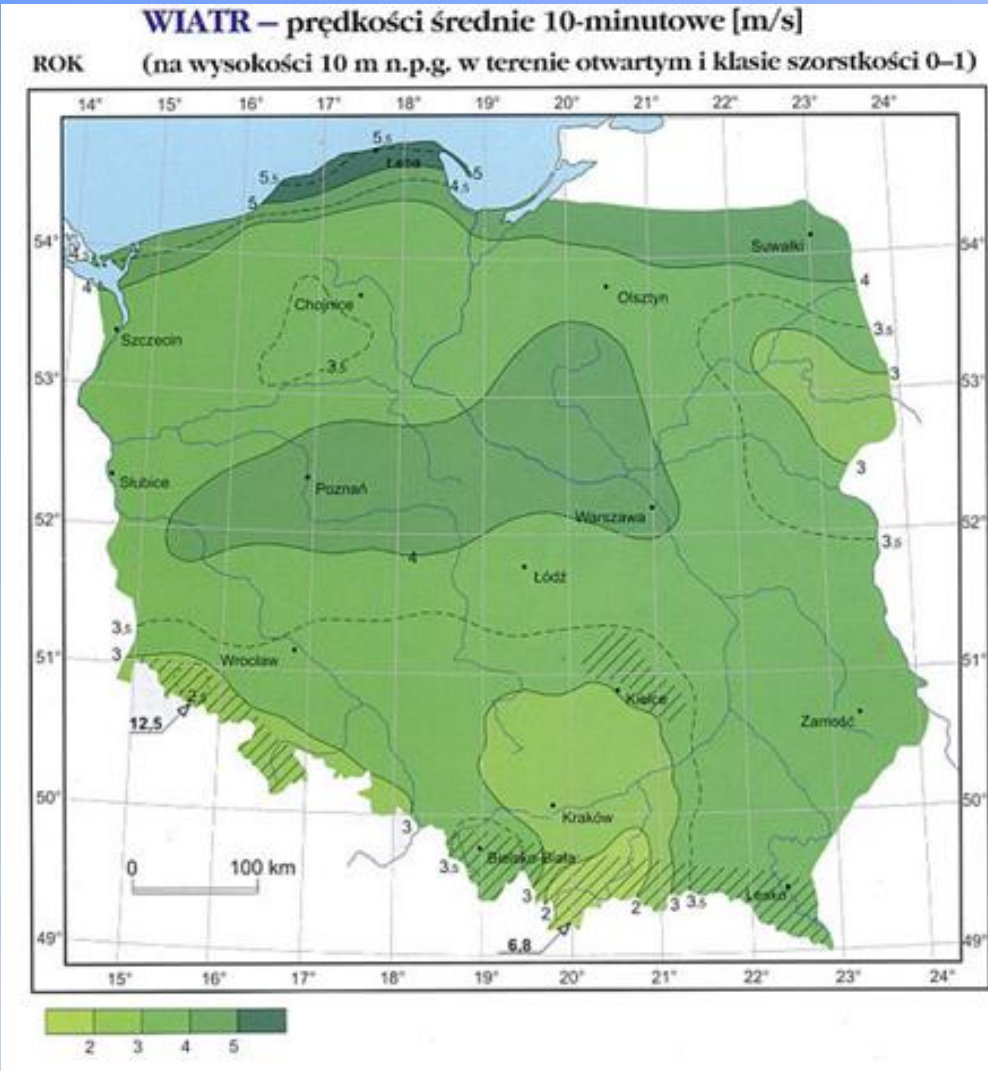
W Polsce tylko w rejonie Łeby mamy prędkości wiatru około 5,5 m/s.

Średnie prędkości wiatru w Polsce dużo niższe (4,5 m/s) niż w zachodniej Danii, Szkocji i Irlandii (7-11 m/s)



Moc wiatraka w Polsce dwa razy MNIEJSZA niż w rejonie 1

Średnia roczna prędkość wiatru osiąga 5.5 m/s tylko na małej części wybrzeża



Średni roczny wsp. wykorzystania mocy zainstalowanej w najlepszych lokalizacjach w Polsce to około 24%.

Jest to dużo mniej niż w UK lub w Danii (34-38%) dlatego opłacalność turbin wiatrowych w Polsce jest dużo mniejsza.

Siła wiatru bardzo zmienna, od 100% do zera w ciągu 1 dnia!

Ponadto są okresy ciszy wiatrowej trwające nawet przez kilka dni

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?

Czy wystarczy energia elektryczna z akumulatorów aut elektrycznych?

- Załóżmy że w Polsce będzie milion aut z napędem elektrycznym, każde z akumulatorem o pojemności 74 kWh.
- Układy EcoBlade mają kosztować 500 USD/kWh. Podobnie przyszłe akumulatory w autach. Milion ich to 37 miliardów USD. Nie jest to tanie.
- Załóżmy, że w godzinach szczytu 10% tych samochodów będzie dostarczało prąd do sieci. Mamy więc w skali kraju rezerwę energetyczną 7,4 GWh. Moc odbiorników krajowych w Polsce wynosi średnio 18 GW.
- Gdyby wiatr miał pokrywać 10% tej mocy, to rezerwa z akumulatorów samochodowych wystarczyłaby na 4 h.
- **A co potem?**

Czy można 37 miliardów USD lepiej wykorzystać?

Nakłady inwestycyjne bezpośrednio na EJ to 5 mld USD/1000 MWe

Za 37 mld USD można zbudować EJ o mocy 7 000 MWe, a więc więcej niż przewidziano w PPEJ (6000 MWe)

Ich średnia moc w skali rocznej to $7000 \times 0,85 = 5950$ MWe

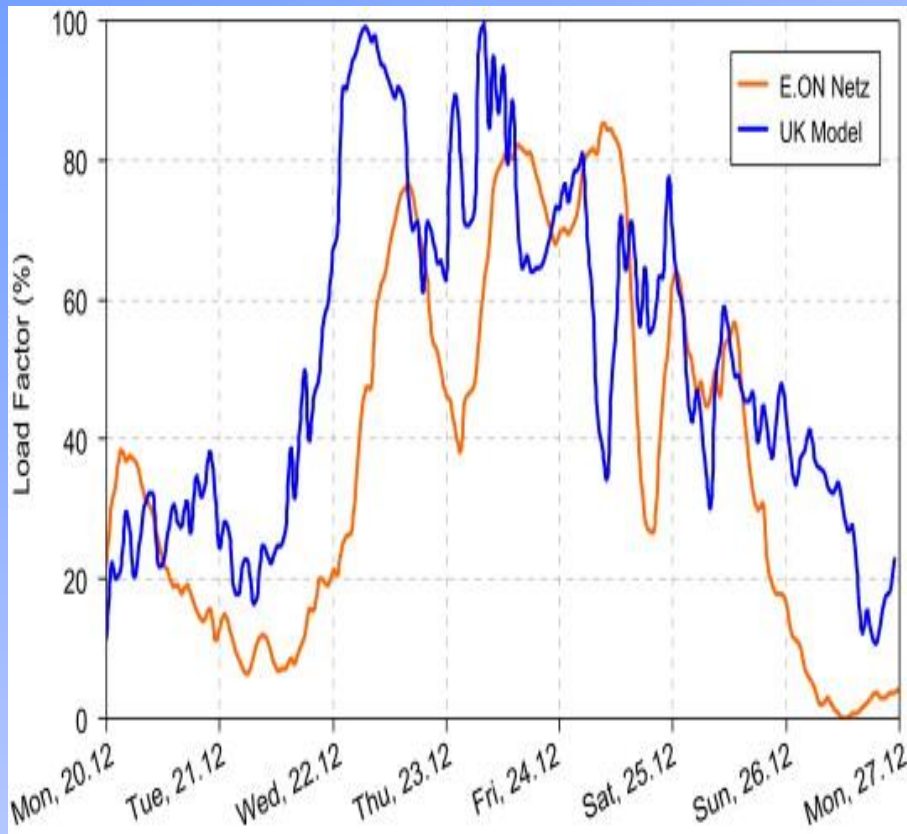
Wystarczyłoby, aby zastąpić wiatraki o mocy szczytowej

$5950/0,24 = 24800$ MWe – dając tani prąd i stabilną generację przez cały rok i całą dobę.

A prąd z elektrowni jądrowych jest najtańszy – świadczą o tym statystyki Eurostatu.

Zamiast budować drogie wiatraki i źródła rezerwowe, budujmy EJ!

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.

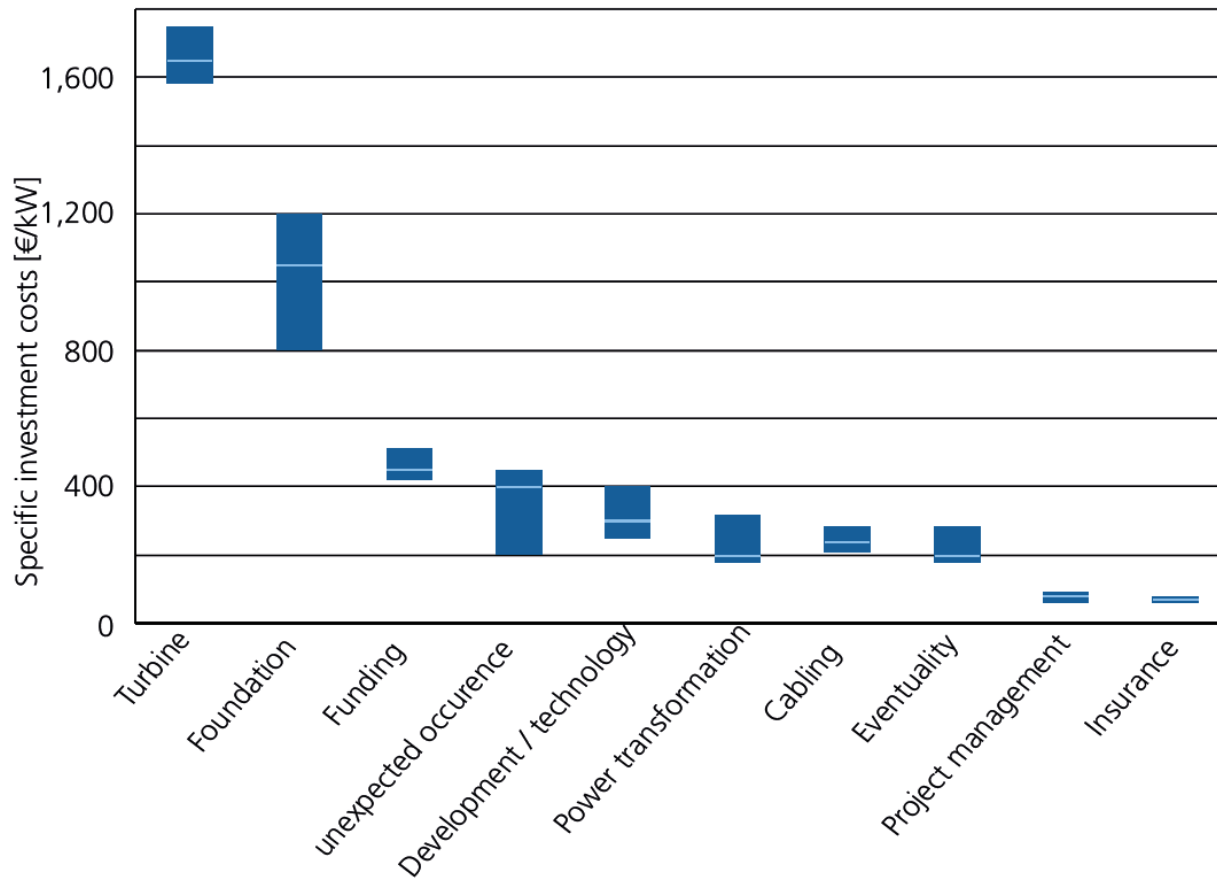
Przykład – moc wiatru w Wielkiej Brytanii i w Niemczech. [Oswald 2008]

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

Plan prezentacji

- Skazażenia środowiska w Polsce
- Skutki zdrowotne wytwarzania energii elektrycznej z różnych źródeł wg ExternE
- Ryzyko awarii w elektrowniach jądrowych
- Potrzeby energii elektrycznej w Polsce – Na ile starczy nam węgla
- Odporność EJ III generacji na awarie
- Czy wiatr i słońce mogą zapewnić ciągłe dostawy elektryczności?
- **Ile kosztuje wprowadzanie OZE (na przykładzie Niemiec)**
- Suma kosztów produkcji energii ponoszona przez społeczeństwo

Nakłady inwestycyjne na morskie farmy wiatrowe (MFW)



Zakładając, że dzięki postępowi technicznemu i organizacyjnemu możemy rozpatrywać koszty minimalne otrzymamy dla fundamentów **800 euro/kW(p)**, finansowanie 410, wydatki nieprzewidziane 200, prace dla rozwoju technologii 240, transformator 190, okablowanie 210, wzrost kosztów 190, kierownictwo projektem 80 i ubezpieczenie 70 euro/kW(p)

Razem **2390 euro/kW(p)**.

Razem z kosztami turbiny wiatrowej **1700 euro/kW(p)** otrzymamy koszty 4090 euro/kW(p).

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
Łączne koszty na poziomie systemu euro/MWh	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 mld euro rocznie, w 2016 – 26 mld.

- 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)

2500 euro na 4 osobową rodzinę w Niemczech to koszt Zielonej Transformacji



Studium Polit. w Dusseldorfie (10.X 2016) koszty Energiewende do 2025 r, osiągną 520 miliardów euro!

Efekty – brak redukcji emisji CO2, ale krajobraz wypełniony wirującymi skrzydłami wiatraków!

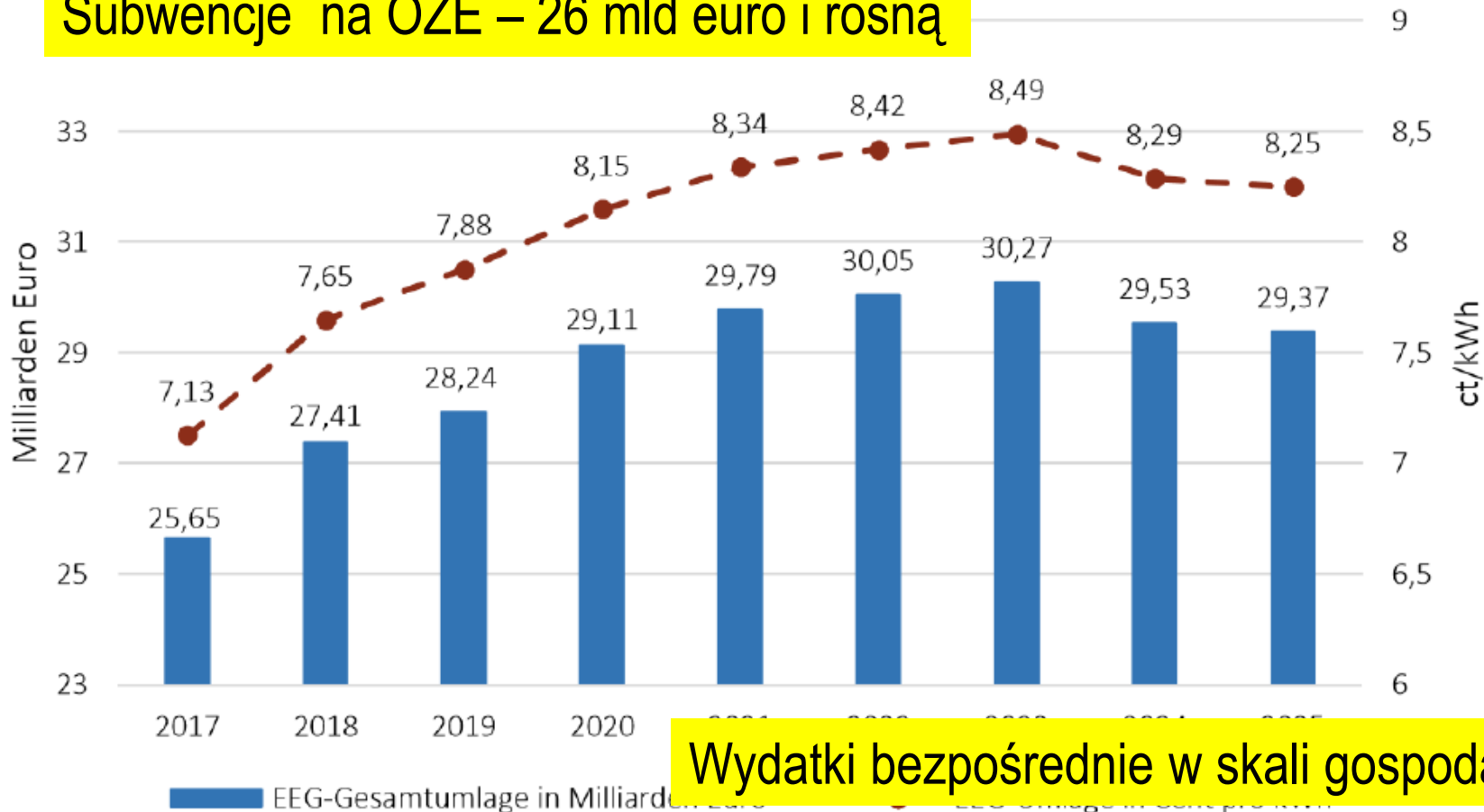
Lider Zielonych, Jurgen Trittin, minister środowiska Niemiec przyrzekał, na początku wdrażania Energiewende, że jej koszt nie przekroczy kosztu porcji lodów raz na miesiąc na osobę!

Obecnie **800 000 niemieckich rodzin co roku nie może zapłacić rachunków** za energię elektryczną!

Dodatkowe koszty transformacji energetycznej w Niemczech 2017 – 2025

ABBILDUNG 8: PROGNOTIZIERTE ENTWICKLUNG DER EEG-UMLAGE (IN CT/KWH) UND DER EEG-GESAMTUMLAGE FÜR DEN ZEITRAUM 2017-2025

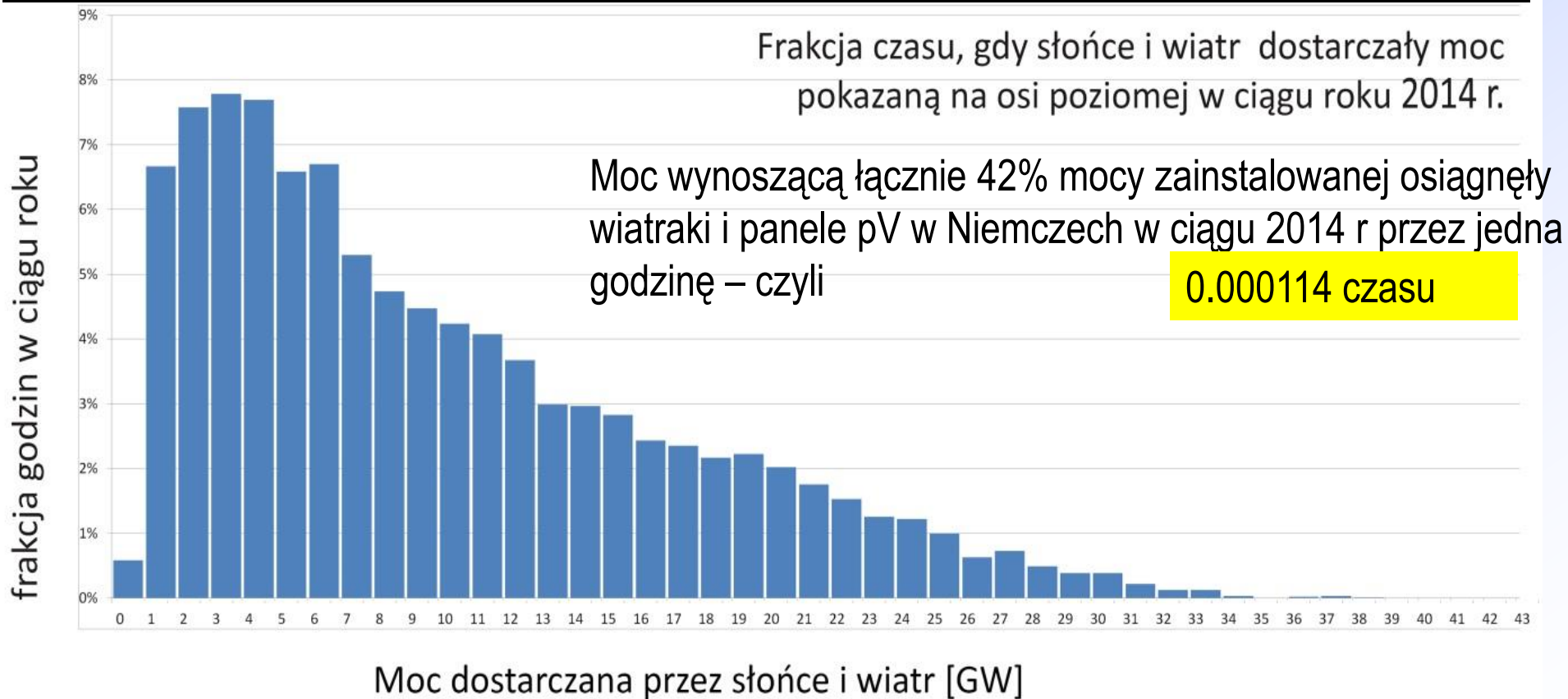
Subwencje na OZE – 26 mld euro i rosną



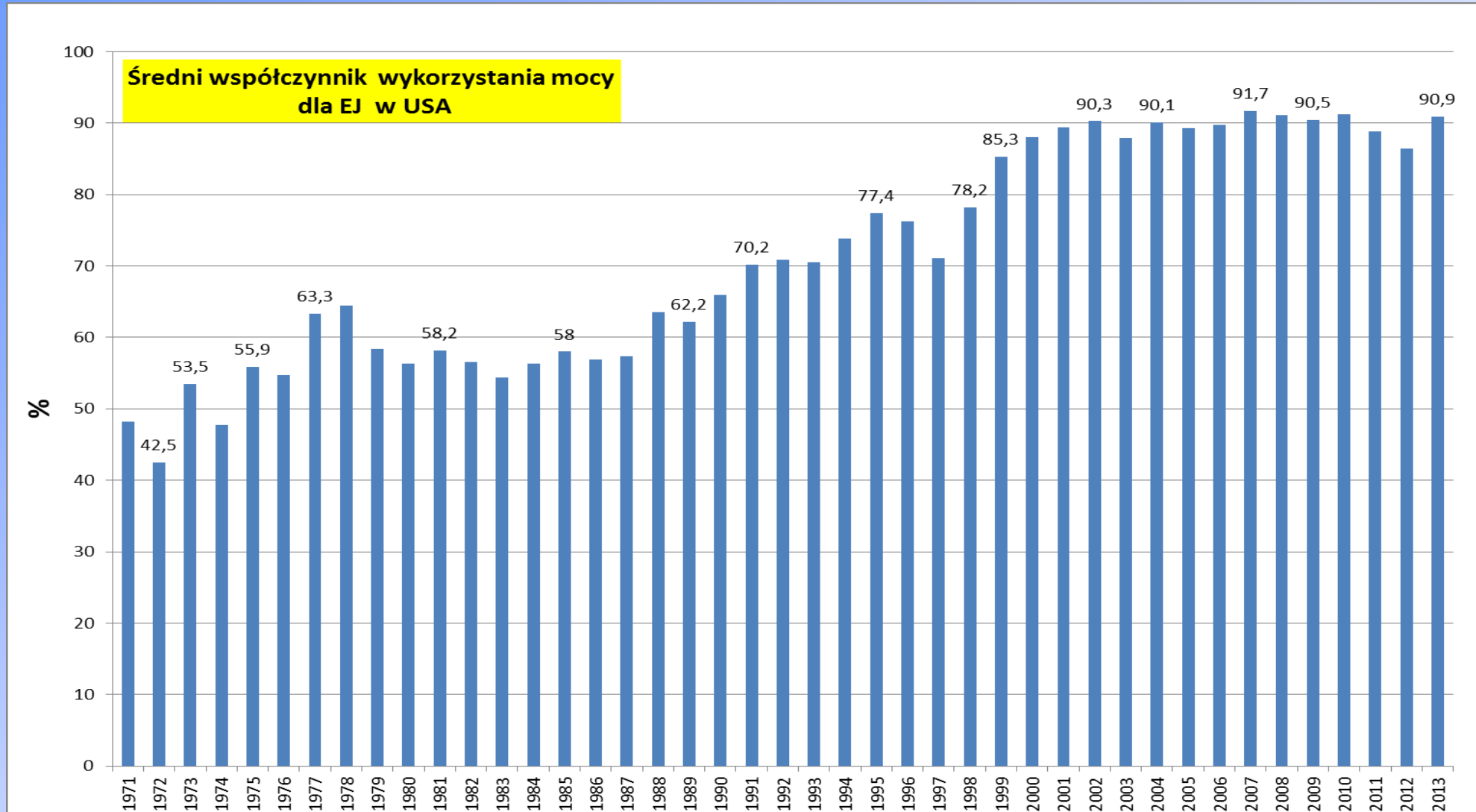
Wydatki bezpośrednio w skali gospodarstwa

W Niemczech wg Instytutu Fraunhofera:

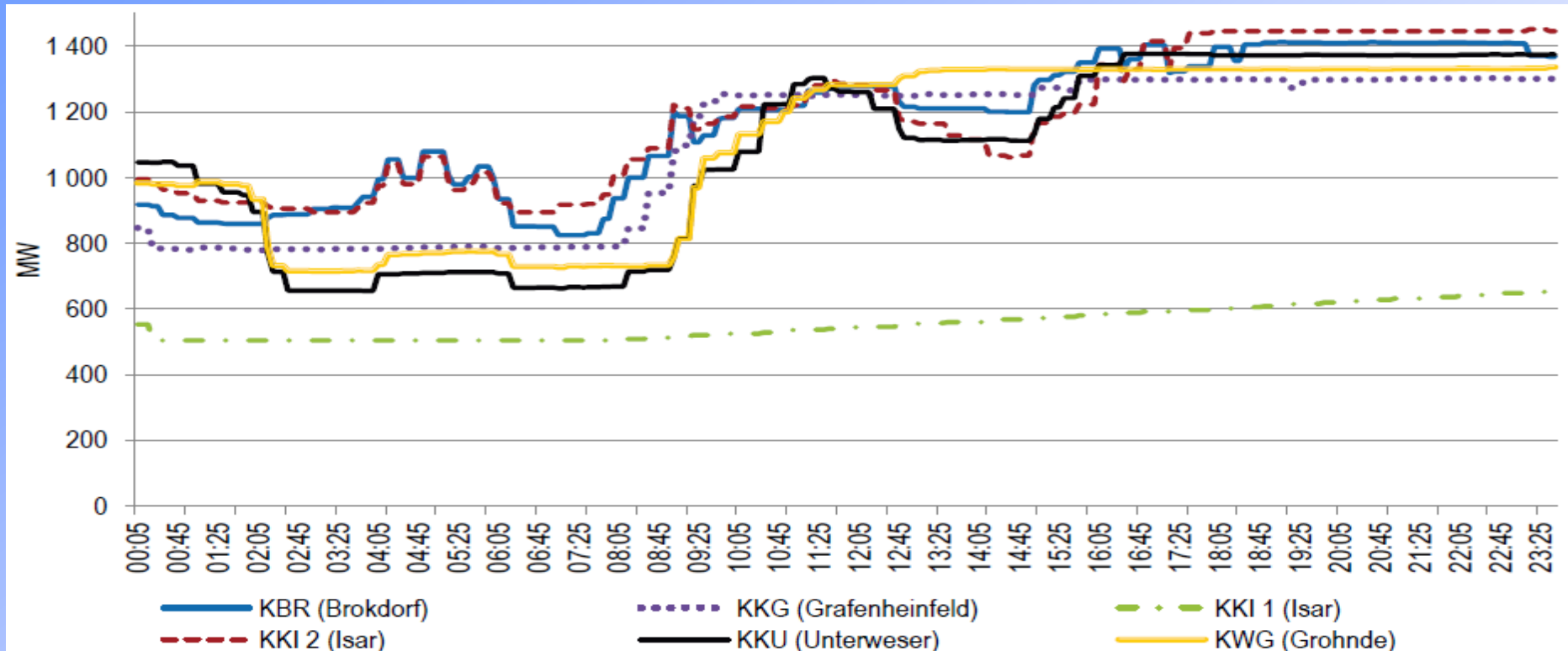
Źródło	Moc , GWe	Energia TWh	Wykorzystanie mocy zainstalowanej	Równoważna liczba godzin pracy na pełnej mocy
wiatr	50	78	17,8%	1560
pV	40,85	37,5	10,5%	918



A jaki jest średni współczynnik obciążenia dla wszystkich bloków jądrowych w USA?



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

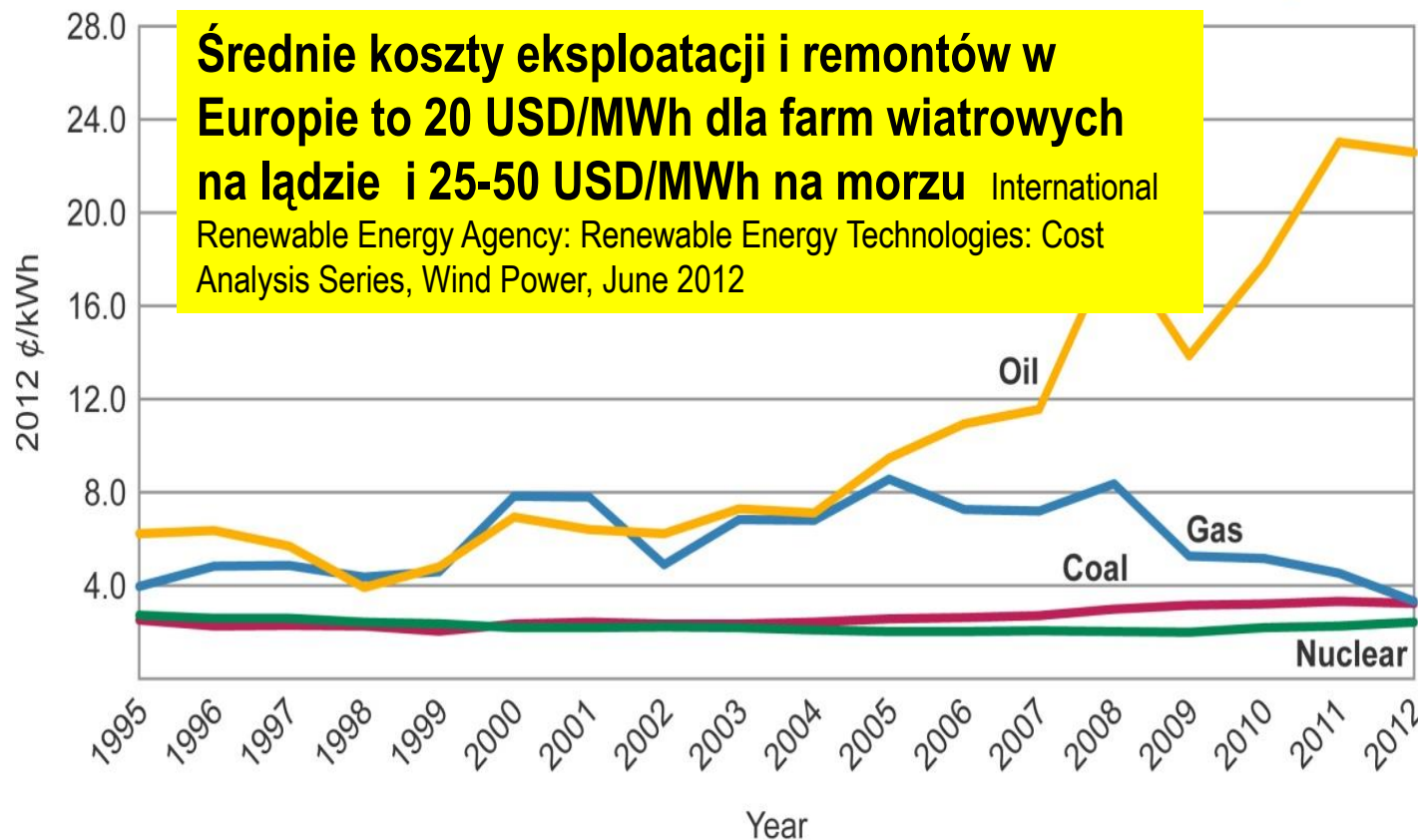


Zmiany mocy w funkcji obciążenia w niemieckich EJ w ciągu 24 h.

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

Koszty eksploatacji łącznie z kosztami paliwa w EJ w USA

U.S. Electricity Production Costs, 1995-2012



Koszty całkowite produkcji elektryczności z EJ łącznie z kosztami paliwa, (bez liczenia kosztów inwestycyjnych) od lat utrzymują się na poziomie około 22 c/kWh = 22 USD/MWh, niżej, niż koszty dla węgla i gazu.

Production costs = operation & maintenance + fuel. (excludes indirect costs and capital)

Source: Ventyx Velocity Suite / NEI, May 2013

Czarne chmury zbierają się nad OZE – nawet w Niemczech



Komitet Federalny do spraw Finansów, Gospodarki i Energii CDU proponuje przerwanie subsydiów dla OZE.

Przerwanie subsydiowania nowych instalacji słonecznych, Hiszpania 2014, Czechy 2014 Słowacja 2014, Włochy 2015.

SPIEGEL ONLINE DER SPIEGEL SPIEGEL TV

☰ WIRTSCHAFT

[Schlagzeilen](#) | [Wetter](#) | [DAX 10.598,84](#) | [TV-Programm](#) | [Abmelden](#)

[Nachrichten](#) > [Wirtschaft](#) > [Staat & Soziales](#) > [Energiewende](#) > [Energiewende: Union diskutiert Ende der Ökostromförderung bis 2021](#)

Energiewende

CDU erwägt Stopp der Ökostromförderung

Die Union sammelt erste Vorschläge für ein Wahlprogramm. Einer ist nach SPIEGEL-Informationen radikal: Es wird diskutiert, die Förderung erneuerbarer Energien schon bald komplett abzuschaffen.

Komisarz UE do spraw energii Miguel Arias Canete „energetyka odnawialna nie powinna mieć priorytetu w dostępie do sieci energetycznej w UE”

Plan prezentacji

- Skazażenia środowiska w Polsce
- Skutki zdrowotne wytwarzania energii elektrycznej z różnych źródeł wg ExternE
- Ryzyko awarii w elektrowniach jądrowych
- Potrzeby energii elektrycznej w Polsce – Na ile starczy nam węgla
- Odporność EJ III generacji na awarie
- Czy wiatr i słońce mogą zapewnić ciągłe dostawy elektryczności?
- Ile kosztuje wprowadzanie OZE (na przykładzie Niemiec)
- **Suma kosztów produkcji energii ponoszona przez społeczeństwo**

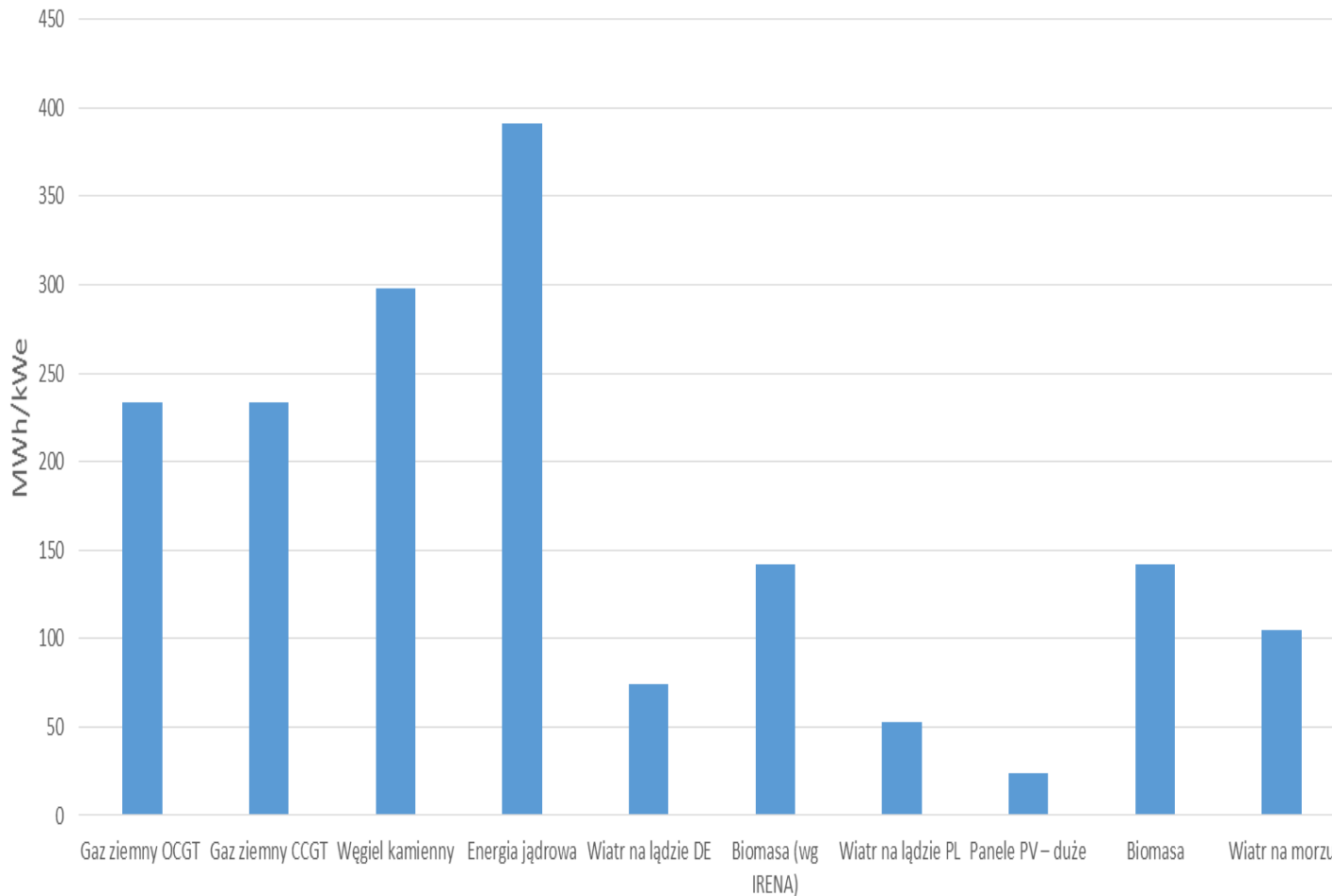
Raport NCBJ; trzy rodzaje kosztów produkcji, systemowe i zewnętrzne

- Wiatr na lądzie: Oszacowanie niemieckie oparte na współczynniku wykorzystania mocy zainstalowanej 34%. Średni współczynnik dla Niemiec to 19%, przyjęcie 34% oznacza wartości maksymalnie korzystne. Dla Polski przyjęto 24%.
- Dla energii słonecznej w Polsce przyjęto współczynnik wykorzystania mocy zainstalowanej średnio w ciągu roku 12%
- Dla elektrowni węglowych, gazowych i EJ przyjęto 85%. Budowa EJ 7 lat, WACC 7%.
- Czas użytecznej pracy dla instalacji OZE 25 lat, gaz 30 lat, węgiel 40 lat, EJ 60 lat, hydroelektrownie 80 lat
- Nakłady inwestycyjne bezp. dla **EJ 6714 USD/kW**, WK 2054 USD/kW, wiatr na lądzie 1905 USD/kW(p), pV 1241 USD/kW(p) wiatr na morzu 6137 USD/kW(p) (p) – *moc szczytowa*

Energia wyprodukowana w ciągu życia z 1 kW mocy zainstalowanej, **MWh/kW**

Energia wyprodukowana w ciągu życia źródła

Stopa dyskonta: 7 %



Czas życia wg uzgodnień OECD::

Gaz 30 lat

Węgiel 40 lat

EJ 60 lat

Wiatr 25 lat

Biomasa 25 lat

Energia w ciągu życia

EJ 390 MWh/kW

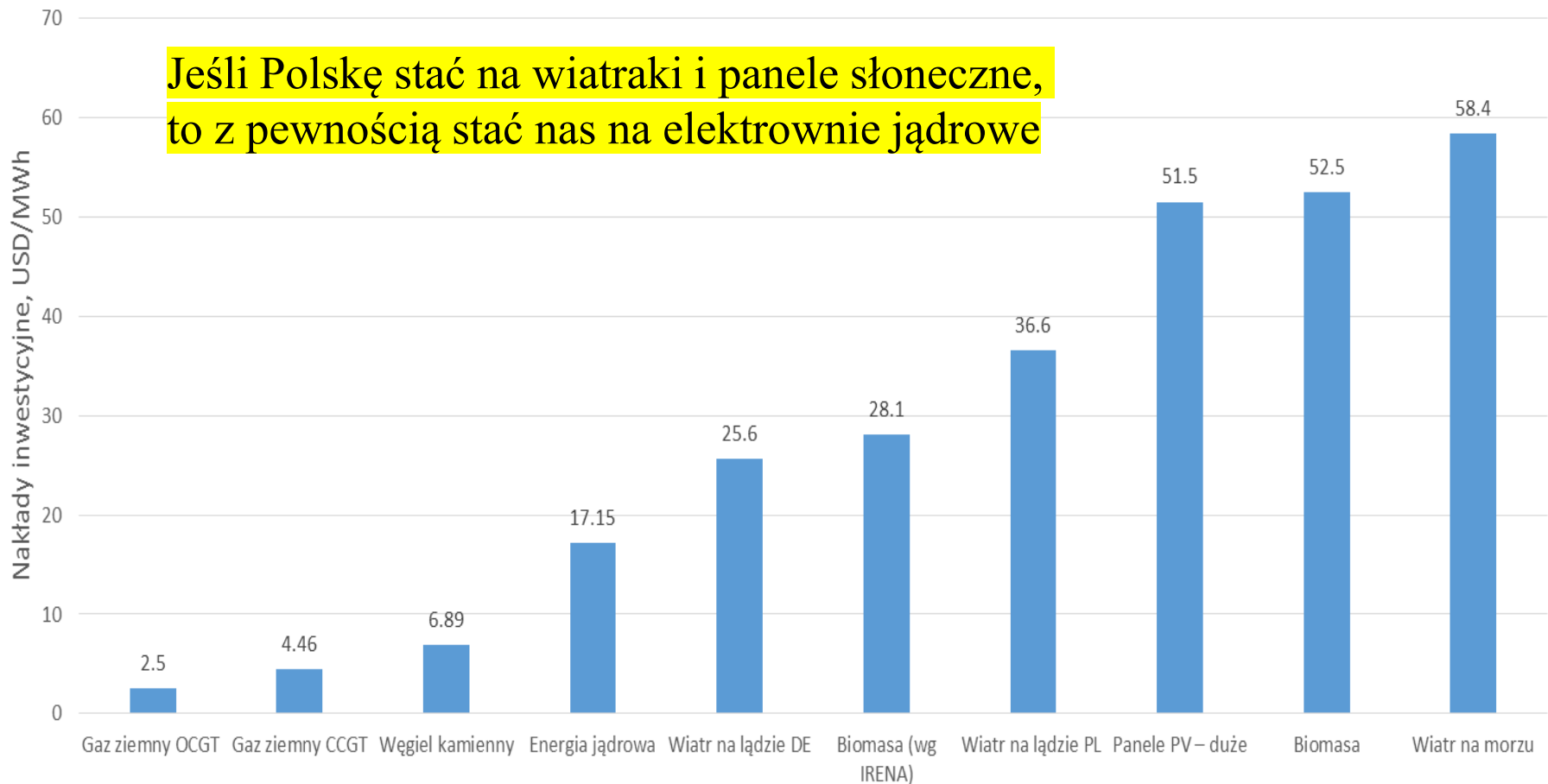
Wiatr na lądzie 70 MWh/kW

PV 25 MWh/kW

Nakłady inwestycyjne na MWh en. elektr. wytworzonej w okresie życia danego źródła

Nakłady inwestycyjne na MWh energii elektrycznej wytworzonej w czasie życia źródła.

Stopa dyskonta: 7



Przewidywane nakłady inwestycyjne na EJ w Polsce

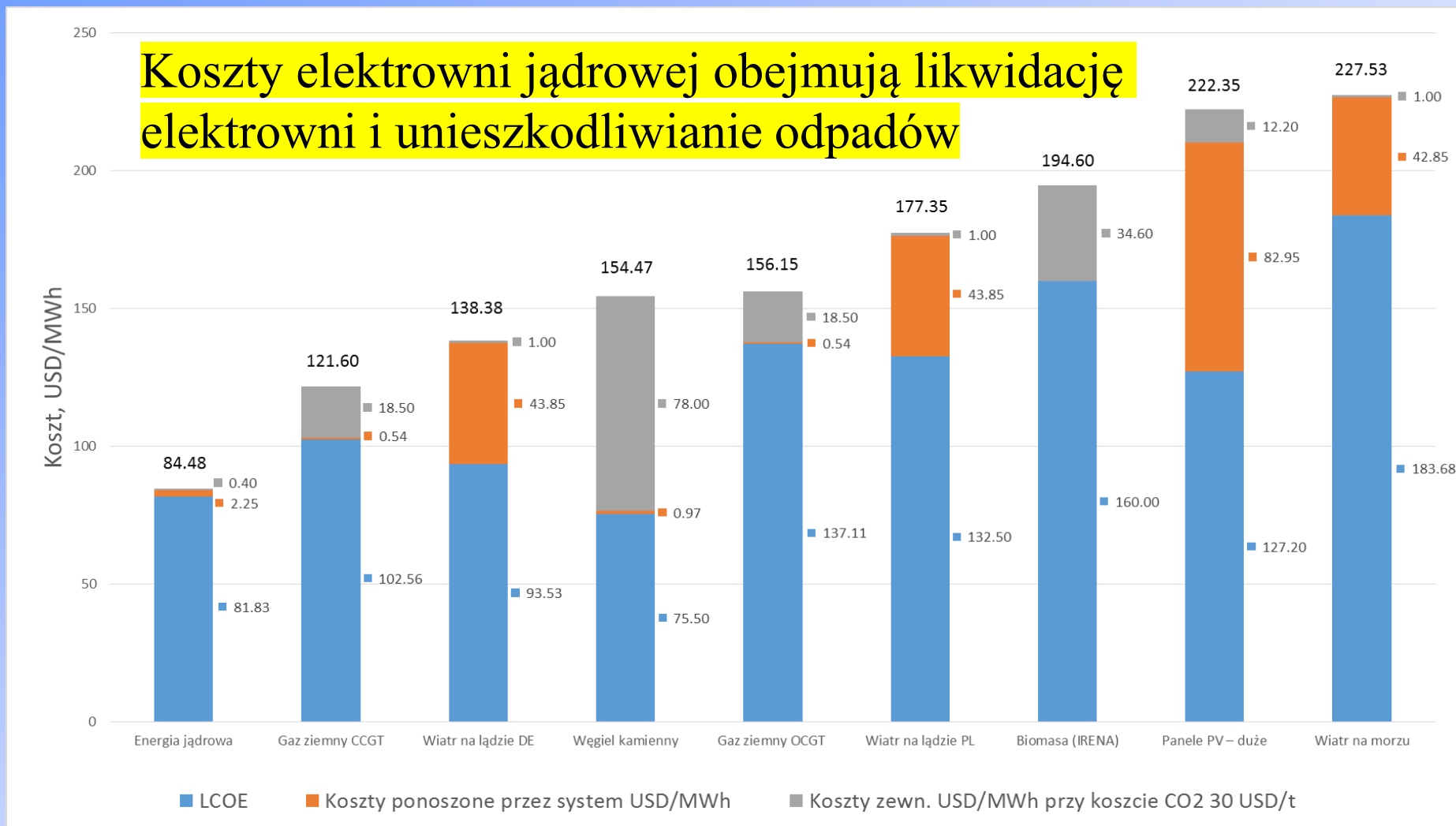
Wg studium dla KE prof. W. D'haeseleera z Belgii, oczekiwane nakłady inwestycyjne dla EJ to **3400** €'2012/kW z rozrzutem od 3060 do 3910 €'2012/kW to jest -10% + 15%. (2013)_

W przypadku programu polskiego (bloki łącznie 6000 MWe) nakłady dla 1. bloku mogą być nieco wyższe W przypadku budowy tylko 2 bliźniaczych bloków **3910** €'2012/kW z odpowiednim rozrzutem.

Wg ARE nakłady inwestycyjne bezpośrednie (OVN) w Polsce na r. 2025 to **4 mln €'2012/MW**, a na r. 2035 **3,85 mln €'2012/MW**. Średnioważony koszt kapitału WACC = 8%

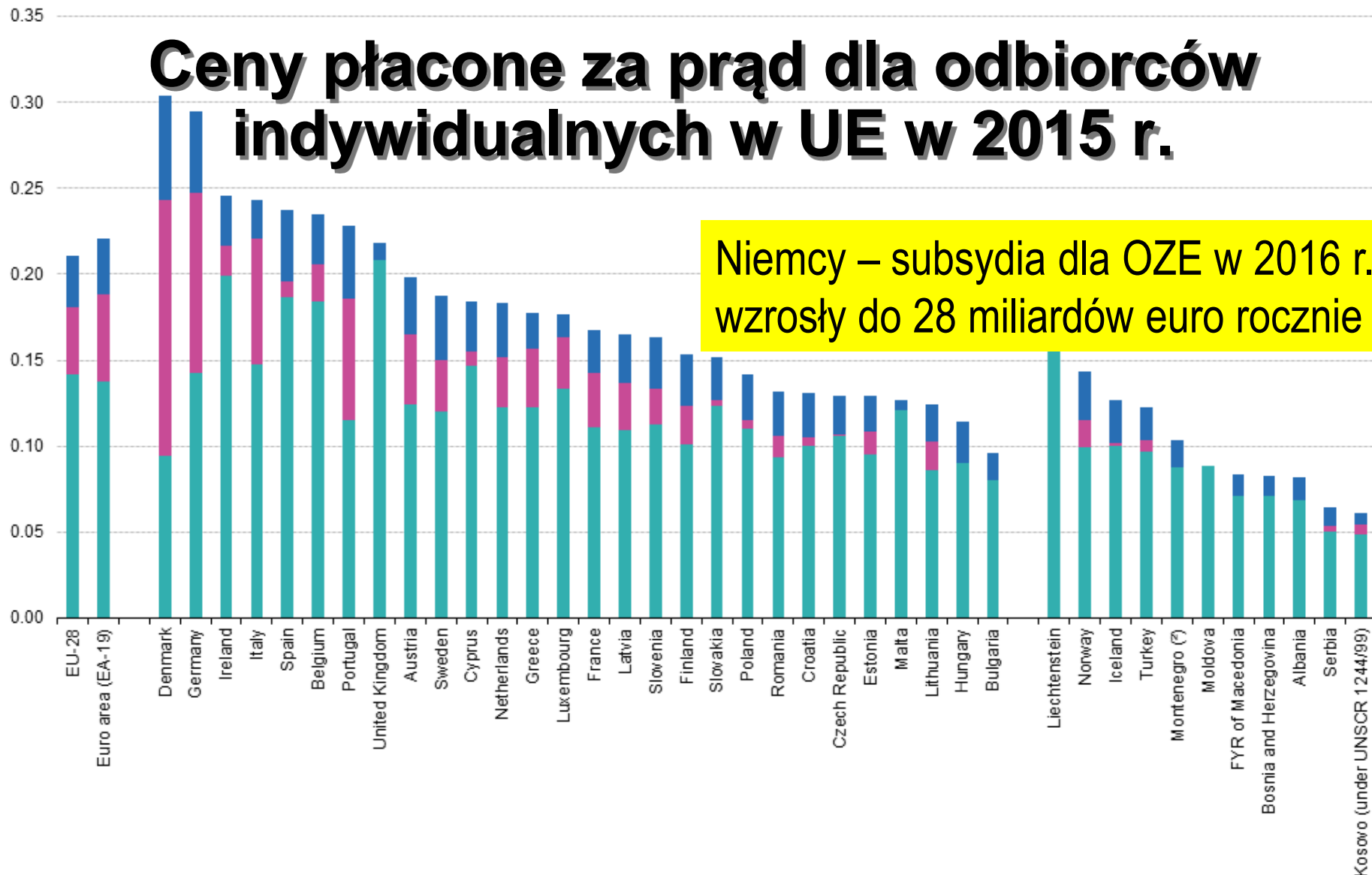
Wg. PGE nakłady inwestycyjne (z IDC) na 3000 MWe to 40-60 mld PLN, a więc w granicach od 3,2 do 4,8 mln euro/MWe

Suma kosztów ponoszonych przez społeczeństwo przy wytwarzaniu energii elektrycznej z różnych źródeł



Ceny płacone za prąd dla odbiorców indywidualnych w UE w 2015 r.

Niemcy – subsydia dla OZE w 2016 r. wzrosły do 28 miliardów euro rocznie



Cena dla gospodarstw indywidualnych we Francji 0,17 €/kWh, 2 x mniejsza niż w Niemczech 0,29 €/kWh

(*) Annual consumption: 2 500 kWh < consumption < 5 000 kWh.

(*) Taxes and levies other than VAT are slightly negative and therefore the overall price is marginally lower than that shown by the bar.

Czym uzupełnić moce elektrowni węglowych po 2030 roku? Wybór dla Polski

Albo energia jądrowa – duże nakłady inwestycyjne, tania energia przez 60 lat, spłata nakładów z tych NISKICH opłat.

Albo energia wiatru i słońca – wg praktyki w Niemczech

- nakłady inwestycyjne na jednostkę mocy średniej wyższe niż dla EJ, pokrywane z przymusowych wpłat obywateli
- subwencje w Niemczech łącznie 26 miliardów euro /rok na 80 milionów obywateli, to 1300 euro/rok na 4-osobową rodzinę, rok po roku.

Czy Polacy zgodzą się by każda 4-osobowa rodzina dopłacała rocznie 6000 zł do rachunku za prąd w zamian za przywilej produkcji prądu z wiatru i paneli pV?

EJ to nowy wyższy poziom wymagań technicznych, zapewnienia jakości, czystości



Wymagania techniczne dla urządzeń wg ASME lub RCCM,

Wymagania zapewnienia jakości wg ISO 9000,

Raporty bezpieczeństwa i dokumentacja sprawdzane przez wiele lat przez niezależnych ekspertów i powszechnie dostępne

Otwartość i przejrzystość.

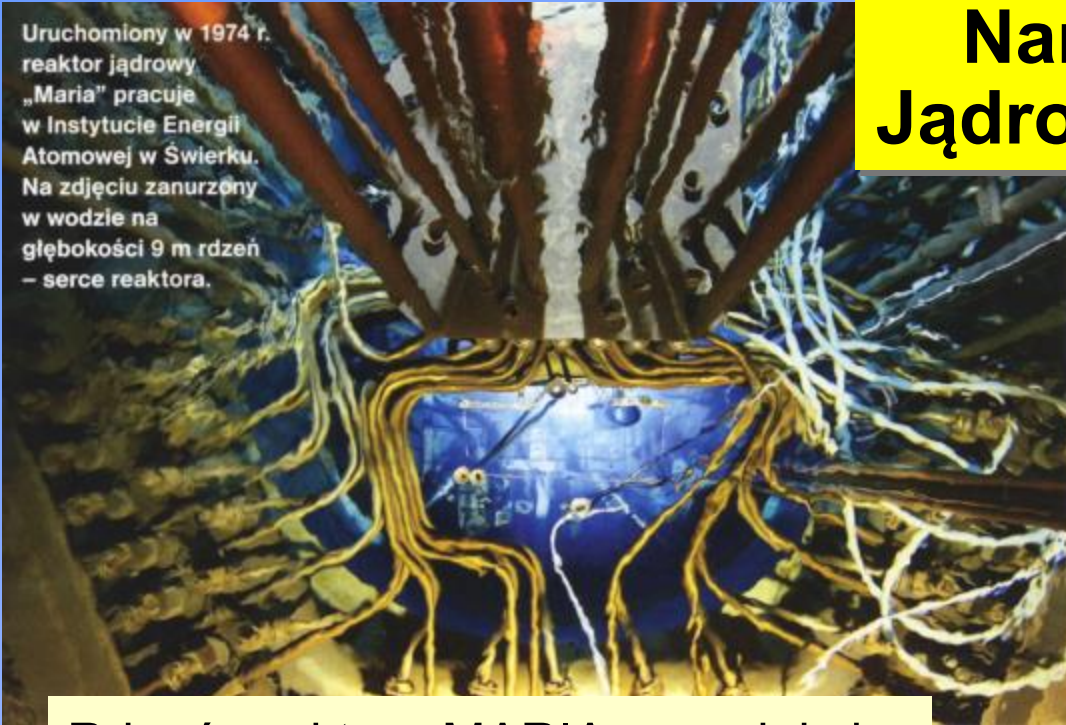
Doświadczenie polskiego przemysłu – Polacy na budowie EJ Olkiluoto 3 – montaż kopuły obudowy bezpieczeństwa wykonanej przez Energomontaż Północ.

Udział polskiego przemysłu w budowie nowej EJ

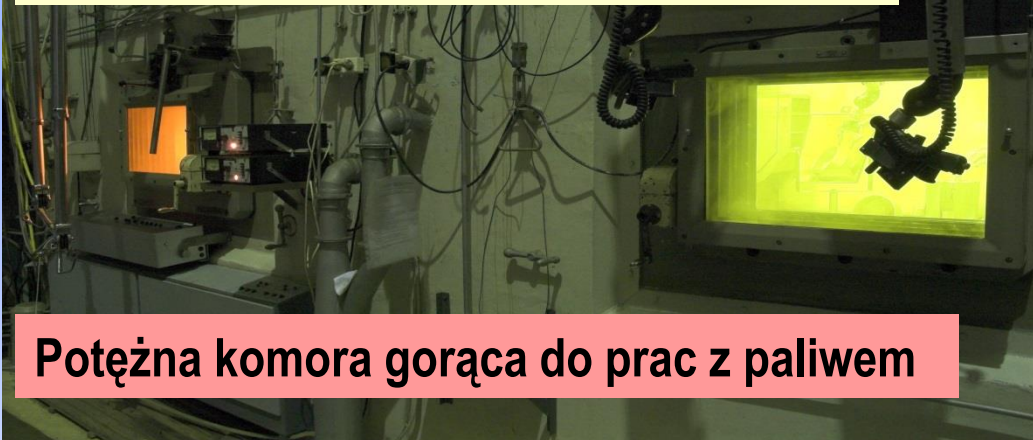
- Prace budowlane, w tym wykopy, betony, budynki – Polski inżynier Z. Wiegner był szefem placu budowy w Olkiluoto.
- Prace elektryczne – układy elektryczne i elektroniczne w OL3.
- Prace spawalnicze – polscy spawacze byli zasadniczą częścią zespołu budującego OL3
- Wykonawstwo i montaż: konstrukcje stalowe lub ich elementy, zbiorniki ciśnieniowe i magazynowe, wymienniki ciepła o niedużej i średniej masie (ich sumaryczna ilość może dochodzić nawet do 100), niektóre rodzaje pomp i zaworów, ogólna ilość może sięgać nawet 12 tys.
- Elementy układów filtrowentylacyjnych i ich montaż,
- Prefabrykacja i montaż większości rurociągów (od 150 do 200 km, w tym ponad połowa ze stali nierdzewnych).

Narodowe Centrum Badań Jądrowych - 56 lat z reaktorami

Uruchomiony w 1974 r. reaktor jądrowy „Maria” pracuje w Instytucie Energii Atomowej w Świerku. Na zdjęciu zanurzony w wodzie na głębokości 9 m rdzeń – serce reaktora.



Rdzeń reaktora MARIA – produkcja izotopów dla 250 000 pacjentów/rok



Potężna komora gorąca do prac z paliwem

7 reaktorów i zestawów krytycznych zbudowanych i eksploatowanych bezpiecznie od 1958 do 2014 r., w tym reaktor MARIA, zaprojektowany i wykonany całkowicie polskimi siłami.

NCBJ może wykonywać analizy fizyczne, cieplne, przepływowe, materiałowe, osłonowe, dozymetryczne – jako Organizacja Wsparcia Technicznego dla PAA

Ludność nie boi się reaktorów

Zatrudnienie w dwóch polskich elektrowniach jądrowych

Sektor	Zatrudnienie
Ekipa budowlana (dla wszystkich obiektów)	5500
Zakłady produkcyjne (wszystkie)	>5500
Biura projektowo-inżynierskie	>500
Załoga stała elektrowni + siedziba operatora	>2000
Ekipa serwisowo-remontowa	>500
Administracja publiczna	200
Składowisko odpadów LLW/ILW	300
Sektor B+R	>1500
Pozostałe sektory	>500
RAZEM przemysł jądrowy	co najmniej 16 500
Dodatkowe miejsca pracy wyindukowane w gospodarce narodowej	powyżej 35 000
Wszystkie miejsca pracy	powyżej 50 000

Dziękuję za uwagę



Tłumy na plaży koło EJ Vandellos w Hiszpanii