

Konferencja NOT-SEP
Kierunki rozwoju energetyki w Polsce
Warszawa, 14.11.2019

**Plany rozwoju energetyki jądrowej
w Polsce**

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

Treść prezentacji

- **Czemu potrzeba nowych elektrowni w Polsce.**
- Na ile lat wystarczy Polsce węgla?
- Czy OZE wystarczą do redukcji emisji CO₂ ?
- Przerwy i nierównomierności w generacji energii z wiatru
- Ograniczone możliwości magazynowania energii
- Subsydia dla OZE w Niemczech
- Wpływ energetyki jądrowej na zdrowie i środowisko
- Stan przygotowań do budowy pierwszej EJ w Polsce

Zużycie energii elektrycznej a wskaźnik rozwoju ludzkiego i długość życia










Podwojenie zużycia energii elektrycznej na mieszkańca odpowiada wydłużeniu okresu oczekiwanej długości życia średnio o około 3 – 4 lata.



Rys. Przeciętne oczekiwane trwanie życia kobiet i roczne zużycie energii elektrycznej na mieszkańca w różnych krajach. (Dane wzięto z [Statistical Yearbook 1995, United Nations, New York 1997])

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

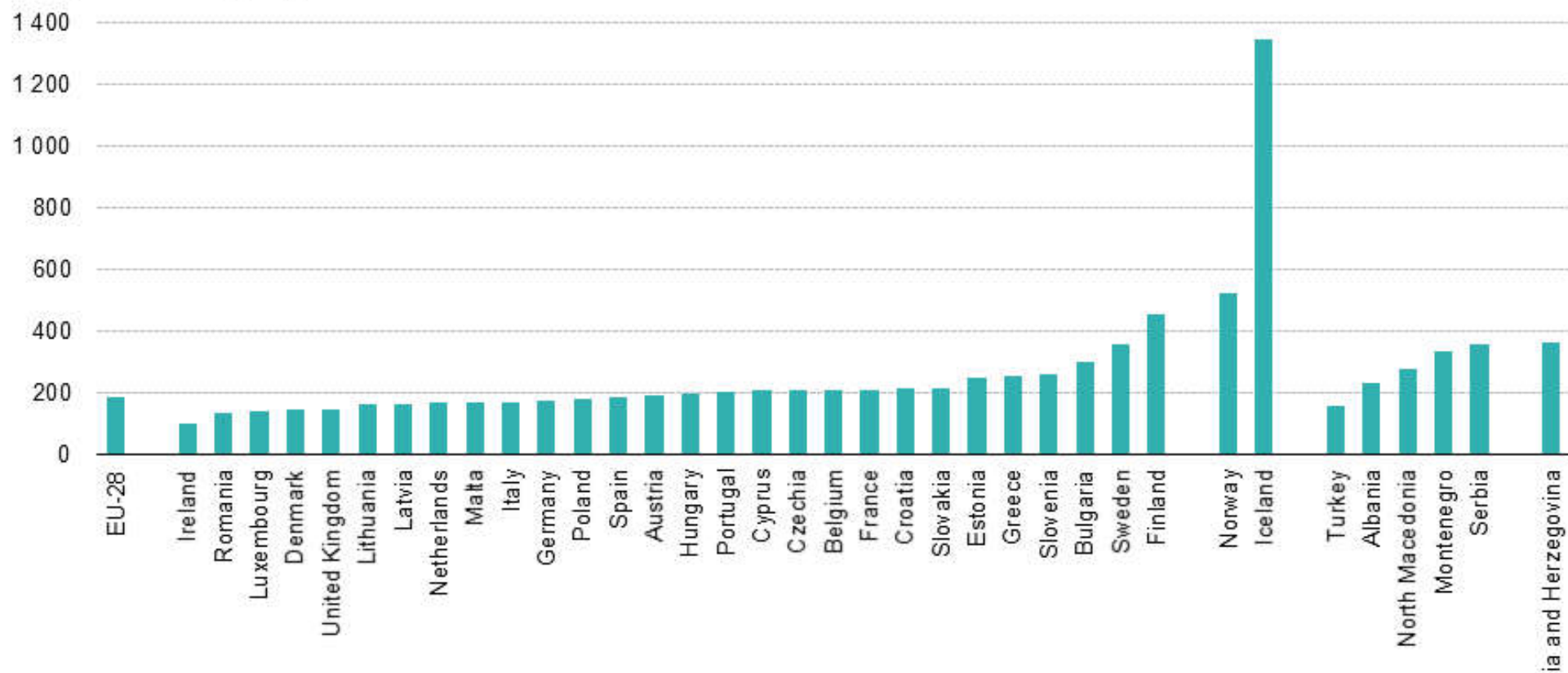
Kraj	Ludność	Generacja en. elektrycznej Całkowita, TWh	Gen e.e. na mieszkańca kWh/rok.	Cena energii elektr. dla mieszkańców eur/kWh
 France^{[7][Note 1]}	66,484,000	539.4	8113	0.169
 Czech Republic	10,535,000	79.9	7584	0.142
 Germany	81,459,000	592	7267	0.297
 Austria	8,608,000	62.3	7244	0.203
 Denmark	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

By mieć poziom życiowy podobny jak w krajach UE, musimy zapewnić nam podobną dostępność energii elektrycznej

Czy zużywamy za dużo energii elektrycznej?

Final consumption of electricity per GDP (PPS), 2017

(kWh per 1000 EUR (PPS))

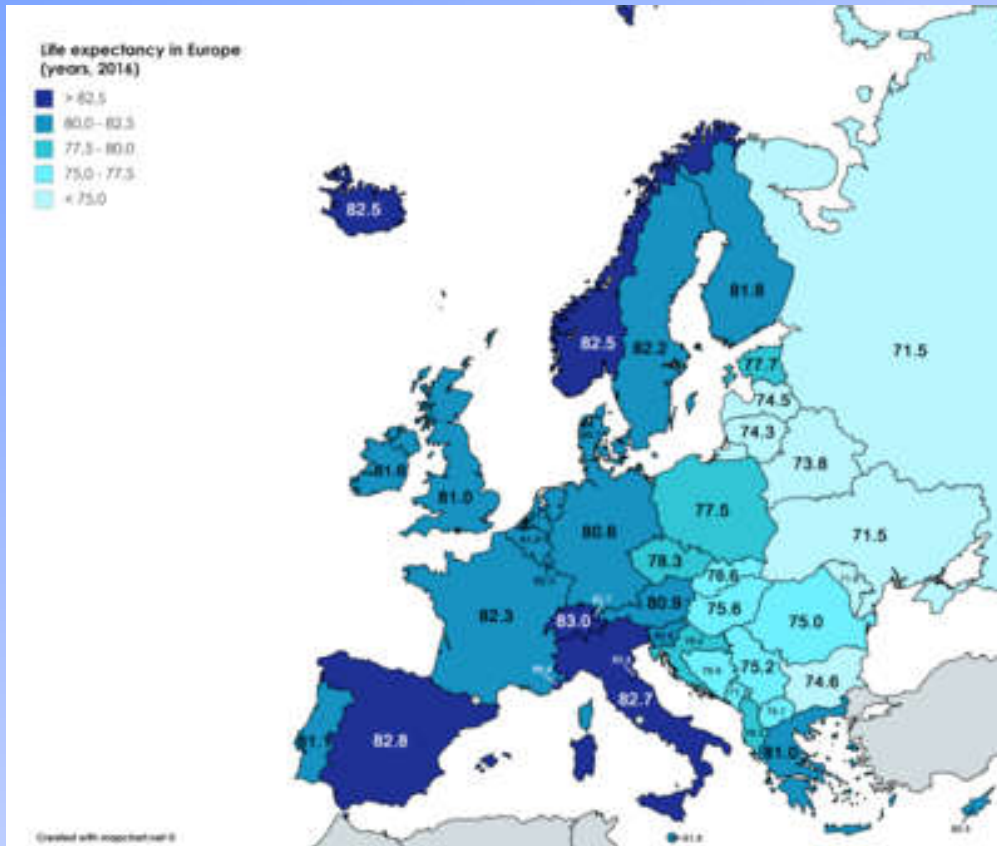


Polska gospodarka charakteryzuje się zużyciem energii elektrycznej podobnym jak Niemcy, a więc jeśli chcemy zwiększyć GDP to musimy też zwiększyć zużycie energii elektrycznej

Source: Eurostat (online data codes: nrg_cb_e, nama_10_gdp)

Długość życia w Europie a zużycie energii elektrycznej

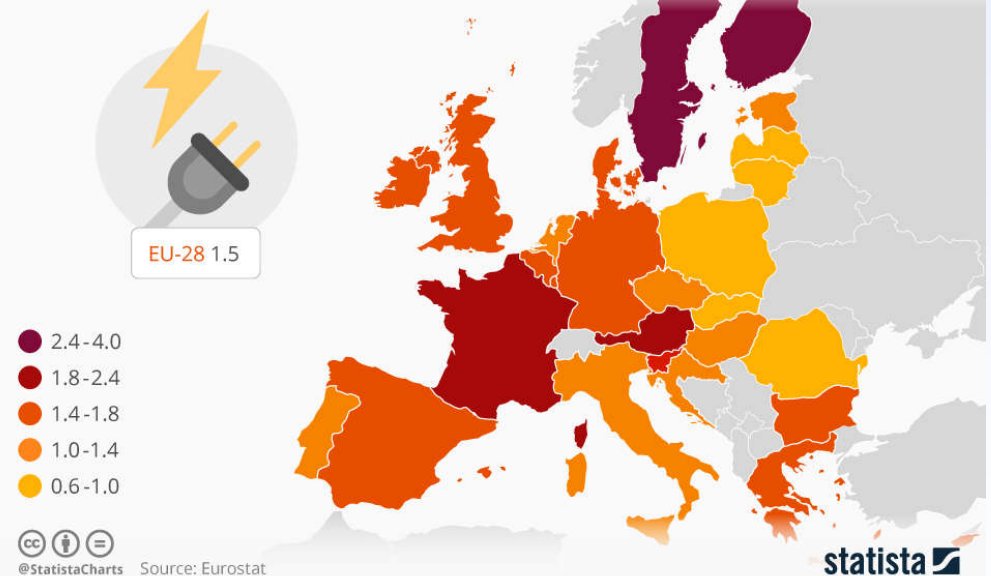
Długość życia w Europie



Zużycie energii elektrycznej na mieszkańca w UE – Polska przedostatnia!

Which European households use the most electricity?

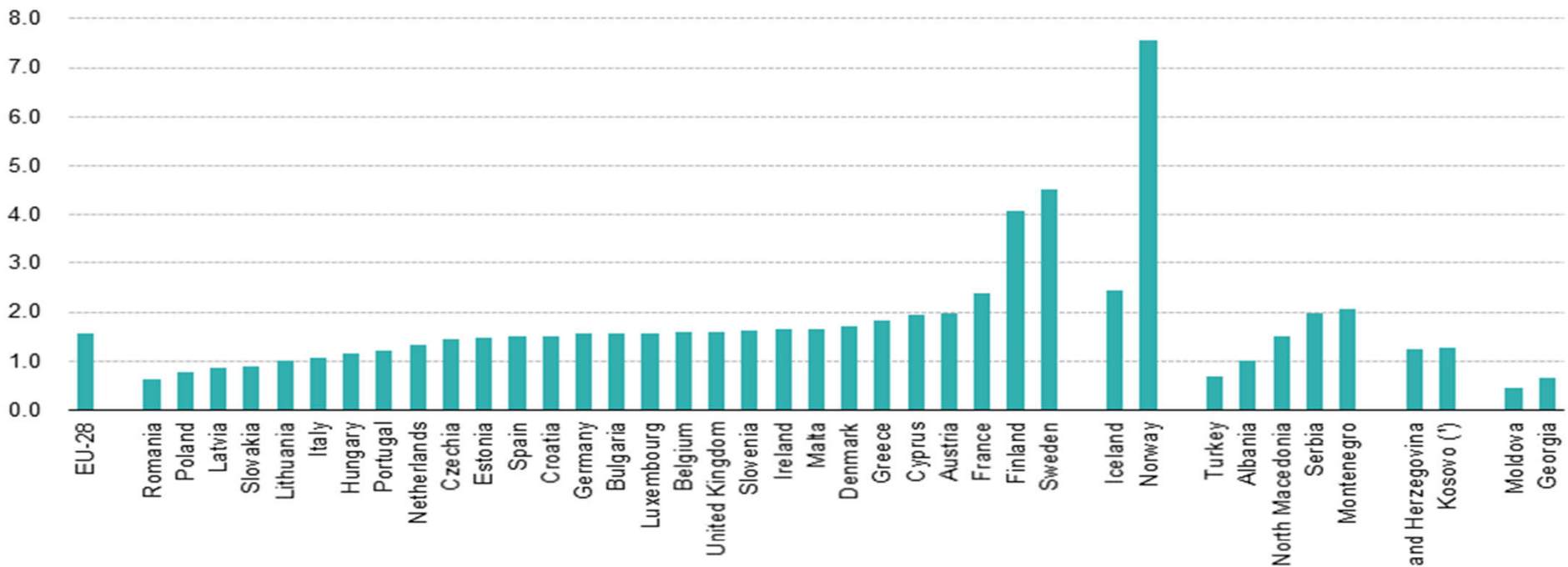
Electricity consumption of EU households in 2014 (MWh per capita)



Zużycie energii elektrycznej w gospodarstwach domowych w Europie

Households consumption of electricity per capita, 2017

(MWh per capita)



Polska na przedostatnim miejscu w UE, za nami tylko Rumunia!

(*) This designation is without prejudice to positions on status, and is in line with UNSCR 1244/1999 and the ICJ Opinion on the Kosovo declaration of independence.

Source: Eurostat (online data codes: nrg_cb_e, demo_pjan)

Jak redukować emisje zanieczyszczeń: wzrost efektywności energetycznej to droga najtańsza, ale elektryczność nadal potrzebna

Wg raportu McKinsey'a najbardziej opłacalne drogi redukcji emisji CO₂:

- Wprowadzenie termoizolacji istniejących budynków,
- Wzrost efektywności samochodów z silnikami Diesla i spalinowymi,
- termoizolacja nowych budynków,
- recykling odpadów,

A dalej w zakresie generacji energii na 1. miejscu jest wprowadzenie energii jądrowej, droższe od termoizolowania domów, ale dające energię elektryczną!

A termoizolacja pozwala zaoszczędzić energię cieplną i redukować CO₂ – ale elektryczności nie daje.

Potrzebujemy więc elektrowni, produkujących elektryczność czysto!

Treść prezentacji

- Czemu potrzeba nowych elektrowni w Polsce.
- **Na ile lat wystarczy Polsce węgla?**
- Czy OZE wystarczą do redukcji emisji CO₂ ?
- Przerwy i nierównomierności w generacji energii z wiatru
- Ograniczone możliwości magazynowania energii
- Subsydia dla OZE w Niemczech
- Wpływ energetyki jądrowej na zdrowie i środowisko
- Stan przygotowań do budowy pierwszej EJ w Polsce

Na ile lat starczy w Polsce WK? Węgiel polski 2 x droższy od importowanego

Wg PIG, WK w Polsce wystarczy na maks. 40 - 50 lat. Zasoby przemysłowe kopalń WK, ustalone w projektach zagospodarowania złoża (pzz) wynoszą 3763,62 mln t. Wydobyte WK w 2016 r. wyniosło 66,484 mln ton. Przyjmując jako bazę zasoby kopalń i wielkość wydobycia WK w 2016 r., można ocenić, że zasobów tych wystarczy na 57 lat.

Ale zasoby operatywne – zasoby przemysłowe pomniejszone o przewidywane straty – stanowią 60% zasobów przemysłowych. Ponadto co najmniej 20–30% zasobów operatywnych występuje w filarach ochronnych lub w warstwach o grubości poniżej 1,5 m, w uskawkach naturalnych i w okolicy zagrożeń. Dlatego rzeczywista żywotność kopalni WK będzie krótsza od wynikającej z uproszczonych obliczeń.

W Polsce średnia głębokość kopalni wynosi niespełna 700 m, a maksymalna ponad 1200 m. Średnia głębokość kopalń w Chinach wynosi 460 m, a w Indiach tylko 150 m. **Im głębiej, tym drożej.**

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!

Jak zasilać system elektroenergetyczny by wyrównać utratę elektrowni węglowych?

Zużycie energii elektrycznej w Polsce jest dwukrotnie niższe niż w Niemczech czy Francji.

Musimy więc nie tylko uzupełnić moce stracone wskutek redukcji wydobycia węgla, ale i powiększyć produkcję energii elektrycznej na mieszkańca.

Źródła nisko-emisyjne to

- Energetyka jądrowa (EJ)
- Odnawialne Źródła Energii (OZE)

Które zapewnią **stabilną produkcję** energii elektrycznej?

Które spowodują **obniżenie emisji CO₂** z naszej energetyki?

Które dadzą energią elektryczną **tanio, bez subsydiów?**

Treść prezentacji

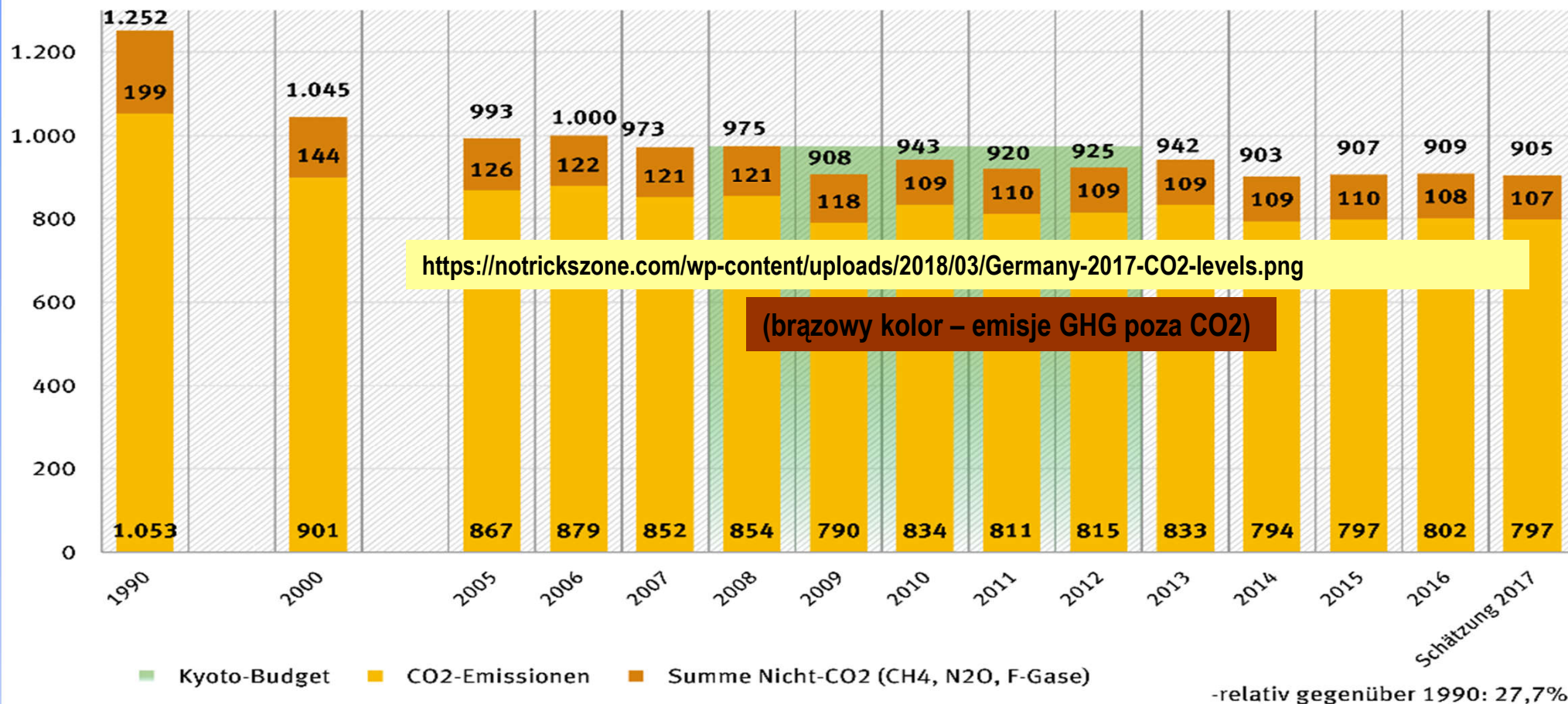
- Czemu potrzeba nowych elektrowni w Polsce.
- Na ile lat wystarczy Polsce węgla?
- **Czy OZE wystarczą do redukcji emisji CO₂ ?**
- Przerwy i nierównomierności w generacji energii z wiatru
- Ograniczone możliwości magazynowania energii
- Subsydia dla OZE w Niemczech
- Wpływ energetyki jądrowej na zdrowie i środowisko
- Stan przygotowań do budowy pierwszej EJ w Polsce

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 **2009 r. średnie emisje roczne w latach 2010-2015 były o 2% wyższe.**
- Mimo wydania setek miliardów euro na OZE, **od 2009 do 2017 r. emisje CO2 w Niemczech nie zmalały.**
- **Dopiero w 2018 r. spadły do 865 mln ton (o 4.4 %) dzięki ciepłej pogodzie (średnia temp. roczna w 2018 10,5°C a w 2017 9.6 °C), wzrostowi cen ropy, (mniejsze zużycie w transporcie) i podwyżce cen certyfikatów CO2 (spadek spalania węgla w EW)**

Emisje gazów cieplarnianych w Niemczech nie zmalały w latach 2009-2017

Treibhausgasemissionen in Deutschland 1990 bis 2017 in Mio.t CO₂-equivalent*



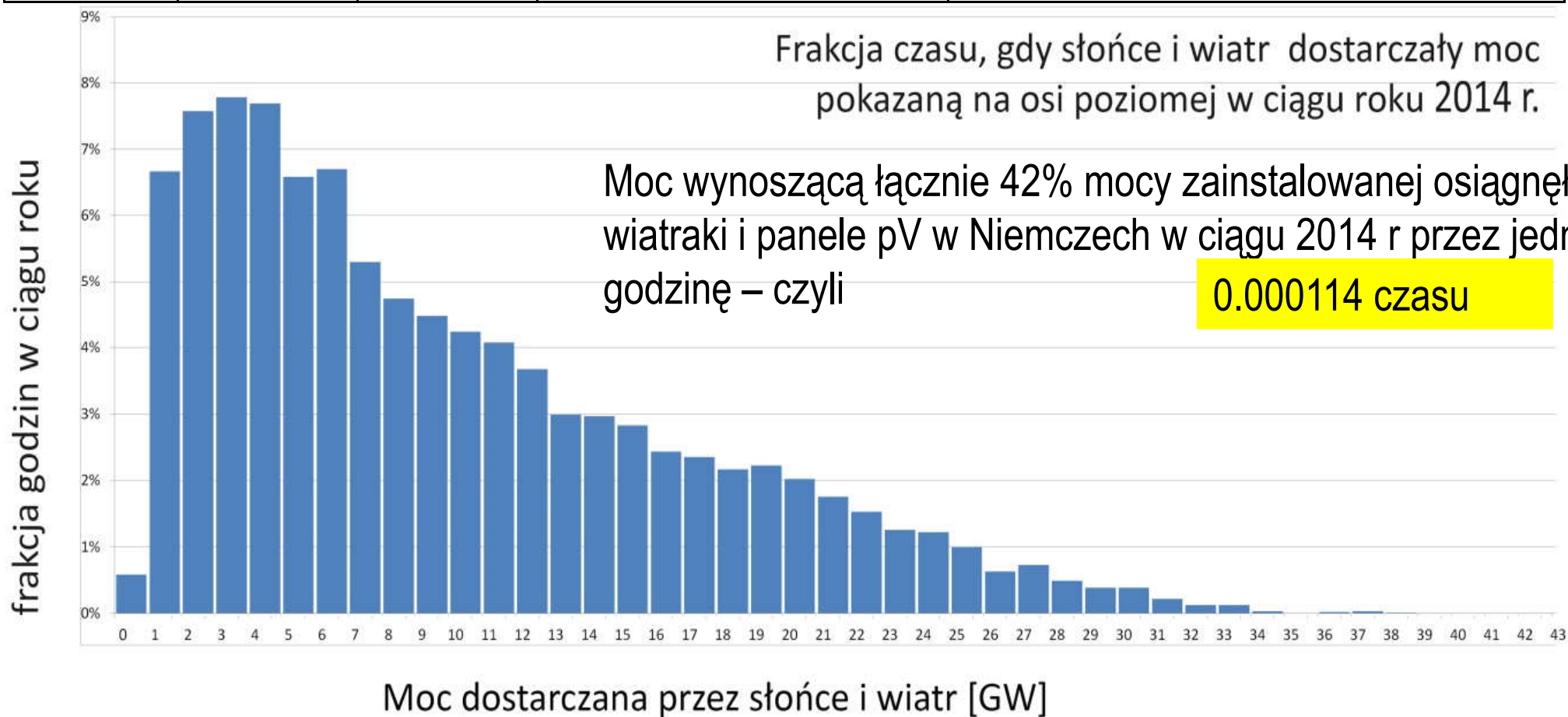
Doświadczenie z pracy dużych systemów energetycznych (np. BENTEK studium dla Colorado) potwierdza, że wskutek niestabilności wiatru konieczne jest spalanie węgla lub gazu w elektrowniach rezerwowych, a wynikające stąd zwiększone emisje CO₂ z EW są bliskie wielkości oczekiwanych redukcji emisji, które miały dać OZE.

Treść prezentacji

- Czemu potrzeba nowych elektrowni w Polsce.
- Na ile lat wystarczy Polsce węgla?
- Czy OZE wystarczą do redukcji emisji CO2 ?
- **Przerwy i nierównomierności w generacji energii z wiatru**
- Ograniczone możliwości magazynowania energii
- Subsydia dla OZE w Niemczech
- Wpływ energetyki jądrowej na zdrowie i środowisko
- Stan przygotowań do budowy pierwszej EJ w Polsce

W Niemczech wg Instytutu Fraunhofera:

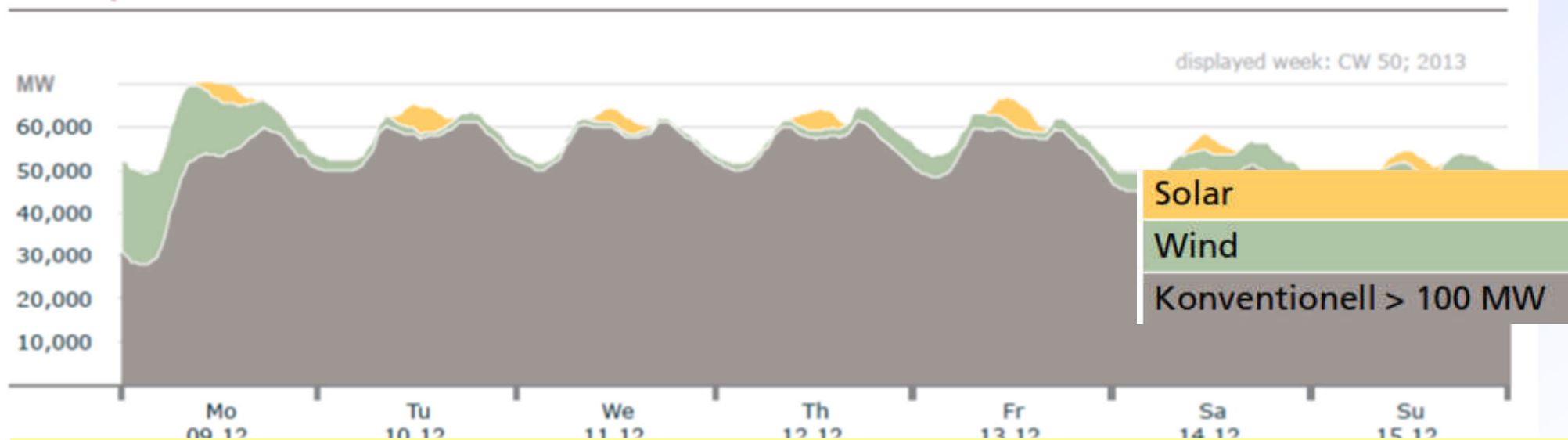
Źródło	Moc , GWe	Energia TWh	Wykorzystanie mocy zainstalowanej	Równoważna liczba godzin pracy na pełnej mocy
wiatr	50	78	17,8%	1560
pV	40,85	37,5	10,5%	918



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

Electricity Production in Germany: Calendar Week 50 *Institut Fraunhofer für Solar und Wind Energie ISE*

Actual production

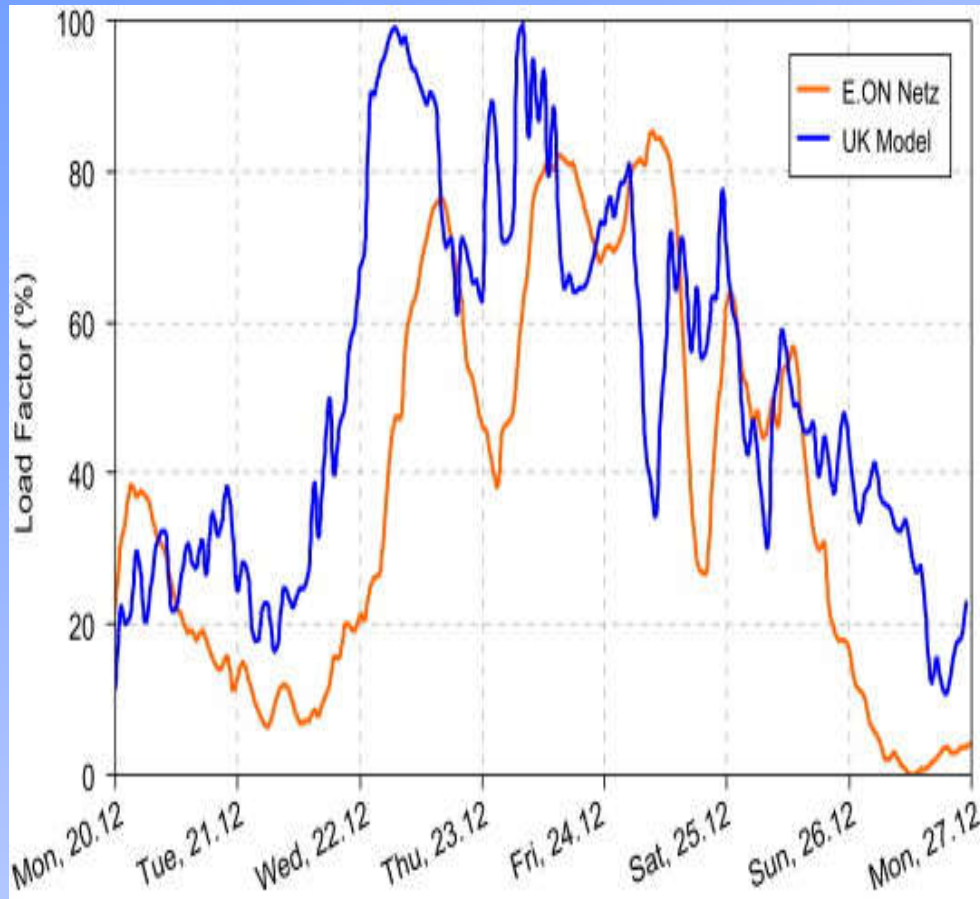


Die Welt: „Na początku grudnia 2013 r. produkcja energii z elektrowni wiatrowych i słonecznych niemal kompletnie stanęła. Nie obracało się ponad 23 000 wiatraków. Milion układów fotowoltaicznych niemal całkowicie przerwało wytwarzanie prądu. Przez cały tydzień EW, EJ i gazowe musiały zaspokajać około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

Realia: co dzieje się, gdy wiatr jest słaby

- W dniach 6., 12., 25. czerwca 2019 niemieckie OZE dostarczały tak mało energii, że stabilność sieci w Niemczech udało się utrzymać tylko dzięki pomocy innych krajów UE, chociaż łączna moc elektrowni wiatrowych i słonecznych w Niemczech **wynosiła ponad 108 000 MW.**
- Wg wspólnego oświadczenia 4 wielkich towarzystw energetycznych „**Sytuacja była *bardzo niebezpieczna***” i „***spowodowała spadek częstotliwości w sieci całej UE***”.
- Braki mocy w tych dniach wynosiły około 6000 MWe. Płacono nawet zakładom przemysłowym by przerwały pobór prądu, np. w Essen i Voerde firma Trimet odłączyła z sieci swoje zakłady produkcji Al.

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.

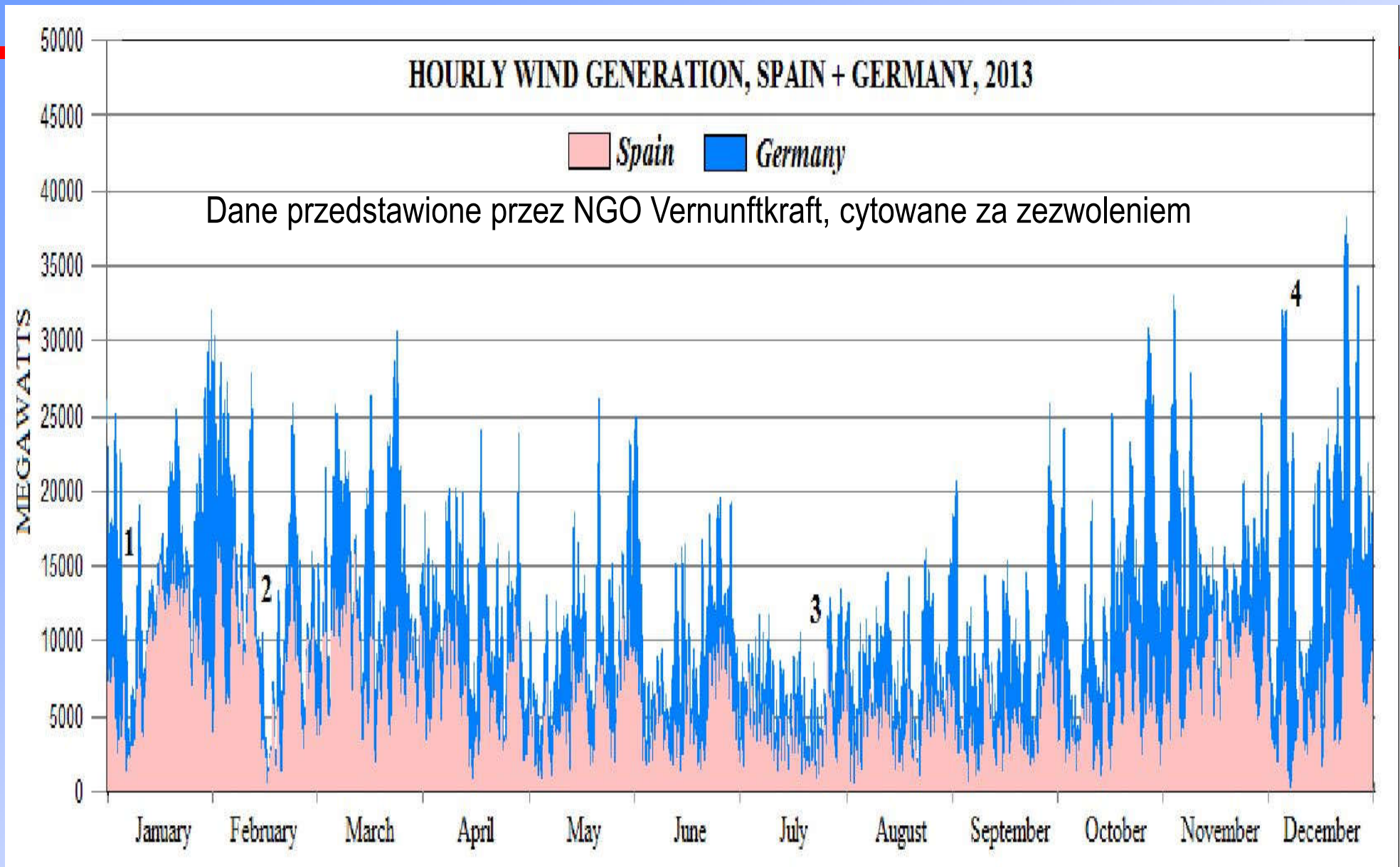
Co więcej, nie jest to wystarczające.

Zmiany mocy wiatru występują na dużych obszarach jednocześnie.

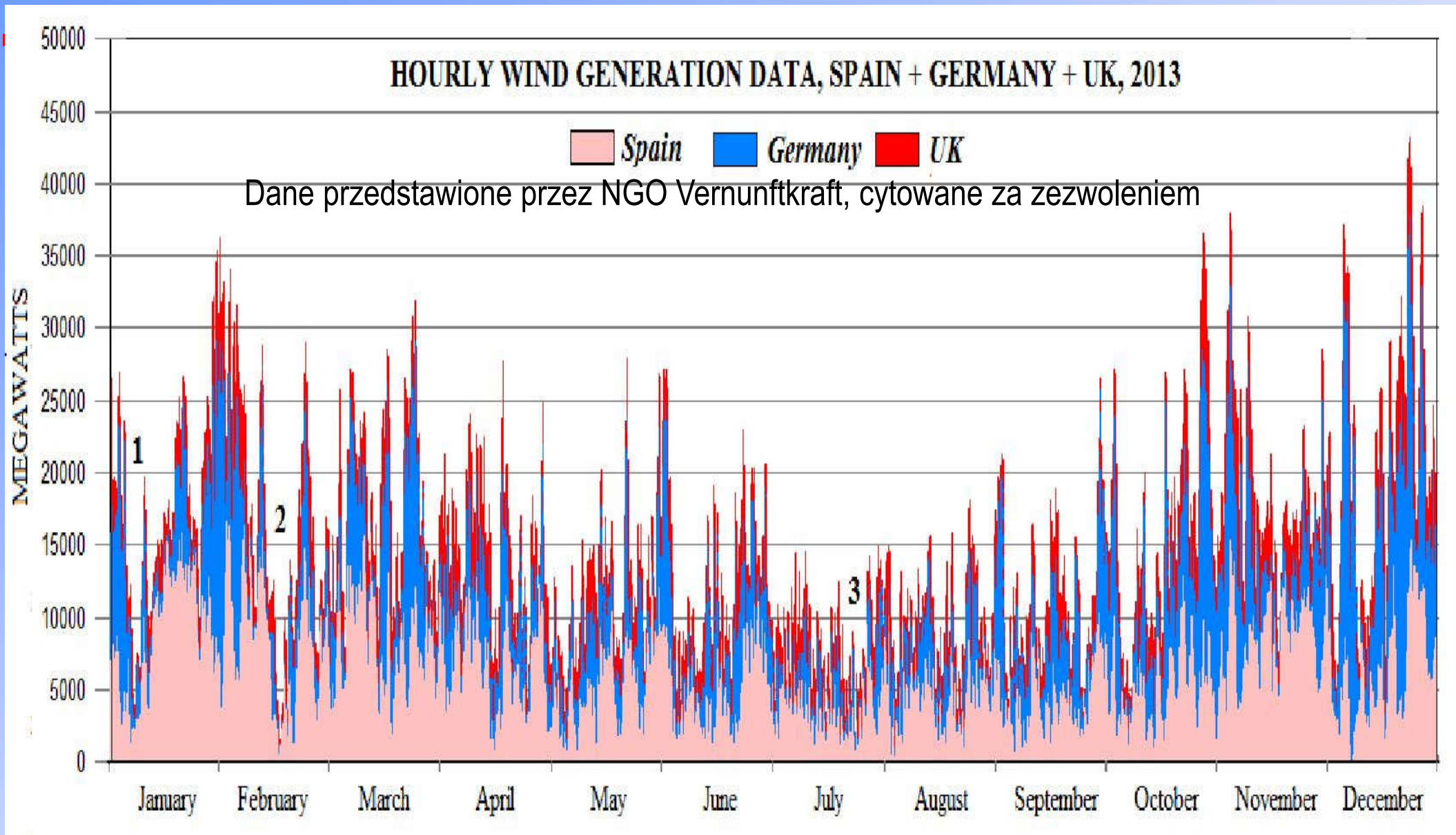
Przykład – moc wiatru w Wielkiej Brytanii i w Niemczech. (Oswald 2008)

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

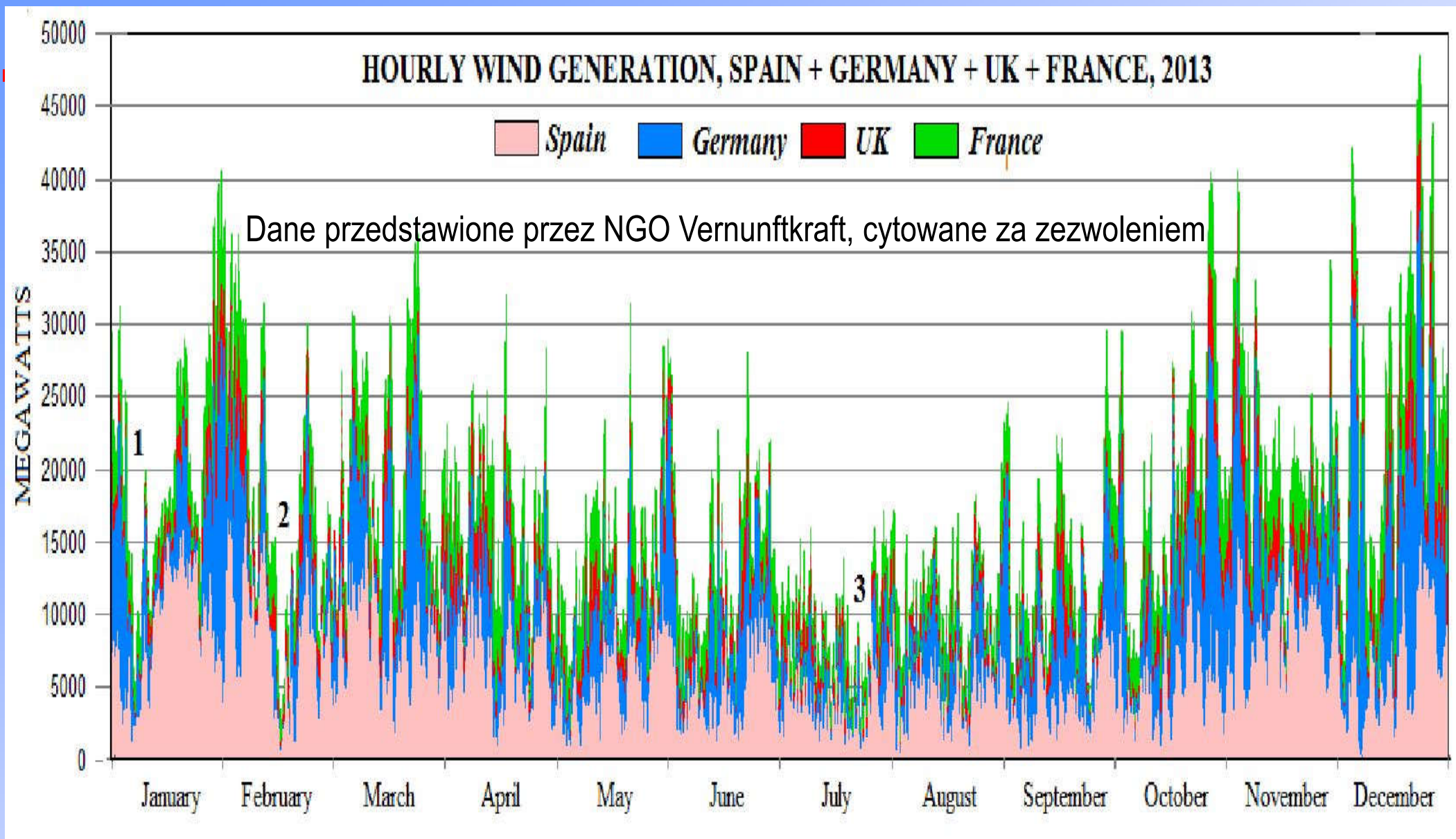
Generacja energii elektr z wiatru – 2 kraje



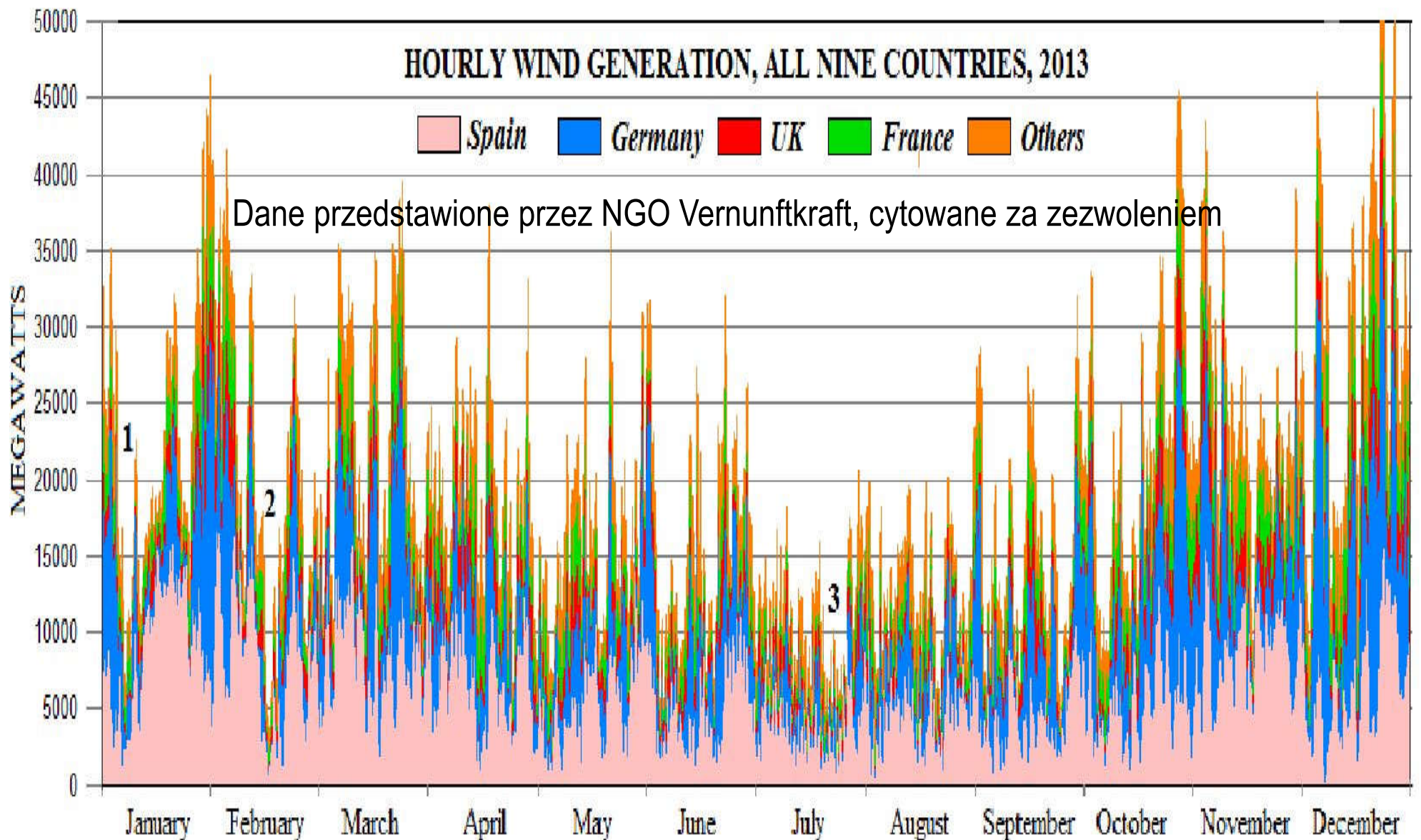
Generacja energii elektr z wiatru – 3 kraje



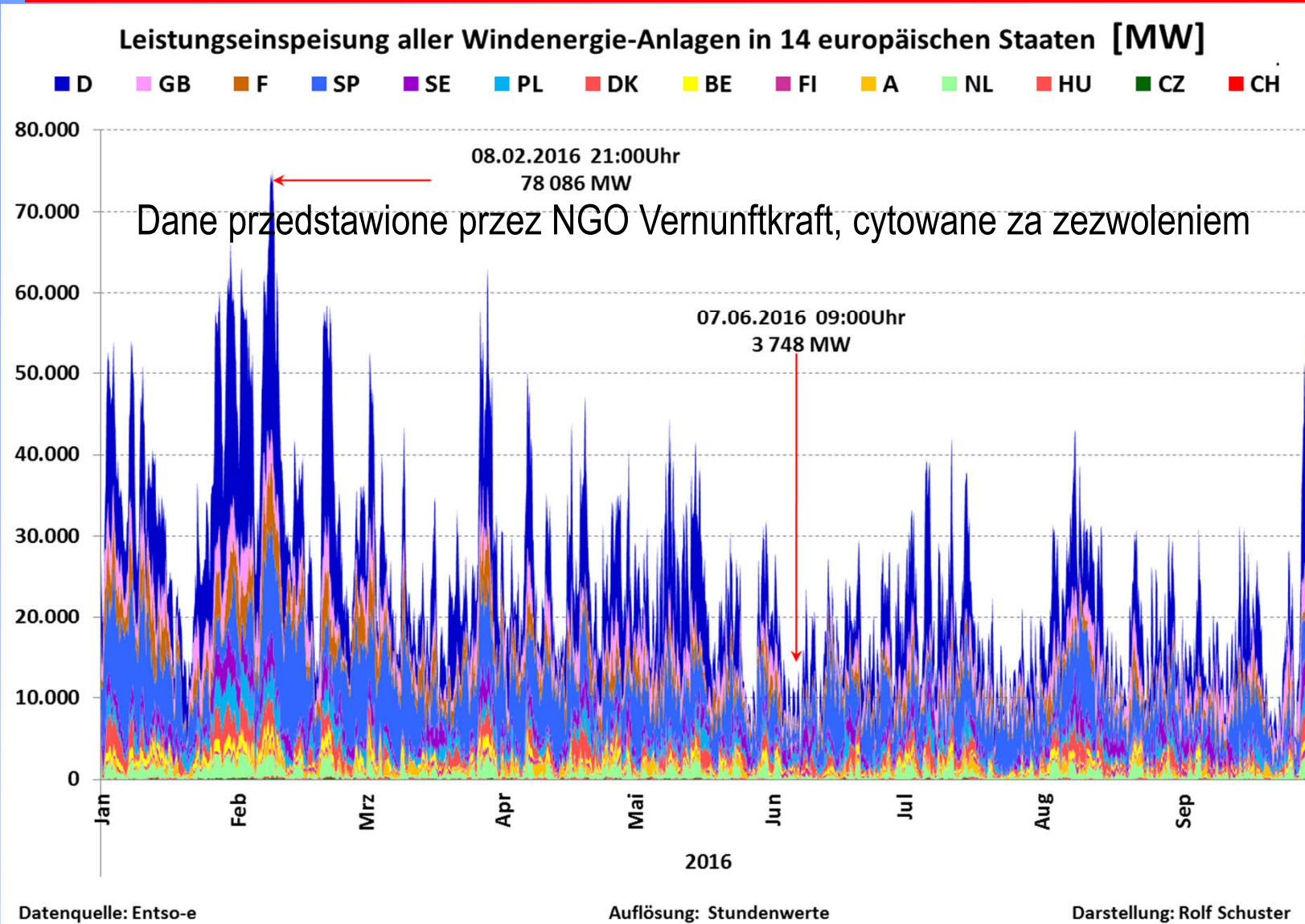
Generacja energii elektr z wiatru – 4 kraje



Teza: *Przy dostatecznie dużej liczbie krajów, rośnie stabilność i bezpieczeństwo zasilania*” **Naprawdę?**



Produkcja energii elektrycznej z farm wiatrowych 14 krajów EU w 2016 r.



Zwiększania liczby krajów **nie prowadzi do wyrównania wykresu zmian generacji energii z wiatru.**

Moce farm w 14 krajach UE sięgają od 3,7 GW do 78 GW.

Jak wyrównać różnicę 74 GW?

Przerwy w generacji prądu występują też w morskich farmach wiatrowych



Moc morskich farm wiatrowych MFW na Bałtyku w maju 2018 roku. W ciągu okresu ciszy morskiej trwającego 4,5 dni i nocy, średnia moc MFW wynosiła $< 0,6\%$ mocy nominalnej. Z takimi okresami ciszy morskiej musimy się liczyć planując wprowadzanie MFW.

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

Technologia	EJ	Wiatr na lądzie	MFV	pV
Udział	30%	30%	30%	30%
Koszty profilowania systemu	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.

Treść prezentacji

- Czemu potrzeba nowych elektrowni w Polsce.
- Na ile lat wystarczy Polsce węgla?
- Czy OZE wystarczą do redukcji emisji CO₂ ?
- Przerwy i nierównomierności w generacji energii z wiatru
- **Ograniczone możliwości magazynowania energii**
- Subsydia dla OZE w Niemczech
- Wpływ energetyki jądrowej na zdrowie i środowisko
- Stan przygotowań do budowy pierwszej EJ w Polsce

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

Wg PEP 2040 energia generowana rocznie z MFW w 2040 r. ma wynosić 40 TWh.

Oznacza to moc MFW **średnio 4,56 GW**, a moc **nominalną $4,56/0,43 = 10$ GWe**.

Brak wiatru na morzu przez 130 h oznaczać będzie lukę energetyczną (w energii średnio dostarczanej przez MFW) **593 GWh**

Maks. energia zgromadzona w elektrowniach szczytowo-pompowych to **7,8 GWh** – czas ich pracy do opróżnienia to 1,7 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 85 kWh.
- Załóżmy, że w godzinach szczytu 10% tych samochodów będzie dostarczało prąd do sieci. Mamy więc w skali kraju rezerwę energetyczną 8,5 GWh.
- Rezerwa z akumulatorów samochodowych wystarczyłaby więc do pokrycia luki energetycznej przez 2 godziny.
- Gdyby nawet aż 50% właścicieli aut zgodziło się **by nimi nie jeździć** i tylko zasilać sieć (!), to wystarczyłoby to na 10 h.
- **A co potem?**

Treść prezentacji

- Czemu potrzeba nowych elektrowni w Polsce.
- Na ile lat wystarczy Polsce węgla?
- Czy OZE wystarczą do redukcji emisji CO₂ ?
- Przerwy i nierównomierności w generacji energii z wiatru
- Ograniczone możliwości magazynowania energii
- **Subsydia dla OZE w Niemczech**
- Wpływ energetyki jądrowej na zdrowie i środowisko
- Stan przygotowań do budowy pierwszej EJ w Polsce

A do czego prowadzi zwiększanie mocy OZE w Niemczech?

Rok	Liczba godzin z ujemnymi cenami energii el.	Produkcja z wiatru i słońca	Subwencje dla producentów w OZE	Wartość tej energii na giełdzie (ujemna)	Straty gospodarcze Niemiec
2011	15	243,4 GWh	26,3 Mln €	-23,9 Mln €	-50,2 Mln €
2012	56	939,2 GWh	99,6 Mln €	-516,3 Mln €	-615,9 Mln €
2013	63	1.378,6 GWh	211,8 Mln €	-215,7 Mln €	-427,5 Mln €
2014	64	1.655,1 GWh	213,3 Mln €	-282,2 Mln €	-495,5 Mln €
2015	126	3.235,6 GWh	397,8 Mln €	-307,9 Mln €	-705,7 Mln €
2016	97	3.054,6 GWh	420,4 Mln €	-580,1 Mln €	-1.000,5 Mln €
2017	146	4.764,4 GWh	623,3 Mln €	-1.313,8 Mln €	-1.937,1 Mln €
2018	133	4.776,9 GWh	589,0 Mln €	-689,8 Mln €	-1.278,8 Mln €
Do IX 2019	190	6.952,7 GWh	969,5 Mln €	-1.471,8 Mln €	-2.441,3 Mln €

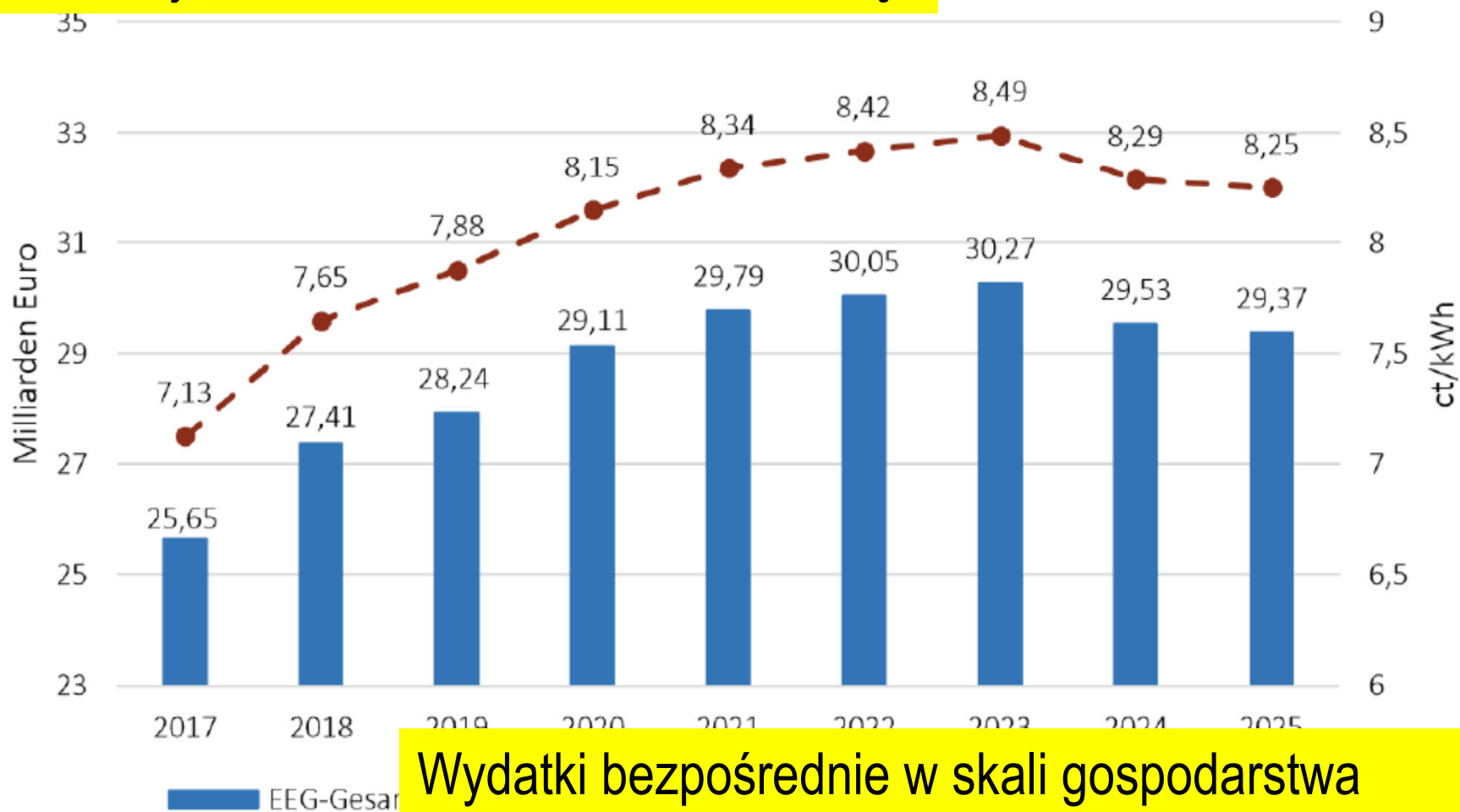
Niemcy- subsydia dla OZE w 2013 r. wzrosły do 20 mld euro rocznie, w 2016 – 26 mld.

- Rodzina 3-osobowa w **2000 r.** płaciła miesięcznie **40.60** euro za elektryczność, a w listopadzie **2012** już **75.08** euro. 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. Obecnie **78 euro/MWh**.
- **Przewidywane wydatki w 2022 r. to 30 mld euro/rok**
- 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)

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 – 28 mld euro i rosną



Wydatki bezpośrednie w skali gospodarstwa

Fotowoltaika – spadek kosztów paneli słonecznych

- W latach 2010-2018 średnioważony koszt produkcji energii elektrycznej z PV na świecie spadł o 77% do poziomu 85 USD/MWh (340 PLN/MWh). Wiele projektów, szczególnie w dobrych geograficznie lokalizacjach, oferuje energię nawet po 20-30 USD/MWh (80-120 PLN/MWh).
- Przy wciąż obowiązującej zasadzie 10H, która nie pozwala budować wiatraków blisko domów mieszkalnych, sektor fotowoltaiki jest dobrą alternatywą dla odbiorców chętnych na kupno zielonej energii bezpośrednio u jej wytwórców. To właśnie umowa PPA (*Power Purchase Agreements* – długoterminowe umowy na bezpośredni zakup energii elektrycznej pochodzącej z OZE) – ma wspierać jedną z największych dotychczas inwestycji fotowoltaicznych – farmę o mocy 600 MW, która ma powstać w Wielkopolsce.



Prawda o kosztach paneli fotowoltaicznych w Polsce

**Cytaty z tego dokumentu:
patrz niżej**

obecnego zużycia energii elektrycznej. Łączna moc szczytowa instalacji fotowoltaicznej wynosi 10 kW, getycznego. Powyższa instalacja stanowi doskonały przykład możliwości wykorzystania paneli fotowoltaicznych do produkcji energii elektrycznej, centralnego ogrzewania i produkcji ciepłej wody użytko-

Beneficjent: Inter-Keram Sp. z o.o. Oddział Wielgolas Brzeziński 9A, 05-074 Halinów
Całkowita wartość projektu: 94 148,48 zł

ABC z OZE: Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi – Instytucja zarządzająca Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2007-2013, wyd. 2017

Całkowita wartość projektu to 94 tysiące zł, w tym dofinansowanie wyniosło 50 tys. zł. W przeliczeniu na jednostkę mocy szczytowej okazuje się, że koszty wynoszą 9,4 tys. zł/kW, lub **9,4 mld zł/1000 MWe (peak)**. Wobec tego, że w Polsce moc średnia w ciągu roku wynosi w najlepszym razie 0,11 mocy szczytowej, nakłady inwestycyjne na moc średnią to

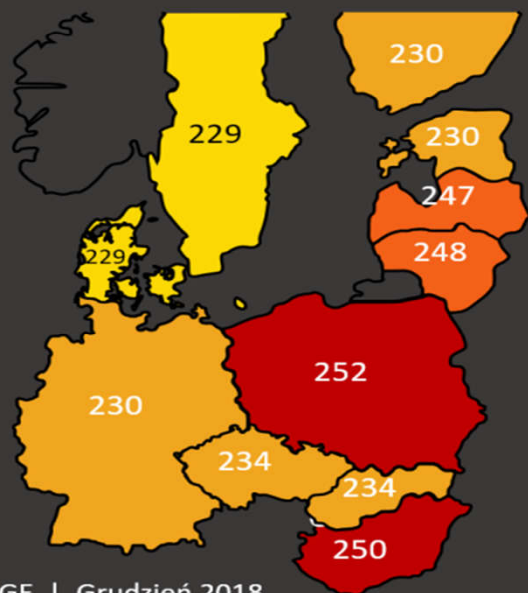
$9,4 \text{ mln zł/MW(p)} / 0,11 \text{ (MWśr)/MW(p)} = \mathbf{85,4 \text{ mld/1000 MW mocy średniej.}}$

Kto zgodziłby się wydać taką sumę z własnej kieszeni na instalację pV?

Wzrost cen energii elektrycznej w Europie

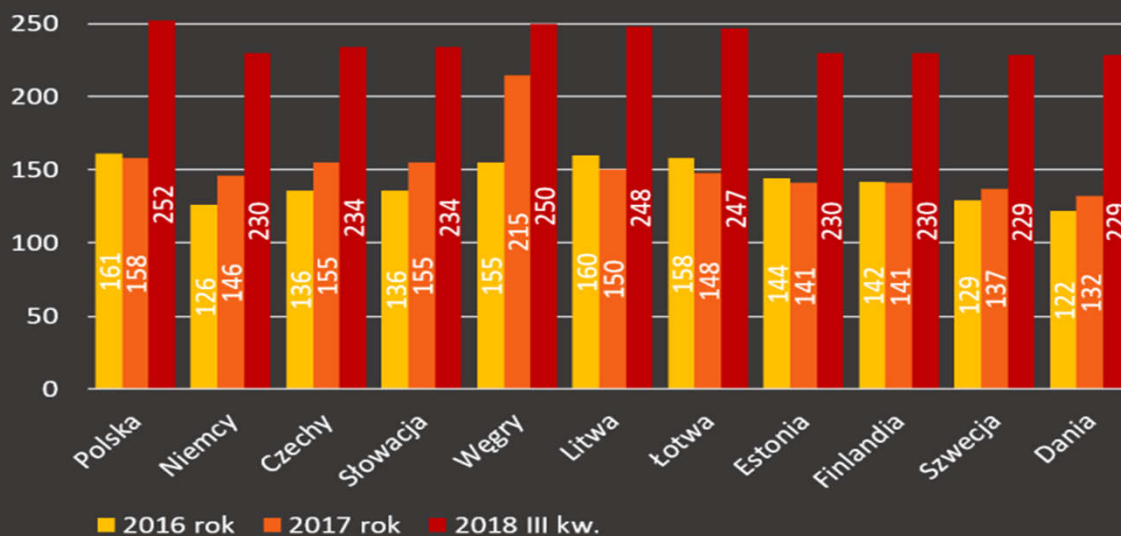
Ceny energii elektrycznej na europejskich giełdach

Hurtowe ceny energii elektrycznej w trzecim kwartale 2018 roku



Dane: PGE | Grudzień 2018

Ceny hurtowe w zł/MWh



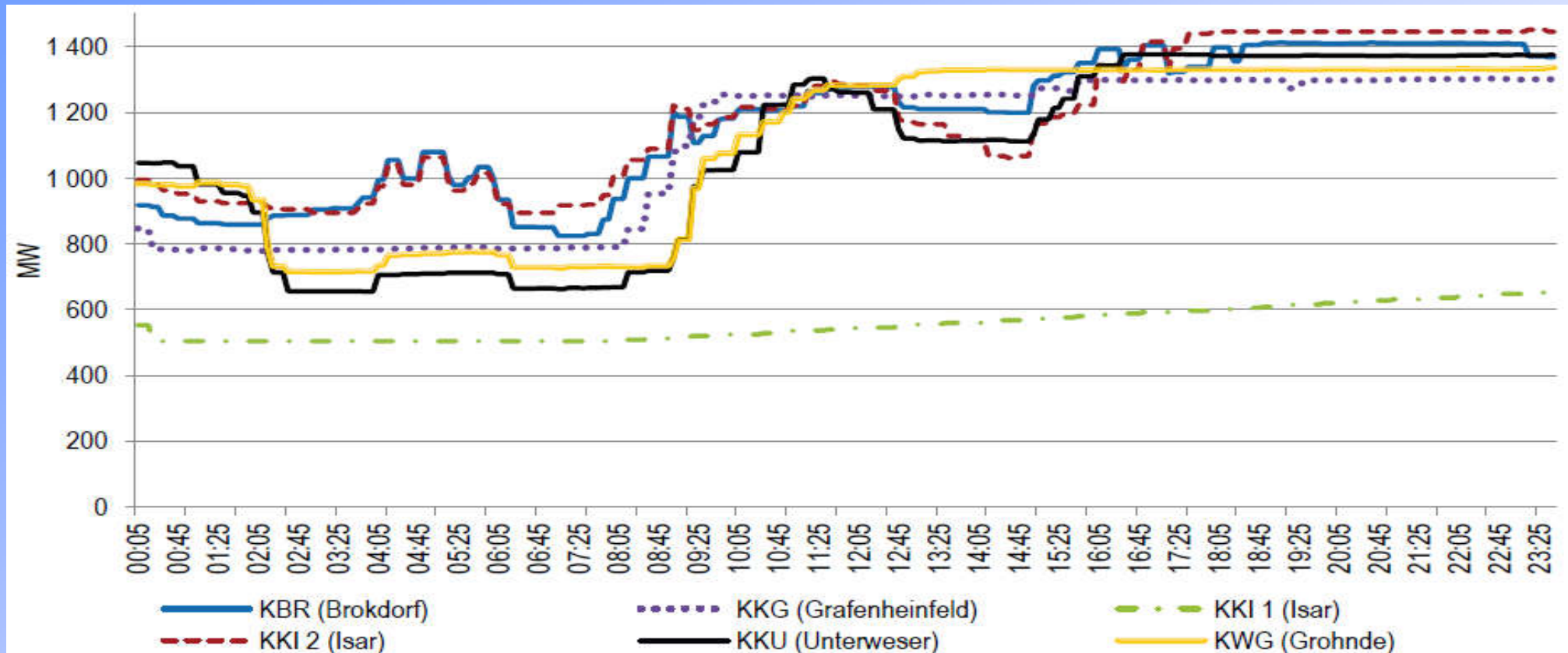
wysokie napięcie.pl

Wzrost cen prądu we Francji (o 12% w 2018 r. w stosunku do 2017 r.) dużo mniejszy niż w Niemczech (72%) i Danii (73%). Wzrosty cen prądu w Europie skłoniły rząd E. Macrona do planowania budowy nowych EJ.

Treść prezentacji

- Czemu potrzeba nowych elektrowni w Polsce.
- Na ile lat wystarczy Polsce węgla?
- Czy OZE wystarczą do redukcji emisji CO₂ ?
- Przerwy i nierównomierności w generacji energii z wiatru
- Ograniczone możliwości magazynowania energii
- Subsydia dla OZE w Niemczech
- **Wpływ energetyki jądrowej na zdrowie i środowisko**
- Stan przygotowań do budowy pierwszej EJ w Polsce

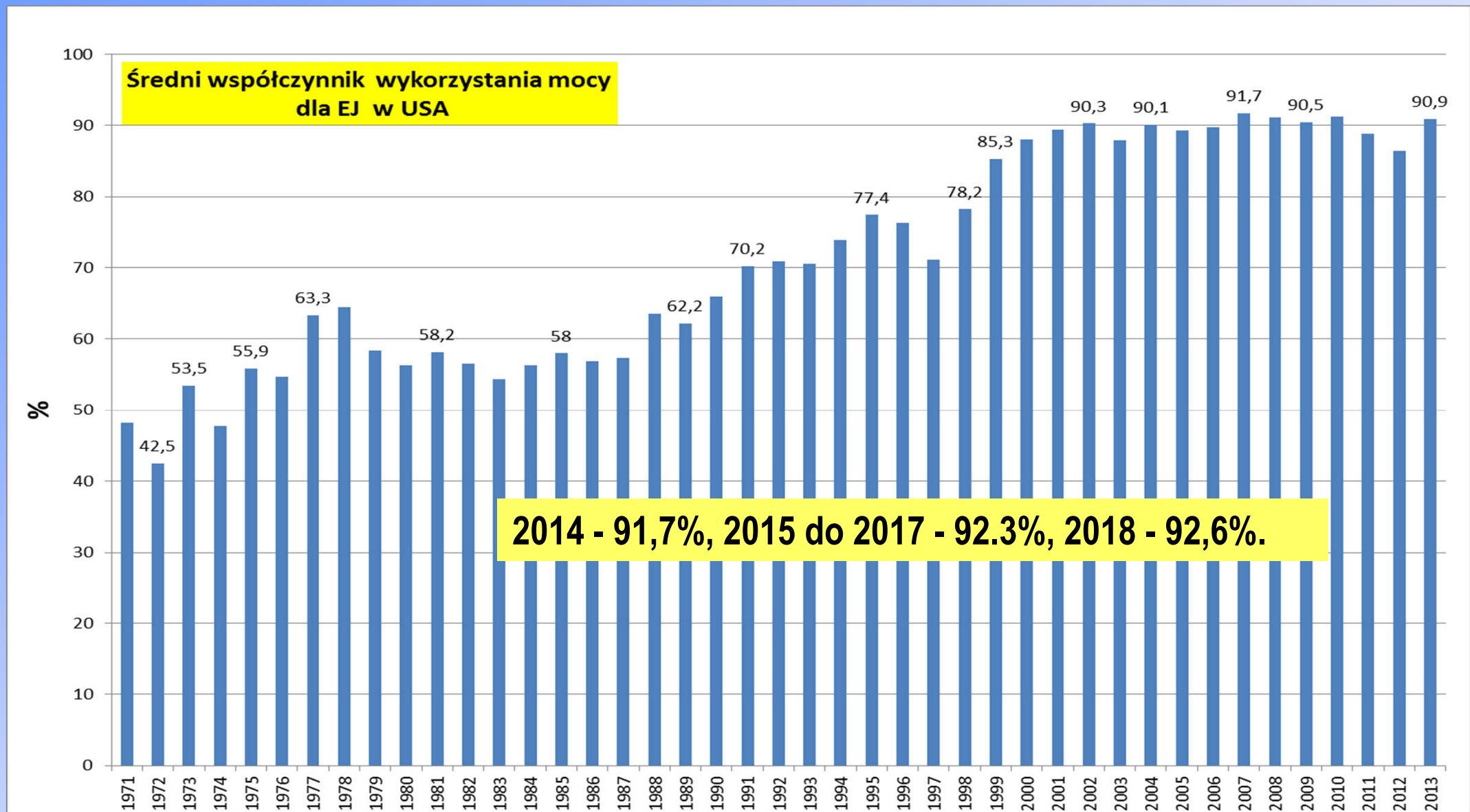
EJ mogą pracować w systemie nadążania za obciążeniem ... i pracują!



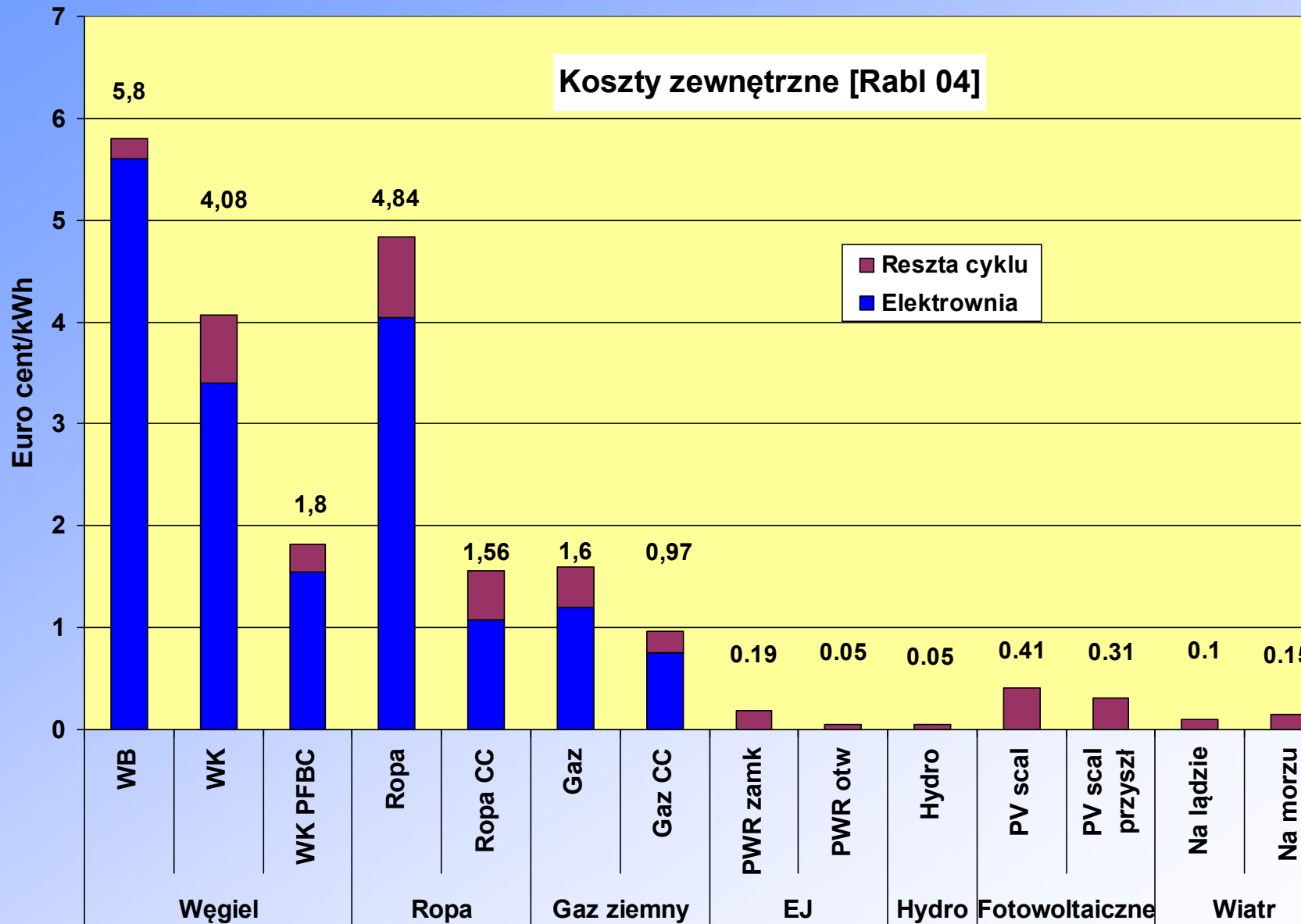
Zmiany mocy w funkcji obciążenia w niemieckich EJ w ciągu 24 h.

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

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



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

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)

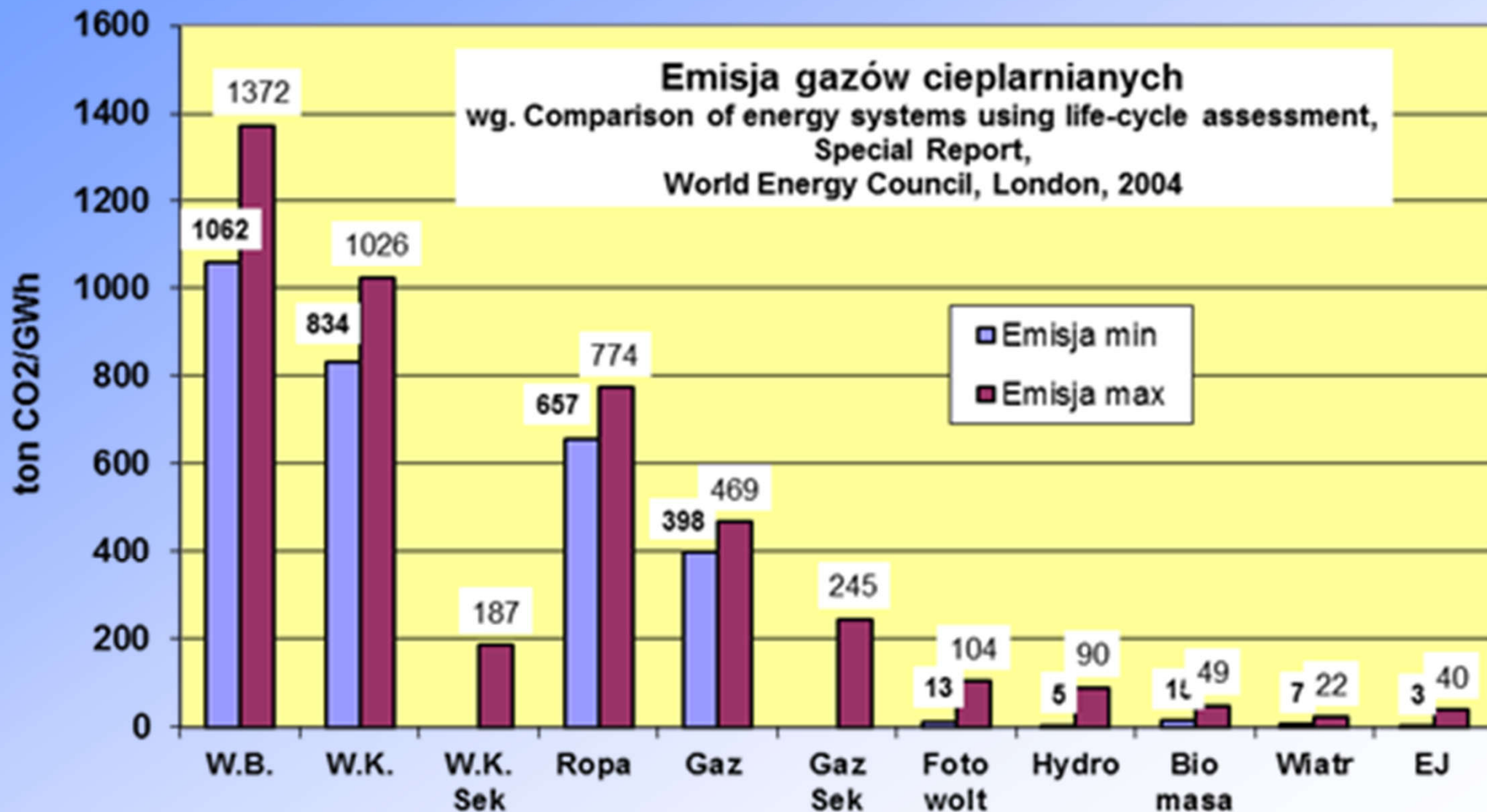
- Koszty zewnętrzne oceniano dla wszystkich źródeł energii, dla całego cyklu budowy, pracy, likwidacji – "od kolebki do grobu"
- Dominujący wpływ – skrócenie życia ludzi wskutek zachorowań powodowanych przez emisje zanieczyszczeń do atmosfery

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.

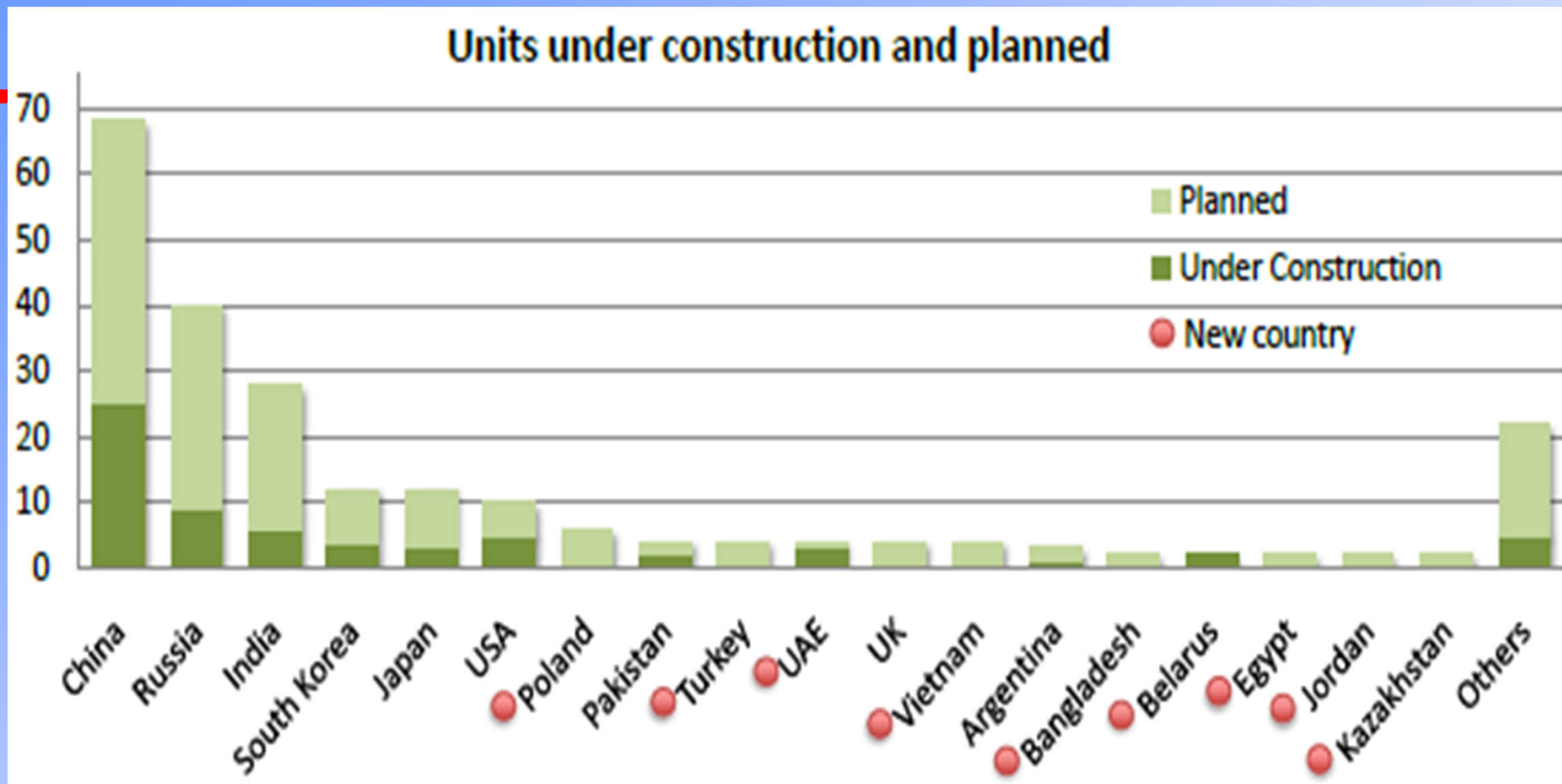
Wg World Energy Council, IPCC, IAEA EJ to najlepsze źródło niskoemisyjne



Treść prezentacji

- Czemu potrzeba nowych elektrowni w Polsce.
- Na ile lat wystarczy Polsce węgla?
- Czy OZE wystarczą do redukcji emisji CO₂ ?
- Przerwy i nierównomierności w generacji energii z wiatru
- Ograniczone możliwości magazynowania energii
- Subsydia dla OZE w Niemczech
- Wpływ energetyki jądrowej na zdrowie i środowisko
- **Stan przygotowań do budowy pierwszej EJ w Polsce**

Elektrownie jądrowe w budowie, styczeń 2019



- W Chinach, Rosji i w Indiach wiele bloków jest w fazie budowy lub planowania.
- Ponadto wiele nowych bloków zacznie pracę w Azji, na Bliskim Wschodzie i w Europie Wschodniej

Program polskiej energetyki jądrowej

Zaktualizowany i rozszerzony projekt dokumentu "Polityka energetyczna Polski do 2040 r. – strategia rozwoju sektora paliwowo-energetycznego" (PEP 2040) przewiduje m.in. 56-60% udziału węgla w wytwarzaniu energii elektrycznej i 21-23% udziału źródeł odnawialnych w finalnym zużyciu energii brutto w 2030 r. oraz wdrożenie energetyki jądrowej w 2033 r.

Realizację celu umożliwi przede wszystkim rozwój fotowoltaiki (od 2022 r.) oraz morskich farm wiatrowych (po 2025 r.), które ze względu na warunki ekonomiczne i techniczne mają największe perspektywy rozwoju. Dla osiągnięcia takiego poziomu OZE w bilansie, niezbędny jest rozwój technologii magazynowania energii, a także rozbudowa jednostek gazowych jako mocy regulacyjnych.

Głównym narzędziem redukcji emisji będzie **wdrożenie w 2033 r. energetyki jądrowej – uruchomienie pierwszego bloku EJ o mocy 1-1,5 GW do 2033 r. i bloków o mocy łącznie 6-9 GW do 2043 r..**

Reaktory modułowe małej i średniej mocy SMR w budowie

KLT-40S	35 MWe	PWR	OKBM, Russia
RITM-200	50 MWe	integral PWR	OKBM, Russia
CAREM-25	27 MWe	integral PWR	CNEA & INVAP, Argentina
HTR-PM	2x250 MWt	HTR	INET, CNEC & Huaneng, China
ACPR50S	60 MWe	PWR	CGN, China

CAREM 25 rozruch planowany 2017, teraz 2020

HTR PM rdzeń złożone usypane, elementy kulowe, oparty na pracującym HTR-10, rozruch planowany w 2019 r.

ACPR50S 200 MWt, 60 MWe, 37 zestawów paliwowych, 4 zewn. wytw. pary, próbna praca na morzu planowana na 2019.

Budowa elektrowni małej i średniej mocy nie rozwiąże problemów energetyki w Polsce

Skoro wiatr z MFW ma dostarczać średnio w ciągu roku 4,56 GW , to przy współczynniku wykorzystania mocy zainstalowanej na morzu równym 0,43 moc nominalna MFW wyniesie 10 GW.

W razie braku wiatru taką moc, a nawet większą, bo mogą nie obracać się także wiatraki na lądzie, muszą dostarczyć EJ. Energia elektryczna z dużych EJ jest tania, ale z małych dużo droższa.

Problem lokalizacji jest jeszcze trudniejszy niż dla dużych EJ, bo małe reaktory powinny być budowane blisko odbiorców – wymagane większe bezpieczeństwo. Proces projektowania i licencjonowania EJ średniej mocy to kilkanaście lat.

Koszty licencjonowania i prac badawczo-rozwojowych dla udowodnienia bezpieczeństwa nowego reaktora to miliard USD,

Ile czasu potrzeba na licencjonowanie BWRX-300 w Kanadzie

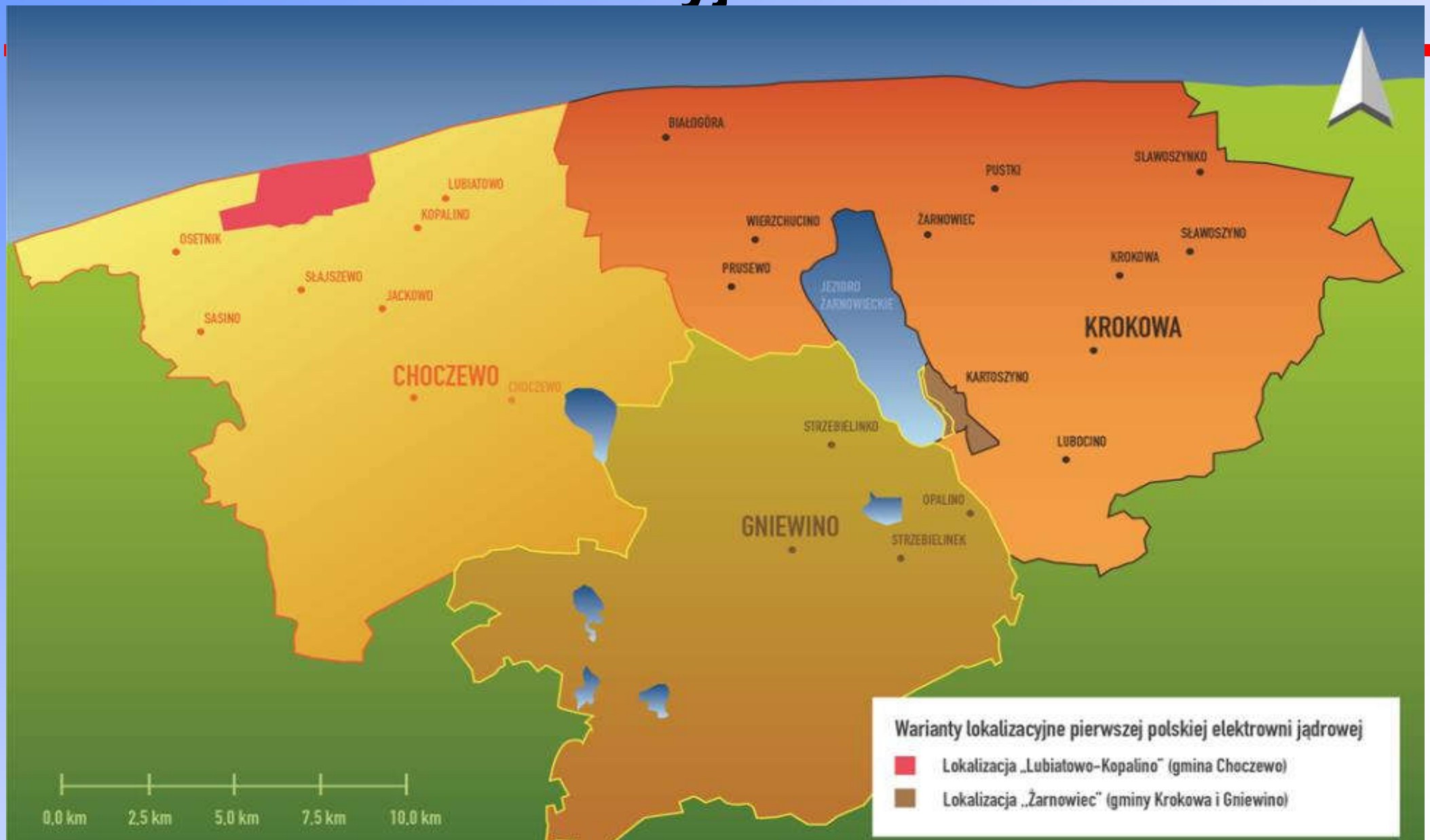
Najpierw prelicencjonowanie :

1. sprawdzana jest zgodność konstrukcji z wymaganiami kanadyjskimi. 2. wyliczane są zauważone przeszkody, mogące wystąpić w procesie licencjonowania. 3. firma przedkładająca projekt może odpowiedzieć na zastrzeżenia, co wymaga dodatkowych analiz, doświadczeń potwierdzających nowe elementy reaktora (np. pasywne systemy bezpieczeństwa) , weryfikacji kodów obliczeniowych etc. **Razem czas znacznie dłuższy niż 5 lat.**

2. **Potem właściwe licencjonowanie.** Zwykle proces licencyjny nie dochodzi do końca (kończy się na 1 lub 2 etapie) gdyż aplikant często nie jest w stanie spełnić wszystkich wymagań licencyjnych bez dużych wydatków na R&D. **Czas – około 4 lat**

3. **Jak dotąd żaden z 8 SMR nie uzyskał licencji w Kanadzie**

„Lubiatowo-Kopalino” i „Żarnowiec” badania lokalizacyjne i środowiskowe



Akceptacja społeczna dla energetyki jądrowej

- Dwie na trzy badane osoby są zdania, że w Polsce powinna powstać elektrownia jądrowa (67% badanych).
- Co dziesiąty respondent niepopierający budowy elektrowni jądrowej w sąsiedztwie swojego miejsca zamieszkania, uważa, że w Polsce powinna ona powstać.
- Największe poparcie dla budowy elektrowni w Polsce deklarują mieszkańcy gmin Choczewo (78%) oraz Krokowa (68%).
- Poparcie dla budowy elektrowni jest wyższe wśród osób młodszych oraz lepiej wykształconych.

W innych krajach mieszkańcy okolic EJ popierają zdecydowanie ich dalszą pracę i budowę nowych bloków jądrowych.

Zaangażowanie polskiego przemysłu

- Cel Rządu określony w PPEJ – stopniowy wzrost zaangażowania krajowego przemysłu: od 30% wartości całego projektu na I etapie do 60 % docelowo
- zidentyfikowano **59** polskich przedsiębiorstw posiadających doświadczenie w E.J. w ciągu ostatnich 10 lat (realizacja zleceń dla zagranicznych EJ, ośrodków naukowo-badawczych – CERN, ZIBJ, ITER, reaktora badawczego MARIA, itd.);
- kolejnych **25** p.p. jest na zaawansowanym etapie przygotowań do współpracy ze światowym przemysłem jądrowym;
- zidentyfikowano **21** p.p., których polscy eksperci i oddziały realizują zlecenia dla zagranicznych EJ;
- kolejnych **220** p.p. ma kompetencje, które po działaniach dostosowawczych można wykorzystać w przemyśle jądrowym.

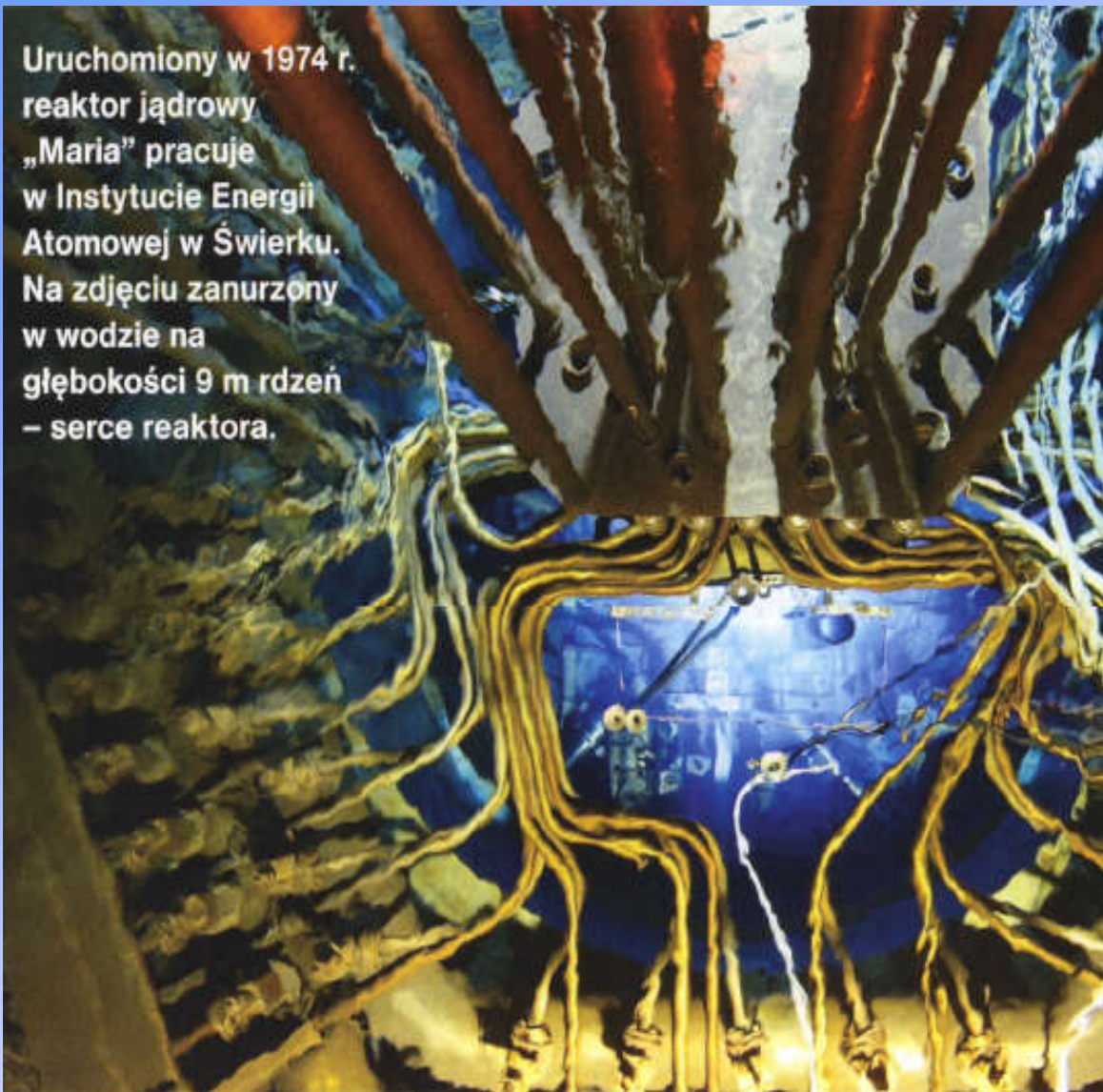
Polskie organizacje są przygotowane do udziału w budowie EJ



Ponad 300 polskich firm zostało zakwalifikowanych jako przygotowane do udziału w budowie elektrowni jądrowej. Mogą wykonywać prace budowlane, spawalnicze, montażowe, elektryczne, elektroniczne – a NCBJ może wykonywać analizy bezpieczeństwa

Polska ma ponad 60-letnie doświadczenie w technologiach jądrowych.

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.

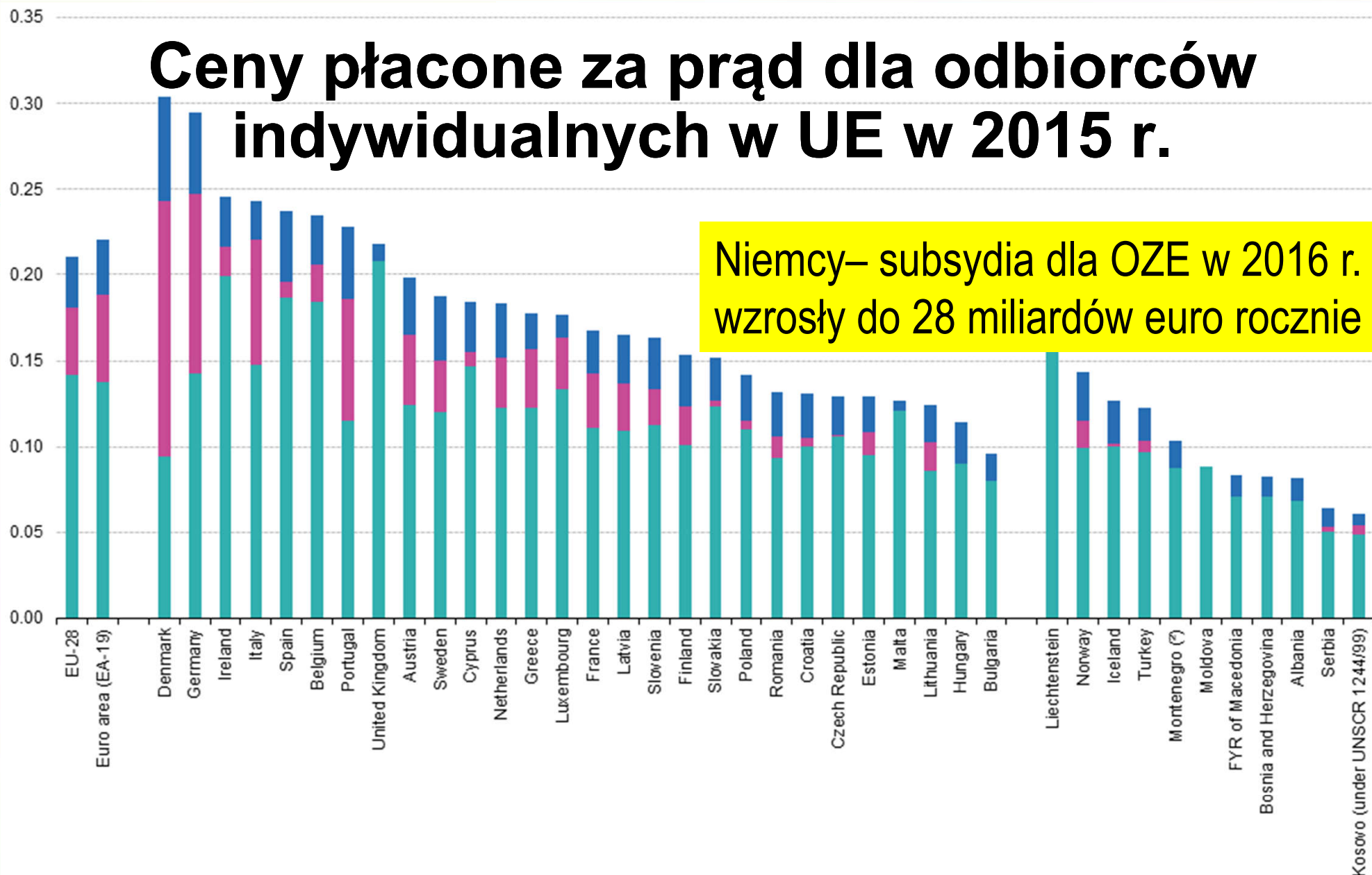


W Świerku (dziś NCBJ) powstało 6 reaktorów jądrowych i zestawów krytycznych. Reaktor jądrowy „Ewa” uruchomiony w 1958 r. zestawy krytyczne i reaktory małej mocy („Maryla”, „Anna”, „Prędką Anna”, „UR-100”, „Agata”). A w 1974 r. MARIA.

MARIA” to jeden z 5 najlepszych na świecie reaktorów badawczych, zaprojektowany, skonstruowany i eksploatowany przez krajowych specjalistów i techników.

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?

Wnioski

- Polska potrzebuje źródeł czystej energii elektrycznej, mogących zastąpić moce wyłączanych elektrowni węglowych i zapewnić stabilność systemu elektroenergetycznego w okresach braku wiatru i słońca.
- Energetyka jądrowa zapewnia stabilne wytwarzanie energii elektrycznej zgodnie z potrzebami, bez zanieczyszczeń powietrza i obciążania środowiska, jest tania i przyjazna dla zdrowia ludzi.
- Należy niezwłocznie podjąć decyzje o budowie bloków jądrowych dużej mocy i przyspieszyć prace potrzebne do rozpoczęcia budowy elektrowni jądrowych.

Dziękuję za uwagę



Tłumy na plaży koło EJ Vandellos w Hiszpanii