

Polska energetyka jądrowa: fakty i mity

Grzegorz Wrochna

Narodowe Centrum Badań Jądrowych

Program Polskiej Energetyki Jądrowej

- Śledząc media znajdujemy na przemian informacje o postępach i zatrzymaniu PPEJ
- Stan PPEJ opisać więc można funkcją kota Schroedingera:

$$\Psi = (\langle \text{ \rangle + \langle \text{ \rangle) / \sqrt{2}$$

- Jaka jest zatem część rzeczywista PPEJ, a jaka urojona?

Stan medialny PPEJ

- Społeczeństwo jest przeciwne
- „Na górze” już zdecydowano PPEJ ubić
- Ale nie wypada tak otwarcie i nagle, więc coś tam się robi i mówi („zasłona dymna”)

Kompletnie fałszywy!

- Ignorowanie dokumentów i faktów
- Wrózenie z wypowiedzi polityków zaatakowanych przez dziennikarzy między windą a toaletą
- Poszukiwanie sensacji na siłę
- Kopiowanie opinii z Niemiec, Austrii itp.

Stan formalny PPEJ

- **Strategia Odpowiedzialnego Rozwoju wymienia energetykę jądrową wśród działań priorytetowych, dodając program HTR**
- **PPEJ w wersji poprzedniego rządu jest nadal obowiązującym dokumentem**
 - **Nikt go nie odwołał, ani nie zawiesił**
- **Jesienią 2017 rząd przyjął sprawozdanie Ministra Energii z realizacji PPEJ z sugestiami zmian**
- **Zlecił mu opracowanie nowego modelu biznesowego i harmonogramu do 31.03.2017**
- **Czekamy na jego przedstawienie ...**

Stan faktyczny PPEJ

- **Ekipa ME zdeterminowana do realizacji PPEJ, ale inaczej niż dotychczas (szybciej!)**
- **Wstrzymano (12.2015) ogłoszenie przetargu zintegrowanego (projekt+budowa+finanse)**
- **PGE EJ1 kontynuuje badania lokalizacyjne**
- **PAA przygotowuje się do licencjonowania**
- **ME przygotowało nowy model biznesowy**
- **Brak determinacji decydentów**
 - Nie ma potrzeby formalnej decyzji
 - Bez jasnej decyzji politycznej program nie ruszy
 - Dlaczego politycy podchodzą z rezerwą?

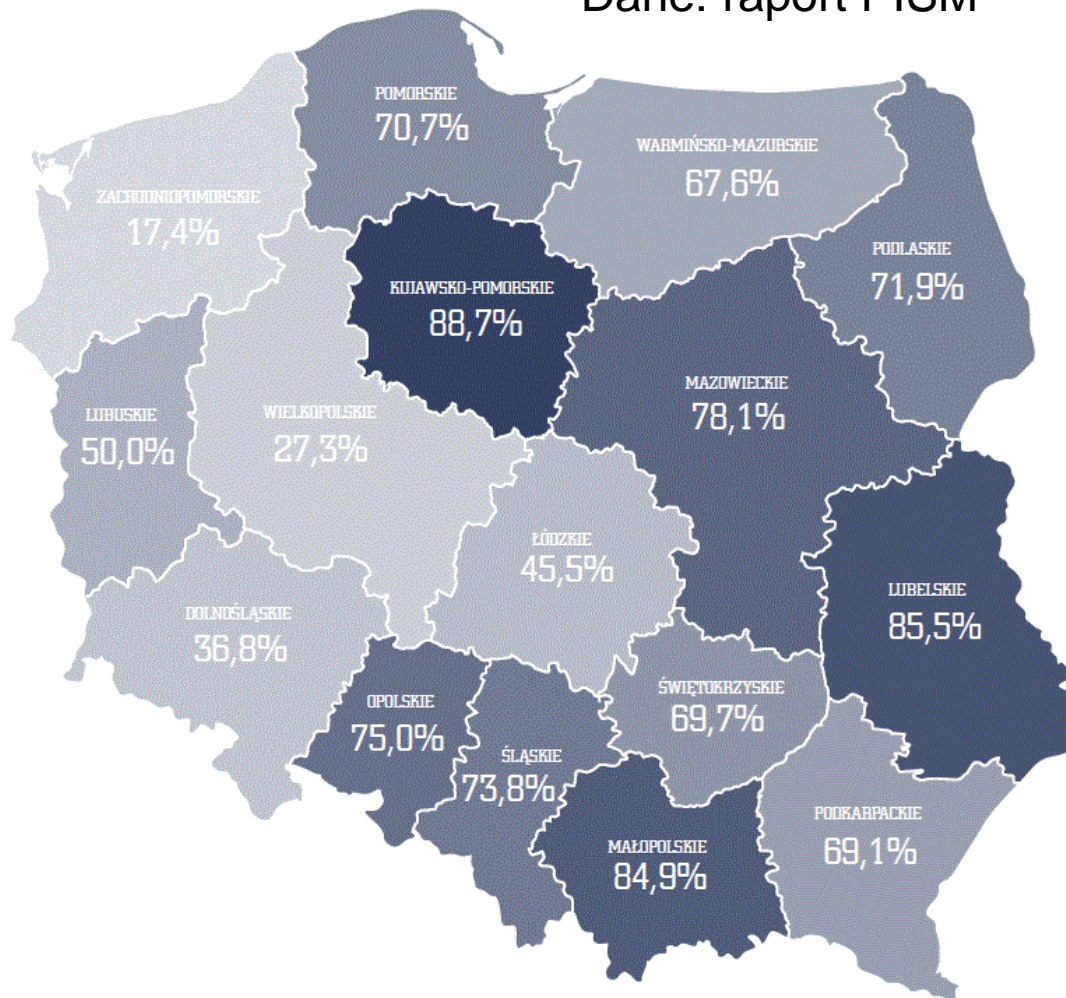
Energetyka jądrowa – dlaczego nie?

- **Koronne argumenty przeciwników: bezpieczeństwo i odpady, już się „zgrały”**
- **Główną przeszkodą są inne popularne mity:**
 - Społeczeństwo jest przeciwne
 - EJ to przestarzała technologia
 - Cały świat wycofuje się z EJ
 - Koszty i czas budowy EJ są nieprzewidywalne
 - EJ to najdroższe źródło energii
 - Słońce i wiatr są za darmo
 - „Magazyny energii” zapewnią dostawy 24/7
- **Brak świadomości, że:**
 - **jedyną alternatywą jest import**
 - **niezależność energetyczna to podstawa suwerenności**
 - „Wolność dżulami się mierzy” – prof. Turski

Poparcie społeczne: 64% tak, 24% nie

Poparcie dla energetyki jądrowej według województw

Dane: raport PISM

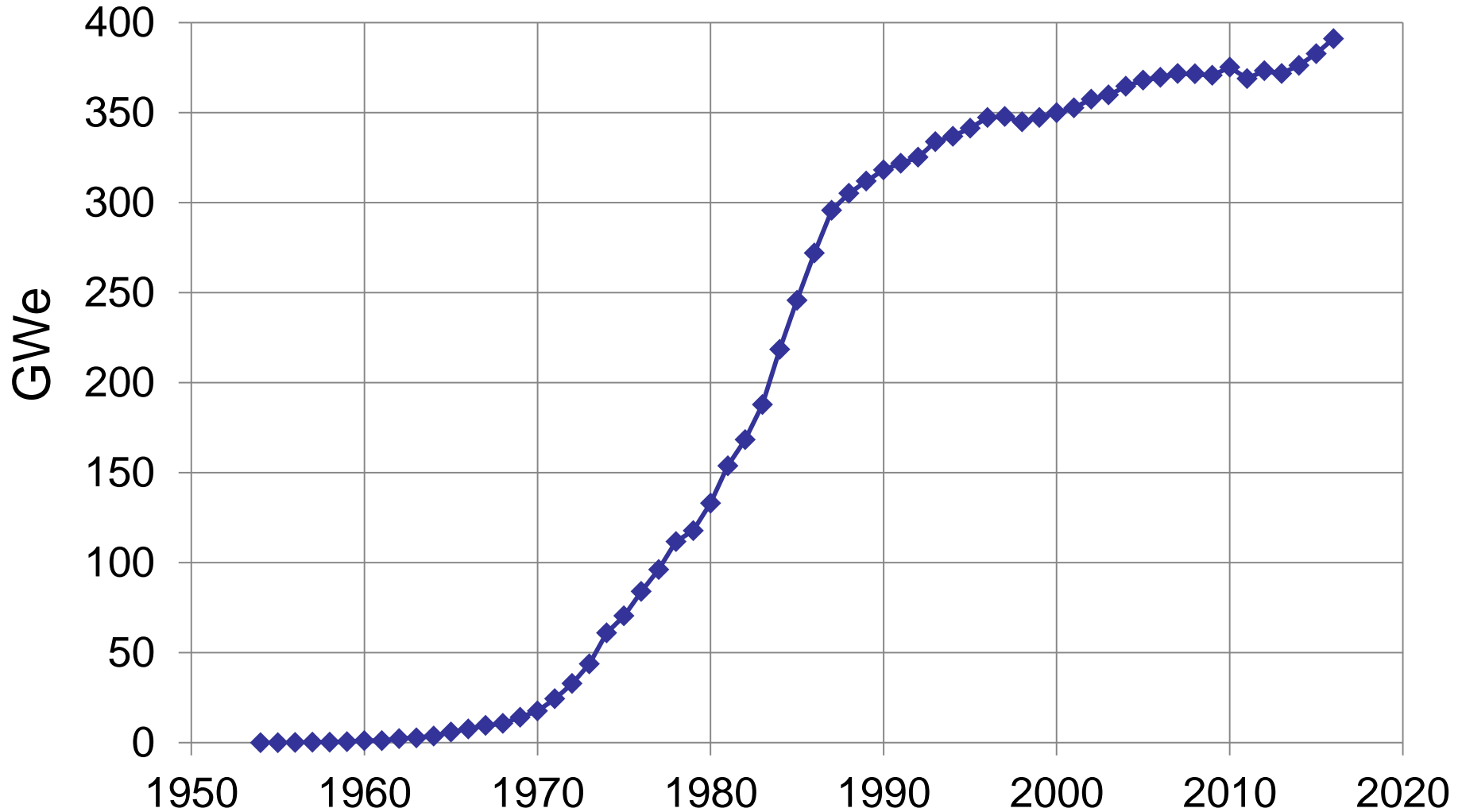


Duże poparcie motywowane:

- niezależnością gospodarczą,
- rozwojem gospodarki
- rozwojem technologii

Zniecierpliwienie społeczeństwa zbyt wolnym tempem inwestycji

Łączna moc reaktorów na świecie

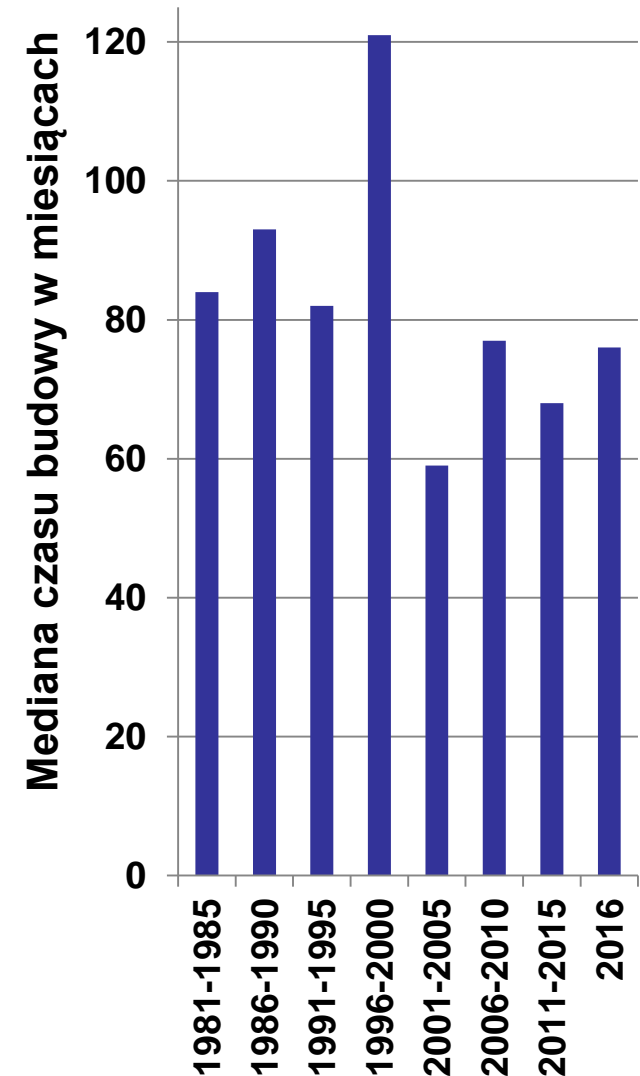


Energetyka jądrowa na świecie 2015+16

- 7+3 reaktorów zamkniętych **3863+1405 MW_e**
- 10+10 reaktorów uruchomionych **9377+9479 MW_e**
 - Chiny 13, Korea Płd 2, Rosja 2, Indie, Pakistan, USA
 - Uruchomiono 4× większą moc niż zamknięto
- 7+3 rozpoczętych budów **7345+3014 Mw_e**
 - Chiny 8, Pakistan, Emiraty Arabskie
- 60 reaktorów w budowie
- 449 reaktorów działających 392 GW_e
- W Europie energia jądrowa to największe źródło energii elektrycznej: 26% całej produkcji
- Budowy i przygotowanie nowych reaktorów:
Finlandia, Francja, Wielka Brytania **+18GW_e**,
Czechy **+6GW_e**, Holandia, Węgry, Polska

Budowa reaktorów jądrowych

- Powszechna opinia:
„koszty reaktorów są nieprzewidywalne, bo rosną w czasie budów, które się dramatycznie opóźniają”.
- **Opinia ta bazuje głównie na dwóch reaktorach EPR w Olkiluoto (Finlandia) i Flamanville (Francja)**
- Główną przyczyną opóźnień i wynikających z nich kosztów jest brak doświadczenia firmy AREVA. Dotychczas reaktory AREVA budował EDF.
- W innych krajach nie ma aż takich problemów. Chiny oddają do użytku nowy reaktor co 2 miesiące.



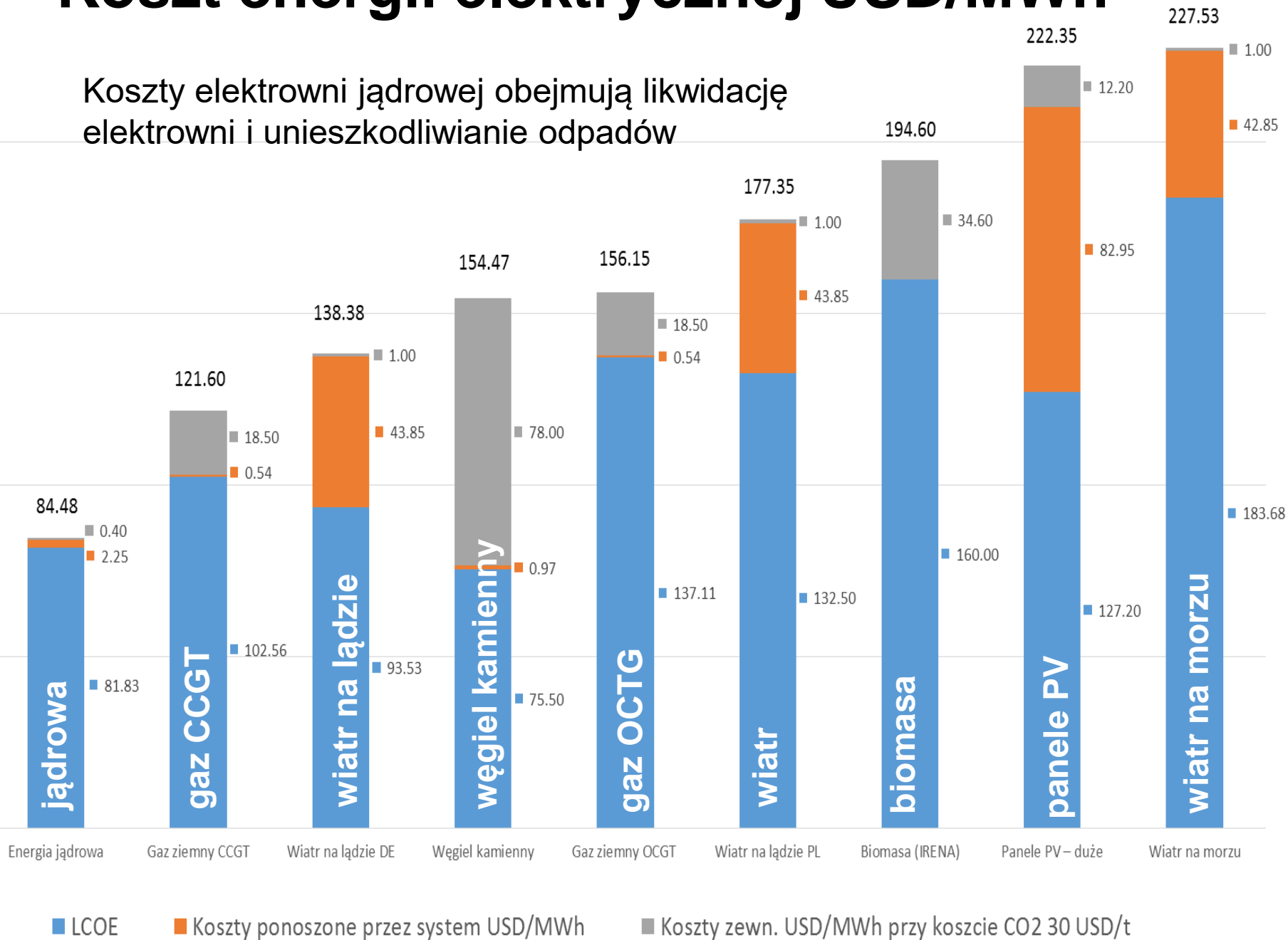
Koszty energetyki jądrowej

- **Częstym błędem jest porównywanie przewidywanego kosztu kWh z planowanej elektrowni jądrowej z obecnym kosztem kWh z elektrowni konwencjonalnej.**
- **Można porównywać koszt kWh z istniejącymi elektrowniami jądrowymi i konwencjonalnymi. Jądrowe są najtańsze.**
- **Można porównywać przewidywany koszt kWh uśredniony po 60 latach eksploatacji (czyli 2030-90) el. jądrowej i konwencjonalnej, ale należy uwzględnić m.in. ścieżki cen paliw i podatków do 2090 (a przynajmniej 2030-50).**
- **Zaletą energii jądrowej jest stabilność kosztów od momentu uruchomienia (paliwo to 5% kosztów)**

Koszt energii elektrycznej USD/MWh

Koszty elektrowni jądrowej obejmują likwidację elektrowni i unieszkodliwianie odpadów

Koszt, USD/MWh



Energetyka wiatrowa

- Wiatr wieje średnio 20% czasu na lądzie i do 40% na morzu. Zdarzają się okresy kilkunastodniowej ciszy.
- **Aby zapewnić ciągłość dostaw, 100% mocy nominalnej wiatraków musi być zdublowane elektrowniami gazowymi lub węglowymi.**
- **Elektrownie gazowe/węglowe pracujące 60-80% nie są opłacalne.**
- **Po co więc budować wiatraki, skoro i tak musimy budować elektrownie gazowe/węglowe?**
- **Problem rozwiązałoby magazynowanie energii, ale to nie może być opłacalne (zob. niżej)**

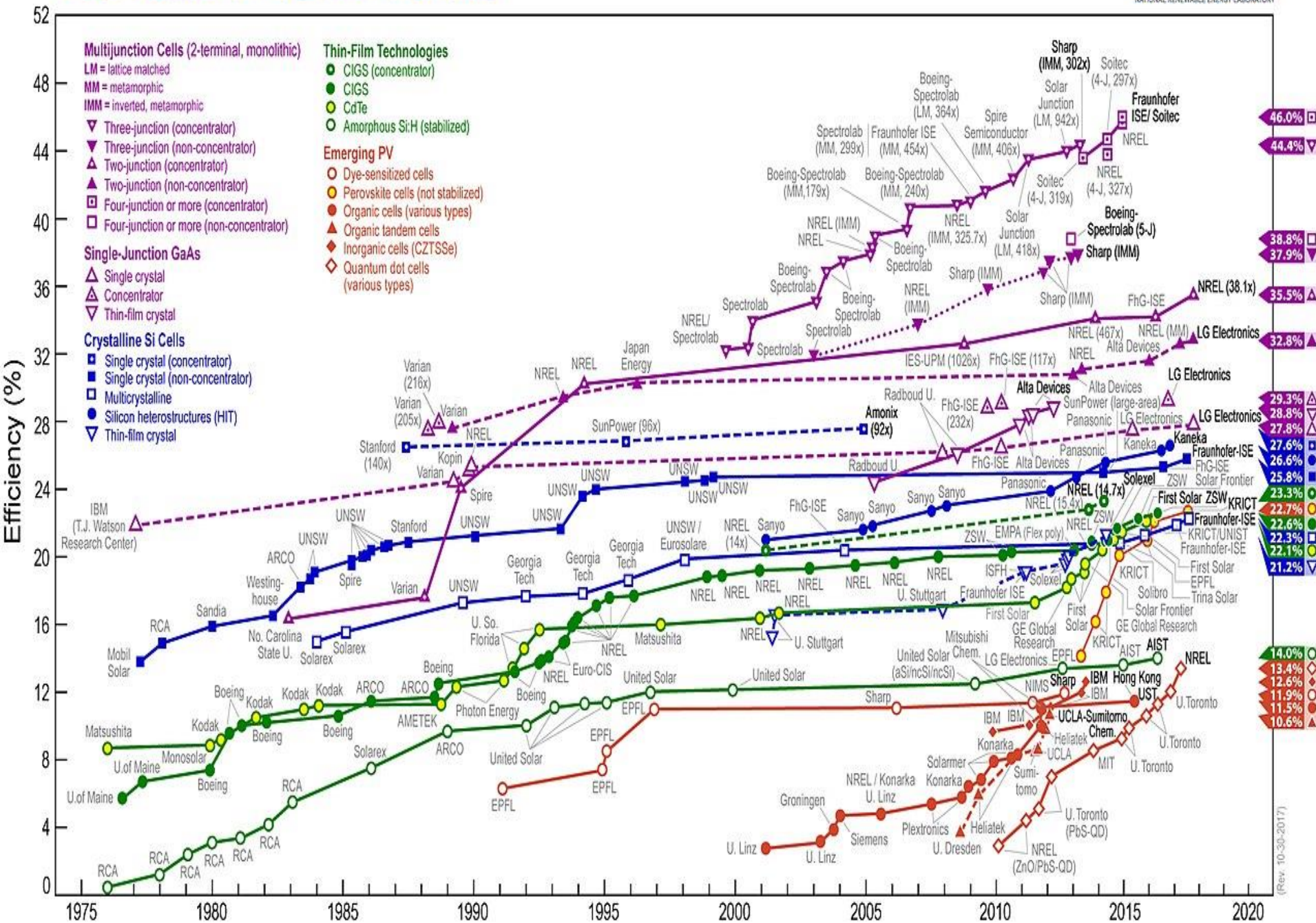
Inne wady wiatraków:

- **Wysokie koszty wytwarzania energii (konieczne dotacje)**
- **Brak koncepcji utylizacji**

Energetyka solarna

- W ostatnich latach efektywność ogniw słonecznych poprawiono ~10×, od kilku % do 46%
- Teoretycznie można jeszcze poprawić 2×, **ale nie więcej!**
- Limitem będzie potrzebna powierzchnia – **nie zwiększymy energii jaką Słońce oświetla 1m² powierzchni Ziemi**
- Cykl dzień-noc i zmiany pogody powodują, że energia solarna nie jest przydatna w podstawie mocy.
 - Może być przydatna do kompensacji zapotrzebowania na klimatyzację – potrzebujemy chłodzić kiedy Słońce silniej świeci
 - Przydatna do zasilania małych urządzeń z dala od sieci (znaki drogowe, ...)
- Problem rozwiązałyby magazynowanie energii, ale to nie może być opłacalne (zob. niżej)
 - Ekonomiczny magazyn energii stanowią stopione sole w elektrowniach zwierciadlanych, gdyż nie ma strat na konwersję energii – pozyskujemy, przechowujemy i wykorzystujemy ciepło. Ale skala za mała na potrzeby systemowe kraju.

Best Research-Cell Efficiencies



(Rev. 10-30-2017)

Mit magazynów energii

- „Słońce świeci i wiatr wieje za darmo. Magazynując energię rozwiążemy problemy energetyczne.”
- W przyrodzie obowiązuje zasada zachowania energii. „Wytwarzaniem energii” nazywamy jej wychwyt i przekształcanie do użytecznej formy.
- Każda energia (wiatr, węgiel, uran) „jest” za darmo. Kosztuje jej pozyskanie (kopalnia, wiatrak) i przekształcenie do użytecznej postaci (kocioł, turbina)
- Wykorzystując bezpośrednio energię wyprodukowaną, za jej przekształcenie płacimy raz. Magazynując po drodze, przekształcamy i płacimy trzy razy.
- Magazynując energię marnujemy jej część na <100% efektywność ładowania i rozładowywania magazynu

Mit magazynów energii

- Bariera do stworzenia magazynów energii dla dużych systemów energetycznych (>1000 MW, >100 GWh = 4 dni) nie są problemy technologiczne (te można pokonać) ale **podstawowe prawa fizyki**

Forma energii	Magazyn	Gęstość energii [Wh/kg]	Masa magazynu 100 GWh	Największy istniejący
grawitacja	zbiornik wodny	0,1 – 0,3	500 000 000 t	44 GWh Bath County US
ciepło	stopiona sól	100 - 200	700 000 t	1,7 GWh Solana, Gila Bend US
chemiczna	bateria Li-ion	100 - 250	600 000 t	0,13 GWh Tesla, Australia
chemiczna	węgiel/ropa/gaz	8 000 - 14 000	10 000 t	350 GWh – typowy zapas węgla w elektrowni
jądrowa	uran	20 000 000 000	0,25 t	9000 GWh - typowy zapas uranu w elektrowni

Największa farma baterii Tesla daje 1000 MW przez 8 min.

Potrzeba 1000× więcej.

1 MJ = 278 Wh; 1 Wh = 0.0036 MJ

Koszty niemieckiej Energiewende

- Składniki ceny energii dla gospodarstw: **30% energia**, **20% przesył**, **50% podatki**
- W 2012 wyprodukowano energię „odnawialną” za **3 mld €**, **zapłacono** za nią **20 mld €**
- Wg ministra środowiska P.Altmaiera koszty subwencji do 2040 wyniosą **bilion €**
- Wg organizacji konsumenckich **10%-15% obywateli** ma problemy z opłatami
 - w 2012 r odcięto od prądu **312 000 gospodarstw**

I co dalej? ...

Koszty społeczne „źródeł odnawialnych”

- W Niemczech subwencje do energetyki wiatrowej i słonecznej wynoszą 26 mld € /rok
- **Obciąża to średnio jedną rodzinę 1300 € / rok czyli ok 500 zł miesięcznie**

RODZINA
500-



Dlaczego Niemcy rezygnują?

- **Powodem nie była Fukushima 11.03.2011**
 - **Trzęsienia ziemi i tsunami nie grożą w RFN**
 - **Decyzja przygotowywana była wcześniej**
- **Przyczyną było uruchomienie NordStream**
 - **Pierwsza nitka położona 4.05.2011**
 - **Przepustowości NordStream zakładały konieczność zastąpienia elektrowni jądrowych gazowymi**
 - **Bez wyłączenia jądrowych byłby nieopłacalny**

Gaz kontra atom

- 1997 Gazprom i Neste/Fortum tworzą NorthTransgas
- 1998 NorthTransgas planuje trasę gazociągu
- 1998.10 Schroeder kanclerzem
- 2000 Putin obejmuje władzę w Rosji, I-sza wizyta w RFN
- 2000 rząd RFN ogłasza plan wyłączenia 19 EJ do 2020 „phase-out”
- 2001.04 Gazprom+ rozpoczyna studium wykonalności NordStream
- 2002.11 Gazprom ogłasza harmonogram budowy NordStream
- 2002 phase-out EJ wchodzi w życie
- 2005.05 Schroeder spędza kilka dni w Rosji z Putinem
- 2005.09 podpisanie umowy NordStream w Berlinie
- 2005.10 Schroeder przyznał 1 mld € rządowej gwarancji na kredyt Gazpromu dla NordStream
- 2005.11 Schroeder odchodzi z rządu, władzę przejmuje Merkel
- 2005.12 Schroeder szefem rady NordStream z pensją >1.5M€ rocznie
- 2005 przed wyborami Merkel obiecuje renegotjowanie zamknięcia EJ, ale ceną koalicji było podtrzymanie decyzji o zamykaniu EJ
- 2008.08 Gazprom zatrudnia byłego premiera Finlandii
- 2009.11 Finlandia zgadza się na NordStream
- 2009 Merkel wygrywa wybory przy wsparciu FPD
- 2010 przedłużenie eksploatacji 17 EJ o 8-14 lat
- 2011.05.04 położenie pierwszej nitki NordStream
- 2011.05.30 Rząd Merkel ogłasza, że 17 EJ będzie wyłączonych do 2022



Wikipedia o dyrektorze Nord Stream AG

Matthias Warnig

From Wikipedia, the free encyclopedia

Matthias Warnig (born 26 July 1955) is a former member of the Stasi and currently the Managing Director (CEO) of the Nord Stream AG, a company for construction and operation of the Nord Stream submarine gas pipeline from Russia to Germany.

In 1974 Warnig started his career at the Stasi, the secret police of communist East Germany.^{[1][2]}

Warnig allegedly worked with KGB agent Vladimir Putin.



Matthias Warnig 

Rosjanie chcą 10 proc. niemieckiego rynku prądu

Energetyka

Nino Dzikija

nino.dzikija@infor.pl

Rosja proponuje Niemcom zawarcie paktu energetycznego. Po uruchomieniu w ubiegłym tygodniu Gazociągu Północnego teraz pora na realizację wspólnych projektów elektroenergetycznych – przekonywał w opublikowanym wczoraj w „Süddeutsche Zeitung” wywiadzie rosyjski minister energetyki Siergiej Szmatko.

Aby pokryć deficyt energii, który powstanie w wyniku całkowitego odejścia od atomu, Niemcy planują budowę nowych elektrowni konwencjonalnych, głównie gazowych. Mimo że rząd zapowiada utworzenie

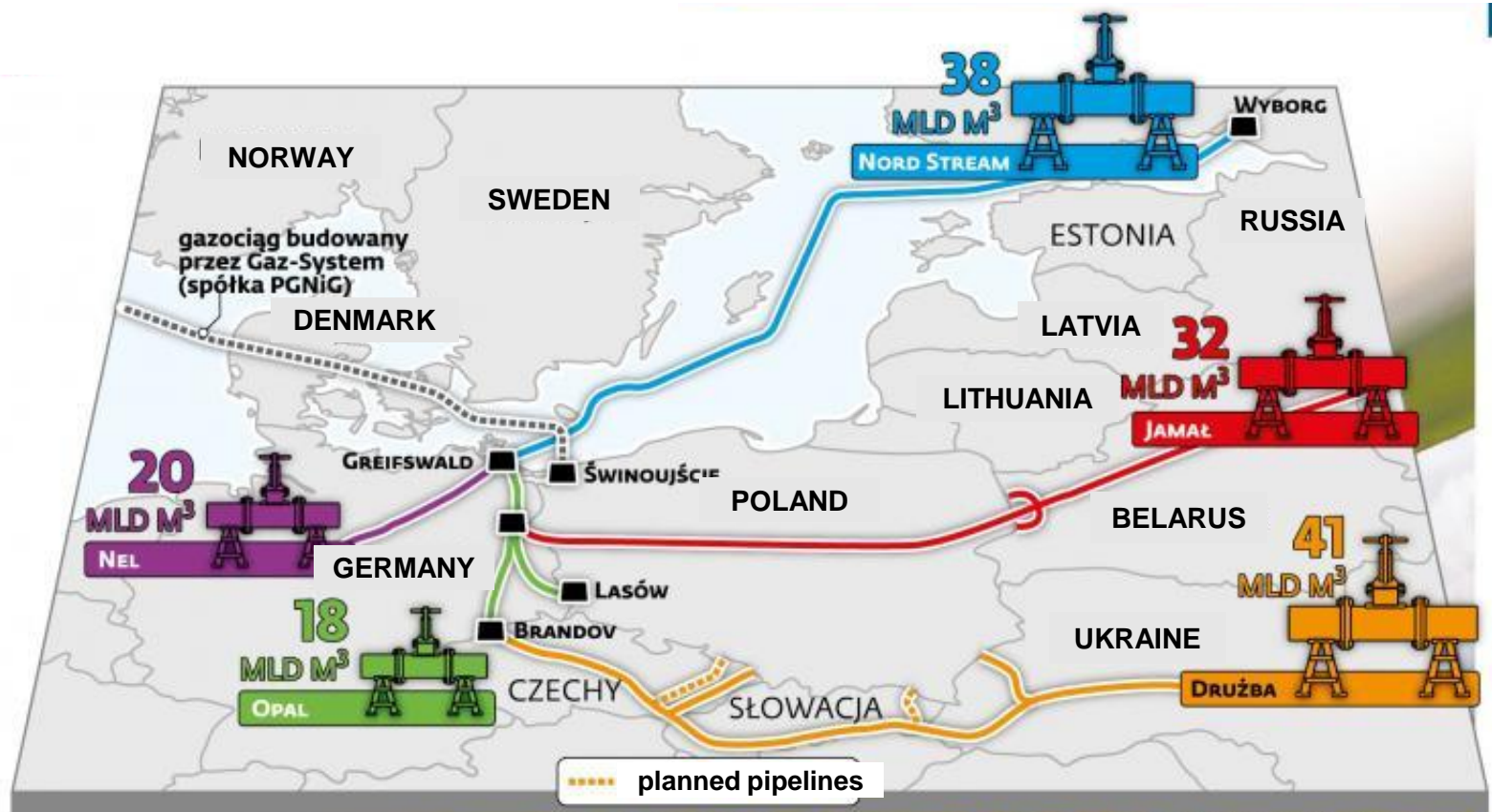
Vattenfall) wzrośnie o kolejne 20 mld euro.

Tymczasem jak wyliczają eksperci, w ciągu najbliższej dekady na budowę co najmniej 10 siłowni Niemcy muszą znaleźć około 15 mld euro. Taką sumę zamierza przekazać Moskwa. – Jesteśmy gotowi sfinansować wielkie projekty – zapewniał Szmatko. Same tylko joint-venture Gazpromu z RWE przyniesie Niemcom 10 mld euro inwestycji. W zamian Rosjanie zyskają kontrolę nad kolejnym ogniwem w łańcuchu zaopatrzenia Europy w energię – produkcją prądu. Wczoraj o kupnie niemieckiej firmy energetycznej i telekomunikacyjnej Envacom Services GmbH poinformowała spółka córka koncernu Gaz

Gas as a political weapon

Gas pipelines in Central Europe

Use
in
2016



Zródło: PGNiG NS
fot. Shutterstock

Nord Stream & OPAL and not fully used.
OPAL & Nord Stream 2 are needed only
to bypass Poland & Ukraine.

Energia a suwerenność kraju

- **Energia i surowce do jej produkcji to dziś narzędzia do rozgrywek politycznych używane częściej niż armie.**
 - **Rosja ma to zapisane w swojej doktrynie**
- **Niezależność energetyczna jest kluczowa nie tylko dla konkurencji gospodarki, ale dla suwerenności kraju**
 - **Rosja redukowała dostawy gazu po krytyce aneksji Krymu**
- **Dlatego inwestycje w energetyce należy traktować jak inwestycje zbrojeniowe**
 - **Ważniejsze cele strategiczne niż rachunek ekonomiczny**
 - **Koszty powinny decydować tylko o wyborze technologii**
- **Zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego to odpowiedzialność państwa, nie firm**
 - **„Klientem” firm energetycznych powinno być przede wszystkim państwo. Firmy zbrojeniowe nie sprzedają karabinów żołnierzom.**

Rynek energii

- Rynek energii w UE został „popsuty” dotacjami dla OZE
- **Obecnie budowa elektrowni w żadnej technologii nie jest opłacalna bez dotacji**
- **Jedynie racjonalne decyzje firm energetycznych w tej sytuacji to**
 - Inwestycja w technologie dotowane
 - Zaprzestanie produkcji energii
- **Doprowadzi to do konieczności importu, wzrostu cen energii i utraty konkurencyjności polskiej gospodarki**
 - Nie tylko przemysłu ciężkiego. Najbardziej energochłonną dziedziną gospodarki jest dziś informatyka
- **Konieczna interwencja państwa (najlepiej systemowa)**

Mity energetyczne

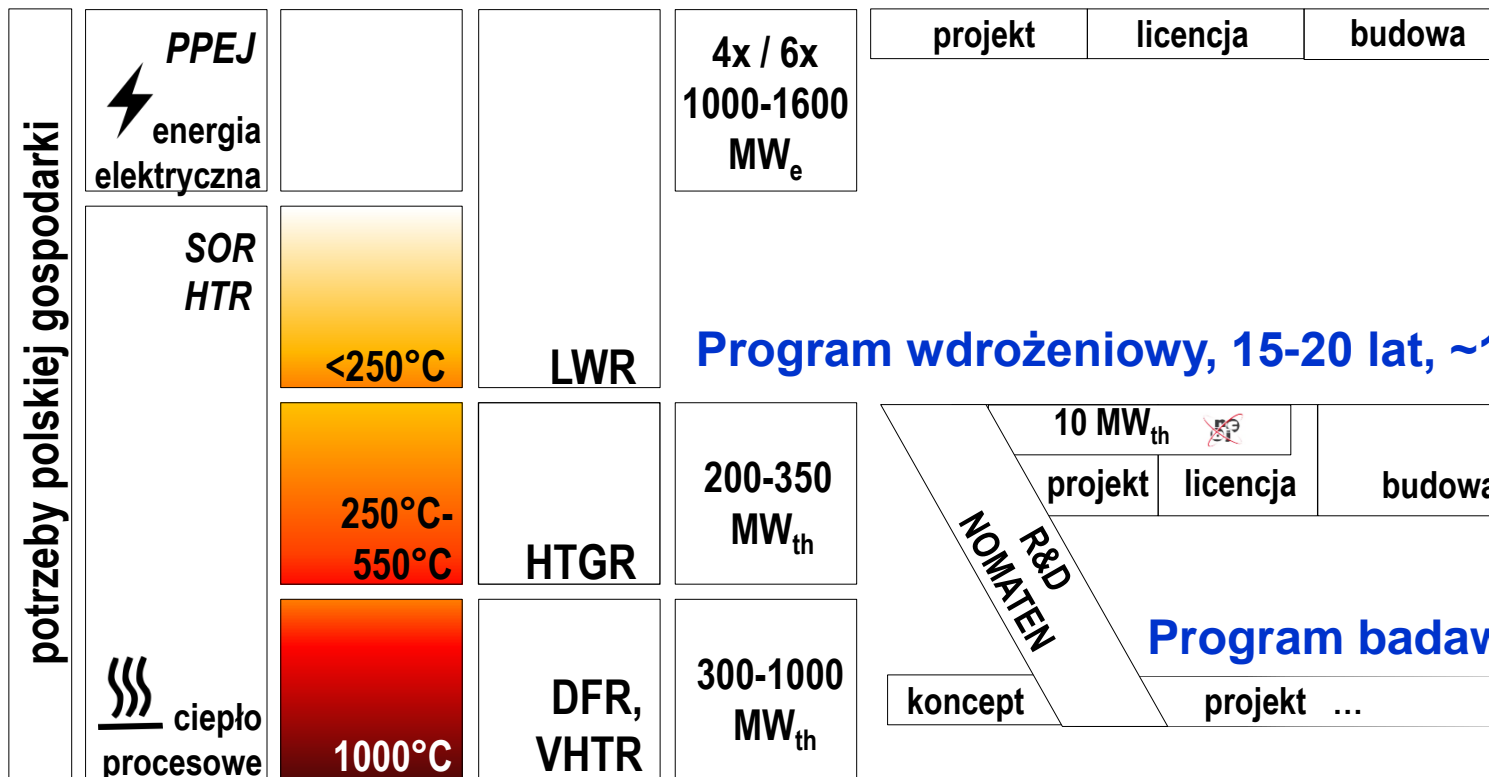
- **Mit darmowych źródeł odnawialnych**
 - „Wiatr i słońce są za darmo”
 - Każda energia jest za darmo, kosztuje jej wychwyt i przetwarzanie. Drogie dla wiatru i słońca.
- **Mit magazynów energii**
 - Wiatraki i panele nie działają ciągle. W Niemczech wiatr dał 18% a słońce 10% mocy nominalnej
 - Muszą mieć „backup” konwencjonalny, pracujący ~60-80% czasu, co czyni go nieopłacalnym.
 - Rozwiązaniem byłyby magazyny energii, ale skala systemu krajowego jest nieosiągalna.
 - Prawa fizyki ograniczają gęstość zmagazynowanej energii, a tym samym pojemność magazynu.
- **Mit rynku energii**
 - Rynek energii jest zaburzony dotacjami. Ceny w hurcie spadają, w detalu rosną.
 - Nie opłaca się budowa elektrowni w żadnej technologii bez dotacji.
 - Racjonalną decyzją firm energetycznych jest zaprzestanie produkcji. A co z gospodarką?
- **Mit „przestarzałej technologii jądrowej”**
 - Energetyka jądrowa to najbardziej zaawansowana technologia produkcji energii
 - Łączna moc elektrowni jądrowych na świecie nieustannie rośnie. W EU 26% energii elektrycznej
 - Konsekwentnie wycofują się jedynie Niemcy, co kosztuje średnio rodzinę 500zł miesięcznie.
- **Mit SMR (Małe Reaktory Modułowe) i innych „nowych technologii”**
 - SMR mają wiele zalet, ale nie istnieją. Pierwszy prototyp za ~12-15 lat.
 - Zamiast kilku reaktorów >1GW_e potrzeba kilkadziesiąt SMR. Łączny koszt 2-3x większy.
 - Czekanie na nowe technologie to najlepszy sposób na blokadę inwestycji i konieczność importu

Planowanie inwestycji energetycznych

- Inwestycje w energetyce należy planować na 15-20 lat naprzód
- W takiej perspektywie czasowej można planować:
 - Inwestycje kluczowe dla systemu krajowego (>1000 MW) tylko w technologiach wdrożonych (TRL=9-10)
 - Inwestycje mniejsze (<1000 MW) w technologiach przetestowanych (TRL=7-8)
- Technologie w fazie B+R można rozważać tylko w perspektywie dalszej niż 20 lat.

Jądrowa mapa drogowa Polski

Program inwestycyjny, 10-15 lat, ~100 mld zł



2015 2020 2025 2030 2035 2040

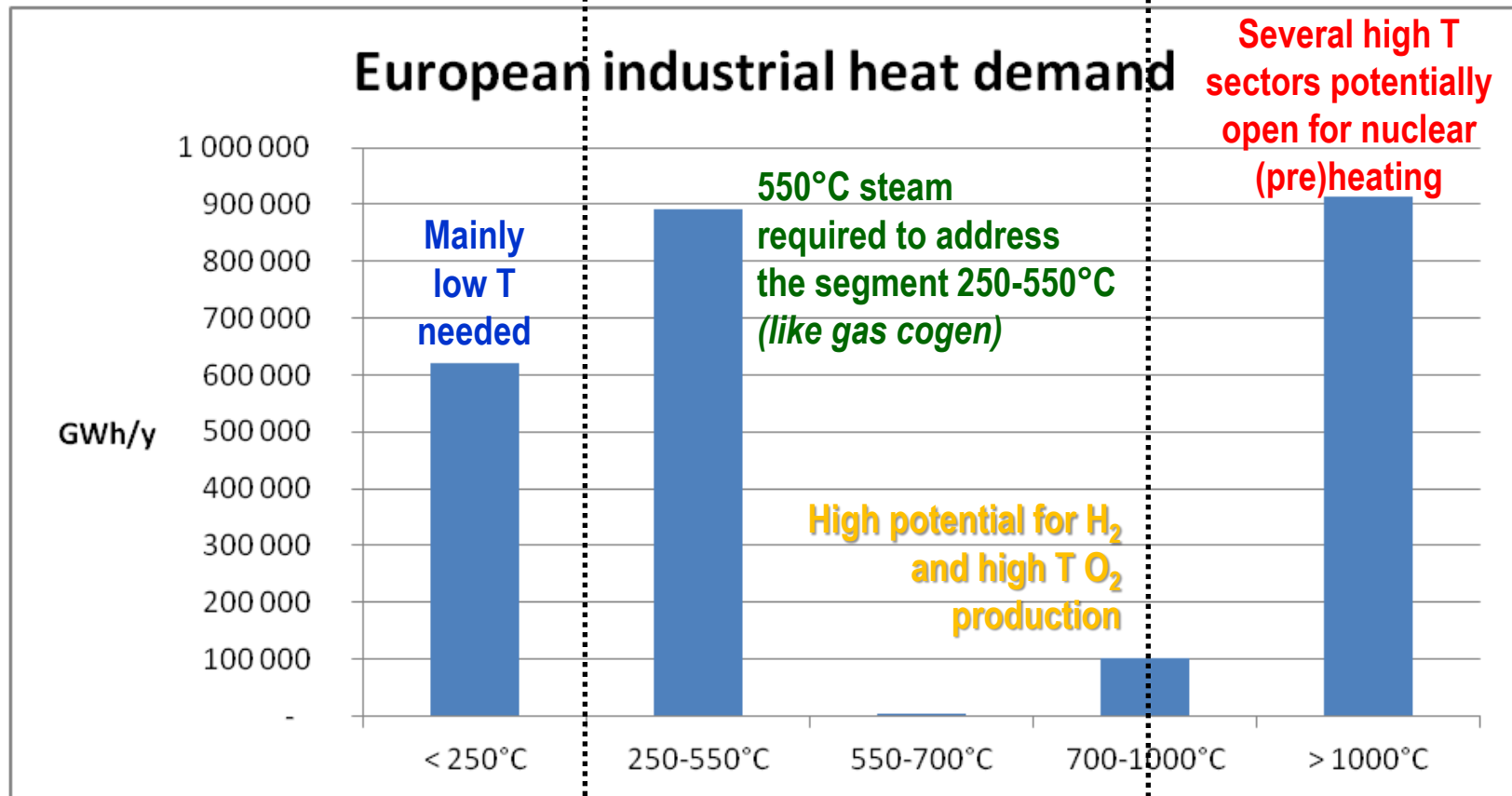
Zapotrzebowanie na ciepło

LWR, FBR
District heating, pulp & paper, desalination

HTGR

Chemicals, refining, H₂, steelmaking, soda ash, lime, glassmaking, industrial gases, etc.

VHTR, DFR



*Reactors mature
+ experience in cogen*

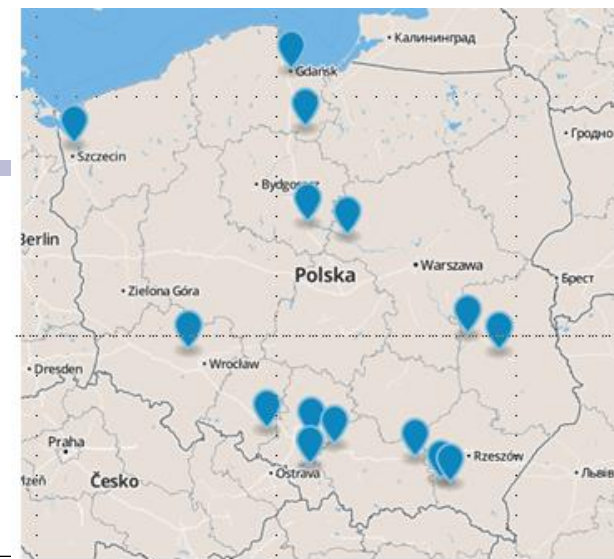
*Proven reactor technology,
high potential for cogen*

Long-term

Source: EUROPAIRS study on the European industrial heat market

Zapotrzebowanie w Polsce

- 13 największych zakładów chemicznych w Polsce potrzebuje 6500 MW ciepła o $T=400-550^{\circ}\text{C}$
- Rocznie zużywają 200 TJ, co odpowiada spaleniu >5 mln t gazu ziemnego lub oleju opałowego
- Zastąpienie przez HTGR zmniejszyłoby emisję CO_2 o 14-17 mln t rocznie
- Łącznie potrzeba 10-20 HTGR w PL, kilkaset w UE, kilka tys. na świecie

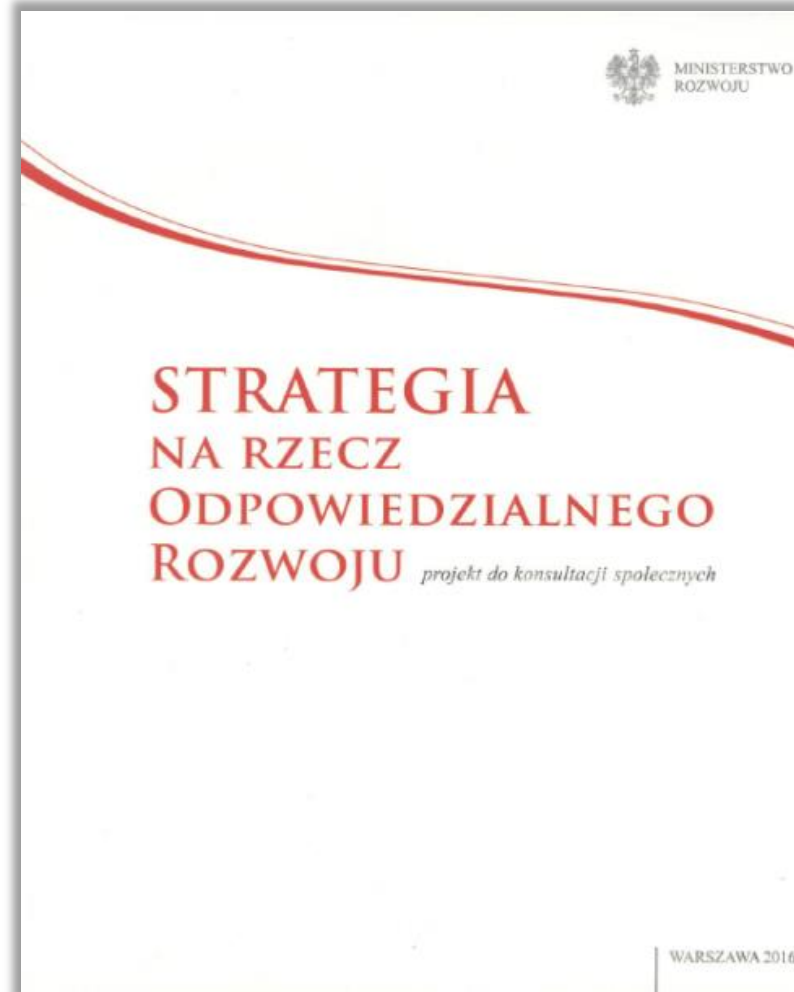


Plant	Boilers	MW
ZE PKN Orlen S.A. Płock	8	2140
Arcelor Mittal Poland S.A.	8	1273
Zakłady Azotowe "Puławy" S.A.	5	850
Zakłady Azotowe ANWIL SA	3	580
Zakłady Chemiczne "Police" S.A.	8	566
Energetyka Dwory	5	538
International Paper - Kwidzyn	5	538
Grupa LOTOS S.A. Gdańsk	4	518
ZAK S.A. Kędzierzyn	6	474
Zakl. Azotowe w Tarnowie Moszczicach S.A.	4	430
MICHELIN POLSKA S.A.	9	384
PCC Rokita SA	7	368
MONDI ŚWIECIE S.A.	3	313

HTR w SOR

- 14.07.2017 Rząd opublikował „Strategię na rzecz odpowiedzialnego rozwoju”
- Jako jeden z priorytetowych programów wymieniono:

Przygotowanie, przy wykorzystaniu polskiego potencjału przemysłowego i naukowego, wdrożeń wysokotemperaturowych reaktorów jądrowych HTR do produkcji ciepła przemysłowego w skojarzeniu oraz wsparcie polskich badań i rozwoju materiałów dla IV generacji reaktorów.



Zespół Ministra Energii ds. HTR

13.07.2016 Minister Energii powołał „Zespół ds. analizy i przygotowania warunków do wdrożenia wysokotemperaturowych reaktorów jądrowych (HTR)”.

Przewodniczący: G.Wrochna

Członkowie reprezentowali:

- Naukę: NCBJ, Uniw. Szczeciński
- Firmy inżynierskie: Energoprojekt, Prochem
- Odbiorców ciepła: Azoty, Orlen, Enea, Tauron, KGHM

Współpracowali przedstawiciele: PAA , NCBR, PKO BP

Raport opublikowany w styczniu 2018 na me.gov.pl/node/28011

- Dokonano oceny potrzeb krajowych i eksportowych
- Zarekomendowano technologię HTGR i parametry reaktora
- Oszacowano koszty i korzyści ekonomiczne
- Zidentyfikowano potencjalne bariery i ryzyka
- Zaproponowano plan wdrażania

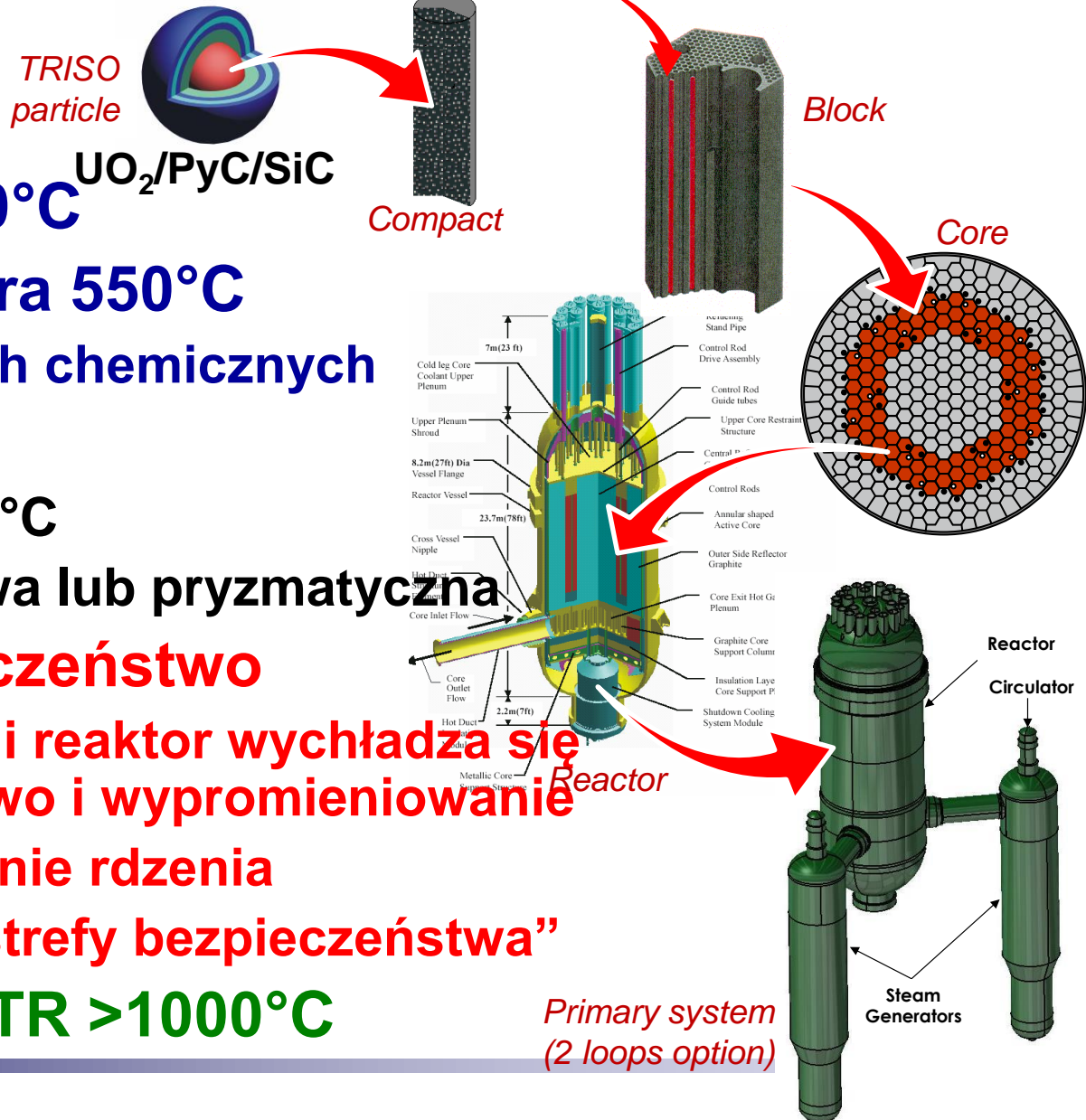


Zespół Ministra Energii ds. HTR

Konkluzje Zespołu zbieżne z konkluzjami ekspertów międzynarodowych:

- **SNETP - Sustainable Nuclear Energy Technology Platform** „Deployment Strategy”, 2015, www.snetp.eu/publications
- **OECD Nuclear Energy Agency** „Nuclear Innovations 2050”, www.oecd-nea.org/ndd/ni2050
- **IAEA - International Atomic Energy Agency** “Industrial Applications of Nuclear Energy”, IAEA Nuclear Energy Series No. NP-T-4.3, 2017.
- **Rząd Wielkiej Brytanii:** “Small Modular Reactors: Techno-Economic Assessment”, 2017 www.gov.uk/government/publications/small-modular-reactors-techno-economic-assessment

High T Gas-cooled Reactor (HTGR)



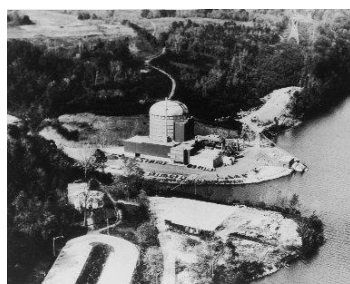
- Chłodziwo: hel 700°C
- Obwód wtórny: para 550°C
 - typowa w zakładach chemicznych
- Paliwo TRISO
 - Wytrzymuje > 1600°C
 - Konfiguracja kulowa lub pryzmatyczna
- Inherentne bezpieczeństwo
 - W przypadku awarii reaktor wychładza się przez przewodnictwo i wypromieniowanie
 - Nie możliwe stopienie rdzenia
 - Nie ma potrzeby „strefy bezpieczeństwa”
- W przyszłości: VHTR >1000°C

Technologia HTGR wszechstronnie sprawdzona, ale nie dostępna komercyjnie. Wdrożenie na skalę przemysłową byłby przełomem w energetyce światowej.

▶ Test reactors



DRAGON, U.K. Peach Bottom, US
20 MW
1963-76



AVR, Germany
15 MWe
1967-88



HTR-10, China
10 MWth
since 2000



HTTR, Japan
30 MWth
since 1998

▶ Industrial prototypes



Fort Saint-Vrain, US
300 MWe
1976-89



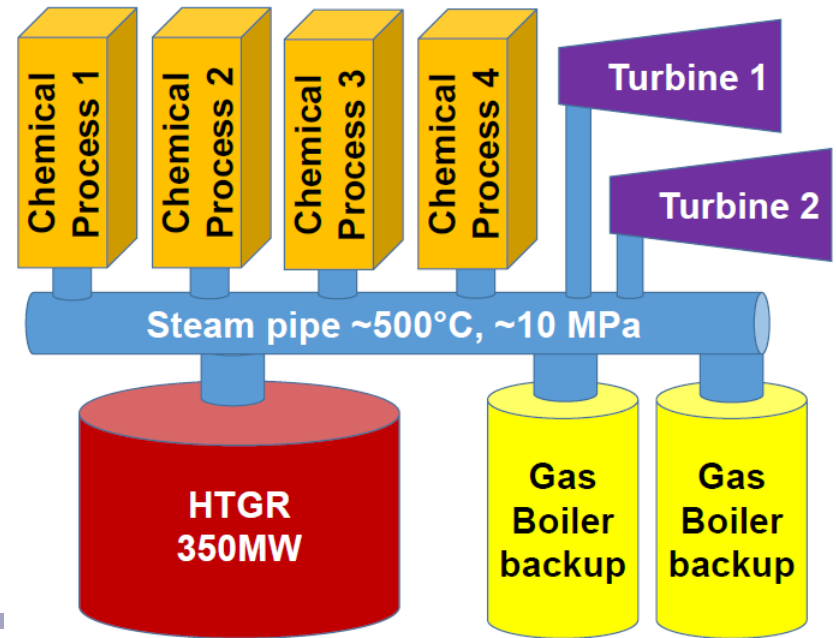
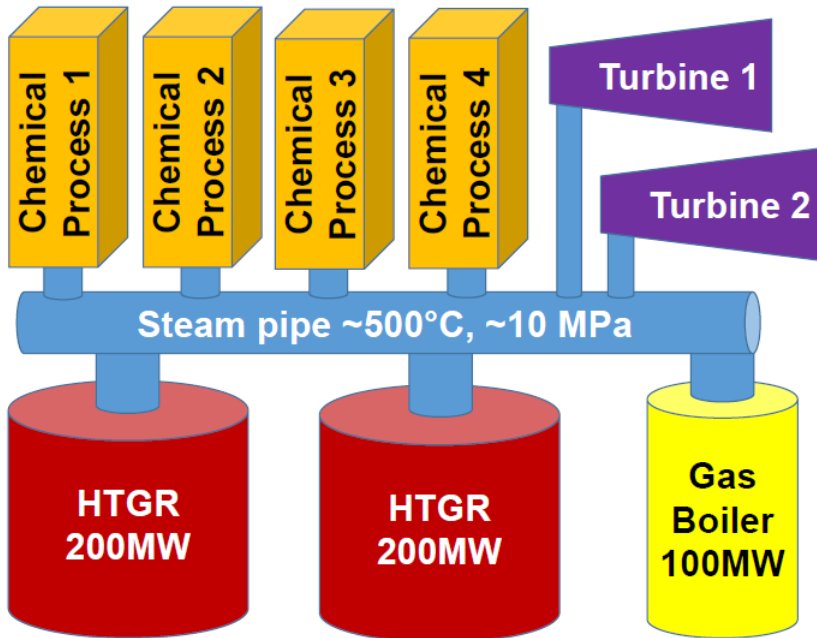
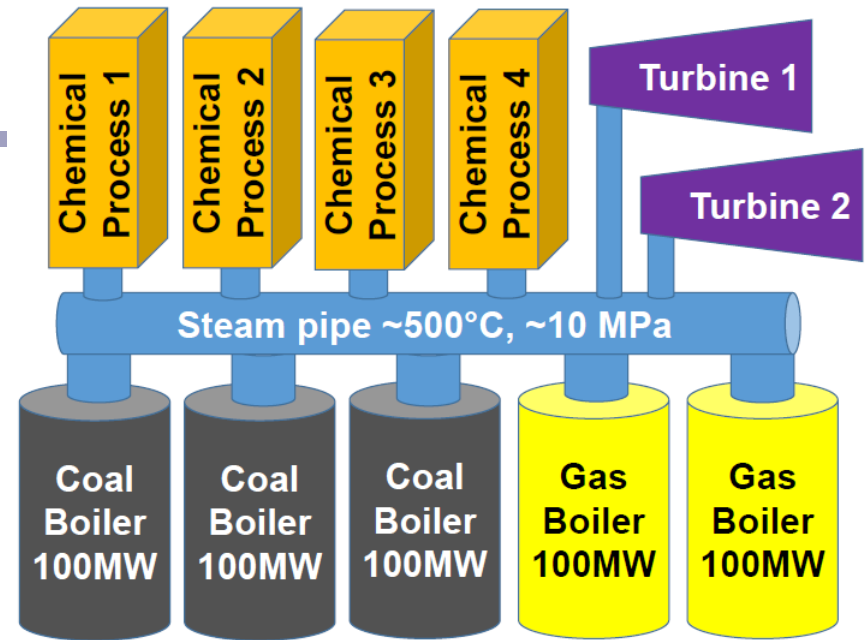
THTR, Germany
300 MWe
1986-89



HTR-PM, China
2 x 106 MWe
2017?

HTGR w systemie

Wymiana starych kotłów gazowych/węglowych na HTGR, bez zmian w istniejących instalacjach



Koszt projektowania i budowy HTGR

- Koszt zaprojektowania i licencji ogólnej: ~500 mln zł
 - Praktycznie nie zależy od mocy reaktora
- **Koszt budowy obliczono skalując koszty większych modeli do 165 MW_{th}:**

Moc oryginalna [MW _{th}]	600	2×250	350	165
Typ	blokowy pryzmatyczny			kulowy
Koszt 165 MW _{th} [Mzł]	2500	1900	1750	1550

- Koszt HTGR blokowego powinien być 5-10% niższy niż kulowego
- **Zmniejszenie mocy spowoduje przekroczenie barier technologicznych skokowo obniżając koszt**
 - np. zbiornik wykonany w całości w hucie (walcowany)
- **Do analiz ekonomicznych przyjęto wariant środkowy, bliski 2000 mln zł**
 - Rozrzut ±500 mln zł jest miarą niepewności oszacowania
- **Koszt budowy zawiera 10% kosztu projektowania**

Opłacalność ekonomiczna

Porównano koszt pary 540°C, 13.8 MPa z kotłów na gaz, węgiel i HTGR 165 MW_{th}, 230 t/h. Przyjęto aktualne ceny paliw, 60 lat pracy, a dla HTGR - 15 dni przestoju w roku, 80% wykorzystania mocy, koszt projektowania rozłożony na 10 sztuk. Największe niewiadome to dostępność i cena gazu, opłaty za CO₂, oraz koszt pieniądza.

	koszt pary LCOE zł/GJ				F-NPV Mzł		E-NPV Mzł	
	8%		4%		8%	4%	8%	4%
Koszt pieniądza	8%		4%		8%	4%	8%	4%
Cena emisji tony CO ₂	20€	50€	20€	50€	50€		50€	
Kocioł węglowy OP-230	27	37	25	35	158	619	-91	-119
Kocioł gazowy OG-230	37	43	36	42	20	144	4	98
HTGR 165 MW	55	55	36	36	-268	538	-268	538

Dla stopy 4% koszt pary z HTGR ≈ z gazu, nieco większy niż z węgla
 Niepewności powodują, że decyzja o uruchomieniu programu powinna
 uwzględniać pełną analizę ryzyk, a nie tylko wskaźniki ekonomiczne.

Reaktor eksperymentalny 10 MWth w Świerku

- Projekt HTGR, ze względu na swoją złożoność może napotkać opóźnienia we wdrażaniu, tym bardziej, że obecne przepisy oraz procedury licencjonowania przystosowane są do reaktorów wodnych.
- W tej sytuacji, najlepszym sposobem na mitygację ryzyka w realizacji projektu HTGR jest budowa europejskiego reaktora eksperymentalnego małej mocy. Umożliwiłoby to podbudowanie analiz bezpieczeństwa dużego HTGR bezpośrednimi pomiarami oraz symulacjami walidowanymi na małym reaktorze. Prace nad takim reaktorem byłyby też znakomitym polem przygotowania kadr i łańcucha dostaw do dużych reaktorów.
- **Wieloletni program badawczy reaktora obejmowałby m.in.**
 - badanie starzenia się materiałów poddawanych promieniowaniu, wysokiej temperaturze i dużej prędkości przepływu helu,
 - eksperymentalne wsparcie rozwoju oprogramowania do obliczeń i symulacji reaktorów HTGR,
 - testy nowych rozwiązań technologicznych, w szczególności nowych rodzajów paliwa.
- Harmonogram: projekt 2018-20, zgody 2020-21, budowa 2022-25

Projekt i budowa HTGR 165 MW_{th}

Etap	Czas	Prace / kamienie milowe	Zespół	Koszt [mln zł]
1	2018	Studium prekonceptyjne: <ul style="list-style-type: none"> • Mobilizacja • Due dilligence partnerów zagranicznych • Kontrakty z partnerami zagranicznymi • Prace prekonceptyjne, kosztorys • Pogłębiona analiza ekonomiczna 	10-20 osób	10
2	2019-23	Projekt reaktora		500
2a	2019-20	<ul style="list-style-type: none"> • Projekt koncepcyjny <ul style="list-style-type: none"> ○ Raport opcji bezpieczeństwa 	40-70 osób	50
2b	2020-21	<ul style="list-style-type: none"> • Projekt wstępny <ul style="list-style-type: none"> ○ Wstępny raport analizy bezpieczeństwa 	50-80 osób +podwyk.	150
2c	2022-23	<ul style="list-style-type: none"> • Projekt finalny <ul style="list-style-type: none"> ○ Końcowy raport analizy bezpieczeństwa 	60-90 osób +podwyk.	300
3	2023-31	Budowa pierwszego HTGR		2000
3a	2023-26	<ul style="list-style-type: none"> • Przygotowanie terenu, uzyskanie zgód 		500
3b	2026-31	<ul style="list-style-type: none"> • Budowa i uruchomienie reaktora 		1500