



IX Konferencja Naukowo-Techniczna  
**OCRONA ŚRODOWISKA  
W ENERGETYCE 2014**  
17-18 lutego, Hotel Angelo Katowice

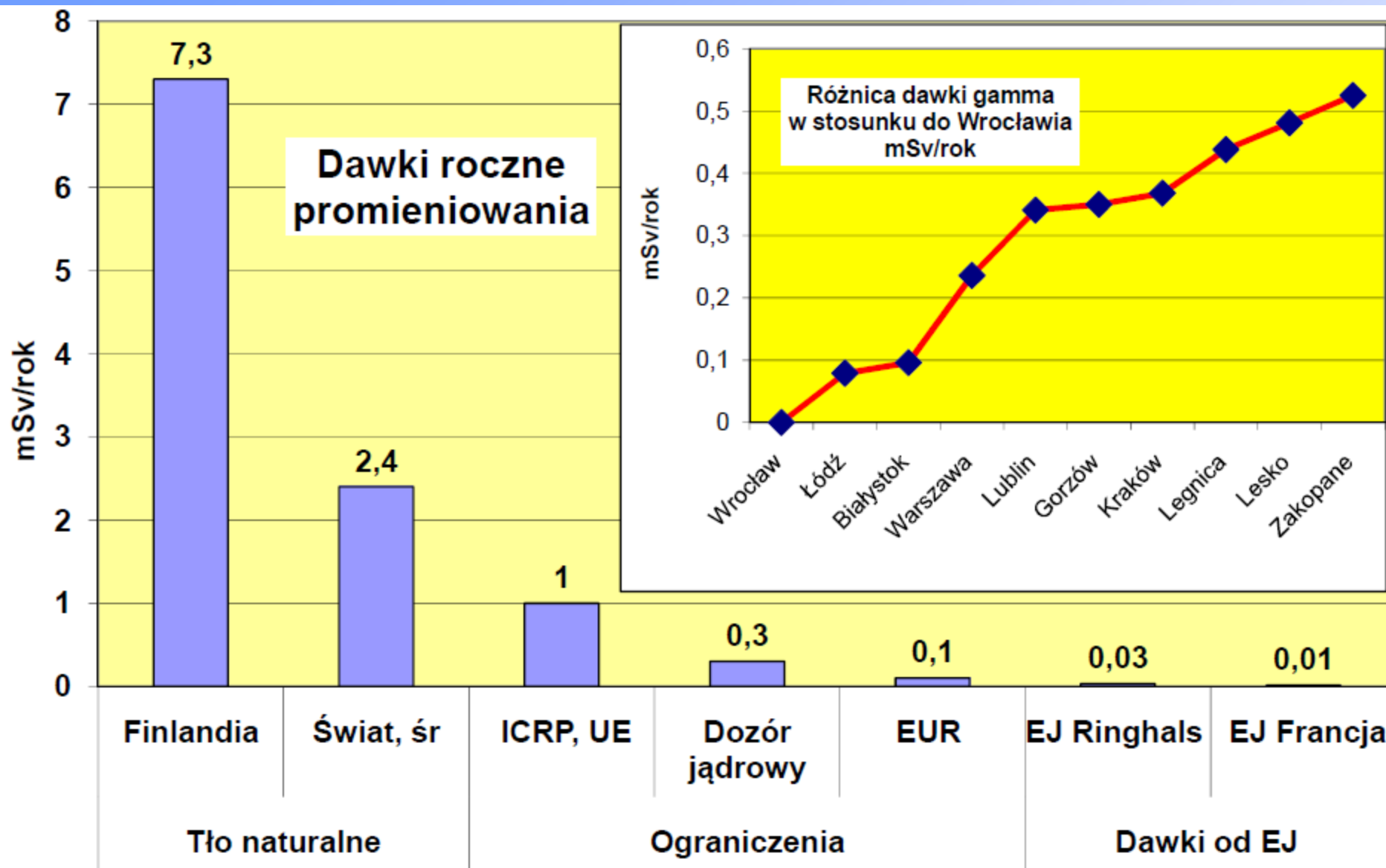
# **WPŁYW ELEKTROWNI JĄDROWEJ NA ŚRODOWISKO**

**Dr inż. A. Strupczewski, prof. nadzw NCBJ**  
Viceprzes Stowarzyszenia Ekologów  
Na Rzecz Energii Nuklearnej SEREN-Polska  
[A.Strupczewski@cyf.gov.pl](mailto:A.Strupczewski@cyf.gov.pl)

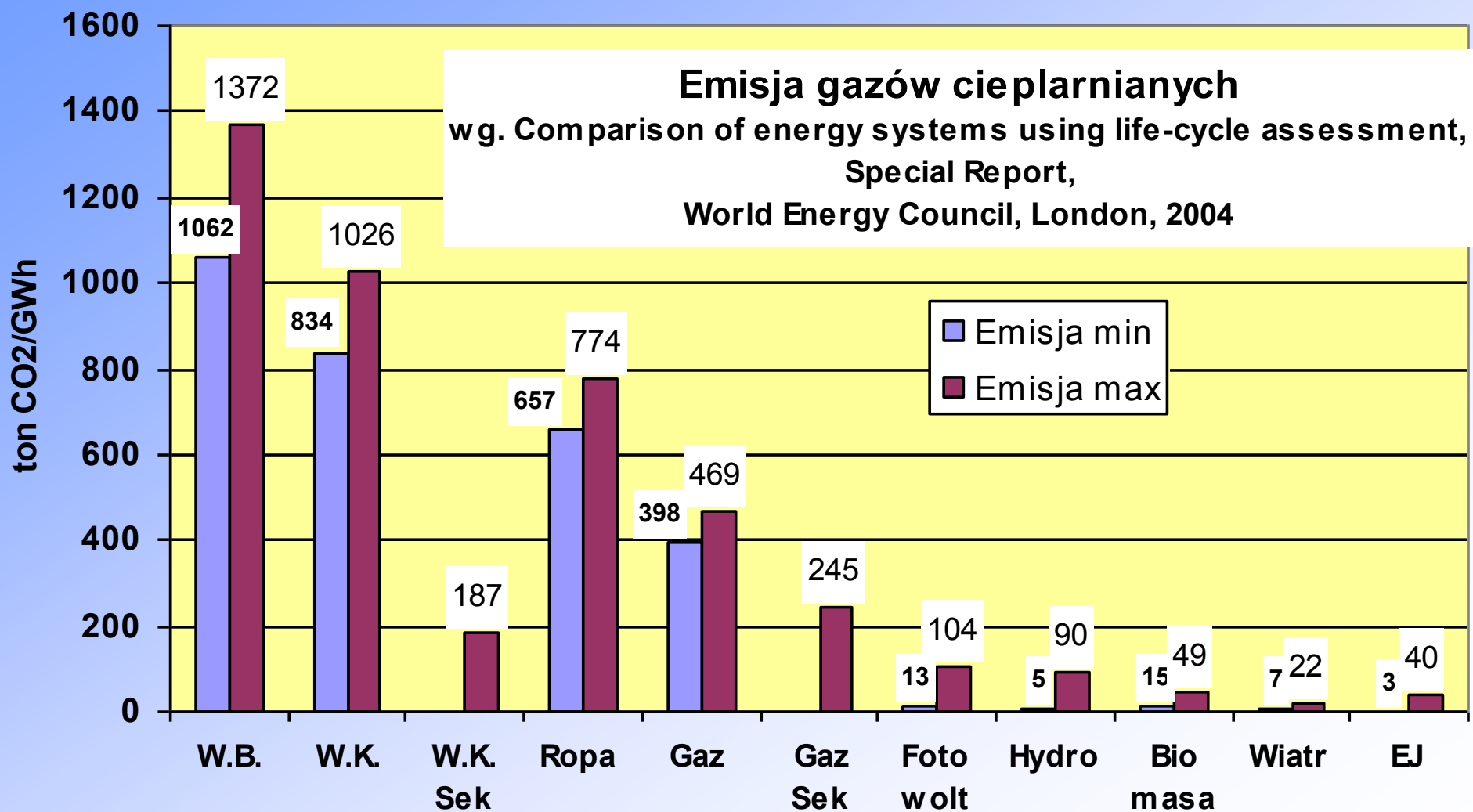
**Elektrownie jądrowe – to czyste niebo i woda, tania energia elektryczna i zachowanie węgla dla przyszłych pokoleń**



# Dawki od EJ mniejsze niż różnice między miastami w Polsce



# EJ nie powodują emisji CO2

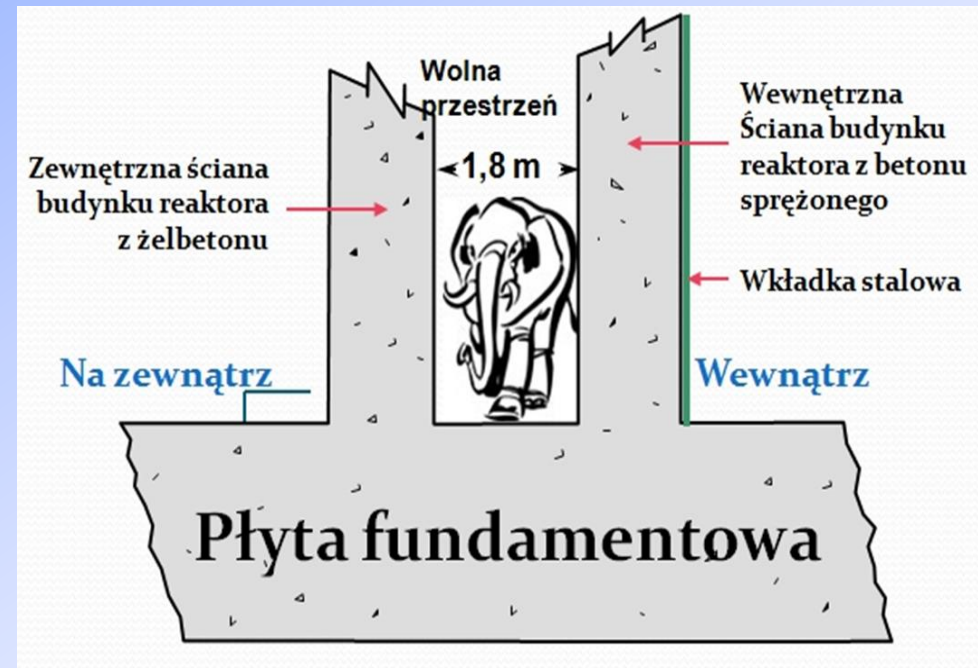




# Awaria taka jak w Czarnobylu nie może zdarzyć się w reaktorach PWR lub BWR

Po awarii w reaktorze w Czarnobylu moc wzrosła, a w reaktorze PWR moc maleje. Reaktor PWR ma wbudowane cechy bezpieczeństwa, oparte na zjawiskach naturalnych.

Reaktor w Czarnobylu nie miał obudowy bezpieczeństwa – reaktor PWR ma potężną obudowę



Obudowa bezpieczeństwa reaktora III generacji, np. EPR, wytrzymuje uderzenie największego samolotu pasażerskiego lub samolotu wojskowego.

# Katastrofa w Japonii to skutek trzęsienia ziemi, nie awarii reaktorów

---

- Fakty:
- W największym w historii Japonii trzęsieniu ziemi i tsunami uległa zniszczeniu EJ Fukushima ze starymi reaktorami BWR
- Powód- niedostateczne zabezpieczenie przed falą tsunami, której wielkość źle ocenili japońscy hydrologi.
- Skutek – ewakuacja ludności w promieniu 30 km.
- Ale ani jednego zgonu wskutek promieniowania z uszkodzonych reaktorów!

# Trzęsienie ziemi i Tsunami

# Reaktory nie spowodowały żadnego zgonu!

Skutki:

25000 zgonów

Kompletne  
zniszczenie  
prowincji

Przesunięcie  
poziome całej  
wyspy o 2 metry.

Zniszczenie 4  
reaktorów

Skutki promieniowania:

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

Wstrzymanie jedzenia zebranego  
na powierzchni **zaledwie kilku km<sup>2</sup>**

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

# **EJ zbudowana zgodnie z wymaganiami EUR nie stwarza zagrożenia nawet po awarii**

---

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

**Nawet po hipotetycznych ciężkich awariach nie ma zagrożenia dla ludności poza strefą wyłączenia EJ:**

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

**Takie bezpieczeństwo zapewniają EJ z EPR budowane w Finlandii i we Francji, lub AP 1000 i ABWR (USA)**



# **Więc czy warto budować elektrownie jądrowe w Polsce?**

---

- **Wybieramy elektrownie III generacji właśnie po to, by zapobiec wszelkim zagrożeniom ludności**
- **Elektrownie jądrowe XXI wieku nie zanieczyszczają środowiska**
- **Dają taną energię elektryczną**
- **Są stabilnym i niezawodnym źródłem prądu**
- **Są przyjazne dla ludzi i bezpieczne**
- **Nie emitują CO<sub>2</sub>**
- **Pozwalają zachować węgiel na przyszłość.**

**WARTO !**

# Dziękuję za uwagę



Tłumy na plaży koło EJ Vandellos w Hiszpanii,

# Reaktory wysokotemperaturowe IV Generacji

---

W reaktorach wysokotemperaturowych hel osiąga 900 oC.

produkcja: energii elektrycznej, pary technologicznej,  
gazu syntezowego zasilanego ciepłem jądrowym

UE - Nuclear Cogeneration Working Group w ramach SNE-TP  
(Sustainable Nuclear Energy Technology Platform). Dawniej  
programy Euratomu obecnie NC2I-R koordynacja NCBJ.

Rozwinięcie prac program HTR-PL, w Polsce konsorcjum, wiodąca  
AGH Kraków, finansowanie NCBiR

Planowana konstrukcja pierwszego VHTR, w RPA, straciła  
rządowe dotacje w lutym 2010<sup>[1]</sup>. (wzrost kosztów, problemy  
techniczne zniechęciły potencjalnych inwestorów).

Chiny planują HTGR do produkcji wodoru, gazyfikacji węgla.  
produkcji metanolu. (reaktor ze złożem kulowym 100 MW, 2024)



# Reaktory SMR, bezpieczeństwo, prostota, małe bloki, np. 8 x 200 MW

---

- Do kategorii SMR zaliczane są również małe reaktory chłodzone ciekłym metalem (sodem, ołowiem, bizmutem), np reaktor chłodzony sodem PRISM rozwijany przez konsorcjum GE Hitachi i projekt reaktora, którego chłodziwem jest eutektyka ołowiano-bizmutowa AVBR-100 opracowany w Rosji.
- Odrębną grupę stanowią reaktory na stopionych solach (MSR = Molten Salt Reactor) gdzie stopiony fluorek uranu jest jednocześnie paliwem i chłodziwem, np. projekt Fuji MSR (Japońsko-Amerykańsko-Rosyjskie konsorcjum).
- US DOE przyznała w grudniu 2012 r. grant na rozwój reaktora m-Power, firmy Babcock and Wilcox, która wspólnie z TVA stara się o licencję na zbudowanie 4 reaktorów po 180 MW. Obecnie BW planuje sprzedaż swych akcji.



# Wada- wysokie koszty








---

Ekonomicznie uzasadnione tylko

- w lokalizacjach położonych daleko od sieci przesyłowej, np. na dalekiej północy w Rosji lub w USA,
- w krajach rozwiniętych jako jednostki uzupełniające niewielki wzrost potrzeb energetycznych w poszczególnych regionach energetycznych,
- jako lokalne źródła ciepła dla przemysłu, miejskich sieci ciepłowniczych, odsalania wody morskiej,
- w krajach o małej łącznej mocy sieci, gdzie duże bloki trudno stosować ze względu na równowagę sieci.

Reaktory SMR nie stanowią konkurencji dla reaktorów dużej mocy mających pracować jako podstawowe elementy systemu energetycznego.

# Problemy lokalizacyjne podobne jak dla dużych bloków. Licencjonowanie trwa

Kraj	Projekt	Stan zaawansowania projektów SMR
	SMART	W lipcu 2012 r. Koreńska Komisja Bezpieczeństwa i Ochrony Jądrowej zatwierdziła projekt reaktora SMART o mocy 100 MWe. Jest to pierwszy reaktor SMR PWR który uzyskał certyfikację.
	NuScale mPower Westinghouse-SMR HI-SMUR	W listopadzie 2012 r. Departament Energii Stanów Zjednoczonych spośród czterech projektów wybrał mPower firmy Babcock&Wilcom i przeznaczył 425 mln \$ na jego rozwój.
	KLT-40s SVBR-100 SHELF	Dwa moduły reaktorów KLT-40 montowane jako napęd na statkach – bliskie ukończenia. Reaktory SVBR chłodzone eutektyką ołowiano-bizmutową, będą uruchomione około 2018 roku. Rozpoczęte prace nad koncepcją reaktora PWR SMR osadzonego na dnie morskim.
	Flexblue	Firma DCNS pracuje nad koncepcją reaktora SMR o mocy 50-250 MWe osadzanego na dnie morskim na głębokości 60-100 m. i w odległości 5-15 km od brzegu.
	CAREM-25	Prace nad wyborem lokalizacji dla reaktora CAREM-25 rozpoczęły się we wrześniu 2011. Budowa demonstratora rozpocznie się wkrótce.
	4S	Toshiba zgłosiła projekt reaktora 4S do certyfikacji przez Amerykański Dozór Jądrowy (NRC), aby ubiegać się o możliwość budowy jednostki na Alasce i w krajach rozpoczynających program jądrowy
	HTR-PM ACP-100	Dwa moduły reaktorów HTR-PM są w trakcie budowy. Firma CNNC pracuje nad projektem reaktora ACP-100

reaktor	moc	liczba reaktorów na 6000 MW
EPR	1600 MWe	4
AP1000	1000 MWe	6
mPower	160 MWe	38
NuScale	45 MWe	134

Cykl paliwowy w reaktorze mPower 4 lata. Po zdobyciu doświadczenia przynajmniej z jednego cyklu eksploatacji – a więc w 2024-2026 r. można będzie mówić o oferowaniu go do masowej produkcji.

# **ITER (*International Thermonuclear Experimental Reactor*) - Cadarache**

---

- **ITER** - Program jest przewidywany na 30 lat (10 lat budowy i 20 lat pracy reaktora), i ma kosztować w przybliżeniu 10 mld Euro. Uczestnicy: UE, Japonia, Rosja, USA, Chiny.
- Pierwszy zapłon przewidywany jest na rok 2019. ITER ma każdorazowo podtrzymywać reakcję fuzyjną przez około 1000 sekund, osiągając moc 500-1100 MW<sup>1</sup>. Dla porównania JET utrzymuje reakcję przez mniej niż sekundę i uzyskuje moc 16 MW.
- Energia w tym reaktorze będzie wydzielać się w postaci ciepła, nie jest przewidywane przetwarzanie jej na energię elektryczną. Na bazie ITER ma powstać przyszła generacja reaktorów fuzyjnych, mogących produkować 3000–4000 MW mocy.

# **W LLNL uzyskano więcej energii z syntezy termojądrowej niż dostarczono do "paliwa".**

---

- Badania nad syntezą termojądrową w Lawrence Livermore National Laboratory - LLNL w Kalifornii z użyciem wielkiego 192-wiązkowego lasera NIF (National Ignition Facility)
- "W kuleczce o średnicy 2 mm zamknięto i zamrożono +paliwo+, czyli mieszaninę deuteru i trytu (D i T - izotopy wodoru)" - Mieszaninę poddano silnemu promieniowaniu rentgenowskiemu generowanemu przez laser, doprowadzając do kompresji i podgrzania "paliwa".
- W centrum kulki uzyskano wielkie gęstości i olbrzymie temperatury mieszaniny DT, która stała się plazmą. Dzięki temu można osiągnąć odpowiednie warunki do reakcji syntezy jąder deuteru, w wyniku której powstają cząstki alfa (jądra helu) i neutrony o dużej energii.