

ENERGETYKA JĄDROWA
STAN OBECNY
I PERSPEKTYWY ROZWOJU

Jerzy Niewodniczański

JAKA JEST OBECNIE POZYCJA ENERGETYKI JĄDROWEJ?

Świat?

w kwietniu 2009:

436 bloków jądrowych eksploatowanych w 31 krajach,
całkowita moc netto 370 221 MW(e)

= ok. 15% energii elektrycznej świata

5 bloków jądrowych w stanie dłuższego postoju

45 bloków jądrowych (40 Gwe) w budowie

łącznie doświadczenie eksploatacyjne ok. 12700 reaktorolat

Reaktory energetyczne na świecie

kraj	Liczba	Moc MW(e)
ARGENTYNA	2	935
ARMENIA	1	376
BELGIA	7	5824
BRAZYLIA	2	1766
BUŁGARIA	2	1906
KANADA	18	12577
CHINY + TAJWAN	17	13387
CZECHY	6	3634
FINLANDIA	4	2696
FRANCJA	59	63260
NIEMCY	17	20470
WĘGRY	4	1859
INDIE	17	3782
JAPONIA	53	45957

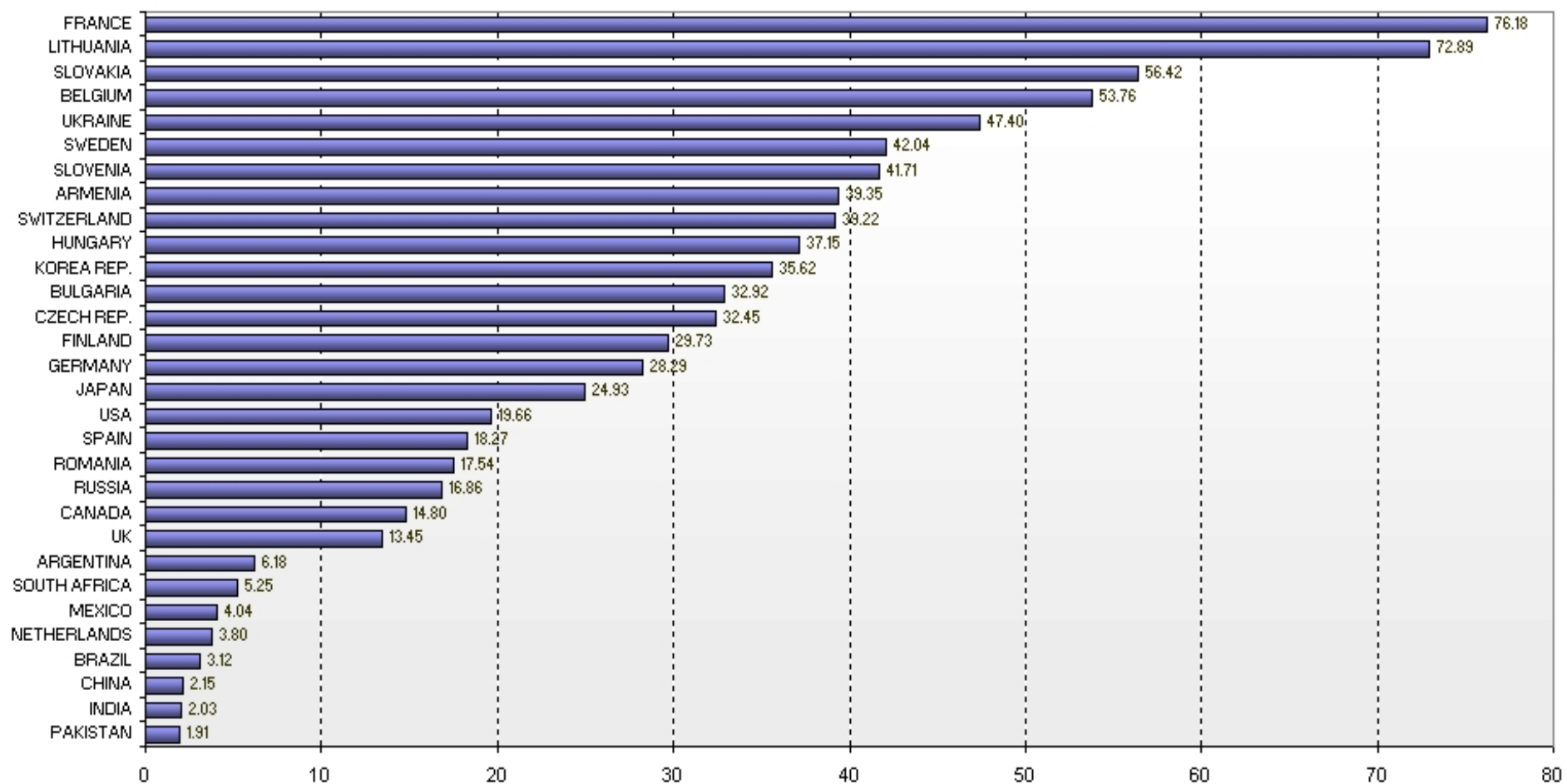
Reaktory energetyczne na świecie - c.d.

kraj	Liczba	Moc MW(e)
KOREA	20	17647
LITWA	1	1185
MEKSYK	2	1300
HOLANDIA	1	482
PAKISTAN	2	425
RUMUNIA	2	1300
ROSJA	31	21743
AFRYKA PŁD.	2	1800
SŁOWACJA	5	1711
SŁOWENIA	1	666
HISZPANIA	8	7450
SZWECJA	10	8958
SZWAJCARIA	5	3238
W. BRYTANIA	19	10097
UKRAINA	15	13107
U S A	104	100683
SUMA	436	370221

Chmielnicka Elektrownia jądrowa (Ukraina)



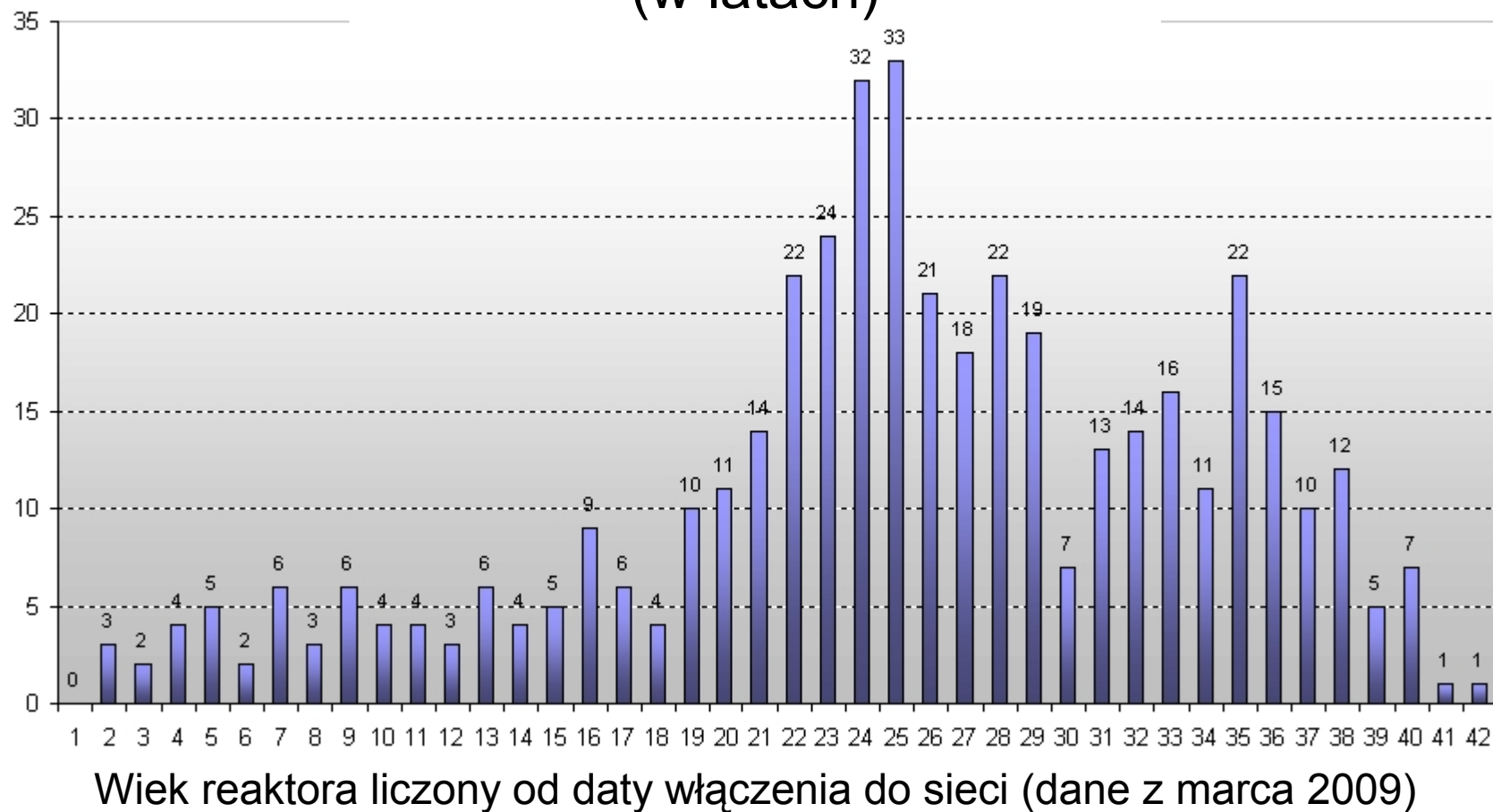
Nuclear Share in Electricity Generation in 2008



Note: The nuclear share in Taiwan, China was 19.6%

[%]

Liczby reaktorów wg ich wieku (w latach)



127 reaktorów eksploatuje się ponad 30 lat

EUROPA?

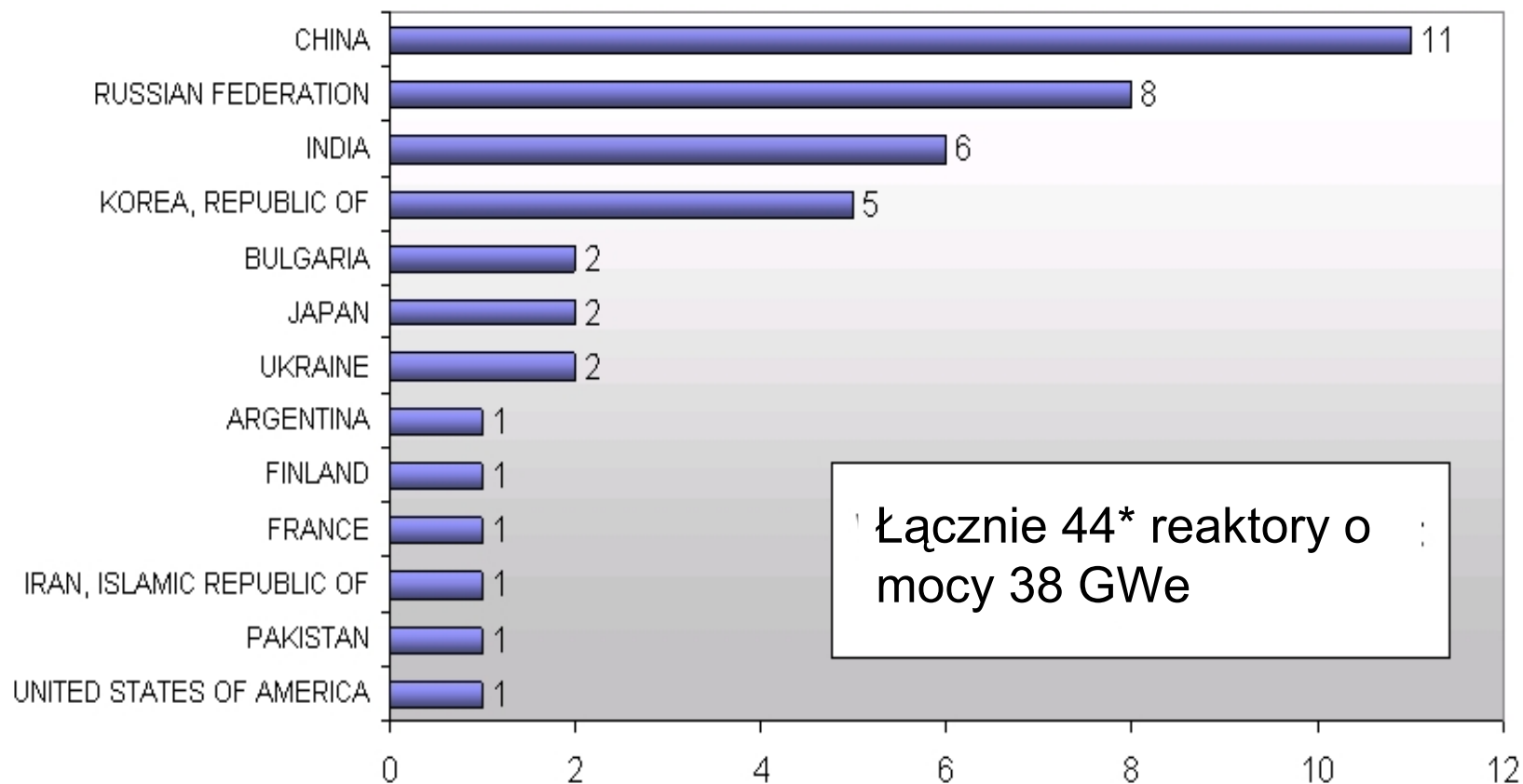
196 BLOKÓW, MOC 169 586 MW_e

UNIA EUROPEJSKA (15 PAŃSTW JĄDROWYCH) -
145 BLOKÓW, MOC 131 498 MW_e

W BUDOWIE 2 BLOKI (FINLANDIA i FRANCJA),
decyzje o budowie – 16 (+) bloków - Słowacja, Czechy,
Litwa, Ukraina, Białoruś, Rosja (okr. Królewiecki),
Węgry, Rumunia, Bułgaria

RENESANS ENERGETYKI JĄDROWEJ?

REAKTORY ENERGETYCZNE W BUDOWIE



*/ Liczba ta obejmuje również dwa reaktory budowane na Tajwanie (nie uwzględniono 12. reaktora budowanego w Chinach od 19 kwietnia 2009 r.)

Elektrownia jądrowa w Olkiluoto (Finlandia)



w 2007 rozpoczęto budowę:

Qinshan II-4 (610 MW(e), PWR, Chiny) – (28.01.)

Severodvinsk – Akademik Lomonosov 1 & 2 (2x30 MW(e), PWR-KLT40, Rosja) – (15.04.)

Shin Kori 2 (960 MW(e), PWR, Korea Pd.) – (5.06.)

Hongyanhe 1 (1000 MW(e), PWR, Chiny) – (18.08)

Shin Wolsong 1 (960 MW(e), PWR, Korea Pd.) – (20.11.)

Flamanville 3 (1600 MW(e), PWR, Francja) – (3.12.)

Watts Bar 2 (1165 MW(e), PWR, USA) – (15.10.) – wznowienie budowy

w 2007 włączono do sieci:

Kaiga 3 (202 MW(e), PHWR, Indie) – (11.04.)

Tianwan 2 (1000 MW(e), PWR – WWER, Chiny) – (14.05.)

Cernavoda 2 (655 MW(e), PHWR-CANDU, Rumunia) – (7.08)

Browns Ferry 1 (1065 MW(e), PWR, USA) – (2.06.) (po dłuższym postoju)

w 2007 roku nie było żadnych wyłączeń z eksploatacji

w 2008 rozpoczęto budowę:

- Ningde 1, (1000 MW(e), PWR, Chiny) - (18.02)
- Hongyanhe 2 (1000 MW(e), PWR, Chiny) – (28.03)
- Novovoronezh 2-1 (1085 MW(e), PWR-WWER, Rosja) - (24.06)
- Shin-Wolsong 2 (960 MW(e), PWR, Pd. Korea) - (23.09)
- Leningrad 2-1 (1085 MW(e), PWR-WWER, Rosja) - (25.10)
- Shin-Kori 3 (1340 MW(e), PWR-APR 1400, Pd. Korea) - (31.10)
- Ningde 2 (1000 MW(e), PWR, Chiny) – (12.11)
- Fuqing 1 (1000 MW(e), PWR, Chiny) – (21.11)
- Yangjiang 1 (1000 MW(e), PWR, Chiny) – (16.12)
- Fangjiashan 1 (1000 MW(e), PWR, Chiny) – (26.12)

w 2008 - wyłączono z eksploatacji:

Bohunice V1 - 2 (408 MW(e) PWR-WWER, Słowacja) – 31.12

w 2009 – wyłączono z eksploatacji:

Hamaoka 1 i 2 (515 i 806 MW(e), BWR, Japonia) – 31.01

w 2009 – rozpoczęto budowę:

Sanmen 1 (1000 MW(e), PWR AP-1000, Chiny) – 19.04

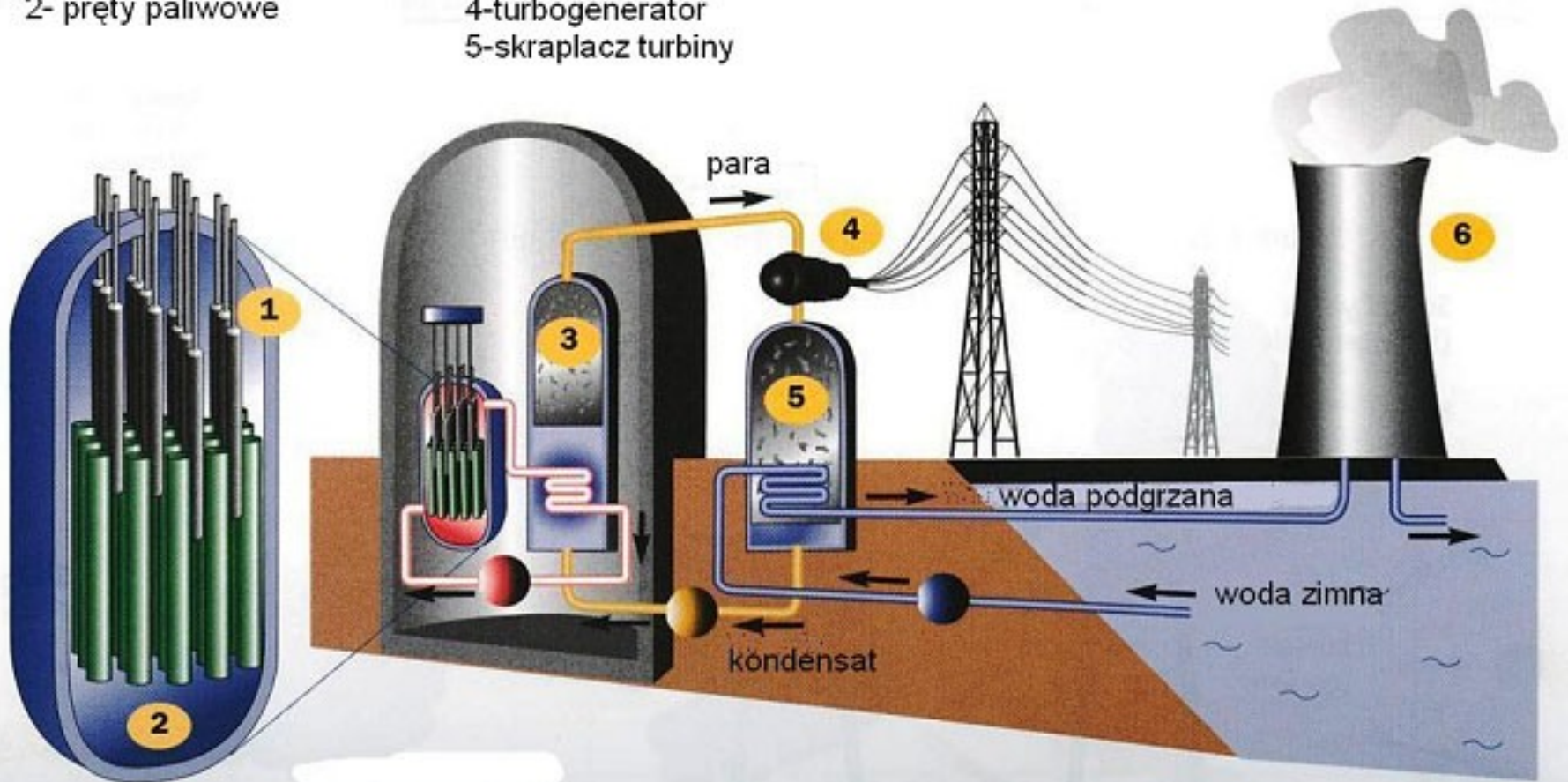
Ponadto – decyzje o budowie ponad 50 jądrowych bloków energetycznych, np. w Chinach, USA, Rosji, w Egipcie, Tunezji, Wietnamie, Indonezji, w krajach sąsiadujących z Polską

TYPY REAKTORÓW ENERGETYCZNYCH?

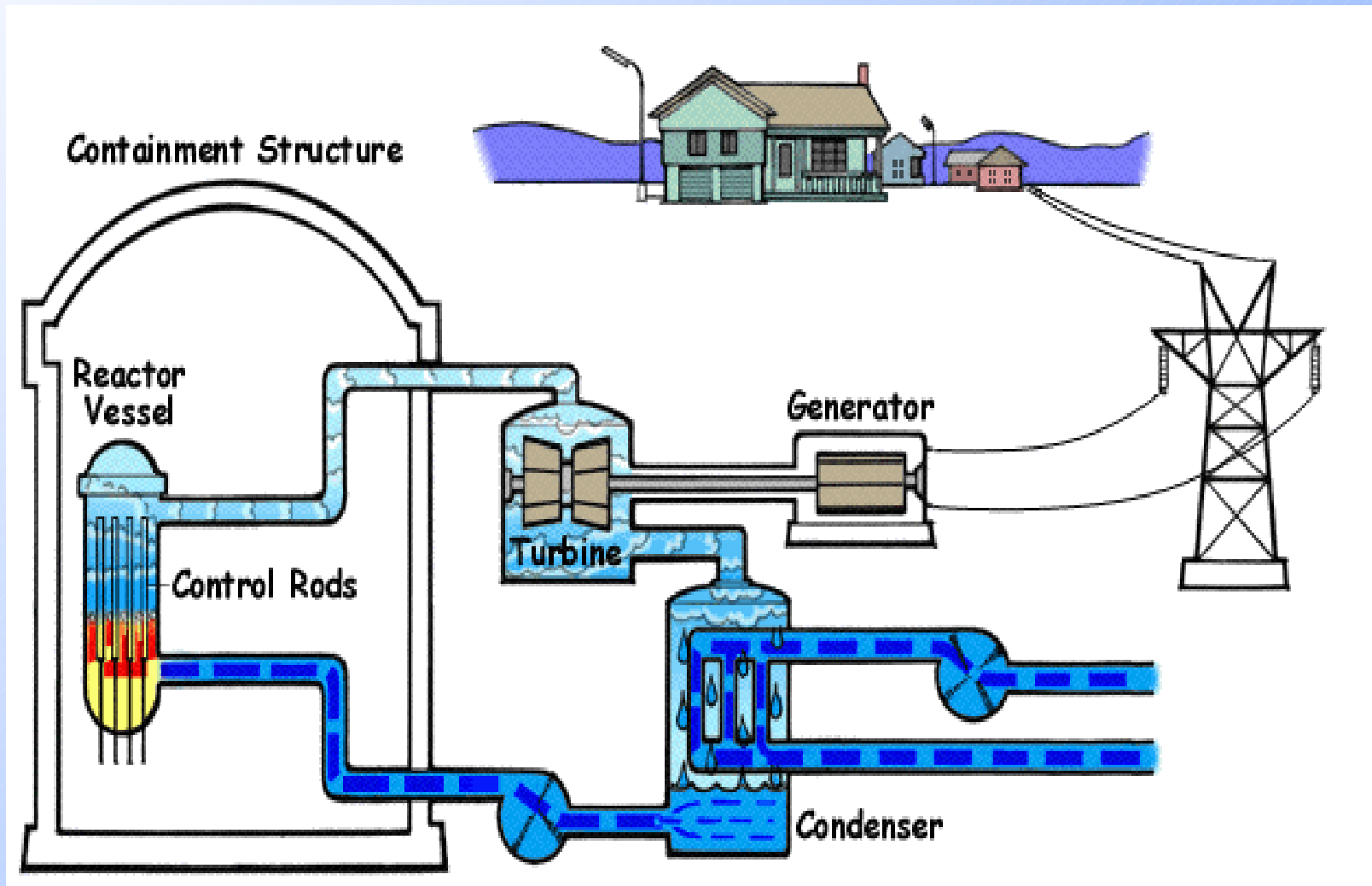
ELEKTROWNIA JĄDROWA ZASADA DZIAŁANIA

1- pręty pochłaniające
2- pręty paliwowe

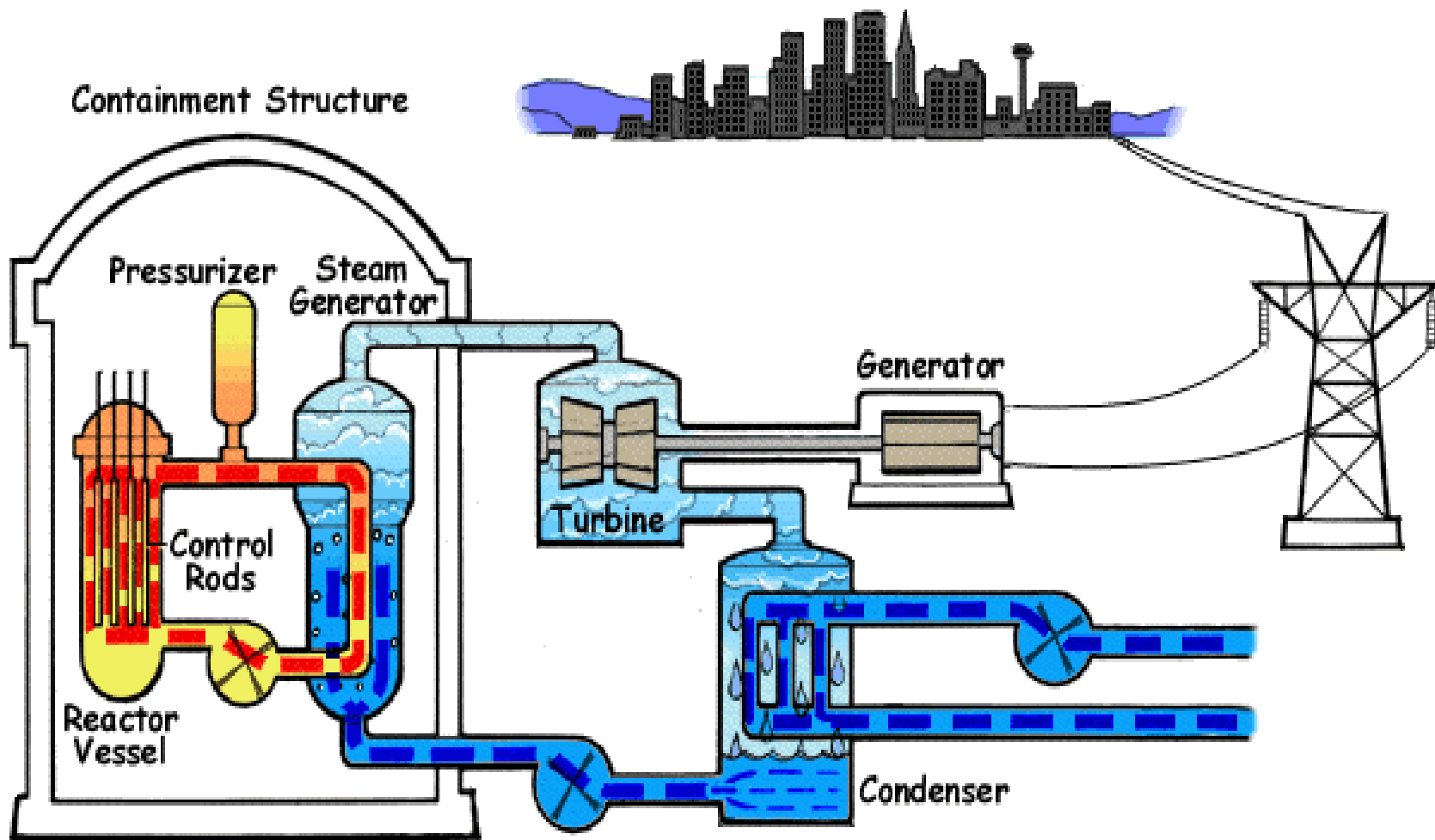
3- wytwornica pary
4-turbogenerator
5-skrapłacz turbiny



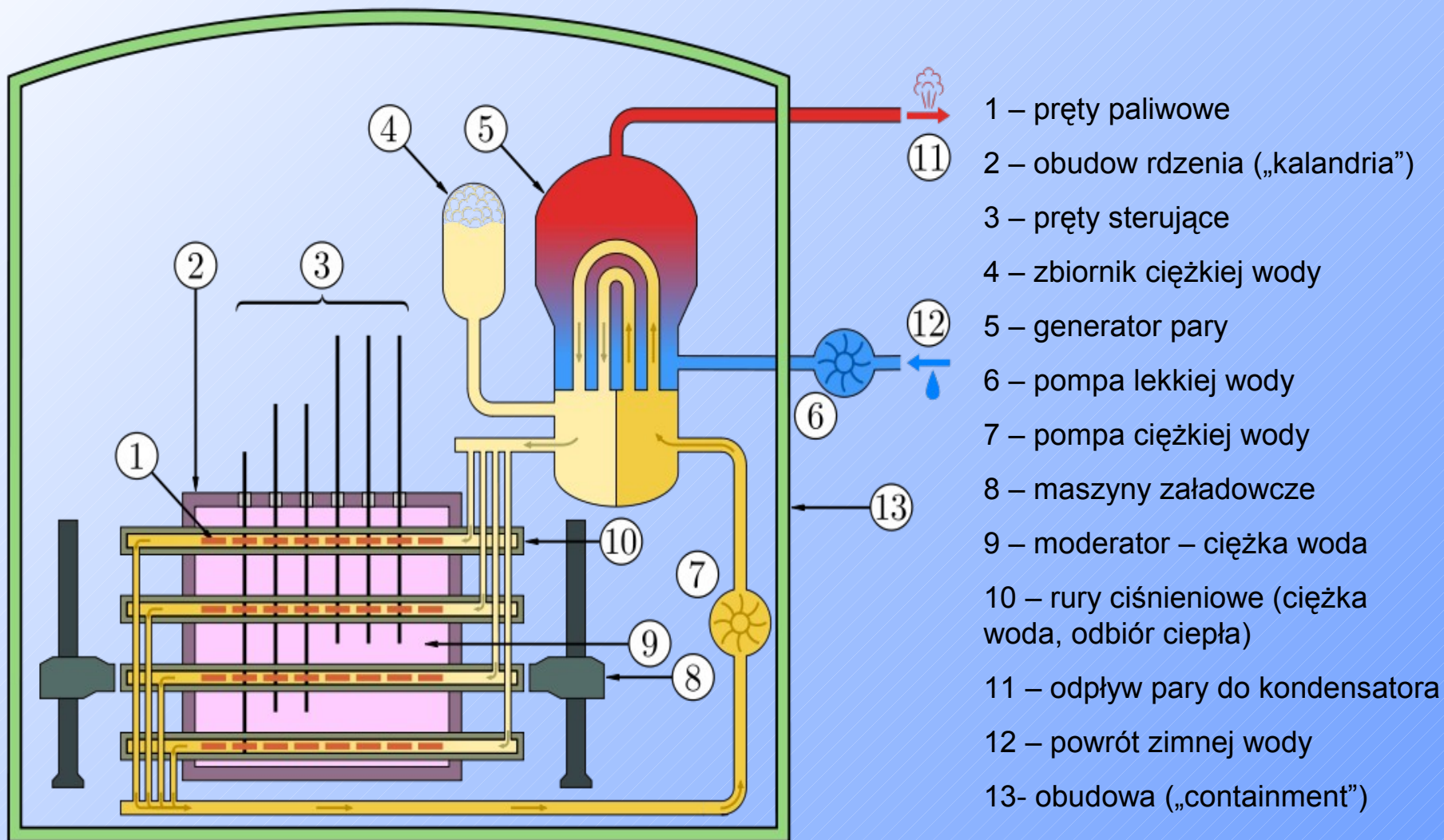
Reaktor typu BWR



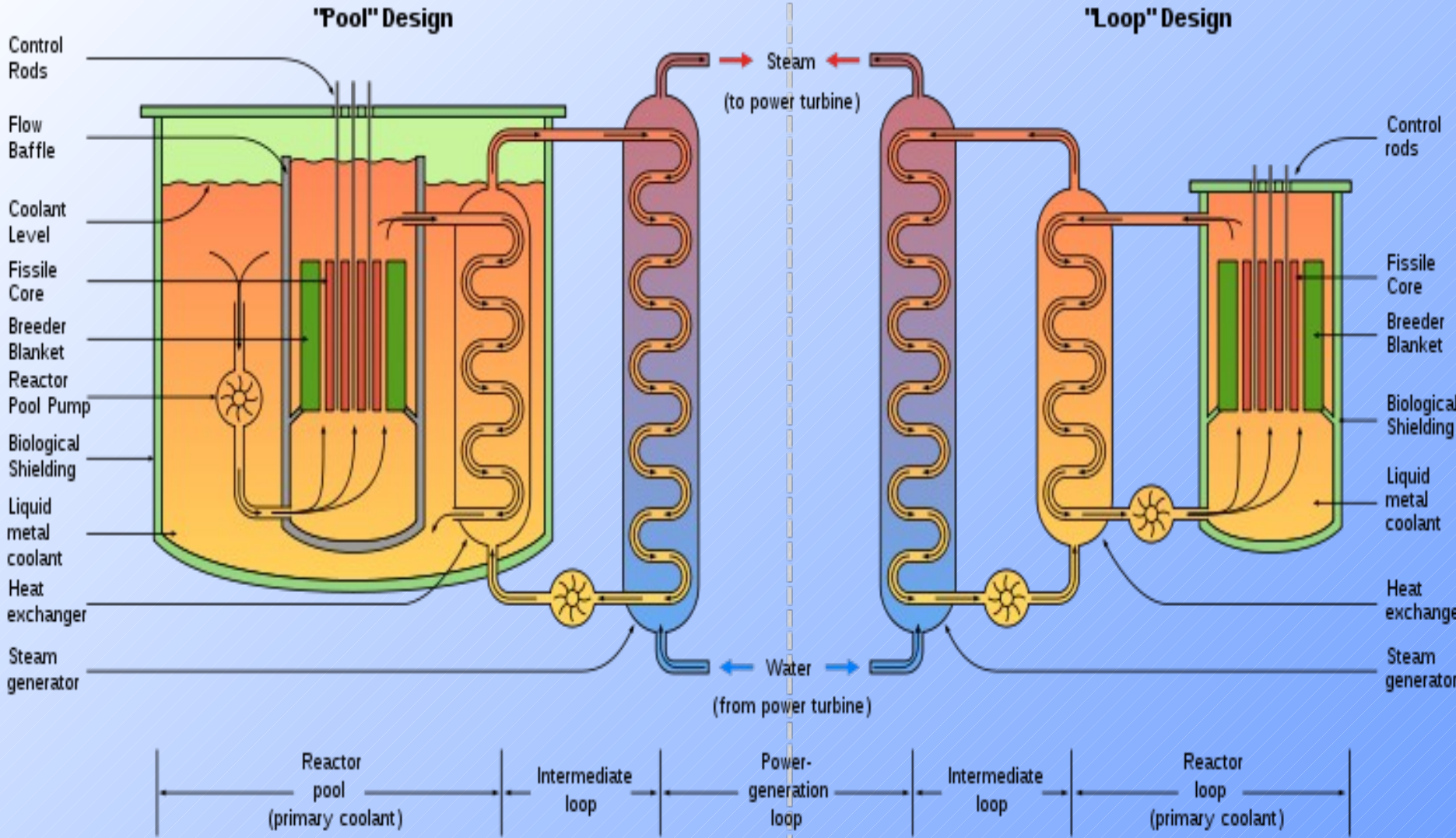
Reaktor typu PWR



Reaktor typu PHWR (CANDU)



Liquid Metal cooled Fast Breeder Reactors (LMFBR)



Typy eksploatowanych bloków jądrowych

typ	liczba reaktorów	moc MWe
<i>BWR</i>	92	83656
<i>FBR</i>	2	690
<i>GCR</i>	18	8909
<i>LWGR</i>	16	11404
<i>PHWR</i>	44	22441
<i>PWR</i>	264	243121
<i>RAZEM:</i> <i>(kwiecień '09)</i>	436	370221

Typy budowanych bloków jądrowych

typ	liczba reaktorów	moc MWe
<i>BWR</i>	3	3925
<i>FBR</i>	2	1220
<i>LWGR</i>	1	925
<i>PHWR</i>	4	1298
<i>PWR</i>	35	31520
<i>Razem:</i>	45	39888

ENERGETYKA JĄDROWA – KORZYŚCI?

- BEZPIECZEŃSTWO ENERGETYCZNE

(nieporównywalnie większe niż dla wszystkich innych opcji energetycznych)

- OCHRONA ŚRODOWISKA

(poza wypalonym paliwem i niewielką ilością innych odpadów promieniotwórczych oraz ciepłem odpadowym – brak innego wpływu na środowisko, technologia „przyjazna środowisku”)

- WZGLĘDY EKONOMICZNE

(przy założeniu 50-60 lat eksploatacji – najtańsza energia elektryczna, stabilna cena paliwa pozwala na przewidywalne rachunki ekonomiczne)

- LOGISTYKA ZARZĄDZANIA

(np. elektrownia o mocy 1000 MWe zużywa 35 ton paliwa rocznie, w porównaniu z 7 000 ton węgla kamiennego dziennie)

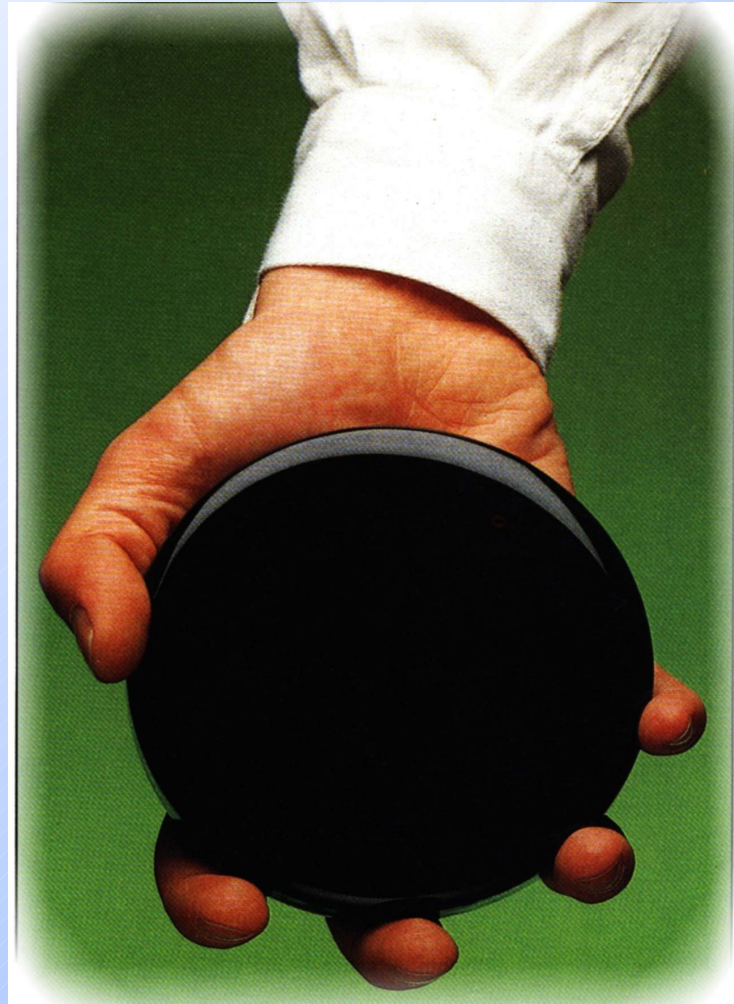
Roczne zużycie paliwa w elektrowni o mocy 1000 MW

(źródło: CERN – „Energy, Powering Your World”, 2000)

Źródło energii	Potrzeby	Dla porównania
Biomasa	2000 km ²	3-krotna wielkość Jeziora Bodeńskiego
Wiatr	2700 wiatraków o mocy 1.5 MW	486 km ²
Słońce (fotowoltaiki)	23 km ² paneli słonecznych na równiku	2555 boisk piłkarskich
Biogaz	20 000 000 świń	
Gaz	1.2 km ³	47 piramid Cheopsa
Ropa naftowa	1 400 000 ton	10 000 000 baryłek oleju lub 100 supertankowców
Węgiel	2 500 000 ton	26 260 wagonów towarowych
Rozszczepienie jąder	35 ton UO ₂	210 ton rudy uranowej
Reakcja fuzji (termojądrowa)	100 kg D + 150 kg T	2850 m ³ wody morskiej oraz 10 ton rudy litowej

CECHY NIEKORZYSTNE I ZAGROŻENIA?

- KOSZTY INWESTYCJI? wysokie, ale...
- RADIACJA? mniejsza niż w przypadku elektrowni węglowej
- MOŻLIWOŚĆ AWARII? prawdopodobieństwo poniżej 10^{-5} na rok
- GENEROWANIE ODPADÓW PROMIENIOTWÓRCZYCH trudniejszych w składowaniu niż odpady z elektrowni konwencjonalnych, ale...
- MOŻLIWOŚĆ PROLIFERACJI – wymuszająca tworzenie międzynarodowego i krajowego systemu zabezpieczeń i kontroli



Objętość odpadów (zeszkliwionych)
1osoba / życie

Dla uniemożliwienia (utrudnienia?) pozyskiwania przez nowe państwa broni jądrowych wprowadzono następujące mechanizmy:

- ustanowienie stref bezatomowych („atom-free” zones),
- zamrożenie liczby członków „klubu jądrowego” przez wprowadzenie anty-proliferacyjnego prawa Układ NPT) i międzynarodowego systemu jego weryfikacji,
- zakaz prób broni jądrowych,
- ograniczenie produkcji materiałów jądrowych.

(Wprowadzenie systemu zabezpieczeń - „safeguarding” , rachunkowości i ochrony fizycznej materiałów jądrowych w skali globalnej jednocześnie jest sposobem zwalczanie terroryzmu jądrowego)

UKŁAD NPT - O NIEROZPRZESTRZENIANIU
BRONI JĄDROWYCH (TREATY ON THE NON-
PROLIFERATION OF NUCLEAR WEAPONS),
1968,

Wszedł w życie w 1970 roku na 25 lat,
przedłużony w 1995 bezterminowo (co 5 lat –
Konferencja Przeglądowa)



Negocjowanie Układu NPT zakończono w 1968 roku. Zdjęcie przedstawia moment podpisywania tekstu Układu przez ambasadora USA Llewellyna E. Thompsona i ministra spraw zagranicznych ZSRR Andreja A. Gromykę 1 lipca 1968 r. Wśród osób obserwujących uroczystość m.innymi Premier ZSRR Aleksiej N. Kosygin (trzeci od prawej).

ROZBROJENIE JĄDROWE?

Wyjątki z przemówienia prezydenta Obamy w Pradze 5 kwietnia 2009 roku:

“The basic bargain is sound: countries with nuclear weapons will move towards disarmament, countries without nuclear weapons will not acquire them, and all countries can access peaceful nuclear energy.” “We should build a new framework for civil nuclear cooperation, including an international fuel bank, so that countries can access peaceful power without increasing the risks of proliferation.”

NOWE ZAGROŻENIE: terroryzm jądrowy

Pod tą nazwą rozumiemy cztery rodzaje działalności:

- kradzież i detonacja ładunku jądrowego,
- kradzież lub inne pozyskanie materiału rozszczepialnego w celu sporządzenia ładunku jądrowego i jego detonacji,
- atak na reaktory lub inne obiekty jądrowe w celu skażenia radiologicznego otoczenia,
- użycie substancji promieniotwórczych w celu ich użycia w sposób skażający środowisko („brudna bomba” lub „radiological dispersal device - RDD).

Z tych wszystkich elementów wyprodukowanie i użycie RDD – „brudnej bomby” – jest najłatwiejsze do zrealizowania i wydaje się najbardziej prawdopodobne, ale kradzież ładunku jądrowego lub materiałów rozszczepialnych przedstawia sobą najgroźniejsze ryzyko.

Niektóre grupy terrorystyczne mogą być zainteresowane nabyciem ładunku jądrowego: zarówno Aum Shinrikyo jak i al-Qaida usiłowały dokonać takiego zakupu.

Bardziej prawdopodobnym scenariuszem jest skonstruowanie tzw. Improvizowanego Urządzenia Jądrowego (Improvised Nuclear Device, - IND), prostszego niż broń jądrowa, ale również zdolnego do spowodowania masowego zniszczenia.

ENERGETYKA JĄDROWA W POLSCE?

PIERWSZY ETAP POLSKIEGO PROGRAMU ENERGETYKI JĄDROWEJ

1972 - 1973 – decyzja o budowie w Polsce elektrowni jądrowych, wybór 8 lokalizacji, decyzja lokalizacyjna „Żarnowiec” i „Klempicz”

1 - podpisanie porozumienia między PRL i ZSRR, decyzja na temat typu pierwszej elektrowni (4 reaktory typu WWER-440/213)

01.1982 - decyzja Rady Ministrów

04.1983 - podpisanie kontraktu dot. budowy

1 - rozpoczęcie prac budowlanych

PIERWSZY ETAP POLSKIEGO PROGRAMU ENERGETYKI JĄDROWEJ, c.d.

1989 – 1990 protesty przeciwko EJ Żarnowiec („Żarnobyl”), traktowanej jako przykład starej technologii radzieckiej, wybranej ze względów politycznych, narzuconej Polsce jako państwu satelickiemu, bez dostatecznego ekonomicznego i technicznego uzasadnienia, bez próby uzyskania akceptacji społecznej itd...

1990 - Rada Ministrów konsultuje program z ekspertami z kraju i z zagranicy

4. 09. 1990 - Rada Ministrów decyduje o zaniechaniu programu

9. 11. 1990 - Sejm zatwierdza decyzję Rządu, aczkolwiek...

CZY PROTESTY BYŁY UZASADNIONE?

Nie – z technicznego punktu widzenia, projekt był dobry (parametry bezpieczeństwa i ekonomiczne nie odbiegały od rozwiązań w państwach zachodniej Europy, reaktory tzw. Generacji II)

W tym samym czasie rozpoczęto budowę elektrowni jądrowej w Mochowcach (dwa bloki 440/213 pracują, kolejne dwa w budowie), takie same reaktory pracują bezawaryjnie i wydajnie w elektrowniach jądrowych w Czechach (Dukovany – 4 bloki), w Finlandii (Lovisa – 2 bloki), na Ukrainie (Równe – 2 bloki) i na Węgrzech (Paks – 4 bloki)

Reaktory takie same jak te, które planowano zbudować w Klempiczu (1000 MWe), pracują obecnie (bezawaryjnie i wydajnie):

= w Federacji Rosyjskiej (Bałakowo – 4, Kalinin – 3, Smoleńsk – 3, Wołgodońsk – 1)

= w Czechach (Temelin - 2),

= na Ukrainie (Równe - 2, Chmielnicki - 2,

Południowoukraińska EJ – 3, Zaporozże – 6)

= w Bułgarii (Kozłoduj – 2)

W odległości do 307 km od granic Polski eksploatowanych jest 10 elektrowni jądrowych (25 bloków - reaktorów energetycznych) o łącznej mocy ok. 17 tys. MW_e:

Piętnaście bloków z reaktorami WWER-440/213 (o mocy 440 MW_e):

- 2 bloki elektrowni Bohunice (Słowacja),
- 2 bloki elektrowni Równe (Ukraina),
- 4 bloki elektrowni Paks (Węgry),
- 2 bloki elektrowni Mochovce (Słowacja),
- 4 bloki elektrowni Dukovany (Czechy),

Sześć bloków z reaktorami WWER-1000 (o mocy 1000 MW_e):

- 2 bloki elektrowni Chmielnicki (Ukraina),
- 2 bloki elektrowni Równe (Ukraina),
- 2 bloki elektrowni Temelin (Czechy),

Cztery bloki z reaktorami BWR :

- 3 bloki elektrowni Oskarshamn (Szwecja) - o mocach 465, 630 i 1205 Mw_e
- 1 blok elektrowni Krümel (RFN) o mocy 1315 MW_e;

Jeden blok z reaktorem RBMK:

- 1 blok elektrowni Ignalino (Litwa) o mocy 1300 MW_e.



**Elektrownie jądrowe
najbliżej Polski**

PRZERWANIE PROGRAMU ENERGETYKI JĄDROWEJ W POLSCE spowodowało:

- straty finansowe na placu budowy – ok. 600-800 mln\$,
- straty finansowe w przemyśle polskim ogółem – ponad 1,5 mld \$
- rozproszenie kadry (ponad 1000 osób przeszkolonych)
- zamknięcie specjalistycznych programów studiów (i szkół średnich)
- wygaśnięcie programów i rozproszenie zespołów naukowych
- anty-jądrowe nastawienie opinii społecznej

CZY POLSKA BYŁA PRZYGOTOWANA DO URUCHOMIENIA PROGRAMU ENERGETYKI JĄDROWEJ W LATACH SIEDEMDZIESIĄTYCH?

TAK, gdyż istniały wtedy:

- instytucje, zespoły i programy naukowo-badawcze,
- instytucje i programy edukacyjne i szkoleniowe,
- dwustronna międzyrządowa umowa z ZSRR,
- kontrakty z dostawcami,
- podstawa prawna i struktury w zakresie bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej,
- system totalitarny...

CZY POLSKA JEST OBECNIE PRZYGOTOWANA DO POWROTU DO PROGRAMU ENERGETYKI JĄDROWEJ?

TAK, gdyż z istnieją:

- krajowy system prawny + właściwe wdrożenie traktatów i konwencji międzynarodowych,
- krajowe struktury w zakresie bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej,
- ogólna strategia (?) w zakresie postępowania z odpadami promieniotwórczymi
- bogaty rynek światowy oferujący różne konkurencyjne projekty elektrowni jądrowych,
- rosnąca akceptacja energetyki jądrowej przez polityków, przemysłowców i społeczeństwo

NIE, bo brak w Polsce:

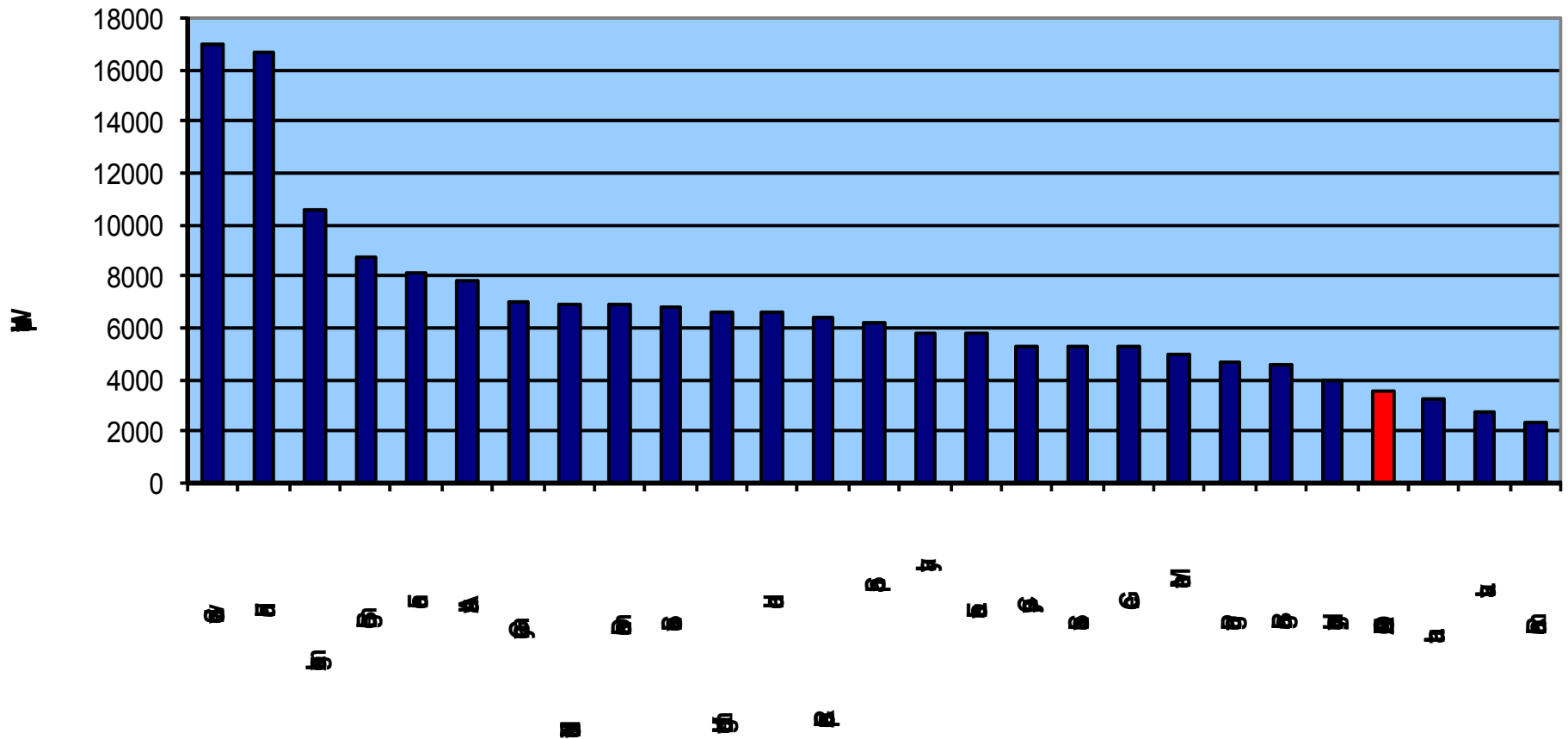
- ,odpowiedniej infrastruktury badawczej oraz wystarczająco rozbudowanych programów i zespołów,
- instytucji i programów edukacyjno – szkoleniowych,
- KADR! (wystarczającej liczby odpowiednio przeszkolonych i doświadczonych inspektorów dozoru jądrowego i wykładowców dla szkół wyższych i średnich).

WARUNKI BUDOWY W POLSCE ELEKTROWNI JĄDROWYCH, TO:

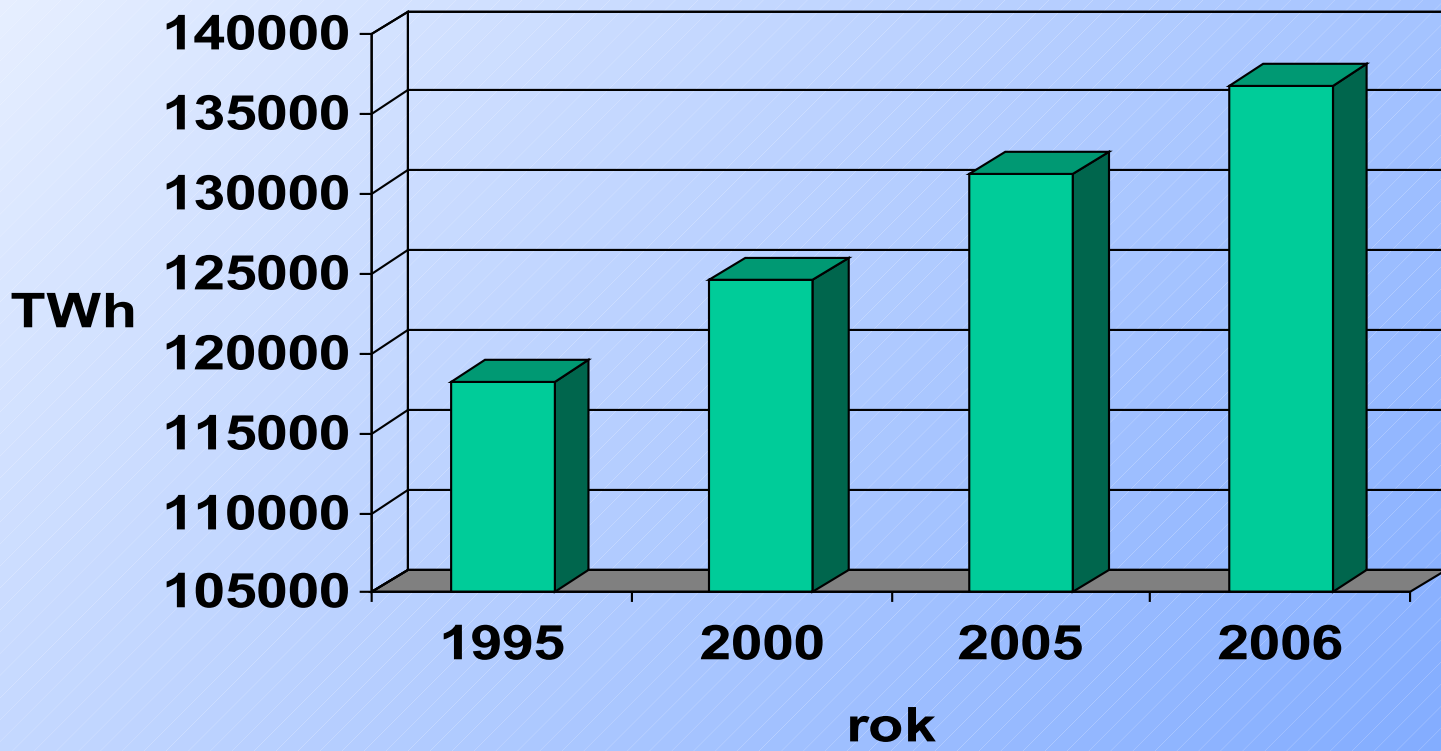
- ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ ELEKTRYCZNA
- OPROCENTOWANIE KREDYTU PONIŻEJ 5 %
- ODWAGA POLITYKÓW
- PRZEKONANIE MEDIÓW
- ROZSĄDEK EKOLOGÓW
- AKCEPTACJA PRZEZ WIĘKSZOŚĆ POLAKÓW
I LOKALNĄ LUDNOŚĆ
- ISTNIENIE WYSZKOLONYCH KADR
- CENA ENERGII ELEKTRYCZNEJ (zastąpienie elektrowni węglowej o mocy 1000 MWe elektrownią jądrową o tej samej mocy oznaczać będzie, po 20.. (?) roku, z tytułu uniknięcia opłat za emisję CO₂, oszczędność wynoszącą miliard złotych rocznie)

Jaka jest obecnie sytuacja energetyczna w Polsce?

ZUŻYCIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ PRZEZ MIESZKAŃCA KRAJU W ROKU (2005)



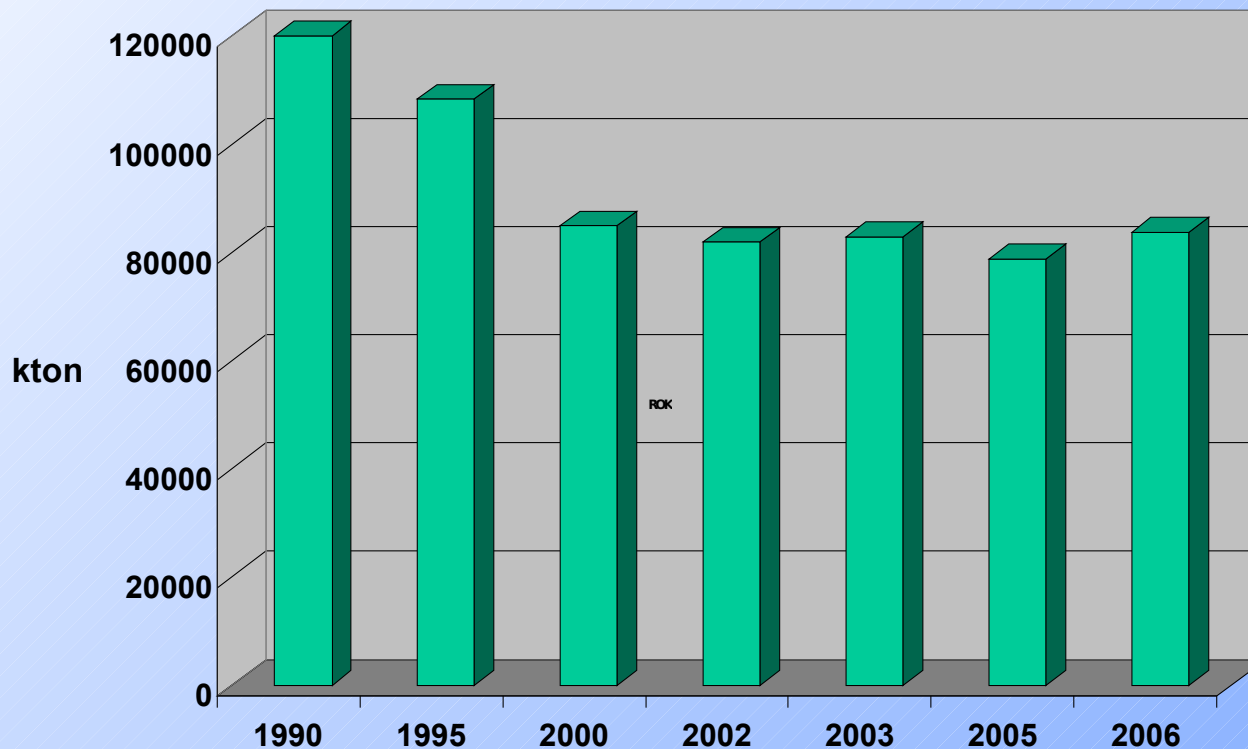
ZUŻYCIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ W POLSCE



CAŁKOWIA MOC POLSKICH ELEKTROWNI W 2006 ROKU

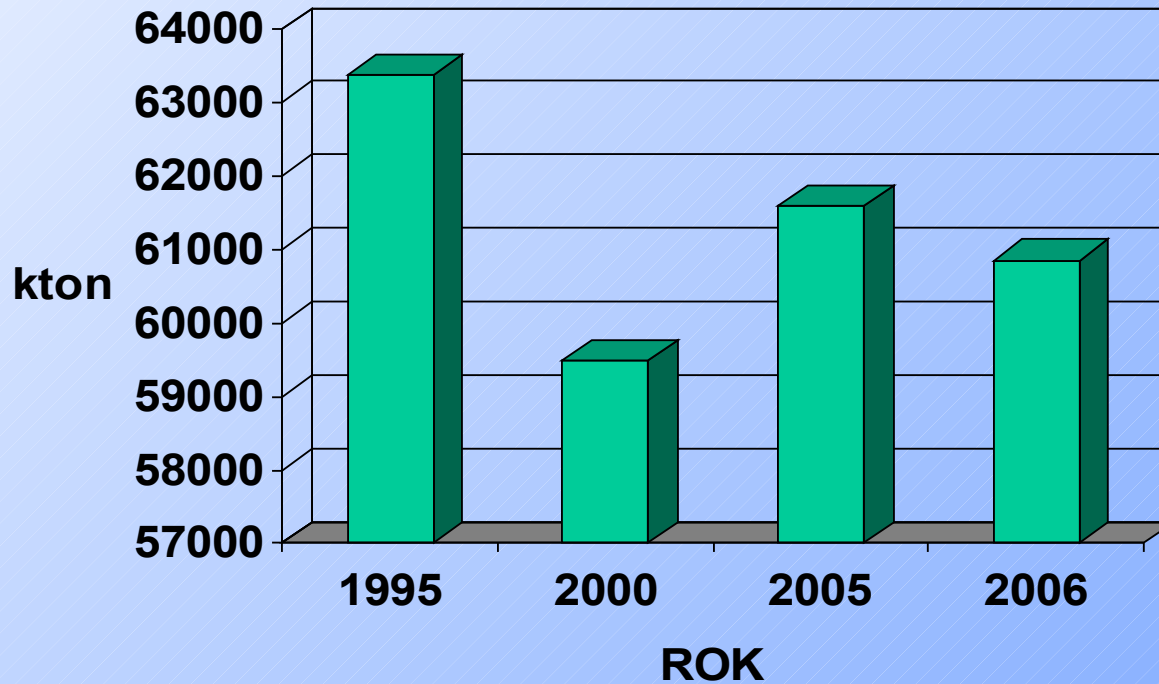
<i>TYP ELEKTROWNI</i>	<i>MOC (MW)</i>
<i>Elektrownie ciepłe</i>	<i>33 248</i>
<i>systemowe</i>	<i>30 713</i>
<i>węgiel kamienny</i>	<i>20 629</i>
<i>węgiel brunatny</i>	<i>9 216</i>
<i>ciepłe przemysłowe</i>	<i>2 535</i>
<i>Wodne systemowe</i>	<i>2 259</i>
<i>szczytowo-pompowe</i>	<i>1 330</i>
<i>OZE (wiatr, biogaz)</i>	<i>208</i>
<i>OGÓŁEM</i>	<i>35 715</i>

KRAJOWE ZUŻYCIE WĘGLA KAMIENNEGO



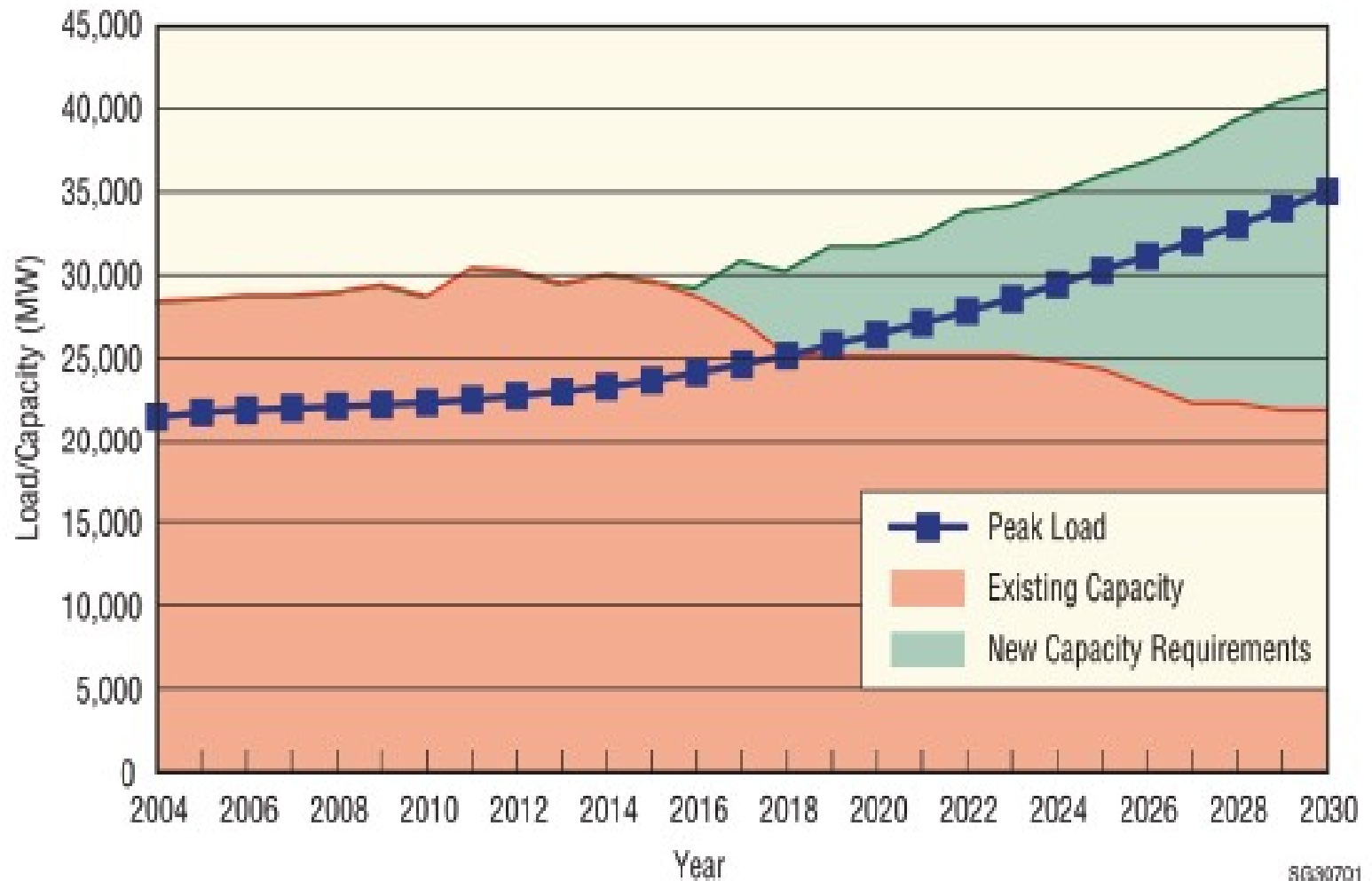
WYDOBYCIE: 1995 – 137106, 2000 – 103331, 2006 – 95223 kton

KRAJOWE ZUŻYCIE WĘGLA BRUNATNEGO



WYDOBYCIE: 1995 – 63547, 2000 – 59484, 2006 – 60845 kton

Bilans mocy elektrycznej w Polsce



13 stycznia 2009 Rząd RP podjął uchwałę o uruchomieniu w Polsce programu energetyki jądrowej, pierwsza elektrownia (2 bloki) ma być uruchomiona już (1 blok) w 2020 roku, inwestorem ma być PGE S.A. W tej samej uchwale postanowiono nie odstępować od planu wspólnej budowy elektrowni jądrowej w kraju sąsiednim

STOSOWANIE W ELEKTROWNIACH JĄDROWYCH MATERIAŁÓW JĄDROWYCH I PROMIENIOTWÓRCZYCH

wymaga

STWORZENIA SYSTEMU BEZPIECZEŃSTWA JĄDROWEGO I
OCHRONY RADIOLOGICZNEJ oraz MECHANIZMÓW JEGO
RYGORYSTYCZNEGO PRZESTRZEGANIA, czyli przede
wszystkim:

- systemu prawnego wymuszającego odpowiedni poziom „kultury bezpieczeństwa”,
- kompetentnych struktur kontrolnych,
- systemu nadawania uprawnień w wyniku szkolenia i weryfikacji wiedzy,
- szczelnego systemu ewidencji materiałów jądrowych oraz właściwej ochrony fizycznej materiałów i obiektów jądrowych

System nadzoru technologii jądrowych w Polsce to:

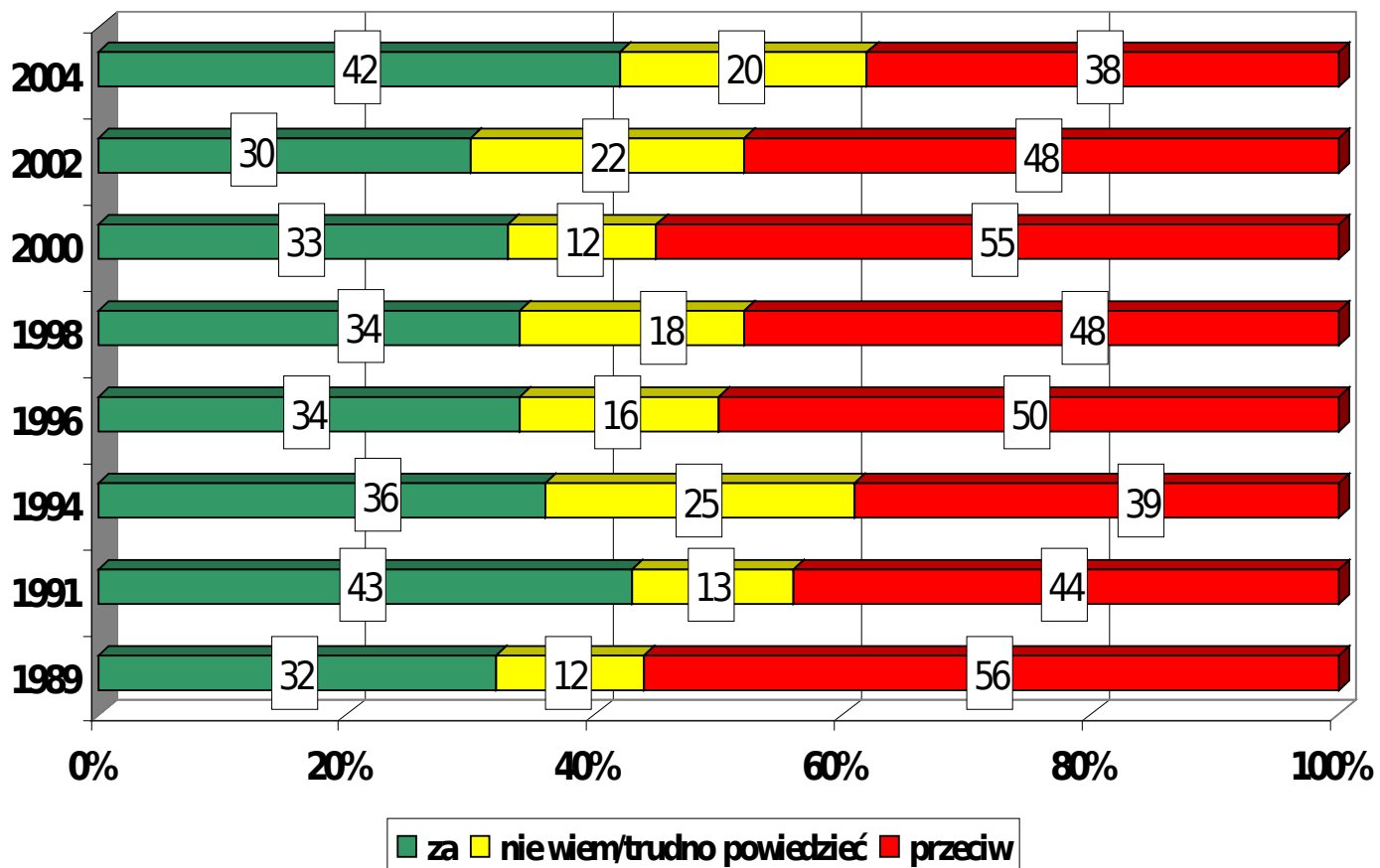
Ustawa PRAWO ATOMOWE
z dnia 29 listopada 2000 r.
(z późniejszymi zmianami)

+ ponad 30 aktów prawnych niższego rzędu

System ten w pełni odpowiada systemowi prawnemu UE jak również uwzględnia zobowiązania międzynarodowe Polski (Polska jest stroną Układu o nierozprzestrzenianiu broni jądrowych oraz wszystkich konwencji międzynarodowych w zakresie pokojowego wykorzystania energii atomowej)

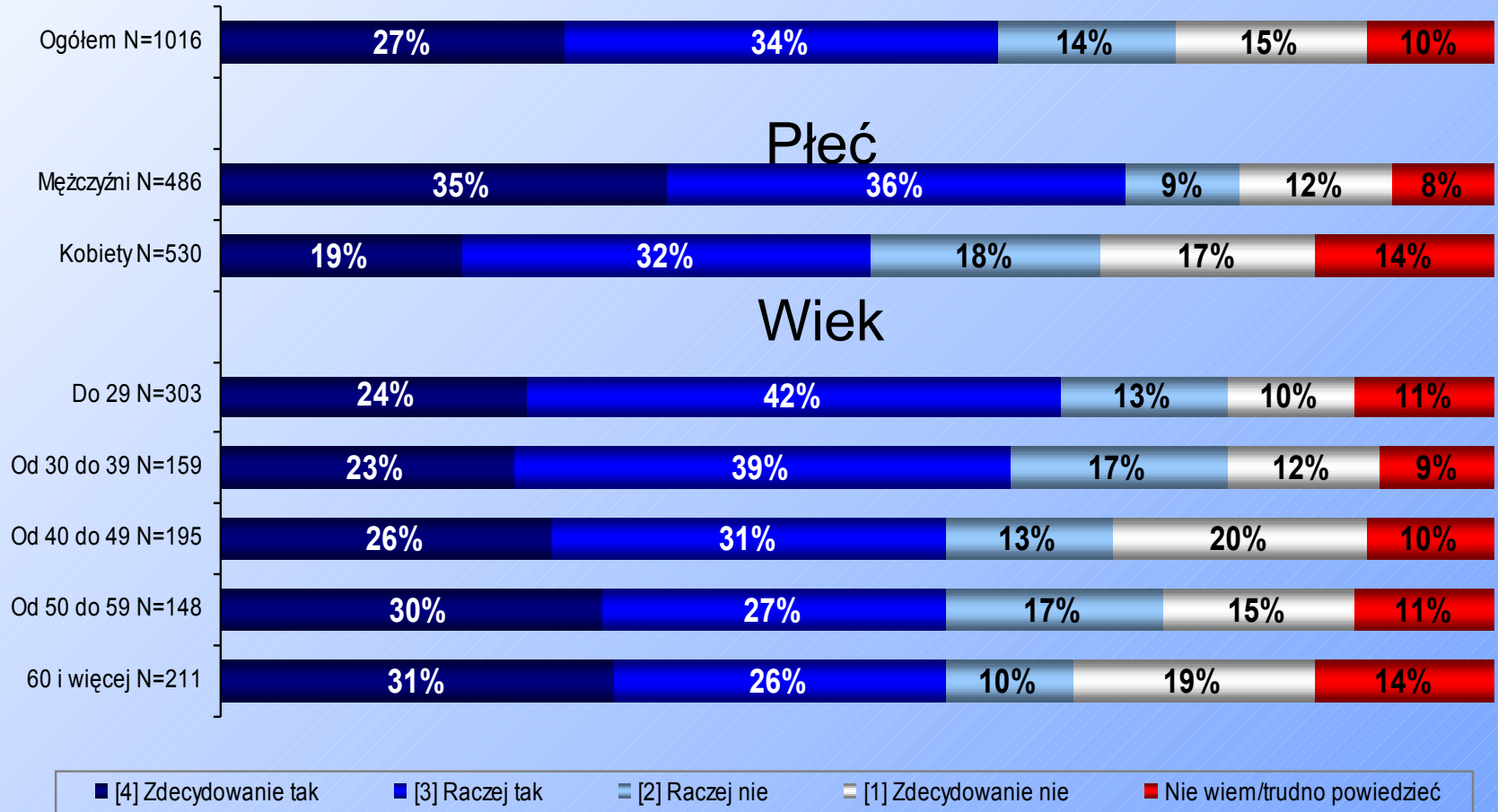
STOSUNEK SPOŁECZEŃSTWA POLSKIEGO DO ENERGETYKI JĄDROWEJ

Stopień akceptacji społeczeństwa polskiego dla wykorzystania energii jądrowej do zaspokajania potrzeb energetycznych kraju w latach 1989-2004



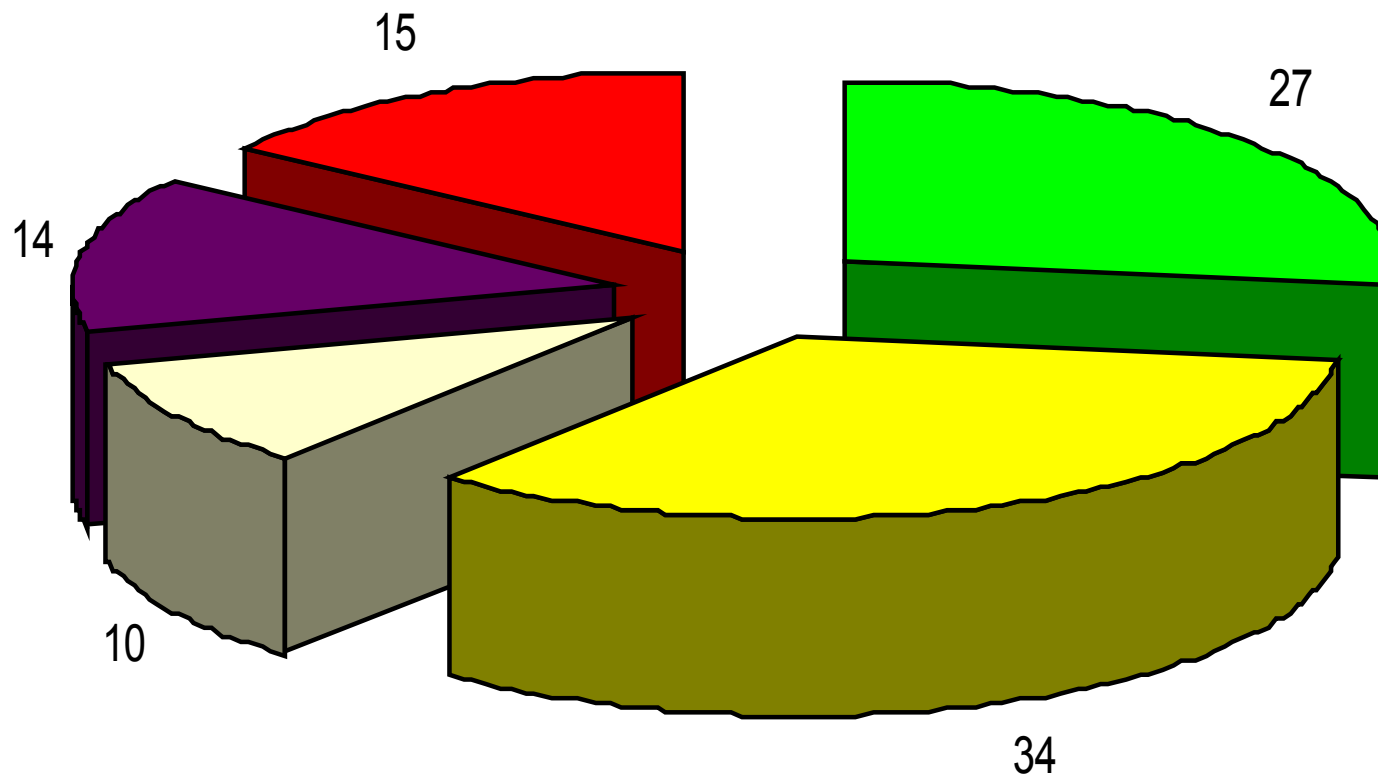
Stopień akceptacji budowy elektrowni jądrowej w Polsce

(Pentor, grudzień 2006)



POLACY O ENERGETYCE JĄDROWEJ, listopad 2006

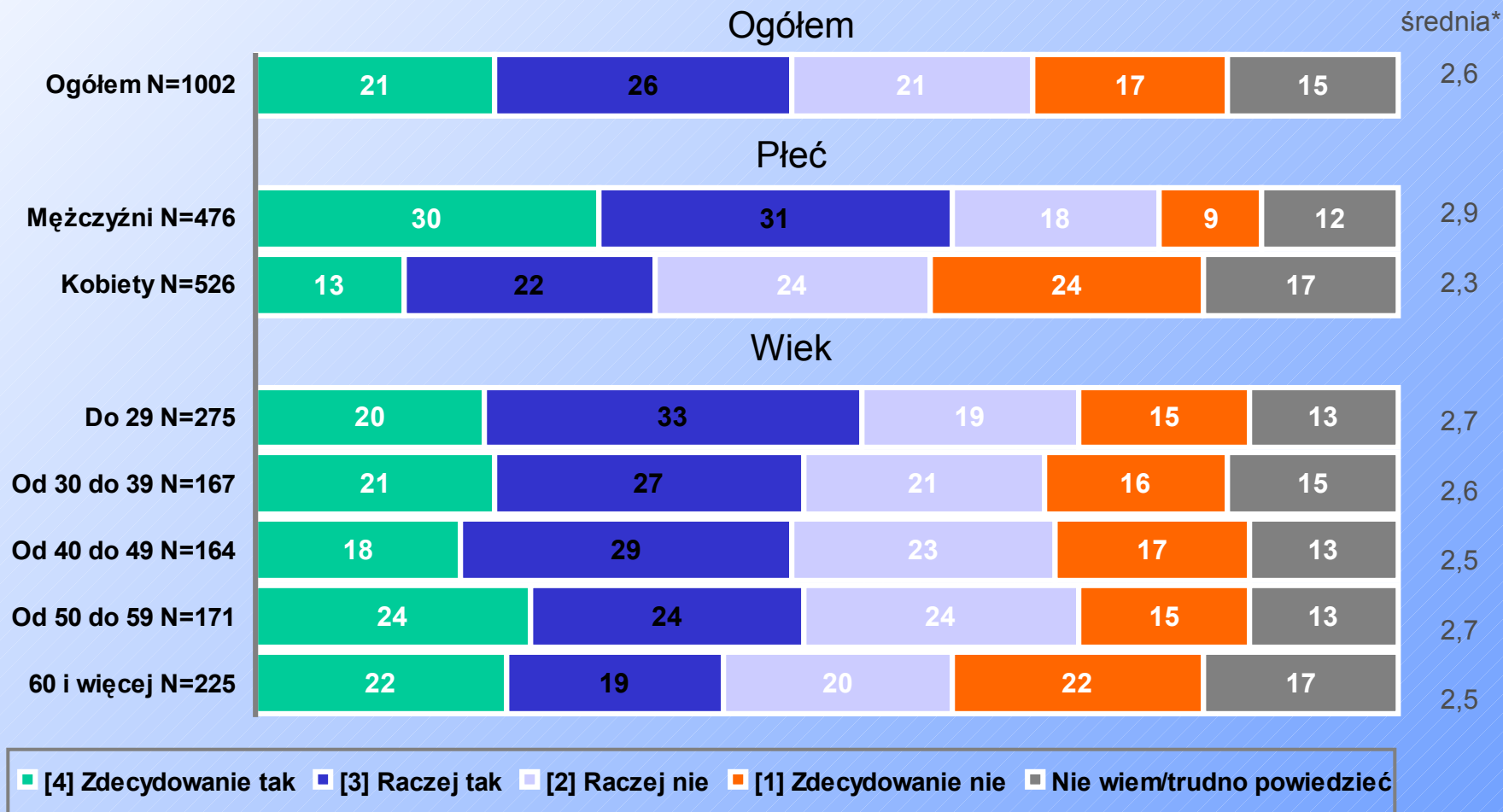
1016 respondentów



■ tak ■ raczej tak ■ nie wiem ■ raczej nie ■ nie

Pentor, 05.12.2008

Czy Pana(i) zdaniem Polska powinna w najbliższym czasie zbudować elektrownię jądrową?

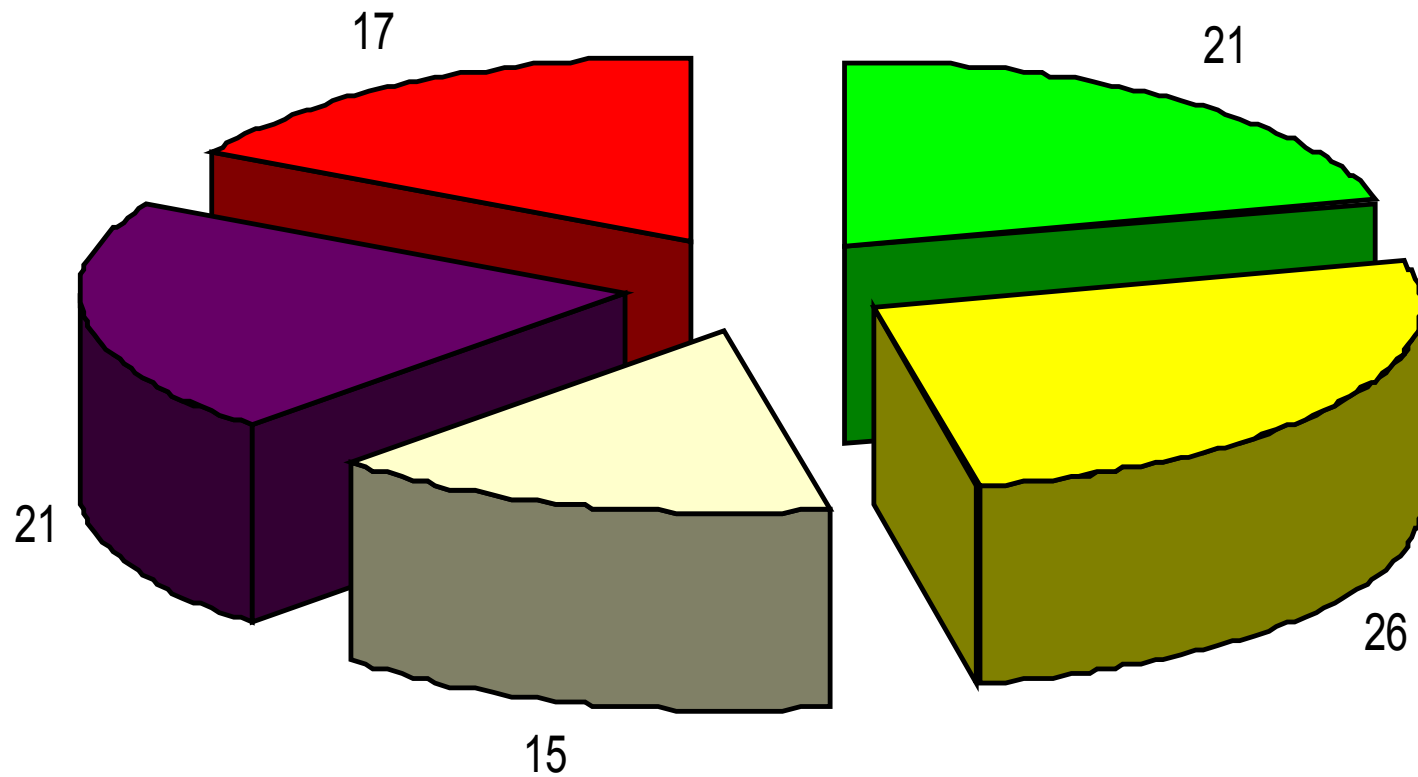


Wszystkie dane w procentach

- Podstawa średniej nie obejmuje osób nie mających opinii.
- Środek czteropunktowej skali jest równy 2,5.

POLACY O ENERGETYCE JĄDROWEJ, grudzień 2008

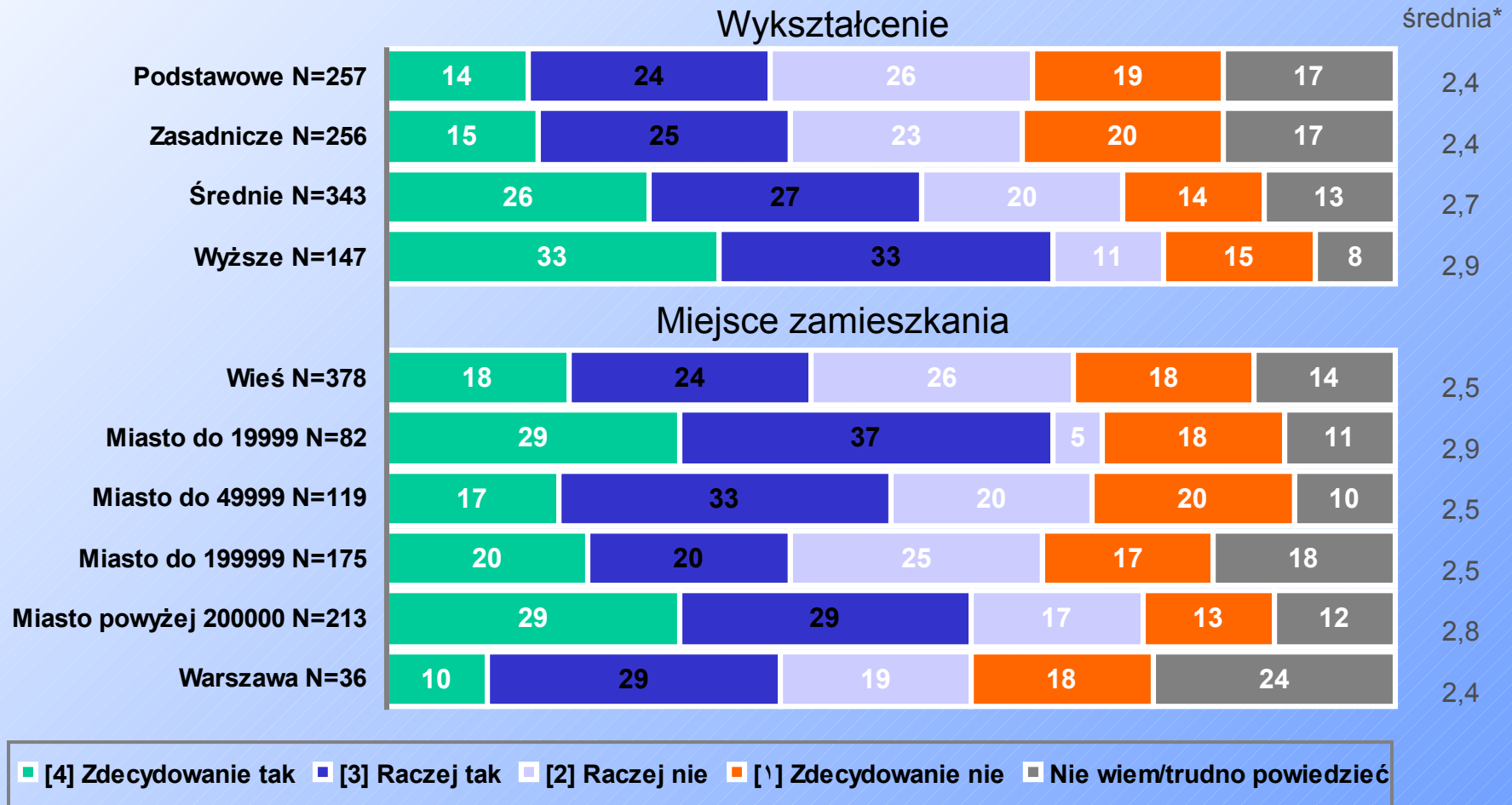
1016 respondentów



■ tak ■ raczej tak ■ nie wiem ■ raczej nie ■ nie

Pentor, 05.12.2008

Czy Pana(i) zdaniem Polska powinna w najbliższym czasie zbudować elektrownię jądrową?

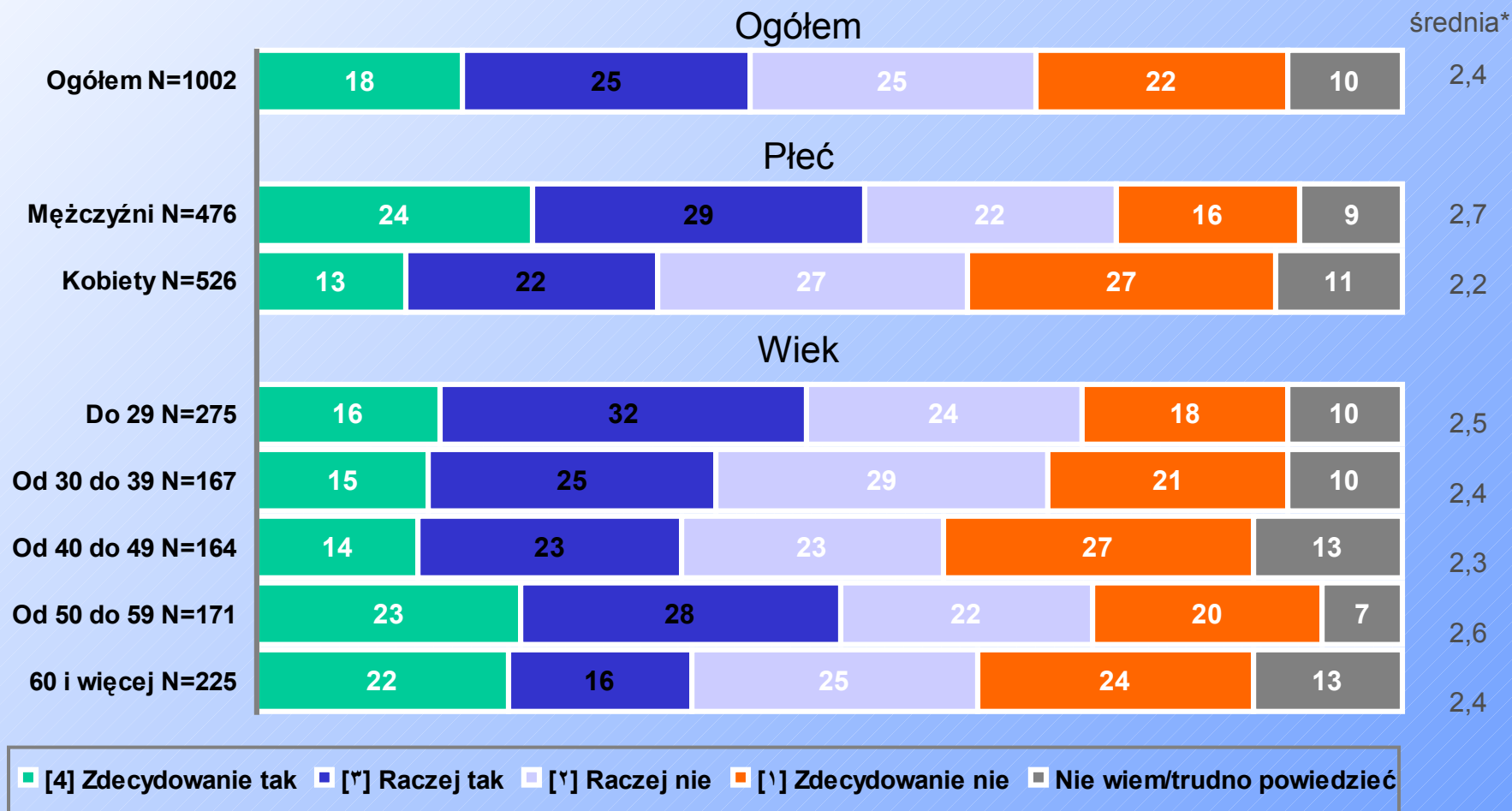


Wszystkie dane w procentach

- Podstawa średniej nie obejmuje osób nie mających opinii.
- Środek czteropunktowej skali jest równy 2,5.

Pentor, 05.12.2008

Gdyby w pobliżu miejscowości, w której Pan(i) mieszka, zaplanowano budowę elektrowni jądrowej i zapewniono mieszkańcom tańszą elektryczność, nowe miejsca pracy i rozwój regionu, to czy poparł(a)by Pan(i) taką inwestycję, czy nie?

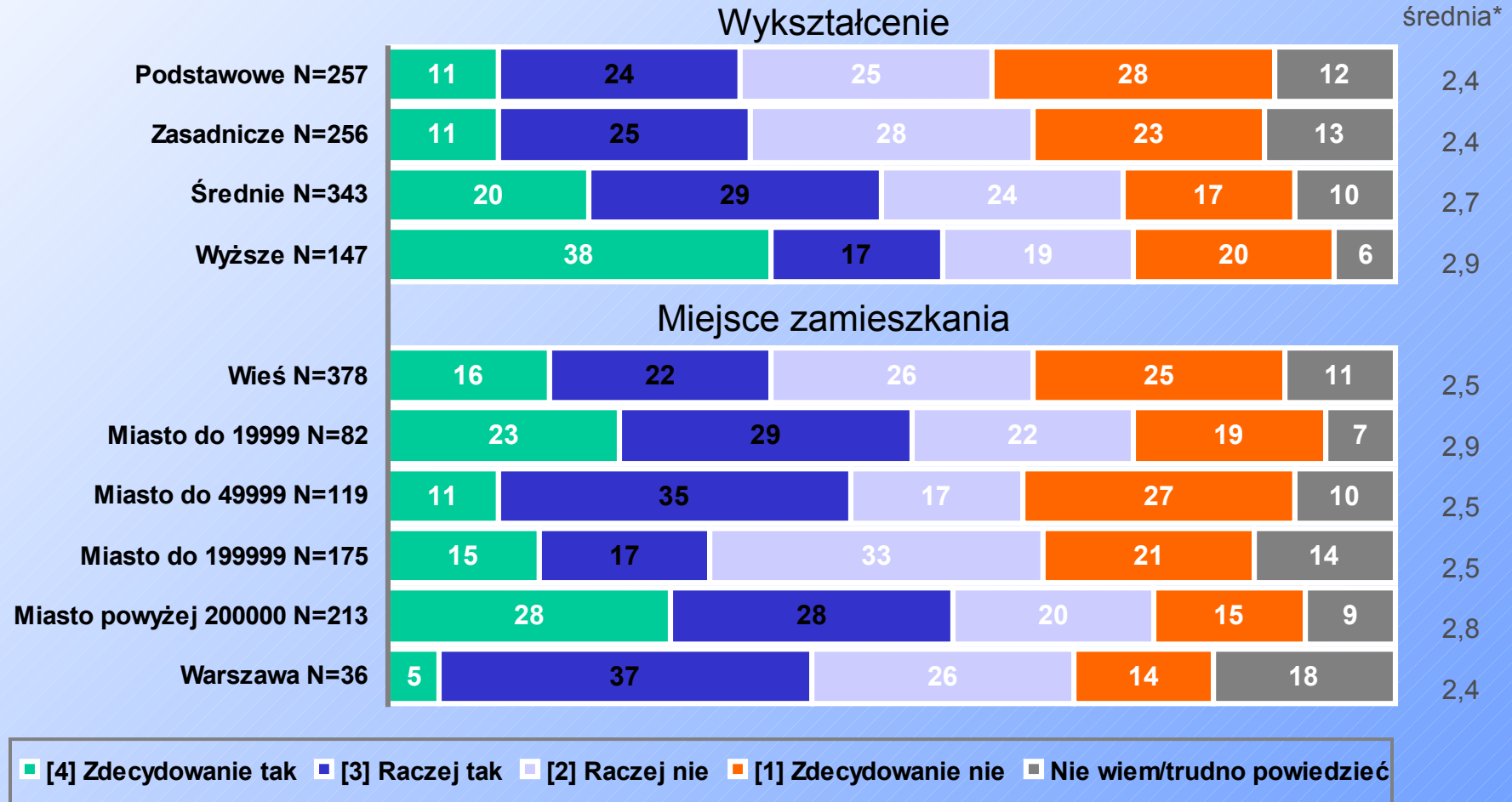


Wszystkie dane w procentach

- Podstawa średniej nie obejmuje osób nie mających opinii.
- Środek czteropunktowej skali jest równy 2,5.

Pentor, 05.12.2008

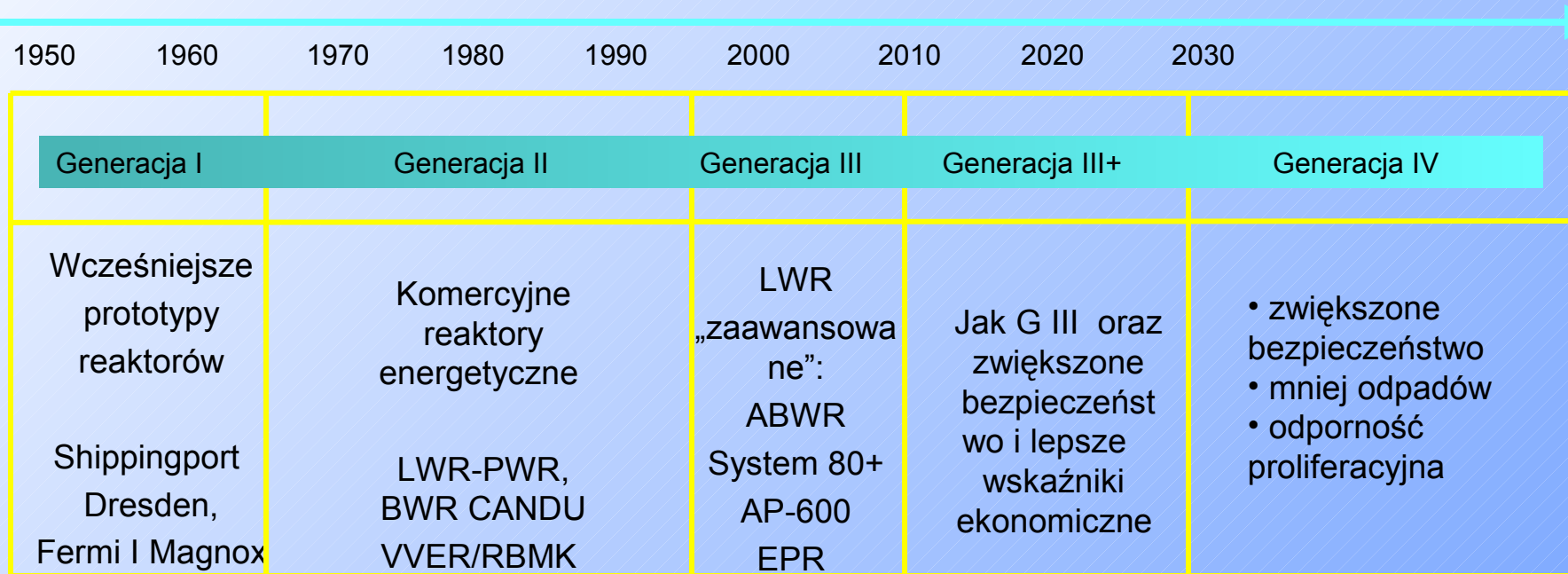
Gdyby w pobliżu miejscowości, w której Pan(i) mieszka, zaplanowano budowę elektrowni jądrowej i zapewniono mieszkańcom tańszą elektryczność, nowe miejsca pracy i rozwój regionu, to czy poparł(a)by Pan(i) taką inwestycję, czy nie?



Wszystkie dane w procentach

- Podstawa średniej nie obejmuje osób nie mających opinii.
- Środek czteropunktowej skali jest równy 2,5.

Ewolucja reaktorów energetycznych



Ewolucja reaktorów energetycznych

Pierwsze reaktory



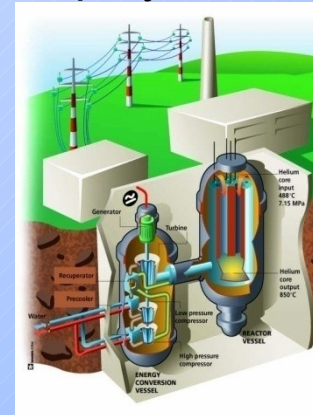
Współczesne reaktory



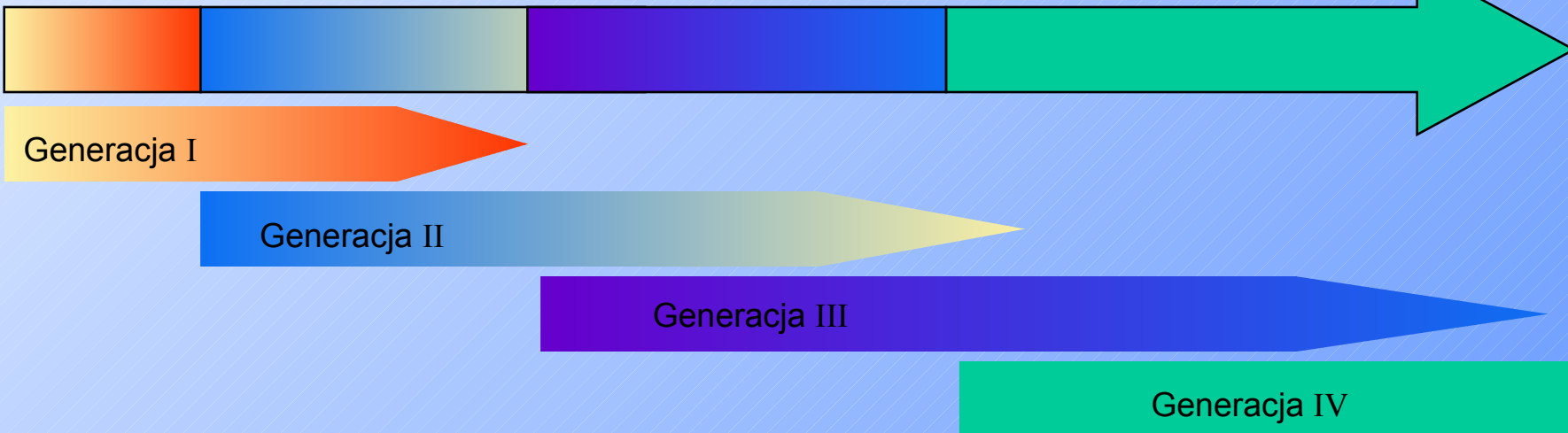
Zaawansowane reaktory

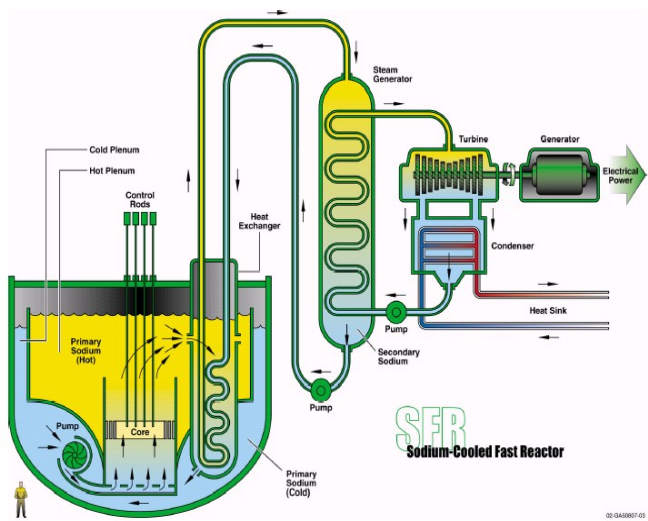


Systemy przyszłości

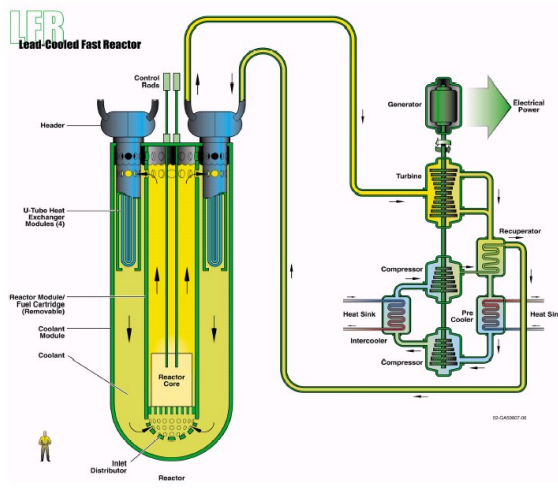


1950 1970 1990 2010 2030 2050 2070 2090

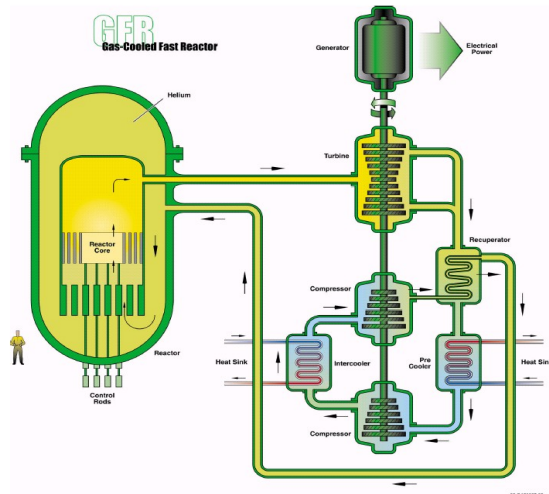




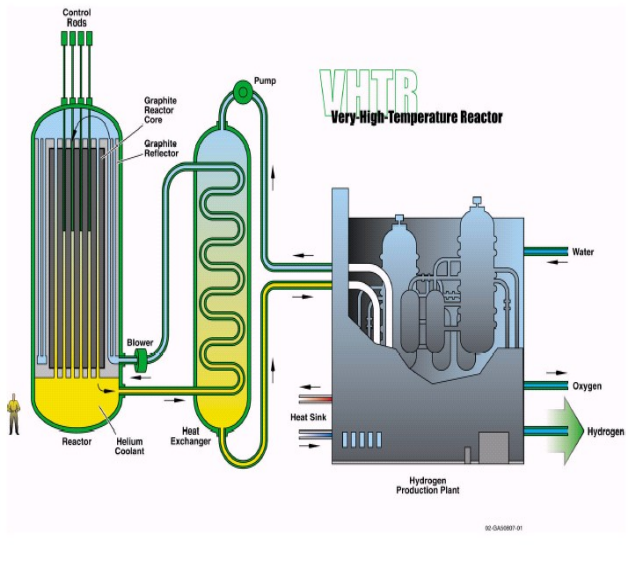
Reaktor prędko chłodzony ciekłym sodem



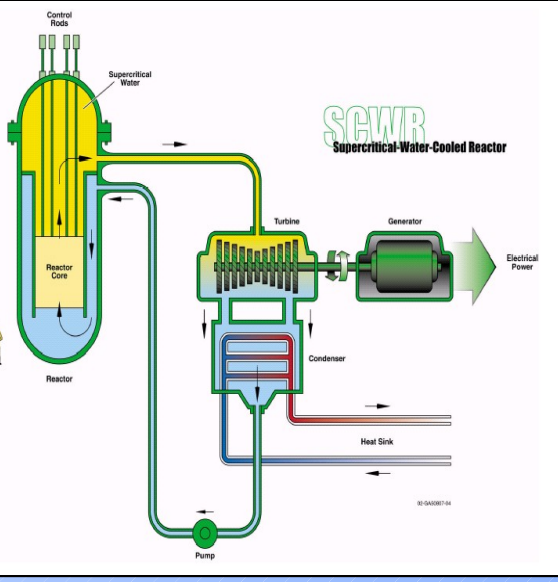
Reaktor prędko chłodzony ciekłym metalem



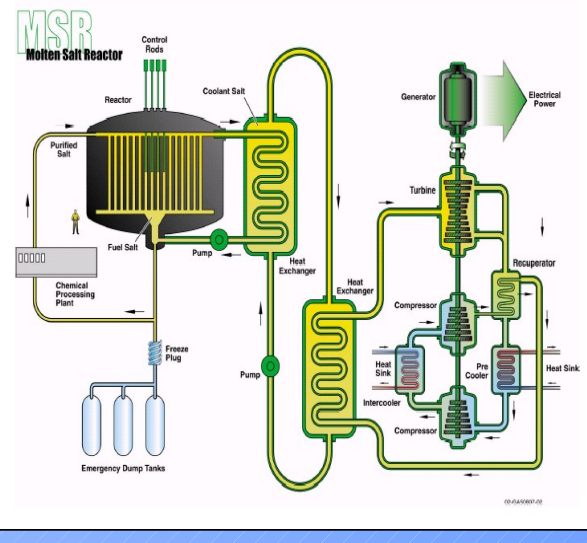
Reaktor prędko chłodzony gazem



Reaktor bardzo wysoko temperaturowy (chłodzony helmem)



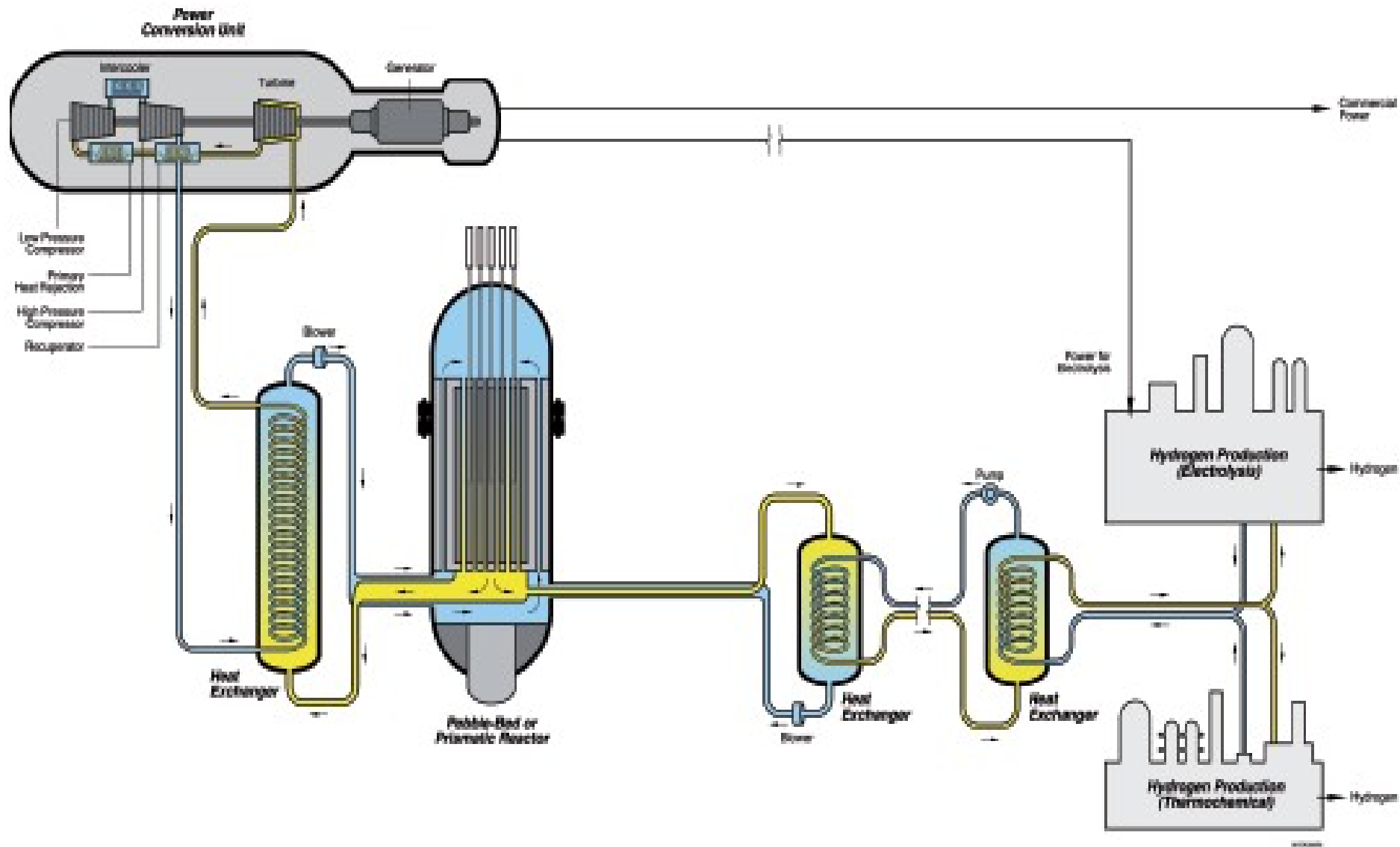
Reaktor chłodzony wodą o parametrach nadkrytycznych



Reaktor chłodzony stopionymi solami

Typ reaktora	Widmo neutronów	Zastosowanie	Nośnik	Paliwo
MSR-breeder	Thermal (Th)		Fuel	LiF-BeF ₂ - ThF ₄ - UF ₄
	Non-moderated (Nm)		Fuel	⁷ LiF-ThF ₄ - ⁷ LiF-ThF ₄ - UF ₄
MSR-breeder	Th/Nm	Secondary coolant	NaF-NaBF ₄	⁷ LiF-ThF ₄ - PuF ₃
MSR-burner	Fast	Fuel	LiF-NaF	LiF-(NaF)-AnF ₄ - AnF ₃
			LiF-(NaF)-BeF ₂	LiF-(NaF)-BeF ₂ - AnF ₄ - AnF ₃
				LiF-NaF-ThF ₄
AHTR	Thermal	Primary coolant	⁷ LiF-BeF ₂	
SFR	Fast	Intermediate coolant	NaNO ₃ - KNO ₃ - (NaNO ₂)	

Sole badanie w programie ALISIA



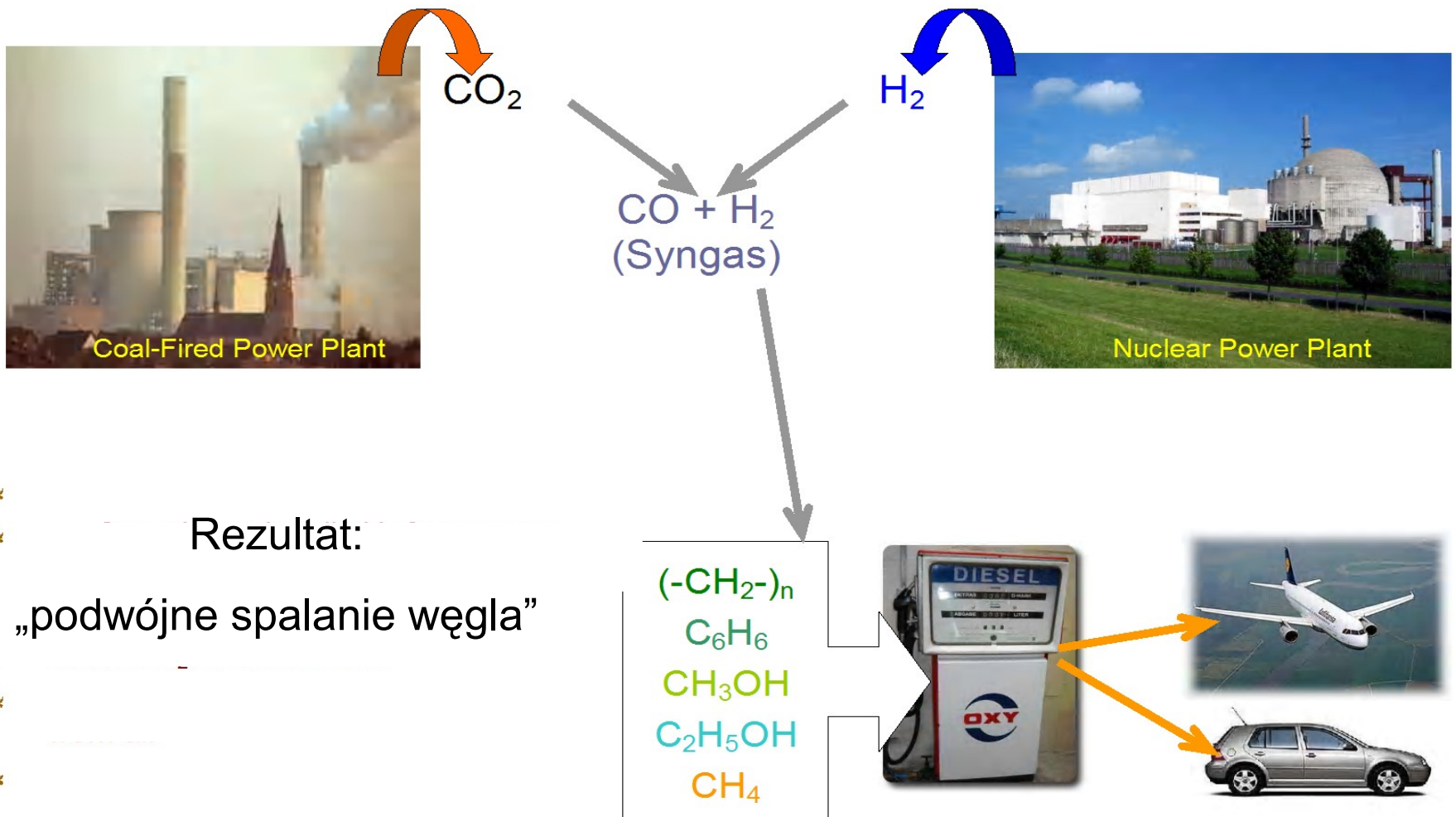
Reaktor VHTR z wytwórnią wodoru

SYNERGIA WĘGLOWO-JĄDROWA?

Energetyka jądrowa to bezemisyjne źródło:

- taniej energii elektrycznej dla produkcji wodoru (dla produkcji syntetycznych paliw płynnych) i tlenu (dla podniesienia efektywności spalania węgla)
- wysoko-temperaturowego ciepła (odpadowego) dla podziemnej gazyfikacji węgla
- taniej energii elektrycznej i wysoko-temperaturowego ciepła dla produkcji wodoru (dla produkcji syntetycznych paliw płynnych) i tlenu (dla podniesienia efektywności spalania węgla)

Recykling CO₂ z wykorzystaniem elektrowni jądrowej dla syntezy węglowodorów



Rezultat:

„podwójne spalanie węgla”

(-CH₂-)_n
C₆H₆
CH₃OH
C₂H₅OH
CH₄

