



Lokalizacje i odbiór społeczny energetyki jądrowej na północy Polski.

Mariusz P. Dąbrowski

17 maja 2016 r,
UZ3, NCBJ

Plan:

- 1. Wdrażanie Programu Polskiej Energetyki Jądrowej na północy Polski.**
- 2. Popularyzacja wiedzy o energii jądrowej.**
- 3. Odbiór społeczny PPEJ a stereotypy dotyczące energetyki jądrowej.**
- 4. Podsumowanie.**

2. Program Polskiej Energetyki Jądrowej w Województwie Zachodniopomorskim.

- 2008 - „Pakiet klimatyczny” ok. 50 mld euro na ograniczenie emisji dwutlenku węgla
- Uchwała Rady Ministrów Rzeczypospolitej Polskiej z 13.01.2009 r.

„W celu zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego kraju oraz uwzględniając rozwój gospodarczy, przygotowany i wdrożony zostanie program polskiej energetyki jądrowej. Pełnomocnik rządu do spraw polskiej energetyki jądrowej przygotowuje i przedstawi Radzie Ministrów projekt tego programu, który określać będzie liczbę, wielkość i możliwe lokalizacje elektrowni jądrowych. Rząd zobowiązuje także ministra skarbu państwa do zapewnienia współpracy PGE Polskiej Grupy Energetycznej SA przy przygotowaniu i realizacji programu.”

*Komentarz: ...”zostaną wybudowane **co najmniej dwie** elektrownie jądrowe. Prace będą prowadzone równocześnie, a przynajmniej **jedna** z elektrowni powinna **zacząć działać** do 2020 roku.”*

Podstawowe korzyści z energetyki jądrowej dla Polski:

1. ***Poprawa bezpieczeństwa energetycznego*** – dywersyfikacja źródeł energii, w podstawowym pakiecie pojawi się zupełnie nowe, stabilne źródło energii (do 2030 roku 15,7% energii elektrycznej z energii jądrowej (EJ), 18,8% ze źródeł odnawialnych (OZE), oraz wciąż ponad 50% z węgla).

2. ***Stabilizacja cen energii elektrycznej na rynku*** (prąd wytwarzany w elektrowniach jądrowych jest najtańszy) a w dłuższej perspektywie ich spadek zarówno dla odbiorcy indywidualnego, jak również (co bardzo ważne) dla odbiorcy przemysłowego. Tani prąd dla przemysłu obniża koszty produkcji i tym samym daje lepszą konkurencyjność gospodarki. Ceny wyprodukowanej 1 MWh: Finlandia 34 euro (140 PLN) EJ, 64 euro (254 PLN) węgiel, 52,9 euro (210 PLN) OZE; Korea Płd. 103 PLN EJ, 175 PLN węgiel, 311 PLN OZE.

3. *Realizacja wymagań pakietu klimatycznego* – redukcja emisji CO₂ i innych gazów cieplarnianych. Elektrownie jądrowe są bezemisyjne. Koszt emisji CO₂ od 20-40 euro/tonę.

4. *Transfer nowoczesnych technologii*, które są później wykorzystywane w innych gałęziach gospodarki (np. budownictwo, przemysł maszynowy). System zapewnienia jakości ISO wywodzi się z energetyki jądrowej. Przy tym także rozwój ośrodków naukowych i uczelni wyższych.

5. *Zaangażowanie* przemysłu krajowego i jego *rozwój* w nowych gałęziach związanych z energetyką jądrową.

6. *Możliwość zwiększenia produkcji radioizotopów* (coraz droższych na świecie) do bardzo szerokich i często niedocenianych przez przeciwników atomu zastosowań w medycynie.

Podjęte działania (skrót):

08.04.2008 - blackout w Szczecinie i okolicach (powstają sztaby kryzysowe)

21.01.09 – list PTF przez Rektora US do władz samorządowych w sprawie lokalizacji elektrowni

26.03.09 – powołanie Grupy Roboczej ds. EJ

28.10.09 – przygotowanie przez grupę zgłoszenia 10 lokalizacji elektrowni jądrowej

14.01.10 – wizyta Pełnomocnika Rządu Hanny Trojanowskiej w Szczecinie (z prof. A. Chmielewskim)

14.03.10 – ogłoszenie rankingu lokalizacji przez MG

18-19.10.10 – konferencja „Energetyka jądrowa – Województwo Zachodniopomorskie 2010 (EDF, Areva, GE Hitachi, EnBW, GDF Suez, itd.; wykład prof. Z. Jaworowskiego)

Podjęte działania (skrót):

- 24.01.11 – otwarcie wystawy „Atomowa Eureka” na Uniwersytecie Szczecińskim
- 11.03.11 – awaria w Fukushima i szeroka dyskusja na temat przyszłości energetyki jądrowej
- 25.11.11 – ogłoszenie „krótkiej listy” lokalizacji przez PGE
- 14-15.11.11 – wizyta samorządowców w elektrowni Flamanville oraz zakładzie wypalonego paliwa La Hague we Francji
- 08.02.12 – posiedzenie ZZEJ z przedstawicielami PGE w sprawie referendum w gminie Mielno
- 29.03.2012 – start ogólnopolskiej kampanii informacyjnej poznajatom.pl

Korzyści z polskiego programu EJ dla regionu. Zaangażowanie firm lokalnych.

- **Inwestycja** rzędu 20-40 mld zł w regionie (terminal LNG 3 mld)
- **Postęp cywilizacyjny**, rozwój nauki (uczelnie, instytuty naukowe) i nowych technologii (firmy z branży high-tech) w regionie.
- **Pobudzenie koniunktury** w infrastrukturze usługowej wokół inwestycji
- **Zaangażowanie firm lokalnych** i grup zawodowych (np. spawacze, operatorzy dźwigów) przy budowie
- Konkretny **wpływy z podatków** do kasy gminnej, powiatowej i wojewódzkiej (podatek od nieruchomości 50% dla gminy podstawowej oraz 50% do podziału dla gmin sąsiadujących, PIT – 39,34% do gminy, 10,25% do powiatu, 1,6 do woj., CIT – 6,71% gmina, 1,4% powiat, 14,75% woj.)

Północna Polska jako zaplecze PPEJ.

Zalety energii jądrowej pozwalają rozważyć wkomponowanie elektrowni jądrowych w krajobraz turystyczny przyczyniając się do jego rozwoju i dobrobytu.

Zachodniopomorskie jako zaplecze polskiego programu energetyki jądrowej.

Formułując na początku 2009 roku **plan wdrażania energetyki jądrowej w województwie zachodniopomorskim** przez powołaną do tego zadania Grupę Roboczą ds. Energetyki Jądrowej przy Wojewodzie Zachodniopomorskim zespół miał na myśli właśnie **ideę wkomponowania obiektów jądrowych w krajobraz przyrodniczy regionu znanego ze swych walorów turystycznych.**

- biznes turystyczny ograniczony do wąskiego pasa nadmorskiego i pojedynczych miejscowości nad jeziorami
- mieszkańcy atrakcyjnych przyrodniczo regionów oddalonych od wybrzeża (nawet kilka km) nie mogą liczyć na większe dochody



Los Vandellos - Hiszpania





Neckarwestheim (3500 mieszkańców ok. 1.5 km od elektrowni).



NPP Flamanville, Normandia, Francja

(Flamanville, 1.2 km od EJ NPP, 1800 mieszkańców, na lewo - marina)

W lipcu 2009 w Grupie Roboczej ds. Energetyki Jądrowej w lipcu 2009 opracowano formularz, który został przekazany do zainteresowanych gmin w celu wstępnej analizy lokalizacji. Formularz został opracowany na podstawie następujących dokumentów:

- 1) „Milestones in the Development of a National Infrastructure for Nuclear Power”, IAEA (International Atomic Energy Agency) Nuclear Energy Series No. NG-G-3.1, Wiedeń 2007;**
- 2) „Towards a Nuclear National Policy Statement (Consultation on the strategic siting assessment)”, BERR, UK, lipiec 2008;**
- 3) „Towards a Nuclear National Policy Statement (Government response)”, Office for Nuclear Development, UK, styczeń 2009.**

Formularz uzupełniony obszerną dokumentacją (mapy itd.) posłużył do formalnego zgłoszenia 10 lokalizacji do Ministerstwa Gospodarki w dniu 30.10.2009.

Zachodniopomorskie propozycje lokalizacji elektrowni jądrowej zgłoszone do MG (28.10.2009):

10 potencjalnych lokalizacji

Obszar I – KOPAŃ, I.1 – lokalizacja „Kopań” (350 ha):



Obszar II – STARGARD:

**II.1 – lokalizacja
„Krzywiec” – 1403
ha**

**II.2 – lokalizacja
„Lisowo” – 2259
ha**

**II.3 – lokalizacja
„Wiechowo” –
1376 ha**



Obszar III – GRYFINO:

**III.1 – lokalizacja
„Pniewo” – 428 ha**

**III.2 – lokalizacja
„Pniewo-Krajnik” – 50
ha**

**III.3 – lokalizacja
„Dębogóra” – 240 ha**

**III.4 – lokalizacja
„Krzymów” – 674 ha**



Lokalizacja „Krzymów”:



Zalety: działki od 200-500 m od rzeki Odry; właściciel gruntów to Skarb Państwa lub Lasy Państwowe; 40-50 km od portu w Szczecinie, linia kolejowa Szczecin-Zielona Góra

Wady: wstępne obiekcje ze strony niemieckiej (dot. całego obszaru)

Obszar IV – STEPNICA nad Zalewem Szczecińskim:

**II.1 –
lokalizacja
„Stepnica-1”
– 140 ha**

**II.2 –
lokalizacja
„Stepnica-2”
– 112 ha**



Lokalizacja „Stepnica-1, 2”:

- **Zalety:** najlepszy dostęp do wody spośród wszystkich lokalizacji w głębi lądu;
- **Zalew Szczeciński to największy zbiornik wodny Polski** (pow. 911,8 km²; 457,3 km² na terytorium Polski; śr. głębokość 4m; objętość wody 2,75 km³; średni roczny odpływ Odry 16,3 km³; zasolenie od 0,5-2,0 promilla)
- Stepnica posiada **własny port**, który jest modernizowany (łatwość dowozu elementów reaktora)
- podobna do lokalizacji EJ “Blayais” k. Bordeaux



**Lokalizacja
„Stepnica - 1, 2”:**



**Lokalizacja „Stepnica-2” z lotu ptaka:
“tu na razie jest klepisko ...”**



Pierwszy ranking lokalizacji EJ (MG - 14.03.10):

załącznik nr 1

ŁĄCZNA OCENA EKSPERTCKA I RANKING LOKALIZACJI*

Lp	Lokalizacje	Kryteria																	Razem
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
		Integracja z KSE	Geologia i tektonika	Sejsmologia	Hydrologia	Woda chłodząca	Demografia, użytkowanie	Meteorologia	Fauna i flora	Bezpieczeństwo jądrowe	Środowisko	Zdarzenia - człowiek	Infrastruktura	Kultura i historia	Dostęp i ewakuacja	Transport	Aspekty prawne	Konsultacje publiczne	
1	Zarnowiec	4,7	4,0	5,0	3,5	0,0	5,0	5,0	5,0	3,2	5,0	3,0	4,7	5,0	3,0	4,5	b.d	5,0	65,6
2	Warta-Klęmpicz	4,3	4,0	5,0	4,5	1,0	5,0	3,0	2,0	3,4	3,0	3,0	4,7	5,0	3,0	4,0	b.d	5,0	59,9
3	Kopań	2,0	3,0	5,0	3,5	5,0	5,0	5,0	2,0	2,6	0,0	3,0	4,7	5,0	3,0	4,0	b.d	3,0	55,8
<i>pozostałe lokalizacje na Pomorzu Zachodnim</i>																			
12	Krzywiec	1,3	5,0	4,0	4,0	0,0	5,0	3,0	1,0	3,2	3,0	3,0	4,5	0,0	5,0	4,0	b.d	3,0	49,0
13	Krzymów	1,3	4,0	5,0	2,0	1,0	5,0	3,0	0,0	2,8	0,0	3,0	4,7	5,0	5,0	4,0	b.d	3,0	48,8
...																			
16	Pniewo	1,3	5,0	5,0	2,0	1,0	5,0	3,0	0,0	2,8	0,0	3,0	4,8	5,0	3,0	4,0	b.d	3,0	47,9
17	Pniewo-Krajnik	1,3	5,0	5,0	2,0	1,0	5,0	3,0	0,0	2,8	0,0	3,0	4,8	5,0	3,0	4,0	b.d	3,0	47,9
...																			0,0
19	Dębogóra	1,3	4,0	5,0	4,0	1,0	5,0	3,0	2,0	2,6	0,0	3,0	4,8	0,0	3,0	4,5	b.d	3,0	46,2
20	Stepnica 1	1,0	3,0	4,0	2,5	1,0	5,0	4,0	0,0	3,0	0,0	2,0	4,8	5,0	3,0	4,0	b.d	3,0	45,3
21	Stepnica 2	1,0	3,0	4,0	2,5	1,0	5,0	4,0	0,0	3,0	0,0	2,0	4,8	5,0	3,0	4,0	b.d	3,0	45,3
22	Wiechowo	1,3	4,0	4,0	4,0	0,0	5,0	3,0	1,0	3,0	3,0	3,0	4,4	0,0	3,0	3,5	b.d	3,0	45,2
...																			
24	Lisowo	1,3	3,0	4,0	4,0	0,0	5,0	3,0	1,0	3,0	3,0	3,0	4,5	0,0	3,0	4,0	b.d	3,0	44,8
...																			

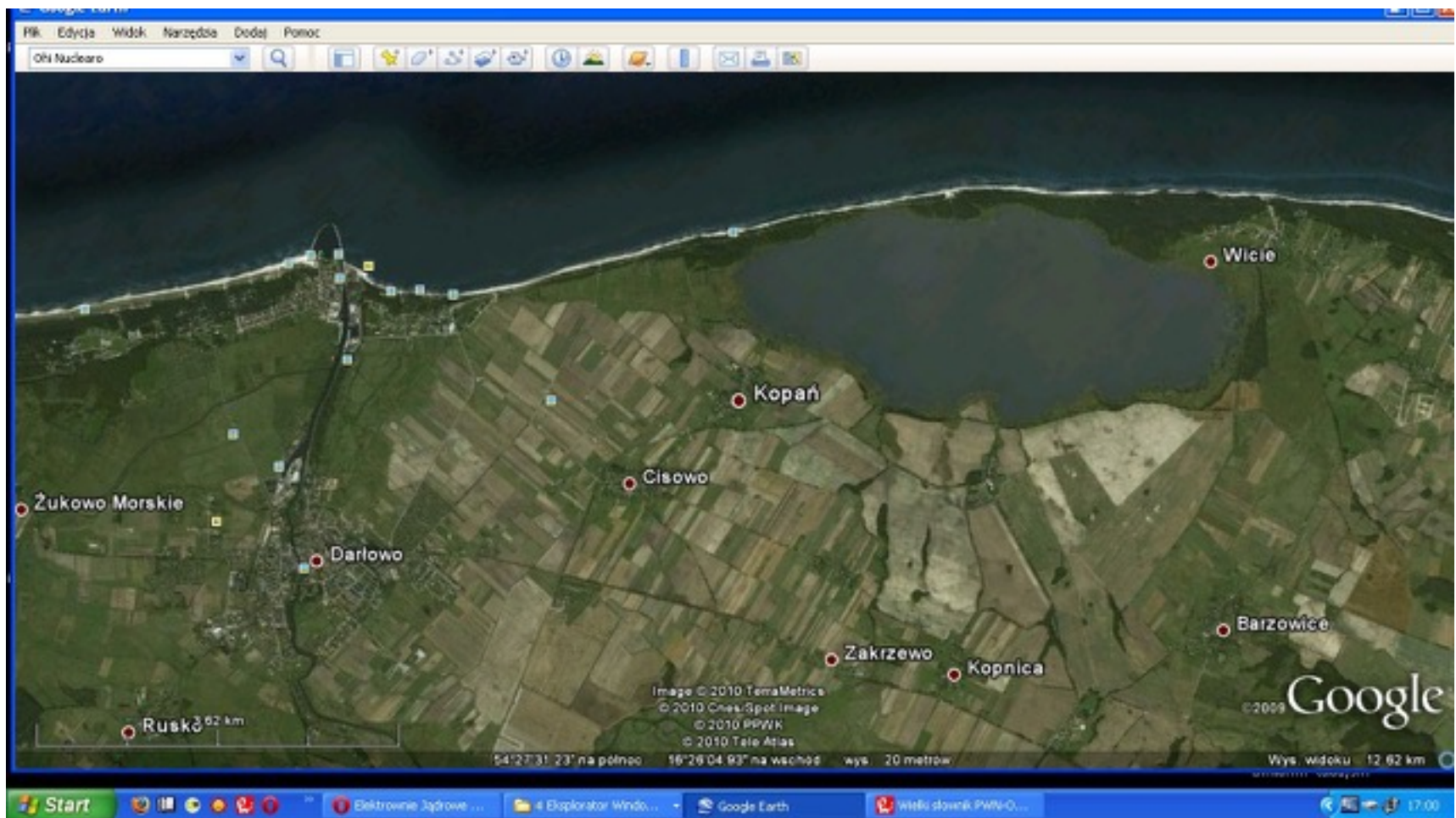
* opracowana na podstawie prezentacji „Ekspertyza na temat kryteriów lokalizacji elektrowni jądrowych oraz wstępna ocena uzgodnionych lokalizacji” zamieszczonej na stronie Ministerstwa Gospodarki.

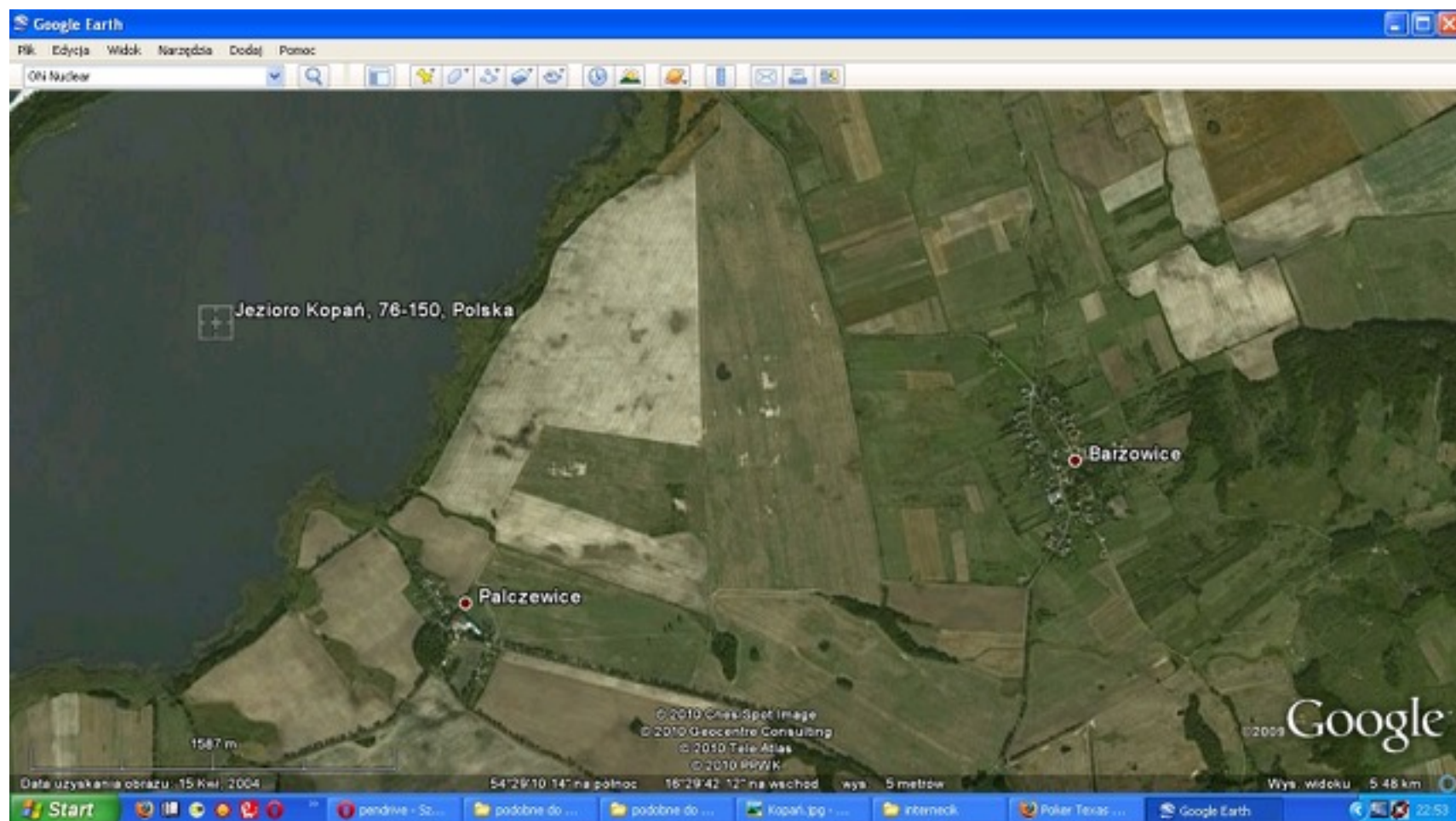
Lokalizacja „Kopań” k. Darłowa

Lokalizacja zawarta w dokumentach rządowych rozwijanych w programie jądrowym w latach 80-tych – 183 ha; jezioro Kopań 0,5 km od lokalizacji; linia brzegowa Bałtyku 3 km od lokalizacji

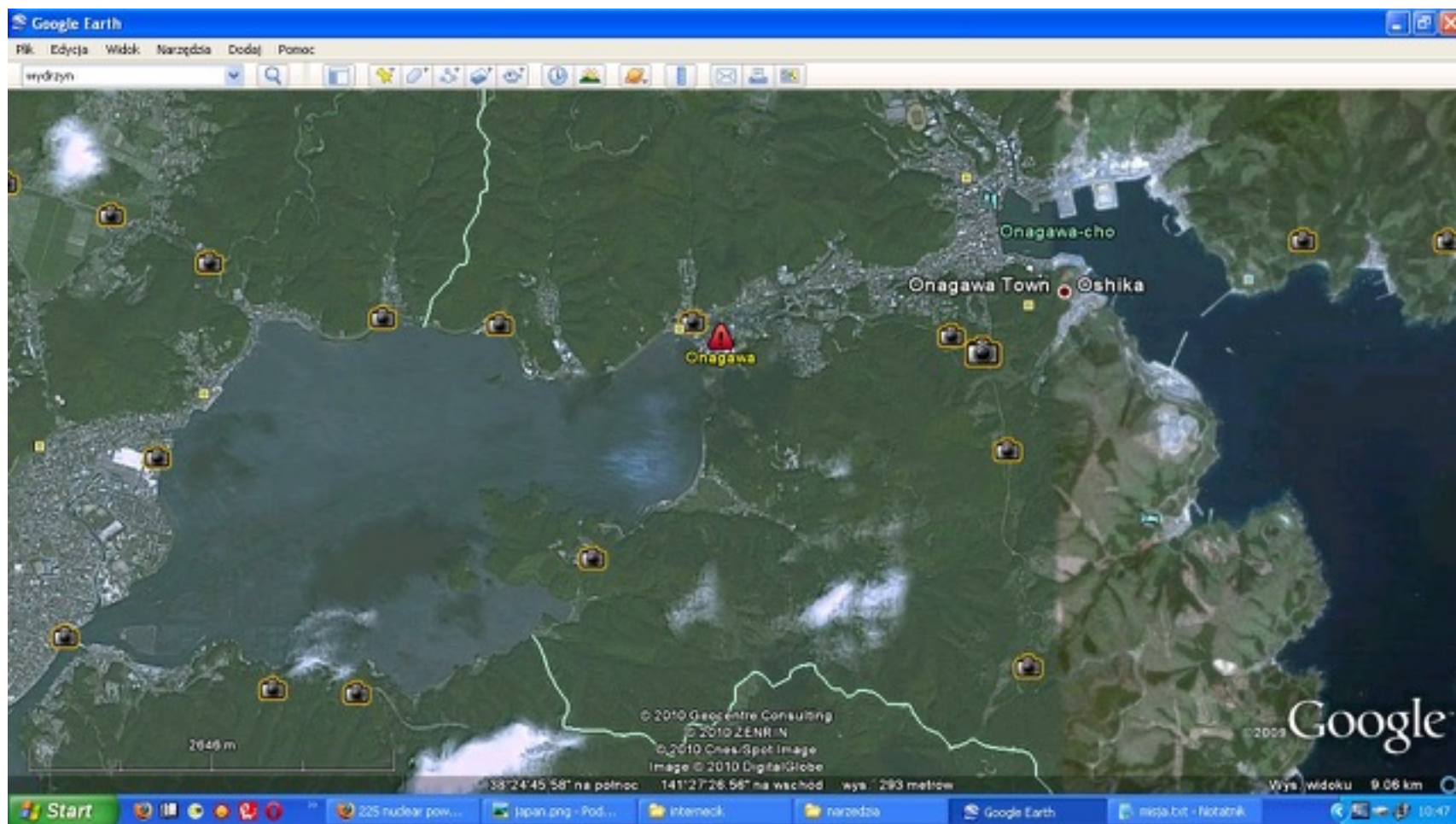


Lokalizacja „Kopań” z lotu ptaka:





Podobne lokalizacje na świecie – Onagawa, Japonia:



Atuty lokalizacji „Kopań”:

- Uporządkowane stosunki własnościowe – teren (350 ha) jest własnością Skarbu Państwa
- Infrastruktura transportowa (drogi krajowe I kategorii, kolej, lotniska)
- Darłowo posiada własny port (łatwość dowozu elementów reaktora)

12/06/2010



Plaża przy EJ Maanshan na Tajwanie.



Plaża na polskim wybrzeżu -
Wschodnie Darłówko – lok. „Kopań”.

Podjęte wstępne działania informacyjne:

28.04.2010 - robocze spotkanie z przedstawicielami samorządu lokalnego, władzami województwa, przedstawicielami PGE „Energia Jądrowa” oraz członkami Grupy Roboczej ds. Energetyki Jądrowej

11-12. 06.2010 - „Weekend z atomistyką” - cykl spotkań ekspertów z młodzieżą szkolną, nauczycielami oraz społecznościami miejscowości sąsiadujących z lokalizacją „Kopań” (Palczewice, Barzowice, Wicie, Darłowo, Dąbki itd.)

Utworzone portale informacyjne dotyczące energetyki jądrowej:

Urząd Marszałkowski Województwa Zachodniopomorskiego
http://www.wit.wzp.pl/wit/energia_jadrowa.htm

Urząd Gminy Darłowo
<http://www.ugdarlowo.pl/>
zakładka: energetyka jądrowa

Urząd Gminy Stepnica
<http://www.stepnica.pl/strony/menu/165.dhtml>

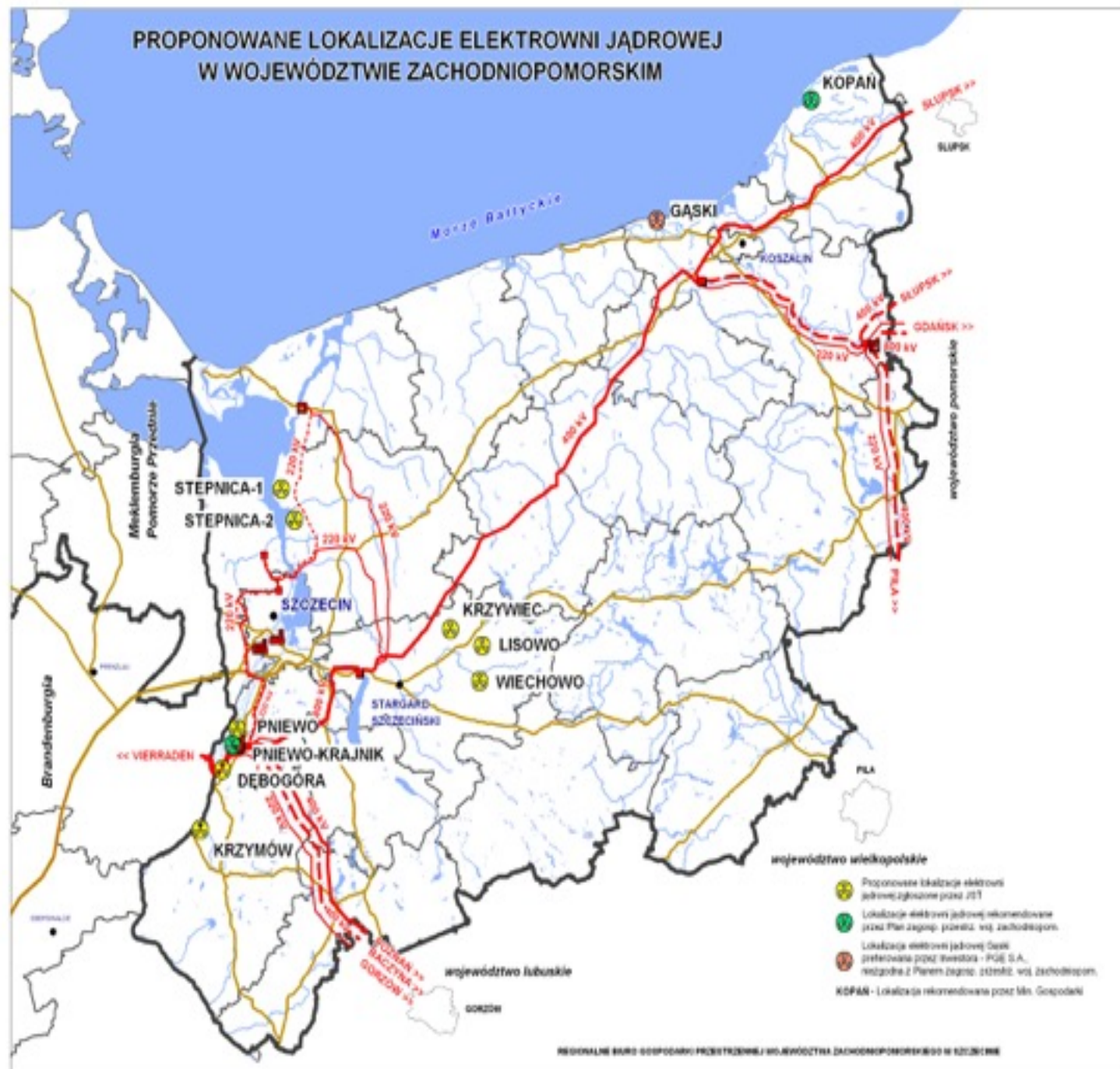
Oddział Szczeciński Polskiego Towarzystwa Fizycznego
<http://www.ptf.ps.pl/energetyka.php>

Lokalizacja V – GAŃSKI ranking PGE 25.11.12 (wybrano spośród 96 lokalizacji)



Równorzędnie do: Choczewo, Żarnowiec (pomorskie)

PROPONOWANE LOKALIZACJE ELEKTROWNI JĄDROWEJ W WOJEWÓDZTWIE ZACHODNIOPOMORSKIM



ENERGETYKA JĄDROWA w POLSCE

1:4 000 000



Legenda:



Żarnowiec

lokalizacja wyznaczona



Gościeradów

lokalizacja potencjalna



Radoniów

miejsce występowania rud uranu



Różan

istniejące składowisko odpadów promieniotwórczych



Kłodawa

możliwe lokalizacje składowisk odpadów promieniotwórczych

2. Popularyzacja wiedzy o energii jądrowej.

Do kogo adresować naszą wiedzę?

- min. Ryszard Kurylczyk (b. Dyr. EJ „Żarnowiec”) – „w 2020-22 roku będą mieli około 18 lat Ci, którzy **teraz mają 9-12 lat** – szkoła podstawowa”
- prof. Ludwik Dobrzyński (NCBJ) – „na to się dodatkowo nakłada **niż demograficzny**” - coraz mniejsze zainteresowanie naukami ścisłymi
- cykl technologiczny elektrowni jądrowej to **nawet 60 lat** a zatem beneficjenci to nasi najmłodsi

Jak ją przekazywać?

- język prosty i jasny
- język musi być zrozumiały (trzeba to sprawdzać wielokrotnie)
- najlepsze analogie, przenośnie, paralele – „jak w Biblii”
- tematyka „gorąca” - dzieci i młodzież zadają „dorosłe pytania”

(liczy się skuteczność, ale nie wszyscy muszą się z tym zgodzić)

Zaleta 1: Wydajność (kaloryczność) „paliwa” jądrowego.

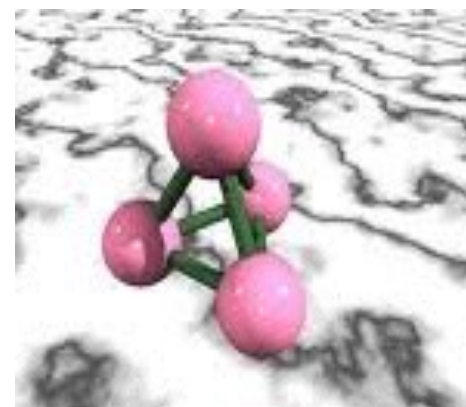
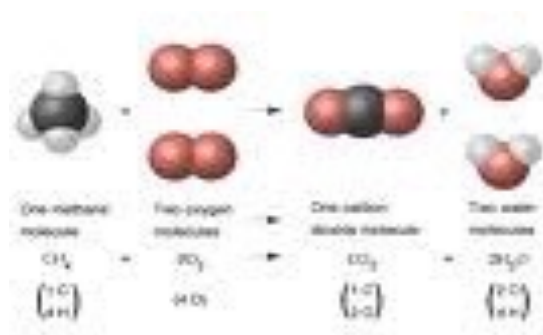
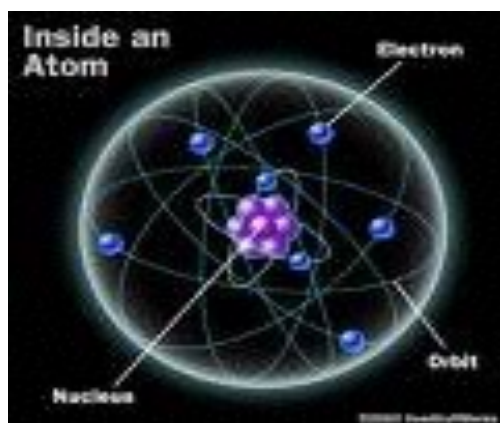
Ludzkość wykorzystuje trzy oddziaływania dla generacji energii: grawitacyjne, elektromagnetyczne i jądrowe *silne*.

Istotne jest porównanie ich skali.

Energia grawitacyjna spadającej wody, była wykorzystywana już przez społeczeństwo przedprzemysłowe (zysk - jedna milionowa (10^{-6}) jednostki energii - elektronowolta (eV), na jedną cząstkę spadającą)

Energia chemiczna pojawia się jako konsekwencja zmiany konfiguracji ładunków elektrycznych we wnętrzach atomów (dodatnio naładowanych jąder atomowych i ujemnie naładowanych elektronów)

Paliwo kopalne + tlen -> dwutlenek węgla + woda + energia



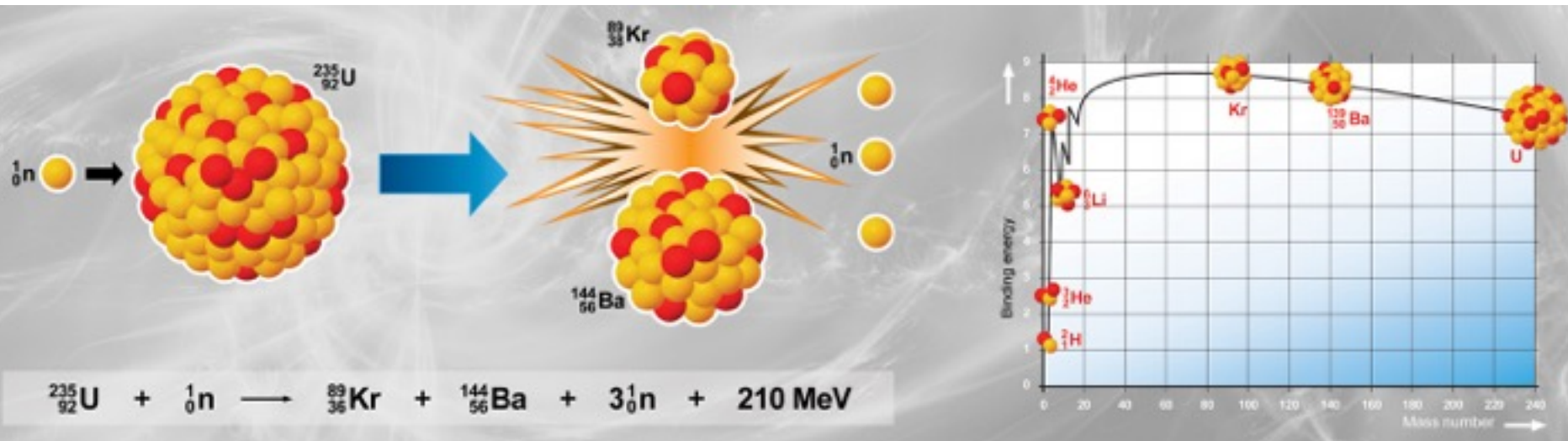
Ze spalania otrzymujemy milion razy więcej energii (1 eV) na jedną cząstkę niż z energii wody!

Energia jądrowa – rozszczepienie (fission).

Energia procesu jądrowego pojawia się jako
konsekwencja

zmiany konfiguracji składników jąder atomowych -
nukleonów (protonów i neutronów) podlegających
oddziaływaniu jądrowemu silnemu

we wnętrzu jąder atomowych.



Energia jądrowa stanowi **najwydajniejsze** źródło energii bowiem z jednej „spalonej” w procesie jądrowym cząstki otrzymujemy **setki milionów razy więcej (ok. 200 MeV)** niż ze spalania paliw kopalnych!

Stąd wynika, że podstawową charakterystyką energii jądrowej może być dewiza: ***mało paliwa – dużo energii.***



Słońce świeci **miliardy lat!!!**
ponieważ wykorzystuje energię
zawartą w jądrach atomowych
(jest źródłem tzw. energii
„odnawialnej”).

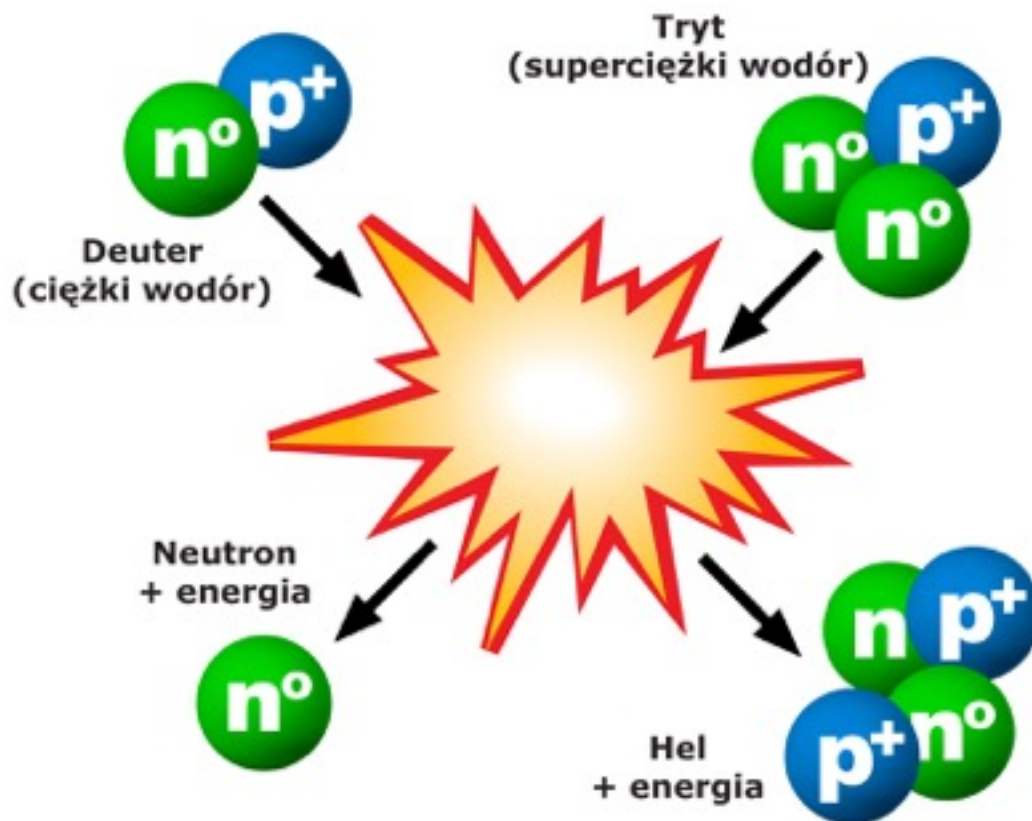
Słońce - synteza lekkich jąder atomowych – fusion

D (^2H)



T (^3H)

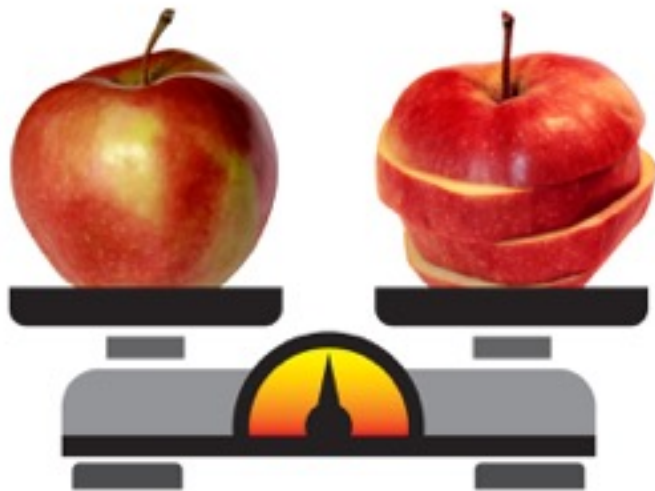




deuter + tryt = neutron + hel + energia (17,6 MeV)

„Defekt masy”: masa składnika 1 + masa składnika 2 ->

masa produktu 1 + masa produktu 2 + energia ruchu (rzędu MeV = milion eV)



Cale jabłko i jabłko pokrojone
mają równe masy



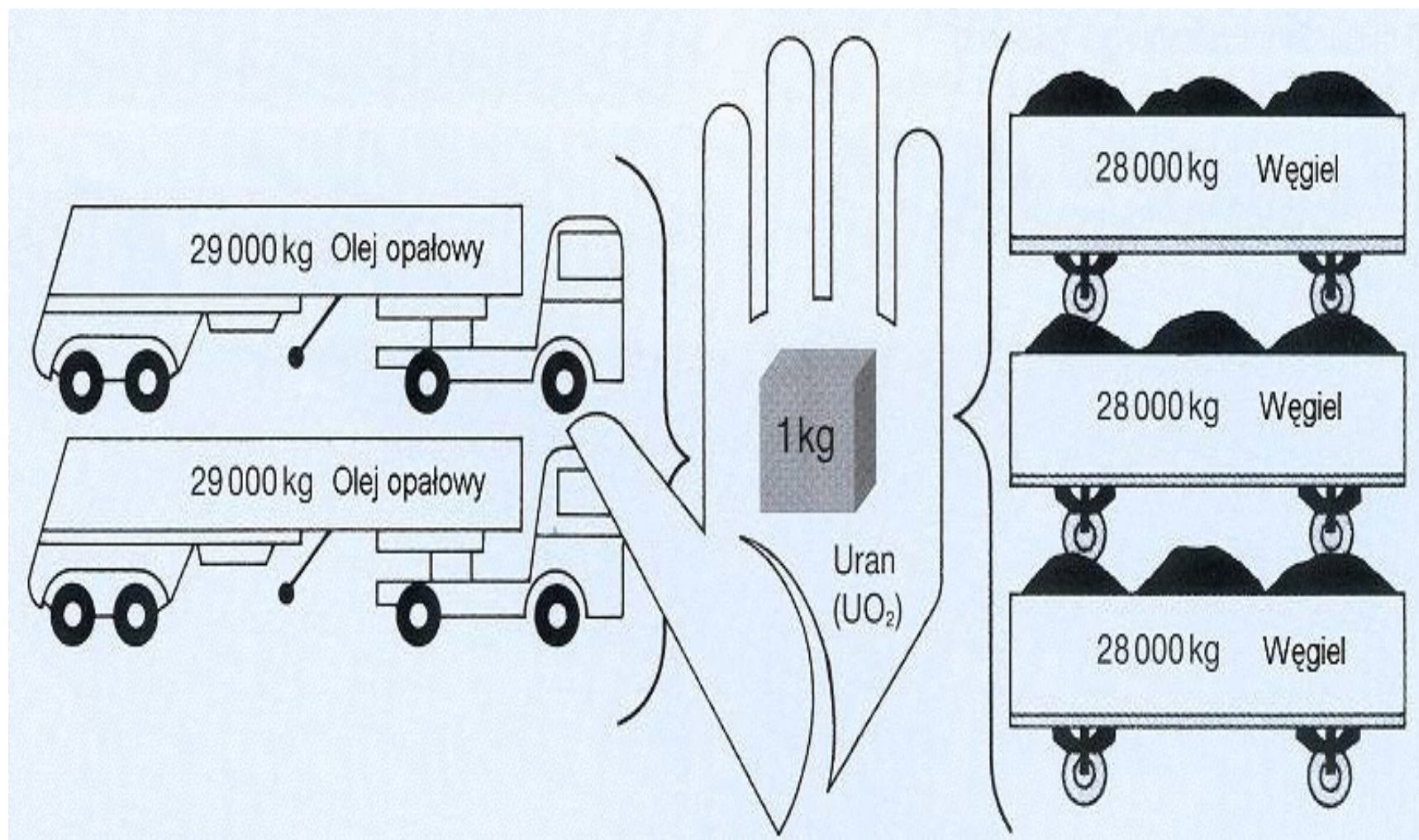
Oddzielone nukleony
mają masę większą niż jądro

DEFEKT MASY

„Defekt masy” = energia wiązania –
różnicę masy (np. 1 kg) mnożymy przez
kwadrat prędkości światła, czyli przez
czynniki równy **90 milionom miliardów** –
daje to ogromny zysk!!!

$$E = mc^2$$

Wydajność (kaloryczność) paliwa jądrowego:



Zasoby praktycznie niewyczerpalne (uranu na ziemi jest 40 razy więcej niż srebra i 500 razy więcej niż złota; 1 m³ wody morskiej to 0,15 kg deuteru); inne pierwiastki to np. tor

1 kg uranu = **824.000 żarówek** 100W zapalonych przez rok



Elektrownia jądrowa **1000 MW** mocy wymaga **rocznie tylko 1 ciężarówki paliwa**, czyli ok. 25 ton

Elektrownia węglowa wymaga **3 mln ton** węgla

*Elektrownia na olej opałowy wymaga **2 mln ton** oleju – cysterny (dł. 20 m) zajęłyby **cały jeden pas autostrady** ze Szczecina do Paryża*

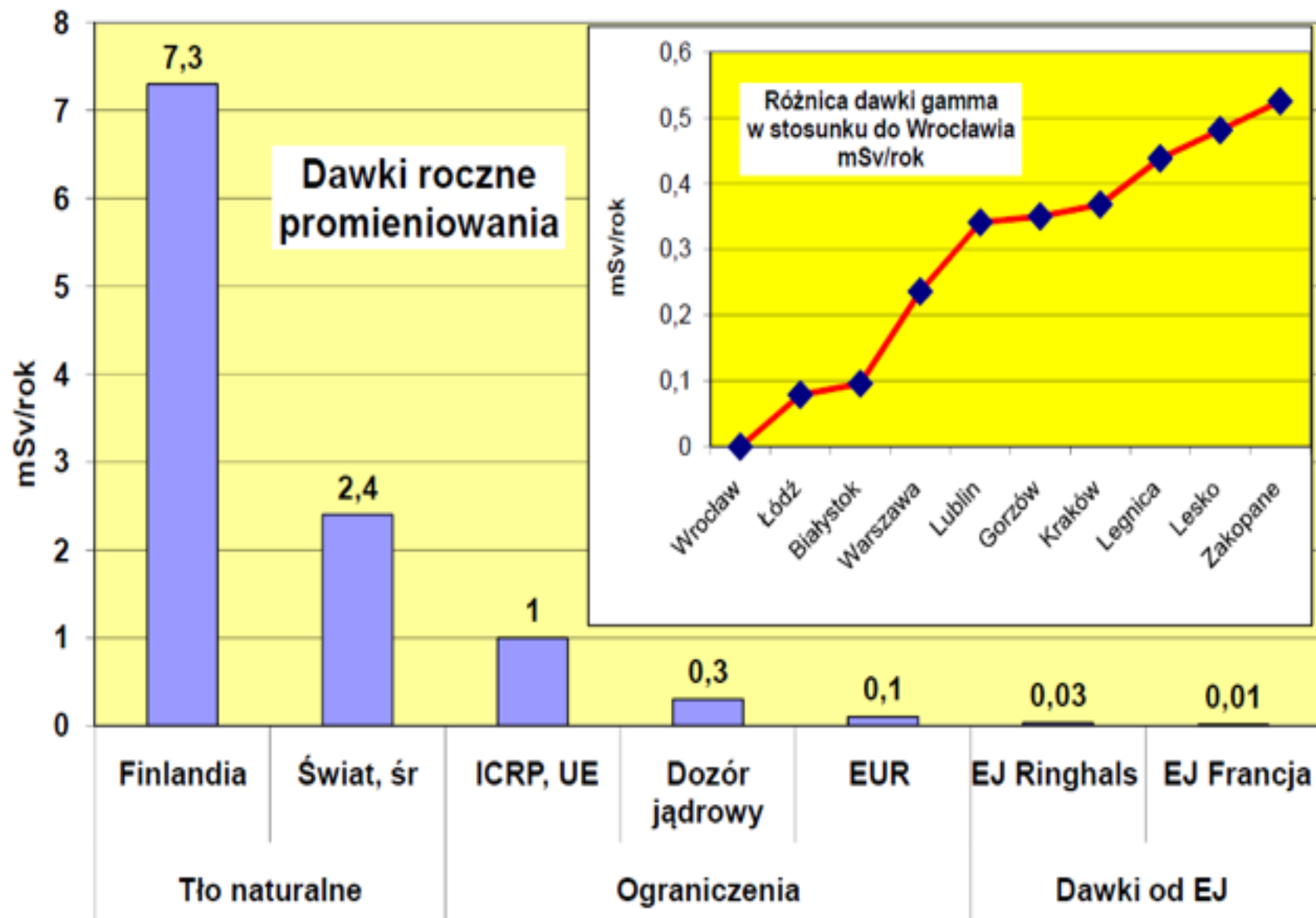
Zaleta 2: bezemisyjność

W porównaniu do konwencjonalnych (na paliwa kopalne):

- **emisja** dwutlenku węgla (7 mln ton na 1000 MW mocy w ciągu roku) i globalne ocieplenie klimatu
- **inne** szkodliwe substancje: 200.000 ton dwutlenku siarki, tlenki azotu, 200 ton popiołu; także rakotwórcze (kadm, arsen, beryl, nikiel, chrom) – **bezpośrednio do środowiska**



Elektrownie jądrowe nie emitują tych substancji natomiast emisja promieniowania jonizującego jest nawet kilkaset razy mniejsza od tła naturalnego.



Promieniowanie jonizujące



Cząstka α
to jądro helu



Cząstka β
to elektron obracający się
wokół jądra

To cząstki, które padając na atomy
mogą doprowadzić do oderwania elektronów
od jąder atomowych prowadząc tym samym
do zniszczenia wiązań chemicznych substancji –
w szczególności tkanek żywych

Głównie promieniowanie α , β i γ
(jądra helu, elektrony, fotony)



Cząstka γ
to fala elektromagnetyczna
(tzw. foton)

Człowiek jest **otoczony małymi dawkami** promieniowania jonizującego **na co dzień** – nazywamy to **tłem naturalnym promieniowania** (pochodzi ono z kosmosu i skorupy ziemskiej).



np. Australia – **średnio 2,3 mSv/rok** (kosmos 0,6 mSv, ziemia 0,6 mSv, ziemia-radon 0,2 mSv, inne 0,4 mSv, diagnostyka medyczna 0,8 mSv)

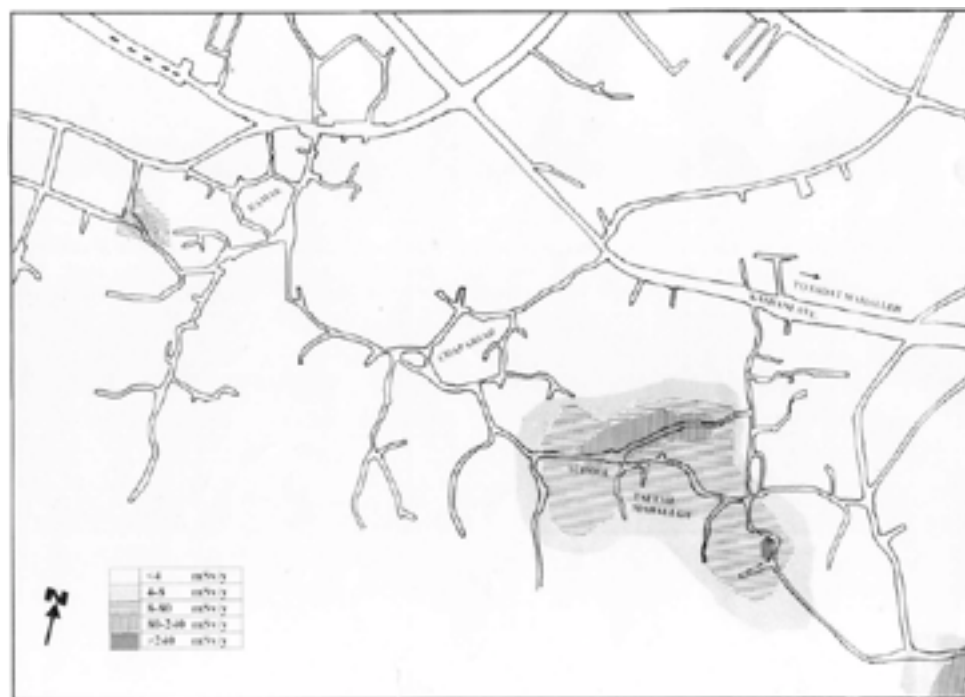
Pewne fakty o promieniowaniu jonizującym:

- Radioaktywny **potas K-40** znajduje się w bananach (0,0001 mSv) oraz mleku (10 rozpadów β /s na szklanke mleka, $T = 1$ mld lat)
- **Prześwietlenie** klatki piersiowej to **0,1 mSv**; **mammogram** to **3 mSv**; **tomografia** komputerowa to **10 mSv**.
- Dawkę 15 razy większą (**36 mSv/rok**) od tła naturalnego (2,4 mSv) przyjmuje rocznie **palacz 30 papierosów** dziennie (radiołów Pb-210, $T = 22,2$ lata; polon Po-210, $T = 138,4$ dnia)
- Istnieją miejsca na Ziemi o **podwyższonym poziomie tła** promieniowania: Ramsar (Iran) **260 mSv/rok** (ponad 100x więcej niż średnia) – w mieszkaniach nawet **1350 mSv/rok** (radon); uważa się, że pow. 1000 mSv mogą wystąpić skutki chorobowe – tutaj mamy wręcz do czynienia z tzw. *odповідzią adaptacyjną*

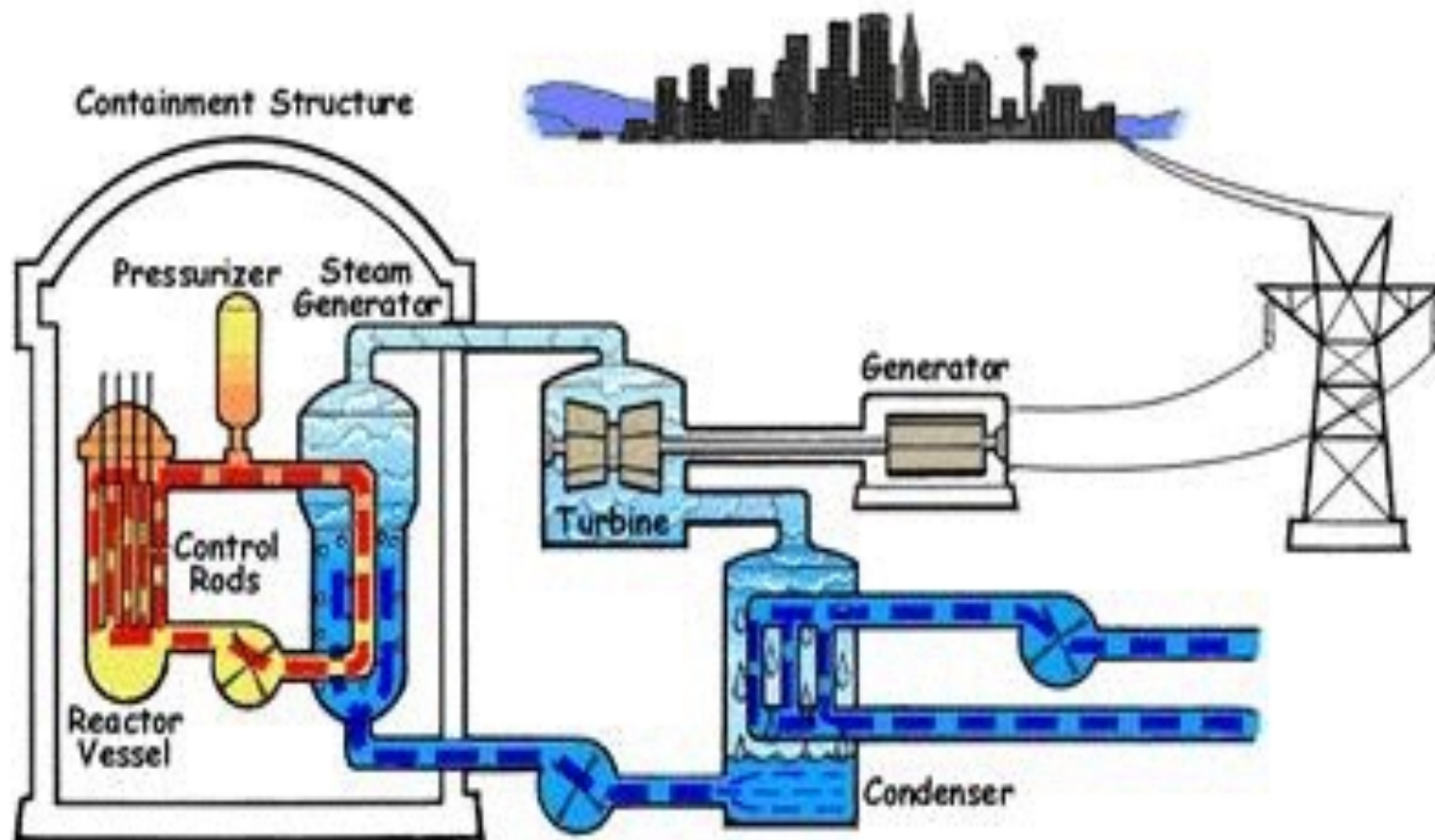


Mapa Iranu ze wskazaną miejscowością Ramsar. Poziom promieniowania podnosi podziemna aktywność geotermalna.

Mapa poziomu wysokiego tła (HBRA) w mieście Ramsar



Zaleta 3: zaawansowanie techniczne i zwartość konstrukcji:



Wymagania powierzchniowe są 28 razy mniejsze niż np. dla farm wiatrowych

Reaktor EPR 1600 firmy AREVA



E=mc²



Patronat merytoryczny



Celem wystawy jest przekazanie informacji dotyczącej wykorzystania energii z jądra atomowego do produkcji energii elektrycznej. Wystawa została opracowana i wykonana przez pracowników Uniwersytetu Szczecińskiego



Organizator



Partnerzy



Urząd Marszałkowski
Województwa Zachodniopomorskiego

Podstawowe oddziaływania w przyrodzie

Wszelkie zjawiska fizyczne jakie obserwujemy w przyrodzie są konsekwencją tylko czterech oddziaływań (sił) zwanych podstawowymi:

Oddziaływanie grawitacyjne



Zarówno ruch Księżyca wokół Ziemi, jak też ruch spadającego jabłka są wynikiem oddziaływania grawitacyjnego.

Wszystkie obiekty posiadające masę (energię) przyciągają się wzajemnie siłą, która maleje wraz z odległością zgodnie z Prawem Newtona.



Oddziaływanie elektromagnetyczne

Wszystkie obiekty posiadające ładunek elektryczny przyciągają się wzajemnie lub odpychają siłą elektryczną, która maleje wraz z odległością zgodnie z Prawem Coulomba. Poruszające się ładunki elektryczne (np. w przewodnikach) oddziałują ze sobą siłą magnetyczną. Zjawiska elektryczne i magnetyczne są ze sobą ściśle związane stąd mówimy o oddziaływaniu elektromagnetycznym.

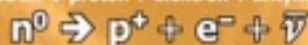


Protony o ładunku dodatnim i elektrony o ładunku ujemnym oddziałują elektrycznie w atomie (u góry) natomiast magnesy oddziałują magnetycznie (z lewej). Antena radiowa wysyła sygnał (falę) elektromagnetyczną.

Oddziaływanie jądrowe słabe

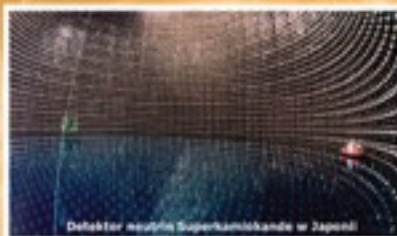
Obiekty – mikroskopijne cząstki wewnątrz jądra atomowego posiadają inny rodzaj ładunku zwany ładunkiem słabym, który powoduje oddziaływanie podobnie jak masa lub ładunek elektryczny. To oddziaływanie wywołuje procesy jądrowe słabe takie jak na przykład tzw. rozpad β (beta) neutronu.

Neutron $\rightarrow$ proton + elektron + antyneutrino



Neutrino to cząstki oddziałujące tylko słabo. Naukowcy mają problemy, aby je „złapać”, bowiem przenikają one przez wszelkie osłony.

Oprócz ładunku słabego, cząstki wewnątrz jądra atomowego mogą także posiadać ładunek zwany ładunkiem silnym, który przede wszystkim utrzymuje jądro atomowe w równowadze, ale może też wywoływać procesy jądrowe silne.



Oddziaływanie jądrowe silne



Atom składa się z jądra i elektronów i jest utrzymywany w całości dzięki oddziaływaniu elektrycznemu (z lewej).



Jądro zawiera protony i neutrony, które oddziałują silnie dzięki zawartym w ich wnętrzu kwarkom. Proton składa się z trzech kwarków: dwóch u oraz jednego d .

Oddziaływanie jądrowe silne



Składnikami jądra atomowego są protony p^+ oraz neutrony n^0 zwane ogólnie nukleonami. Mają podobne masy, ale neutrony są nieco cięższe i dlatego samorzutnie mogą się rozpaść w procesie słabym jakim jest rozpad β neutronu z planszy nr 1. Protony posiadają ładunek elektryczny dodatni (stąd „+” przy literze p) a neutrony go nie posiadają (stąd „0” przy literze n).



Ze względu na wzajemne odpychanie się elektryczne protonów, jądro atomowe nie mogłoby istnieć. Protony po jakimś czasie oddaliłyby się od siebie.

Zarówno protony jak i neutrony posiadają ładunek silny, który jest mocniejszy od ładunku elektrycznego. Dzięki niemu protony wspierane elektrycznie obojętnymi neutronami mogą przyciągać się ze sobą i w ten sposób utworzyć jądro atomowe – mimo cały czas działającej siły odpychania się elektrycznego protonów.

Własności które wykorzystujemy dla generacji energii z jądra atomowego:

- 1 Skoro neutrony nie posiadają ładunku elektrycznego, to nie są odpychane przez protony i łatwo mogą wnikać do jądra atomowego.
- 2 Mniej lub bardziej chwiejna równowaga pomiędzy dwoma oddziaływaniami – elektrycznym odpychaniem się protonów i jądrowym silnym przyciąganiem się protonów i neutronów – pozwala na zmianę konfiguracji nukleonów w jądrze i wydzielanie się energii w postaci szybkiego ruchu cząsteczek, czyli ciepła.



**Analog mechaniczny
– „krążki Stelmacha”**

**magnesy (protony) +
krążki stalowe (neutrony)**



Rozdzielanie frakcji: uranu 235 i uranu 238



Inne warte poruszenia lub ciekawe aspekty energii jądrowej

- **Zastosowania w medycynie** – radioizotopy często ratują życie pacjentów (na przykład jedyny reaktor jądrowy w Polsce „Maria” w NCBJ unikalnym producentem)
- **Zastosowania w misjach kosmicznych** (ciepło rozpadu jak w Fukushima) źródłem energii sondy marsjańskiej „Curiosity” - RTG (radioizotopowy generator termoelektryczny) – 4,8 kg dwutlenku plutonu 238 – każde 100 g daje moc 50 W
- **Futurystyczne napędy do rakiet** – silnik jądrowy „Orion”, silnik termojądrowy strumieniowy na zbierany z przestrzeni kosmicznej wodór z zapłonem laserowym (praktycznie niewyczerpalne źródło energii)
- itd. ...

3. Odbiór społeczny PPEJ a stereotypy dotyczące energetyki jądrowej.

Stereotypy dotyczące energetyki jądrowej:

- EJ są „niebezpieczne” (Czarnobyl, Fukushima)
- Obecności EJ „nie da się pogodzić z turystyką”
- EJ są „drogie” w budowie i eksploatacji
- EJ dadzą zatrudnienie głównie specjalistom zagranicznym
- Inne mniej ogólne argumenty: „para przesłoni widok”, „zatruta żywność z otoczenia EJ”, „betonowa pustynia” itd. itp.

Bezpieczeństwo:

Wydajność paliwa jądrowego pozwala na wkalkulowanie wielu systemów zabezpieczeń **tzw. systemu obrony w głąb reaktora (barier)**, który składa się z elementów stanowiących układ podobny do **baby-matryoszki**:

- ceramiczna struktura pastylek paliwowych,
- osłony (tzw. koszulki) prętów paliwowych ze stopu cyrkonu,
- stalowy grubościenny zbiornik reaktora,
- żelazobetonowa osłona zbiornika reaktora,
- zewnętrzna obudowa bezpieczeństwa.



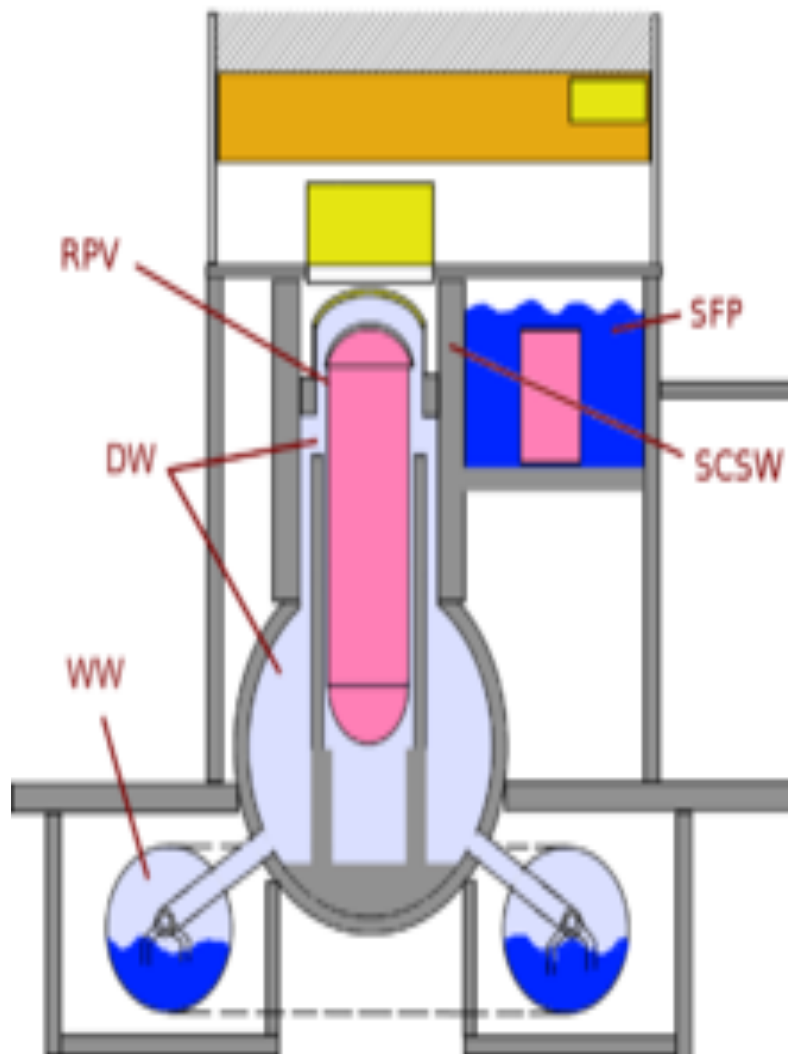
Zabezpieczenia analogiczne jak osłony przed prądem elektrycznym.

Promieniowanie nie przenika przez wystarczająco grube osłony lub izolacje.



Izolacja (lub nawet jej kilka warstw) zabezpiecza nas przed porażeniem

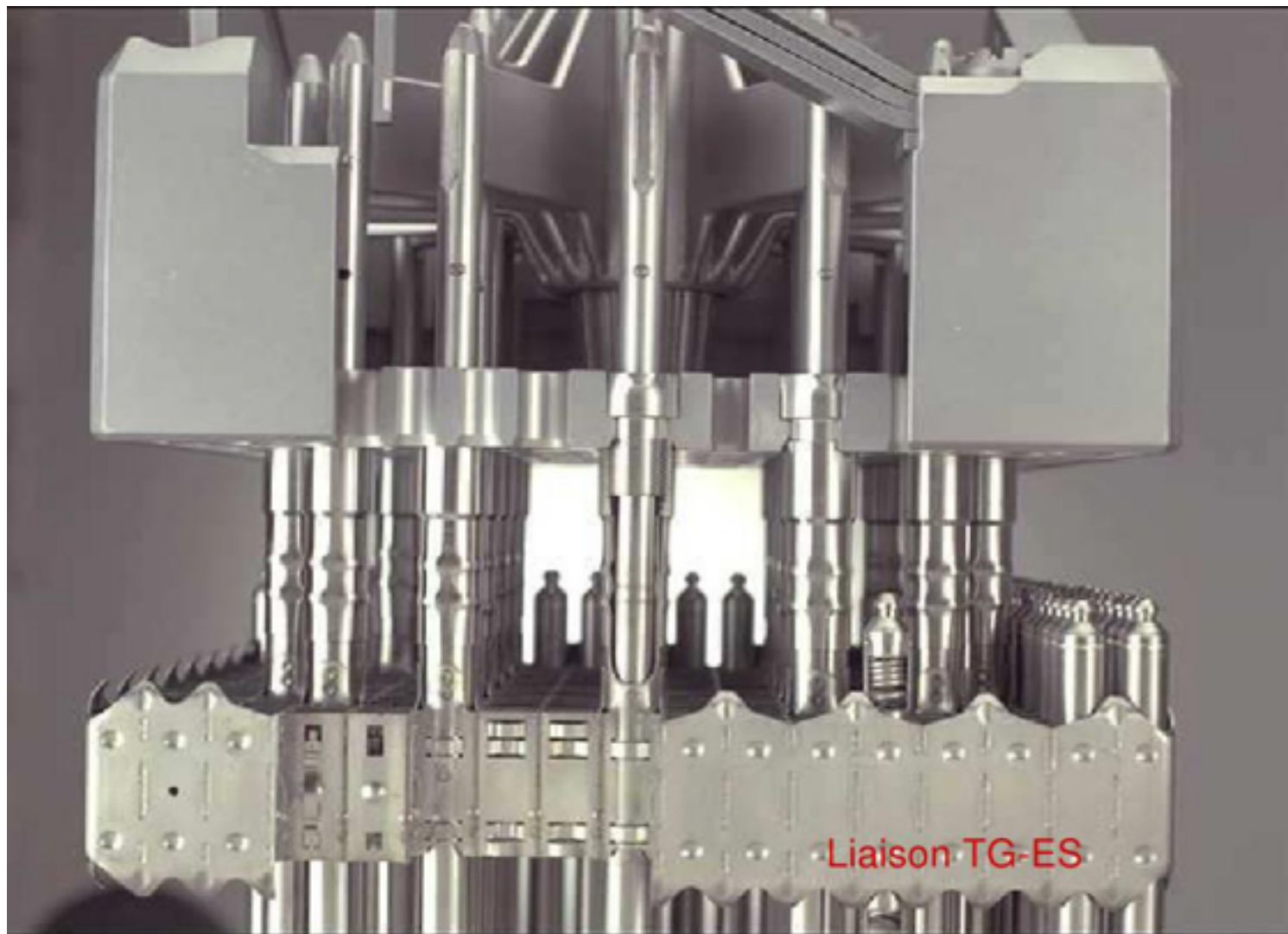
Reaktor w przekroju



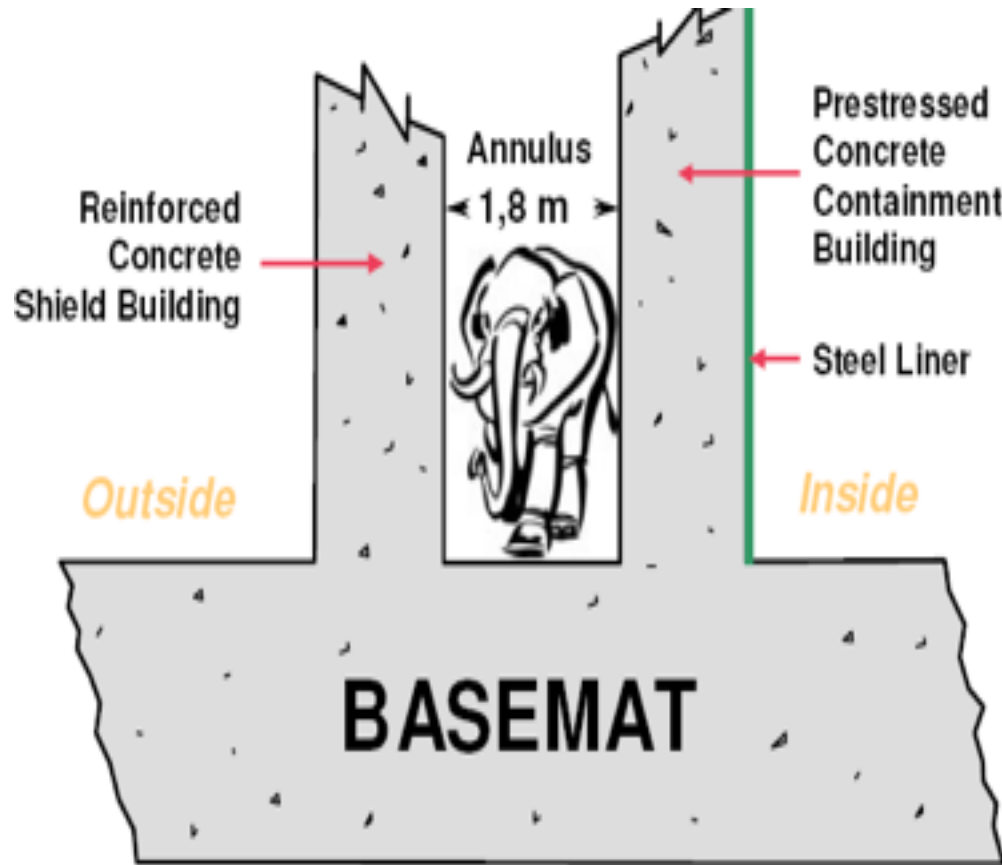
Pastyłki paliwowe



Pręty paliwowe (pastylki wewnątrz) pokryte koszulką cyrkonową



Bezpieczeństwo jądrowe:



**Podobnie jak
w przypadku prądu
elektrycznego stosujemy
różnego typu „izolacje”**

**Najbardziej zewnętrzną to
betonowa obudowa
bezpieczeństwa
(np. podwójna dla reaktora
EPR - wytrzymała uderzenie
Boeinga B757 – na lewo)**

Zabezpieczenia współczesnych reaktorów generacji III i III+

Pasywne - **nie wymagające interwencji człowieka**, użycia prądu lub maszyn - wykorzystują zjawiska naturalne (grawitacja, konwekcja, parowanie, skraplanie itp.)

1. EPR ma **cztery niezależne systemy zabezpieczeń** w czterech narożnikach elektrowni w budynkach odpornych na powodzie i tsunami.
2. AP1000 - **odbiór ciepła** z rdzenia odbywa się **samoczynnie** poprzez: odparowanie wody w rdzeniu; skraplanie na wewnętrznej stronie obudowy bezpieczeństwa; odbiór ciepła na zewnętrznej powierzchni obudowy do otoczenia
3. Reaktory wyposażone są w **system rekombinacji wodoru** (który był główną przyczyną wybuchów w Fukushima)

Wypadki

Czarnobyl 26.04.1986 – bezpośrednio 31 ofiar



Fukushima 11.03.2011 – brak ofiar z powodu napromieniowania



17.08.2009 - Tama wodna Sayano-Shushenskaya na
rzece Jenisej, Rosja – 74 ofiary, 40 ton ropy w rzece



przed



po

Bilans jednego „długiego” weekendu na polskich drogach – 1-3.05.2010

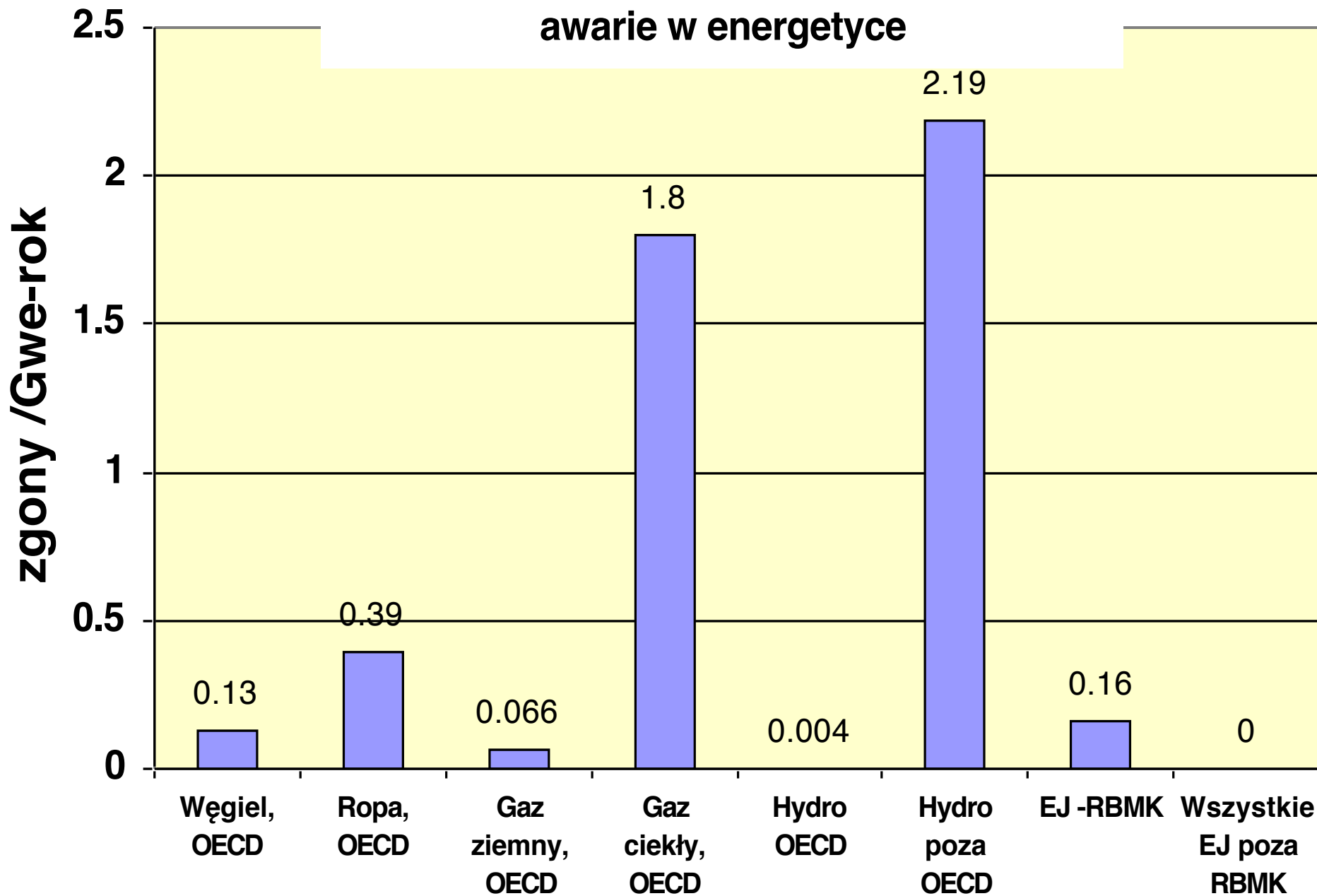
Liczba wypadków – 450

Liczba zabitych – 37 osób

Liczba rannych – 570 osób



Wczesne zgony spowodowane przez ciężkie awarie w energetyce



Elektrownie jądrowe a turystyka

Opracowanie Senatu RP OT-575 z 10/2009 na kilku konkretnych przykładach pokazuje obojętny lub pozytywny wpływ na biznes turystyczny w regionie lokalizacji elektrowni jądrowej

Szwecja:

Varberg (Ringhals), Oskarshamn, Östhammar (Forsmark) – pozycja gmin w rankingu niezależnej Szwedzkiej Agencji Turystycznej pozostała zasadniczo **niezmieniona** po zainstalowaniu elektrowni na ich terenie

Czechy: Temelin – nie zaobserwowano spadku ruchu turystycznego w rejonie

Francja: Flamanville – także nie zaobserwowano spadku ruchu turystycznego w regionie a gmina jest bardzo zadowolona z nowej infrastruktury

Belgia: Tihange – **zaobserwowano wręcz wzrost ruchu turystycznego** dzięki Organizowanym wycieczkom do elektrowni jądrowej, których uczestnicy po zapoznaniu się z walorami regionu przybywają ponownie już jako turyści na wakacje

Zatrudnienie średnie w elektrowni jądrowej 1000 MW (USA)

Typy stanowisk	Liczba zatrudnionych
Inżynierowie budowlani	5
Inżynierowie informatycy, elektrycy i elektronicy	20
Inżynierowie mechanicy	15
Inżynierowie jądrowi	25
Inżynierowie projektanci i utrzymania obiektu	30
Operatorzy systemu sterowania i wyposażenia	75
Technicy chemicy	20
Technicy utrzymania ruchu	135
Technicy ochrony radiologicznej i gospodarki odpadami promieniotwórczymi	35
Personel ochrony fizycznej	70
Personel szkoleniowy	35
Pozostały personel	335
Ogółem	800 (+/-300)

Zatrudnienie przy EJ

- Zatrudnienie przy budowie: **4000 osób** (przykład bloku EPR)
- Zatrudnienie - personel EJ: średnio **1000 osób**/1000 Mwe + dozór jądrowy
- Zatrudnienie - planowe remonty, konserwacja: średnio **2000 osób** dodatkowo
- „Łańcuch” dostaw towarów i usług dla elektrowni
- Podczas eksploatacji - większość zamówień dla EJ (37 mln euro/rok) poprzez firmy miejscowe.

**Odbiór społeczny:
Gąski, Żarnowiec, Choczewo**

PGE – Polska Grupa Energetyczna
- dalsze badania lokalizacyjne (2010-11)

**- nieoficjalnie 96 (27 z rankingu Ministerstwa
Gospodarki z marca 2010 plus nowe)**

Lokalizacji zostało zbadanych
według szczegółowych
kryteriów technicznych!!!

25.11.2011

Nowa i nieoczekiwana dla społeczności lokalnej
lokalizacja „Gąski” - k. Koszalina

plus 2 inne lokalizacje (Choczewo, Żarnowiec), które
były na liście MG

znalazły się na „krótkiej liście” lokalizacji.

**Protest oparty na bazie, zdaniem ekspertów,
pozornego konfliktu**

Elektrownie jądrowe - turystyka

Fiasko strategii DAD wobec strategii ADD

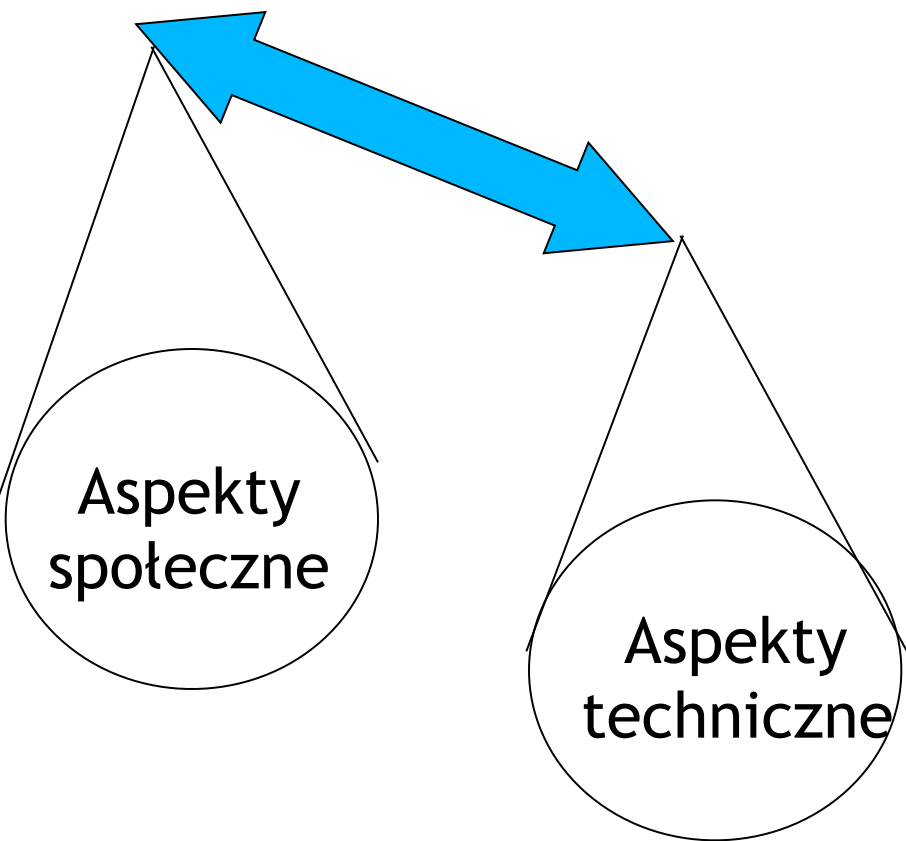
Decide – Announce – Defend

Announce – Discuss – Decide

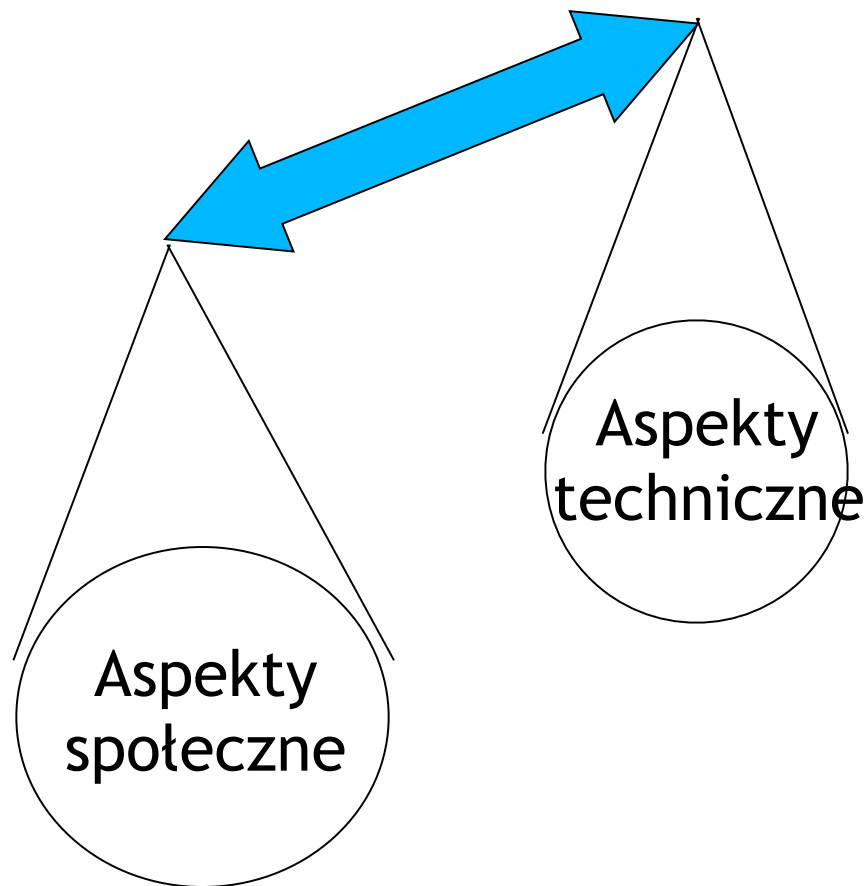
**12.02.12 - lokalne referendum (bez obligacji dla
strategii rządowej) –**

94% przeciw; frekwencja 57%

Wizja profesjonalna



Wizja społeczna



Potrzebny dialog interesariuszy

Lokalizacja - Żarnowiec (fundamenty porzuconej budowy)



Lokalizacja – Żarnowiec (opuszczone budynki)



Lokalizacja – Choczewo



27



**Badania opinii społecznej (źródło SMG/KRC - 04/2012)
(podobne wnioski prezentowane na “Mądralin’2015”)**

Komu najbardziej ufa społeczność lokalna w zakresie energii jądrowej?

- **Naukowcy - 95%** (zdecydowanie tak 51%, tak 44%)
- **Eksperci energetyki jądrowej 92%** (zdecydowanie tak 49%, tak 43%)
- **Ekolodzy 68%** (zdecydowanie tak 14%, tak 52%)
- **Politycy 23%** (zdecydowanie tak 2%, tak 21%)
- **Dziennikarze 63%** (zdecydowanie tak 7%, tak 56%)

Naukowcy i eksperci do dzieła!

A scenic landscape photograph featuring a large, dark tree trunk on the left side. A bright yellow rectangular box is centered in the upper half of the image, containing the text "Dziękuję za uwagę" in black. The background shows a vast field of tall, golden-brown grass in the foreground, transitioning into a green field and a distant body of water under a clear blue sky. Bare tree branches are visible in the upper right corner.

Dziękuję za uwagę

Podsumowanie:

- Energia jądrowa **ma wiele zalet**, a także dzięki swojej wydajności na pewno jest paliwem ludzkości na tysiąclecia.
- **Bezemisyjność, zaawansowanie technologiczne, zwartość i bezpieczeństwo** pozwala na **wkomponowanie elektrowni jądrowych w krajobraz przyrodniczy regionu.**
- Odbiór społeczny energetyki jądrowej **pozostawia** jeszcze wiele pracy do zrobienia dla naukowców i specjalistów. Jednak **trudno sobie wyobrazić** rozwój cywilizacji w perspektywie 100, 1000, czy setek tysięcy lat bez energii jądrowej.