Jubileuszowa Konferencja
Stowarzyszenia Polskie Forum ISO 14000
Stan obecny i perspektywy rozwoju systemów zarządzania środowiskowego

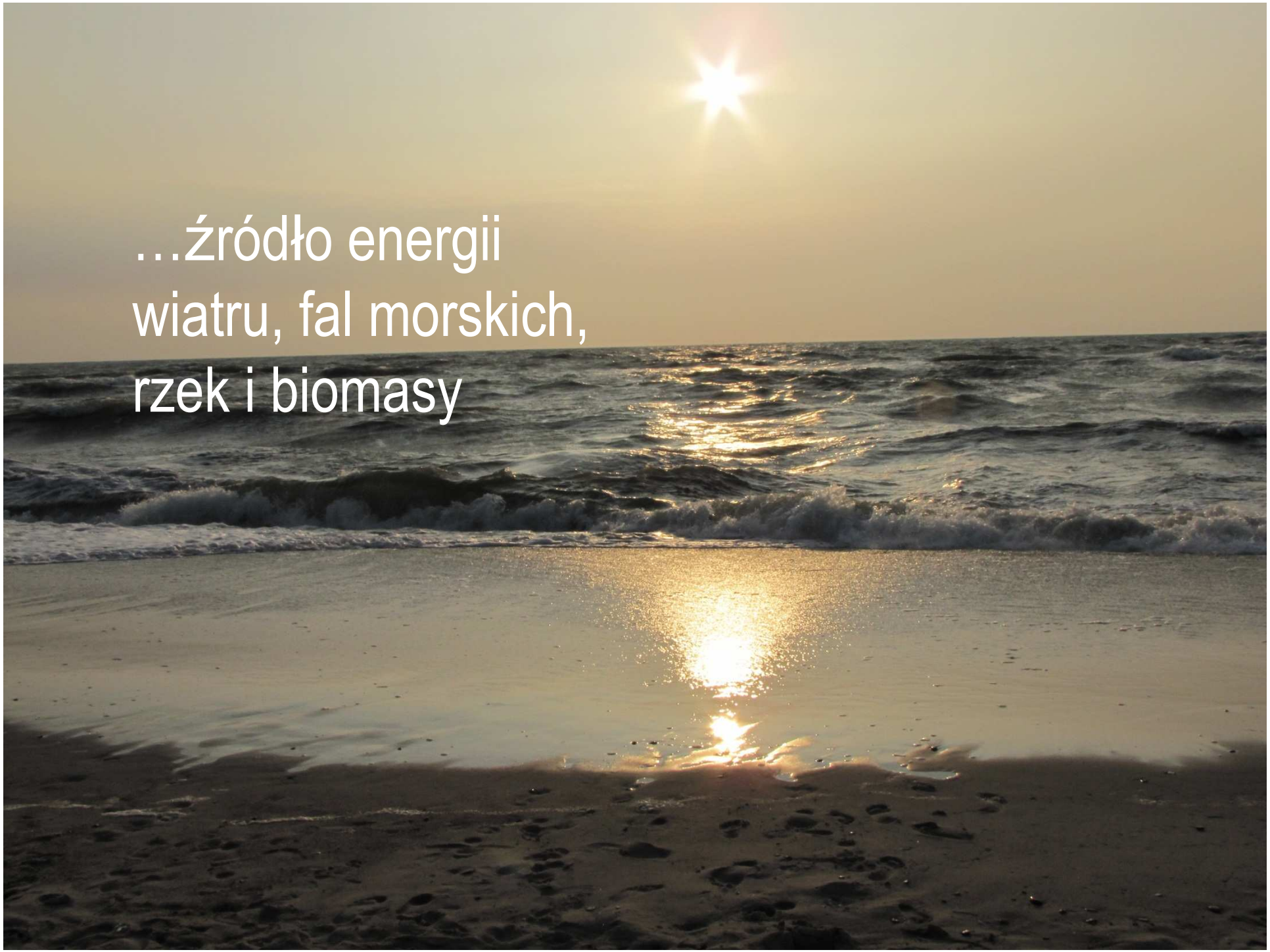
Energetyka odnawialna, a zmiany klimatyczne

- Czy jest możliwe trwałe rozwiązanie energetycznych problemów cywilizacji i organizacji?

Tomasz Podgajniak

Warszawa, 17-18 kwietnia 2012

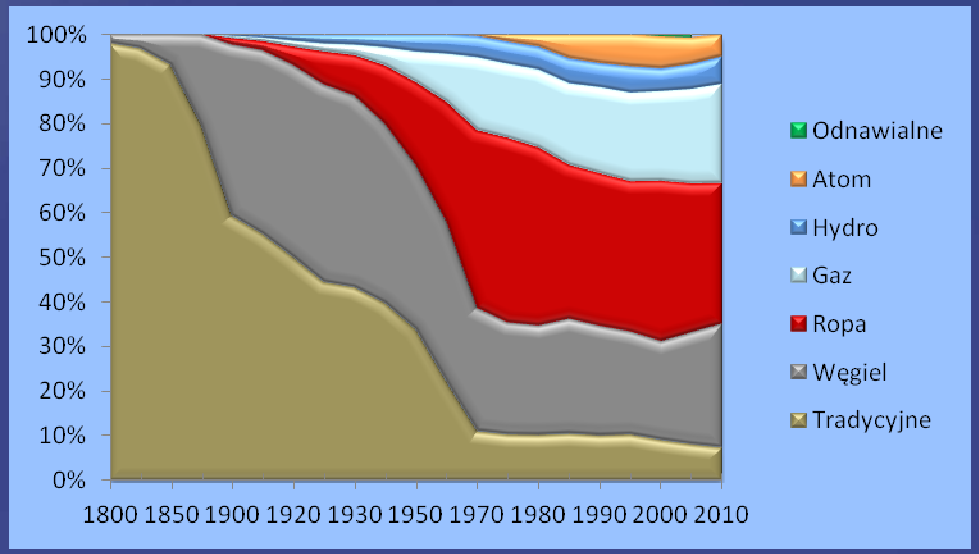
Na początku było Słońce...


…źródło energii
wiatru, fal morskich,
rzek i biomasy

Energia – warunek rozwoju cywilizacji

Umiejętność wykorzystywania różnych źródeł energii decydowała o rozwoju ludzkości i miała przełomowe znaczenie dla kolejnych skoków cywilizacyjnych:

- **Energia mięśni ludzi i zwierząt**
- **Energia słoneczna**
- **Ogień (spalanie biomasy)**
- **Energia wiatru**
- **Energia wody**
- **Energia węgla, ropy i gazu**
- **Energia nuklearna**
- **Źródła energii przyszłości?**



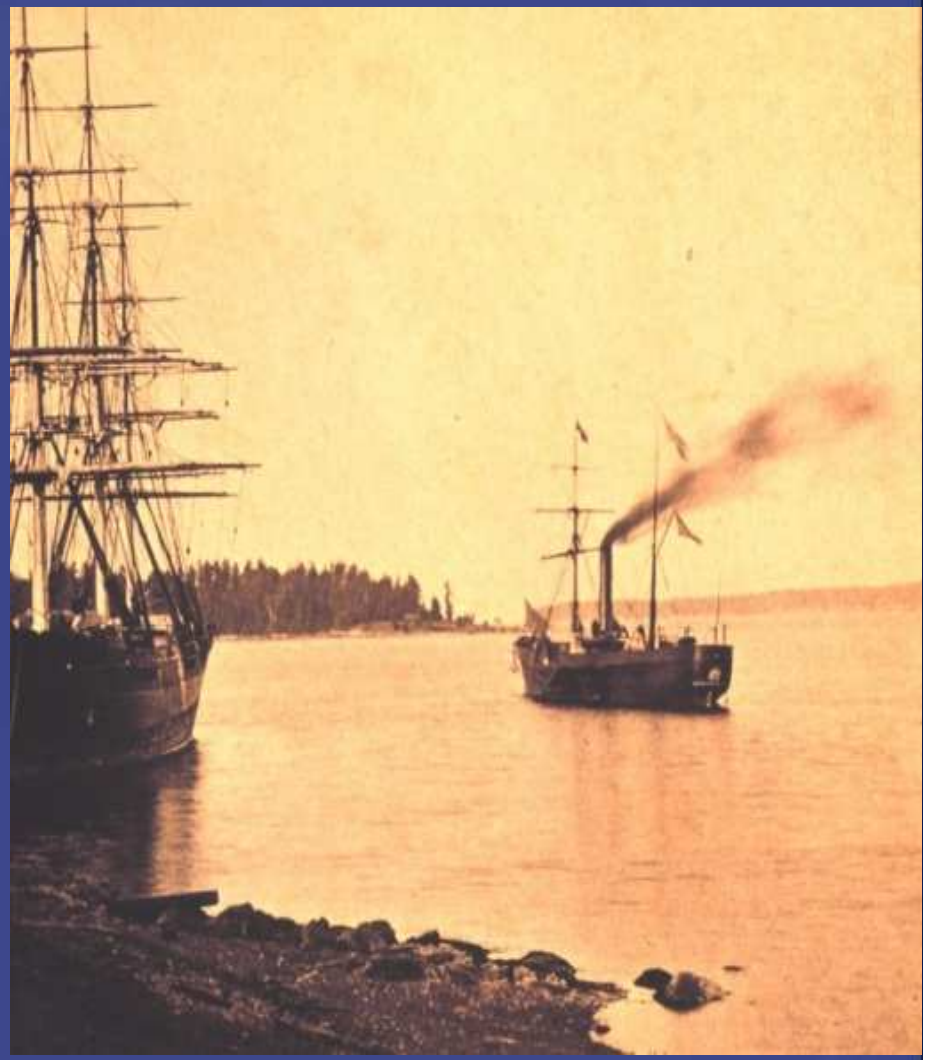
Przez 99,99% czasu obecności *homo sapiens* na Ziemi ludzkość zaspokajała swoje potrzeby energetyczne poprzez wykorzystanie tzw. tradycyjnych – głównie biomasy – (czyli odnawialnych) źródeł energii!!! Wykorzystanie nośników takich jak węgiel, ropa, czy gaz na większą skalę zaczęło się zaledwie ok. 100-150 lat temu!!!

Rewolucja przemysłowa

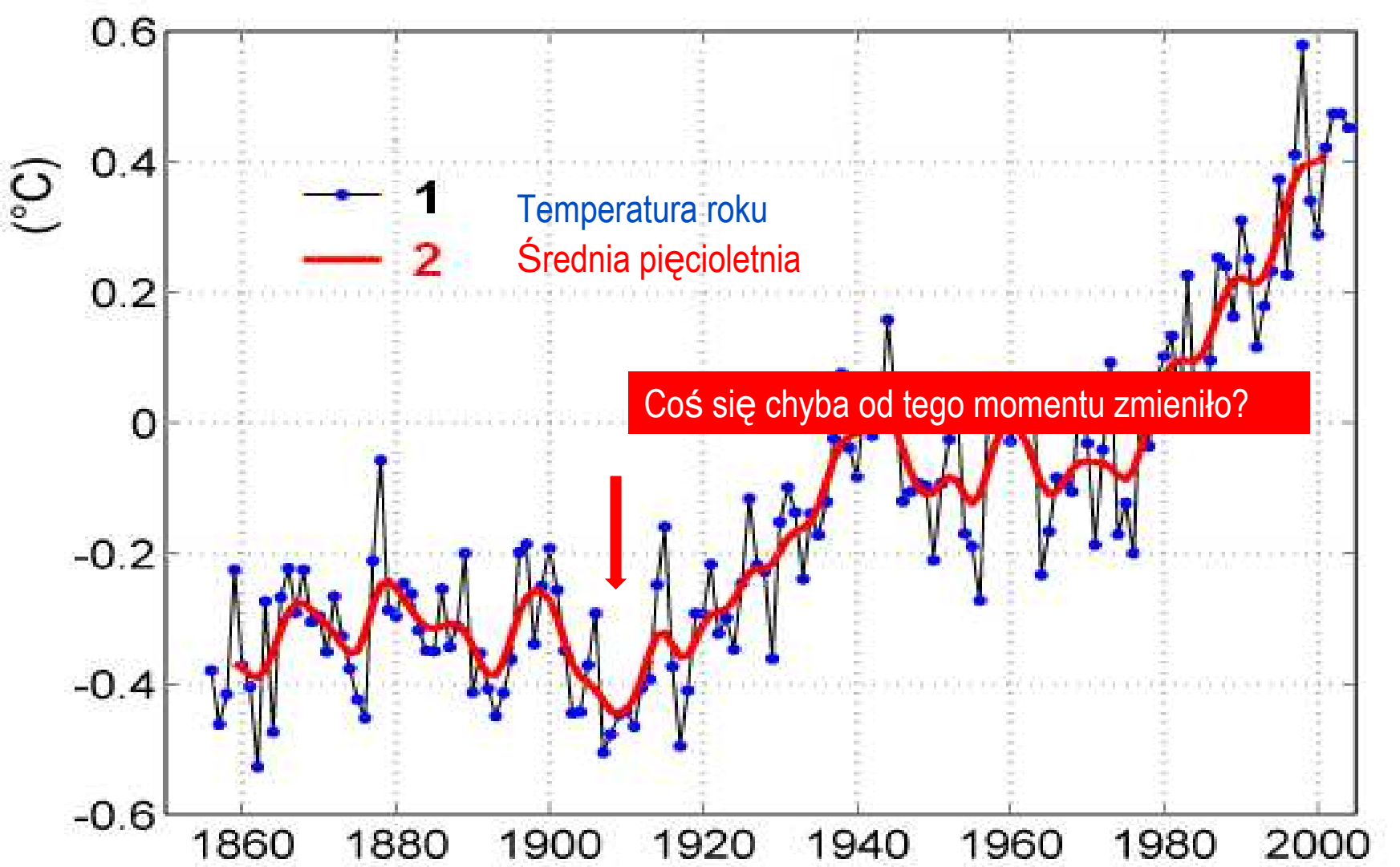
Światowa populacja i średni poziom życia ludzkości mogły osiągnąć obecny poziom, gdyż udało się nam – w ciągu dwóch, a praktycznie w ciągu jednego stulecia – odkryć i wykorzystać ogromne zasoby paliw kopalnych powstałych w procesach geologiczno-biologicznej sekwestracji węgla, trwających setki milionów, a nawet miliardy lat

– szacuje się, że od początku rewolucji przemysłowej, a więc w okresie niespełna 200 lat, ludzkość zużyła w przeliczeniu na węgiel ponad 500 mld ton z tych zasobów, z czego 85% w XX w.

Większość naukowców uważa, że jest to bardzo prawdopodobna przyczyna obecnie obserwowanego ocieplenia klimatu!



Zmiany średniej globalnej temperatury w okresie po rewolucji przemysłowej



Klimat

Klimat ziemski (temperatura i wilgotność powietrza, ciśnienie, zjawiska pogodowe) kształtowany jest przez wiele czynników, z których za kluczowe uznaje się:

- Zmiany orbity ziemskiej (odległość maksymalna i minimalna od Słońca) i zmiany nachylenia osi obrotu naszego globu;
- Natężenie promieniowania słonecznego uzależnione od cykli słonecznych (11 letnich i dłuższych);
- Zmiany natężenia promieniowania kosmicznego (cykle kilkudziesięcioletnie);
- Zmiany położenia kontynentów i biegunów magnetycznych;
- Cyrkulacje wód oceanicznych, prądy morskie;
- Zmiany stężenia w atmosferze tzw. gazów szklarniowych;
- Zmiany cyrkulacji pyłów w atmosferze (cykliczne i sporadyczne, np. erupcje wulkanów);
- Zmiany struktury ważnych biocenoz mających wpływ na cykl hydrologiczny i bio-sekwestrację węgla – pustynnienie i stepowienie, zmiany lesistości, rolnictwo, tereny podmokłe itp

Gazy szklarniowe, a co to takiego?

- Cienka warstewka atmosfery otaczająca Ziemię, stanowi swoistą „kołderkę” chroniącą nasz glob od nadmiernego wyziębienia – gdyby nie było tego efektu, średnia temperatura na Ziemi byłaby o ok. 33°C niższa niż obecnie
- Dzieje się tak „dzięki” właściwościom niektórych składników atmosfery – ich zdolności do absorpcji części widma słonecznego docierającego na powierzchnię Ziemi, a także promieniowania podczerwonego emitowanego przez nasz glob
- Do podstawowych „gazów szklarniowych” zalicza się:

Składnik atmosfery	Udział w efekcie szklarniowym wg. różnych źródeł
Woda/para wodna	50 – 95%
Dwutlenek węgla	3,6 – 50%
Podtlenek azotu	0,9 – 6%
Metan	0,6 – 18%

Mechanizm efektu cieplarnianego

i jest emitowane bezpośrednio
w przestrzeń kosmiczną 40 W/m^2

jest wypromieniowywana
w kosmos 195 W/m^2

Promienie słoneczne
absorbowane przez
Ziemię 235 W/m^2

Ciepło ziemi ogrzewa
atmosferę 450 W/m^2

Energia atmosfery

ogrzewają atmosferę
65 W/m^2

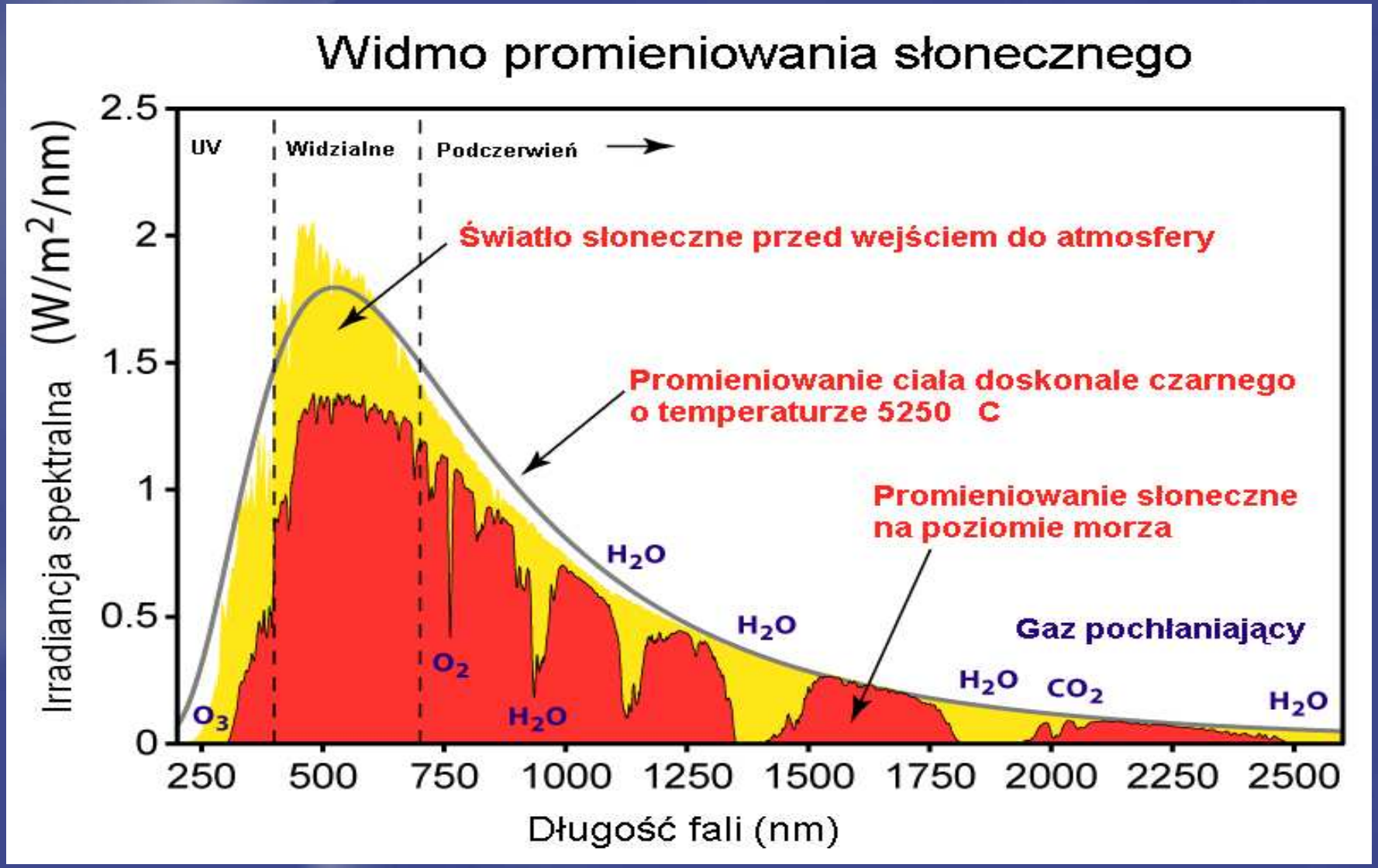
Efekt Cieplarniany – gazy
szklarniowe absorbują 350 W/m^2

ogrzewa powierzchnię
Ziemi 325 W/m^2

i powierzchnię
ziemi 170 W/m^2

Srednia temperatura powierzchni Ziemi wynosi ok. 14^{0}C – gdyby nie efekt cieplarniany byłaby ok. 33^{0}C niższa

Jak to działa?



Warto wiedzieć, że…

- Największym zasobnikiem dwutlenku węgla jest ocean światowy – szacuje się, że w wodzie morskiej zakumulowane jest 130 000-150 000 mld ton CO_2;
- Zawartość dwutlenku węgla w atmosferze szacuje się wg. różnych źródeł na 1500 – 2 900 mld ton;
- Stężenia CO_2 w obu fazach (gazowej i ciekłej) pozostają w pewnej równowadze zależnej od temperatury (prawo Henry'ego) – szacuje się, że ocean światowy uwalnia rocznie do atmosfery ok. 330 mld ton CO_2 i podobną ilość absorbuje (w procesach fizykochemicznych i biologicznych);
- Podobnie ocenia się, że biocenoza Ziemi asymiluje rocznie ok. 400 mld ton CO_2, ale podobną wielkość uwalnia;
- Udział człowieka w bilansie dwutlenku węgla przekroczył ostatnio 32 mld miliardy ton (emisje z przemysłu, transportu, mieszkalnictwa, rolnictwa i hodowli);

Warto wiedzieć, że…

Według duńskich glacjologów badających rdzenie lodowe na Grenlandii:

- **Ok. 14 700 lat temu w naszym regionie zaszło gwałtowne ocieplenie, które trwało ok. 1800 lat, a potem lodowiec powrócił na ok. 1200 lat,**
- **Ostateczny koniec epoki plejstocenu, a więc początek obecnie panującego holocenu miał miejsce około 9700 r p.n.e i przebiegał względnie szybko, jak „za naciśnięciem guzika”:**
  - w ciągu ledwie 50 lat od tej daty średnie temperatury Ziemi podniosły się o ok. 12 **°C;**
  - przez pięć następnych tysiącleci lądolody topniały w Europie i Ameryce Północnej
  - poziom wód w oceanie podniósł się o ponad 100 m.
  - spowodowało to zatopienie dwóch kontynentów (Sundajskiego między Azją i Australią oraz Beringii między Czukotką a Alaską), a w samej Europie powstanie dwóch nowych mórz - Północnego i Bałtyku.
- **Przyczyn tak gwałtownych zmian glacjolodzy upatrują w zmianach cyrkulacji monsunów i obniżeniu zawartości pyłów w atmosferze na skutek zazielenienia pustyń azjatyckich**
- **Źródło: Profesor Dorthe Dahl-Jensen University Copenhagen**

Konkluzje?

GLOBALNE OCIEPLENIE MOŻE BYĆ FIKCJĄ, A WPŁYW CZŁOWIEKA NA KLIMAT - MOCNO PRZESADZONY.

W DALSZYM CIĄGU NIE WIEMY, CZY W NIEDALEKIEJ PRZYSZŁOŚCI BĘDZIE ZA CIEPŁO CZY ZA ZIMNO!

prof. dr hab. Zbigniew Jaworowski

JEŻELI DZIŚ ROZWIĄZANIE TEGO PROBLEMU JEST TAK TRUDNE, TO JEŻELI BĘDZIECIE CZEKAĆ, AŻ WIECZNA ZMARZLINA SIĘ ROZTOPI, BĘDZIE TO DWAKROĆ TRUDNIEJSZE!

Al Gore, wiceprezydent USA, laureat Pokojowej Nagrody Nobla

Słynny zakład Pascala

Blaise Pascal (1623-1662) – fizyk, matematyk, filozof

Z traktatu Myśli:

„*[Bóg istnieje i karze niewierzących, a nagradza wierzących, albo nie istnieje]* Tak, ale trzeba się zakładać; to nie jest rzecz dobrowolna, zmuszony jesteś. Cóż wybierzesz? Zastanów się. Skoro trzeba wybierać, zobaczmy, w czym mniej ryzykujesz. […] jeden wybór nie jest z większym uszczerbkiem dla twego rozumu niż drugi. […] Zważmy zysk i stratę, zakładając się, że Bóg jest. Rozpatrzmy te dwa wypadki: jeśli wygrasz, zyskujesz wszystko, jeśli przegrasz, nie tracisz nic. Zakładaj tedy, że "jest", bez wahania”

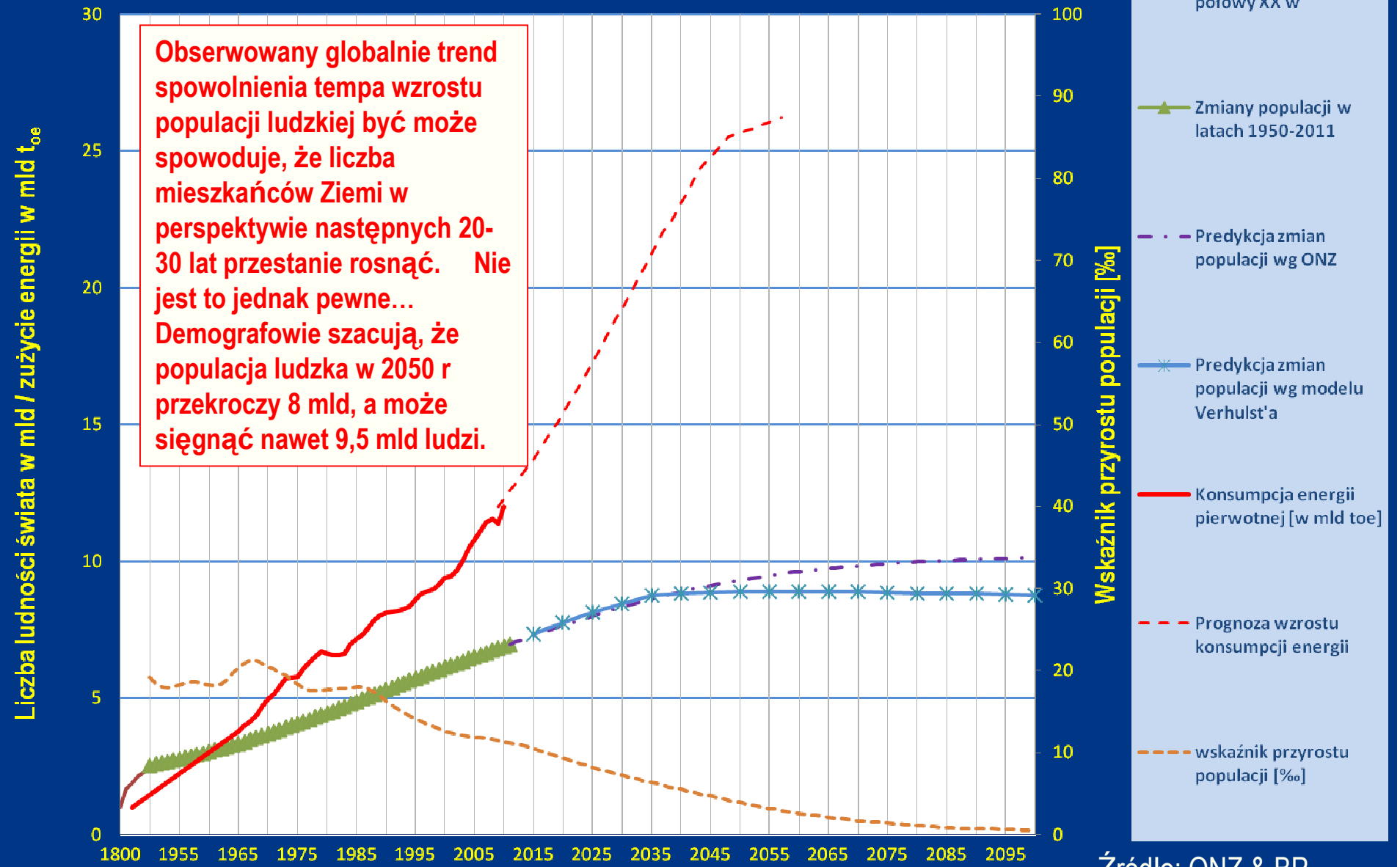
Słynny zakład Pascala

Założenie	Bóg istnieje i nagradza za wiarę życiem wiecznym		Bóg nie istnieje i nie istnieje życie wieczne		Wynik
	Życie doczesne	Życie wieczne	Życie doczesne	Życie wieczne	
Teiści	Koszt: Ograniczenia związane z kultywacją wiary	Zysk: Szansa na życie wieczne	Koszt: Ograniczenia związane z kultywacją wiary	Brak nagrody po śmierci	Potencjalna nagroda przewyższa koszty
Ateiści	Brak kosztów kultywowania wiary, ale dla ludzi porządnych ograniczenia wynikające ze świeckiego systemu wartości	Strata: bez szans na życie wieczne	Brak kosztów wiary, ale dla ludzi porządnych ograniczenia wynikające ze świeckiego systemu wartości	Brak nagrody po śmierci	Brak nagrody, tylko koszty „porządnego" życia

Klimatyczny „zakład Pascala”

Założenie	Klimat się szybciej i gwałtowniej zmienia bo jest to stymulowane działalnością człowieka		Klimat się zmienia cyklicznie, ale człowiek nie ma na to wpływu		Wynik
	Teraźniejszość	Przyszłość	Teraźniejszość	Przyszłość	
Wiara w możliwość przeciwdziałania tendencjom zmian klimatu i powodowanym przez to negatywnym skutkom	Koszty ograniczania emisji gazów szklarniowych, zmiany modeli konsumpcji i wzorców produkcji, konieczność przebudowy gospodarki w kierunku mniejszej energochłonności i zmniejszenia zapotrzebowania na nieodnawialne zasoby	Szansa na zahamowanie niekorzystnych zmian klimatu i redukcję strat – łagodne przejście do bardziej konkurencyjnej i zrównoważonej gospodarki uniezależnionej od nieodnawialnych nośników energii	Koszty ograniczania emisji gazów szklarniowych, zmiany modeli konsumpcji i wzorców produkcji, konieczność przebudowy gospodarki	przejście do bardziej konkurencyjnej i zrównoważonej gospodarki, lepiej zaadaptowanej do zmienionych warunków klimatycznych, łagodniejszy kryzys „klimatyczny”	Potencjalna nagroda znacznie przewyższa dzisiaj ponoszone wyższe koszty
Brak akceptacji dla działań ograniczających potencjalny wpływ człowieka na klimat	Doraźne zmniejszenie kosztów modernizacji gospodarki – rosnące ceny energii	Maksymalizacja strat „klimatycznych” – wymuszone przejście do gospodarki uwzględniającej ograniczenia klimatyczne i zasobowe	Doraźne zmniejszenie kosztów modernizacji gospodarki – rosnące ceny energii	Brak adaptacji do ograniczeń klimatycznych - wymuszone przejście do gospodarki uwzględniającej ograniczenia klimatyczne i zasobowe	Doraźne oszczędności, potencjalnie znacznie wyższe koszty w przyszłości

Zmiany populacji globalnej i konsumpcji energii w latach 1800-2100



Źródło: ONZ & BP

Światowe zużycie energii

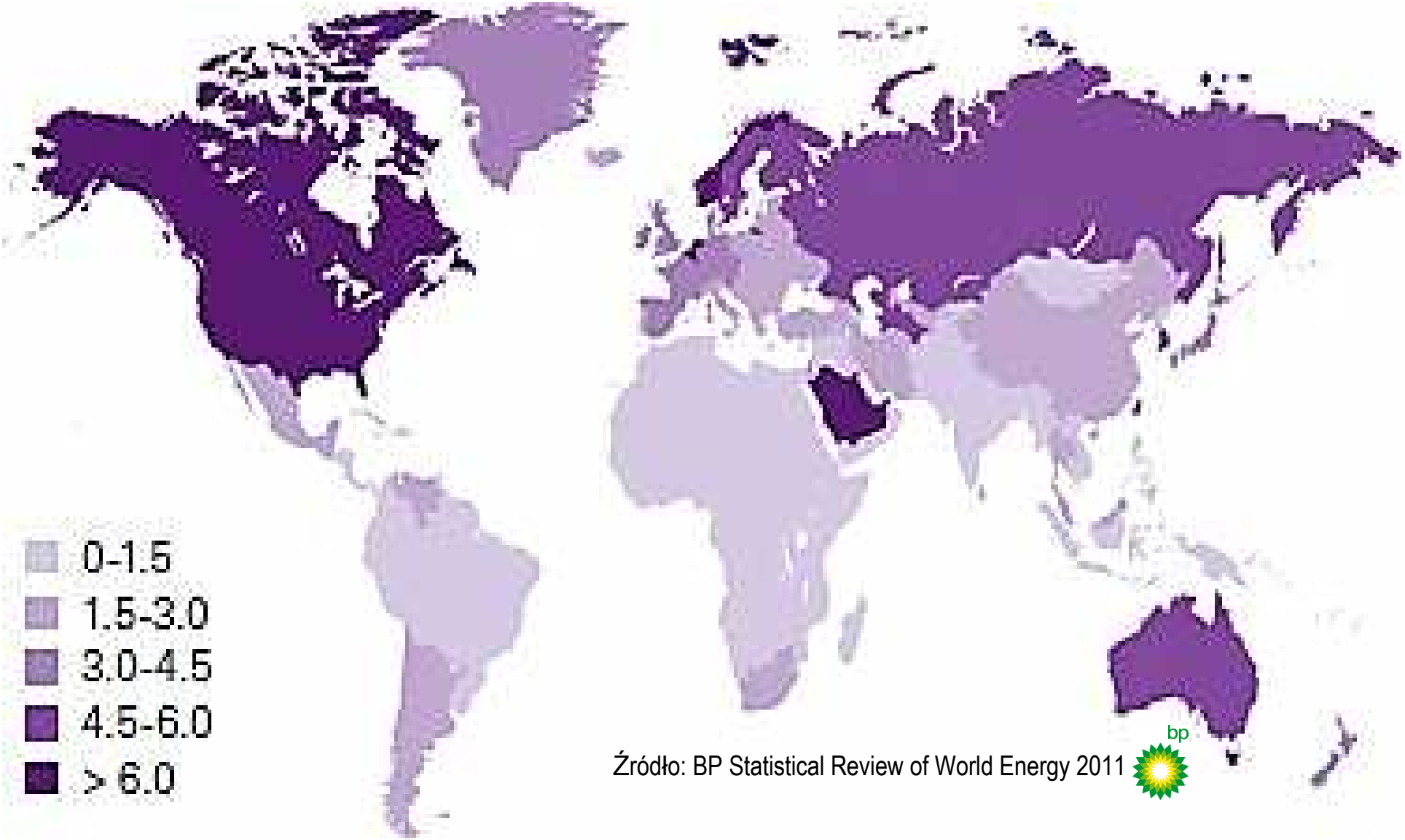
- Świat na początku XXI w zużywa mnóstwo energii:
  - globalne zużycie w 2011 r. ok - *50,0 * 10^{19} J (12 mld t_{oe})*
  - moc chwilowa konieczna do zaspokojenia potrzeb: *15.9 TW* – średnio 2,3 kW osobę [UK – 5.1 kW, Hiszpania 4.4 kW, Polska 3,4 kW]
- Każdy z mieszkańców USA zużywa średnio ponad dwa razy więcej energii niż mieszkaniec Wysp Brytyjskich i 48-krotnie więcej niż mieszkaniec Bangladeszu!
- Ponad 85% zużywanej w świecie energii powstaje w procesach spalania paliw kopalnych (atom ok. 5,5%, duża hydroenergetyka ok. 6%, pozostałe OZE 3,5%)
- Jeśli założyć, że w 2050 r. 8 mld mieszkańców Ziemi korzystałoby z energii na poziomie 80% dzisiejszego zużycia w UE27 to globalne zużycie energii pierwotnej przekroczyłoby 24 mld ton oleju ekwiwalentnego, a więc ponad 2-krotnie więcej niż świat zużywał w 2010 r.!!!!
- Nie ma możliwości pokrycia takiego popytu z dostępnych zasobów paliw kopalnych!

Główne źródła energii – produkcja i konsumpcja

- Głównym źródłem energii pierwotnej pozostaje nadal ropa naftowa, jakkolwiek jej udział procentowy w stosunku do wszystkich nośników energii maleje;
- Gaz ziemny dominuje w Europie i Euroazji, natomiast węgiel w regionie Azji i Pacyfiku;
- Węgiel pozostaje nośnikiem energii o najlepszym wskaźniku R/P - stosunek udokumentowanych rezerw (R) do produkcji (P), jakkolwiek rozpoznane rezerwy ropy i gazu ziemnego generalnie wzrosły w ostatnim czasie.
- Kraje spoza OECD posiadają 93,4% potwierdzonych globalnych zasobów ropy naftowej, 90,9% rezerw gazu ziemnego oraz 56% rezerw węgla. Bliski Wschód nadal dysponuje największym udziałem w potwierdzonych zasobach ropy i gazu ziemnego. Europa i Eurazja także posiadają znaczące zasoby gazu oraz największe na świecie rezerwy węgla.
- Energia nuklearna ma znaczący, ale stosunkowo niewielki udział w zaspokajaniu potrzeb (ok. 430 reaktorów o mocy 360 GW_e pokrywa ok. 5,5% globalnego zapotrzebowania na energię, w tym 14% energii elektrycznej). Do 2020 r. przewiduje się budowę kolejnych 250 reaktorów, z czego ponad 1/3 w Chinach i Indiach);
- Wzrost wykorzystania odnawialnych źródeł do produkcji energii w 2010 koncentrował się w regionach o najwyższej konsumpcji energii - w Europie i w regionie Azji i Pacyfiku). OZE łącznie z dużą hydroenergetyką zaspokajają dziś ok. 9,5% globalnej produkcji energii, z największym udziałem źródeł odnawialnych (5.8%) w Europie i Eurazii.

Globalna konsumpcja energii per capita 2010

[w tonach oleju ekwiwalentnego t_{oe}]

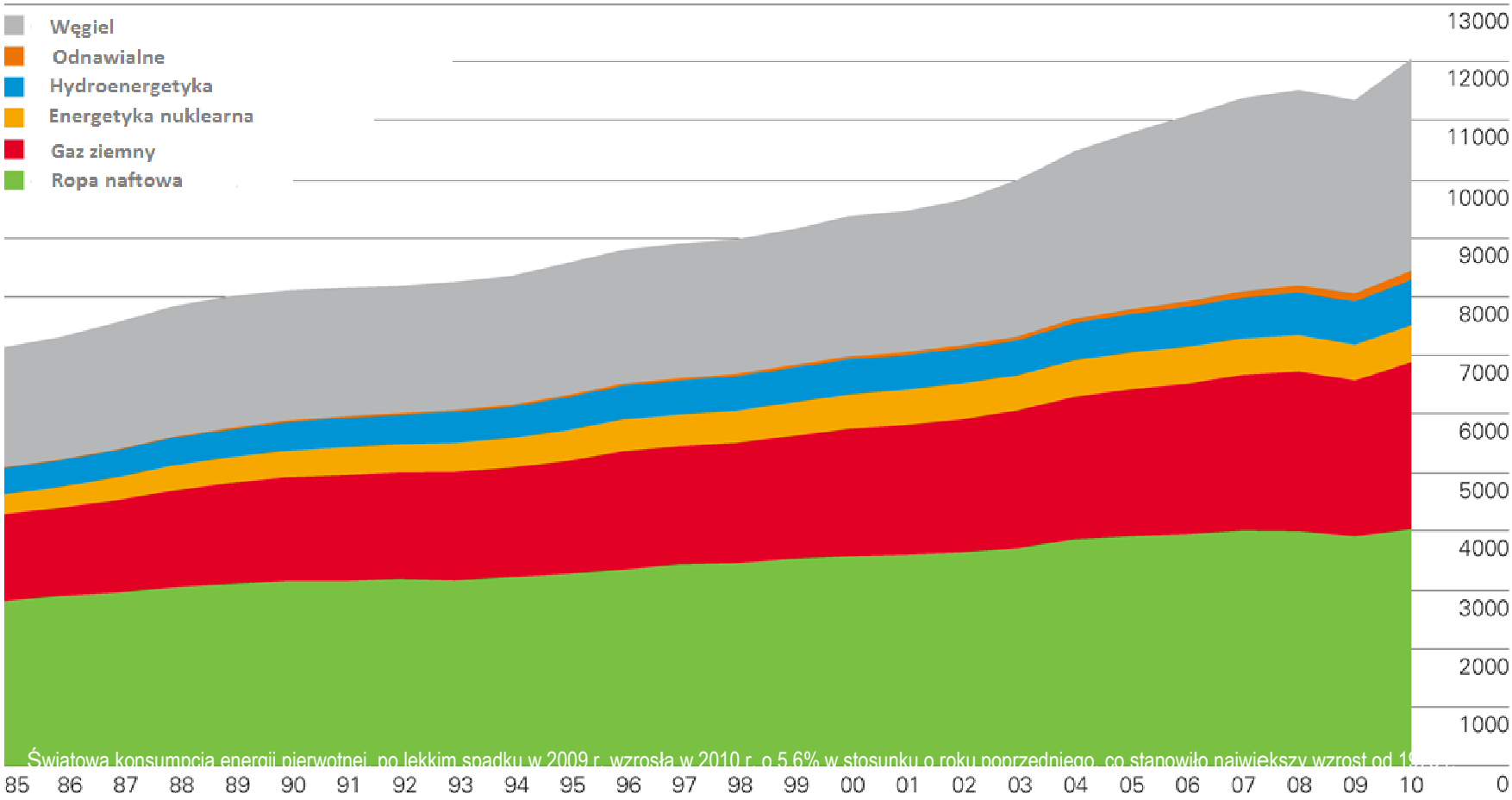


Źródło: BP Statistical Review of World Energy 2011

Globalna konsumpcja energii pierwotnej - struktura

Konsumpcja globalna

miliony ton oleju ekwiwalentnego



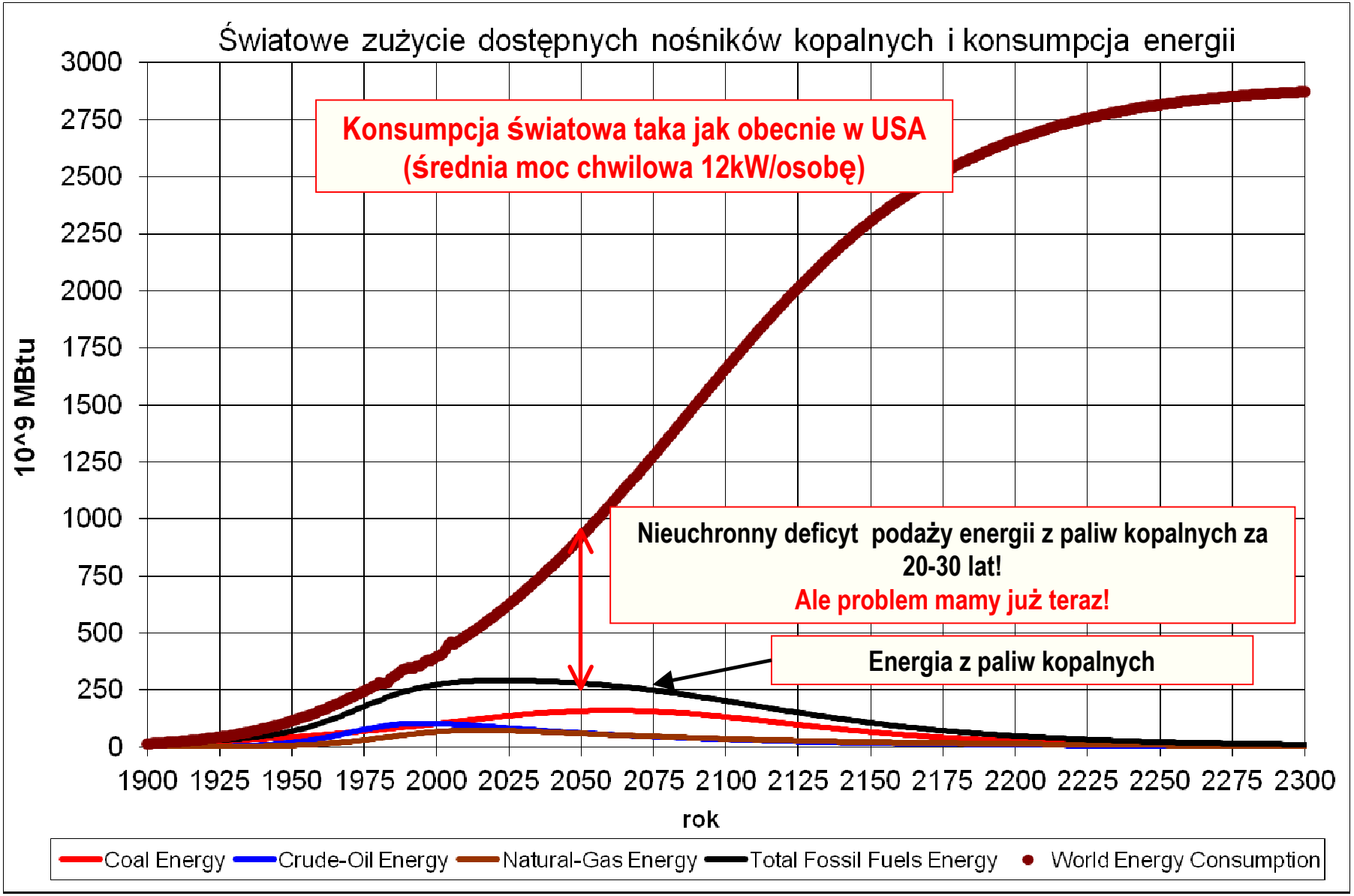
Światowa konsumpcja energii pierwotnej, po lekkim spadku w 2009 r. wzrosła w 2010 r. o 5,6% w stosunku o roku poprzedniego, co stanowiło największy wzrost od 19

Źródło: BP Statistical Review of World Energy 2011

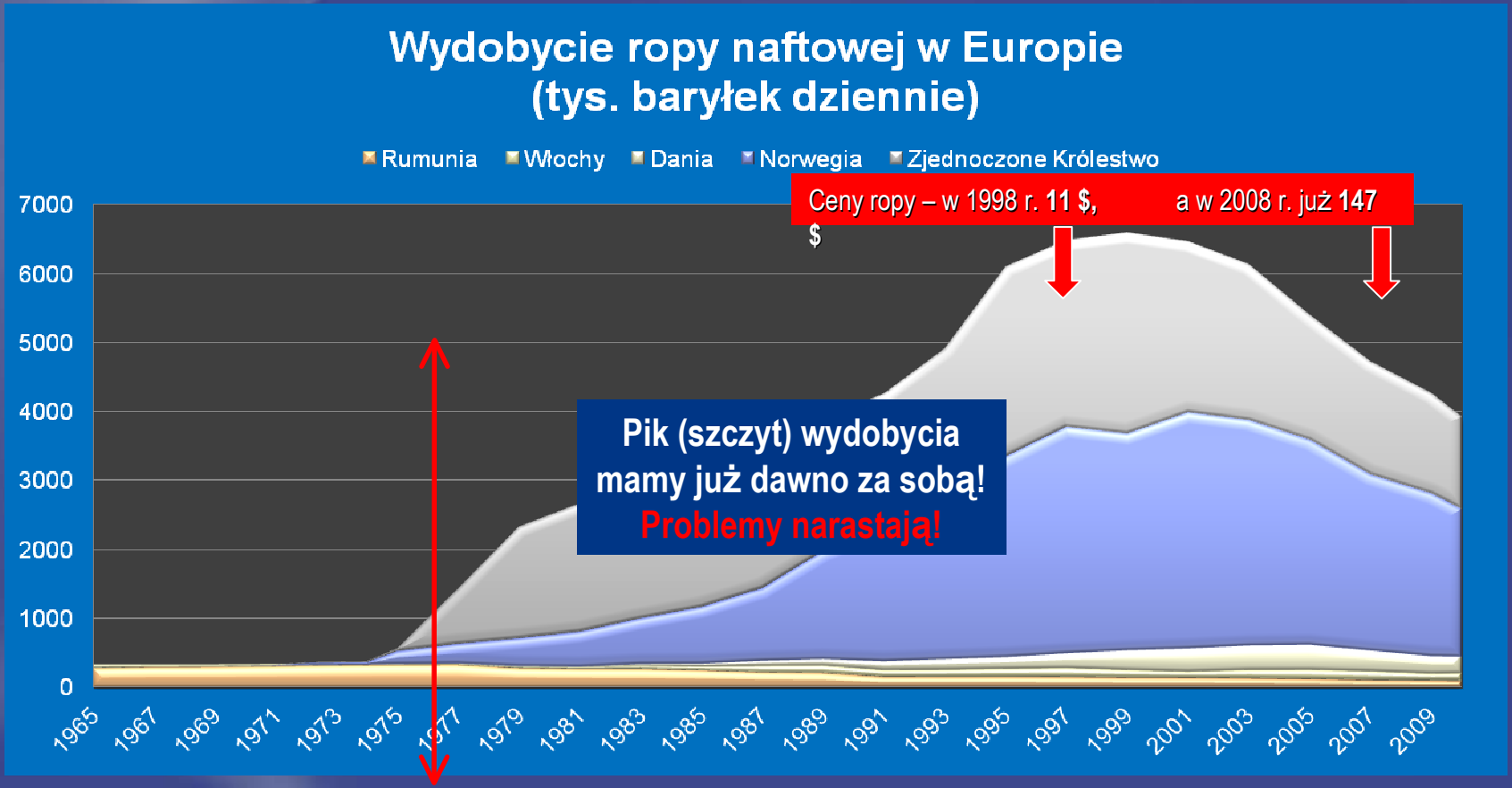
Światowa konsumpcja energii pierwotnej

- Światowa konsumpcja energii pierwotnej, po lekkim spadku w 2009 r, wzrosła w 2010 r. o 5,6% w stosunku o roku poprzedniego, co stanowiło największy wzrost od 1973 r. Spadek w roku 2009 był pierwszym od 1982 r. i wyniósł ok. 1,1%.
- Wskaźniki wzrostu zużycia energii w 2010 r. przekroczyły średnią praktycznie dla wszystkich źródeł - ropy naftowej, gazu ziemnego, węgla, energii atomowej, energii wodnej, a także źródeł odnawialnych. Udział gazu ziemnego osiągnął swój historyczny pik. Utrzymywał się trend wzrostowy udziału węgla w zaspokajaniu popytu na energię, który już w 2009 r. osiągnął najwyższy poziom od początku lat 70-tych.
- Ropa pozostaje dominującym nośnikiem energii (33,6% światowego zużycia wszystkich paliw), we wszystkich prawie regionach (za wyjątkiem Europy i Eurazji, gdzie na pierwszym miejscu plasuje się gaz ziemny), jakkolwiek jej udział zmniejszył się w porównaniu do średniej z poprzednich 11 lat (w 2009 r. 34,8%).
- Region Azji i Pacyfiku utrzymuje pozycję lidera, z 38,1% udziałem w światowej konsumpcji energii pierwotnej i z 67,1% udziałem w produkcji węgla. W krajach tego regionu węgiel stanowi dominujące paliwo, pokrywając ok. 52,1% zapotrzebowania na energię pierwotną. Kraje Azji i Pacyfiku osiągnęły wiodącą pozycję także w konsumpcji ropy oraz w wykorzystywaniu potencjału hydroelektrowni.
- Europa i Eurazja są natomiast wiodącymi konsumentami gazu ziemnego, energii nuklearnej oraz energii ze źródeł odnawialnych.

Energia ze źródeł kopalnych



Zasoby nieodnawialne – szczyt wydobycia ropy naftowej



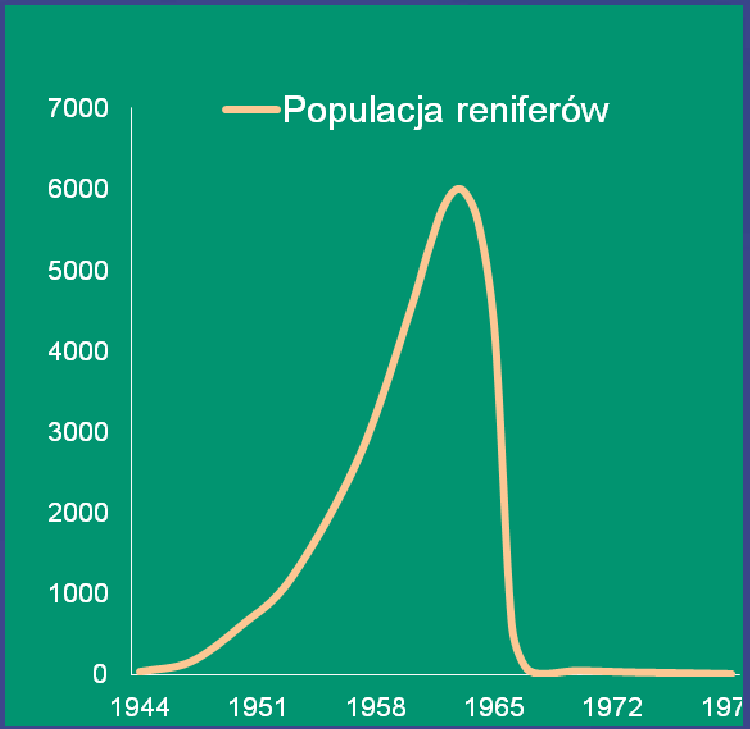
UWAGA! Spośród 65 najważniejszych państw-producentów ropy aż 54 kraje już przekroczyły szczyt wydobycia lub właśnie go osiągnęły

Energia, a ryzyka dla rozwoju cywilizacji ludzkich

- Liczba ludności wzrosła w skali światowej wielokrotnie (ponad dwukrotnie w okresie 1960-2011), ale wydaje się, że wzrost ten hamuje – naukowcy uważają, że ograniczenia zasobowe i środowiskowe (dostęp do wody, żywności i energii) zahamują trend wzrostowy gdy populacja światowe osiągnie poziom 8.5 miliarda ludzi;
- Możliwość takiego wzrostu populacji zawdzięczamy „zielonej rewolucji" w produkcji żywności , która nie byłaby możliwa bez dostępu do paliw ropopochodnych i gazu oraz bez rozwoju GMO;
- Eksperci uważają, że światowe wydobycie ropy osiągnęło właśnie swój szczyt, wzrost wydobycia metanu wyhamuje wkrótce, a maksymalizacja wydobycia węgla nastąpi najpóźniej za 50 lat – tymczasem aspiracje konsumpcyjne rosnącej populacji ludzkiej będą rosły;
- Energetyka nuklearna nie stanowi alternatywy mogącej zaspokoić deficyt w podaży energii z paliw kopalnych - produkcja energii z tych źródeł musiałaby wzrosnąć co najmniej 30-krotnie, a uran to też zasób nieodnawialny;
- Konieczne jest pilne poszukiwanie innych źródeł zaopatrzenia w energię – odnawialne źródła w powiązaniu z poprawą efektywności wykorzystania energii dają perspektywiczną nadzieję na rozwiązanie problemu;
- Poważnym ryzykiem są zmiany klimatyczne, których przyśpieszenie większość naukowców wiąże z ogromnym wzrostem zużycia paliw kopalnych od początku XIX w.

Eksperyment na wyspie św. Mateusza

- W 1944 r.na Wyspie Św. Mateusza (300 km od brzegów Alaski) utworzono stację nawigacyjną marynarki wojennej USA (19 żołnierzy). Jako rezerwę pożywienia na wypadek przerwania dostaw przywieziono 29 reniferów.
- Stację zlikwidowano w 1954, ale zwierzęta pozostały. Populacja zwierząt zaczęła szybko rosnąć, korzystając z wyjątkowo sprzyjających warunków – brak drapieżników, dobry klimat, a przede wszystkim bardzo gruba warstwa porostów rozwijających się tam od tysiącleci.
- W 1957 r stwierdzono obecność na wyspie 1350 doskonale odżywionych reniferów.
- W 1963 r. populacja reniferów była kilkakrotnie większa – naliczono ich ponad 6 tysięcy sztuk. Zwierzęta były jednak mniejsze i gorzej odżywione: wszystkie porosty na wyspie zostały zjedzone, zwierzęta żywiły się trawą.



- W 1966 r. wyspa była już praktycznie pozbawiona roślinności, a wszędzie leżały zwłoki padłych z głodu i chorób zwierząt. Zauważono tylko 42 żywe renifery – 41 samic i jeden samiec, ale raczej bezpłodny, bo na wyspie nie było żadnych młodych zwierząt.
- **Do lat 80. wszystkie renifery z Wyspy Św. Mateusza wymarły.**

Aksjomaty

- Nie ulega wątpliwości, że:
  - zasoby paliw kopalnych są ograniczone i kiedyś się wyczerpią – kryzys energetyczny może jednak nadejść już wkrótce i wbrew przeważającej opinii nie wówczas, gdy wypompowana zostanie ostatnia kropla ropy, ale kiedy wielkość jej wydobycia przestanie nadążać za popytem *(David Goodstein, Out of gas. The End of the Age of Oil)*
  - bezpieczeństwo dostaw energii ma obecnie kluczowe znaczenie dla funkcjonowania gospodarki europejskiej - nie chcemy uzależniać bezpieczeństwa naszej gospodarki od kaprysów, czy kryzysów innych krajów;
  - perturbacje na rynku energii oznaczają poważne ryzyko dla każdej organizacji – gospodarczej czy publicznej

A gdyby jednak….

Czy konsumpcja energii na obecnym poziomie USA jest całkowicie nierealna?

Spróbujmy to policzyć:

- 12 kW/osobę x 8 miliardów ludzi ≈ 96 x 10^{12} watów ≈ 100 TW (terawatów)
- Energia słoneczna docierająca na Ziemię ≈ 342 watów/m^2 powierzchni.
- Przy efektywności konwersji energii słonecznej na poziomie 10% = powierzchnia paneli musiałaby wynieść ≈ 2.8 x 10^6 km^2;
- Powierzchnia lądów ≈ 1.48 x 10^8 km^2;
- Oznacza to, że dla zaspokojenia potrzeb energetycznych całej ludzkości na poziomie dzisiejszej konsumpcji w USA konieczne byłoby zajęcie przez elektrownie słoneczne około 2% powierzchni lądów;
- Tymczasem już dziś powierzchnie zabudowane stanowią ok. 4%
- Wykorzystanie dachów i ścian budynków oraz innych powierzchni (np. pobocza autostrad i szlaków kolejowych), a także energetyki wiatrowej (on-shore i off-shore) może ten problem rozwiązać.

Sprawdzenie

- Energia słoneczna docierająca do Ziemi:
  - całkowita $E_S \approx 2{,}81 * 10^{24}$ J/rok (śr. 340 W/m^2, na równiku 1000-1100 W/m^2),
  - docierająca do lądów $E_{SL} \approx 0{,}82 * 10^{24}$ J/rok,
  - w Polsce $E_{SP} \approx 1{,}17 * 10^{21}$ J/rok (śr. 240 W/m^2)
- Globalne zapotrzebowanie na energię pierwotną (2008):
  - światowe $E_z \approx 49{,}50 * 10^{19}$ J/rok
  - polskie $E_{Pl} \approx 4{,}14 * 10^{18}$ J/rok
- Nadwyżka energii słonecznej w porównaniu do dzisiejszych potrzeb:
  - na lądach $E_{SL} / E_z \approx 1600$ (0.06%)
  - w Polsce $E_{SP} / E_{Pl} \approx 270$ (0.37%)

Gdyby całe zapotrzebowanie na energię pierwotną miało być pokrywane w Polsce z wykorzystaniem energii słonecznej, to przy obecnych możliwościach technicznych, zakładając, że panel słoneczny pozwala na wytworzenie 100-110 kWh/rok/m^2, to dla zaspokojenia wszystkich potrzeb (ok. 100 mln t_{oe}) konieczne byłoby zabudowanie paneli fotowoltaicznych o powierzchni ok. 11 500 km^2 (3,7% powierzchni kraju!) – oznacza to efektywność pozyskania energii docierającej do powierzchni terenu na poziomie 10%

Alternatywy?

Hipotetyczne przejście na energetykę odnawialną i jądrową 50% / 50%:

1. Świat **2011:** potrzeby energetyczne **≈ 49,5 * 10^{19} J/rok:**

   potrzebna moc chwilowa 15 700 GW - oznaczałoby to przy 50% podaży z OZE konieczność posiadania **7 850 reaktorów o mocy jeden 1GW (w końcu 2011 r. działały 433 reaktory o średniej mocy 850 MW)**

2. Świat **2050:** potrzeby energetyczne **120 * 10^{19} J/rok,** przy zużyciu średnim takim, jak dziś w Unii Europejskiej (średnio roczny wzrost 2,3%)

   potrzebna moc chwilowa 38 000 GW, czyli **19 000 reaktorów o mocy 1GW każdy (konieczny przyrost 490 reaktorów/rocznie).**

3. Polska **2011:** konsumpcja energii pierwotnej ≈ 99,2 Mt_{oe} ≈ 1 065 TWh **≈ 4,14 * 10^{11} J/rok**

   potrzebna moc chwilowa 120GW, czyli **60 reaktorów 1 GW.**

4. Polska **2050:** konsumpcja energii pierwotnej na poziomie 80% dzisiejszego zapotrzebowania UE, czyli 4,96* **10^{11} J/rok**

   przy stopie wzrostu jw. potrzebna moc chwilowa 1**44 GW czyli 74** reaktory o mocy 1 GW **(3 reaktory rocznie począwszy od 2025 r!).**

Co robić?

- **W skali globalnej konieczne jest:**
  - Bardziej efektywne i sprawiedliwe wykorzystywanie energii
  - Zmiana stylu życia szerokich grup społecznych
  - Poszukiwanie/rozwijanie nowych „czystszych” i reprodukowalnych źródeł energii
- **W skali każdej organizacji konieczne jest:**
  - Poszukiwanie najbardziej efektywnych sposobów wykorzystania energii;
  - Redukcja zapotrzebowania na energię do racjonalnego minimum;
  - Zapewnienie dostaw energii z bezpiecznych źródeł po racjonalnej cenie, w tym ze źródeł własnych;
  - Lepsze zarządzanie popytem;
  - Wdrażanie – jeżeli to sensowne i stosowalne – koncepcji energetyki prosumenckiej

Mniej demagogii więcej racjonalnego myślenia

Niektóre ciekawe linki

- http://www.roperld.com/science/energy.ppt
- http://www.roperld.com/science/GlobalWarmingPrediction.ppt (Energy and Global Warming)
- http://www.roperld.com/science/energyGWNMIA.ppt (Energy, Global Warming and the Next Major Ice Age)
- http://ziemianarozdrozu.pl/encyklopedia/138/motywacje

Dziękuję za uwagę

Tomasz Podgajniak

tpodgajniak@data.pl