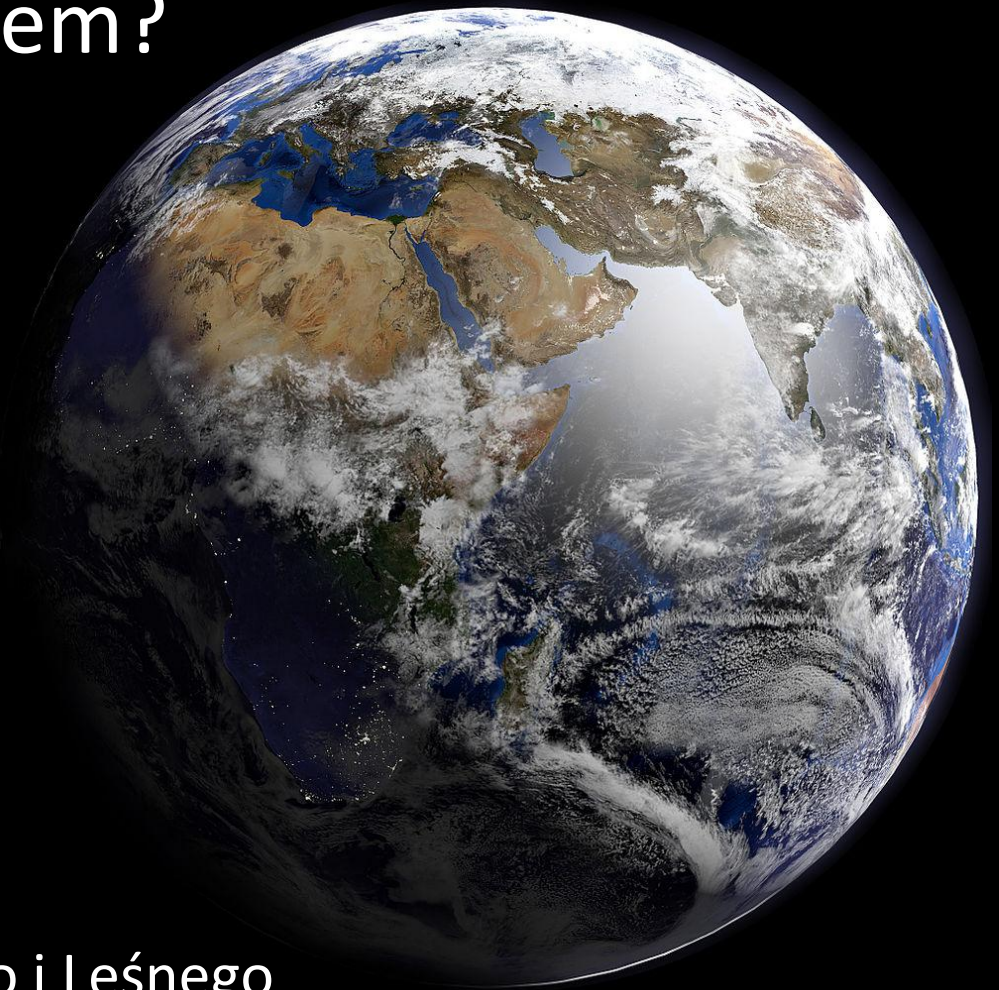


Biosfera w epoce antropocenu: rozwój myśli technicznej szansą czy zagrożeniem?

Krzysztof Kujawa



Instytut Środowiska Rolniczego i Leśnego
Polskiej Akademii Nauk, Poznań

Spis treści

- Biosfera
- Antropocen
- Innowacje, świat wykładniczego wzrostu
- Malejące zasoby
- Zanieczyszczenie środowiska
- Globalne ocieplenie
- Rewolucja energetyczna
- Konieczność zmiany: wzrost → rozwój

- **Biosfera**
- Antropocen
- Innowacje, świat wykładniczego wzrostu
- Malejące zasoby
- Zanieczyszczenie środowiska
- Globalne ocieplenie
- Rewolucja energetyczna
- Konieczność zmiany: wzrost → rozwój

Biosfera

Fot. Wikimedia

- Suma wszystkich organizmów wraz z przestrzenią, w której żyją
- System ekologiczny, „super-organizm” (?)

Biosfera w liczbach:

- **3,5 mld lat obecności na Ziemi**
- 5 (15? 50?) mln gatunków (May 1988)
- 950 000 gatunków zwierząt (Mora i in. 2011)
- Biomasa: 2×10^{12} t (Landenmark i in. 2015)
- DNA: 10^{21} superkomputerów (j.w.)

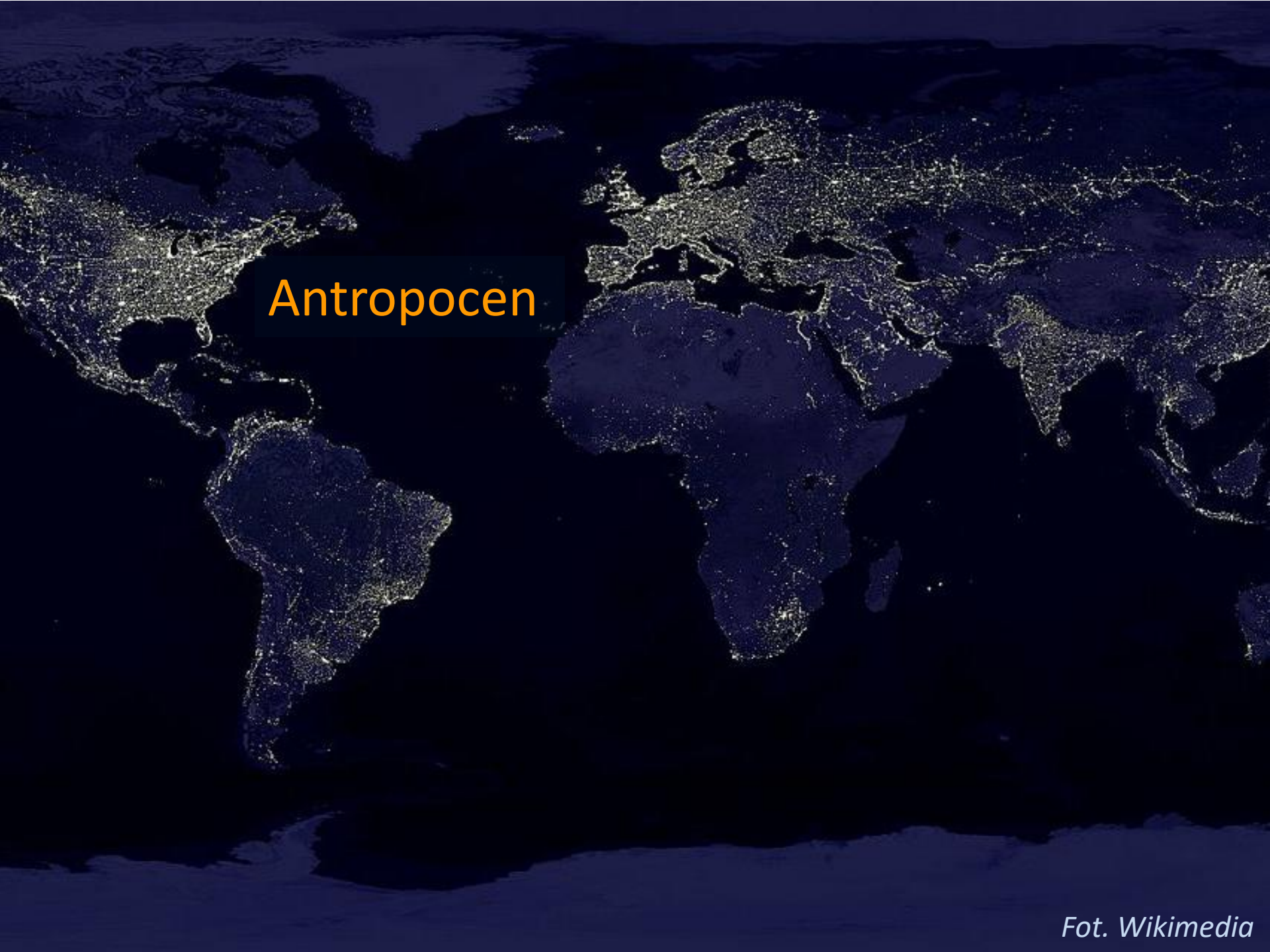


Usługi ekosystemowe: **2011: 125 bln USD/rok**

(Costanza i in. 2014, w: Global Environment Change)



- Biosfera
- **Antropocen**
- Energia, paliwa kopalne
- Innowacje
- Świat wykładniczego wzrostu
- Malejące zasoby
- Zanieczyszczenie środowiska
- Globalne ocieplenie
- Rewolucja energetyczna
- Konieczność zmiany: wzrost → rozwój

A satellite image of the Earth at night, showing the continents of North America, South America, Europe, and Africa. The landmasses are covered with a dense network of yellow and white lights, representing cities and urban areas. The oceans are dark blue. The word "Antropocen" is overlaid in orange text on a dark rectangular background in the center-left of the image.

Antropocen

Antropocen – historia idei i pojęcia

1874 – G. Perkins Marsh: „**The Earth as Modified by Human Action**”

1955 – Princeton: „**Man's Role in Changing the Face of the Earth**”

I 2002 – Paul Crutzen:

„**Geology of mankind**” (*Nature*)

VI 2009 – powstanie **Working Group on the Anthropocene (WGA)**



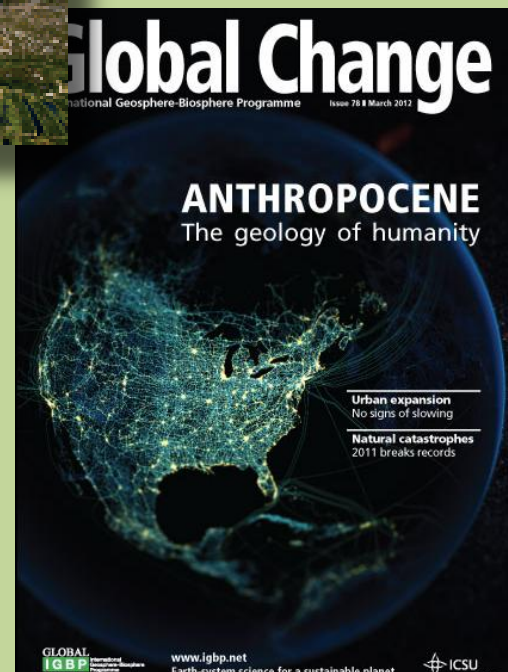
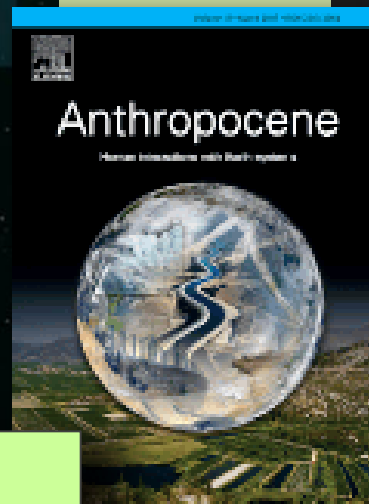
I 2016 – Water i in. „**The Anthropocene is functionally and stratigraphically distinct from the Holocene**” (*Science*)

29 VIII 2016 – rekomendacja WGA do Intern. Union of Geological Sciences by **uznać antropocen jako okres geologiczny**

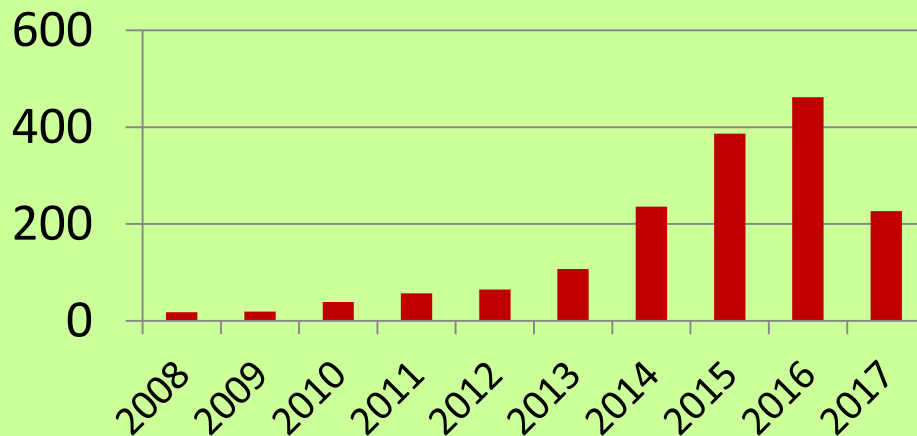


Antropocen:

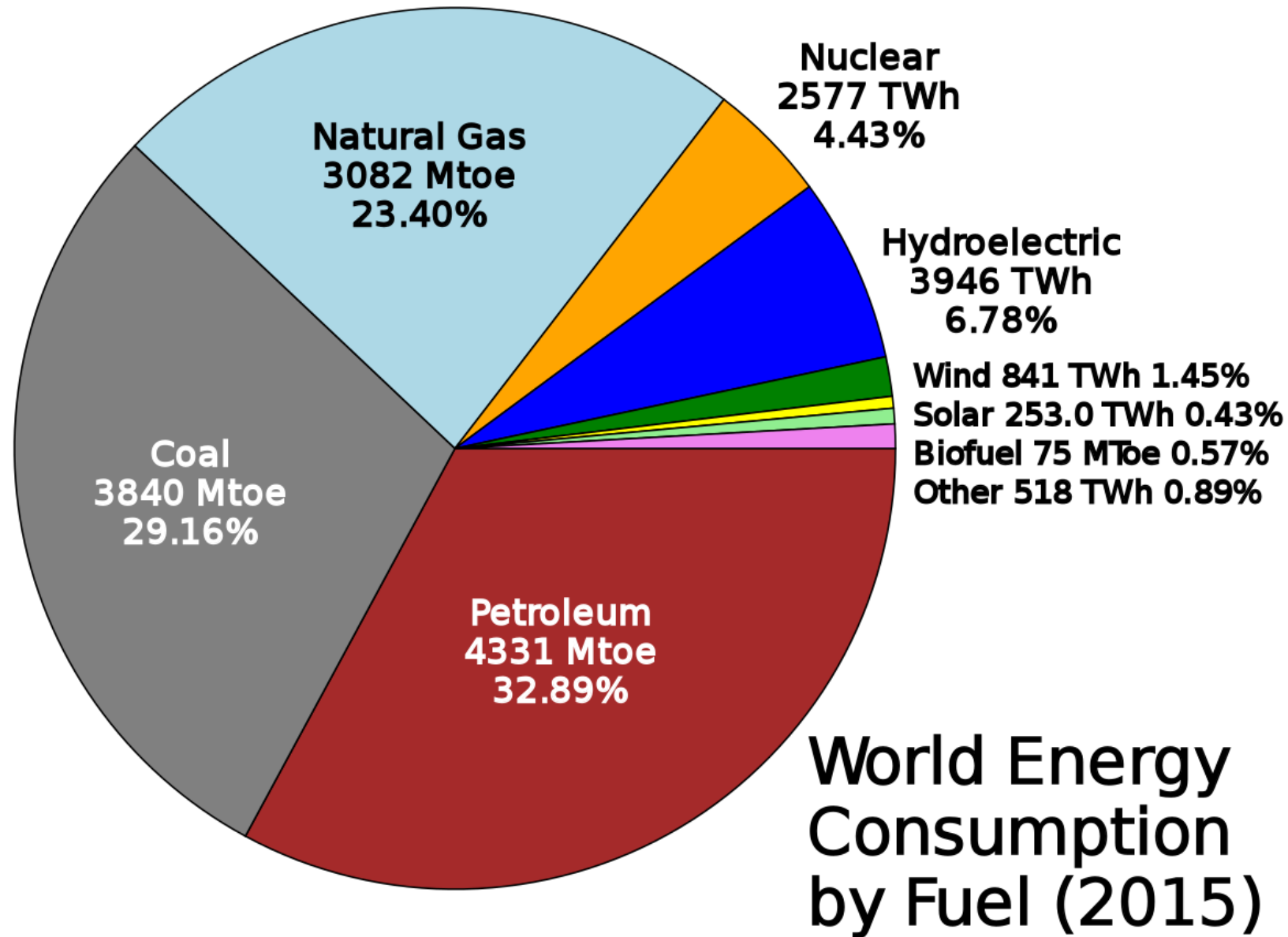
- ☐ b. szybkie wymieranie gatunków
- ☐ wzrost temperatury globalnej
- ☐ zmiana chemizmu wód, atmosfery
- ☐ wylesianie i zmiana siedlisk
- ☐ erozja gleb
- ☐ odpady z tworzyw sztucznych



Liczba publikacji o antropocenie wg Web of Science (VI 2017)



Antropocen: świat paliw kopalnych

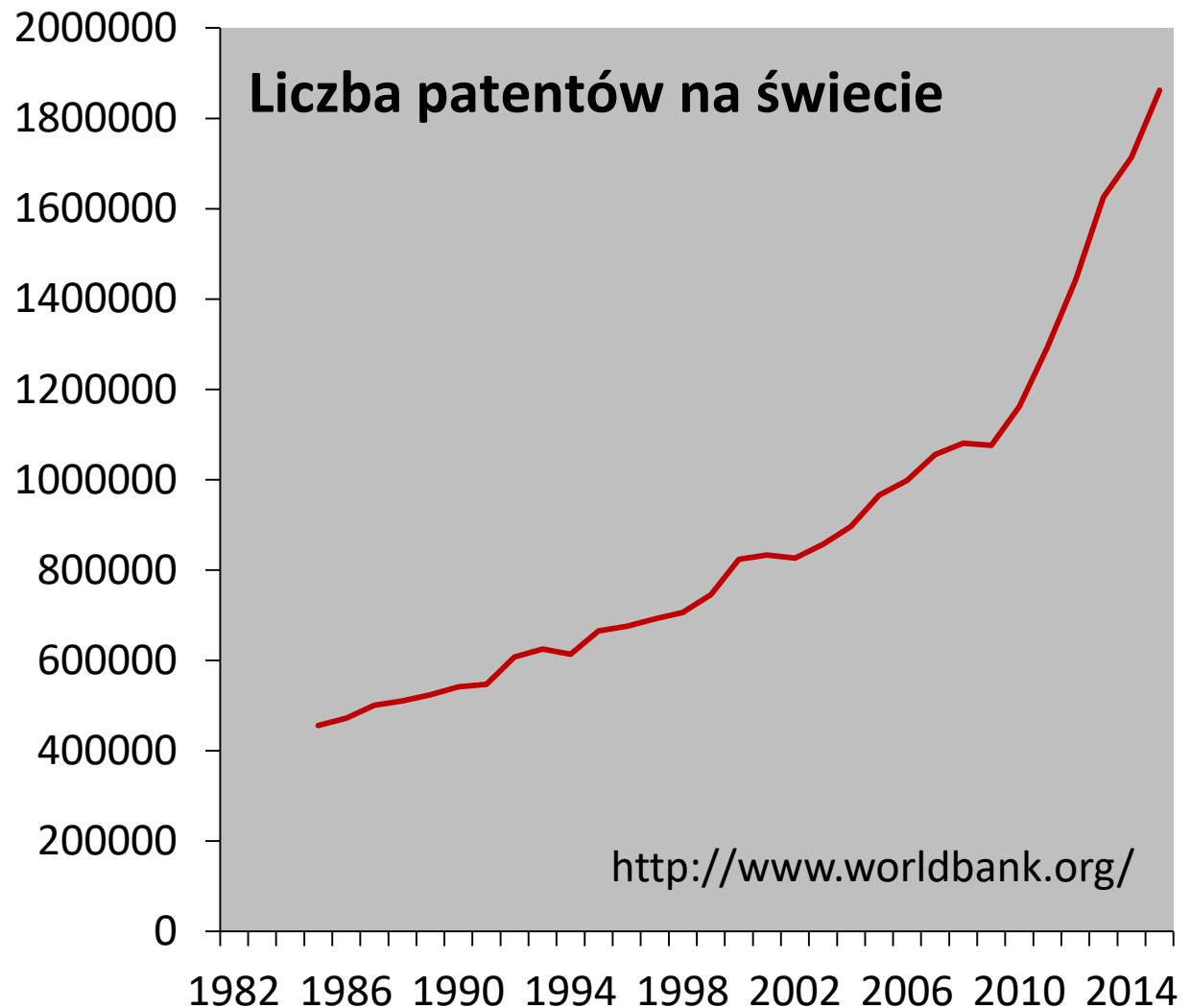


- Biosfera
- Antropocen
- **Innowacje, świat wykładniczego wzrostu**
- Malejące zasoby
- Zanieczyszczenie środowiska
- Globalne ocieplenie
- Rewolucja energetyczna
- Konieczność zmiany: wzrost → rozwój

Energia to nie wszystko



Myśl techniczna – jeden
z czynników rozwoju





Innowacje

Wzrost
gospodarczy

Produkcja
energii

Sprzężenie zwrotne:

produkcja energii a innowacje techniczne



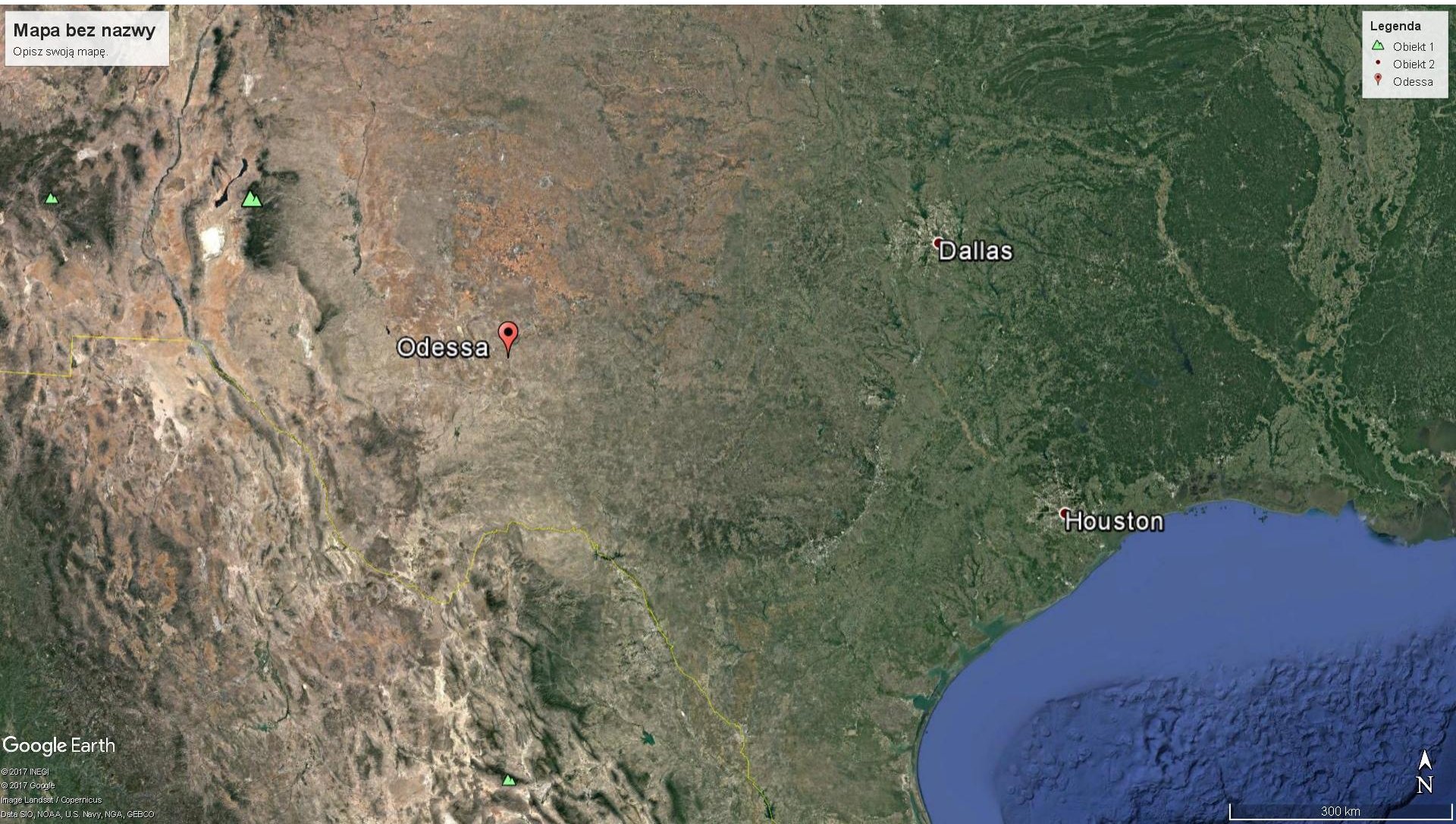
Teksas
1901



Morze Północne, XXI w



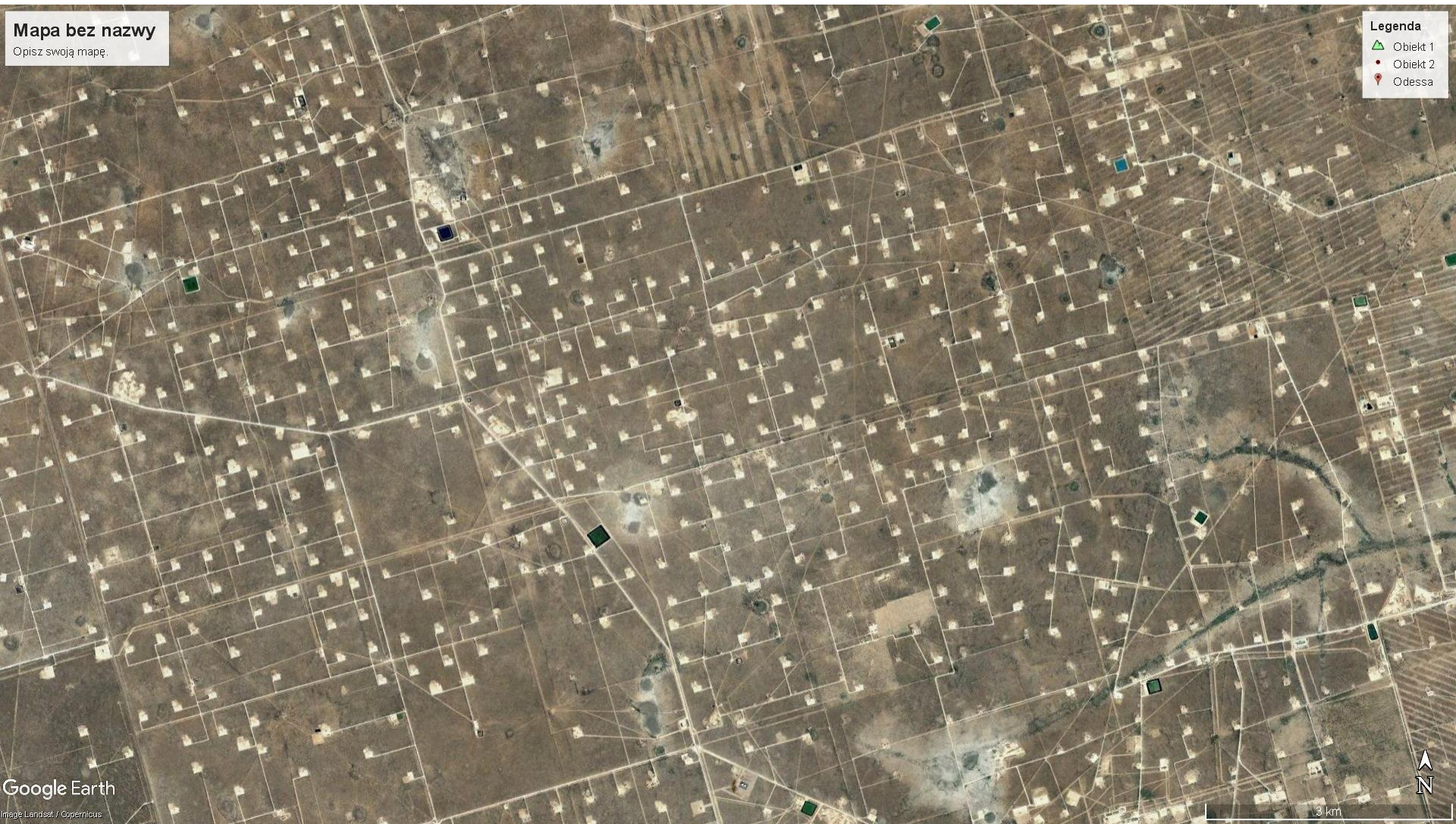
Osiągnięcie myśli technicznej przełomu XX i XXI wieku: ropa ze skał łupkowych

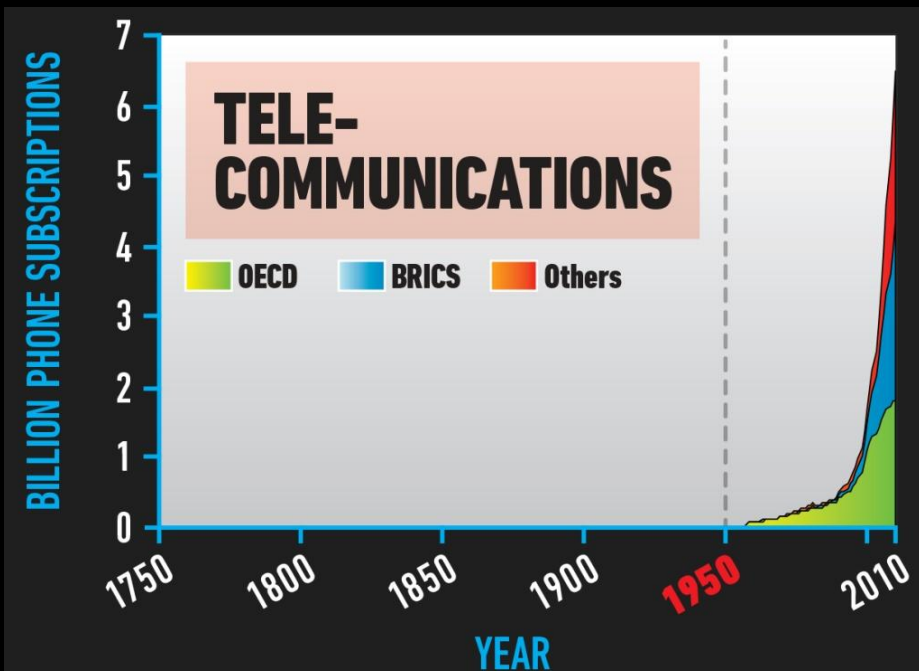
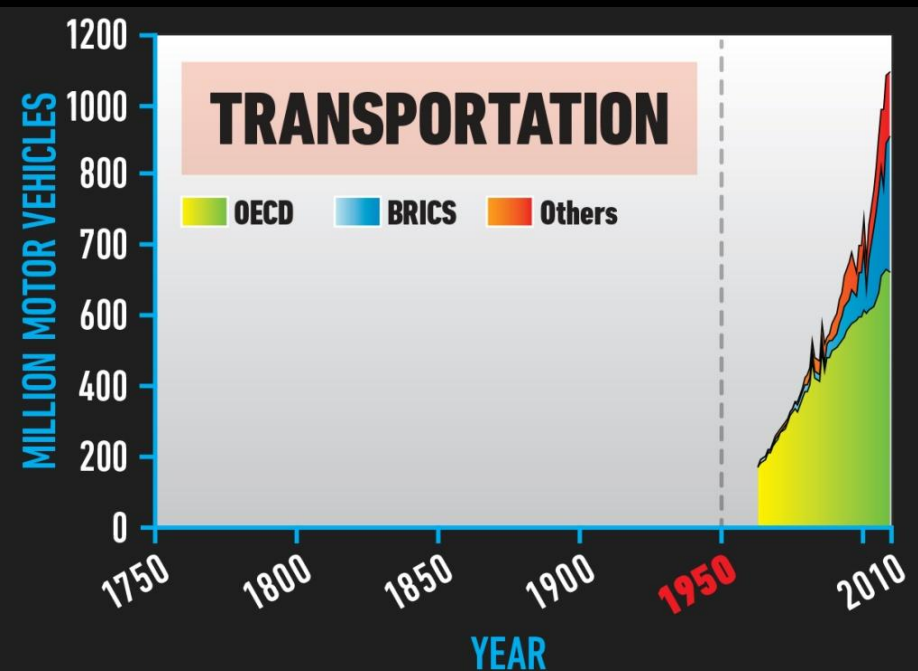
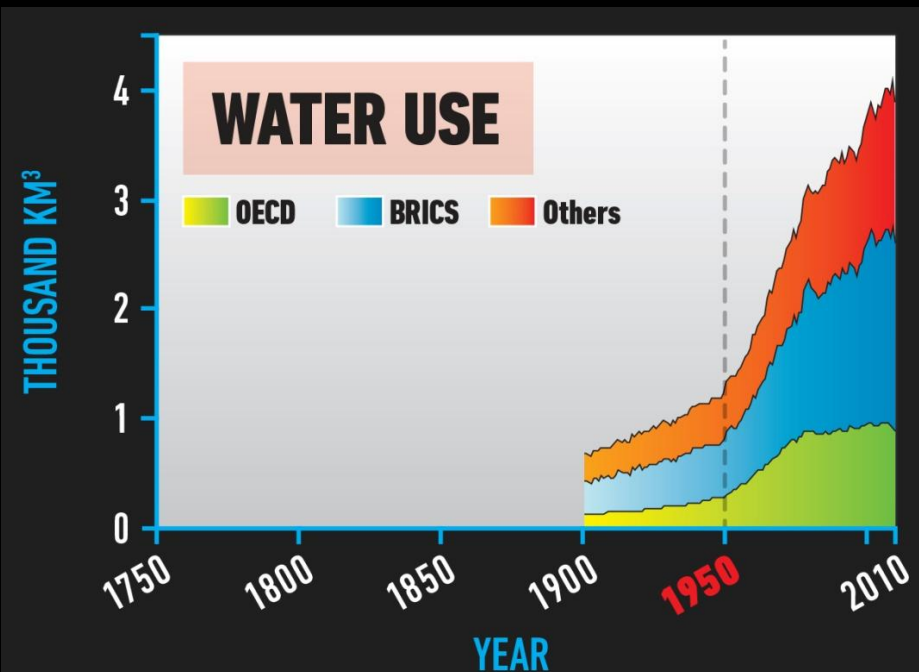
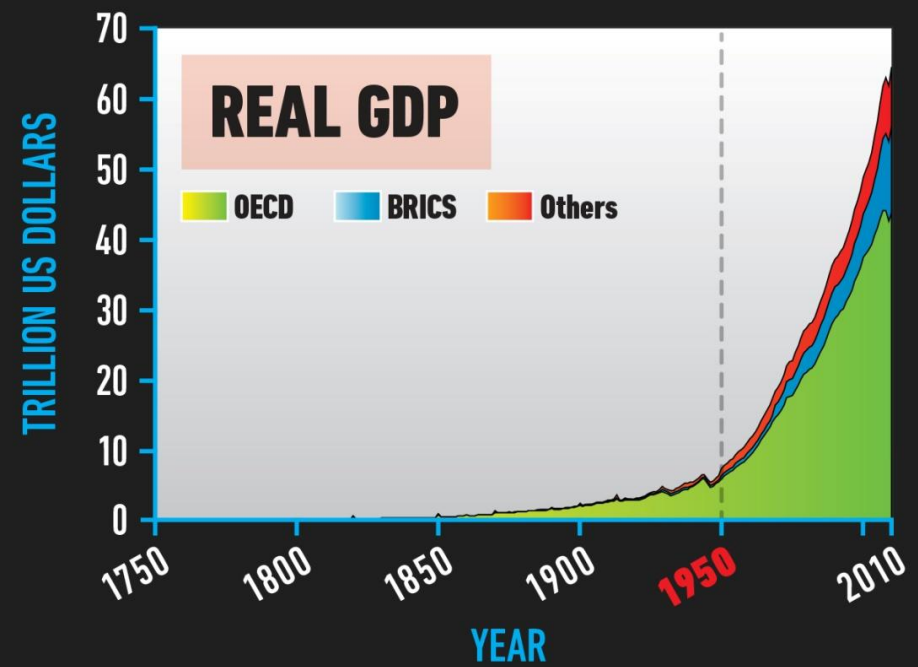


Osiągnięcie myśli technicznej przełomu XX i XXI wieku: ropa ze skał łupkowych

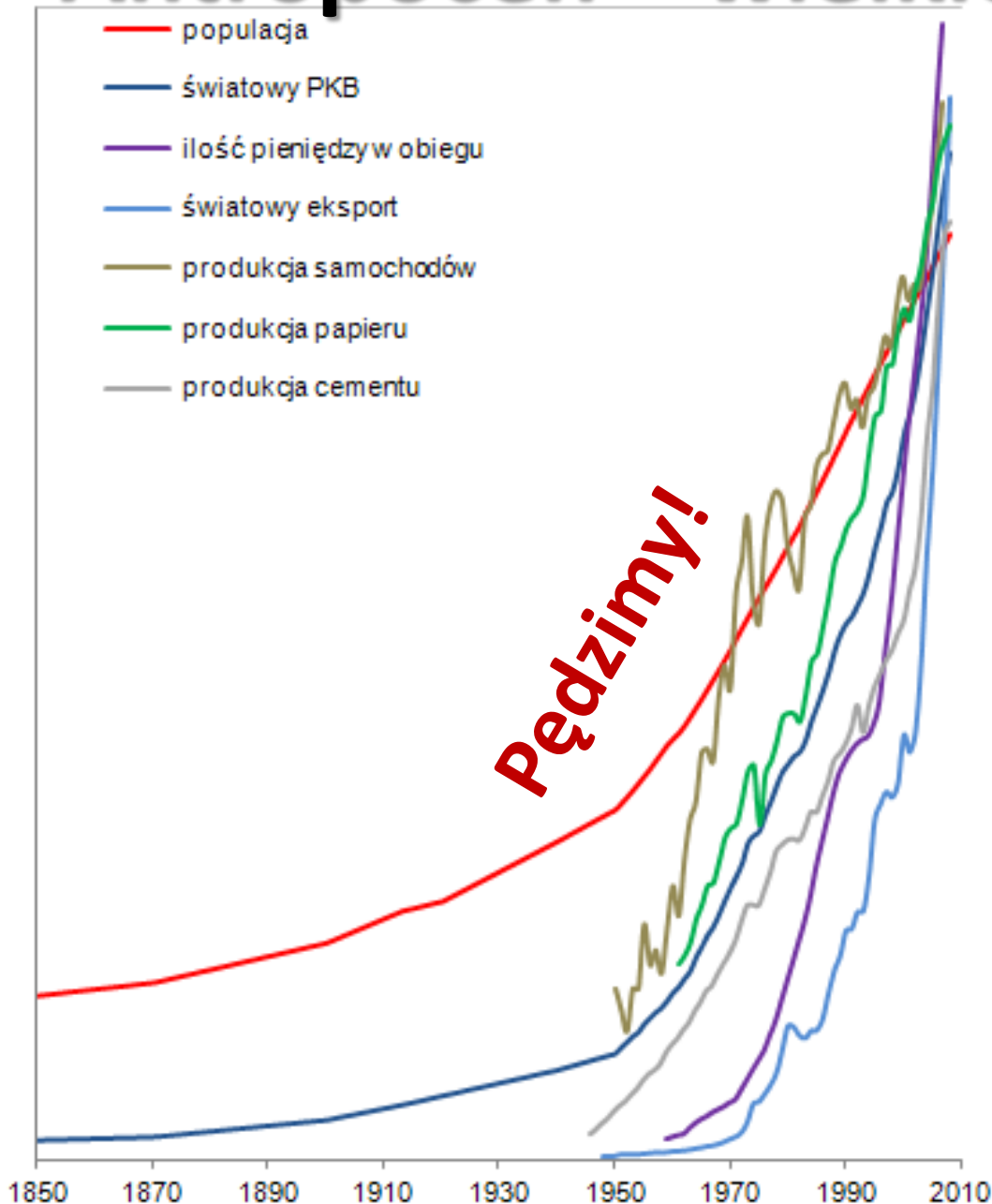


Osiągnięcie myśli technicznej przełomu XX i XXI wieku: ropa ze skał łupkowych





Antropocen = wielkie przyspieszenie



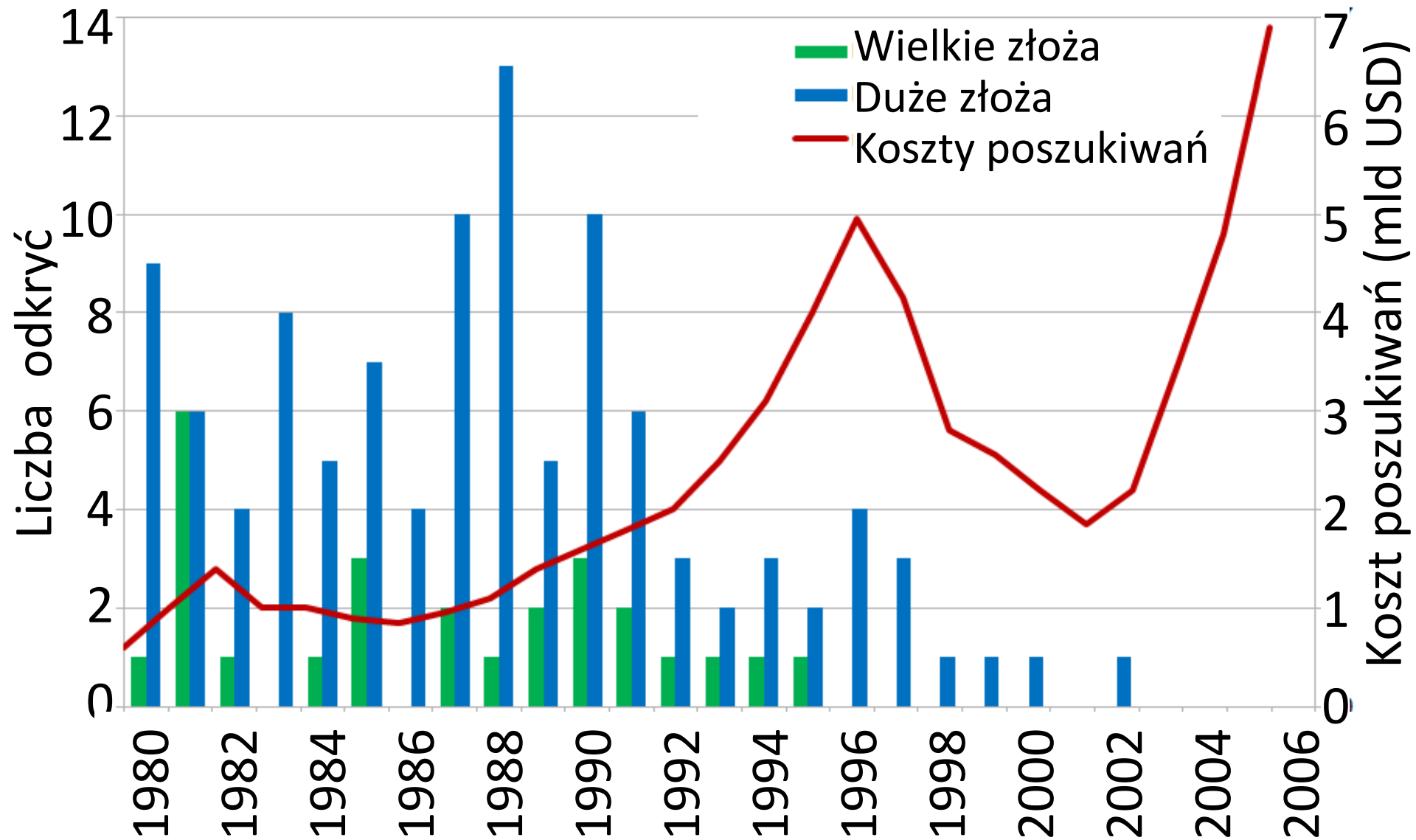
...ale jak długo?



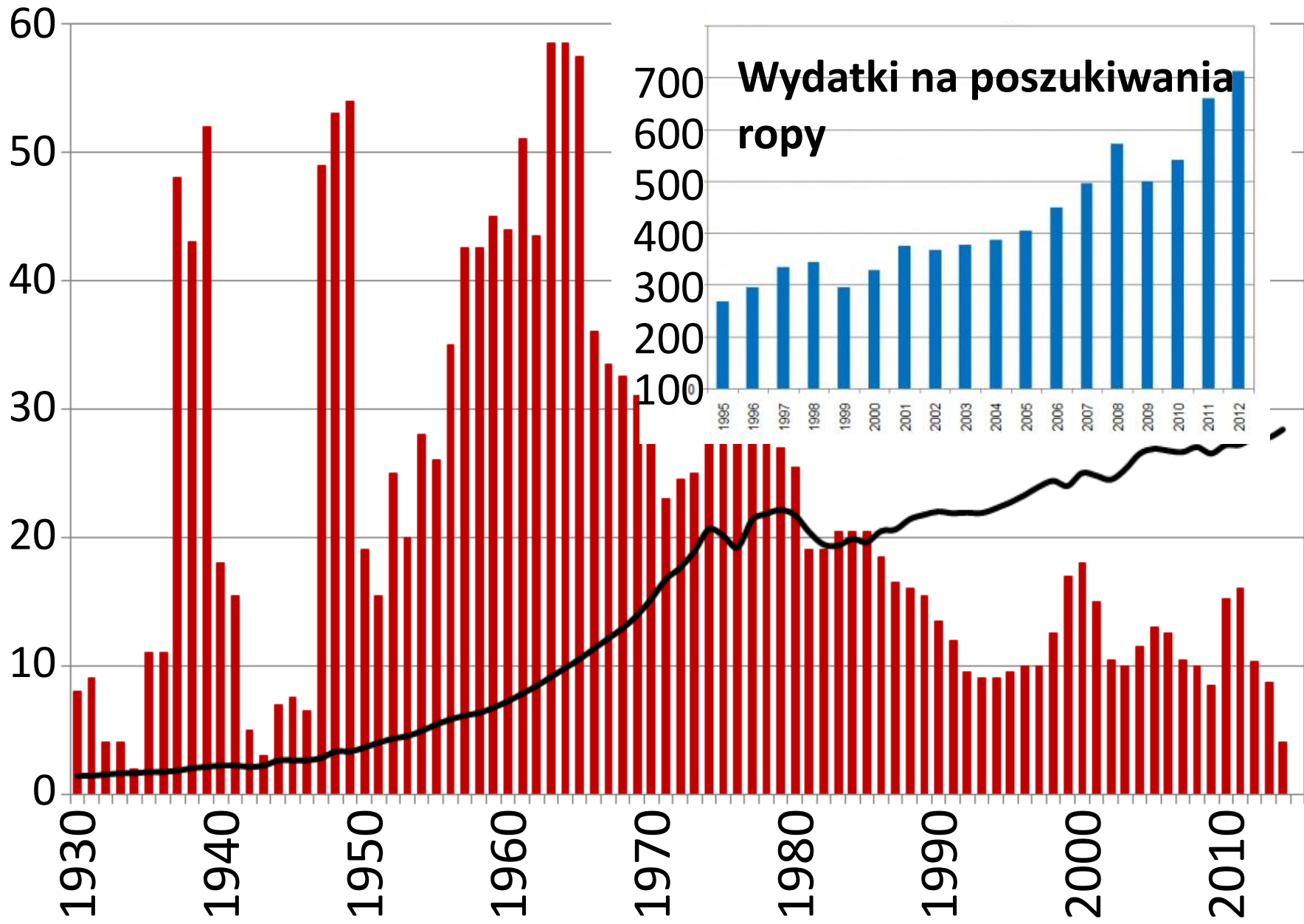
Zasoby Ziemi mają
wymiar skończony...

- Biosfera
- Antropocen
- Innowacje, świat wykładniczego wzrostu
- **Malejące zasoby**
- Zanieczyszczenie środowiska
- Globalne ocieplenie
- Rewolucja energetyczna
- Konieczność zmiany: wzrost → rozwój

Liczba odkryć wielkich złóż rud metali

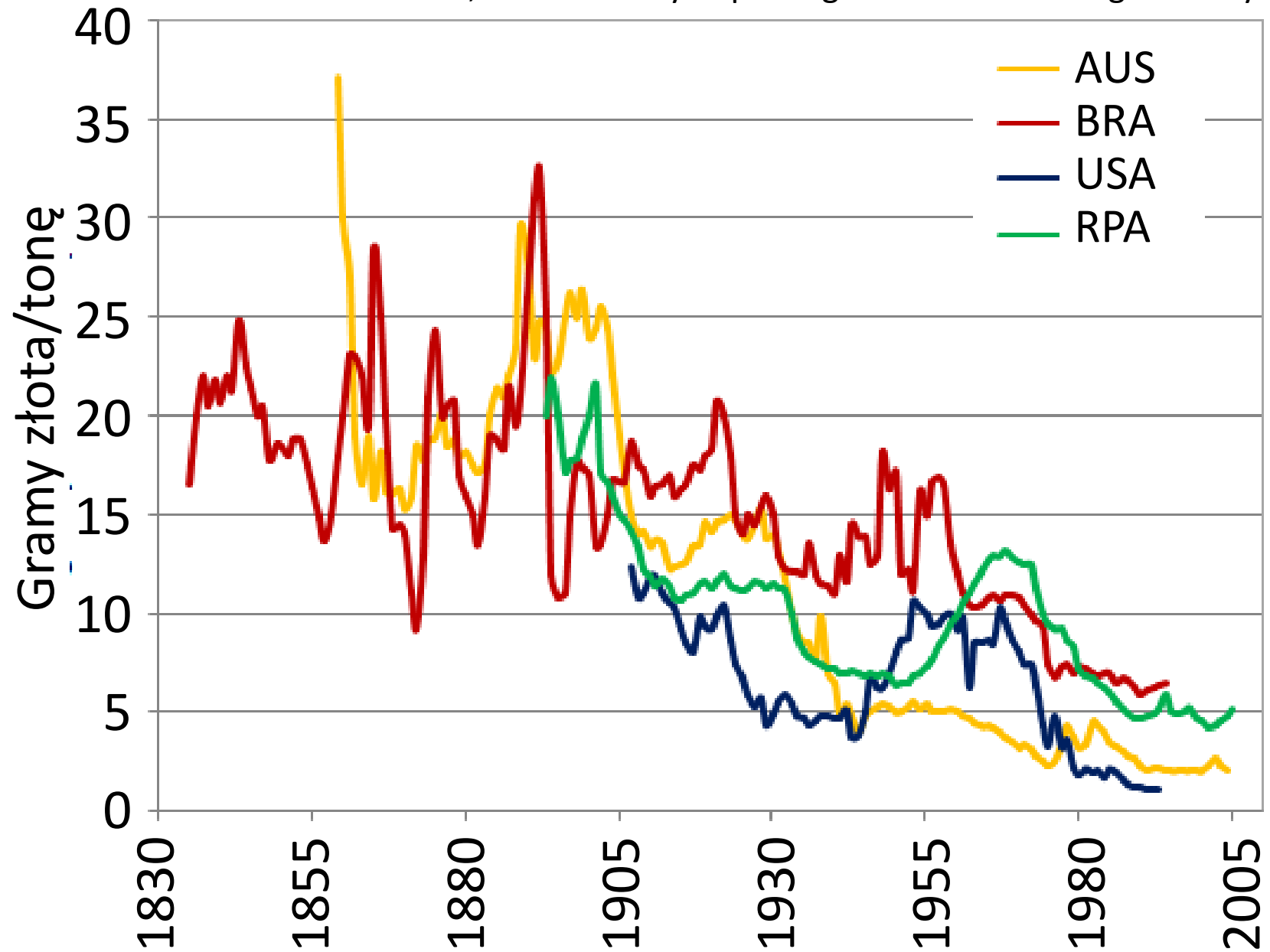


Światowe odkrycia ropy naftowej (mld baryłek)

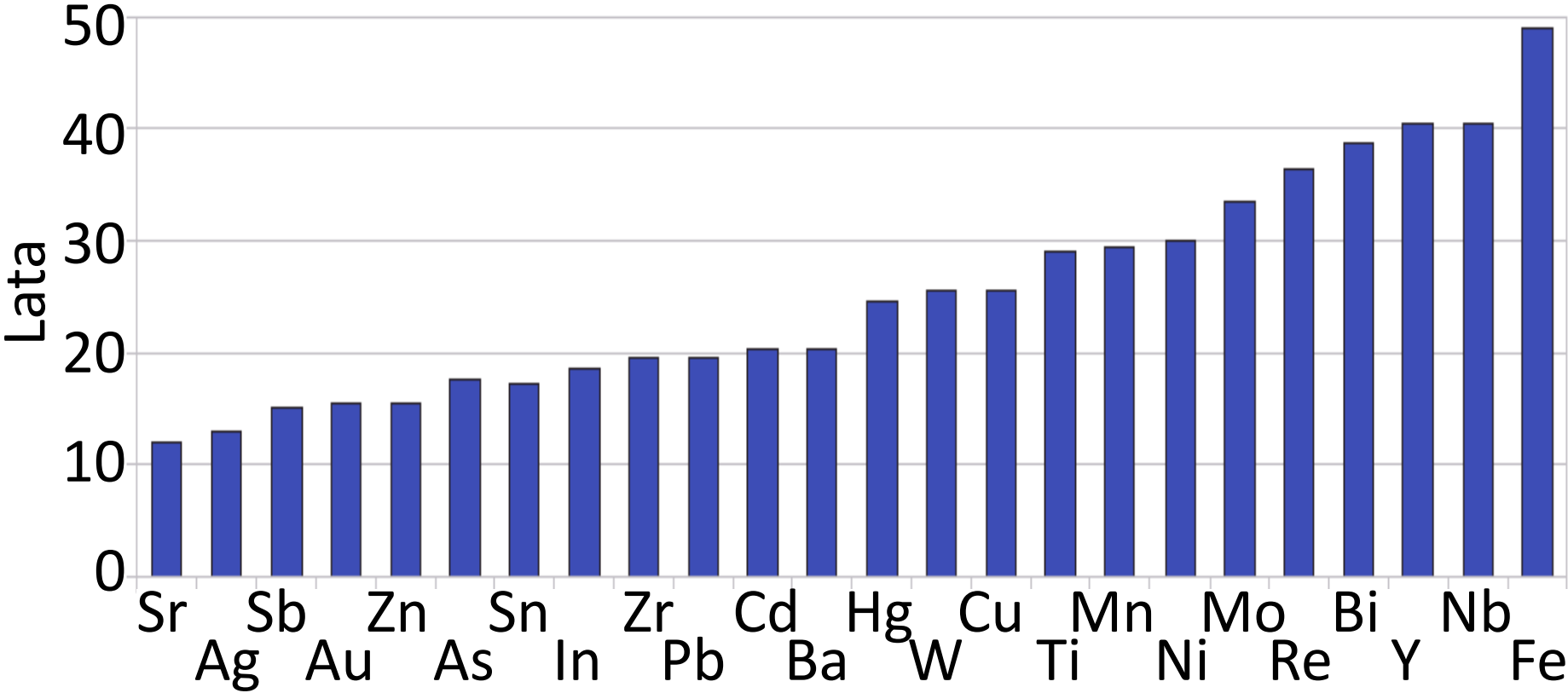


Jakość eksploatowanych rud złota

Gavin M. Mudd, Sustainability Reporting in the Gold Mining Industry



Liczba lat do wyczerpania się rezerw metali przy założeniu wzrostu wydobywania o 2% rocznie



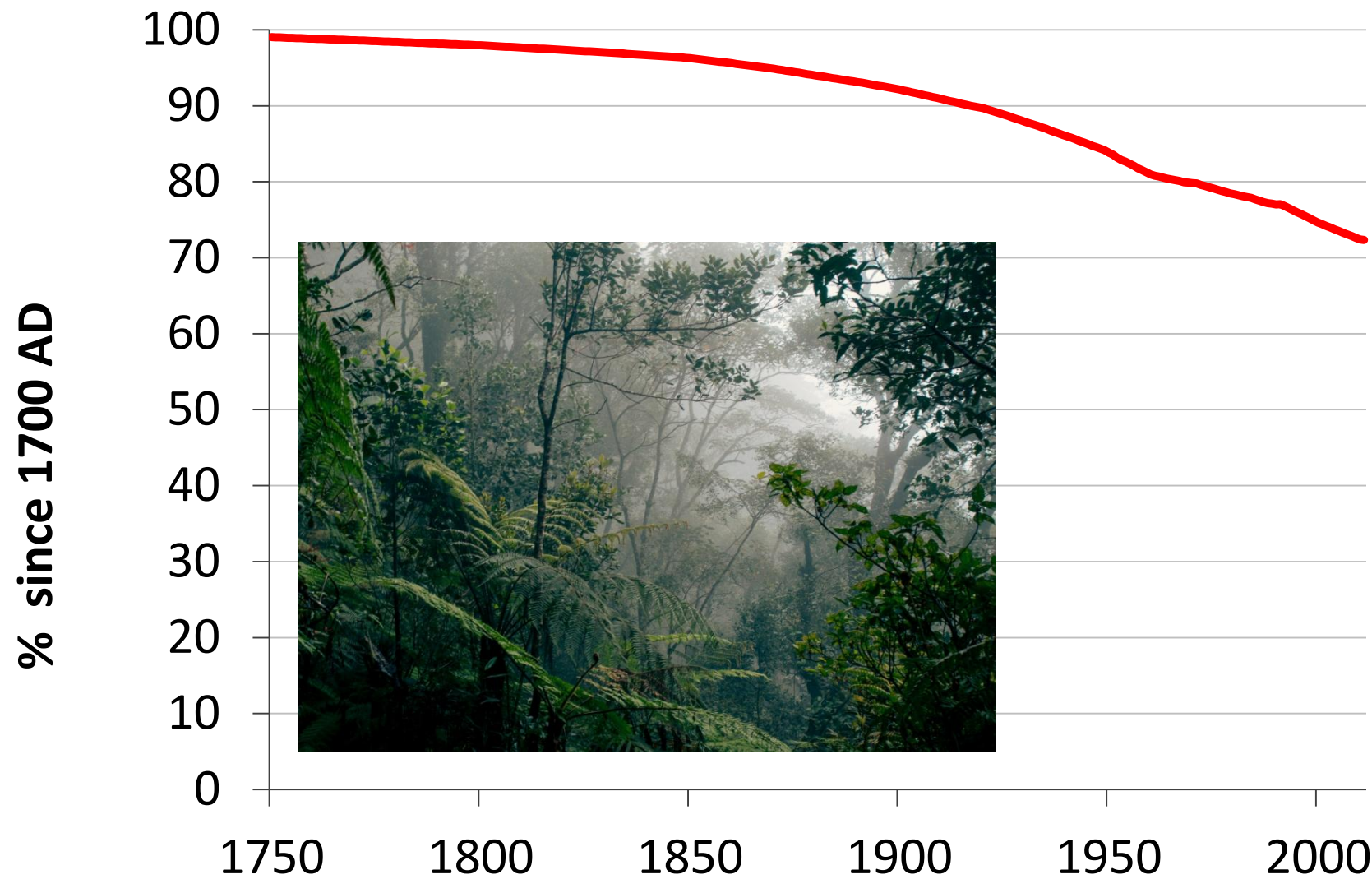
Malejące zasoby



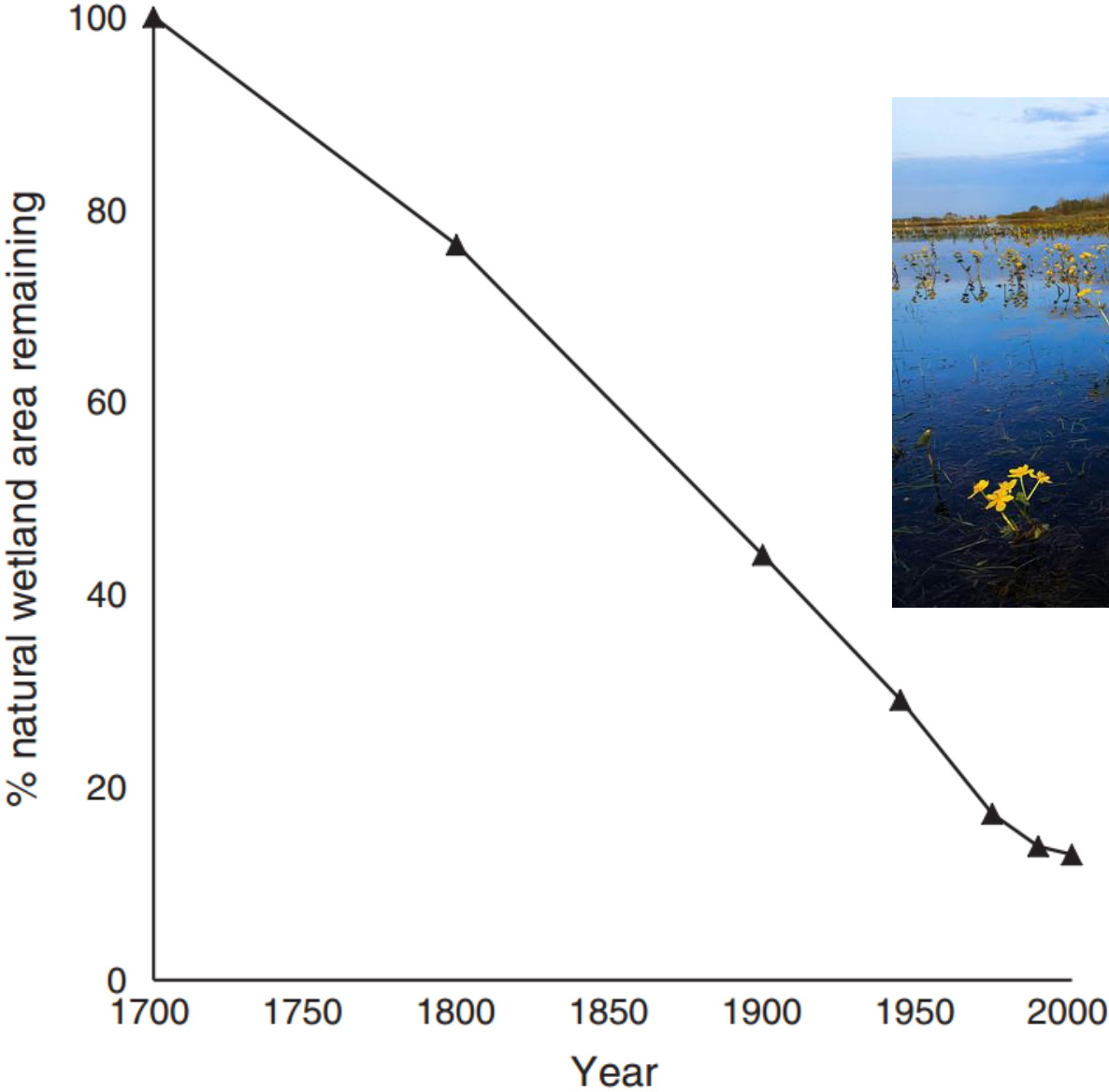
Biosfera



Zmiany w całkowitym areale lasów tropikalnych



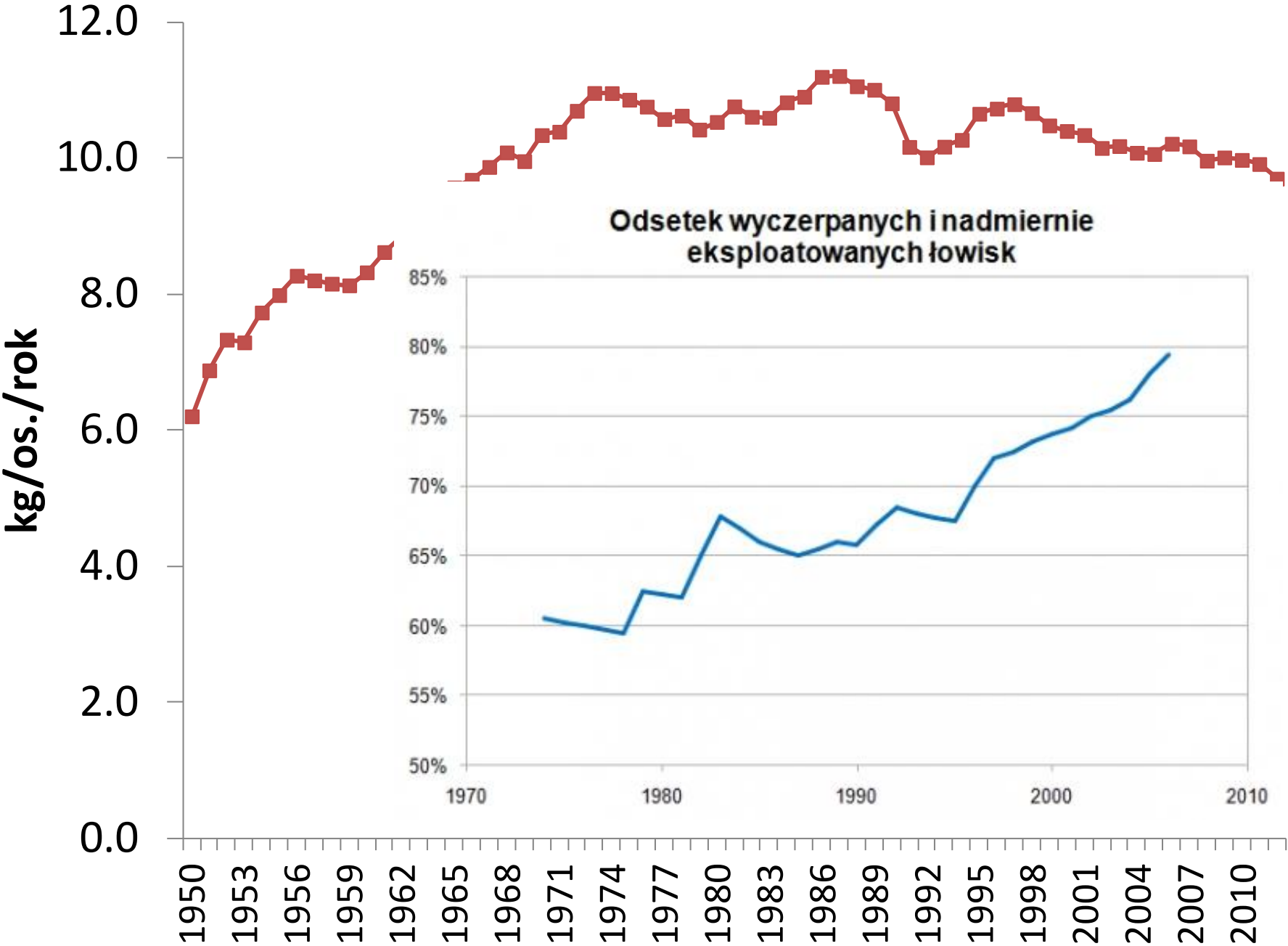
Zmiany w całkowitym areale terenów podmokłych



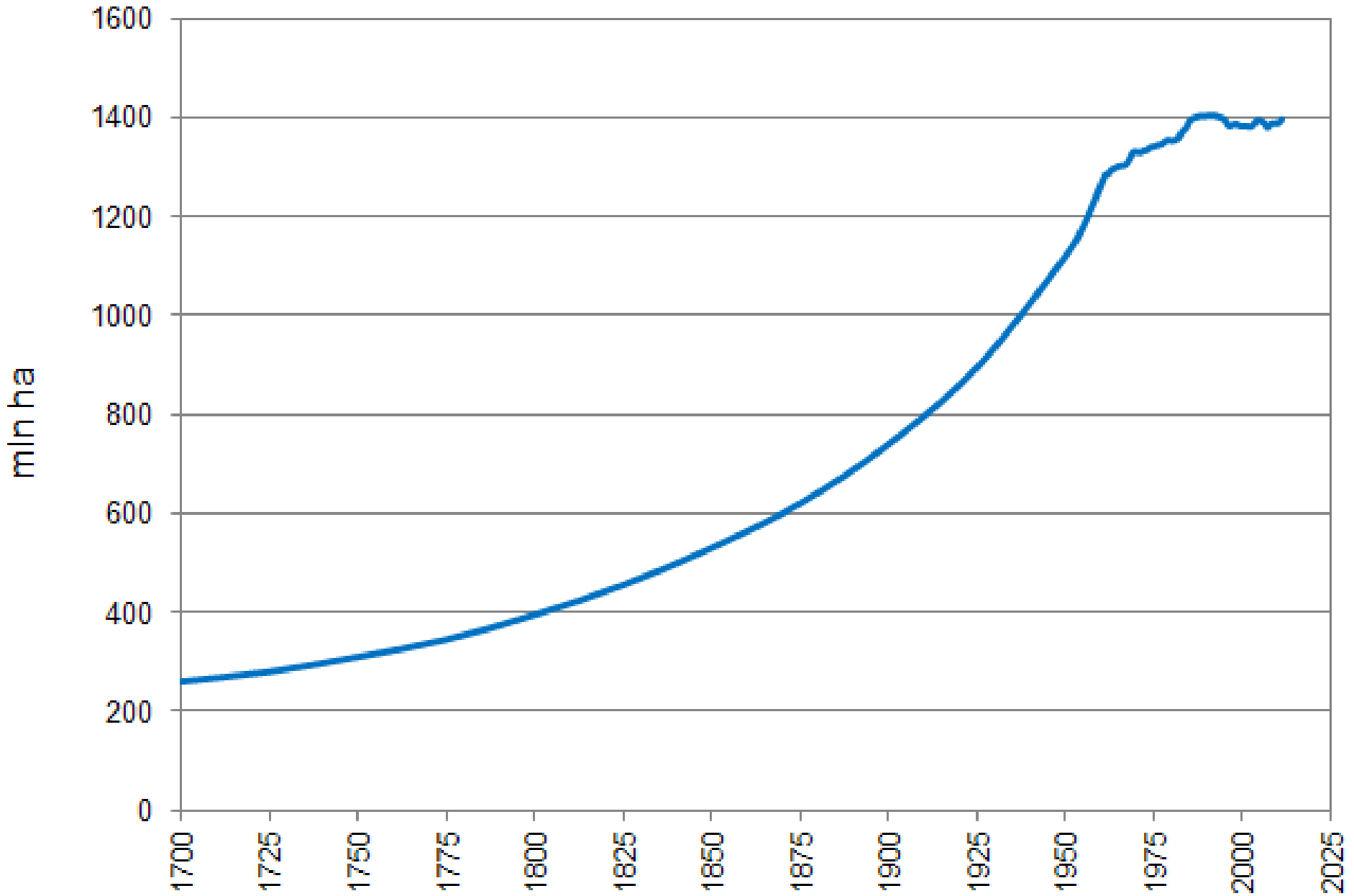
Fot. Mariusz Cieszewski

Davidson i in. 2014
Marine and Freshwater Res.

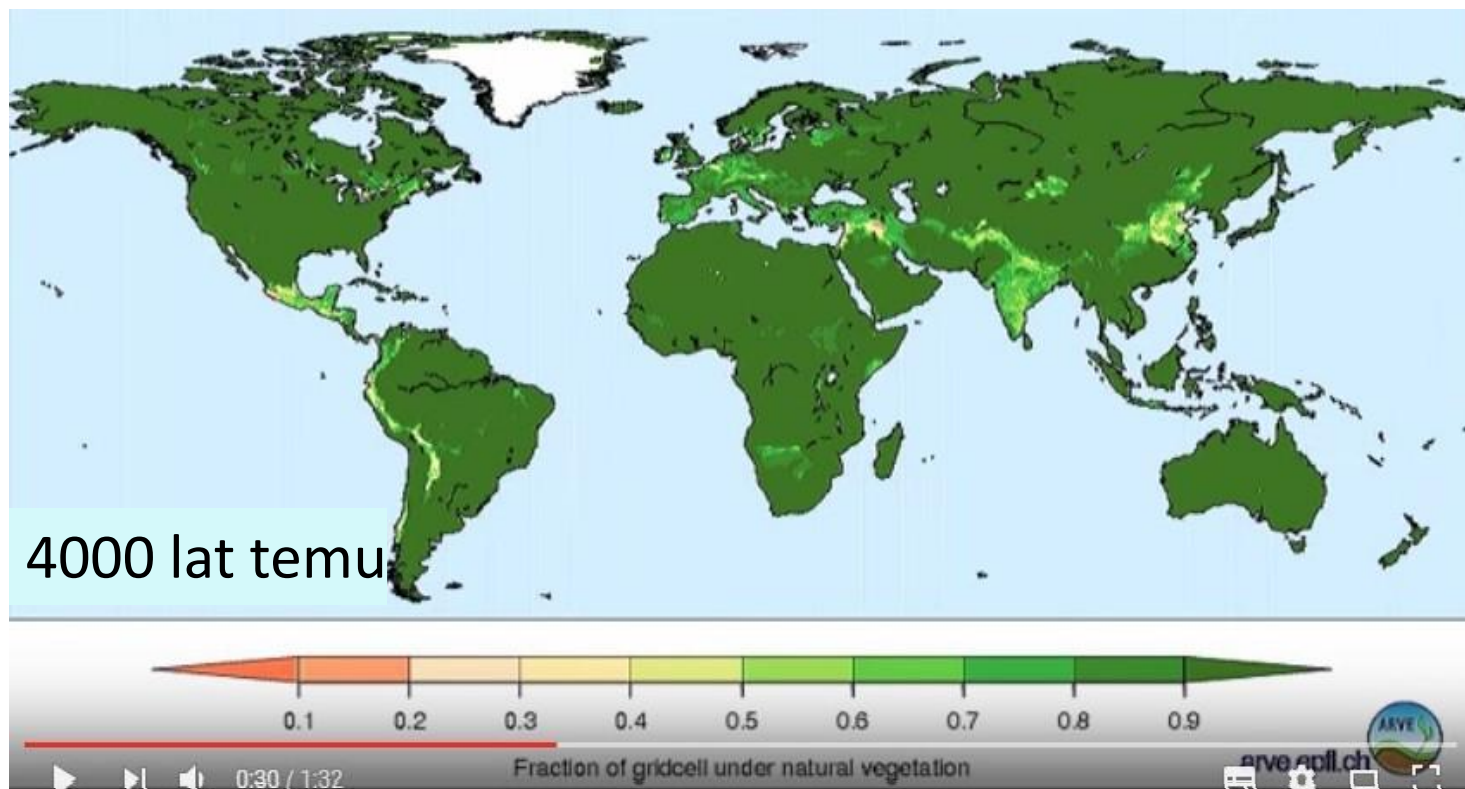
Połowy ryb na Świecie



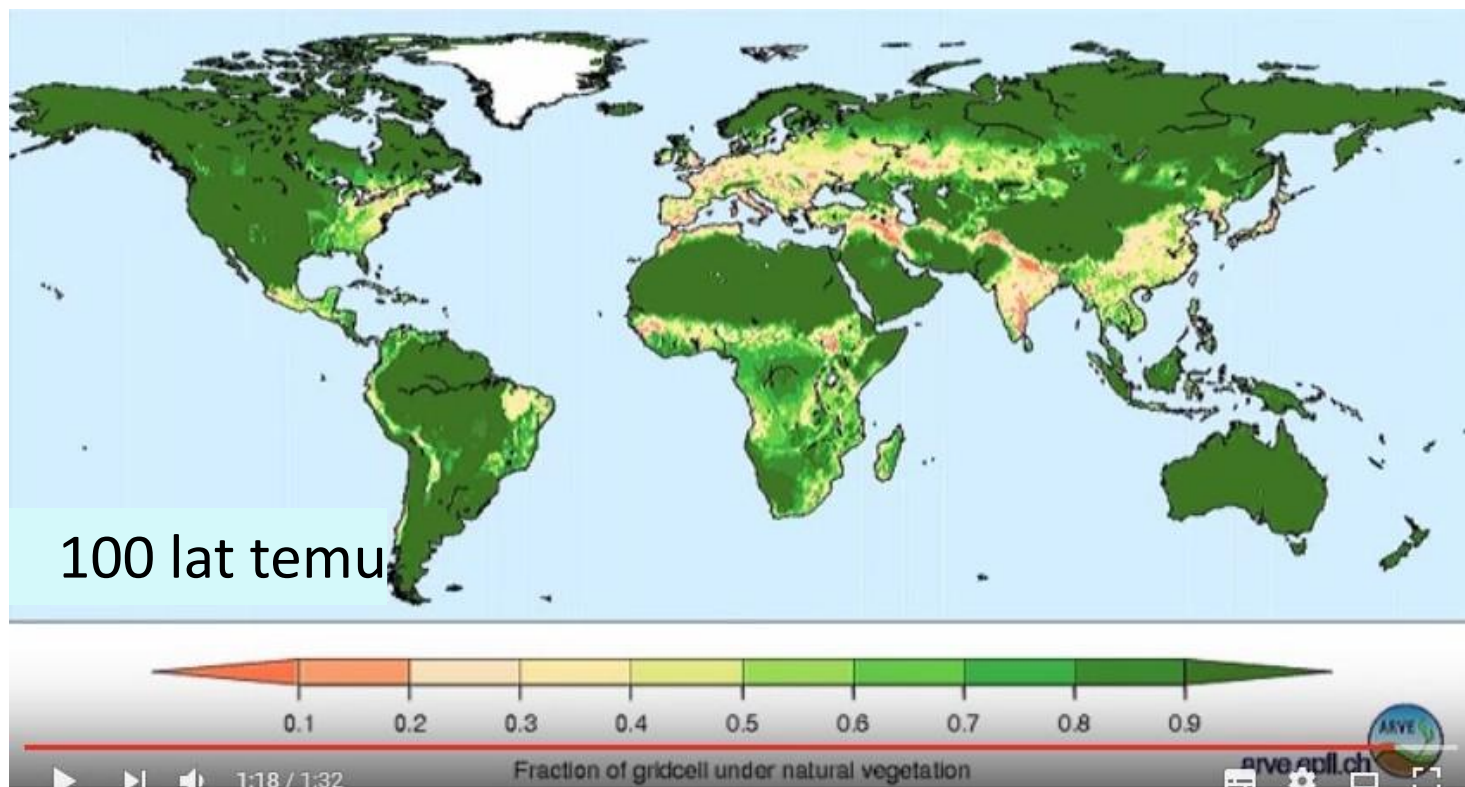
Powierzchnia terenów uprawnych na świecie w okresie 1700 - 2011



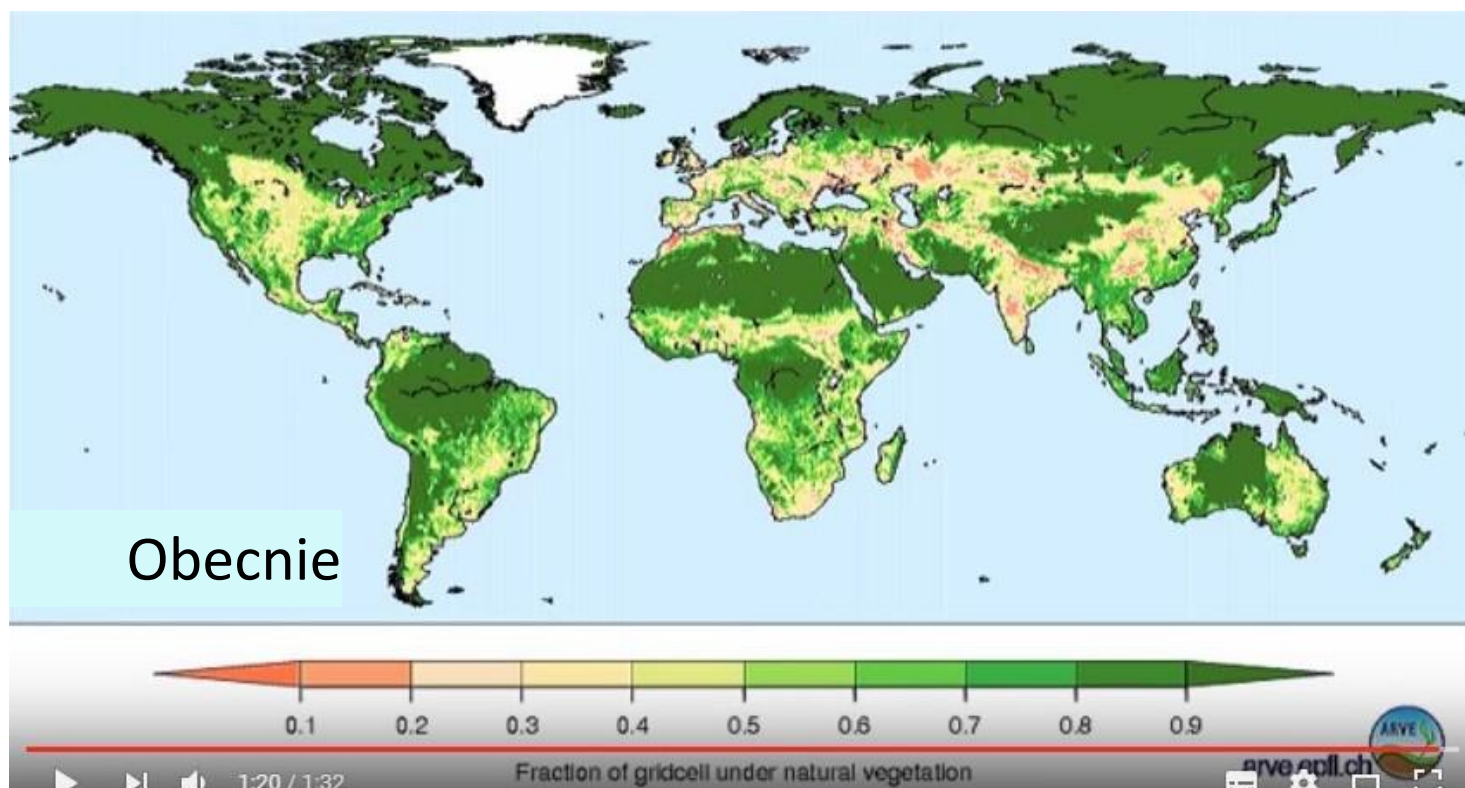
Rozmieszczenie obszarów zmienionych przez człowieka



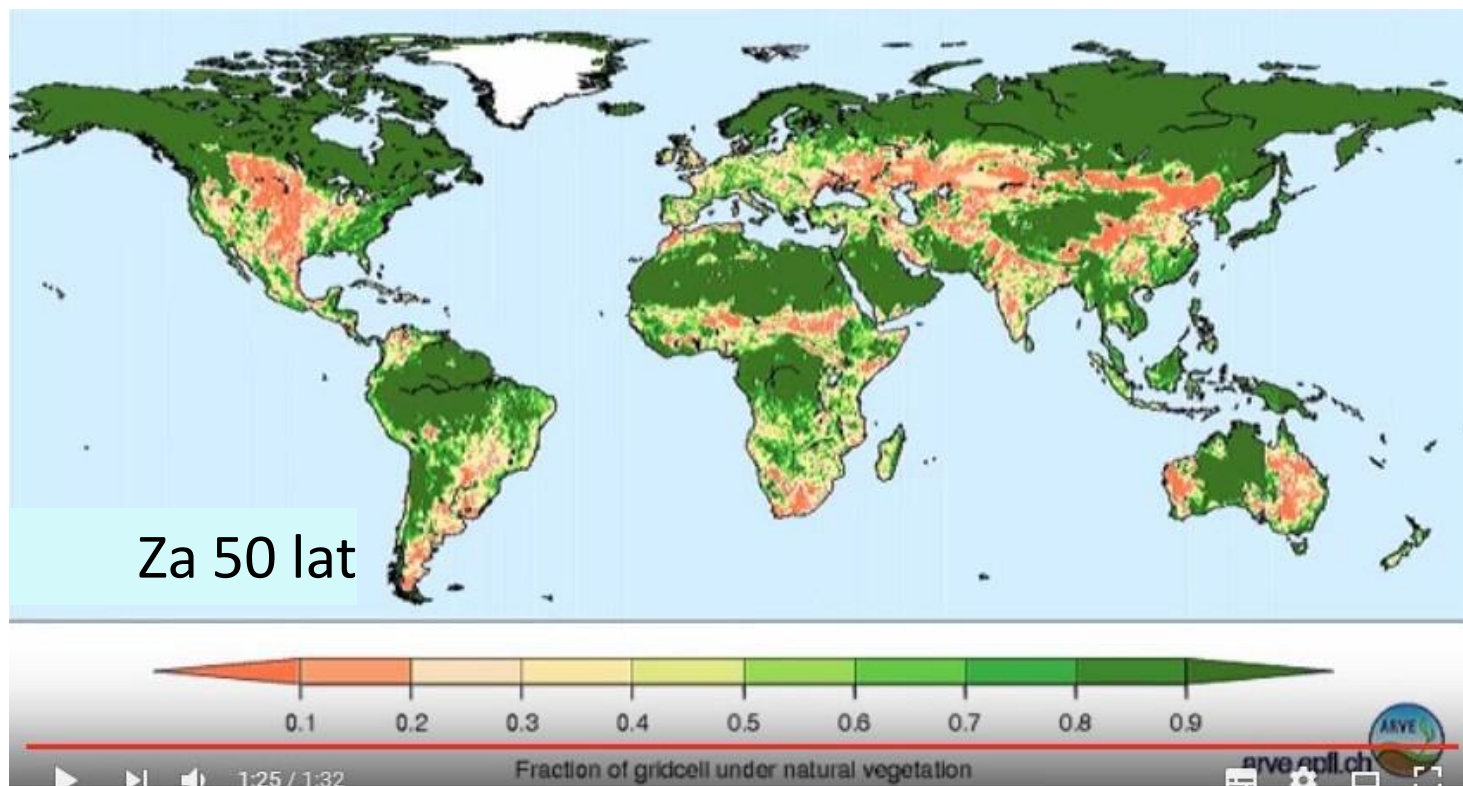
Rozmieszczenie obszarów zmienionych przez człowieka



Rozmieszczenie obszarów zmienionych przez człowieka

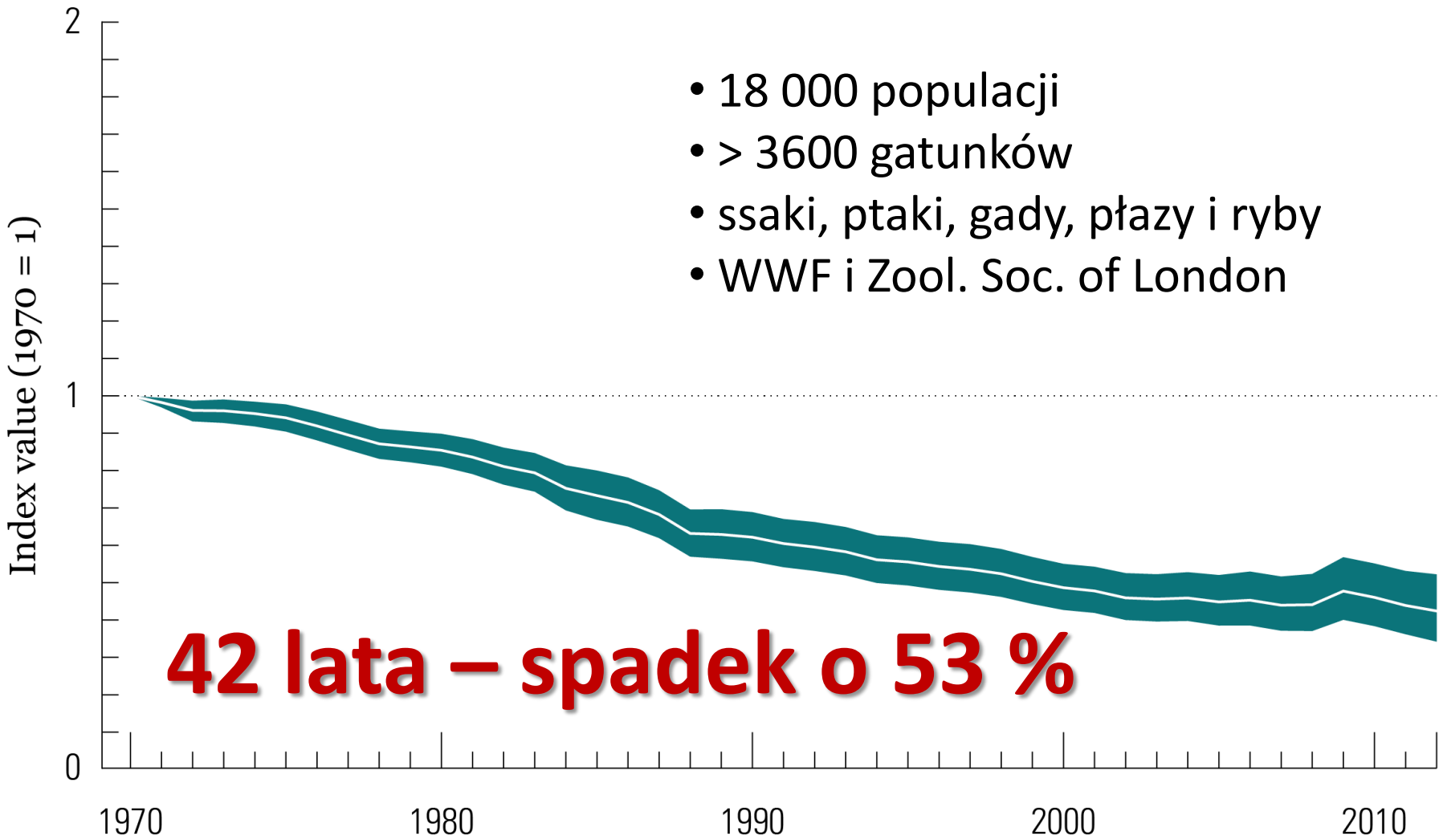


Rozmieszczenie obszarów zmienionych przez człowieka



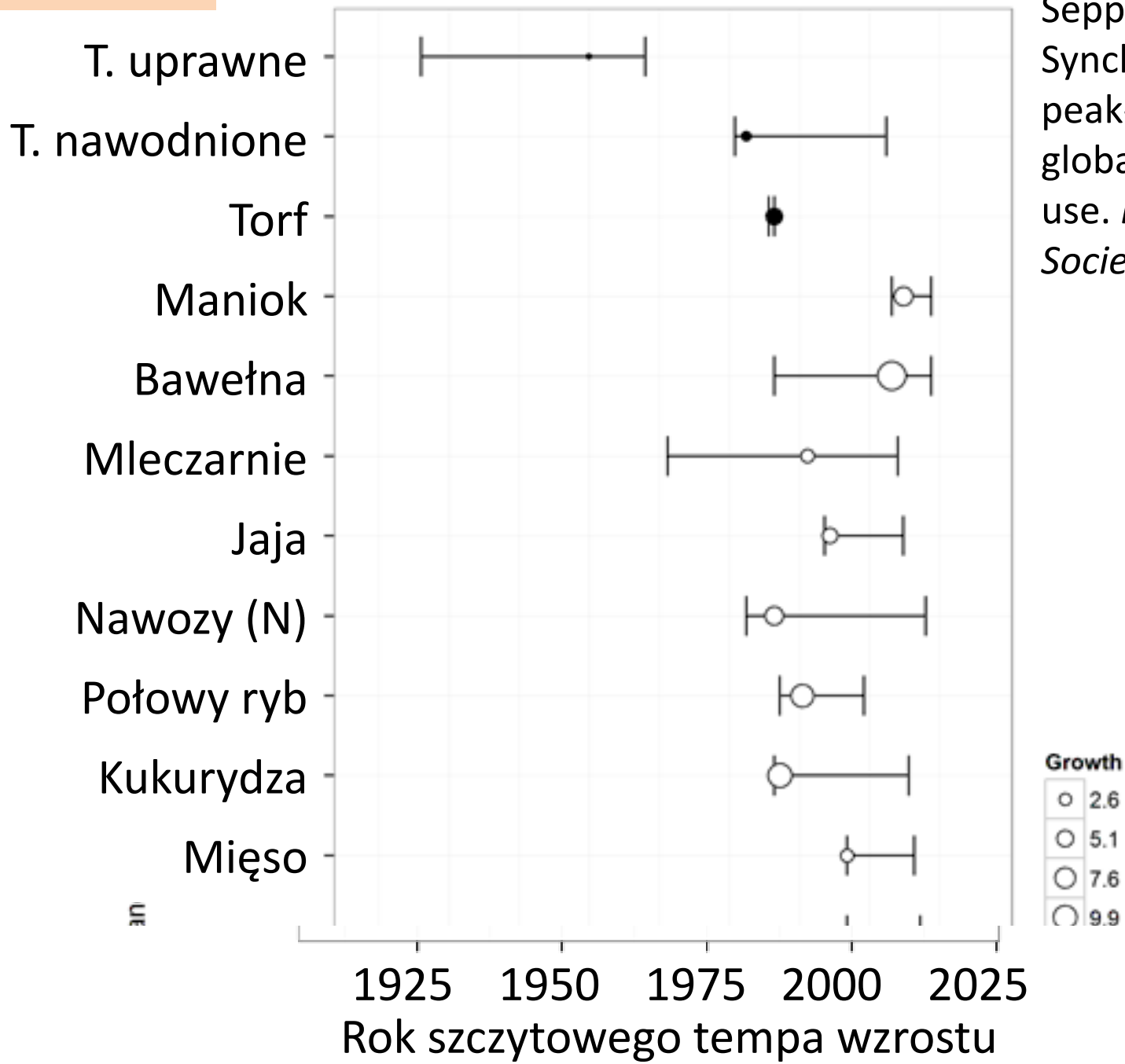
Zmiany w wielkości populacji zwierząt kręgowych na świecie

Living Planet Index (LPI)

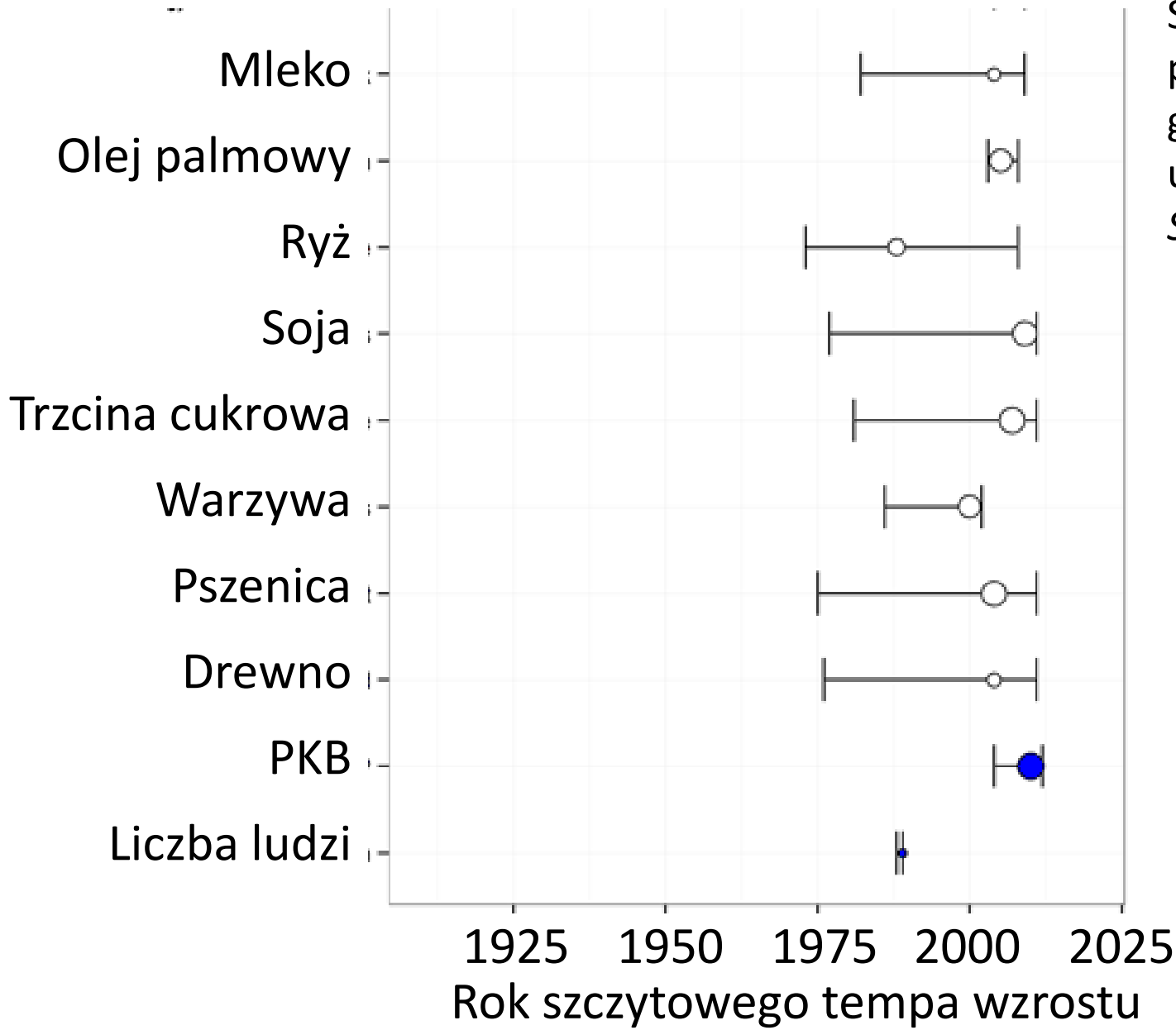


Malejące zasoby

Seppelt i in. 2014.
Synchronized
peak-rate years of
global resources
use. *Ecology and
Society* **19**(4)



Malejące zasoby



Seppelt i in. 2014.
Synchronized
peak-rate years of
global resources
use. *Ecology and
Society* **19**(4)



Usługi ekosystemowe:

2011: 125 bln USD/rok

1997-2011: utrata 4-20 bln USD/rok

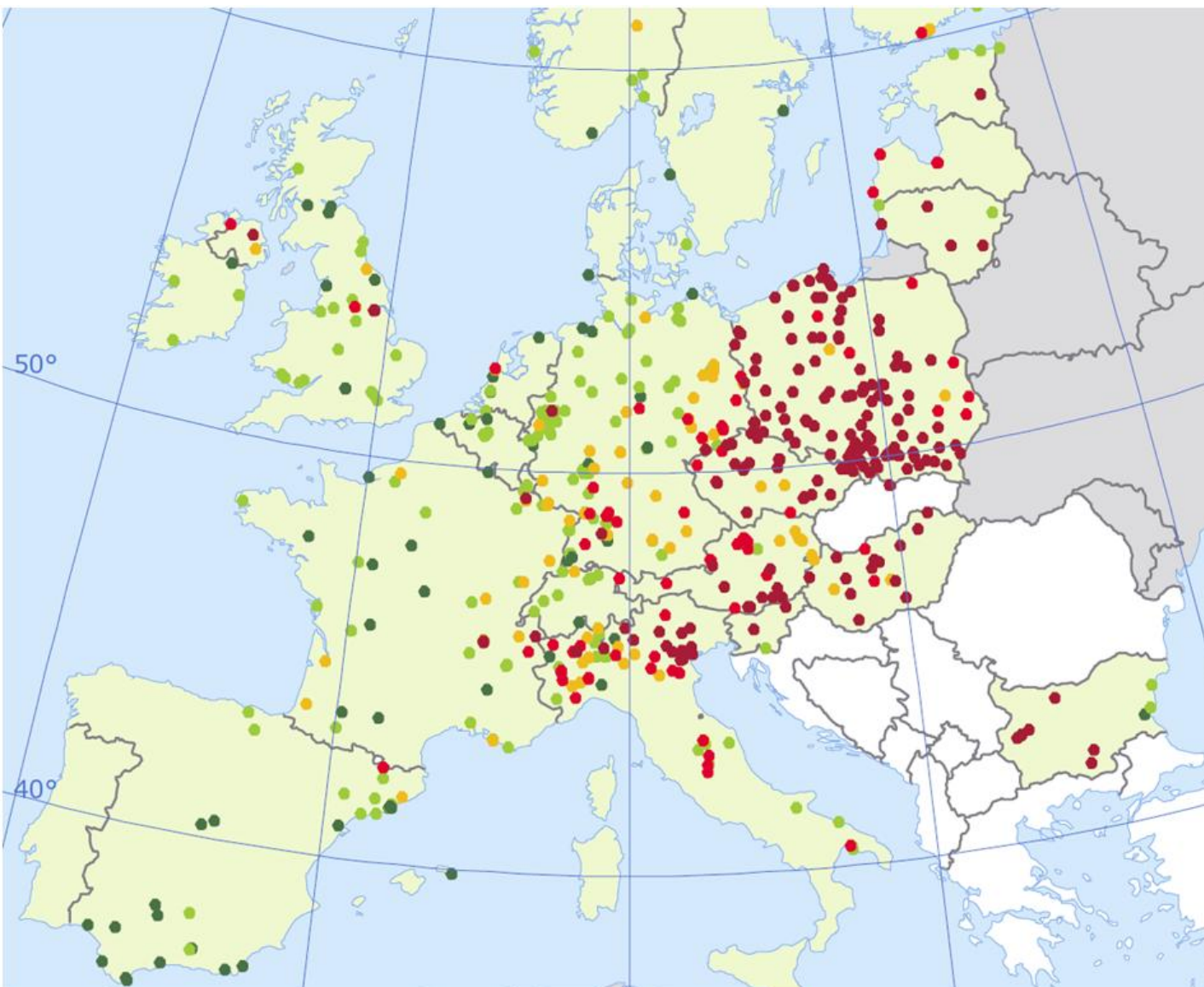
(Costanza i in. 2014, w: Global Environment Change)



- Biosfera
- Antropocen
- Innowacje, świat wykładniczego wzrostu
- Malejące zasoby
- **Zanieczyszczenie środowiska**
- Globalne ocieplenie
- Rewolucja energetyczna
- Konieczność zmiany: wzrost → rozwój

Ziemia



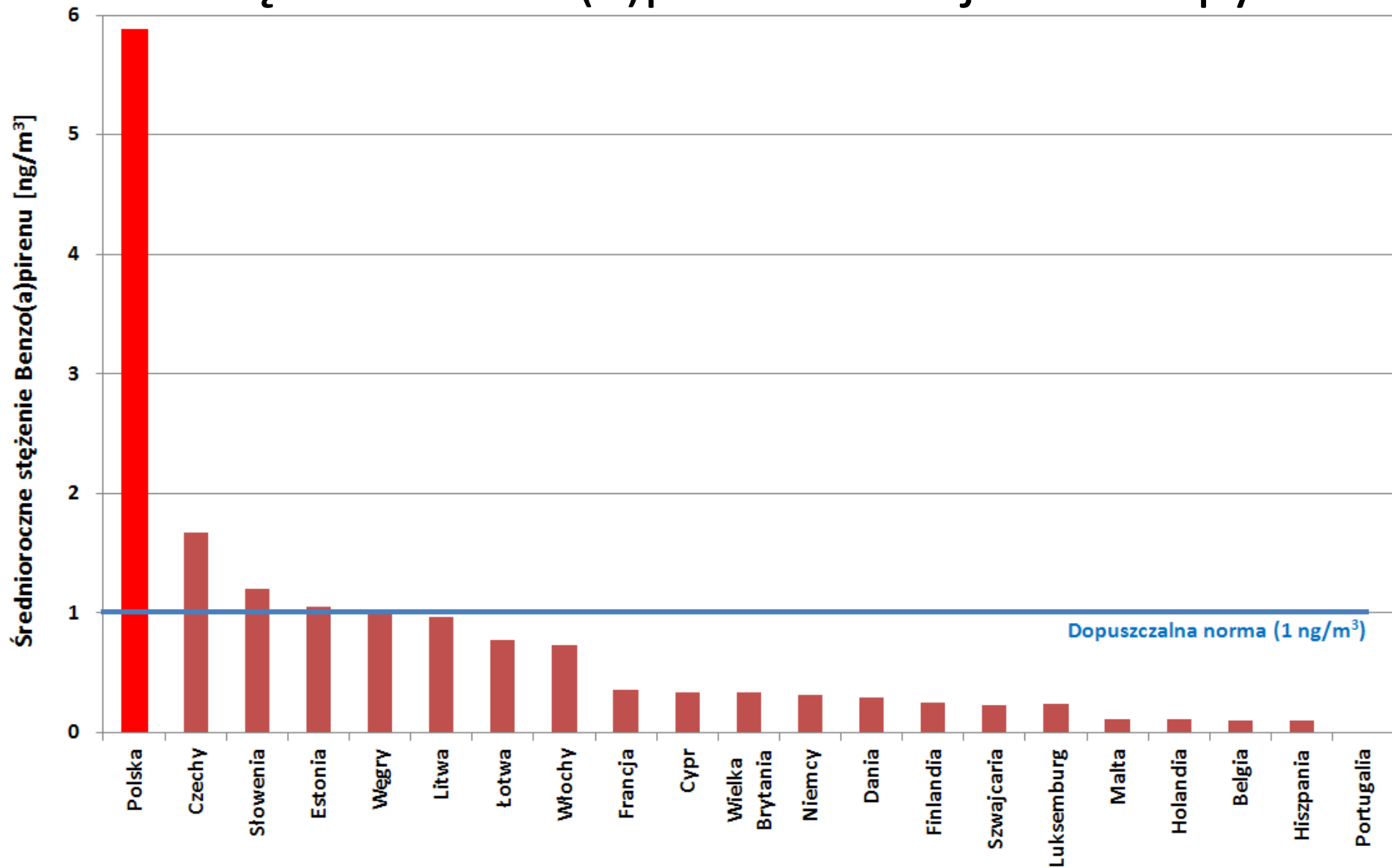


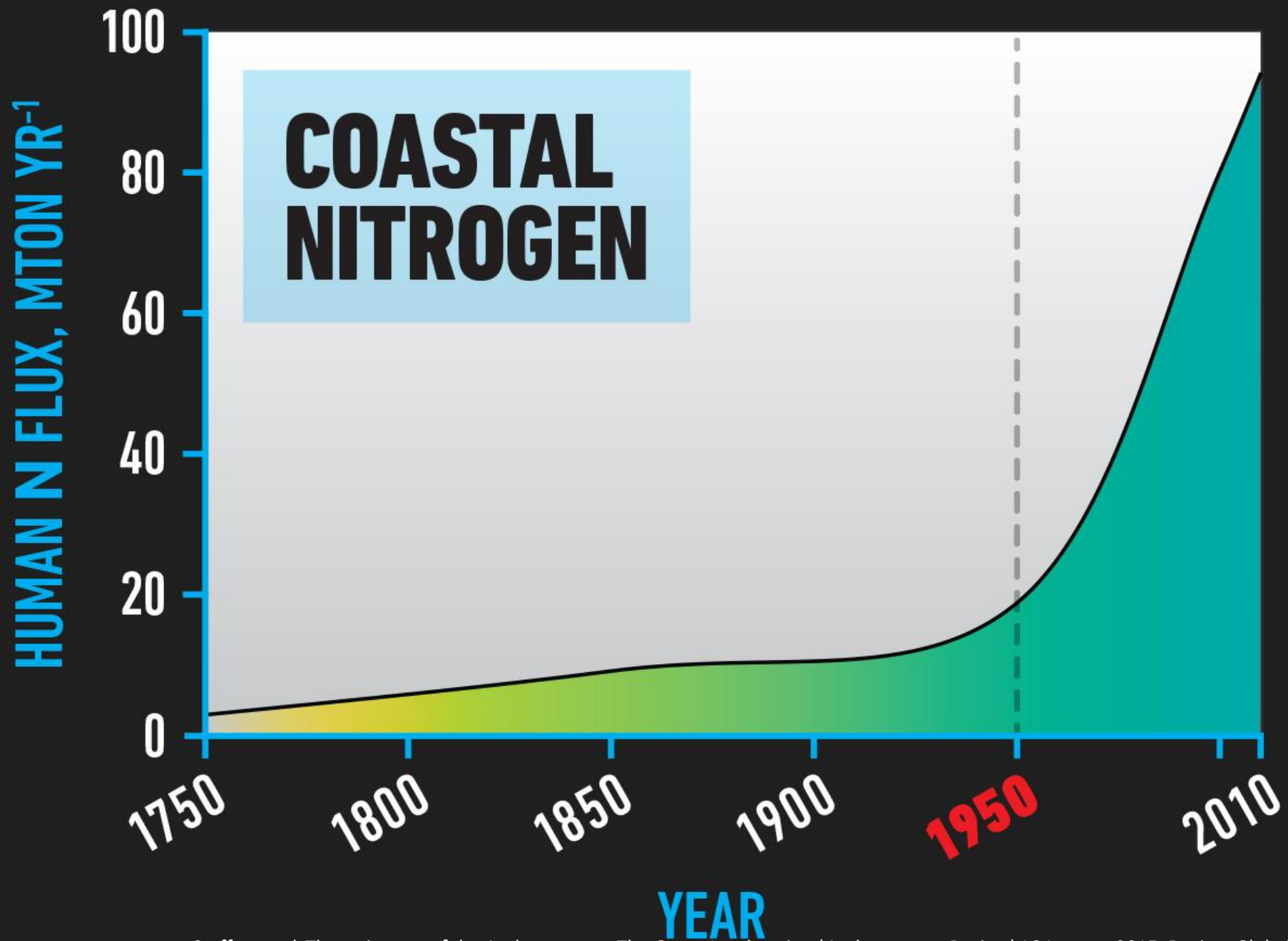
Średnie roczne stężenia
benzo(a)pirenu
w 2012 r. [ng/m³]

- ≤ 0.12
- 0.12–0.40
- 0.40–0.60
- 0.60–1.00
- > 1.00

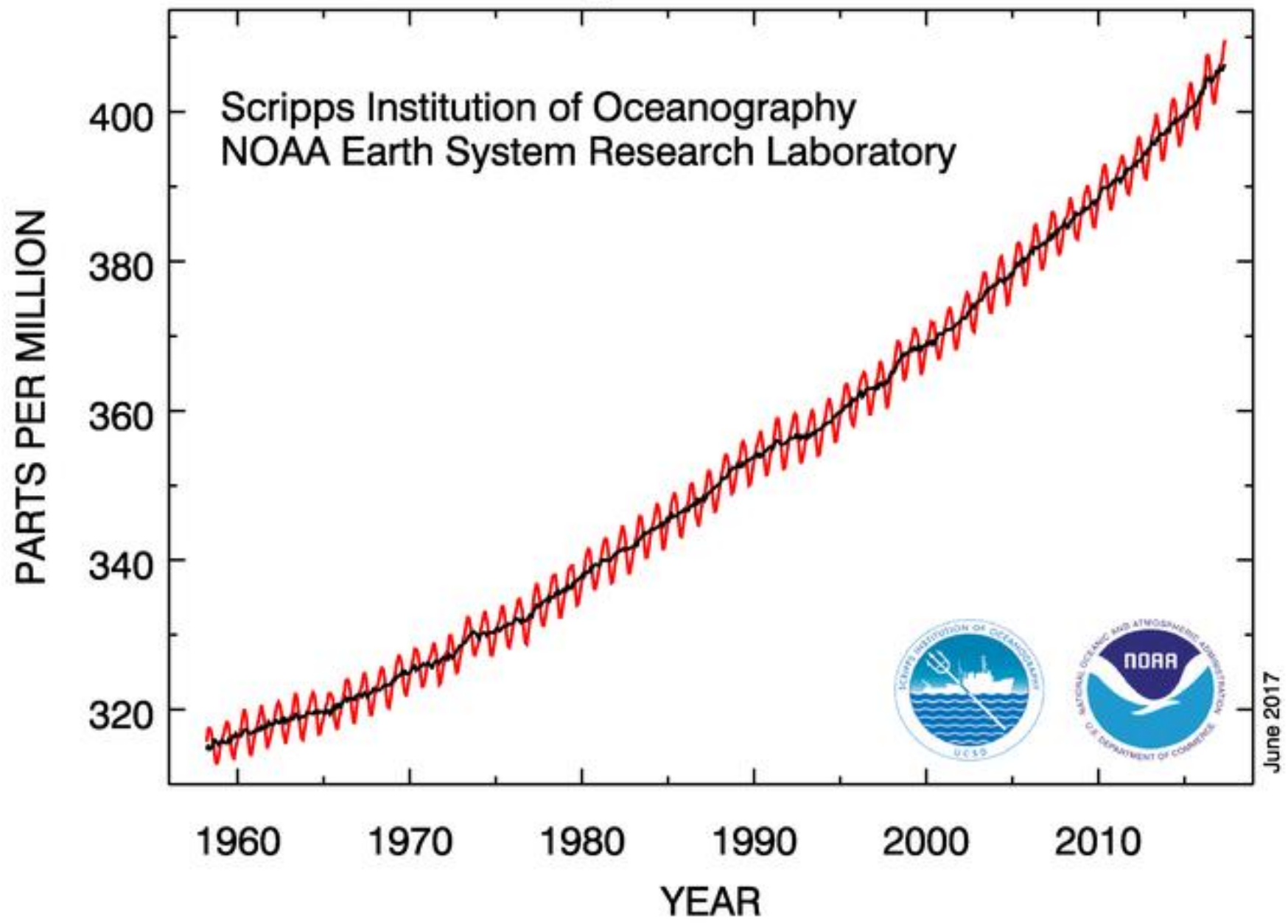
- Brak danych
- Kraje nie uczestniczące w wymianie danych

Stężenie benzo(a)pirenu w krajach Europy

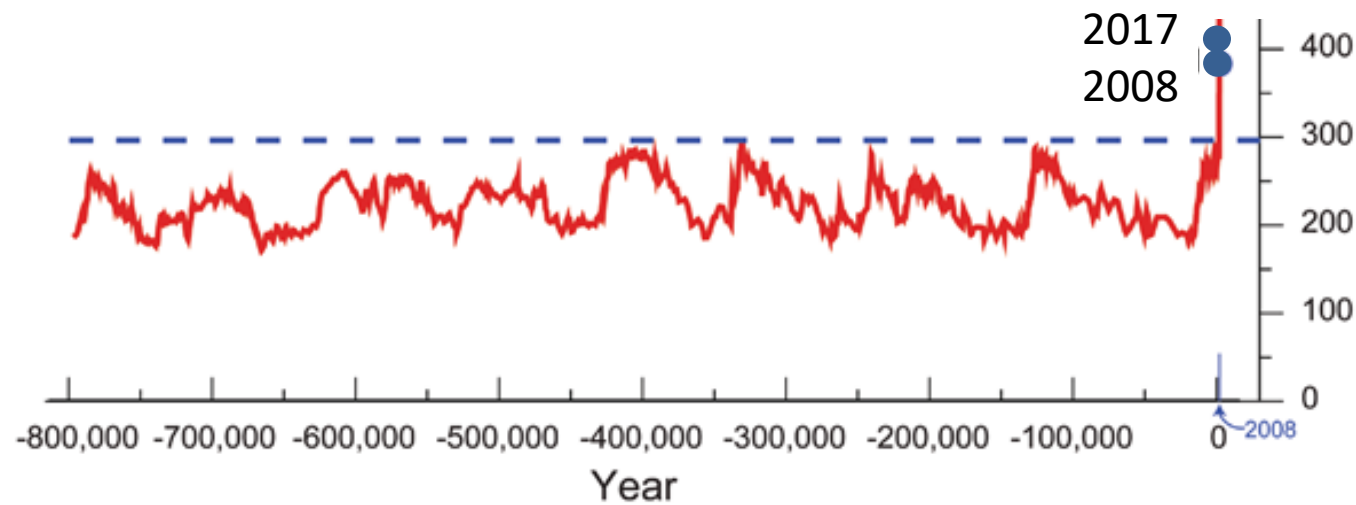




Atmospheric CO₂ at Mauna Loa Observatory



Koncentracja CO₂ (ppm)w atmosferze w okresie ostatnich 800 000 lat



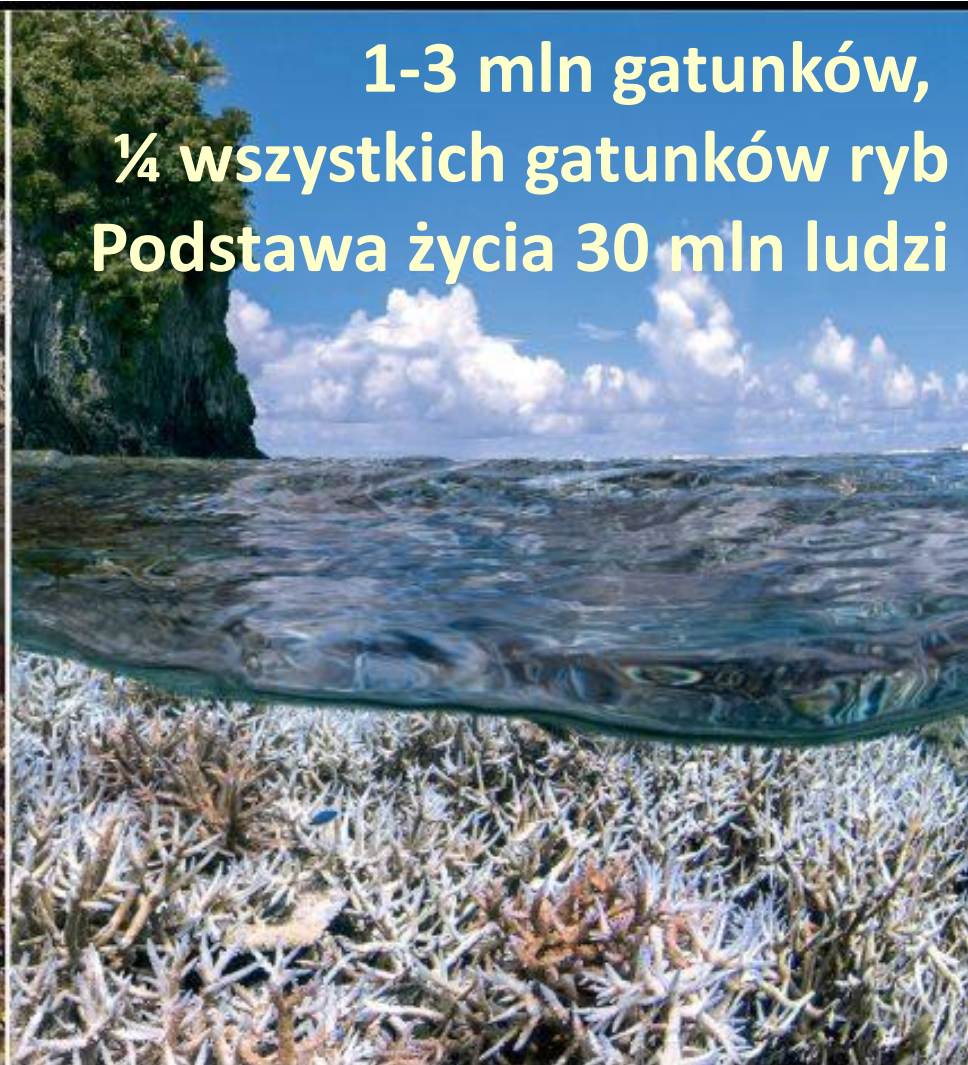
Wzrost kwasowości wód oceanów i mórz

CO_2



Rozpuszczanie w wodzie
i obniżanie się pH

Wzrost kwasowości i temperatury wody
zagroża np. rafom koralowym

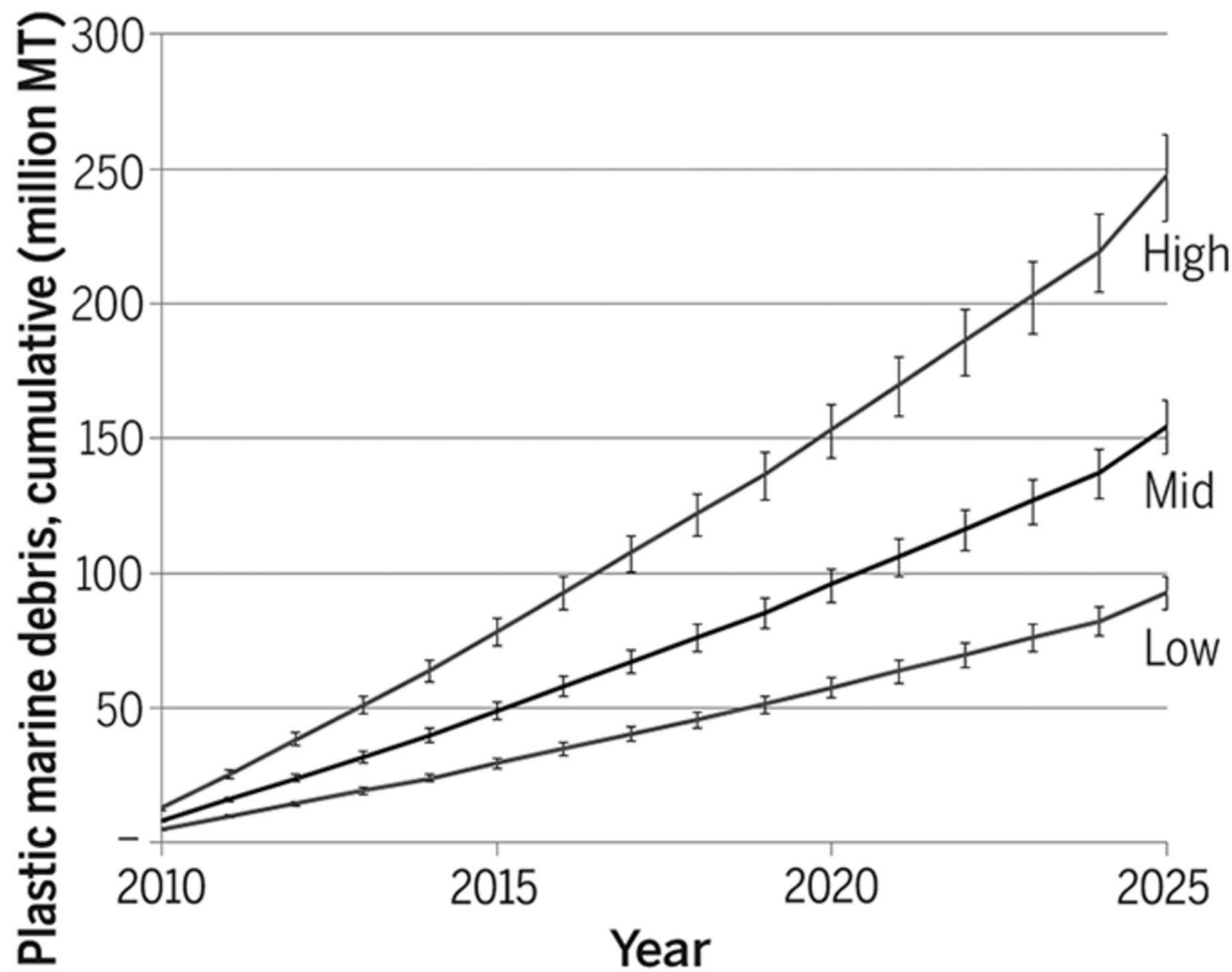


1-3 mln gatunków,
 $\frac{1}{4}$ wszystkich gatunków ryb
Podstawa życia 30 mln ludzi

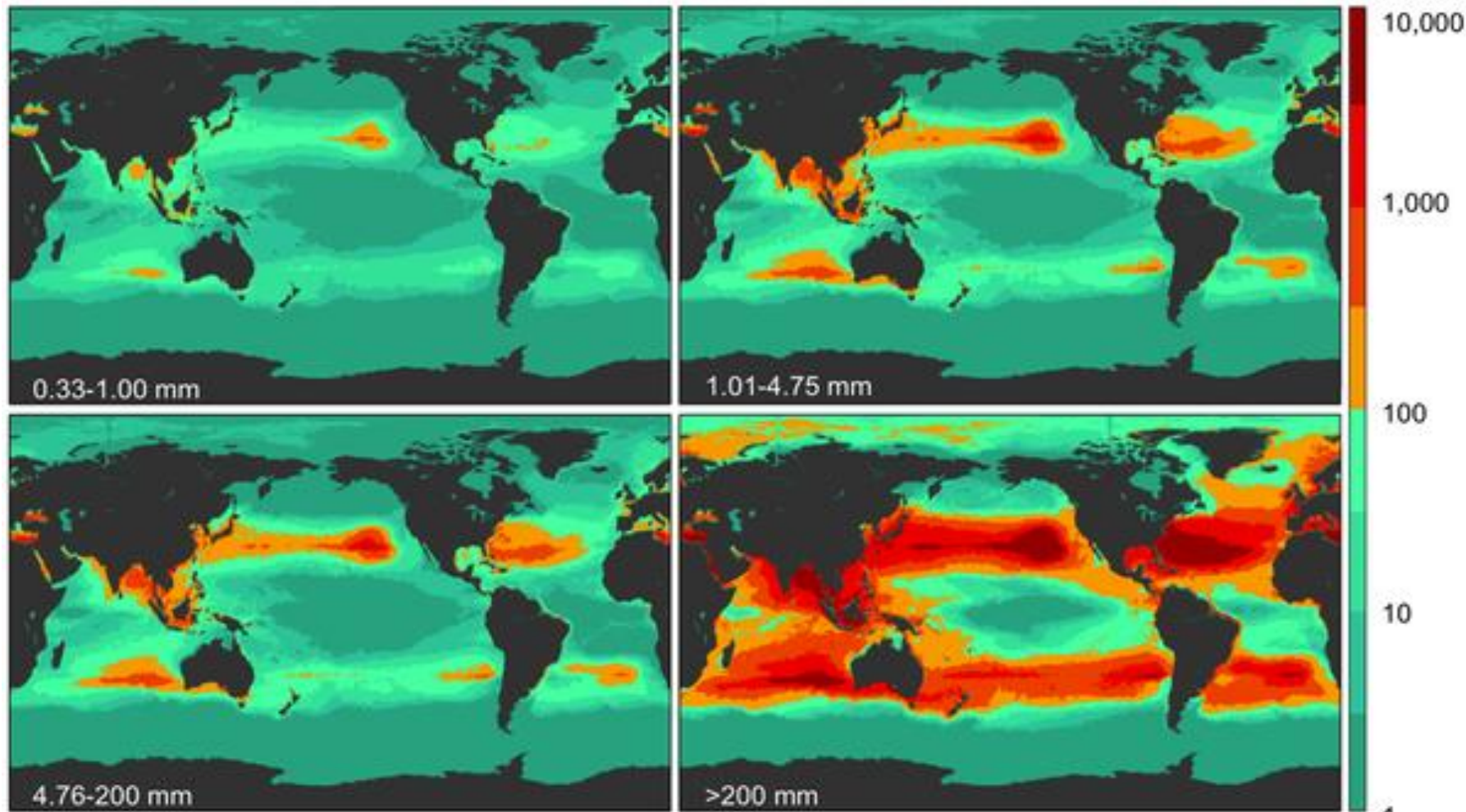
Tworzywa sztuczne w oceanach



Odpady z tworzyw sztucznych trafiające do wód z pasa lądu o szerokości 50 km (192 kraje)

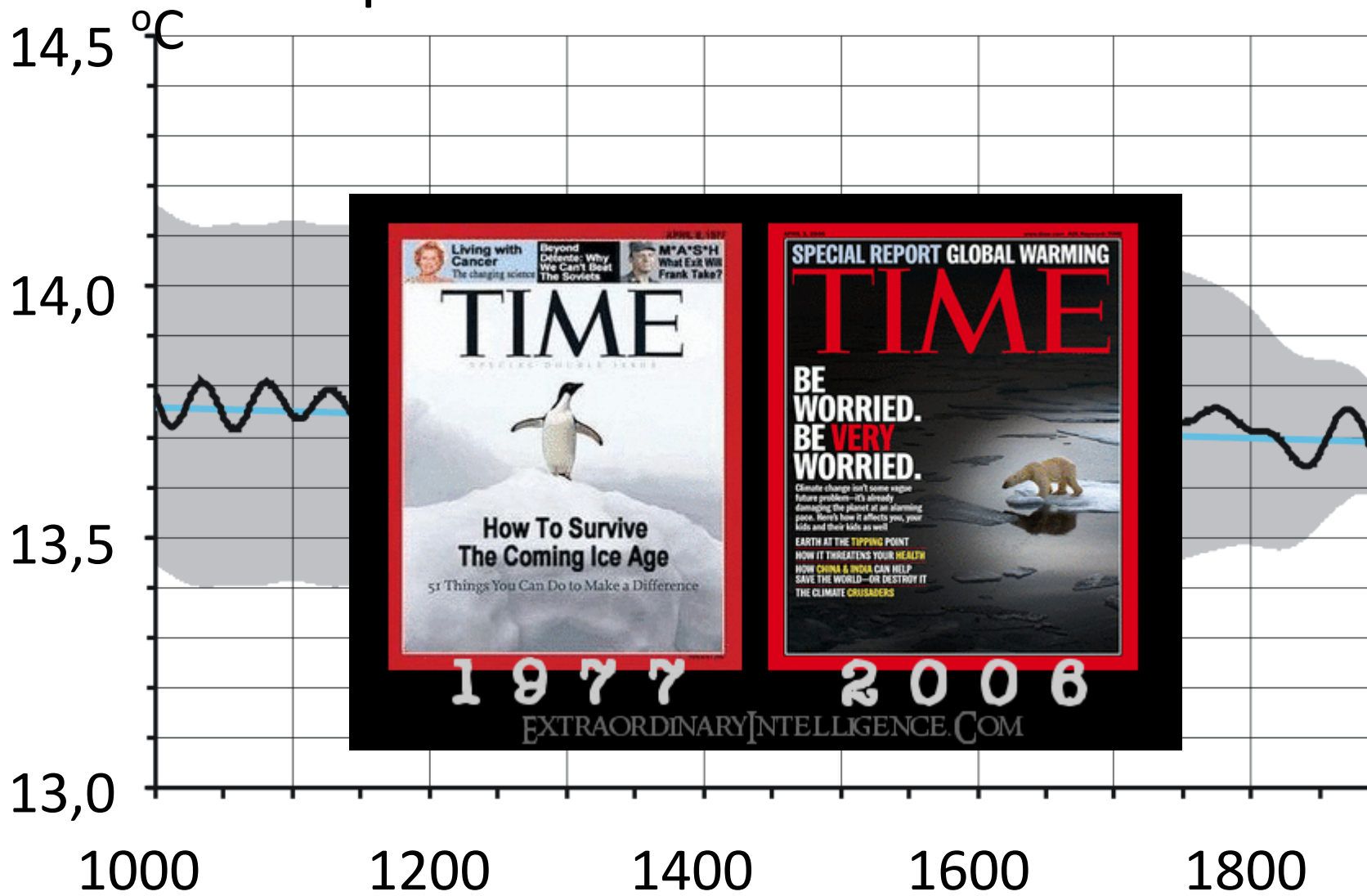


Model zagęszczenia resztek tworzyw sztucznych w oceanie światowym w czterech klasach wielkości



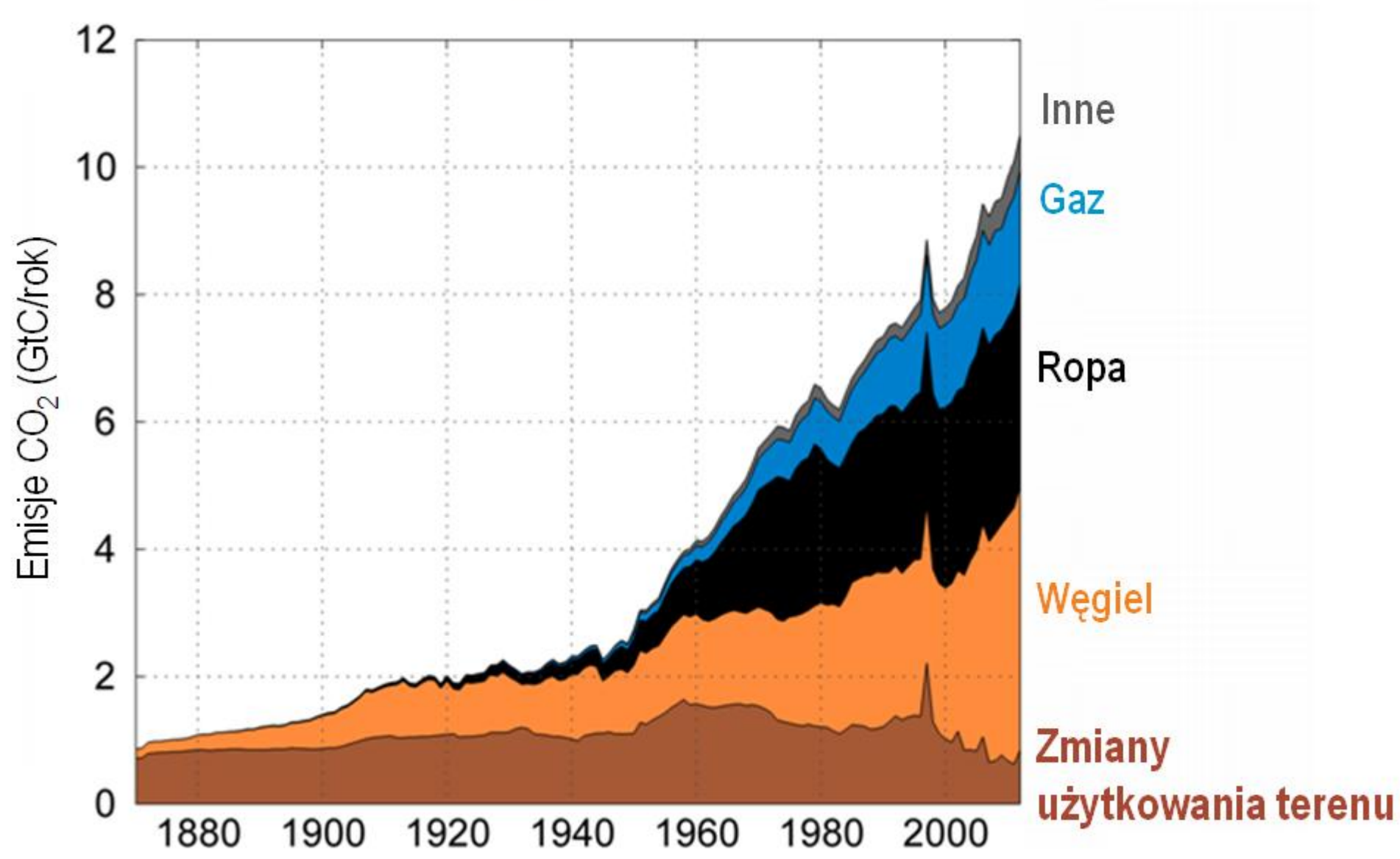
- Biosfera
- Antropocen
- Innowacje, świat wykładniczego wzrostu
- Malejące zasoby
- Zanieczyszczenie środowiska
- **Globalne ocieplenie**
- Rewolucja energetyczna
- Konieczność zmiany: wzrost → rozwój

Temperatura na Ziemi od 1000 r n.e.



Jones & M.E. Mann (2004), *Reviews of Geophysics oraz* Jones i in. (2005), [w:] *Trends: A Compendium of Data on Global Change*. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory,

Światowe emisje CO₂ z podziałem na źródła



Environmental Research Letters

LETTER • OPEN ACCESS • IOPSELECT

Quantifying the consensus on anthropogenic global warming in the scientific literature

John Cook^{1,2,3}, Dana Nuccitelli^{2,4}, Sarah A Green⁵, Mark Richardson⁶, Bärbel Winkler², Rob Painting², Robert Way⁷, Peter Jacobs⁸ and Andrew Skuce^{2,9}

Published 15 May 2013 • 2013 IOP Publishing Ltd

[Environmental Research Letters](#), Volume 8, Number 2

- **97% publikacji – zgoda co do AGW**
- **brak konkurencyjnej teorii**



American Assoc of Science

"The scientific evidence by human activities is of society." (2006)³



American Meteorological Society

"It is clear from extensive scientific evidence that the dominant cause of the rapid change in climate of the past half century is human-induced increases in the amount of atmospheric greenhouse gases, including carbon dioxide (CO₂), chlorofluorocarbons, methane, and nitrous oxide." (2012)⁷



American Physical Society

"The evidence is incontrovertible: Global warming is occurring. If no mitigating actions are taken, significant disruptions in the Earth's physical and ecological systems, social systems, security and human health are likely to occur. We must reduce emissions of greenhouse gases beginning now." (2007)⁸



American Chem

"Comprehensive scientific potential future climate: real, largely attributable potentially a very serious



The Geological Society of America



U.S. National Academy of Sciences

"The scientific understanding of climate change is now sufficiently clear to justify taking steps to reduce the amount of greenhouse gases in the atmosphere." (2005)¹¹



American Geoph

"Human-induced climate change requires us. Humanity is the major influence on the global observed over the past 50 years. Rapid societal significantly lessen negative outcomes." (Ado and reaffirmed 2007, 2012, 2013)⁵

U.S. GOVERNMENT AGENCIES



U.S. Global Change Research Program

"The global warming of the past 50 years is due primarily to human-induced increases in heat-trapping gases. Human 'fingerprints' also have been identified in many other aspects of the climate system, including changes in ocean heat content, precipitation, atmospheric moisture, and Arctic sea ice." (2009, 13 U.S. government departments and agencies)¹²



American Medical Association

"Our AMA ... supports the findings of the Intergovernmental Panel on Climate Change's fourth assessment concurs with the scientific consensus that the undergoing adverse global climate change anthropogenic contributions are significant." (

INTERGOVERNMENTAL BODIES



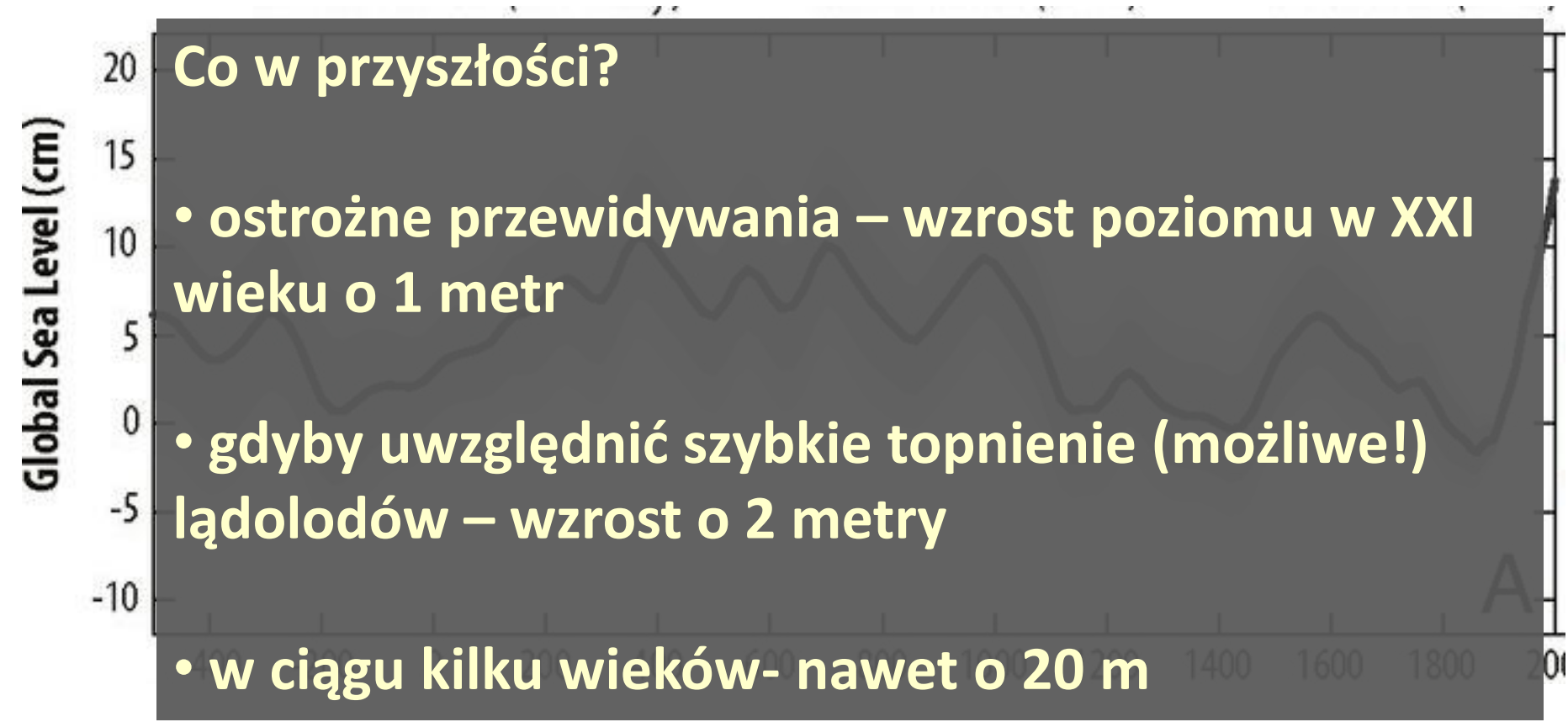
Intergovernmental Panel on Climate Change

"Warming of the climate system is unequivocal, and since the 1950s, many of the observed changes are unprecedented over decades to millennia. The atmosphere and ocean have warmed, the amounts of snow and ice have diminished, and sea level has risen."¹³

Arktyka – zmiany w zasięgu lodu między 1979 i 2013



Poziom oceanu światowego w ciągu ostatnich 2500 lat

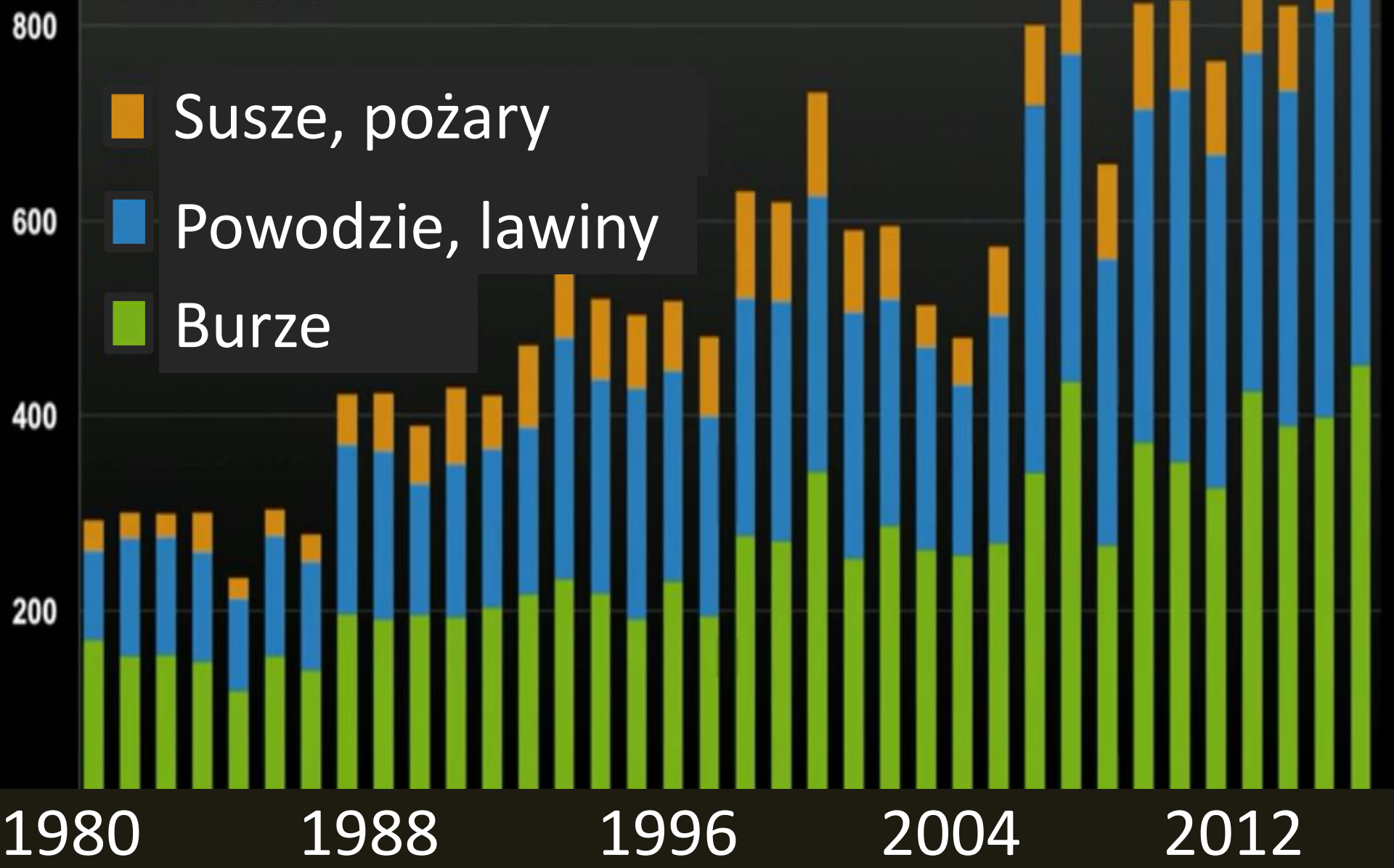


Robert E. Kopp et al. PNAS 2016;113:E1434-E1441

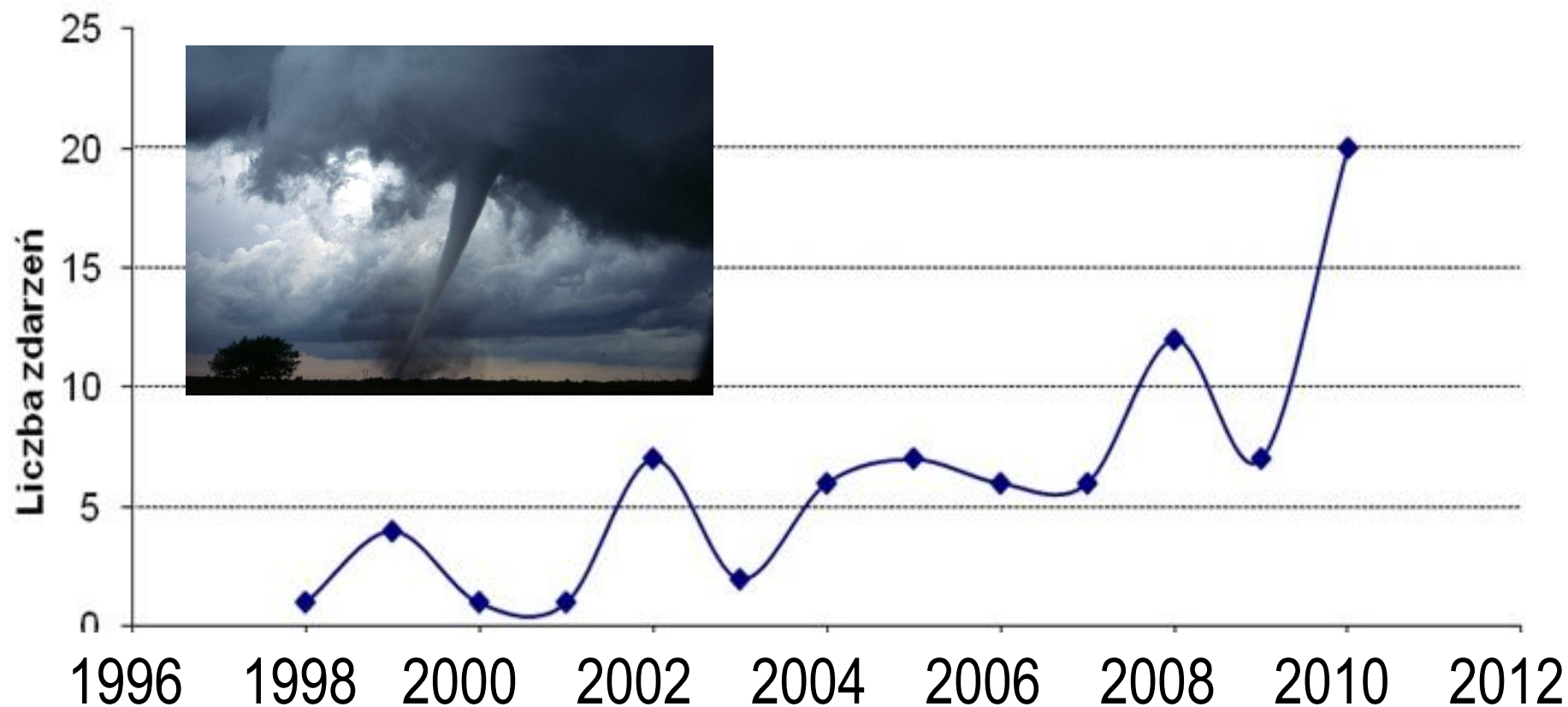
Katastrofy „pogodowe”

1980 – 2015

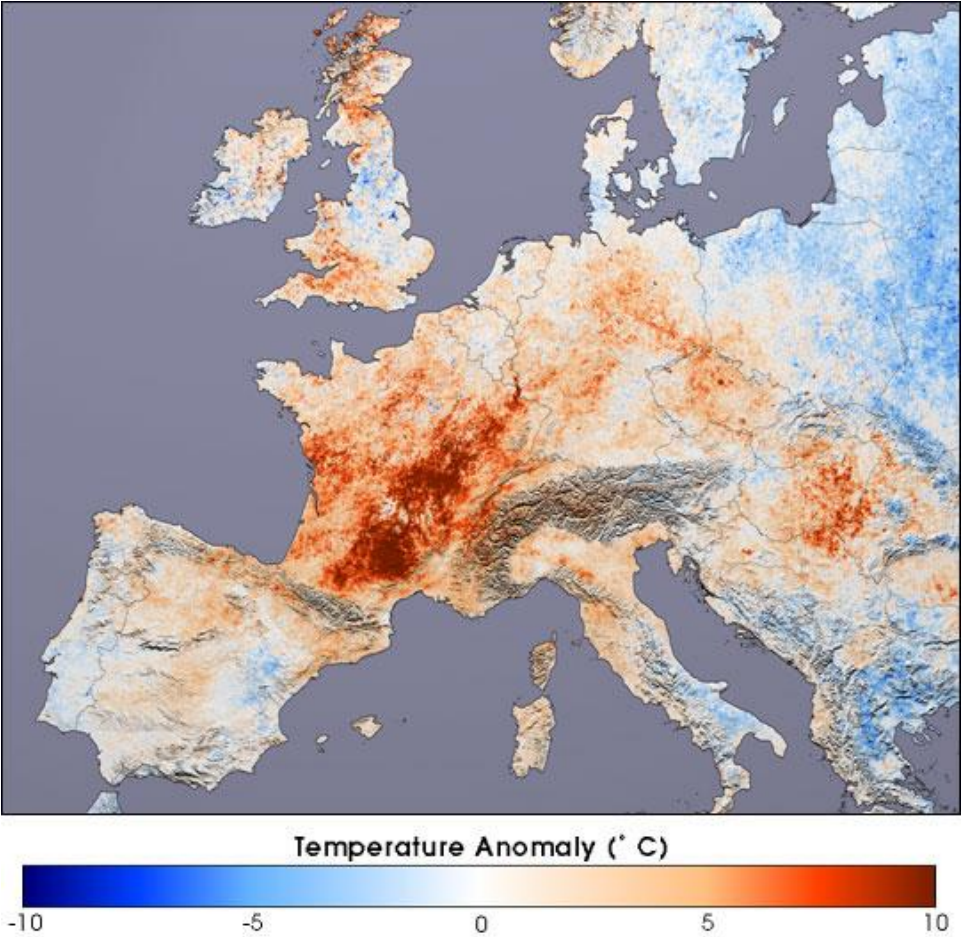
- Susze, pożary
- Powodzie, lawiny
- Burze



Liczba trąb powietrznych w Polsce

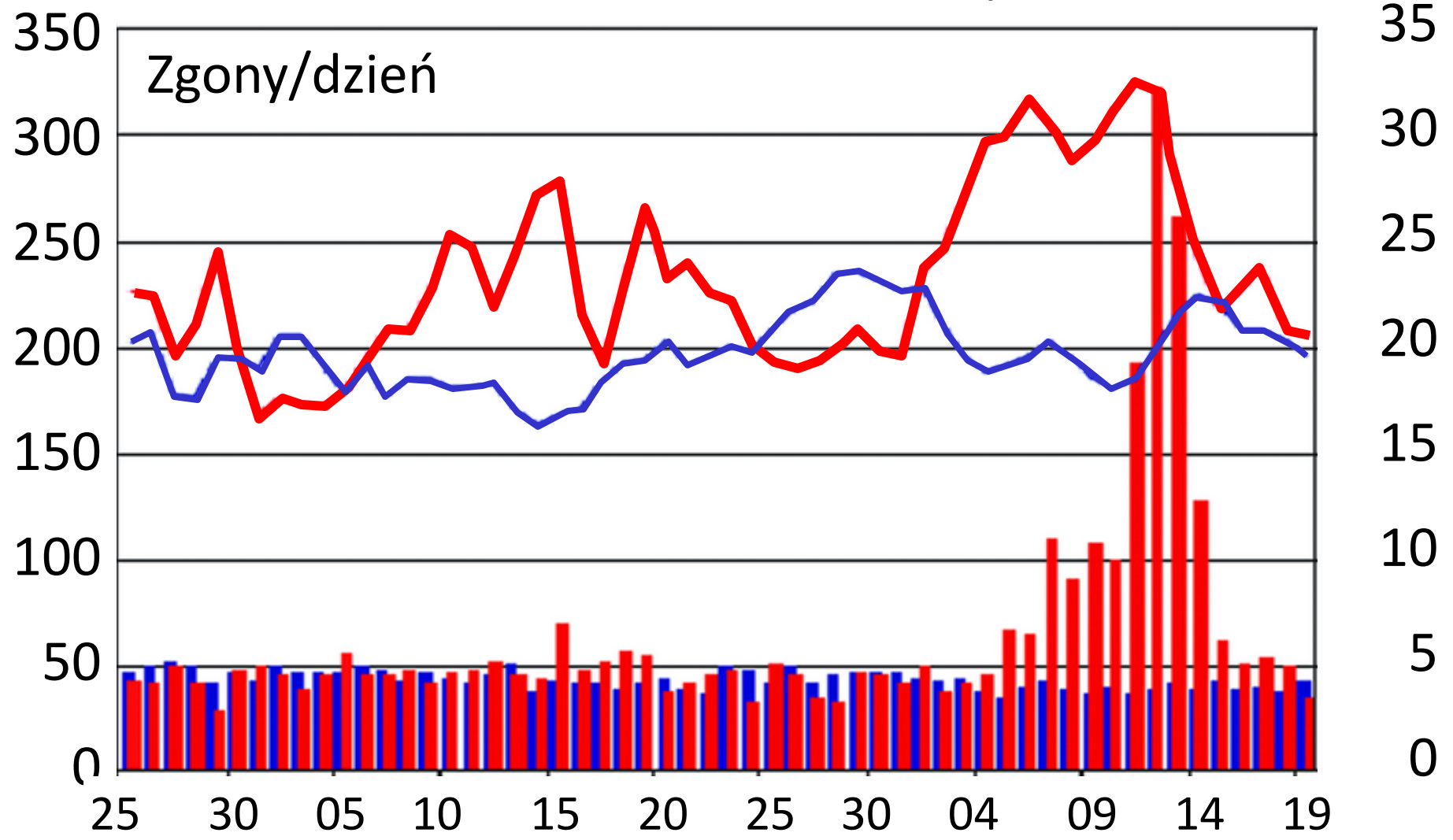


Climate- The European Heat Wave of 2003



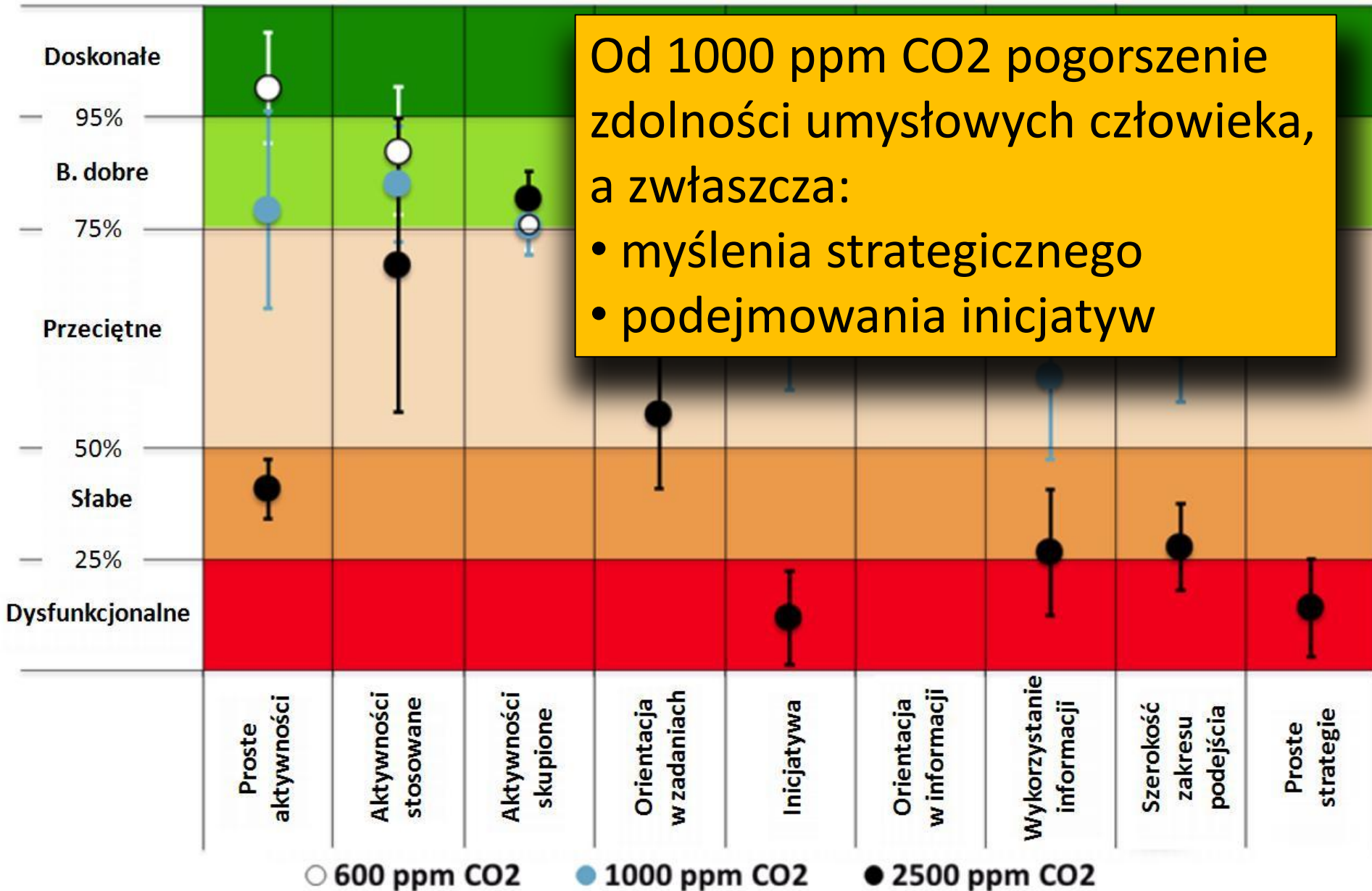
Excess deaths	
France	14,802
Germany	7,000
Spain	4,230
Italy	4,175
UK	2,045
Netherlands	1,400
Portugal	1,316
Belgium	150
TOTAL	35,118

Dee Merriam (2008)
U.S. Centers for Disease Control and Prevention

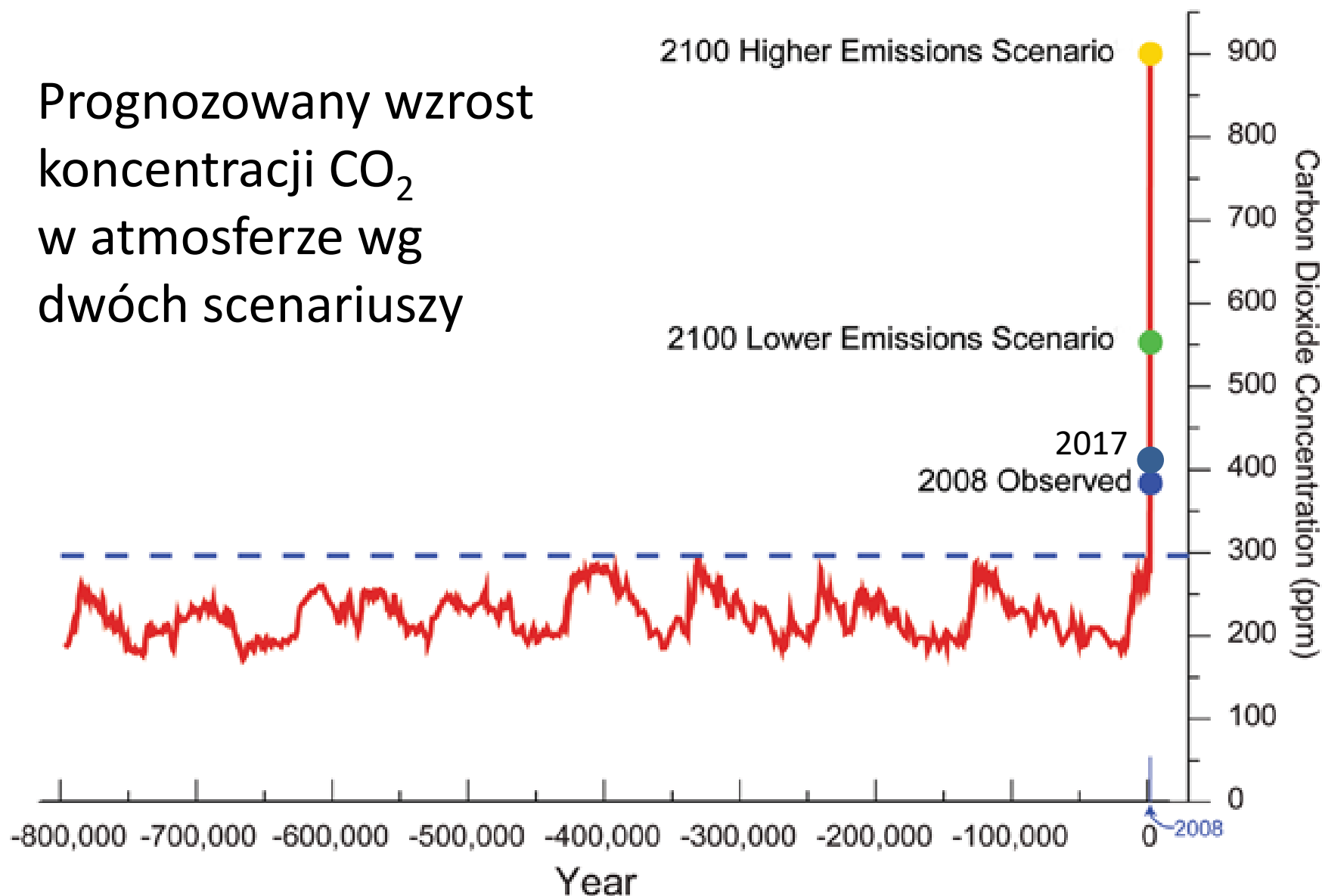


Temperatura: — 1999-2002 — 2003
Zgony/dzień : ■ 1999-2002 ■ 2003

Wpływ stężenia CO₂ na zdolności decyzyjne ludzi

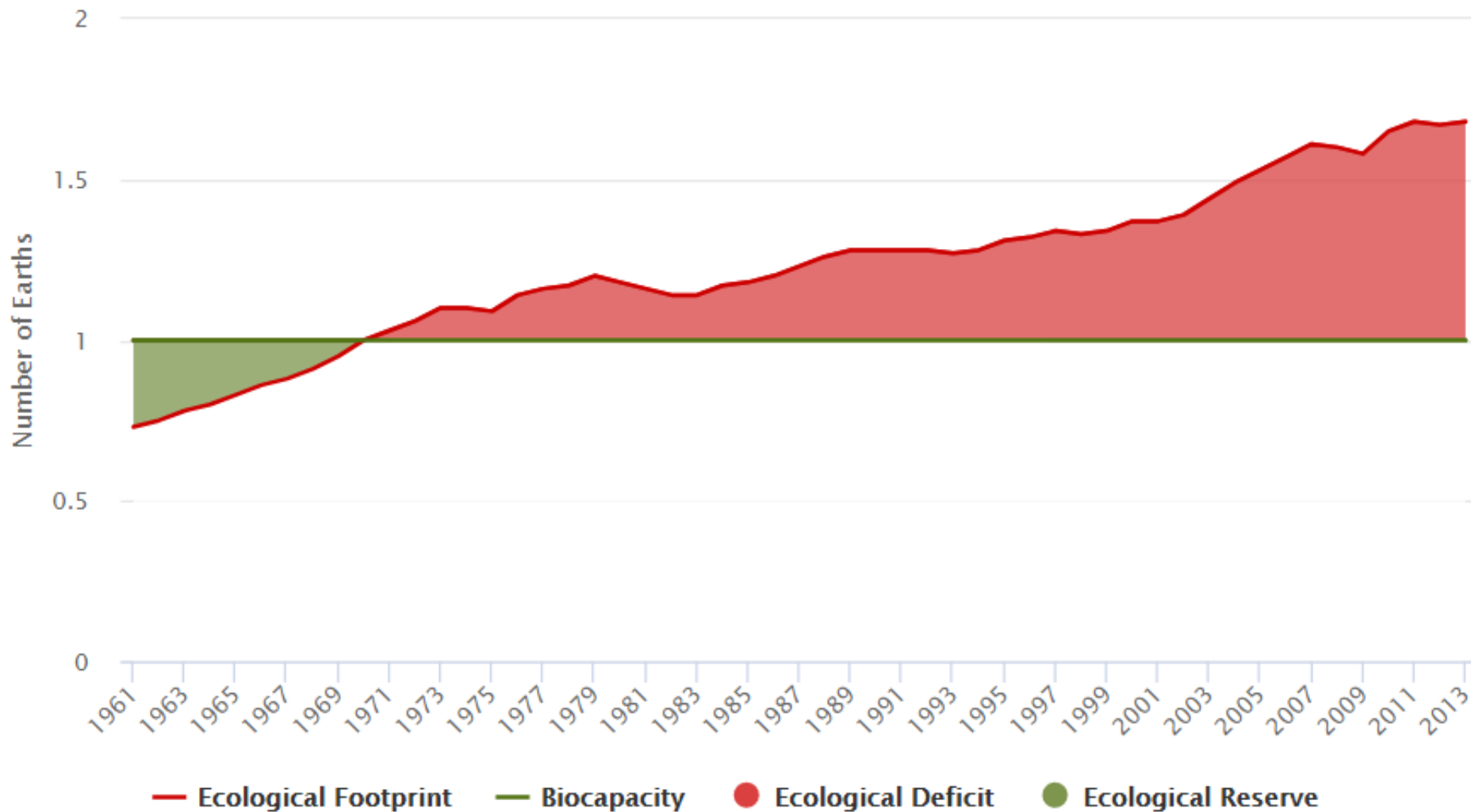


Prognozowany wzrost
koncentracji CO₂
w atmosferze wg
dwóch scenariuszy



- Biosfera
- Antropocen
- Innowacje, świat wykładniczego wzrostu
- Malejące zasoby
- Zanieczyszczenie środowiska
- Globalne ocieplenie
- **Rewolucja energetyczna**
- Konieczność zmiany: wzrost → rozwój

Coraz większy ślad ekologiczny



CZYNNIKI SPRAWCZE	ΔT	SKUTKI
-------------------	------------	--------

Wzrost temperatury

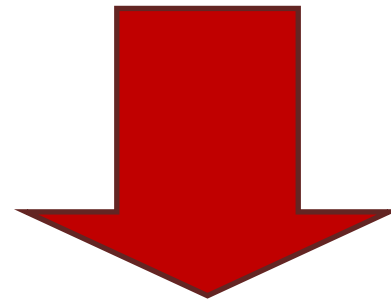
„Business as usual” (nie zmieniamy nic)

Stan obecny

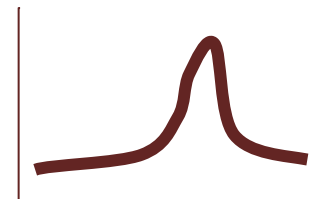
Technologie „katalizatorem”



Dalszy wykładniczy wzrost



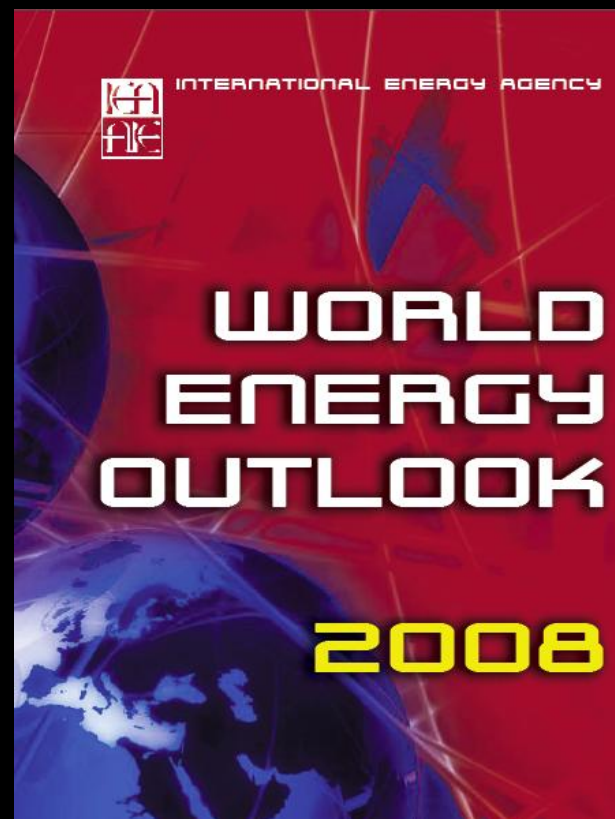
Konflikty o zasoby, krach cywilizacyjny



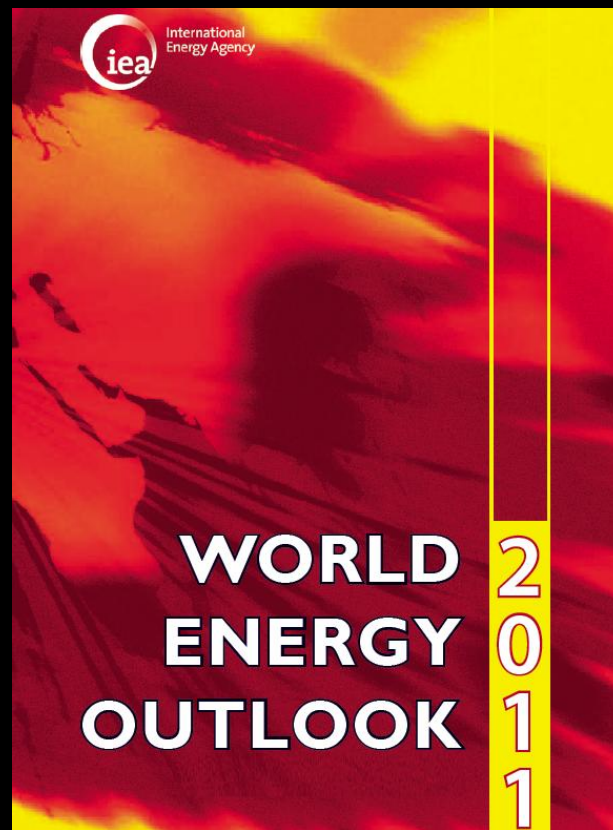
„Światowy system energetyczny znajduje się na rozdrożu.

*Przyszłość ludzkości zależy od tego, na ile skutecznie
zmierzymy się z zapewnieniem energii i szybką transformacją
do niskowęglowego, efektywnego i przyjaznego środowisku systemu jej
produkcji.*

*Potrzebna jest **energetyczna rewolucja.**”*



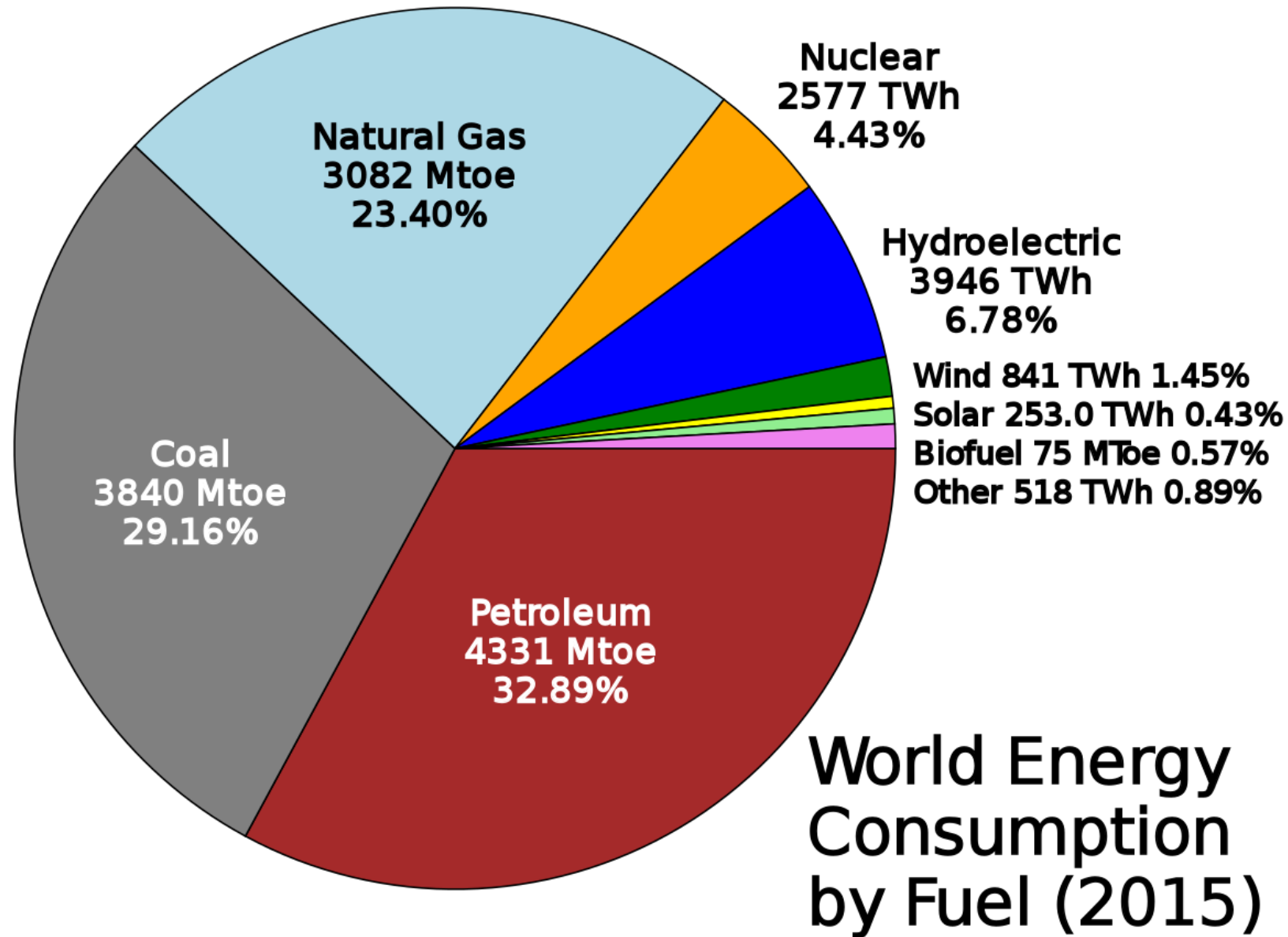
*„Jeśli wkrótce nie zmienimy kierunku,
skończymy tam, dokąd niechybnie zmierzamy”*





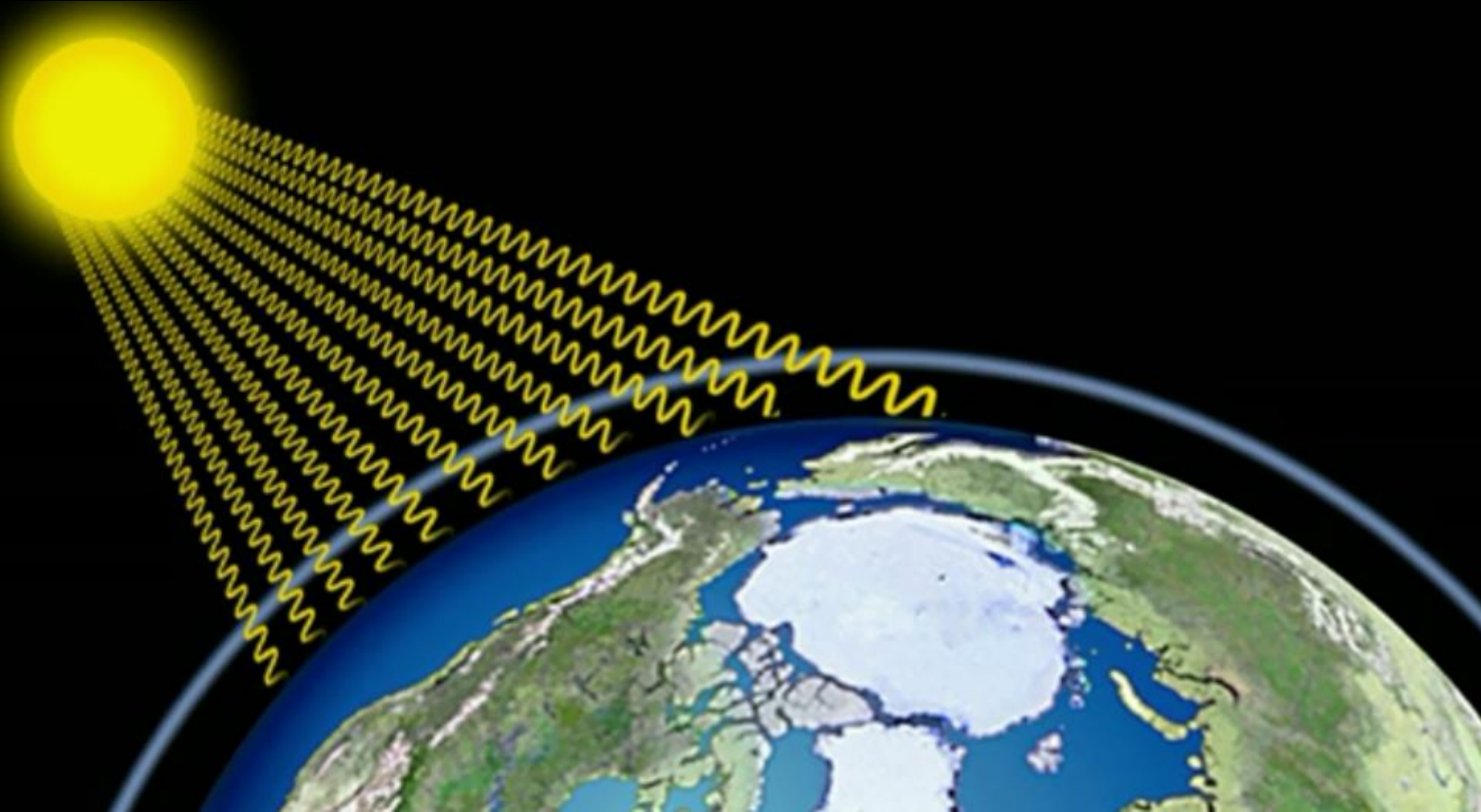
- Konieczność redukcji emisji CO₂
- Porozumienie Paryskie 2015

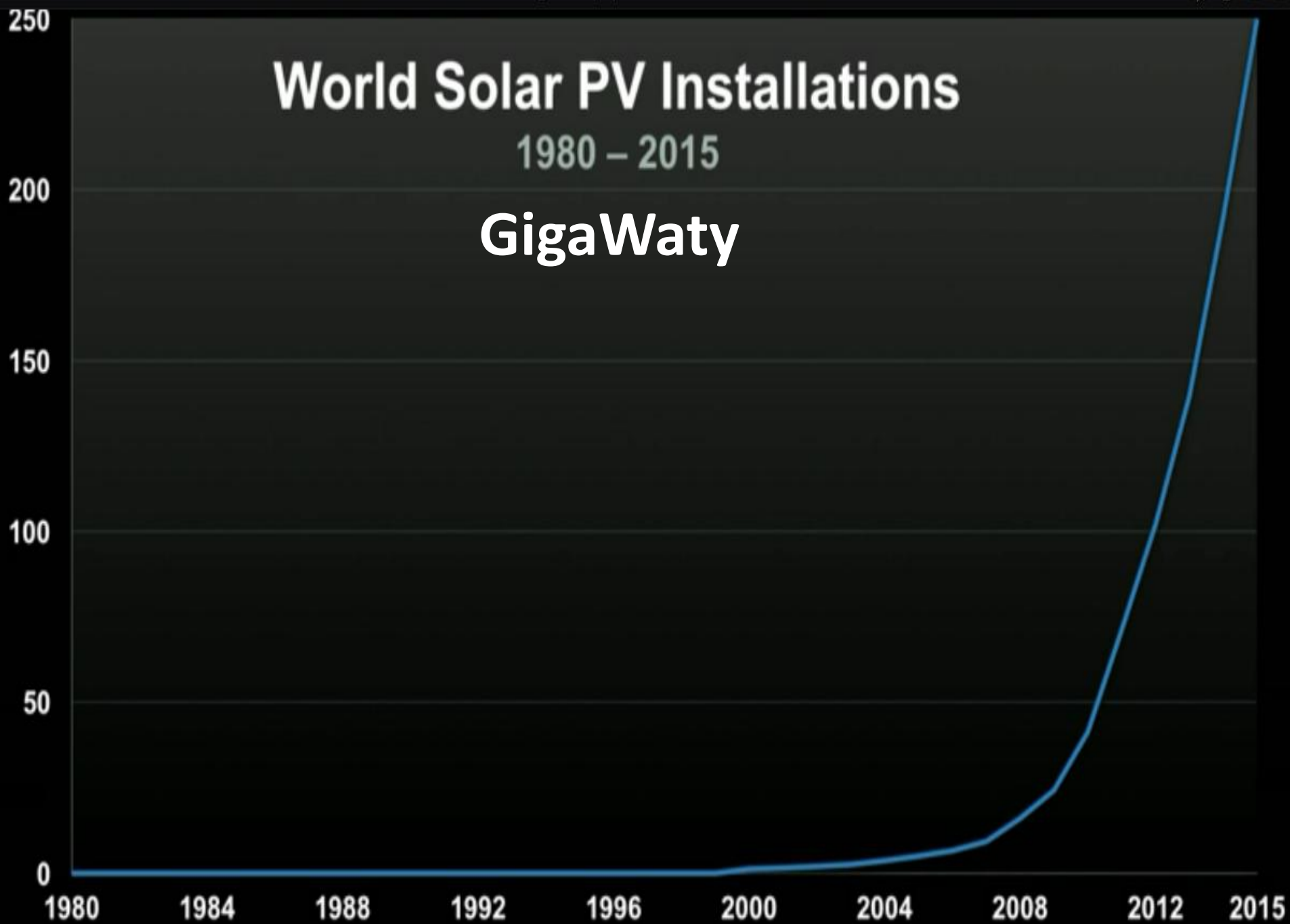
Antropocen: świat paliw kopalnych



1 godz. słońca = 300 dni energii dla cywilizacji

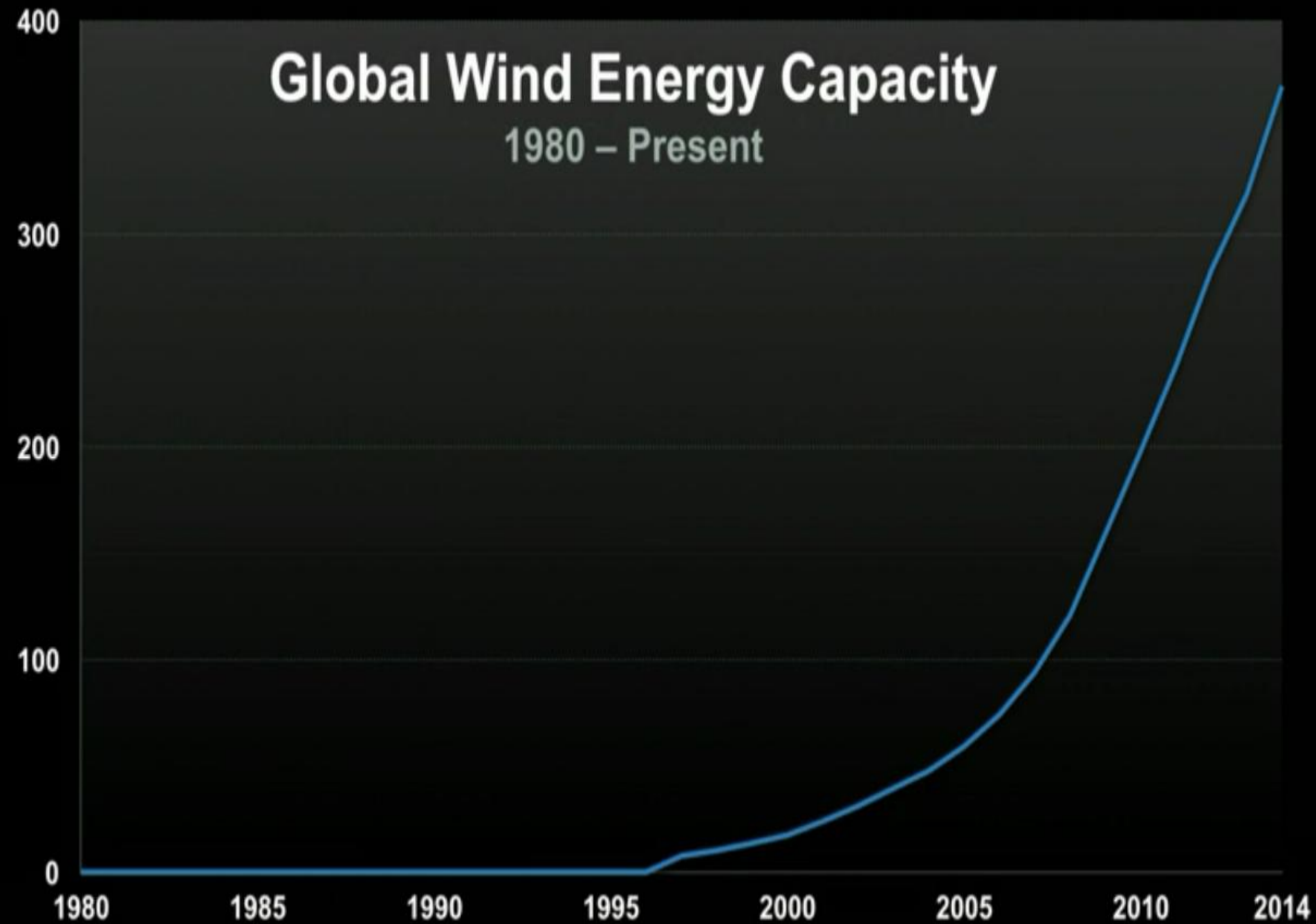
Wg "Total Primary Energy Consumption" (2013)





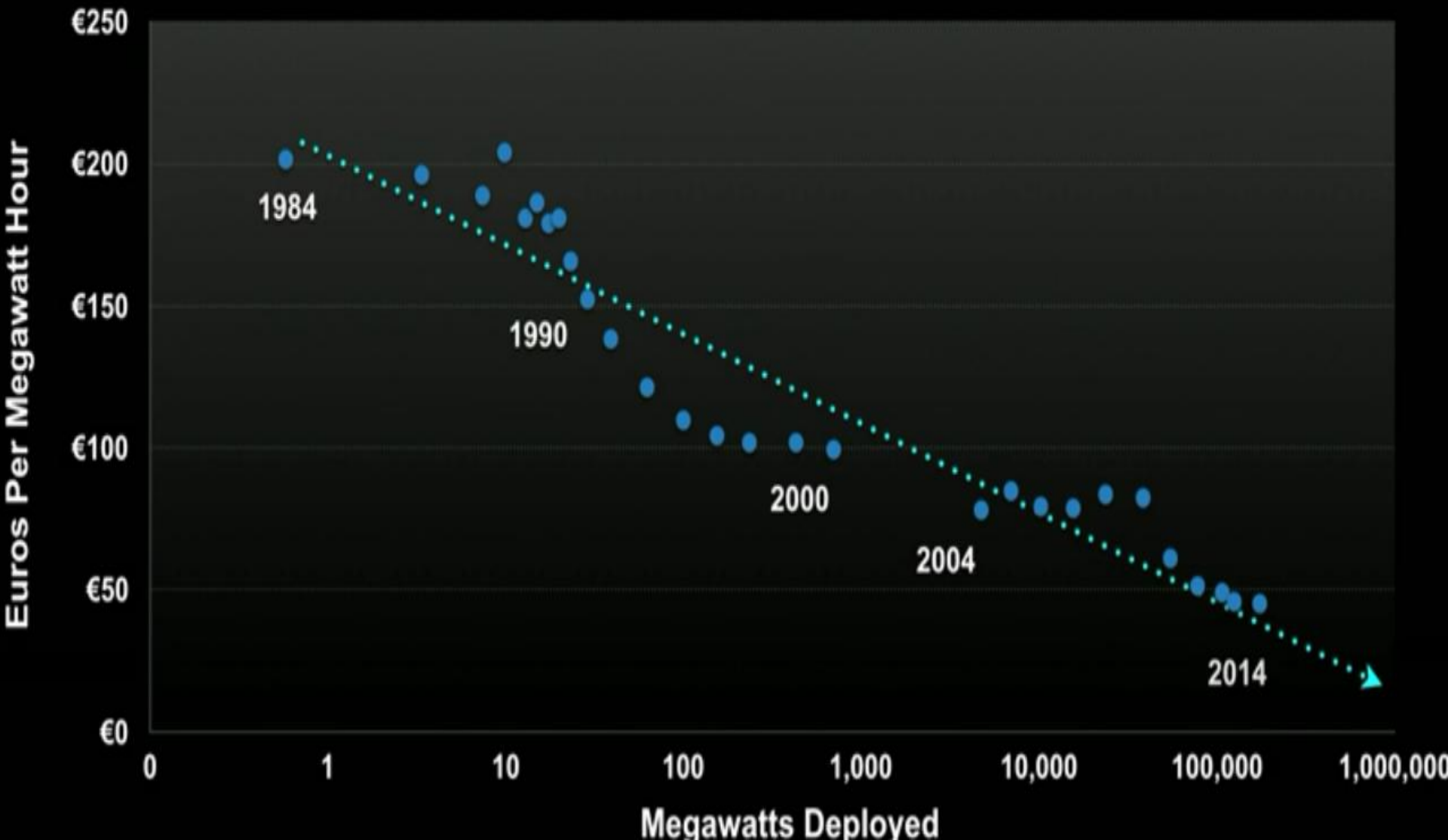
Global Wind Energy Capacity

1980 – Present



Onshore Wind Cost

1984 – 2014



Cost of Crystalline Silicon Solar Cells

USD /W

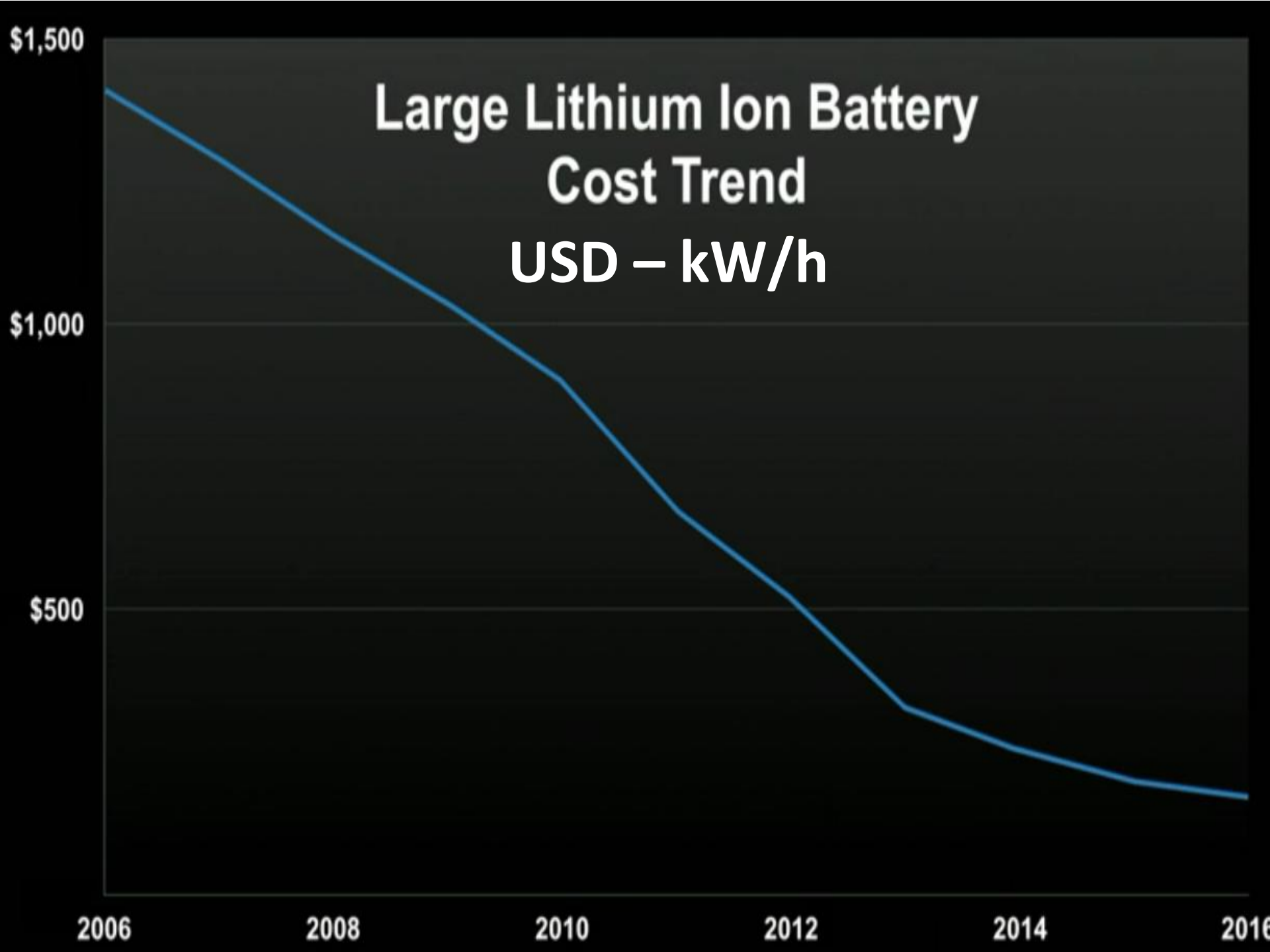
1976

99,4

2014

0,69





Franconia, Germany

On December 26, 2015, Germany generated **81%** of its electricity from renewable sources.



Technologie energooszczędne i ogólnie – obniżanie zużycia energii



Low-income Home in Bangladesh

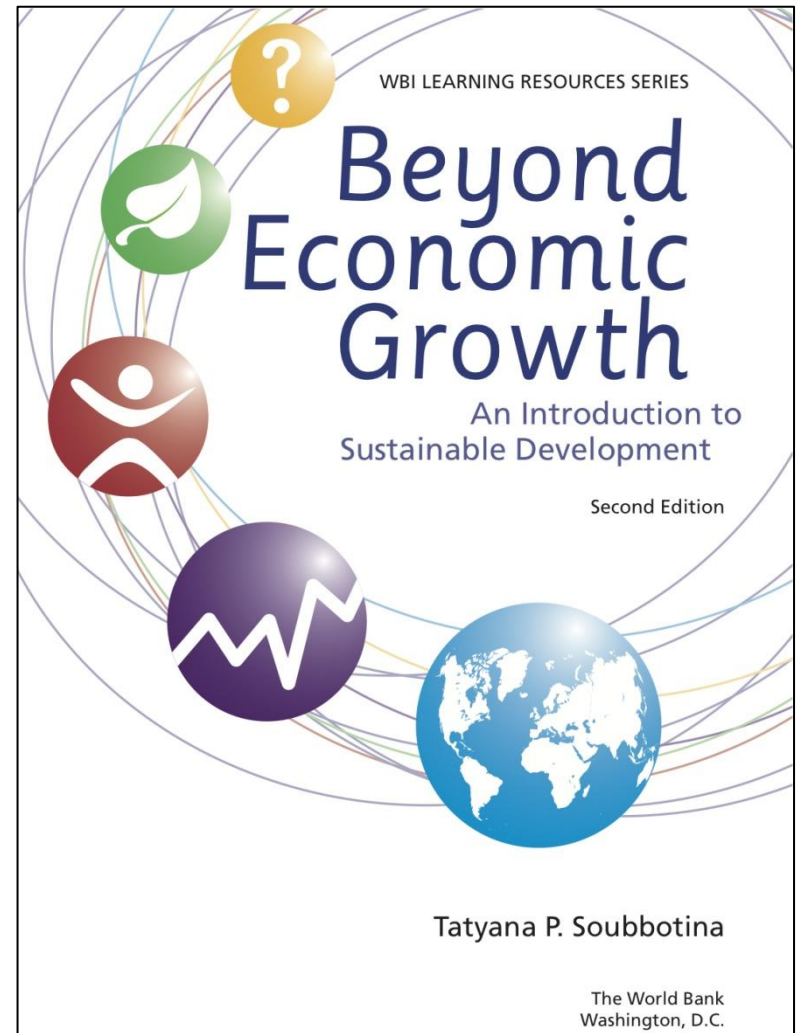


- Biosfera
- Antropocen
- Innowacje, świat wykładniczego wzrostu
- Malejące zasoby
- Zanieczyszczenie środowiska
- Globalne ocieplenie
- Rewolucja energetyczna
- **Konieczność zmiany: wzrost → rozwój**

Nowe wyzwania dla myśli technicznej...

Zmiana modelu, celu, sensu życia i cywilizacji?

- rozwój zamiast wzrostu?
- kapitalizm – możliwy bez „pogoni za zyskiem” ?
- „kapitalizm – tak, wypaczenia – nie?”
- wzrost bez zaciągania kredytów?

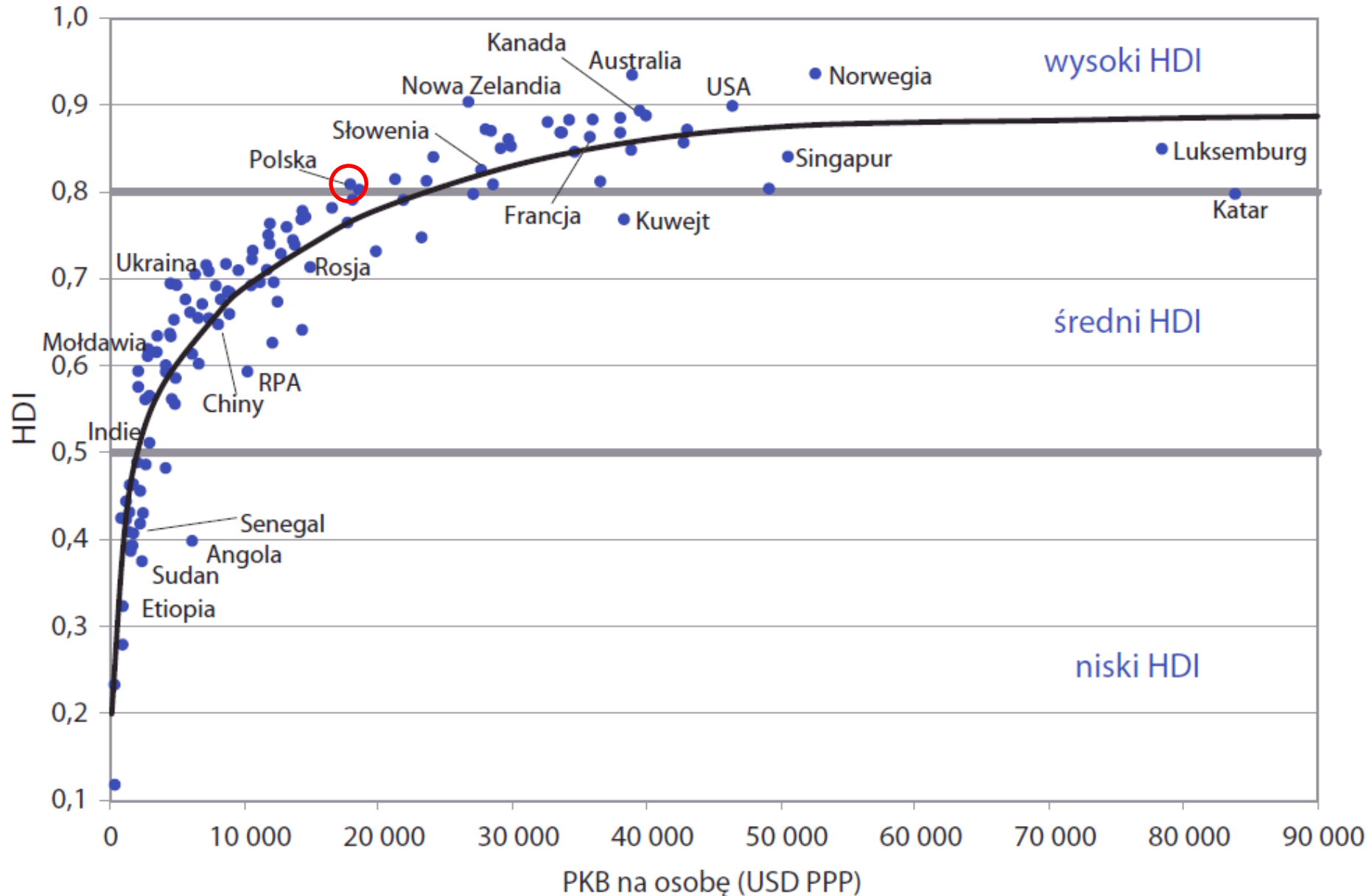


PKB... „Bożek” współczesnej polityki i ekonomii

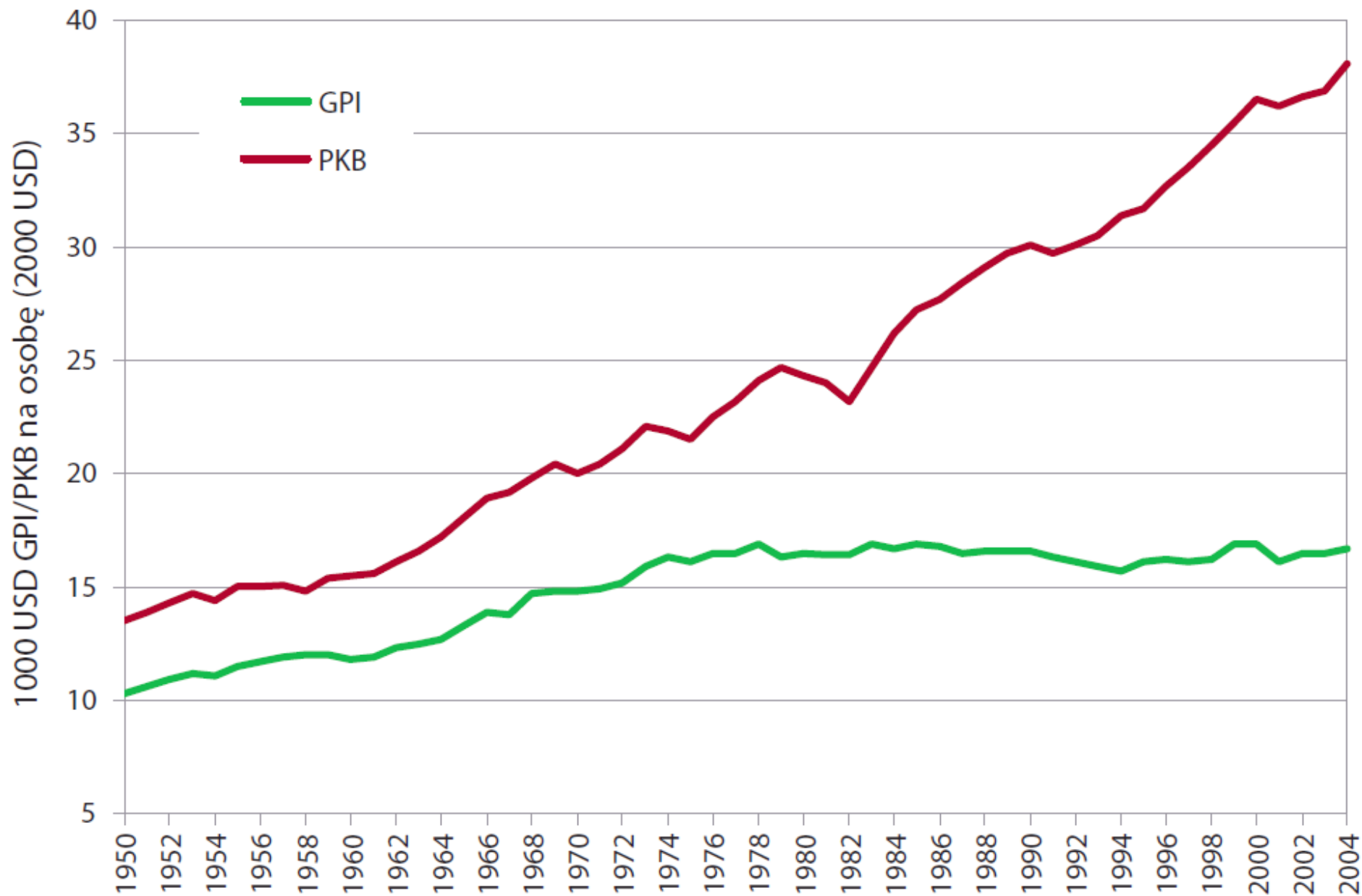


HDI – Human Development Index (edukacja, zdrowie, dochody)

Zależność HDI od PKB



Zmiana PKB i GPI na osobę w USA



Zamknięte cykle produkcji przemysłowej



Problem: ignorowanie osiągnięć naukowych

Wnioski końcowe:

- Kluczowe jest **zaniechanie spalania paliw** kopalnych
- Konieczna **energetyczna rewolucja (OZE)**
- Kluczowa rola myśli technicznej, ale konieczne zmiany paradygmatu – **z prostego „wzrostu” na rozwój, i z konkurowania na kooperację**

Dziękuję za uwagę