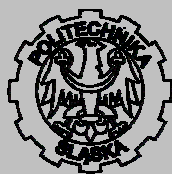


AGH



Euro - Centrum

Studia Podyplomowe

EFEKTYWNE UŻYTKOWANIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ

w ramach projektu

**Śląsko-Małopolskie Centrum Kompetencji
Zarządzania Energią**

WPROWADZENIE DO PROBLEMATYKI EFEKTYWNEGO UŻYTKOWANIA ENERGII

*EFEKTYWNE UŻYTKOWANIE ENERGII JAKO ODPOWIEDŹ
NA ZAGROŻENIA ENERGETYCZNE*

ANDRZEJ KREFT

STUDIA PODYPLOMOWE

Efektywne Użytkowanie Energii Elektrycznej

AGH, 7.12.2010

ENERGIA PIERWOTNA – ENERGIA W POSTACIACH WYSTĘPUJĄCYCH W PRZYRODZIE

ENERGIA FINALNA – ENERGIA DOSTARCZANA ODBIORCY:

- ENERGIA CHEMICZNA (PALIWA, ŻYWNOSĆ, SUROWCE CHEMICZNE)
- ENERGIA ELEKTRYCZNA
- ENERGIA CIEPLNA (GORĄCA WODA , GORĄCE GAZY)
- ENERGIA MECHANICZNA (SPRĘŻONE GAZY, ENERGIA WODY, WIATRU)
- PROMIENIOWANIE SŁONECZNE

ENERGIA UŻYTKOWA – ENERGIA W POSTACIACH BEZPOŚREDNIO UŻYTECZNYCH CZŁOWIEKOWI:

- ENERGIA CHEMICZNA (ŻYWNOSĆ, ART. CHEMII GOSPODARCZEJ)
- ENERGIA CIEPLNA (OGRZEWANIE, CIEPŁA WODA UŻYTKOWA)
- ENERGIA MECHANICZNA (WYKONANIE PRACY)
- PROMIENIOWANIE (OŚWIETLENIE I OGRZEWANIE)

JEDNOSTKI ENERGII

W UKŁADZIE SI

1 J – energia równa pracy wykonanej przez siłę 1 N w kierunku jej działania, na drodze 1 m.

JEDNOSTKI LEGALNE SPOZA UKŁADU SI

$$1 \text{ eV} = 1,60218 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$1 \text{ kWh} = 3,6 \text{ MJ} \quad (\text{MJ} = 10^6 \text{ J})$$

INNE JEDNOSTKI (OECD/IEA)

$$1 \text{ cal} = 4,1868 \text{ J}$$

$$1 \text{ Btu} = 1055,06 \text{ J}$$

$$1 \text{ quad} = 10^{15} \text{ Btu} = 1,055 \text{ EJ} \quad (\text{EJ} = 10^{18} \text{ J})$$

$$1 \text{ boe} = 5,80 \text{ MBtu} = 6,12 \text{ GJ} \quad (\text{barrel of oil equivalent})$$

$$1 \text{ toe} = 10 \text{ Gcal} = 41,868 \text{ GJ} \quad (\text{tonne of oil equivalent})$$

$$1 \text{ tce} = 7 \text{ Gcal} = 29,3 \text{ GJ} \quad (\text{tonne of coal equivalent})$$

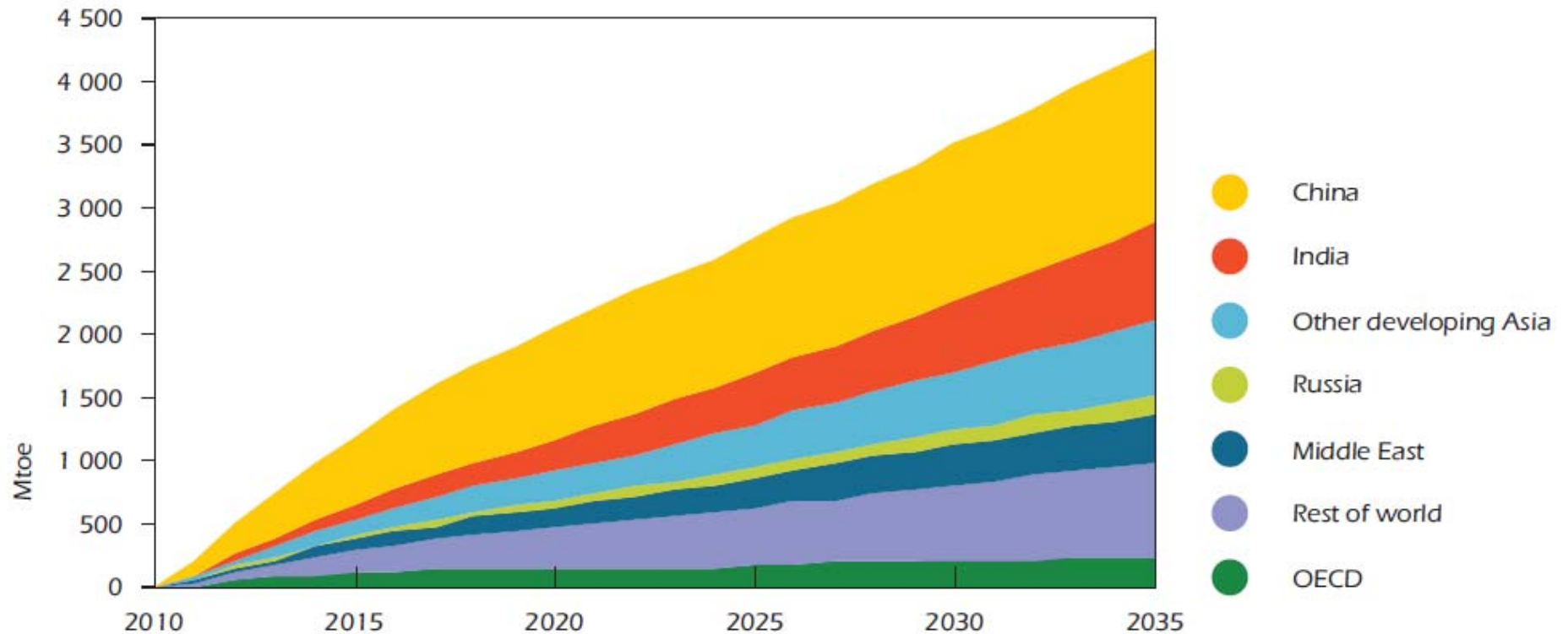
$$1 \text{ TWyr} = 8760 \text{ TWh} = 31,54 \text{ EJ} = 29,89 \text{ quad} \quad (1 \text{ TWh} = 10^9 \text{ kWh})$$

Prefix	Symbol	10^n
<u>yotta</u>	Y	<u>10^{24}</u>
<u>zetta</u>	Z	<u>10^{21}</u>
<u>exa</u>	E	<u>10^{18}</u>
<u>peta</u>	P	<u>10^{15}</u>
<u>tera</u>	T	<u>10^{12}</u>
<u>giga</u>	G	<u>10^9</u>
<u>mega</u>	M	<u>10^6</u>
<u>kilo</u>	k	<u>10^3</u>
<u>hecto</u>	h	<u>10^2</u>
<u>deca</u>	da	<u>10^1</u>
		<u>10^0</u>
<u>deci</u>	d	<u>10^{-1}</u>
<u>centi</u>	c	<u>10^{-2}</u>
<u>milli</u>	m	<u>10^{-3}</u>
<u>micro</u>	μ	<u>10^{-6}</u>
<u>nano</u>	n	<u>10^{-9}</u>
<u>pico</u>	p	<u>10^{-12}</u>
<u>femto</u>	f	<u>10^{-15}</u>
<u>atto</u>	a	<u>10^{-18}</u>
<u>zepto</u>	z	<u>10^{-21}</u>
<u>yocto</u>	y	<u>10^{-24}</u>

GLOBALNE ZAGROŻENIA ENERGETYCZNE

- **ROSNĄCY POPYT NA ENERGIĘ PRZY OGRANICZONYCH ZASOBACH NIEODNAWIALNYCH PALIW KOPALNYCH DOMINUJĄCYCH W BILANSIE ENERGETYCZNYM WSPÓŁCZESNEGO ŚWIATA – WZROST CEN ORAZ ZAGROŻENIE BEZPIECZEŃSTWA ENERGETYCZNEGO**
- **NARASTAJĄCE GLOBALNE ZMIANY KLIMATU SPOWODOWANE WZROSTEM STĘŻENIA DWUTLENKU WĘGLA W ATMOSFERZE, W ZWIĄZKU ZE SPALANIEM ORGANICZNYCH PALIW KOPALNYCH**

Growth in primary energy demand in the New Policies Scenario



Global energy demand increases by one-third from 2010 to 2035,
with China and India accounting for 50% of the growth

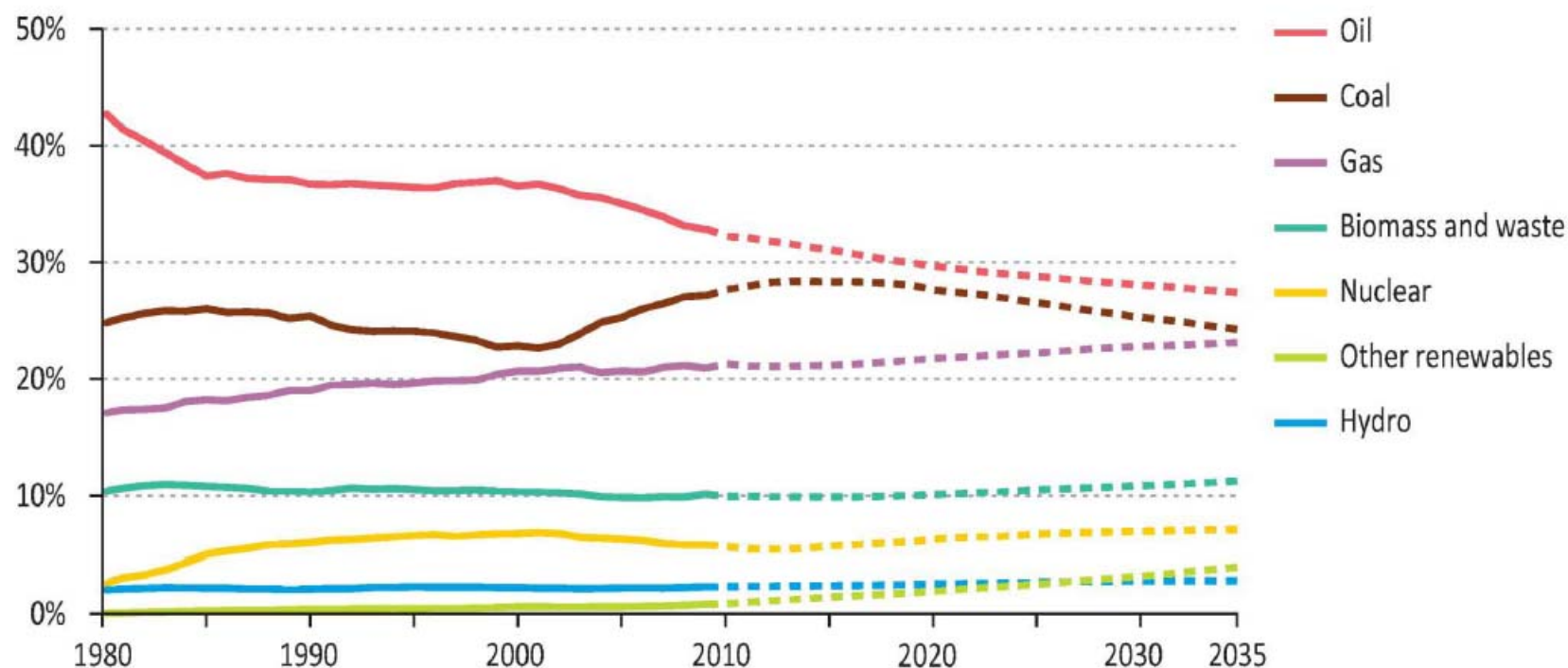
SOURCE: IEA, Worldwide engagement for sustainable energy strategies, 2012

www.iea.org

Natural gas & renewables become increasingly important

**WORLD
ENERGY
OUTLOOK** 2011

**Figure 2.7: Shares of energy sources in world primary energy demand
in the New Policies Scenario**

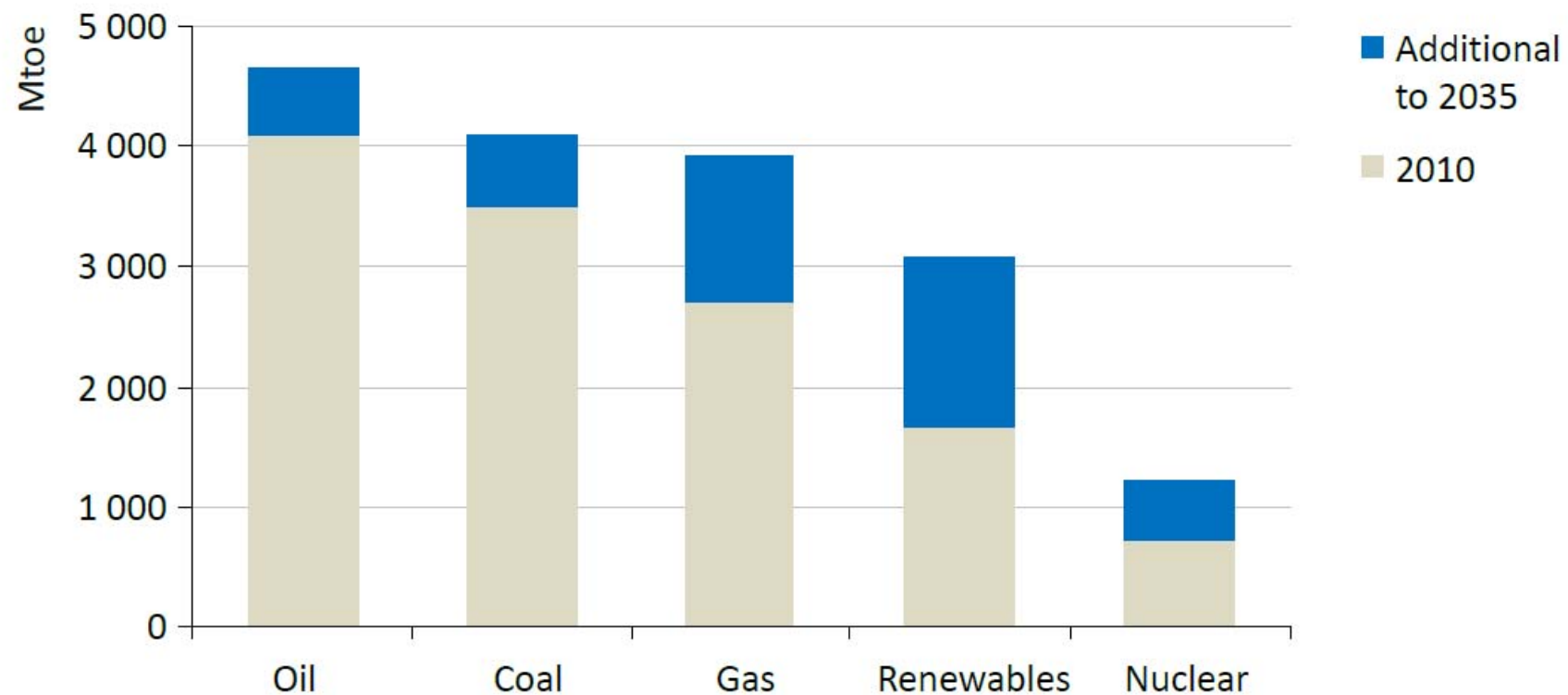


**Global primary energy demand grows by 40% between 2009 & 2035,
oil remains the leading fuel though natural gas demand rises the most in absolute terms**

Natural gas & renewables become increasingly important

**WORLD
ENERGY
OUTLOOK** 2011

World primary energy demand

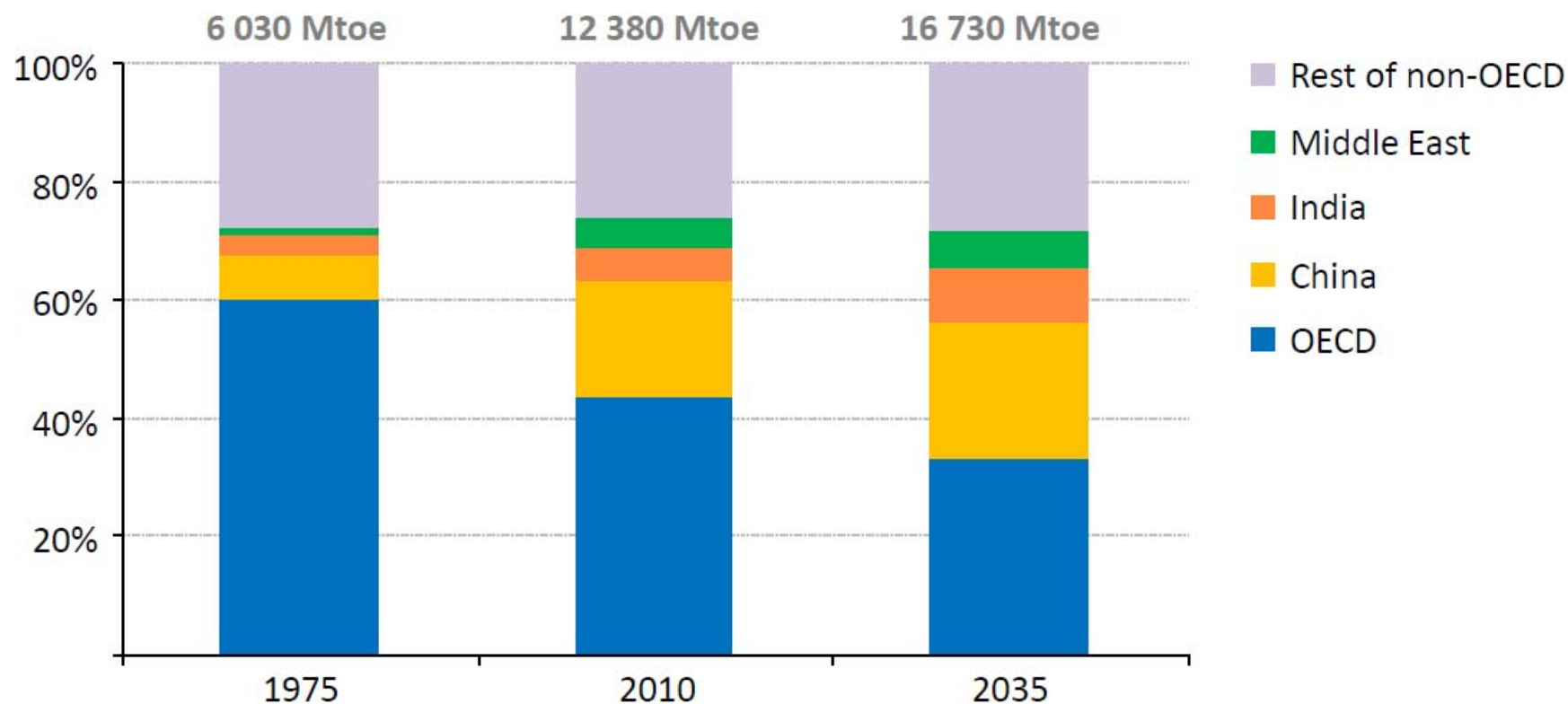


Renewables & natural gas collectively meet almost two-thirds of incremental energy demand in 2010-2035

Emerging economies steer energy markets

WORLD
ENERGY
OUTLOOK
2012

Share of global energy demand

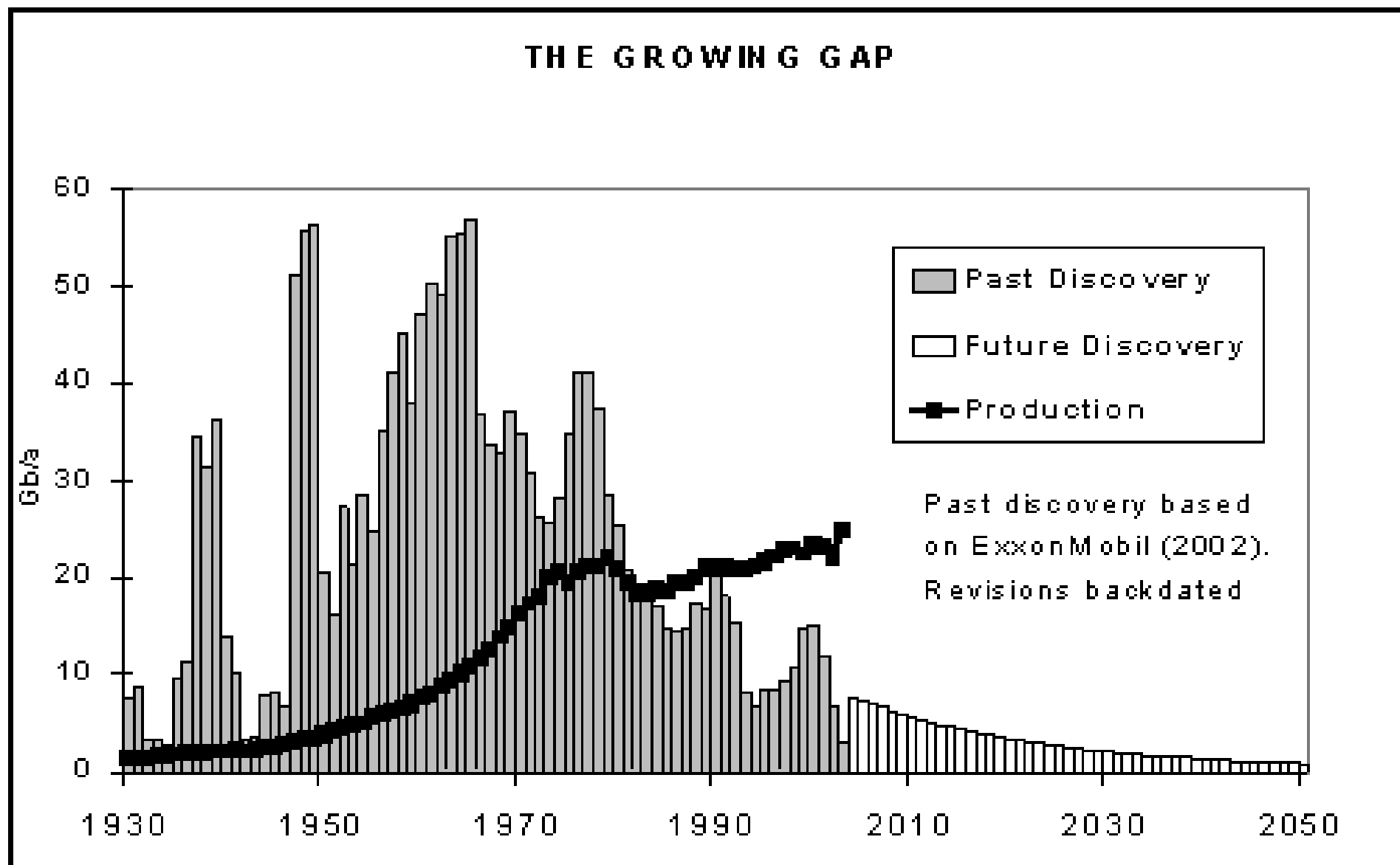


Global energy demand rises by over one-third in the period to 2035, underpinned by rising living standards in China, India & the Middle East

**W KWESTII PODAŻY PALIW KOPALNYCH ŁATWIEJ JEST
PRZEWIDZIEĆ CO BĘDZIE ZA KILKASET LAT, NIŻ W
NAJBLIŻSZEJ PRZYSZŁOŚCI**

„I can't be sure if I'll catch a cold
next month. But I'm sure I won't a
hundred years from now.”

D.S. Scott, The Hydrogen Energy Transition



ŹRÓDŁO: 1.The Association for the Study of Peak Oil and Gas -ASPO, Newsletter No 51, March 2005.

www.peakoil.net

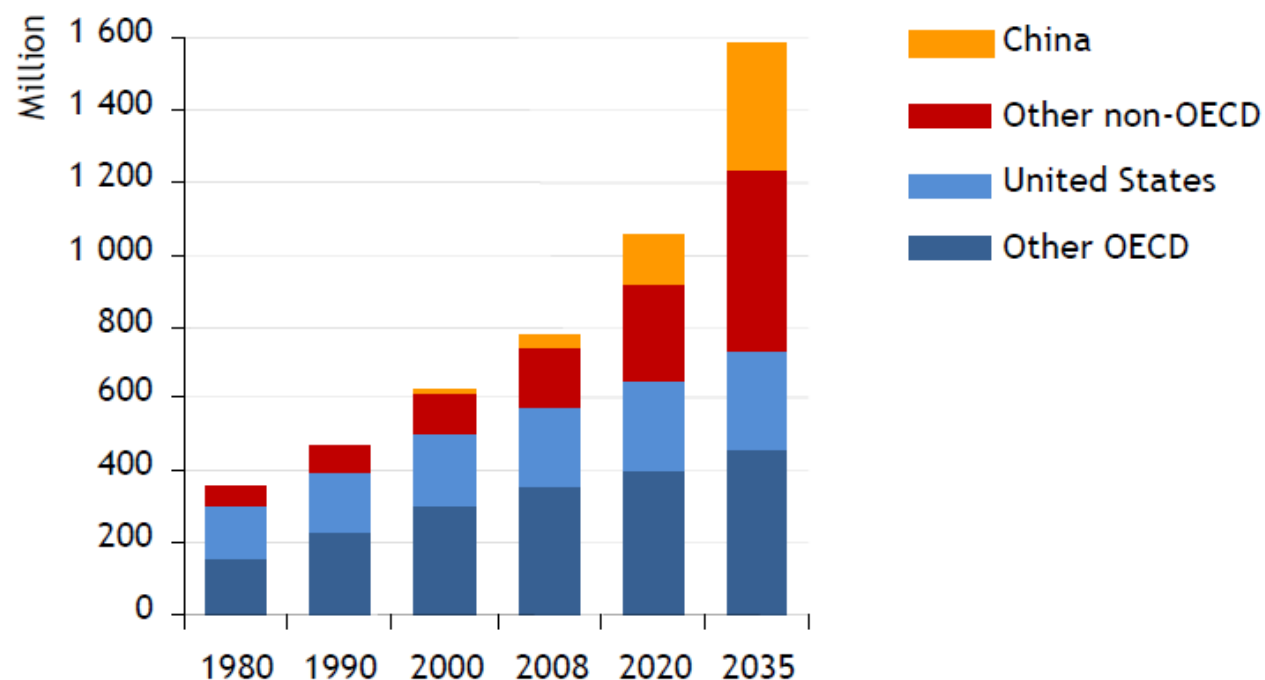
2. H.J. Longwell, World Energy, Vol. 5 (3) (2002), 100-104.



Booming demand for mobility in the emerging economies drives up oil use

World
Energy
Outlook
2010

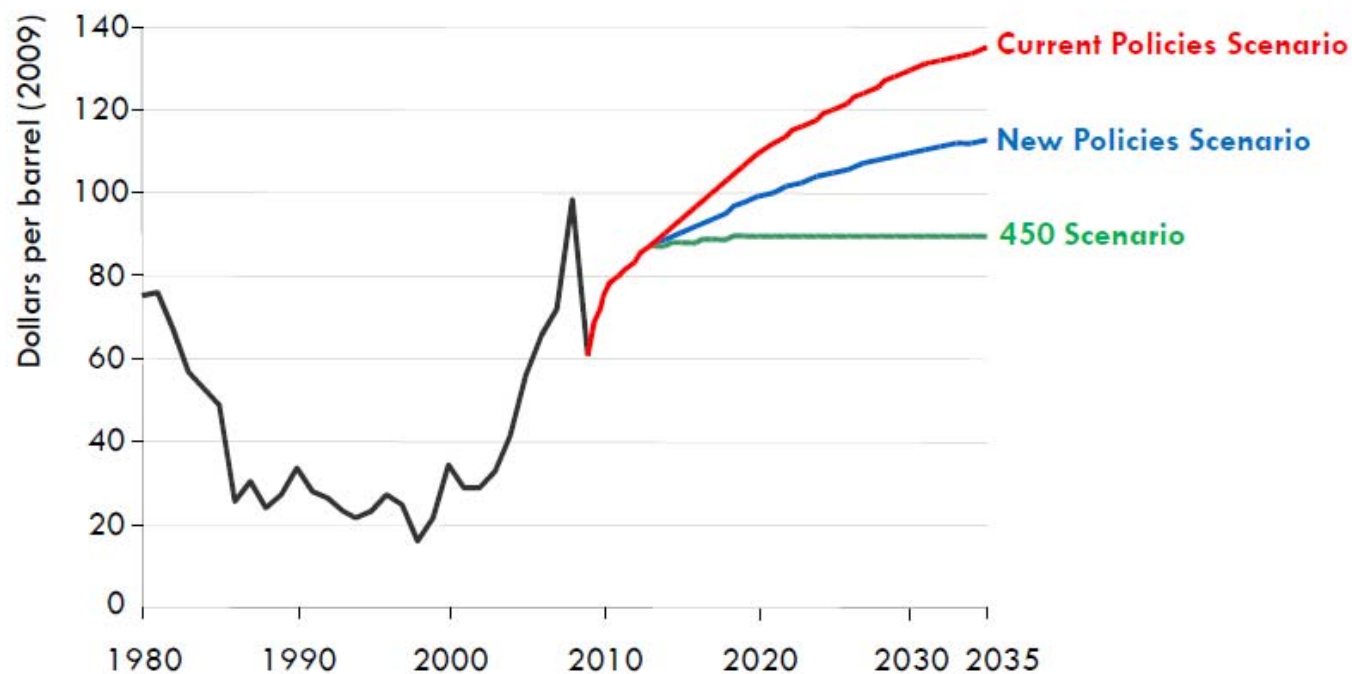
Passenger vehicles in the New Policies Scenario



The global car fleet will continue to surge as more & more people in China & other emerging economies buy a car, overshadowing modest growth in the OECD

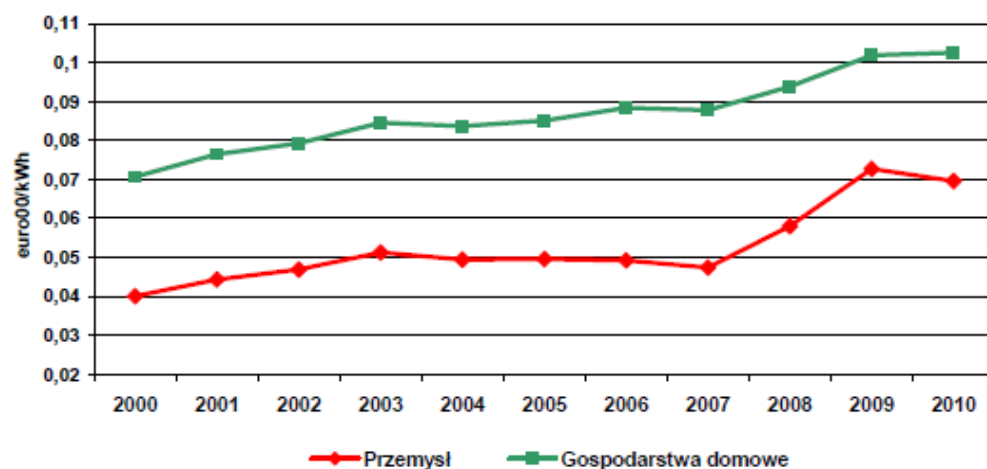
International oil price assumptions

World
Energy
Outlook
2010

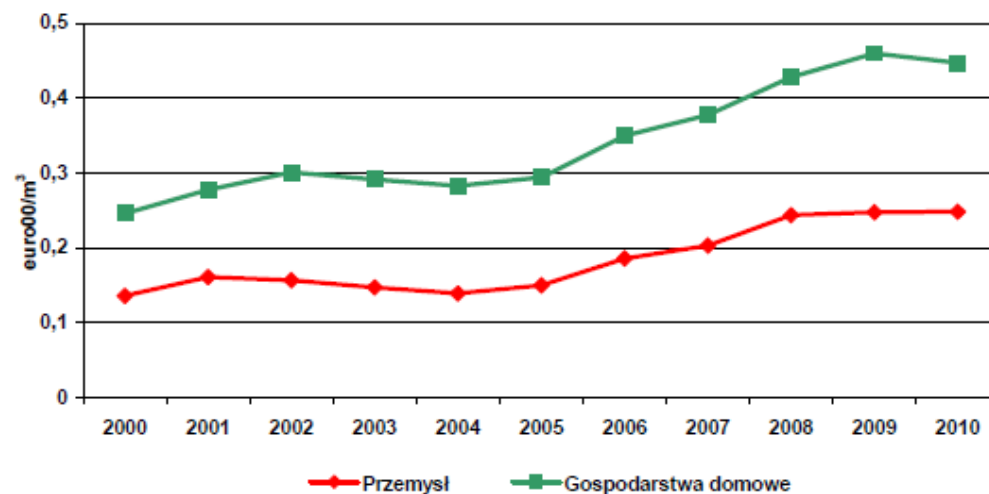


The age of cheap oil is over, though policy action could bring lower international prices than would otherwise be the case

Ceny energii elektrycznej w Polsce

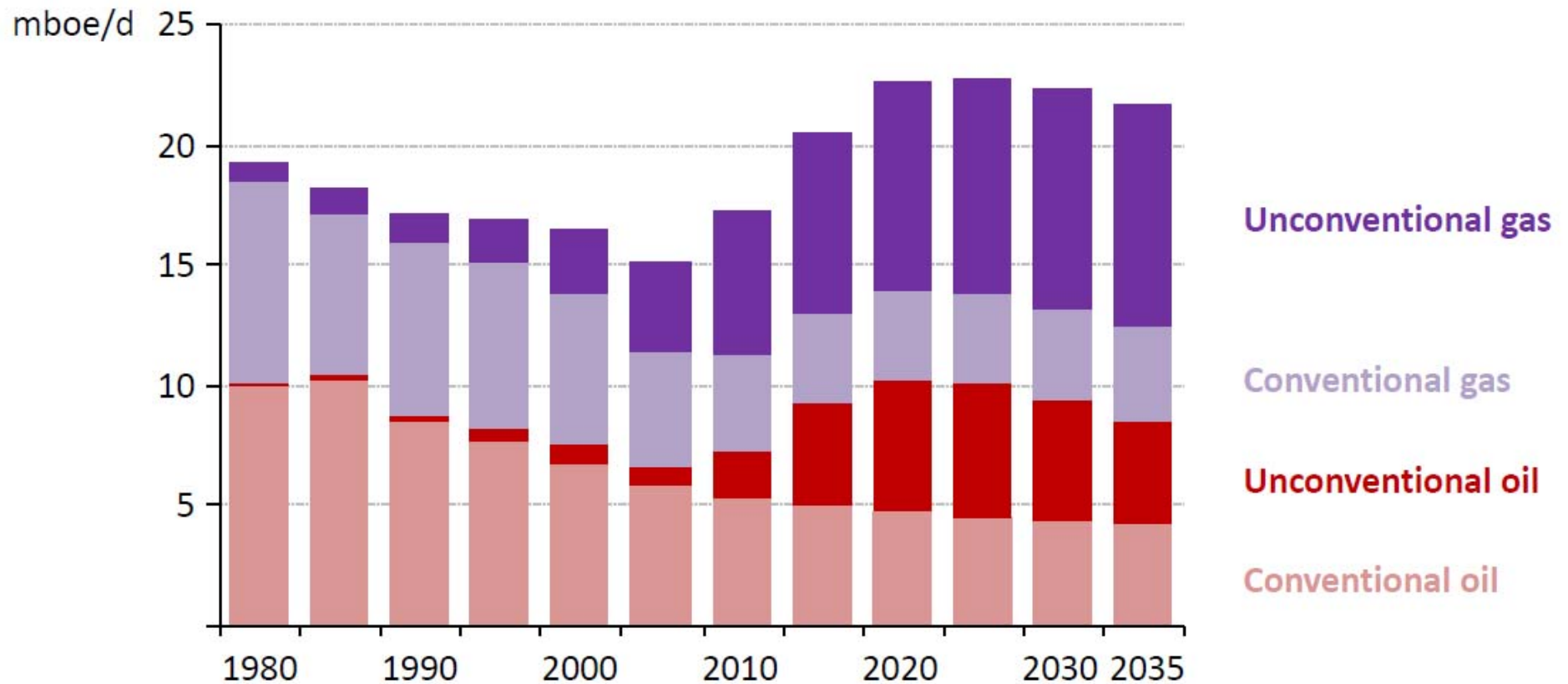


Ceny gazu w Polsce



ŹRÓDŁO: Główny Urząd Statystyczny, Efektywność wykorzystania energii w latach 2000-2010, Warszawa 2012
www.stat.gov.pl

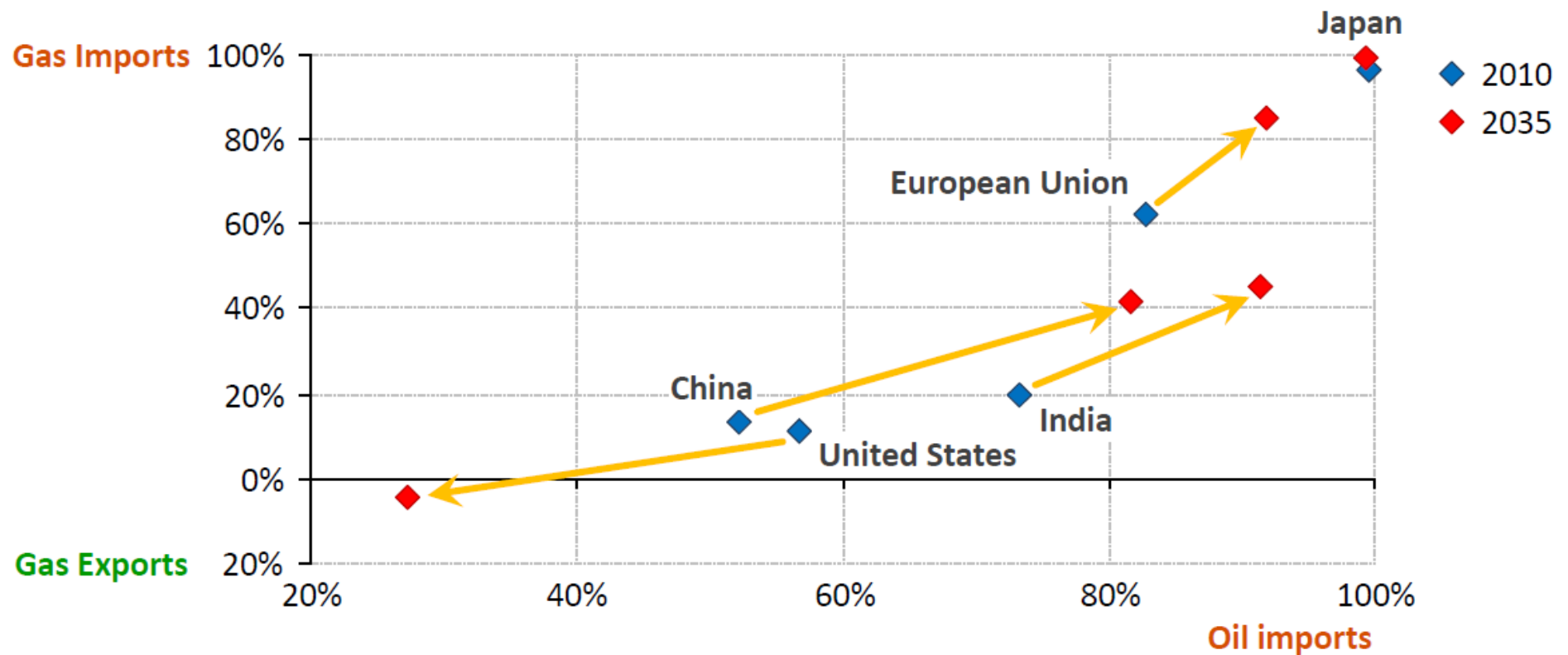
US oil and gas production



The surge in unconventional oil & gas production has implications well beyond the United States

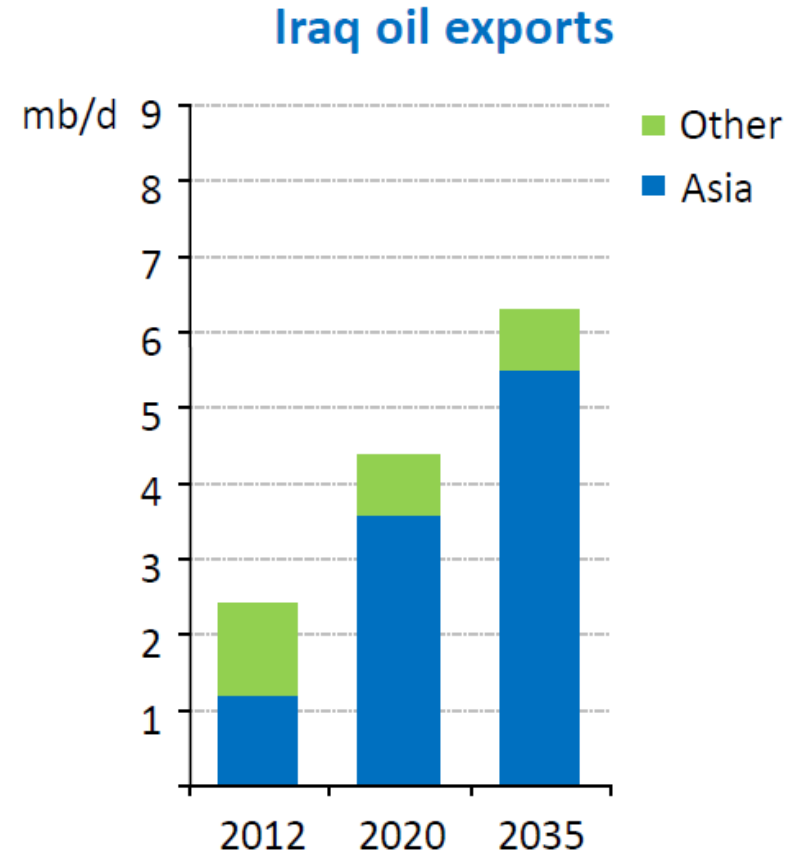
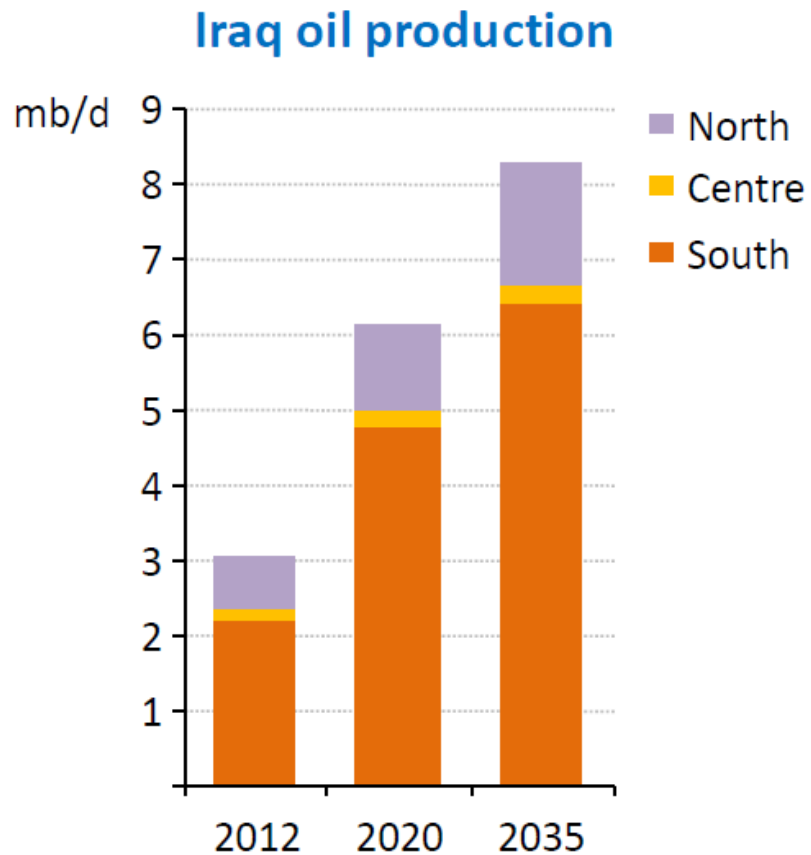
SOURCE: IEA, World Energy Outlook 2012

Net oil & gas import dependency in selected countries



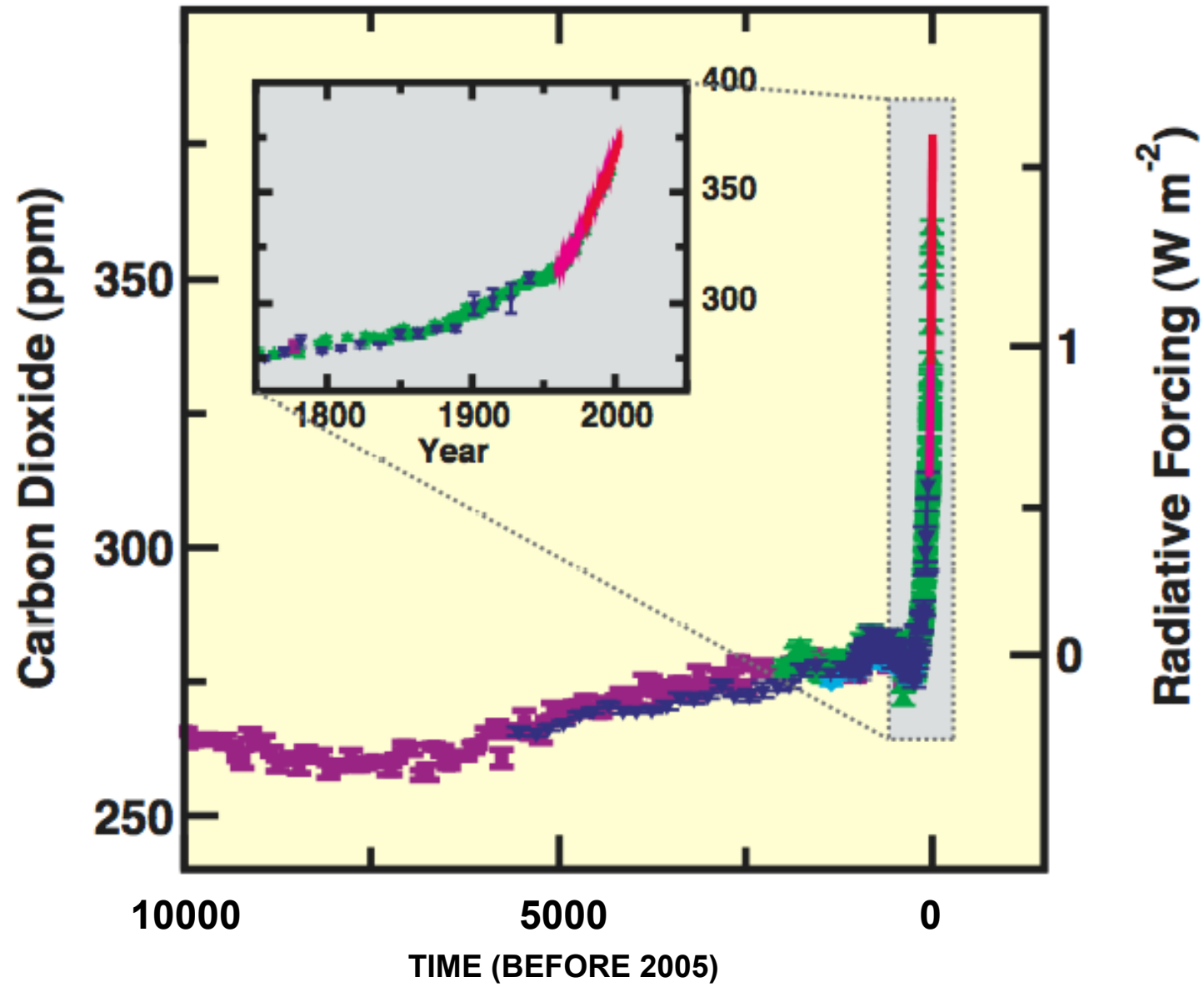
While dependence on imported oil & gas rises in many countries, the United States swims against the tide

SOURCE: IEA, World Energy Outlook 2012

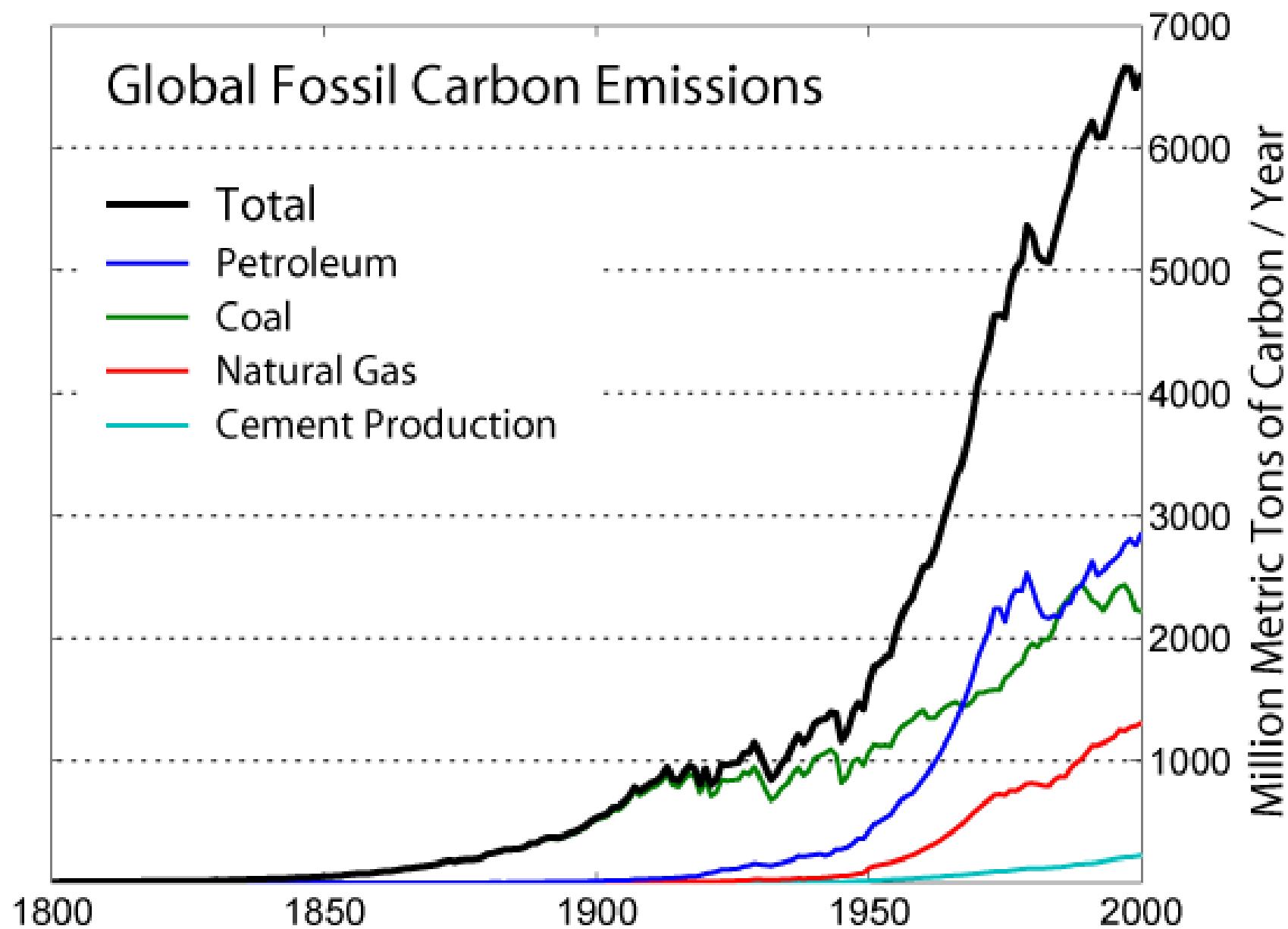


***Iraq accounts for 45% of the growth in global production to 2035;
by the 2030s it becomes the second-largest global oil exporter, overtaking Russia***

SOURCE: IEA, World Energy Outlook 2012

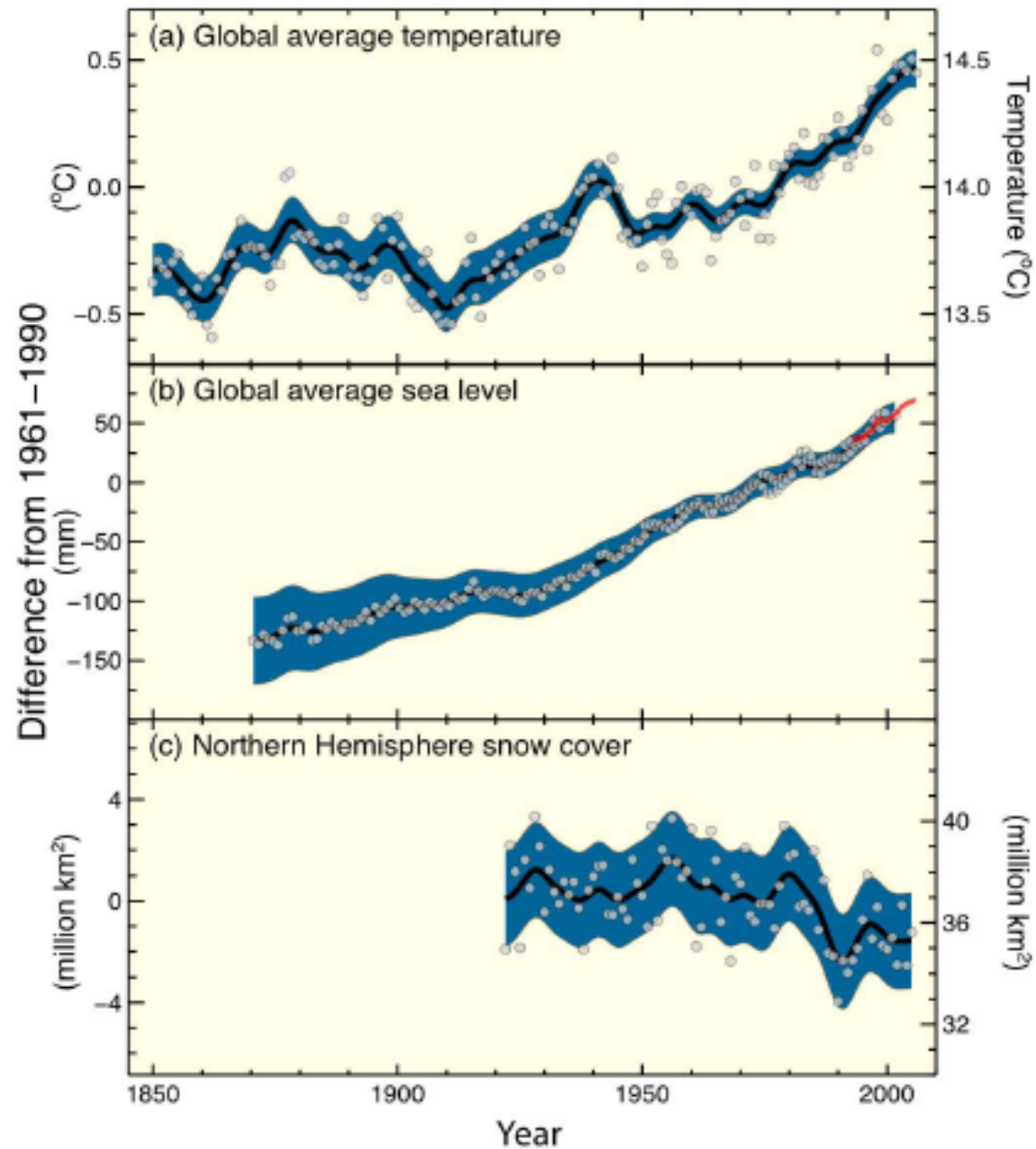


SOURCE: IPCC Report on Climate Change, 2007



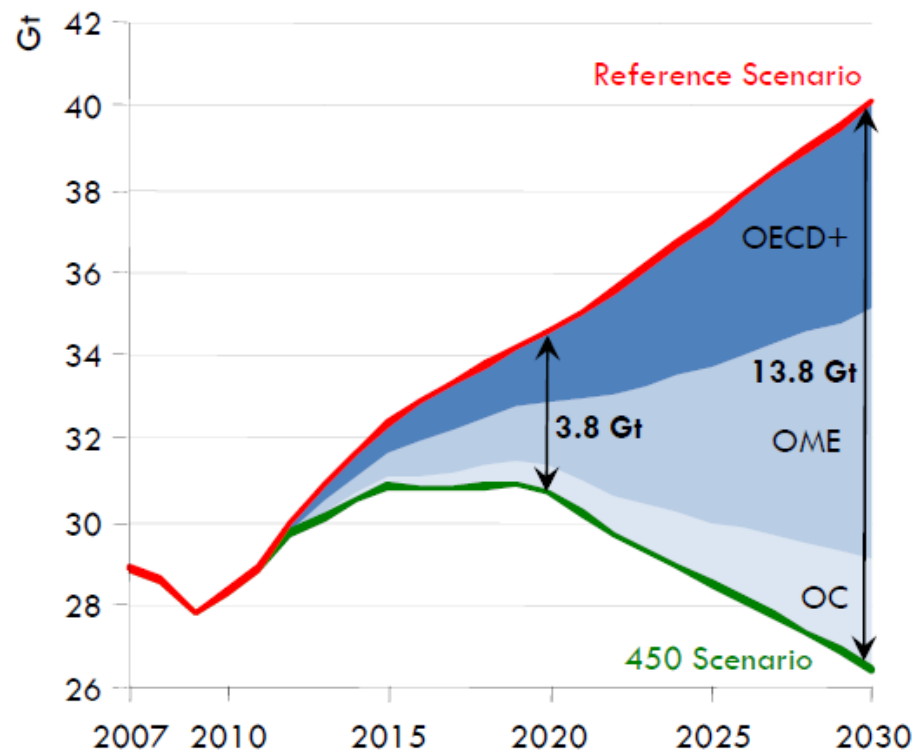
SOURCE: www.unido-ichet.org

Changes in Temperature, Sea Level and Northern Hemisphere Snow Cover

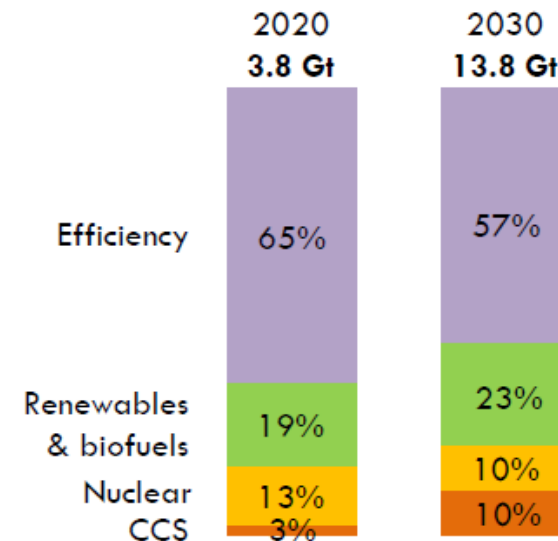


SOURCE: IPCC Report
on Climate Change, 2007

World abatement of energy-related CO₂ emissions in the 450 Scenario



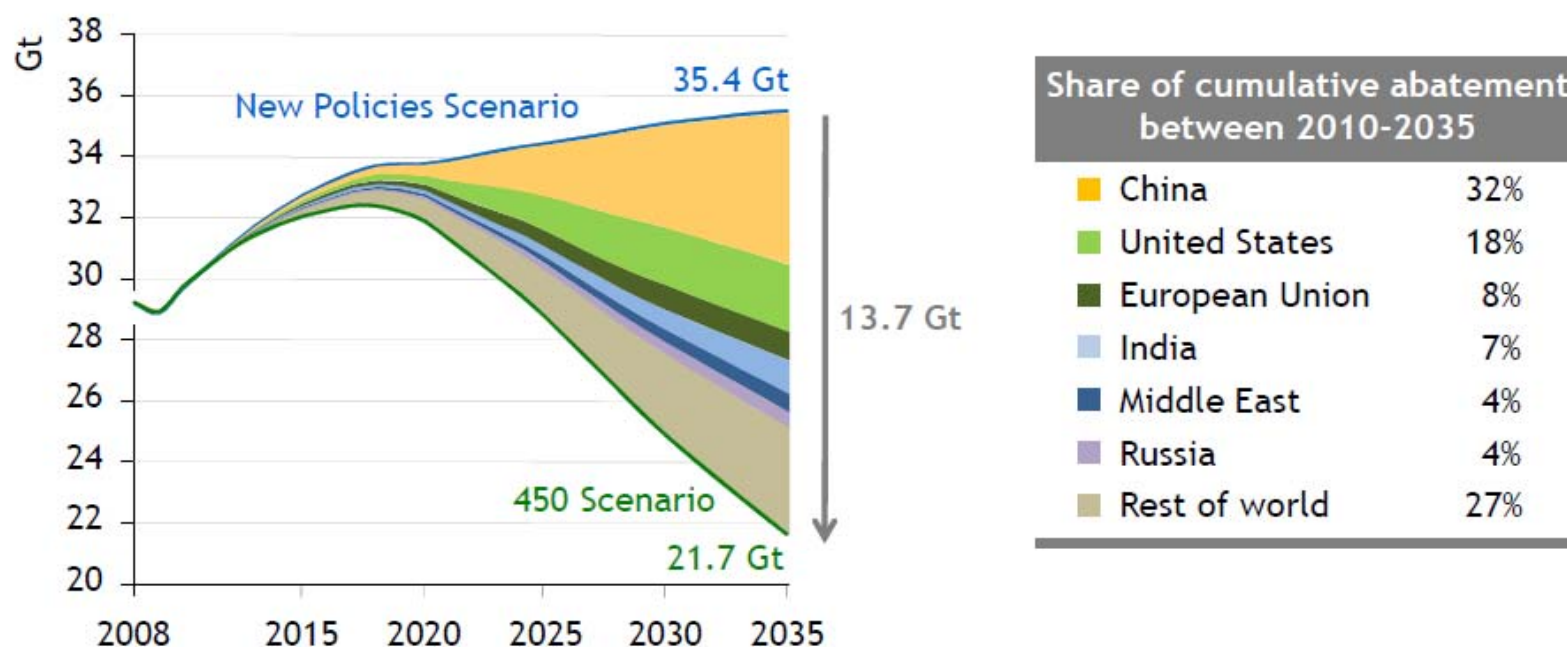
World abatement by technology



An additional \$10.5 trillion of investment is needed in total in the 450 Scenario, with measures to boost energy efficiency accounting for most of the abatement through to 2030

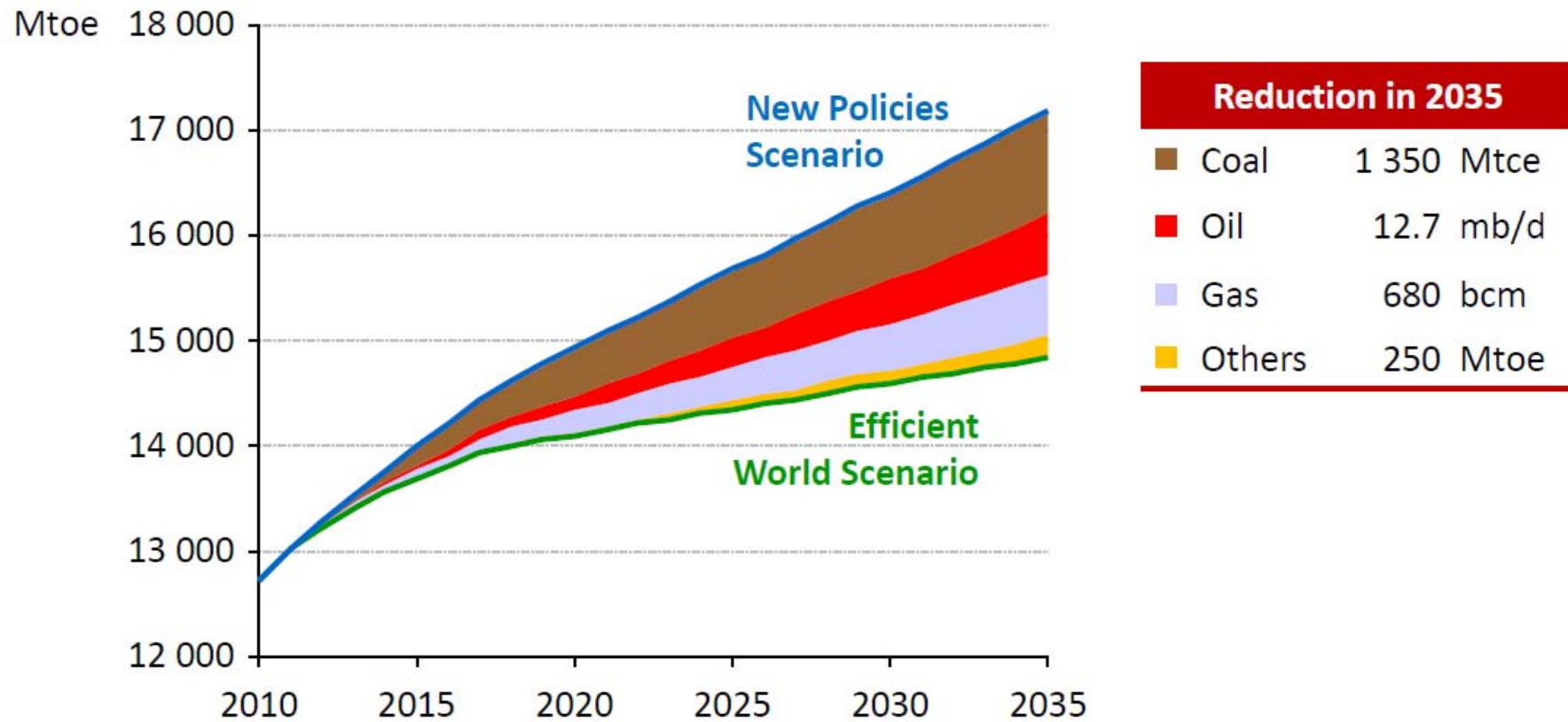
The 450 Scenario: *How do we get there now?*

World energy-related CO₂ emission savings by country in the 450 Scenario



In the 450 Scenario, China & the US together account for 50% of the cumulative emission abatement that is needed in 2010-2035

Total primary energy demand



SOURCE: IEA, World Energy Outlook 2012

POSZANOWANIE ENERGII

OZNACZA:

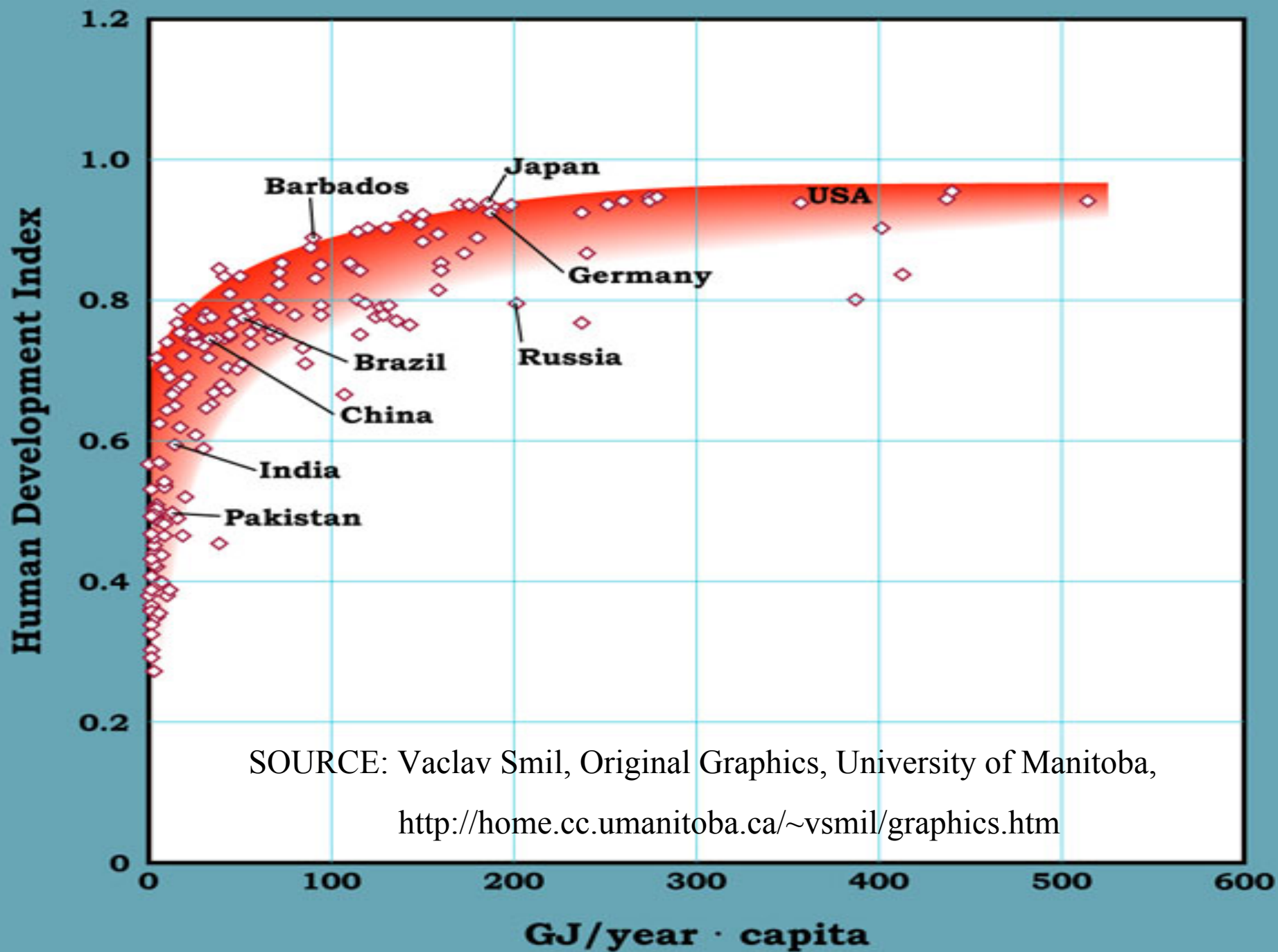
DAŻENIE DO ZASPOKAJANIA OBIEKTYWNYCH POTRZEB ENERGETYCZNYCH CZŁOWIEKA PRZY JAK NAJMNIEJSZYM ZUŻYCIU ENERGII PIERWOTNEJ, ZWŁASZCZA W POSTACIACH NIEODNAWIALNYCH

DOKONUJE SIĘ POPRZEZ:

- ZMNIEJSZANIE ZAPOTRZEBOWANIA NA ENERGIĘ UŻYTECZNĄ
- EFEKTYWNE WYKORZYSTANIE ENERGII, TJ. MINIMALIZACJĘ STRAT ENERGII PIERWOTNEJ PRZY JEJ POZYSKIWANIU I PRZETWARZANIU NA UŻYTECZNE POSTACIE ENERGII

WYMAGA:

- POWSZECHNEGO ZAINTERESOWANIA I POZYTYWNEGO NASTAWIENIA SPOŁECZEŃSTWA DO OSZCZĘDZANIA ENERGII
- SKOORDYNOWANYCH DZIAŁAŃ W SFERZE TECHIKI, EKONOMII, PRAWA ORAZ EDUKACJI I INFORMACJI SPOŁECZNEJ

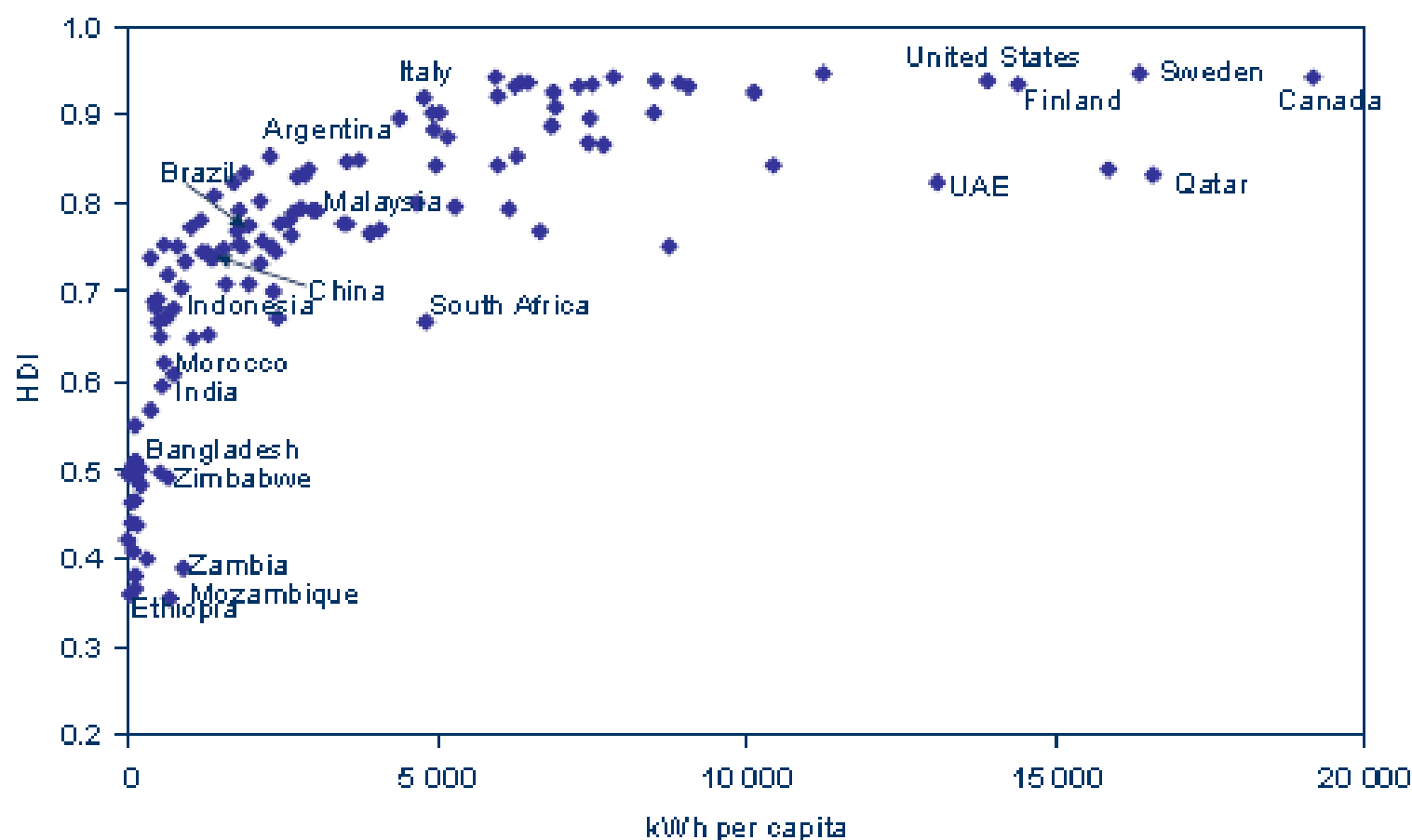




INTERNATIONAL
ENERGY AGENCY

WORLD
ENERGY
OUTLOOK
2004

HDI & Electricity Consumption per Capita, 2002



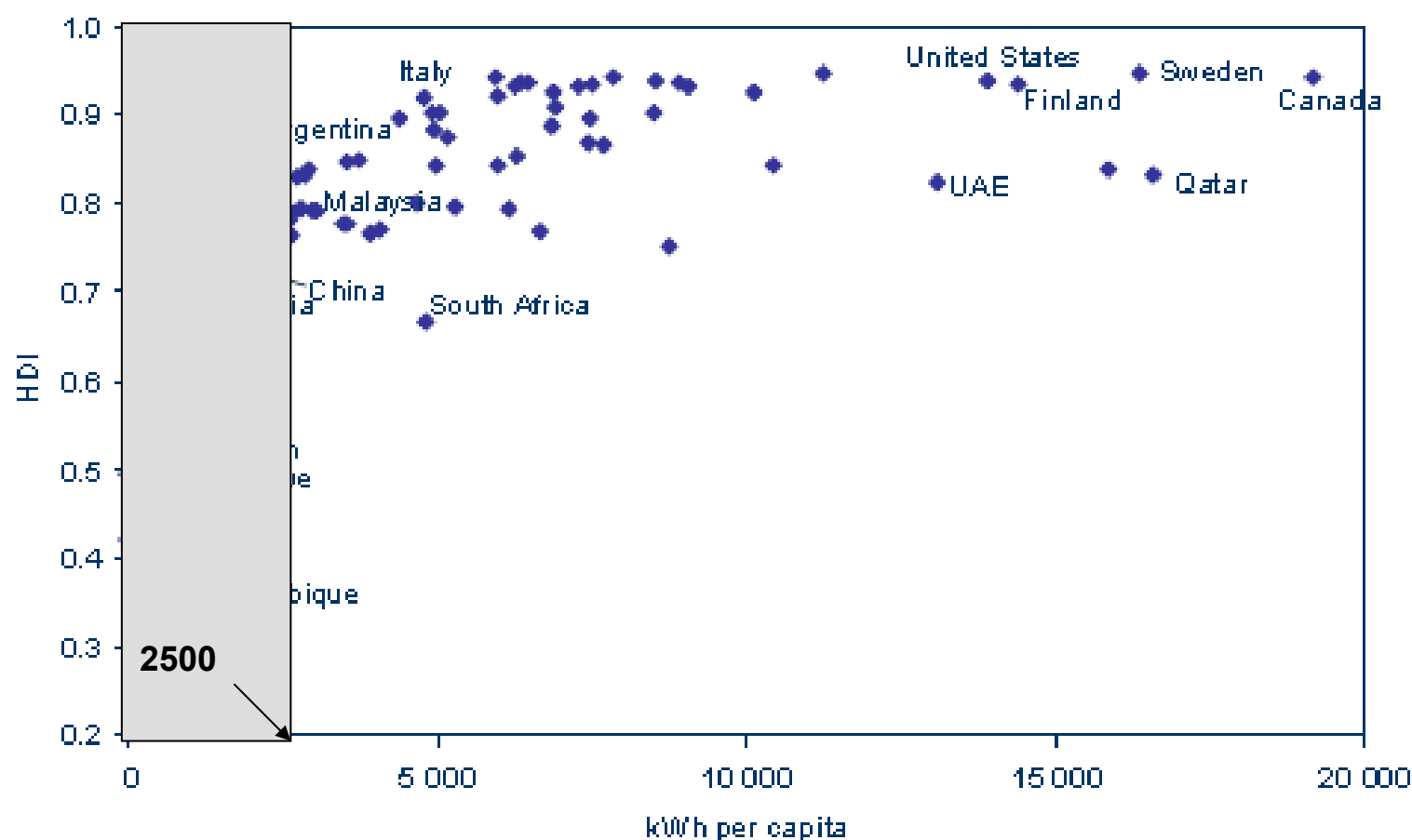
Increased per capita electricity use is associated with much larger improvements in human development in poor countries



INTERNATIONAL
ENERGY AGENCY

WORLD
ENERGY
OUTLOOK
2004

HDI & Electricity Consumption per Capita, 2002



Increased per capita electricity use is associated with much larger improvements in human development in poor countries

NARZUCAJĄCE SIĘ SPOSTRZEŻENIA

- DOSTĘP DO ENERGII JEST NA ŚWIECIE BARDZO NIERÓWNY
- BARDZO TRUDNO JEST OSIĄGNAĆ $HDI > 0.8$ PRZY ROCZNEJ KONSUMPCJI ENERGII PIERWOTNEJ PONIŻEJ **1 toe/osobę**
- W GRUPIE KRAJÓW O ROCZNYM ZUŻYCIU ENERGII PIERWOTNEJ WYŻSZYM NIŻ ŚREDNIA ŚWIATOWA (**1, 65 toe/osobę**), HDI JEST BARDZO SŁABO SKORELOWANY Z TYM WSKAŹNIKIEM. **W TYCH KRAJACH POPRAWĘ HDI MOŻNA OSIĄGNAĆ BEZ ZWIĘKSZANIA KONSUMPCJI ENERGII PIERWOTNEJ.**
- BARDZO WYSOKIE ZUŻYCIU ENERGII NIE WYNIKA Z POTRZEB, ALE Z MOŻLIWOŚCI

ZMNIEJSZANIE ZAPOTRZEBOWANIA NA ENERGIĘ UŻYTECZNĄ

DZIAŁANIA W SFERZE TECHNIKI – PRZYKŁADY

- **INSTALOWANIE LICZNIKÓW ENERGII W MIESZKANIACH I POJAZDACH**
- **TERMOMODERNIZACJA STARYCH BUDYNKÓW ORAZ WZNOSZENIE NOWYCH ZGODNIE Z ZAOSTRZONYMI NORMAMI ZUŻYCIA ENERGII**
- **OGRANICZANIE POTRZEBY UŻYWANIA SAMOCHODU – WYKORZYSTANIE INTERNETU DO ORGANIZOWANIA TELEPRACY, TELEKONFERENCJI ORAZ DO ZAŁATWIANIA WIELU RÓŻNYCH SPRAW BEZ WYCHODZENIA Z DOMU**

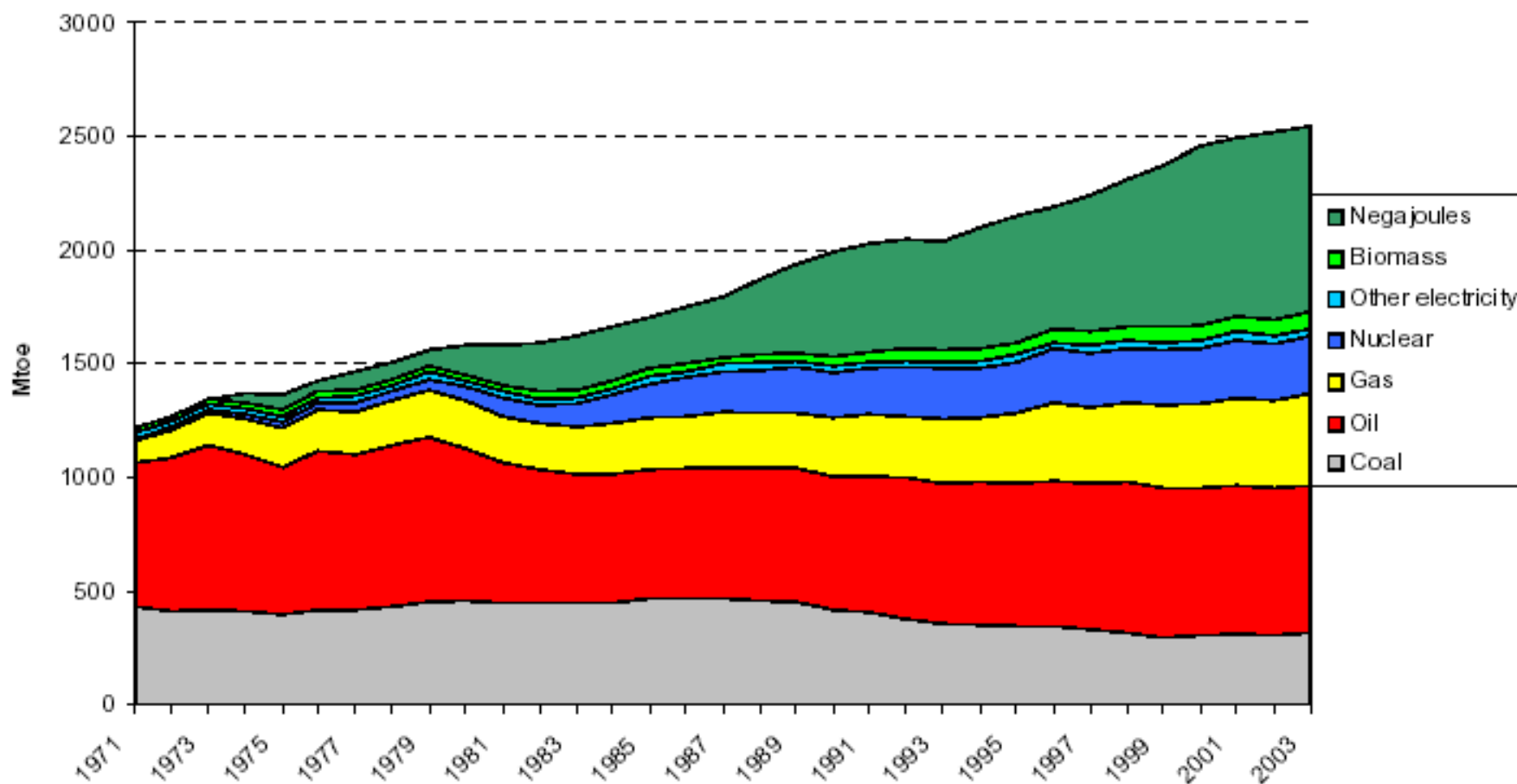
DZIAŁANIA W SFERZE PRAWA I EKONOMII – PRZYKŁADY

- **NORMY DOTYCZĄCE EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ NOWYCH BUDYNKÓW I URZĄDZEŃ WPROWADZANYCH NA RYNEK**
- **ULGI PODATKOWE Z TYTUŁU INWESTYCJI TERMOMODERNIZACYJNYCH**
- **PREFERENCJE DLA KOMUNIKACJI ZBIOROWEJ ORAZ UTRUDNIENIA OGRANICZAJĄCE UŻYWANIE SAMOCHODÓW W MIASTACH**

KSZTAŁTOWANIE POSTAW SPOŁECZNYCH - PRZYKŁADY

- **KREOWANIE PRZEZ MEDIA „MODY” NA OSZCZĘDZANIE ENERGII**
- **EDUKACJA NA RZECZ POSZANOWANIA ENERGII OBEJMUJĄCA CAŁE SPOŁECZEŃSTWO, OD DZIECI PO DECYDENTÓW**

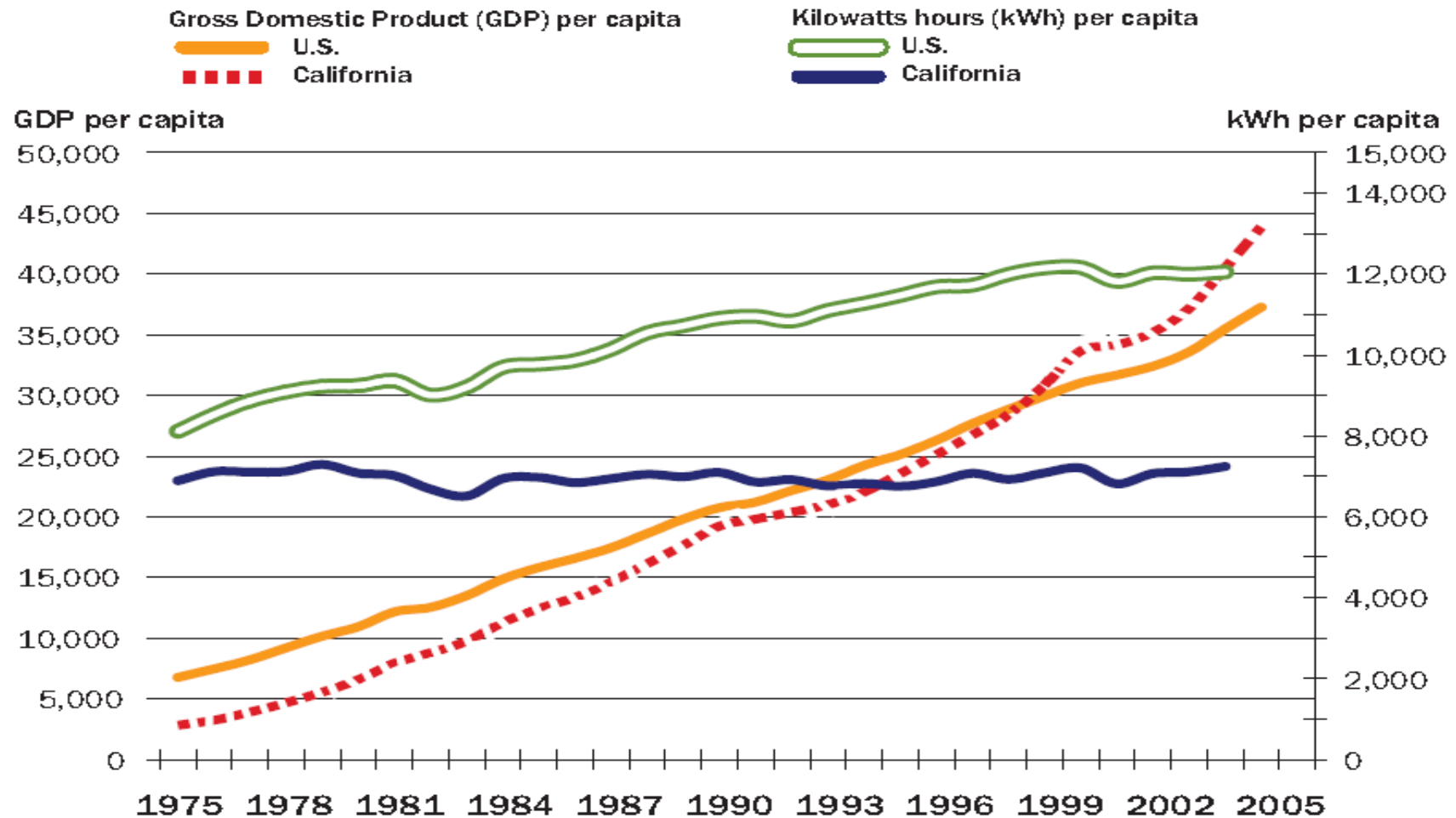
ROZWÓJ ZAPOTRZEBOWANIA NA ENERGIĘ PIERWOTNĄ W UNII EUROPEJSKIEJ (EU-25) I OSZCZĘDNOŚCI ENERGII (NEGAJOULES) W ODNIESIENIU DO ENERGOCHŁONNOŚCI Z ROKU 1971



ŹRÓDŁO: Zielona księga o efektywności energetycznej, COM(2005)265Wersja końcowa, www.kape.gov.pl

Figure 3

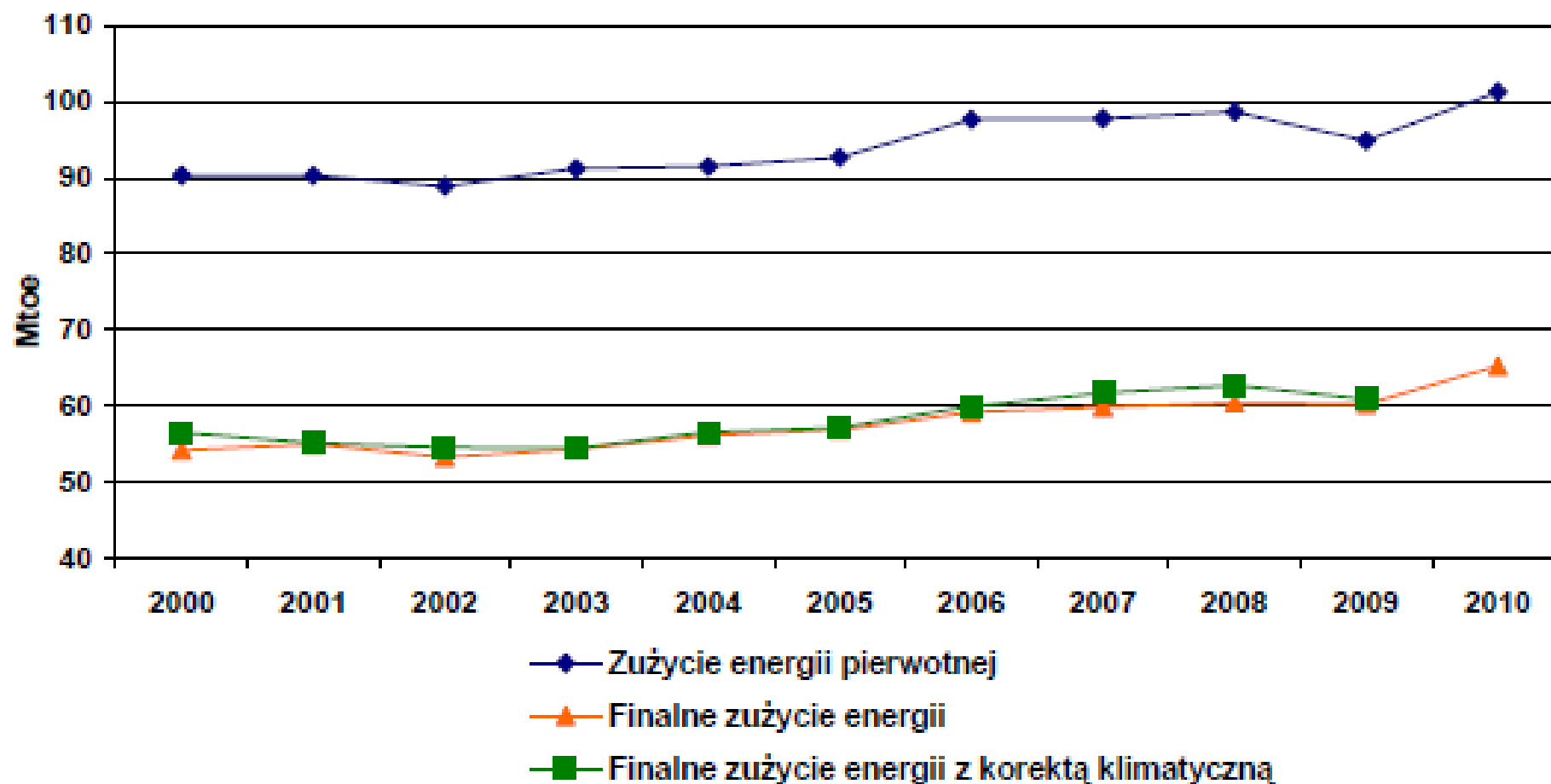
Electricity usage and economic growth for California and the United States



Source: California Energy Commission

SOURCE: Energy future: Think efficiency, American Physical Society, September 2008.
www.aps.org/energyefficiencyreport/

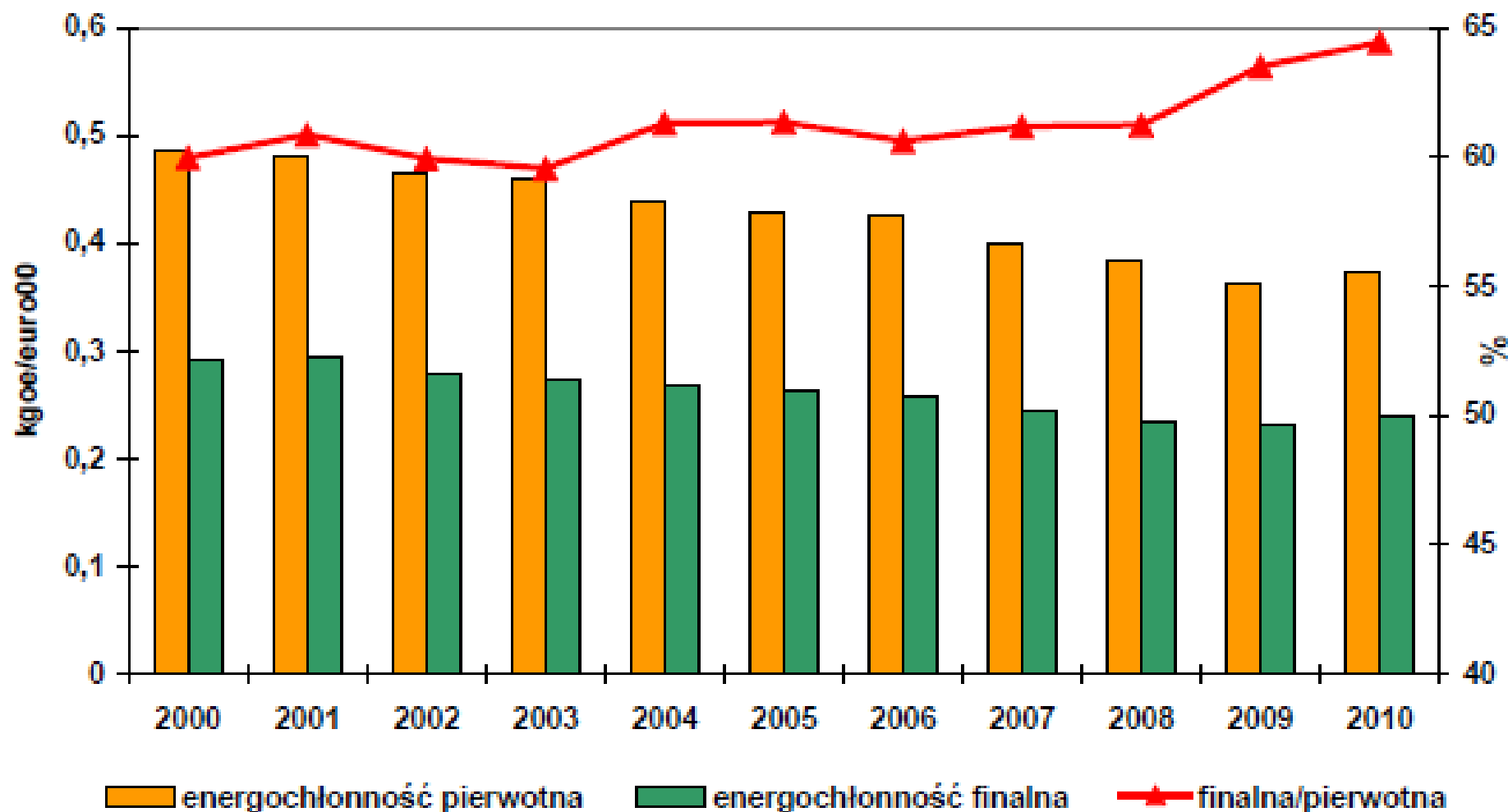
Zużycie energii pierwotnej i finalne zużycie energii w Polsce w latach 2000-2010



ŹRÓDŁO: Główny Urząd Statystyczny, Efektywność wykorzystania energii w latach 2000-2010, Warszawa 2012

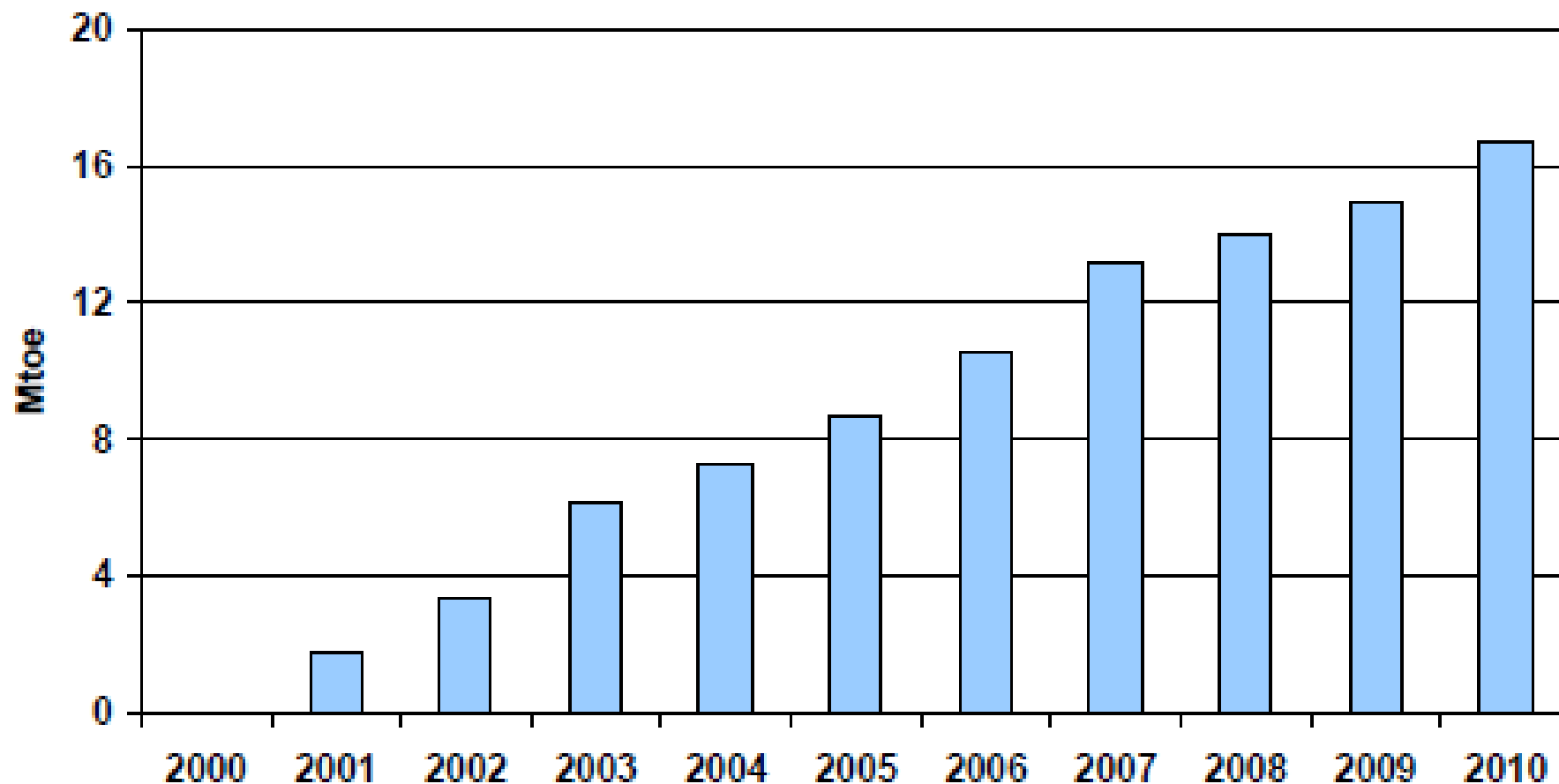
www.stat.gov.pl

Energochłonność PKB



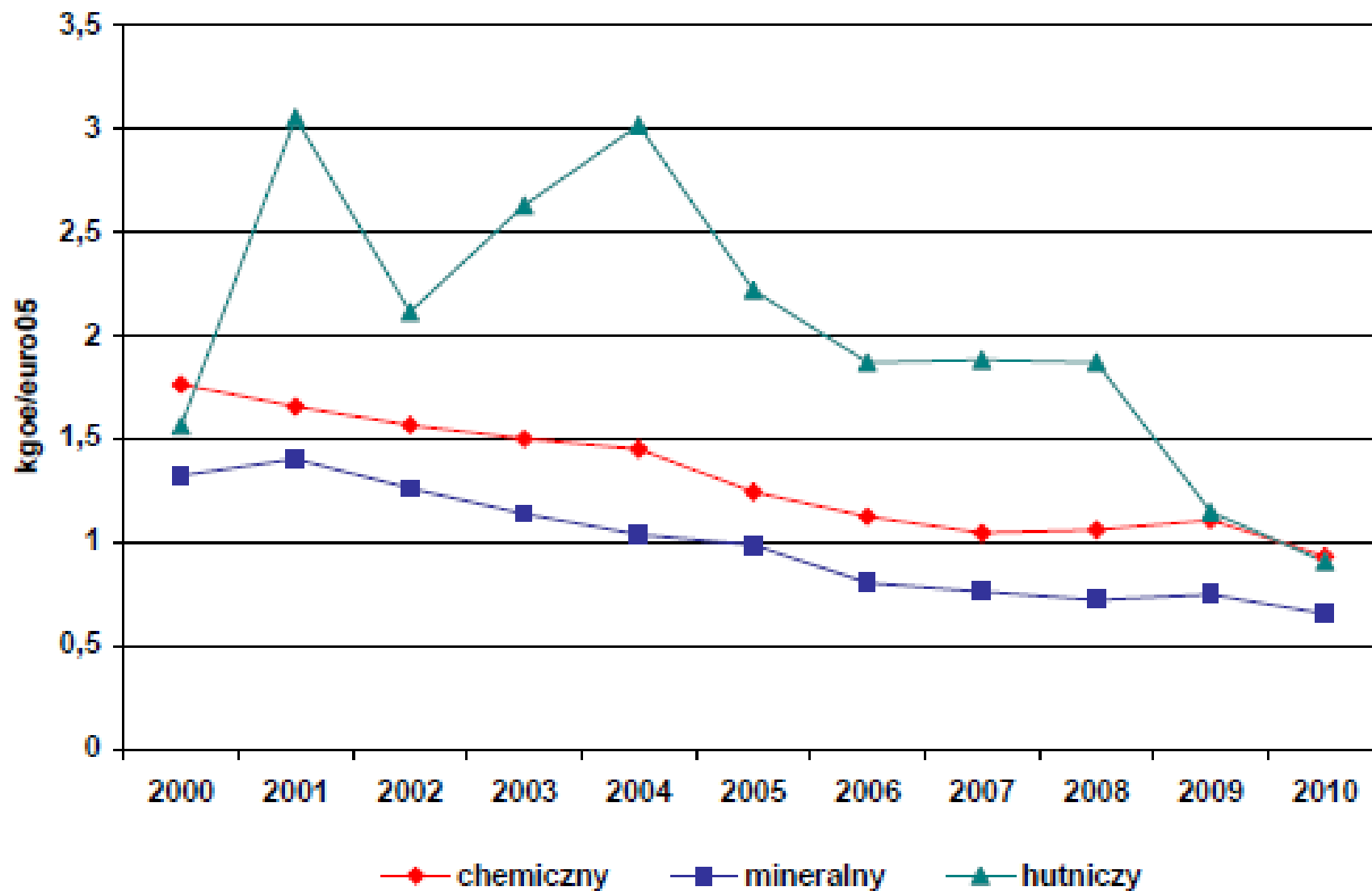
ŹRÓDŁO: Główny Urząd Statystyczny, Efektywność wykorzystania energii w latach 2000-2010, Warszawa 2012
www.stat.gov.pl

Skumulowane oszczędności energii



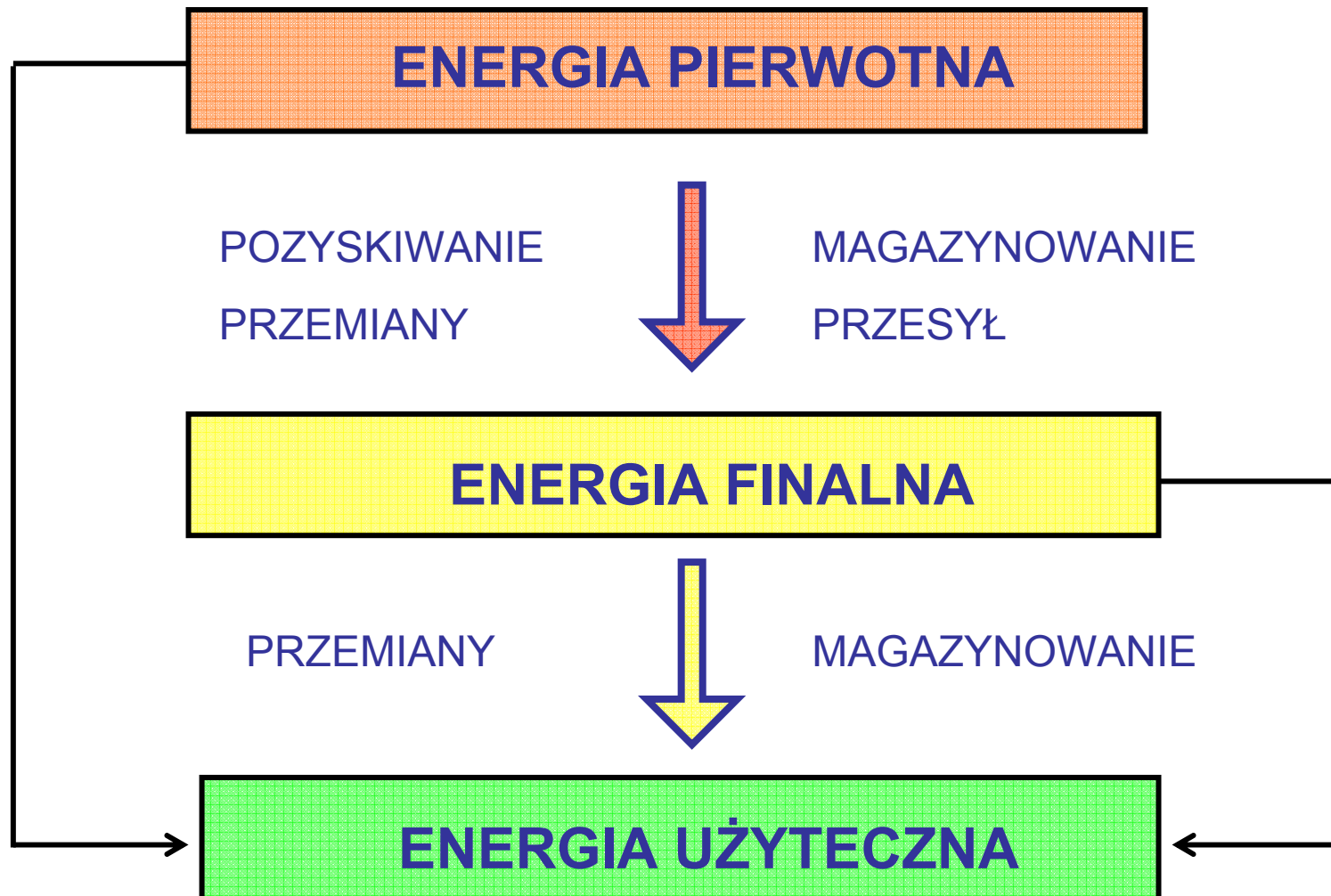
ŹRÓDŁO: Główny Urząd Statystyczny, Efektywność wykorzystania energii w latach 2000-2010, Warszawa 2012
www.stat.gov.pl

Wskaźnik energochłonności w energochłonnych gałęziach przemysłu

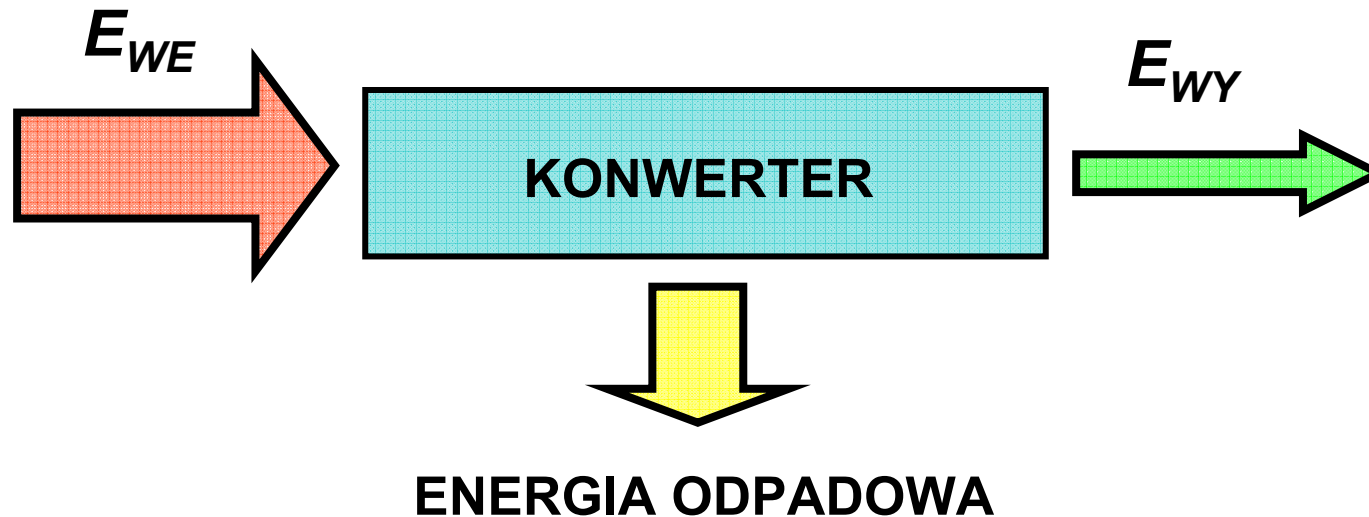


ŹRÓDŁO: Główny Urząd Statystyczny, Efektywność wykorzystania energii w latach 2000-2010, Warszawa 2012
www.stat.gov.pl

ŁAŃCUCH PRZEMIAN ENERGII



PRZEMIANY ENERGII

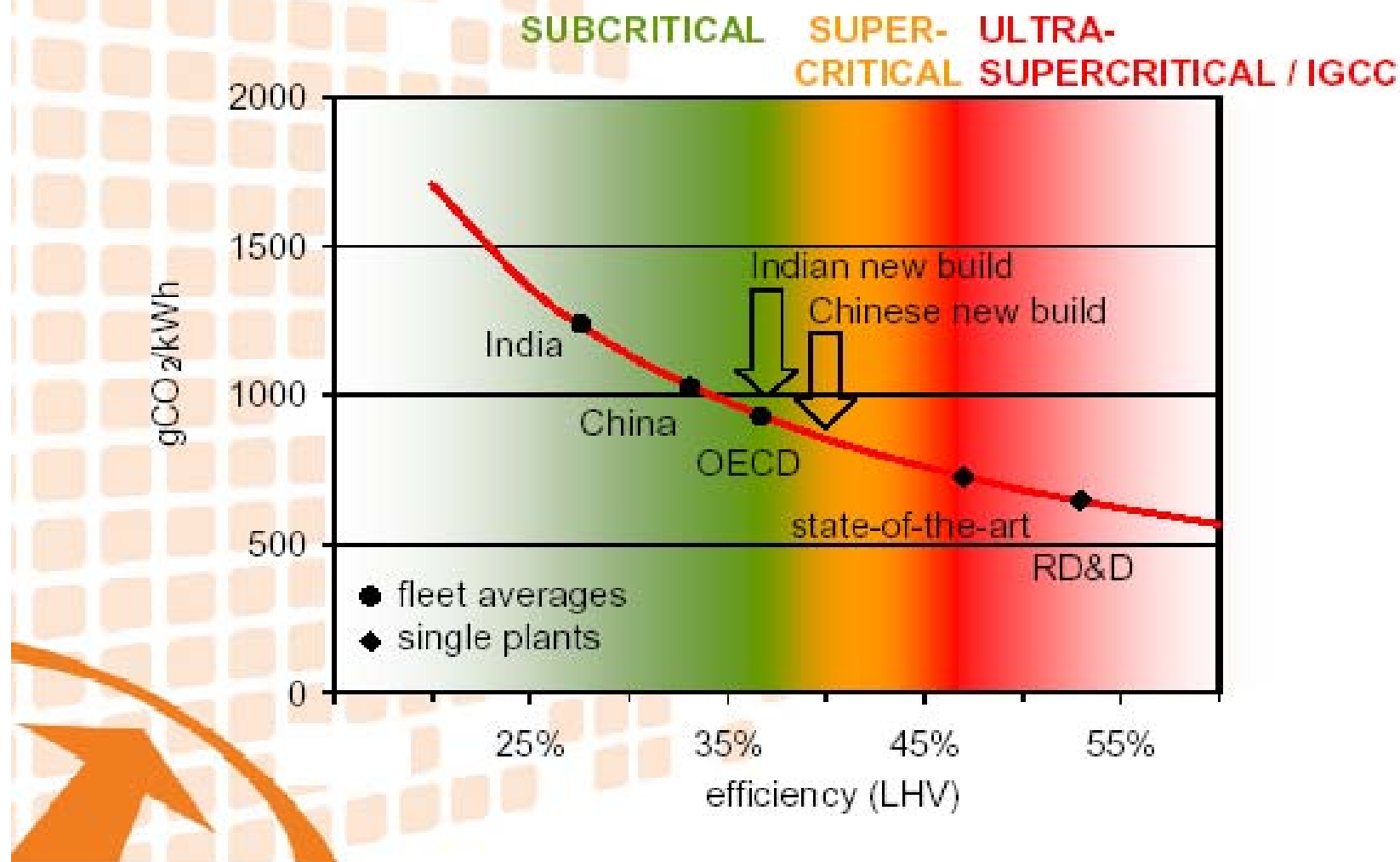


SPRAWNOŚĆ PRZEMIANY: $\eta = E_{WY}/E_{WE}$

SPRAWNOŚĆ ŁAŃCUCHA PRZEMIAN: $\eta = \eta_1 \times \eta_2 \dots \times \eta_n$

POSZANOWANIE ENERGII REALIZUJE SIĘ ZARÓWNO POPRZECZ
ZWIĘKSZANIE SPRAWNOŚCI PRZEMIAN (KONWERSJI) ENERGII,
JAK I ZAGOSPODAROWYWANIE ENERGII ODPADOWEJ

CO₂ emissions from coal-fired power plants



SOURCE: B. Ricketts, Coal in the IEA World Energy Outlook 2006.

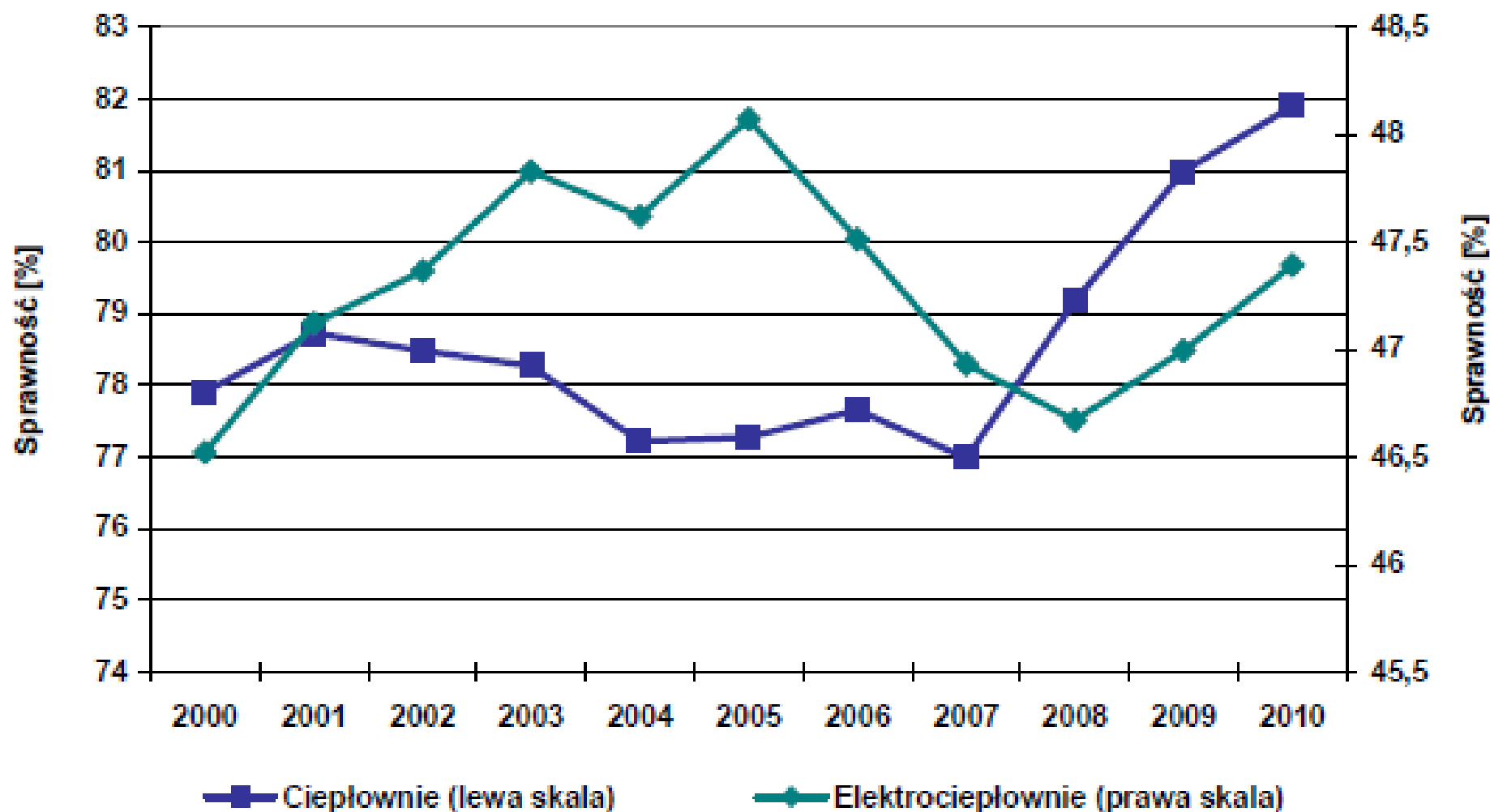
www.coal.org/PDFs/Brian%20Ricketts.pdf

SPRAWNOŚĆ NETTO WYTWARZANIA ENERGII ELEKTRYCZNEJ W ELEKTROWNIACH CIEPLNYCH ZAWODOWYCH W POLSCE

ROK	1990	1995	2000	2003	2005	2006	2007
SPRAWNOŚĆ, %	32,3	34,9	35,6	36,4	37,1	36,8	36,7

ŹRÓDŁO: GUS – GOSPODARKA PALIWOWO-ENERGETYCZNA

Średnia sprawność elektrociepłowni i ciepłowni w Polsce



ŹRÓDŁO: Główny Urząd Statystyczny, Efektywność wykorzystania energii w latach 2000-2010, Warszawa 2012
www.stat.gov.pl



Best available Technology and Solutions...

SIEMENS

Lignite fired Steam Power Plant

43%

net efficiency, 2002

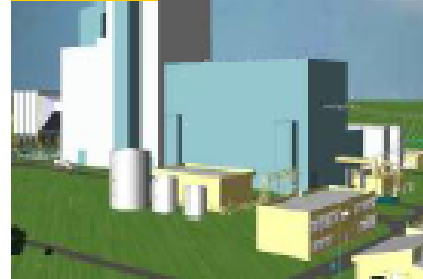


BoA Niederaußem
965 MW

Hard Coal fired Steam Power Plant

>46%

net efficiency, 2004



Reference STPP NRW
600 MW

Gas fired Combined Cycle Power Plant

>58%

net efficiency, 2002



Mainz-Wiesbaden
398 MW

* technology acc. to COORETEC

1992: 35 %

1992: 43 %

1992: ~52 %

Expected efficiency development *

2020: **53 %**

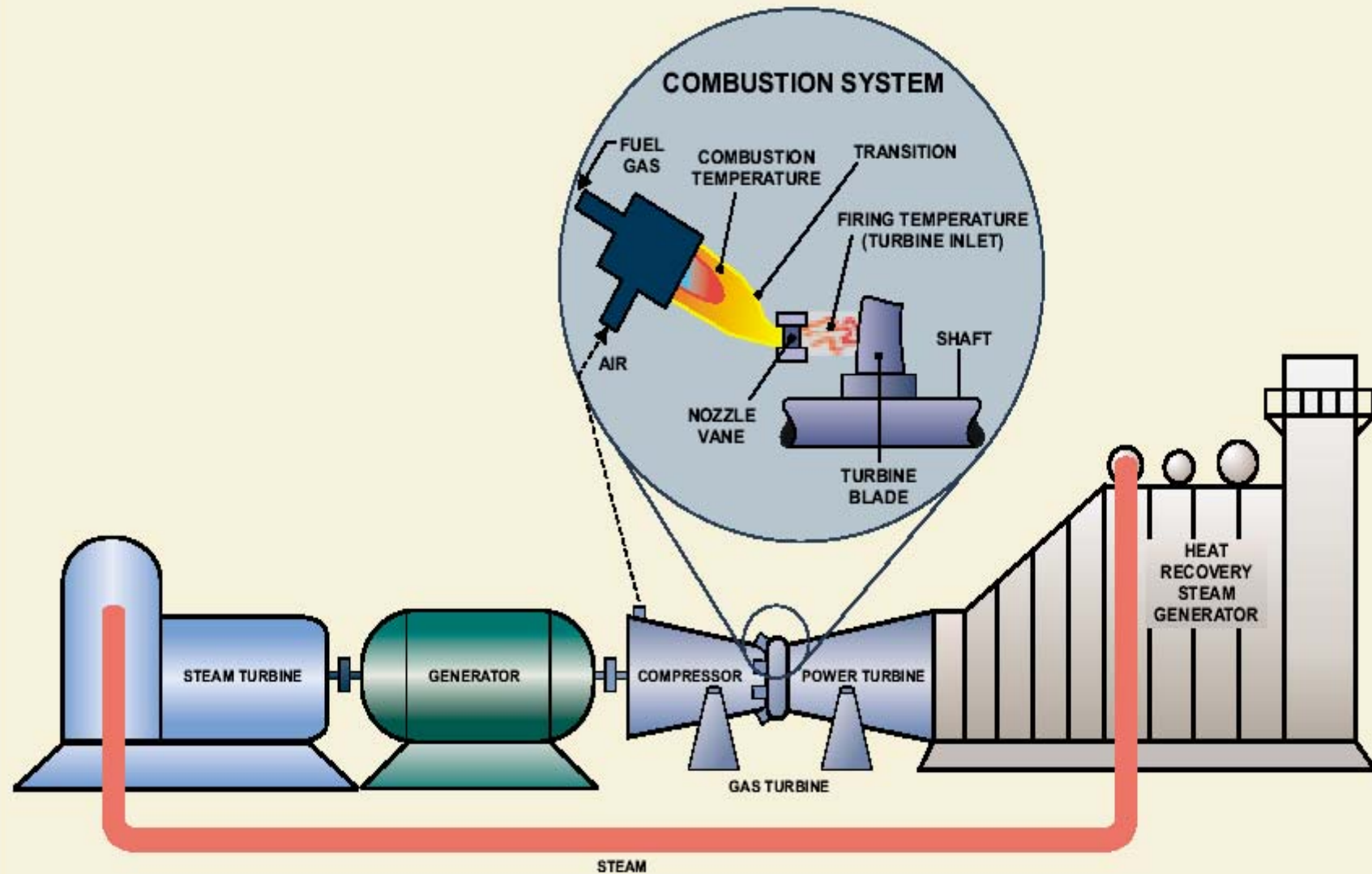
2020: **53 %**

2020: **~65 %**

...improving customer's competitiveness and
profitability

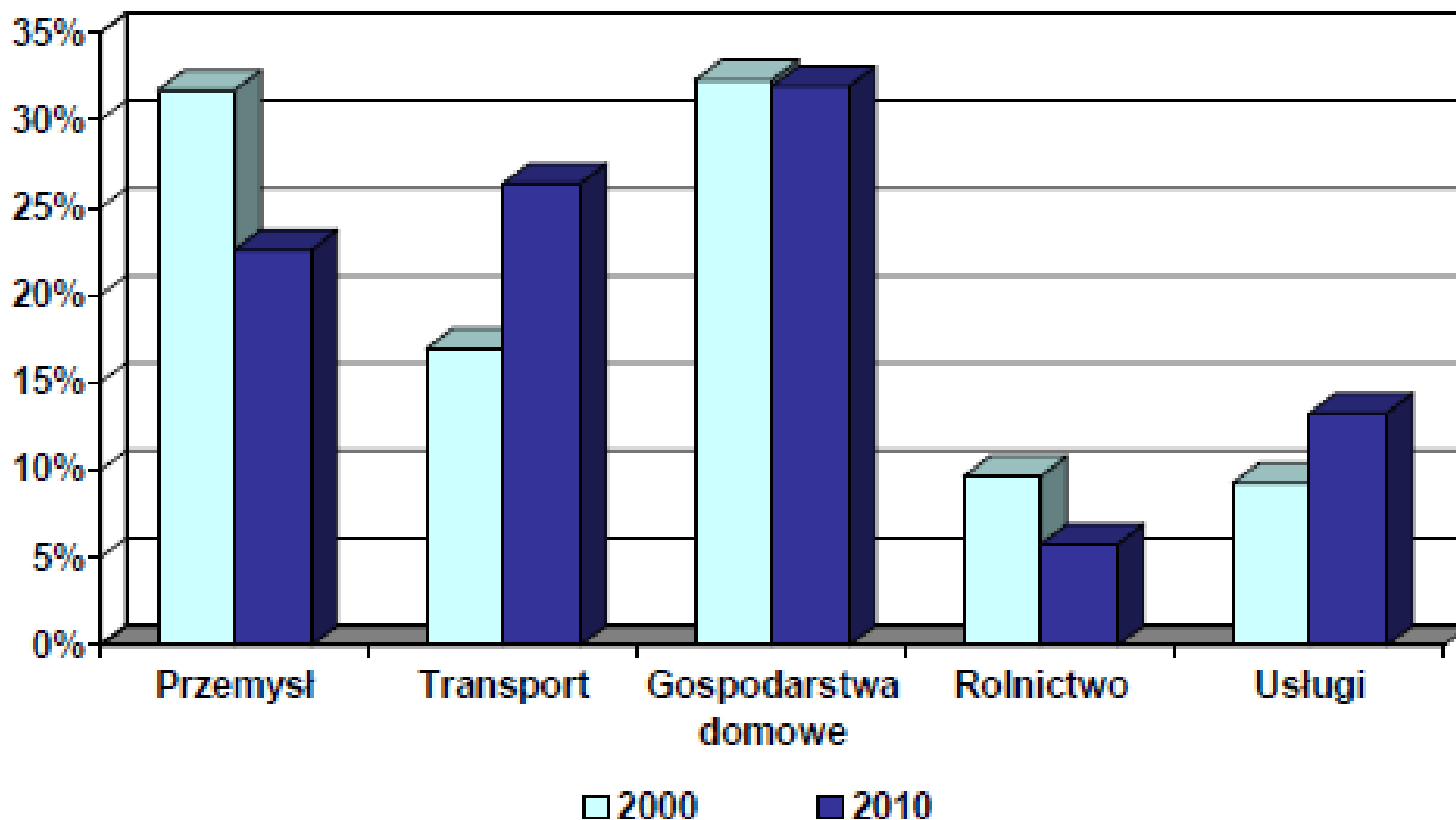
Power Generation
GS4

Gas Turbine Combined-Cycle



SOURCE: US Department of Energy, Office of Fossil Energy, National Energy Technology Laboratory

Struktura finalnego zużycia energii w Polsce wg sektorów



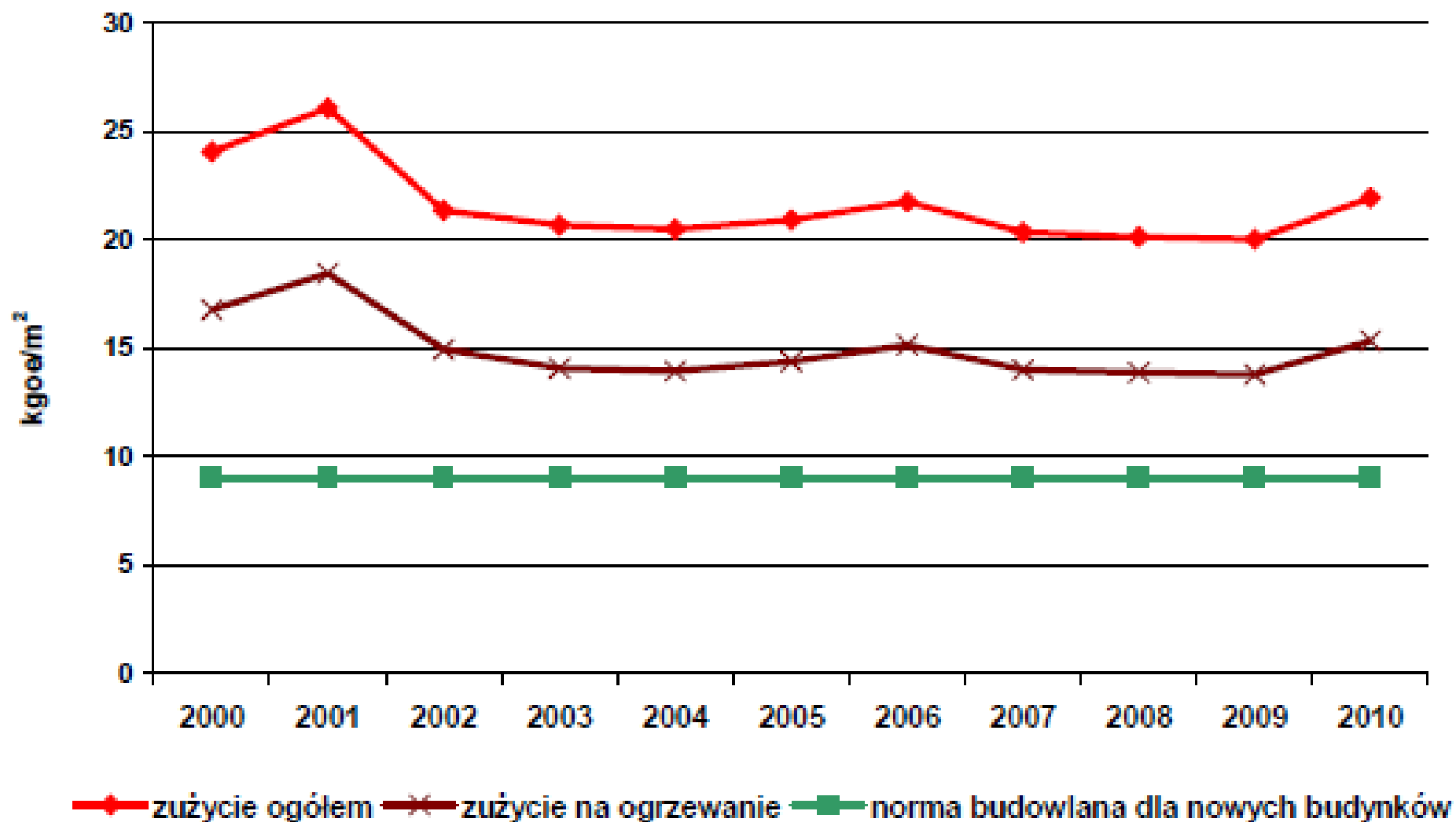
ŹRÓDŁO: Główny Urząd Statystyczny, Efektywność wykorzystania energii w latach 2000-2010, Warszawa 2012
www.stat.gov.pl

Struktura zużycia energii w gospodarstwach domowych wg kierunków użytkowania

Wyszczególnienie	1993	2002	2009
Ogółem.....	100,0	100,0	100,0
Ogrzewanie.....	73,1	71,3	70,2
Podgrzewanie wody.....	14,9	15,0	14,4
Gotowanie posiłków.....	7,1	7,1	8,2
Oświetlenie.....	1,6	2,3	1,8
Wypożyczenie elektryczne.....	3,3	4,3	5,4

ŹRÓDŁO: Główny Urząd Statystyczny, Efektywność wykorzystania energii w latach 2000-2010, Warszawa 2012
www.stat.gov.pl

Zużycie energii w gospodarstwach domowych na m²



ŹRÓDŁO: Główny Urząd Statystyczny, Efektywność wykorzystania energii w latach 2000-2010, Warszawa 2012
www.stat.gov.pl

SOURCE:
www.ampelite.com.au



LEXAN ZigZag Properties

Properties	Value	Unit
Direct Light transmission**	90.9	%
Diffused Light transmission**	80.3	%
U-value	2.7	W/m ² K
Weight	4.08	kg/m ²
Width	1.20	m
Length	max 2.56	m
Material	LEXAN Polycarbonate	
Coating inner side	Anti Condense	
Coating inside channels	Anti Condense / Anti Algae	
Coating outer side	UV protection	

SOURCE:

www.ampelite.com.au

Fig. 1: Cross-section

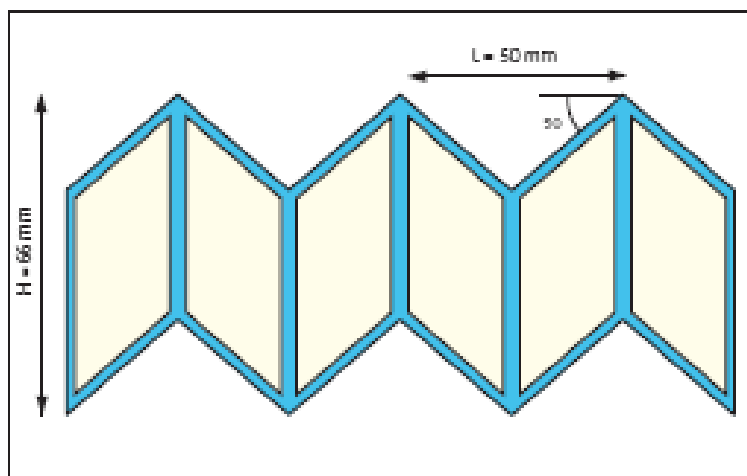


Fig. 2: Light transmission

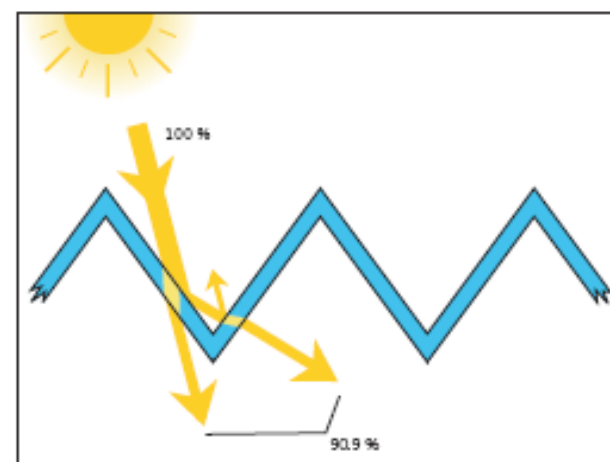
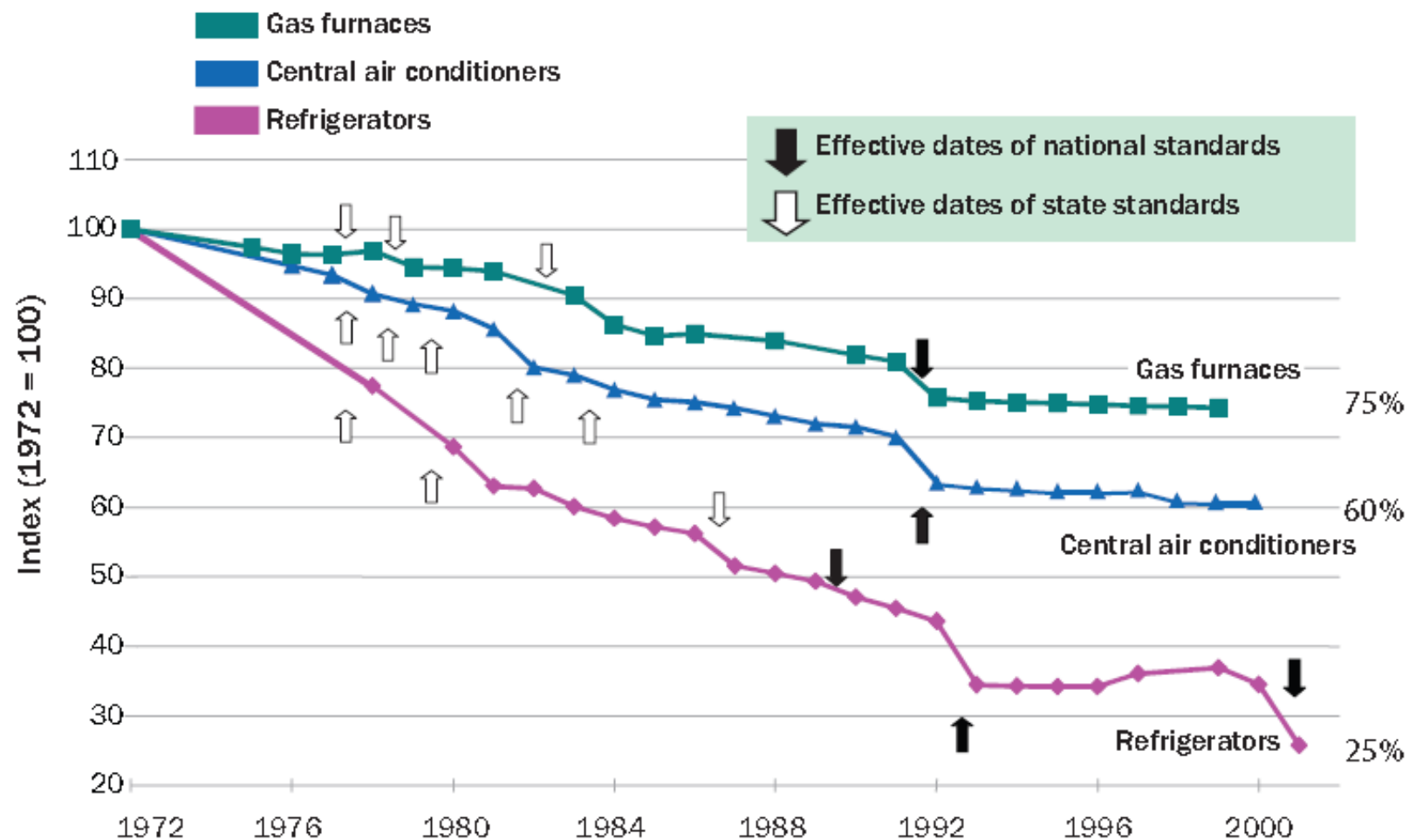


Figure 23

Impact of standards on efficiency of 3 household appliances

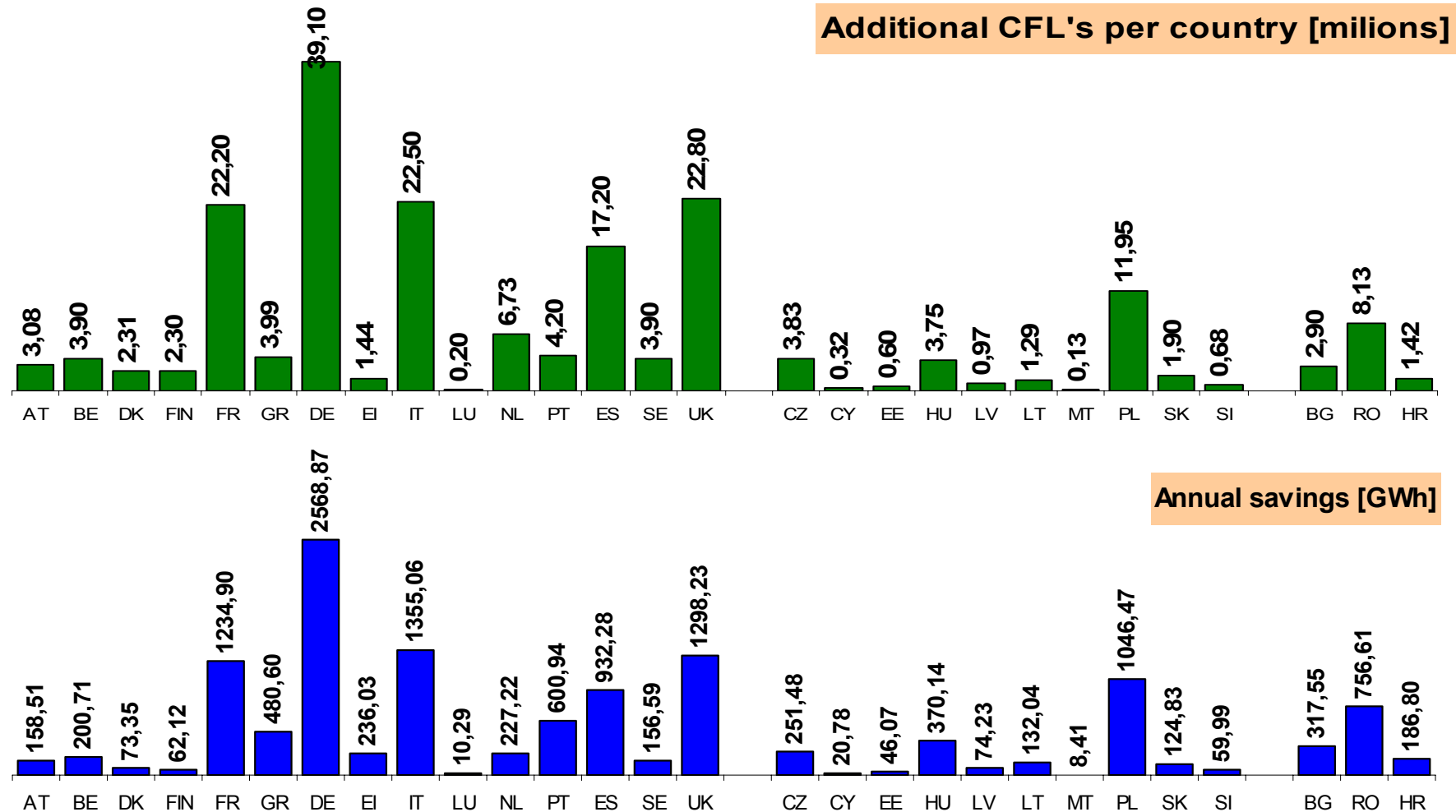


Source: A. Rosenfeld, California Energy Commission; S. Nadel, ACEEE, in ECEEE 2003 Summer Study, www.eceee.org

SOURCE: Energy future: Think efficiency, American Physical Society, September 2008.
www.aps.org/energyefficiencyreport/

EC DG-JRC study on lighting in buildings

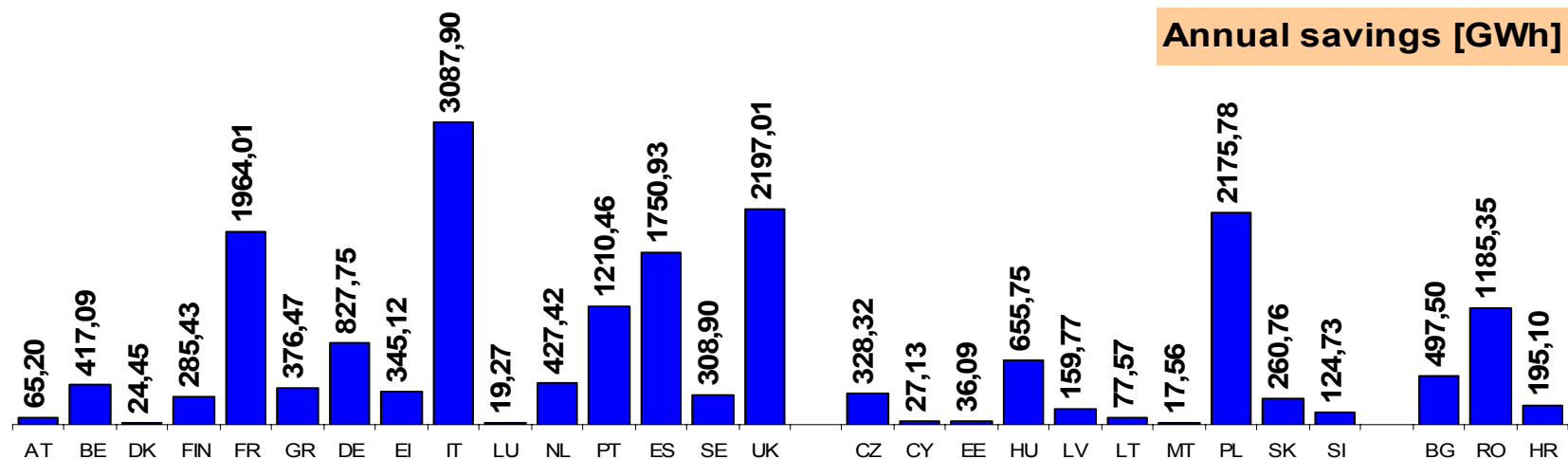
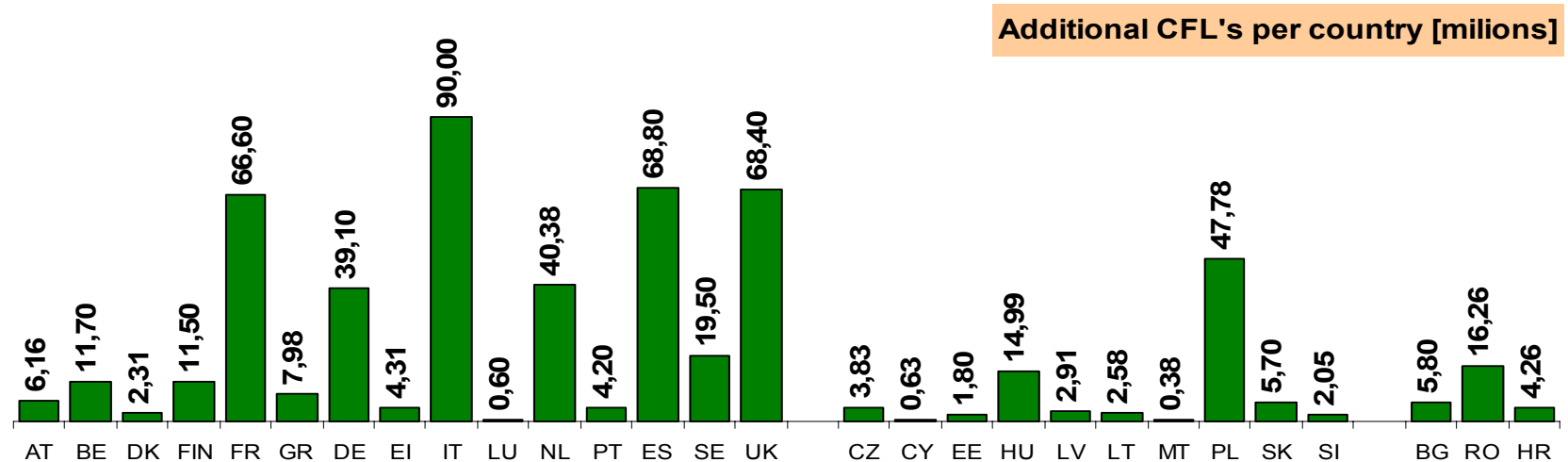
Scenario 1: one additional CFL per household



ŹRÓDŁO: Bogdan Atanasiu and Paolo Bertoldi, Main issues of European energy efficiency strategy, European Commission DG JRC - Institute for Environment and Sustainability, „Energy efficient lighting – the perspective of development in Europe and in Poland”, 20 June 2007, Warsaw, Poland.

EC DG-JRC study on lighting in buildings

Scenario 2: 25 % of lighting points to be CFLs



SOURCE: Bogdan Atanasiu and Paolo Bertoldi, Main issues of European energy efficiency strategy, European Commission DG JRC - Institute for Environment and Sustainability, „Energy efficient lighting – the perspective of development in Europe and in Poland”, 20 June 2007, Warsaw, Poland.

INDUCTION HEATING

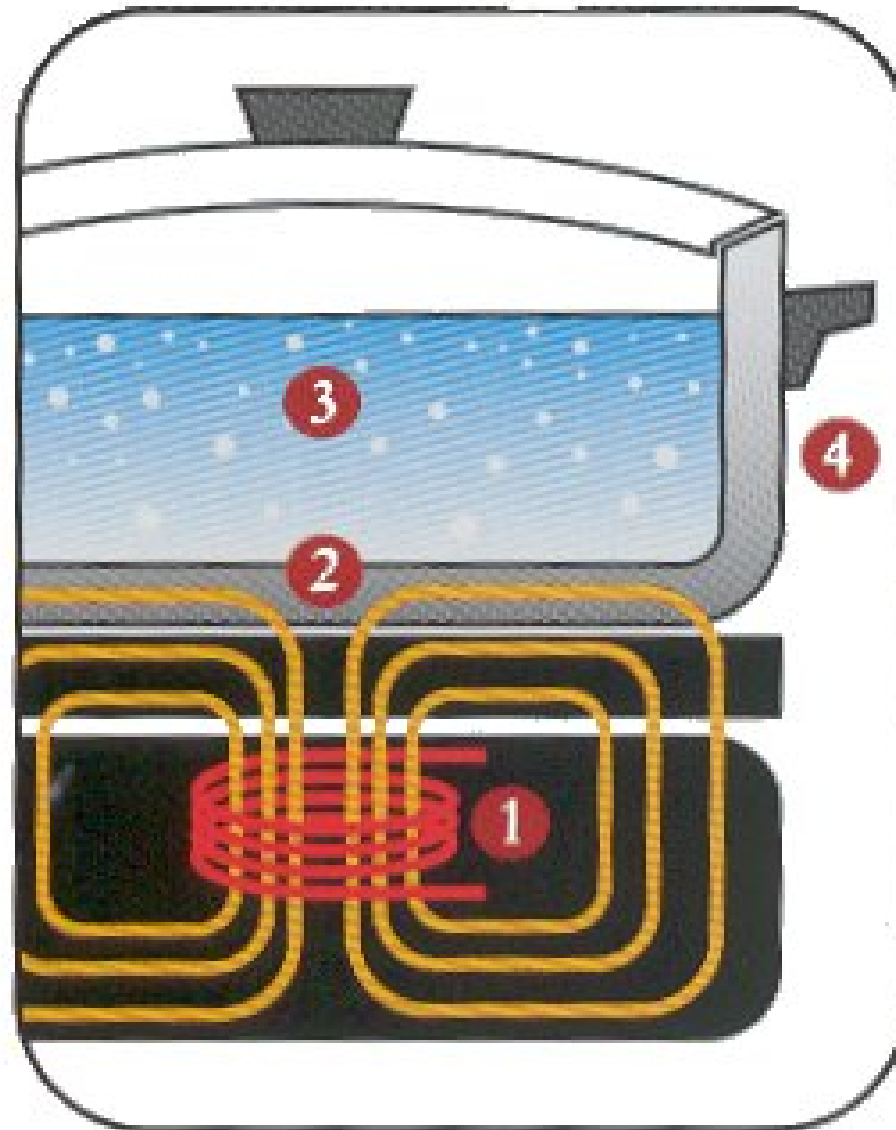
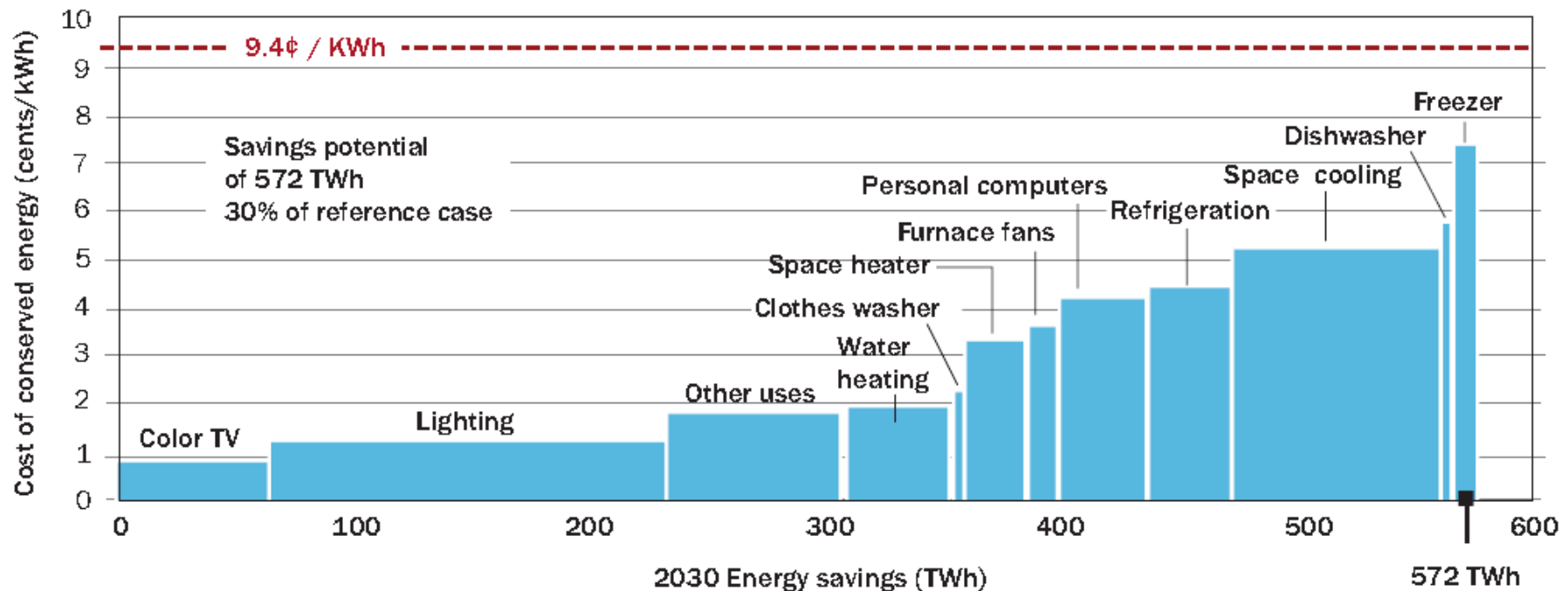


Figure 25

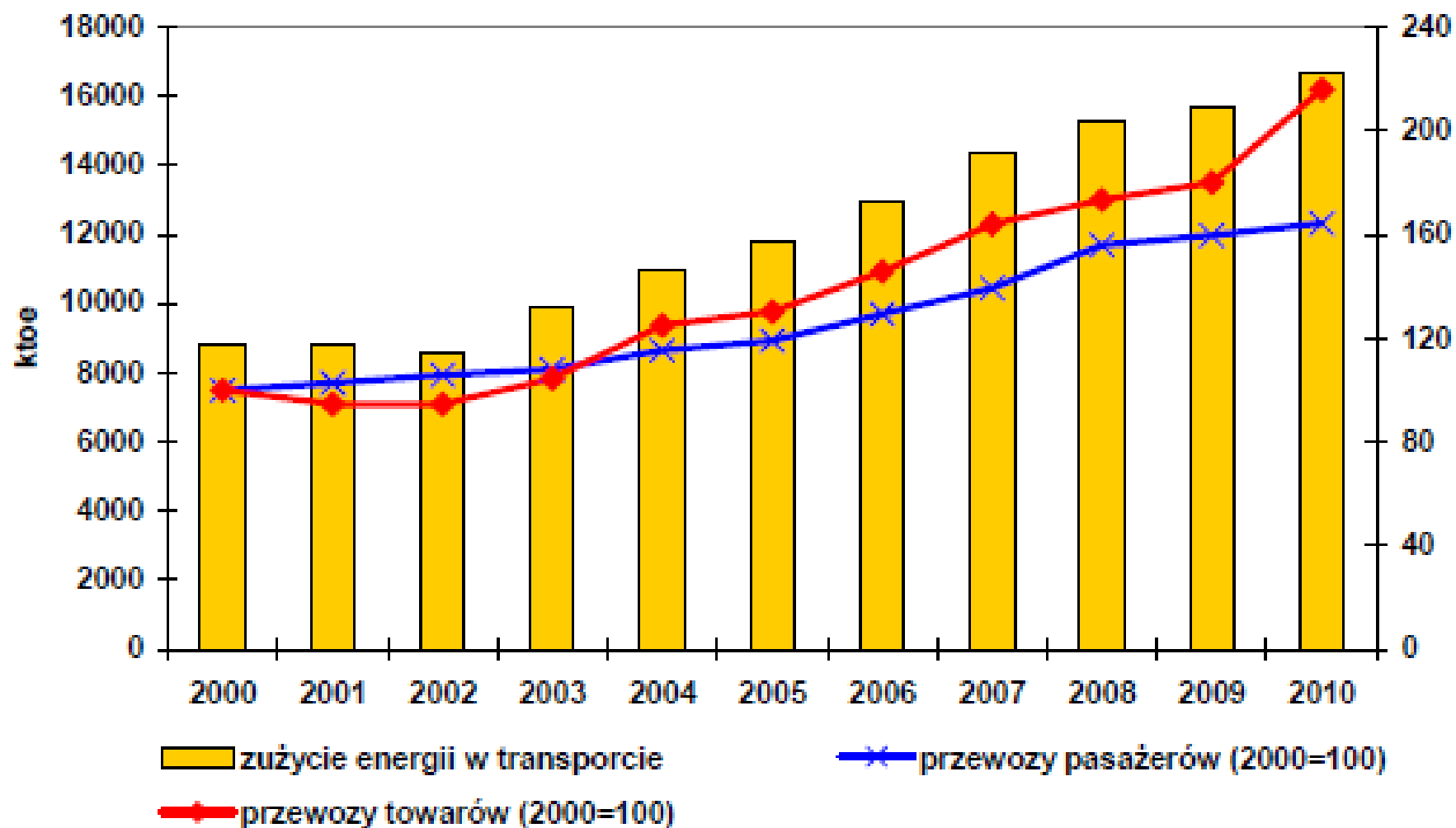
Residential electric savings potential for year 2030

Conservation supply curve for electric energy-efficiency improvements in the residential sector. For each measure considered, (the energy savings is achieved at a cost per kWh less than the average residential retail price of 9.4 cents/kWh, shown as the horizontal red dashed line.



SOURCE: Energy future: Think efficiency, American Physical Society, September 2008.
www.aps.org/energyefficiencyreport/

Przewozy i zużycie energii w transporcie (bez transportu lotniczego)



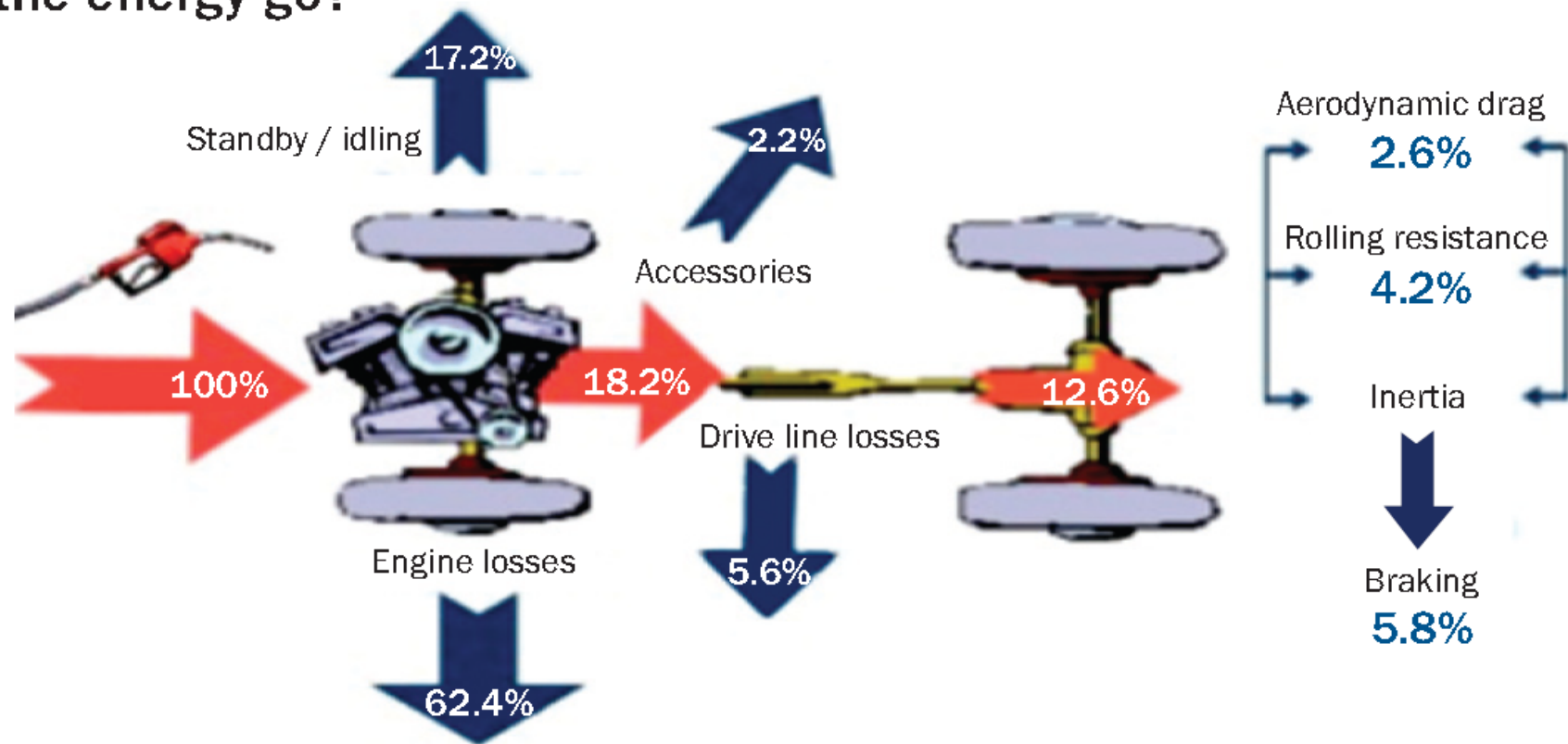
ŹRÓDŁO: Główny Urząd Statystyczny, Efektywność wykorzystania energii w latach 2000-2010, Warszawa 2012
www.stat.gov.pl

EFEKTYWNOŚĆ WYKORZYSTANIA ENERGII W TYPOWYM AMERYKAŃSKIM SAMOCHODZIE OSOBOWYM

Figure 15

Where does the energy go?

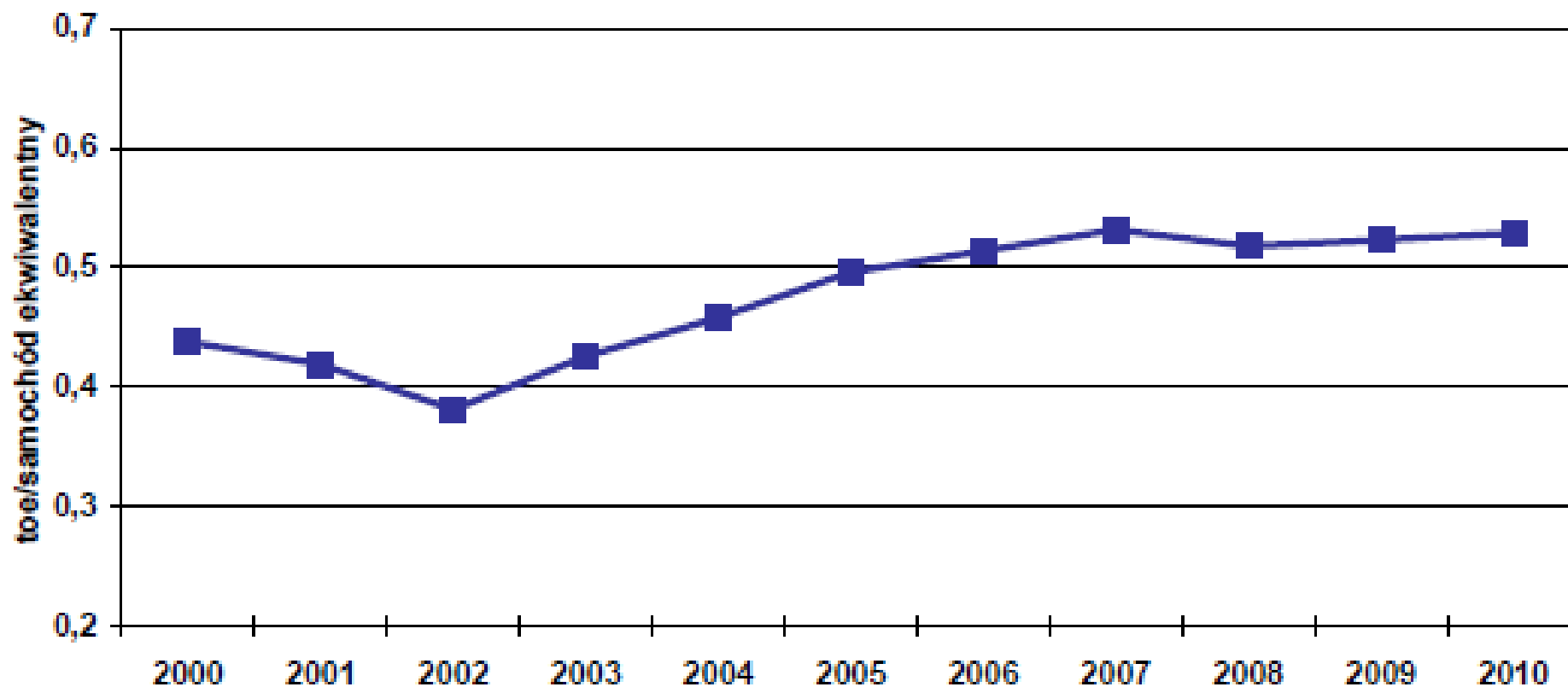
How energy flows for a vehicle powered by an internal-combustion engine. The diagram shows the energy uses and losses from a typical vehicle.



Source: www.fueleconomy.gov

SOURCE: Energy future: Think efficiency, American Physical Society, September 2008.
www.aps.org/energyefficiencyreport/

Zużycie paliw przez samochód ekwiwalentny



ŹRÓDŁO: Główny Urząd Statystyczny, Efektywność wykorzystania energii w latach 2000-2010, Warszawa 2012
www.stat.gov.pl

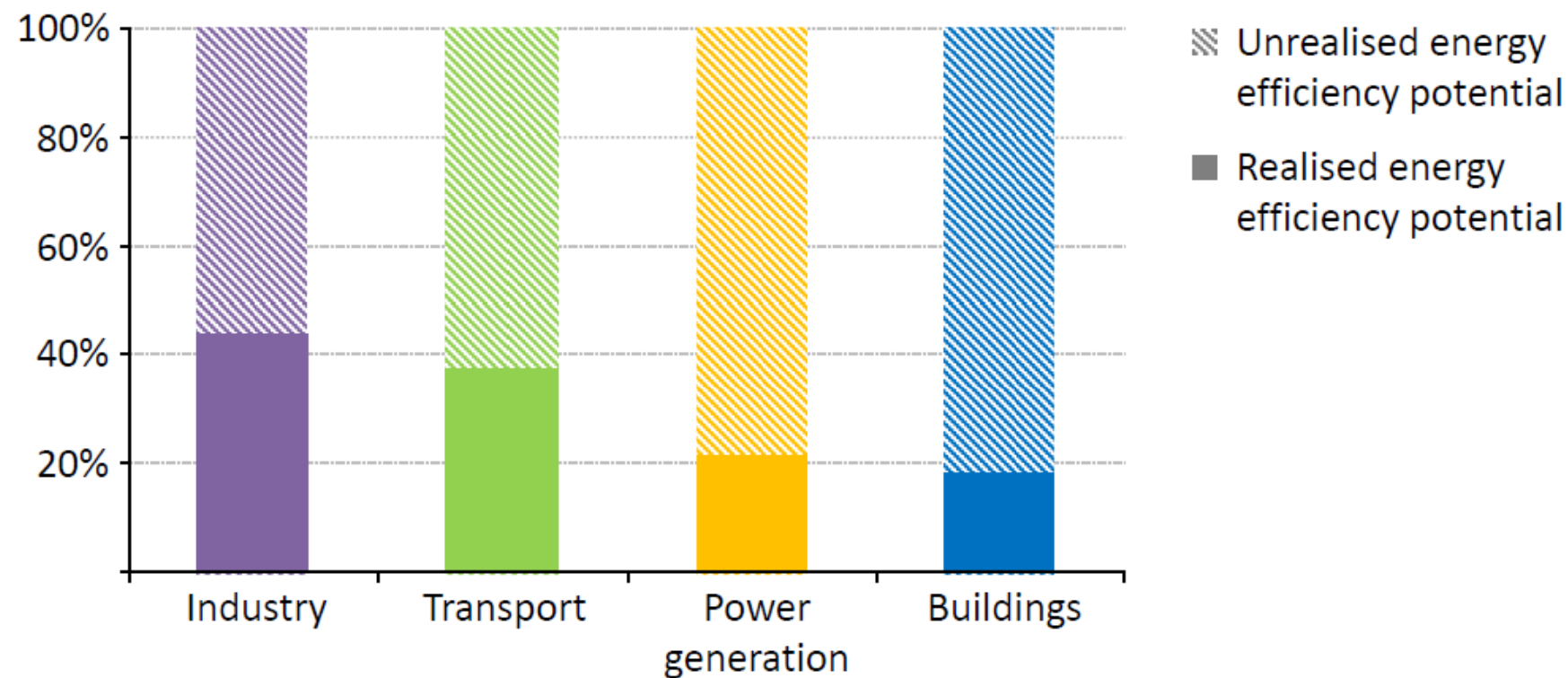
SAMOCHÓD OSOBOWY Z SILNIKIEM SPALINOWYM

**SZTANDAROWY WYTWÓR WSPÓŁCZESNEJ
CYWILIZACJI I NAJBARDZIEJ POŻĄDANE DOBRO
KONSUMPCYJNE**

CHARAKTERYZUJE SIĘ

**KATASTROFALNIE NISKĄ
EFEKTYWNOŚCIĄ ENERGETYCZNĄ**

Energy efficiency potential used by sector in the New Policies Scenario



Two-thirds of the economic potential to improve energy efficiency remains untapped in the period to 2035

PRÓBA PODSUMOWANIA

- **DZIAŁANIA NA RZECZ POSZANOWANIA ENERGII TO W SKALI ŚWIATOWEJ KONIECZNOŚĆ A NIE ROZWIĄZANIE ALTERNATYWNE. JEST TO NAJTAŃSZY SPOSÓB ZARADZENIA GLOBALNYM ZAGROŻENIOM ENERGETYCZNYM I POPRAWY JAKOŚCI ŻYCIA.**
- **W ZAKRESIE EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ MOŻNA W POLSCE OSIĄGNĄĆ BARDZO DUŻO, ALE ROBI SIĘ O WIELE ZA MAŁO I ZA WOLNO. POLSKA JEST W TEJ DZIEDZINIE BARDZO ZAPÓŹNIONA W STOSUNKU DO KRAJÓW UE-15.**
 - **BRAK SYSTEMOWYCH UREGULOWAŃ PRAWNO-EKONOMICZNYCH**
 - **BRAK INFRASTRUKTURY (LABORATORIA BADAWCZE, PRACOWNIE PROJEKTOWE, OŚRODKI DORADZTWA, CENTRA AKREDYTACJI ITD.)**
 - **NIKŁY ZAKRES DZIAŁALNOŚCI GOSPORARCZEJ W TYM SEKTORZE**
- **PRZYCZYNY (NIEKTÓRE) OPÓŹNIEŃ I NIEPOWODZEŃ:**
 - **NIEUDOLNOŚĆ ELIT POLITYCZNYCH**
 - **SKANDALICZNIE NISKIE NAKŁADY NA BADANIA NAUKOWE**
 - **NIEDOCENIANIE ROLI MATEMATYKI I FIZYKI W SYSTEMIE OŚWIATOWYM**
 - **MARGINALNE ZAANGAŻOWANIE MEDIÓW**

DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ