

Světová energetická bilance

(Spotřeba energie a zdroje energie ve světě)

Doc. RNDr. Petr Sládek, CSc.

**Katedra fyziky, chemie a odborného vzdělávání
Pedagogická fakulta
Masarykova univerzita Brno**

Úvod

Aktuální témata týkající se

- obnovitelných zdrojů energie,
- úspor energie,
- ochrany před radioaktivním zářením a bezpečnostních pravidel jaderných elektráren
- → odrážejí chování lidské společnosti (současné i budoucí)
- Jako primární se pak jeví otázka spotřeby energie a dostupných zdrojů energie.

- Při současném nárůstu kolem 2,5 % roční spotřeby energie, bude lidstvo potřebovat v r. 2040 až 2/3 více energie
- ČR je současný významný exportér elektřiny - pokud u nás spotřeba energie naroste – bude potřeba nové bloky JETE nebo postačí budovat obnovitelné zdroje ?
- Přednáška uvádí přehled současného stavu hospodaření s energií ve světě, zejména v zemích střední a východní Evropy (CEEC), v zemích Evropské unie (EU) a plánovanými výhledy do budoucna.

Produkce elektřiny a tepla bývá často diskutována jenom z technologického hlediska, ale přitom je potřeba brát v úvahu i otázky

- ekonomické**
- politické**
- sociální**

⇒vše musí být vnímáno jako jeden komplex.

- Např. cena za roční otop RD v ČR**
<http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/138-porovnani-nakladu-na-vytapani-tzb-info>
- Krize na Blízkém východě ⇒ růst/pokles cen ropy a zemního plynu , vývoj kursu \$, €**
- Mírný pokles ceny elektřiny po spuštění JETE, dnes otop elektřinou (akumulačními kamny) blízký otopu plynem**

Statistické studie jako např. Key World Energy Statistics 2014 (IEA) ukazují, že trvale udržitelný rozvoj je možné zajistit jen harmonickým vyvážením tří pilířů **3E**, které zásadním způsobem ovlivňují a jsou ovlivňovány lidskou činností:

- **Ekonomika** (a z ní vyplývající potřeba energie)
- **Energetika** (dostupnost zdrojů)
- **Ekologie** (vliv těžby surovin, a výroby a spotřeby energie na životní prostředí).

Je jednoznačně prokázáno, že ekonomický růst je doprovázen růstem spotřeby primární a především elektrické energie (i přes úsporná energetická opatření), a uspokojování rostoucích energetických potřeb přináší nevratné zásahy do životního prostředí.

Tři hlavní oblasti spotřeby energie

- Výroba tepla (topení + potřeba tepla v průmyslu)
- Výroba elektřiny
- Doprava (přímá spotřeba paliva)

- Nejlepší cestou je však hledání možností **úspor energie.**

- V současné době žije na Zemi více než 7,3 miliard obyvatel s průměrným ročním přírůstkem 1,3%.
- Každých 12 let se počet obyvatel zvyšuje o 1 miliardu. 79% světové populace žije v méně vyvinutých zemích (Asie, Afrika, Latinská Amerika). Přírůstek této populace je 1,6% ročně, až polovina obyvatel v méně vyvinutých zemích je mladší 15 let,
- zvyšující se lékařská a sociální péče vede k prodlužování života, dochází k vyšší migraci obyvatelstva do městských aglomerací s vyšší spotřebou energie.

Přesto dosud:

- nejméně 2 miliardy této populace nemá přístup k elektřině
- 1,3 miliardy nemá přístup k nezávadné pitné vodě
- 2,4 miliardy používá biomasu pro vaření a vytápění
- 2,5 miliardy lidí zde žije za méně než 2US\$/den.

Těchto 79% světové populace se zatím podílí na spotřebě energie jen 35%.

Je zřejmé, že nastartovaný ekonomický růst v takových regionech jako je Čína (růst HDP 6% ročně) přinese i zvýšené energetické potřeby (současný roční nárůst spotřeby elektrické energie 8-10%).

- Otázkou ovšem zůstává, kam se budou ubírat ceny vyráběné elektrické energie s ohledem na současné výkyvy cen surovin a spolehlivost dodávek fosilních paliv.
- I přes vysoké investiční náklady na výstavbu jaderné elektrárny (60% pro jádro, 25% pro uhlí, 15% pro plyn), jsou vzhledem k velmi nízkým palivovým nákladům (10% pro jádro, 45% pro uhlí, 80% pro plyn) celkové výrobní náklady elektrické energie v jaderné elektrárně velmi konkurenceschopné a v mnoha zemích i nejnižší (např. USA, ČR).
- Navíc světové ceny uranu zůstávají dlouhodobě na nízké a stabilní úrovni.

Emise CO₂

- S velkým znepokojením je očekáváno, že světové emise CO₂ ze spalování fosilních paliv vzrostou
- z 21Gt (gigatun) CO₂/rok v r. 1990 na 45 Gt CO₂/rok v r. 2030.
- Současná jaderná energetika "šetří" životní prostředí eliminací asi 2,4 Gt CO₂/rok.
- 1Gt = 1 gigatuna = 10⁹tun

- Uhelná elektrárna o ekvivalentním výkonu 1000 MW_e spotřebuje ročně 2–6 miliónů tun paliva (podle typu uhlí) a vyprodukuje 6.500.000 tun CO_2 ($960 \text{ t CO}_2/\text{GWh}$).
- Analogická plynová elektrárna spotřebuje ročně 2-3 miliardy m^3 plynu a produkuje 480 t CO_2/GWh .
- Olejová elektrárna stejného výkonu spotřebuje ročně 1.500.000 tun topného oleje a produkuje 730 t CO_2/GWh .
- [1] $1\text{MW}_e = 1 \text{ megawatt} = 10^6\text{W}$ vyrobené energie ve formě elektřiny

- Elektrárna na spalování biomasy o stejném výkonu by představovala zábor půdy pro pěstování biomasy na rozloze 6.000 km²
- Větrná elektrárna by zabrala 100 km² a sluneční 50 km².
- Naproti tomu bezemisní jaderná elektrárna o výkonu 1000 MWe spotřebuje ročně jen 35 t paliva a zabírá rozlohu několika km².

- Při rozhodování o nejnovějším evropském jaderném projektu - novém 5. finském energetickém bloku dospěl investor ve svých analýzách při výběru zdroje k následujícím výrobním nákladům pro různé typy elektráren:
 - jaderná 2,4 €centech/kWh
 - uhelná 3,2 €centech/kWh
 - plynová 3,2 €centech/kWh
 - biomasa 4,0 €centech/kWh
 - větrná 5,0 €centech/kWh

Přitom úsporná opatření (především snižování energetické náročnosti při výrobě a spotřebě energie) v průmyslově vyspělých zemích povedou ke snížení podílu těchto zemí na emisích ze 70% v r. 1990 na 42% v r. 2030.

Naopak extrémní absolutní nárůst je očekáván v rozvojových zemích, především Číně a Indii.

Trendy světového vývoje trhu s energií

- Konečná potřeba energie byla určována zejména dopravou a terciální-domácnostní sférou.
- Potenciál pro další potřebu energie je obrovský zejména v rozvojových zemích.

- Palivový koš se změnil ve prospěch zemního plynu, ale ropné produkty stále zůstaly dominantní složkou.
- Země OECD zvýšily svůj podíl na světové produkci energie.
- Světové emise CO₂ vzrostly o 8% od roku 1990.

Jednotky (základní)

- Joule (J) - systém SI
- Kalorie (cal)
ohřev 1g vody o 1°C z 14,5 na 15,5°C
kcal – 1 kg
1 kcal = 4186 J
- Kilowatthodina (kWh) 1
kWh = 3 600 000 J = 3,6 · 10⁶J

Britský systém (lb, °F)

- Britská tepelná jednotka (Btu)
1 Btu = 1055 J

Jednotky makroekonomiky

- Exajoule (EJ) Terajoule
1 EJ = 10^{18} J 1TJ = 10^{12} J
- Gigawatthodina (GWh)
1 GWh = $3,6 \times 10^{12}$ J = 3,6 TJ
- Tuna ekvivalentu ropy (toe)
1 toe = $1,07 \times 10^{10}$ cal = 0,447 TJ
- Tuna ekv. uhlí, ekv. ft³ plyn

Převodní tabulka

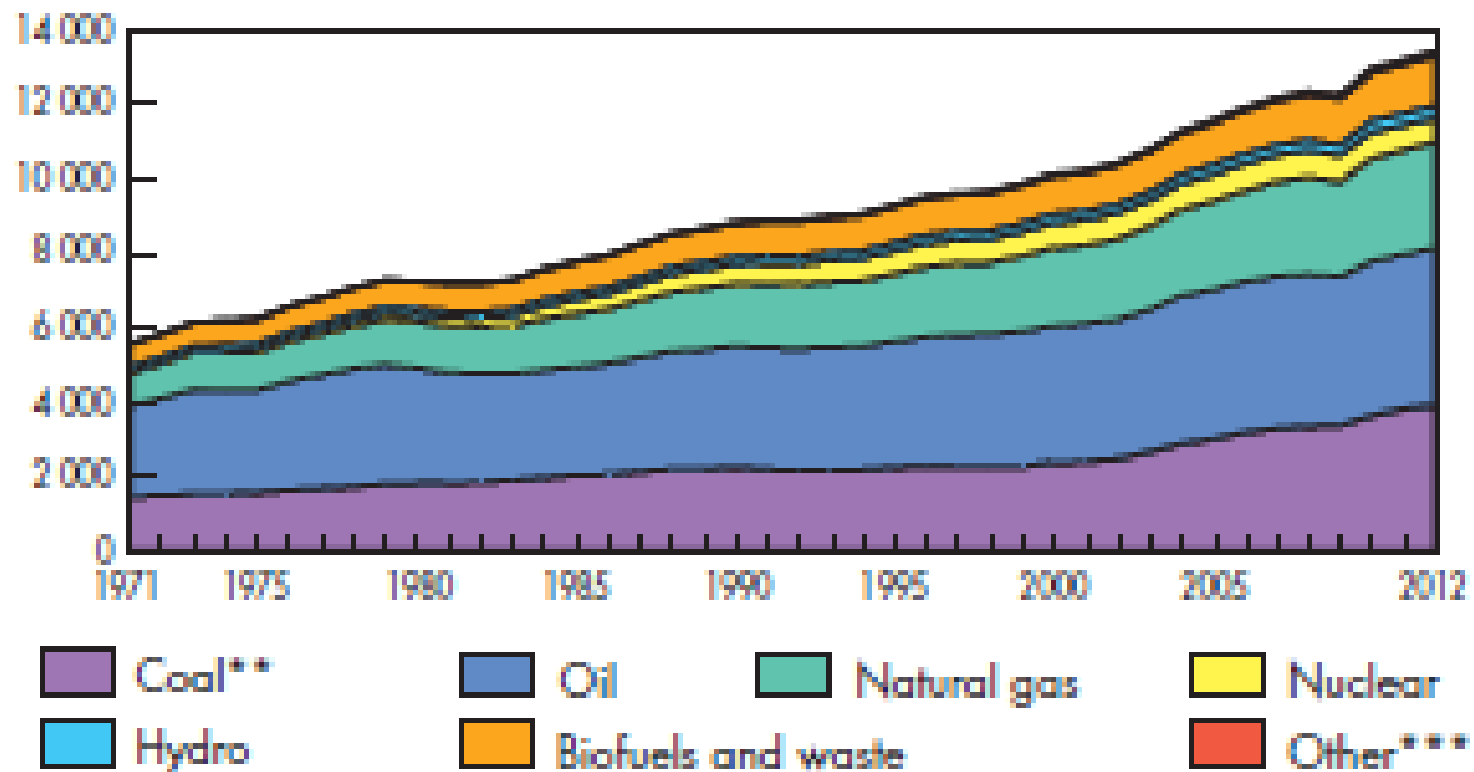
To:	TJ	Gcal	Mtoe	MBtu	GWh
From:	<i>multiply by:</i>				
TJ	1	238.8	2.388×10^{-5}	947.8	0.2778
Gcal	4.1868×10^{-3}	1	10^{-7}	3.968	1.163×10^{-3}
Mtoe	4.1868×10^4	10^7	1	3.968×10^7	11630
MBtu	1.0551×10^{-3}	0.252	2.52×10^{-8}	1	2.931×10^{-4}
GWh	3.6	860	8.6×10^{-5}	3412	1

- TPES (total primary energy supply)
celkové primární zdroje energie
- Combustible renewable & waste
biomasa+bioplyn + spalovny odpadu
- TFC (total final consumption)
celková spotřeba koncových uživatelů
- International marine bunkers
množství „ukryté“ energie v tankerech
plujících pod různými vlajkami

Primární energetické zdroje

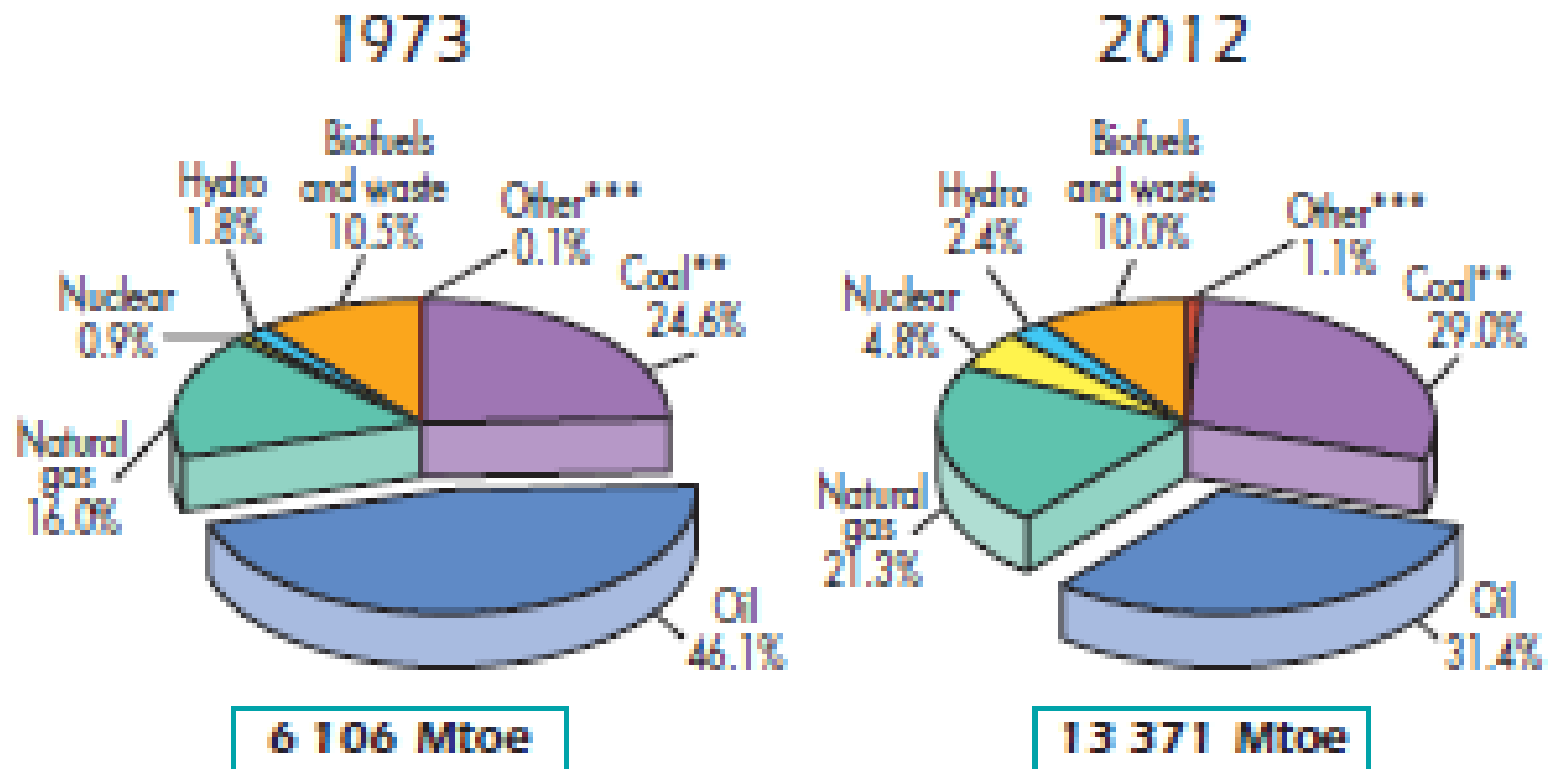
World

World* total primary energy supply from 1971 to 2012
by fuel (Mtoe)



Primární energetické zdroje - koláč

1973 and 2012 fuel shares of TPES



*World includes international aviation and international marine bunkers.

**In these graphs, peat and oil shale are aggregated with coal.

***Includes geothermal, solar, wind, heat, etc.

Dělení na regiony

- OECD
- Non-OECD Evropa
- Země býv. Sov. svazu (kontinuita dat)
- Afrika
- Asie
- Čína
- Střední východ
- Latinská Amerika

Regiony - OECD

organizace pro ekonomickou spolupráci a rozvoj

- Rakousko, Belgie, Kanada, Česko, Dánsko, Finsko, Francie, Německo, Řecko, Maďarsko, Island, Irsko, Itálie, Lucembursko, Norsko, Nizozemí, Polsko, Portugalsko, Slovensko, Španělsko, Švédsko, Švýcarsko, Velká Británie
- Austrálie, Kanada, Japonsko, Korea, Mexiko, Nový Zéland, Turecko, USA.

Non – OECD Evropa

- Albánie, Bosna a Hercegovina, Bulharsko, Chorvatsko, Kypr, Gibraltar, Malta, dřívější Makedonie (FYROM), Rumunsko, Srbsko a Černá Hor, Slovinsko.

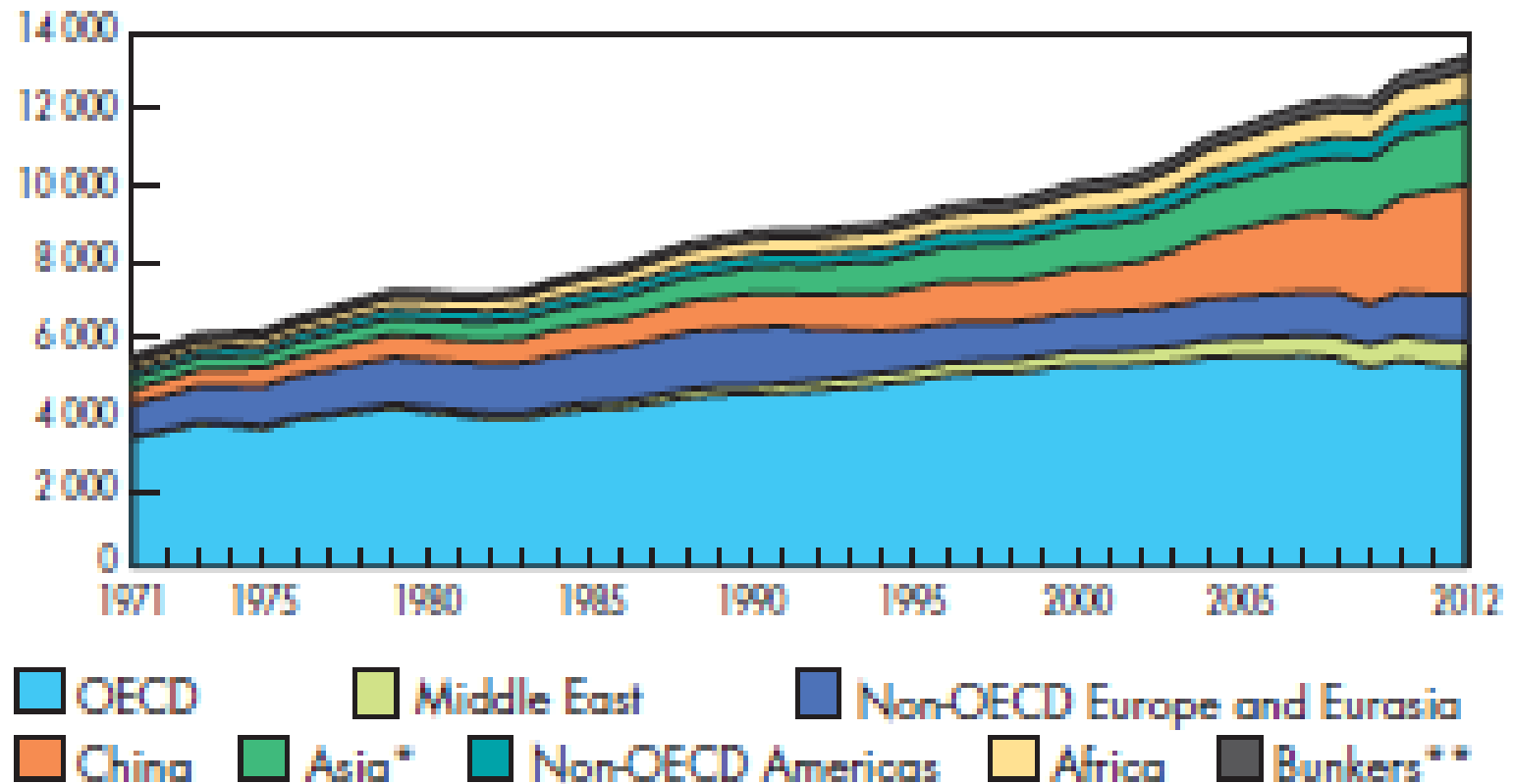
Dřívější země Sov. svazu

- Arménie, Ázerbajdžán, Gruzie, Kazachstán, Kyrgyzie, Tádžikistán, Turkmenistán, Uzbekistán
- Estonsko, Litva, Lotyšsko
- Bělorusko, Moldávie, Rusko, Ukrajina

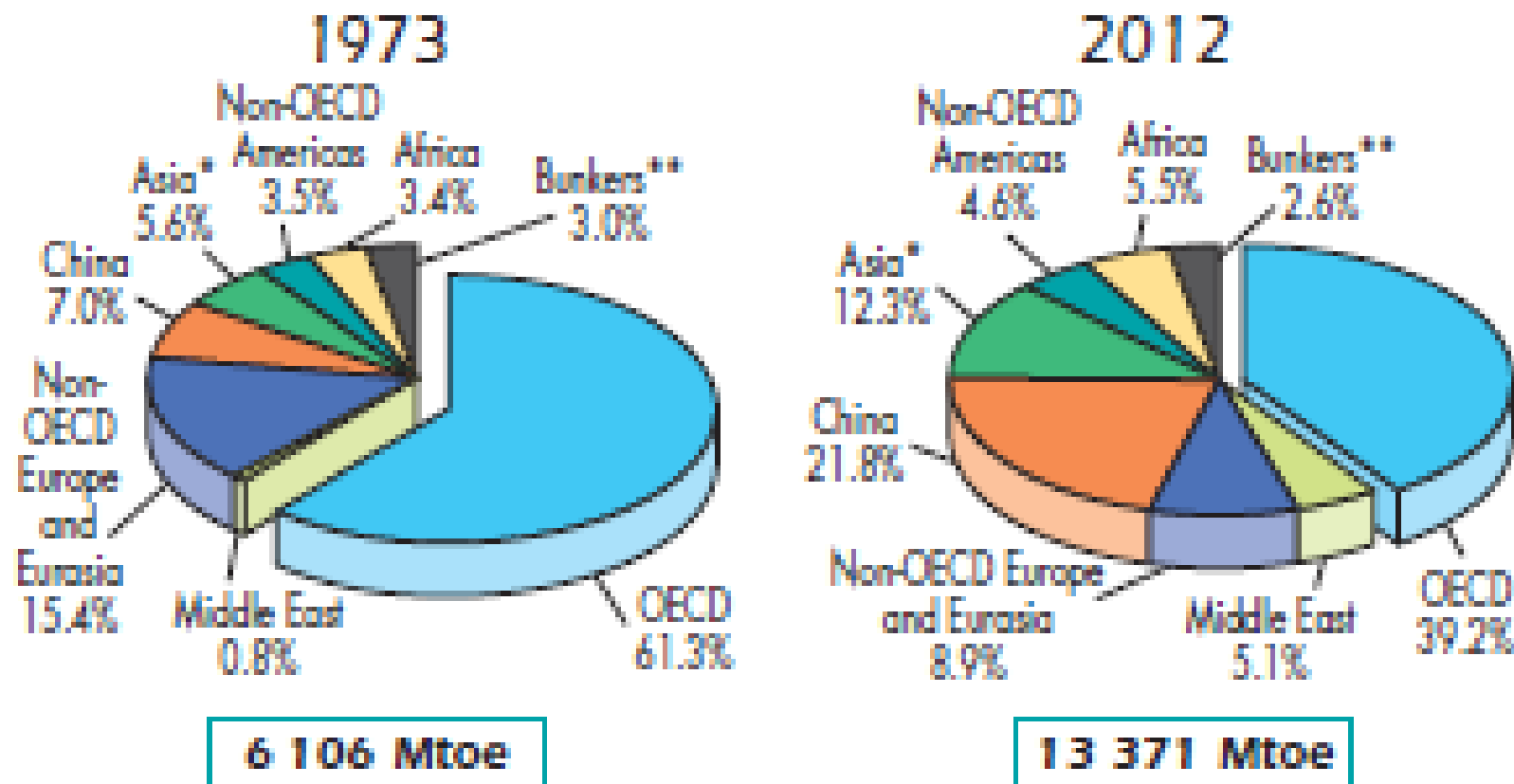
Dělení podle regionů - zdroje

World

World total primary energy supply from 1971 to 2012
by region (Mtoe)



1973 and 2012 regional shares of TPES



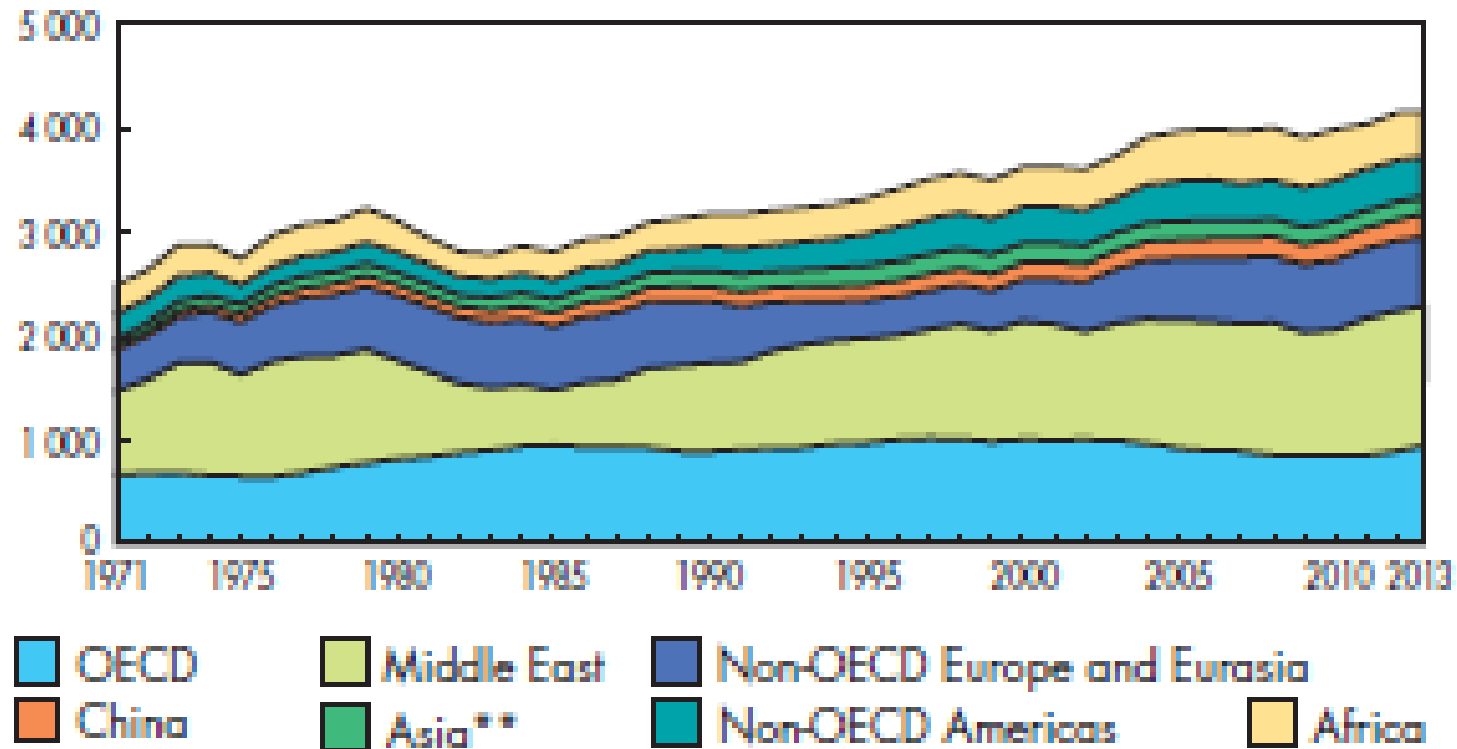
*Asia excludes China.

**Includes international aviation and international marine bunkers.



Crude Oil Production

Crude oil* production from 1971 to 2013
by region (Mt)



Producers	Mt	% of world total
Saudi Arabia	540	13.1
Russian Federation	525	12.8
United States	440	10.7
People's Rep. of China	208	5.1
Canada	193	4.7
Kuwait	165	4.0
Venezuela	155	3.8
United Arab Emirates	153	3.7
Iraq	153	3.7
Islamic Rep. of Iran	151	3.7
Rest of the world	1 434	34.7
World	4 117	100.0

2013 data

Net exporters	Mt
Saudi Arabia	371
Russian Federation	239
Nigeria	124
Iraq	119
United Arab Emirates	118
Kuwait	103
Venezuela	93
Canada	90
Angola	84
Mexico	66
Others	578
Total	1 985

2012 data

Net importers	Mt
United States	442
People's Rep. of China	269
India	185
Japan	179
Korea	128
Germany	93
Italy	74
Spain	60
Netherlands	57
France	57
Others	507
Total	2 051

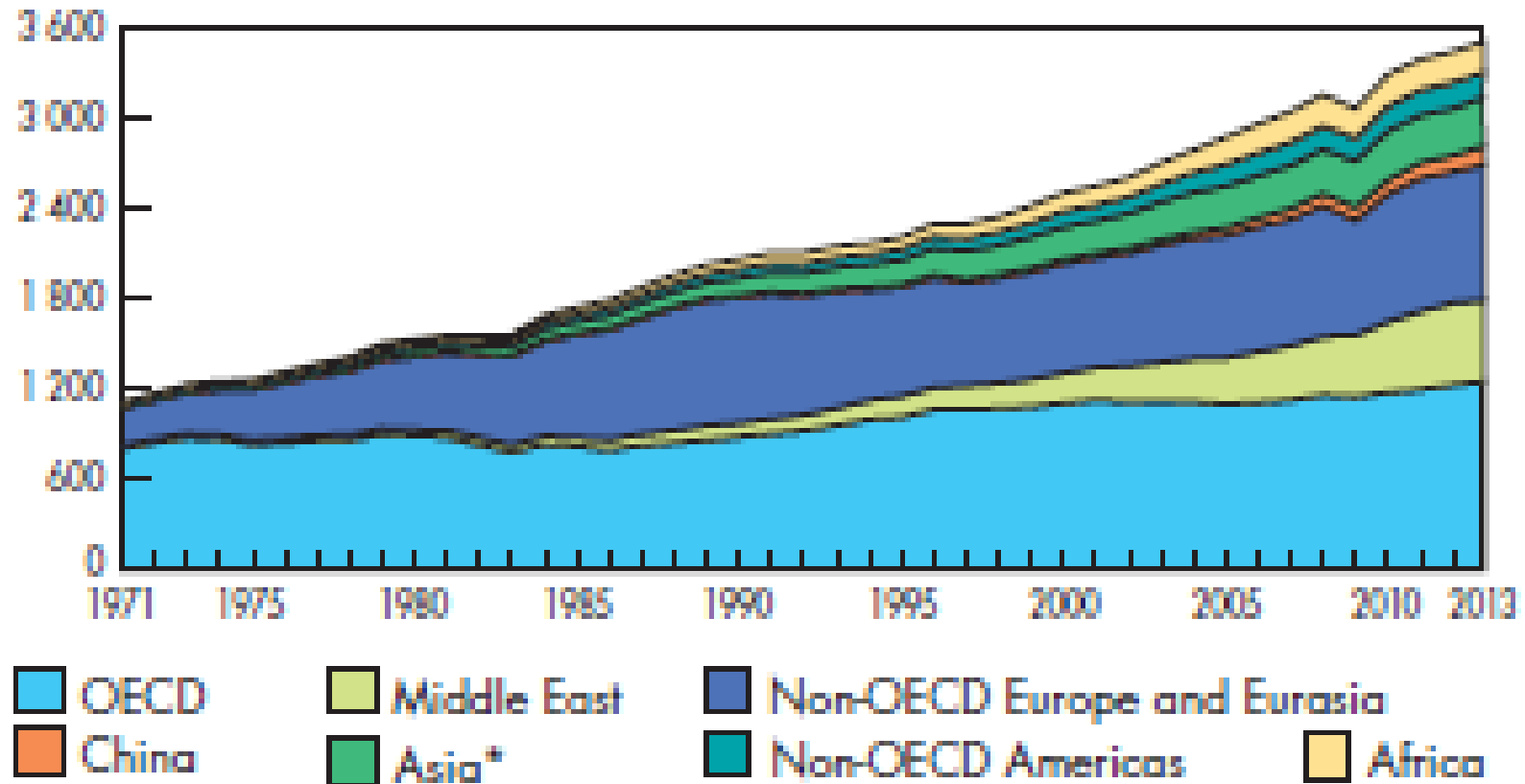
2012 data

*Includes crude oil, NGL, feedstocks, additives and other hydrocarbons.

Produkce plynu



Natural gas production from 1971 to 2013 by region
(billion cubic metres)



Producers	bcm	% of world total
United States	689	19.8
Russian Federation	671	19.3
Qatar	161	4.6
Islamic Rep. of Iran	159	4.6
Canada	155	4.5
People's Rep. of China	115	3.3
Norway	109	3.1
Netherlands	86	2.5
Saudi Arabia	84	2.4
Algeria	80	2.3
Rest of the world	1 170	33.6
World	3 479	100.0

2013 data

Net exporters	bcm
Russian Federation	203
Qatar	121
Norway	103
Canada	54
Algeria	45
Turkmenistan	45
Netherlands	40
Indonesia	35
Australia	26
Nigeria	22
Others	156
Total	850

2013 data

Net importers	bcm
Japan	123
Germany	76
Italy	62
Korea	53
People's Rep. of China	49
Turkey	45
France	43
United Kingdom	39
United States	37
Spain	30
Others	279
Total	836

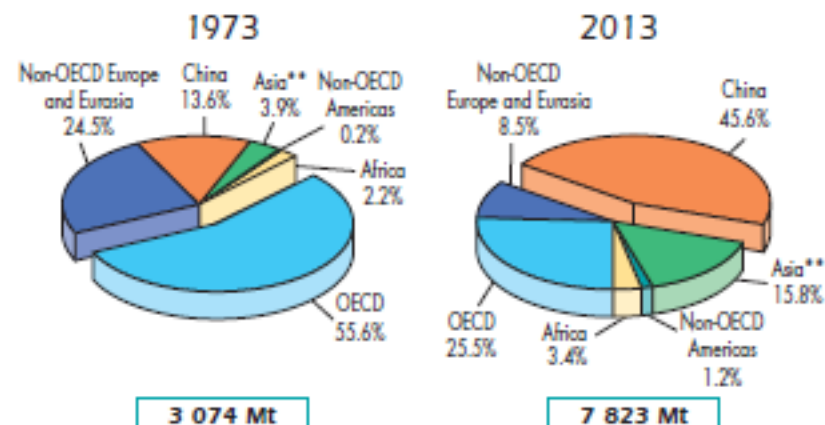
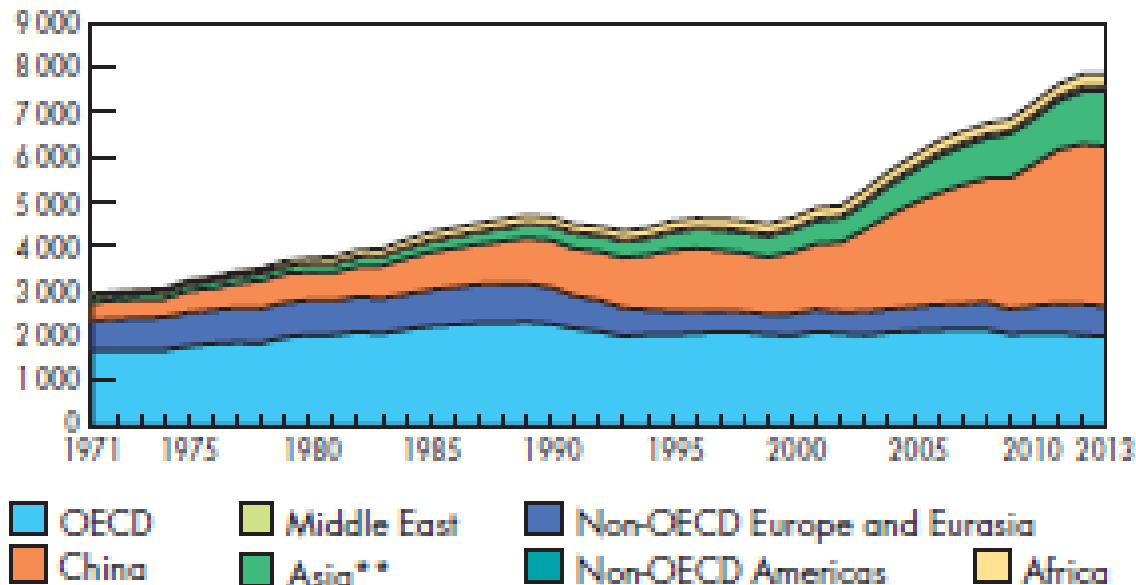
2013 data

*Net exports and net imports include pipeline gas and LNG.

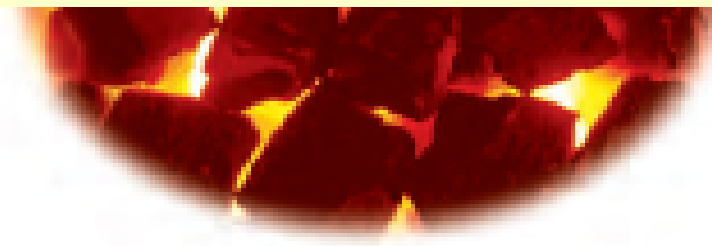
Produkce uhlí



Coal* production from 1971 to 2013
by region (Mt)



*Includes steam coal, coking coal, lignite and recovered coal.
**Asia excludes China.



Producers	Mt	% of world total
People's Rep. of China	3 561	45.5
United States	904	11.6
India	613	7.8
Indonesia	489	6.3
Australia	459	5.9
Russian Federation	347	4.4
South Africa	256	3.3
Germany	191	2.4
Poland	143	1.8
Kazakhstan	120	1.5
Rest of the world	740	9.5
World	7 823	100.0

2013 data

Net exporters	Mt
Indonesia	426
Australia	336
Russian Federation	114
United States	99
Colombia	74
South Africa	69
Kazakhstan	32
Canada	28
Mongolia	17
DPR of Korea	16
Others	26
Total	1 237

2013 data

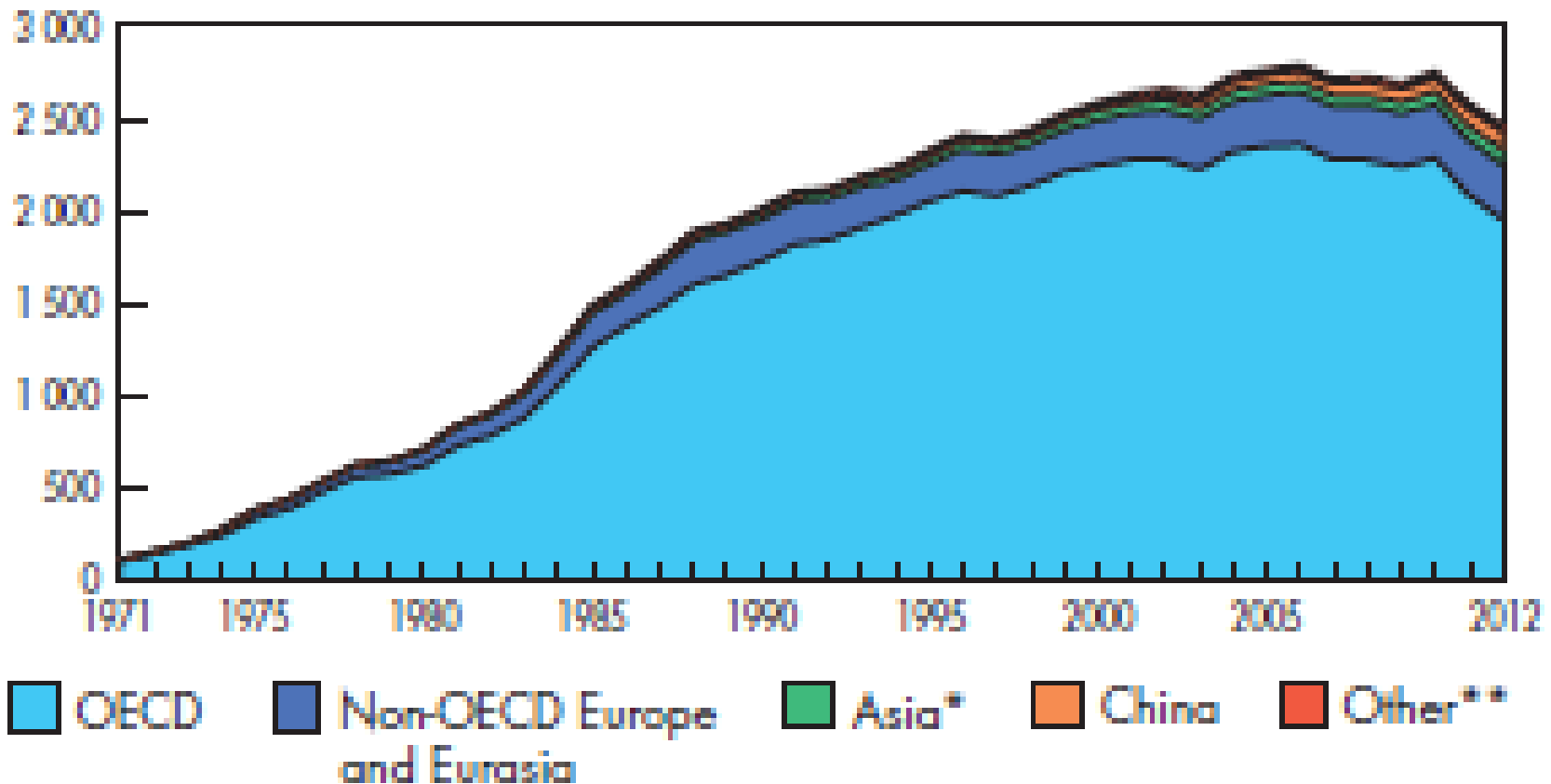
Net importers	Mt
People's Rep. of China	320
Japan	196
India	178
Korea	127
Chinese Taipei	68
Germany	50
United Kingdom	49
Turkey	28
Malaysia	23
Italy	20
Others	211
Total	1 270

2013 data

Produkce z jádra



Nuclear production from 1971 to 2012
by region (TWh)



Producers	TWh	% of world total
United States	801	32.5
France	425	17.3
Russian Federation	178	7.2
Korea	150	6.1
Germany	99	4.0
People's Republic of China	97	3.9
Canada	95	3.9
Ukraine	90	3.7
United Kingdom	70	2.8
Sweden	64	2.6
Rest of the world	392	16.0
World	2 461	100.0

2012 data

*Excludes countries with no nuclear production.

Net installed capacity	GW
United States	102
France	63
Japan	44
Russian Federation	24
Korea	21
Canada	14
Ukraine	13
People's Republic of China	13
Germany	12
Sweden	9
Rest of the world	58
World	373

2012 data

Sources: IEA, International Atomic Energy Agency.

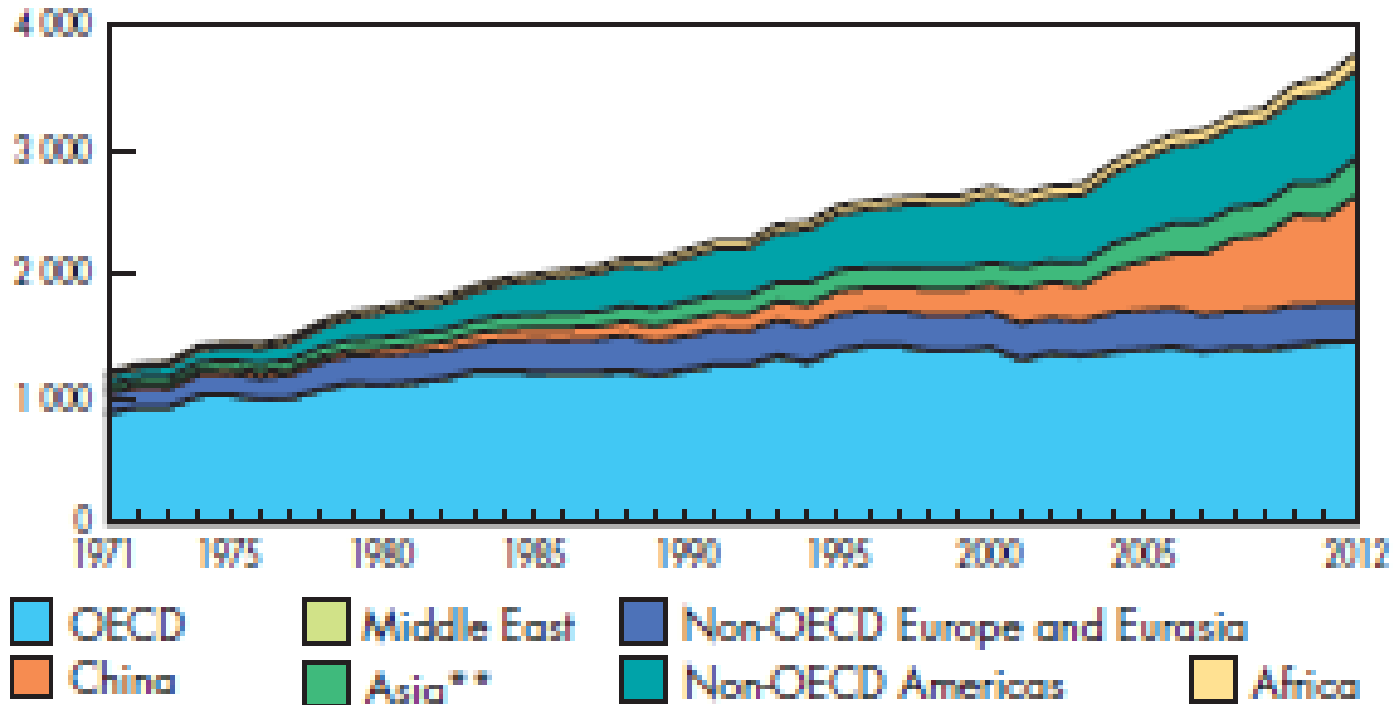
Country (top-ten producers)	% of nuclear in total domestic electricity generation
France	76.1
Ukraine	45.4
Sweden	38.5
Korea	28.3
United Kingdom	19.5
United States	18.8
Russian Federation	16.6
Germany	16.0
Canada	15.0
People's Republic of China	2.0
Rest of the world*	8.1
World	10.9

2012 data

Produkce z vodních děl



Hydro production* from 1971 to 2012
by region (TWh)



Producers	TWh	% of world total
People's Rep. of China	872	23.2
Brazil	415	11.1
Canada	381	10.1
United States	298	7.9
Russian Federation	167	4.5
Norway	143	3.8
India	126	3.4
Japan	84	2.2
Venezuela	82	2.2
Sweden	79	2.1
Rest of the world	1 109	29.5
World	3 756	100.0

2012 data

*Includes electricity production from pumped storage.

**Excludes countries with no hydro production.

Net installed capacity	GW
People's Rep. of China	194
United States	101
Brazil	84
Canada	76
Russian Federation	49
Japan	49
India	40
Norway	30
France	25
Italy	22
Rest of the world	355
World	1 025

2012 data

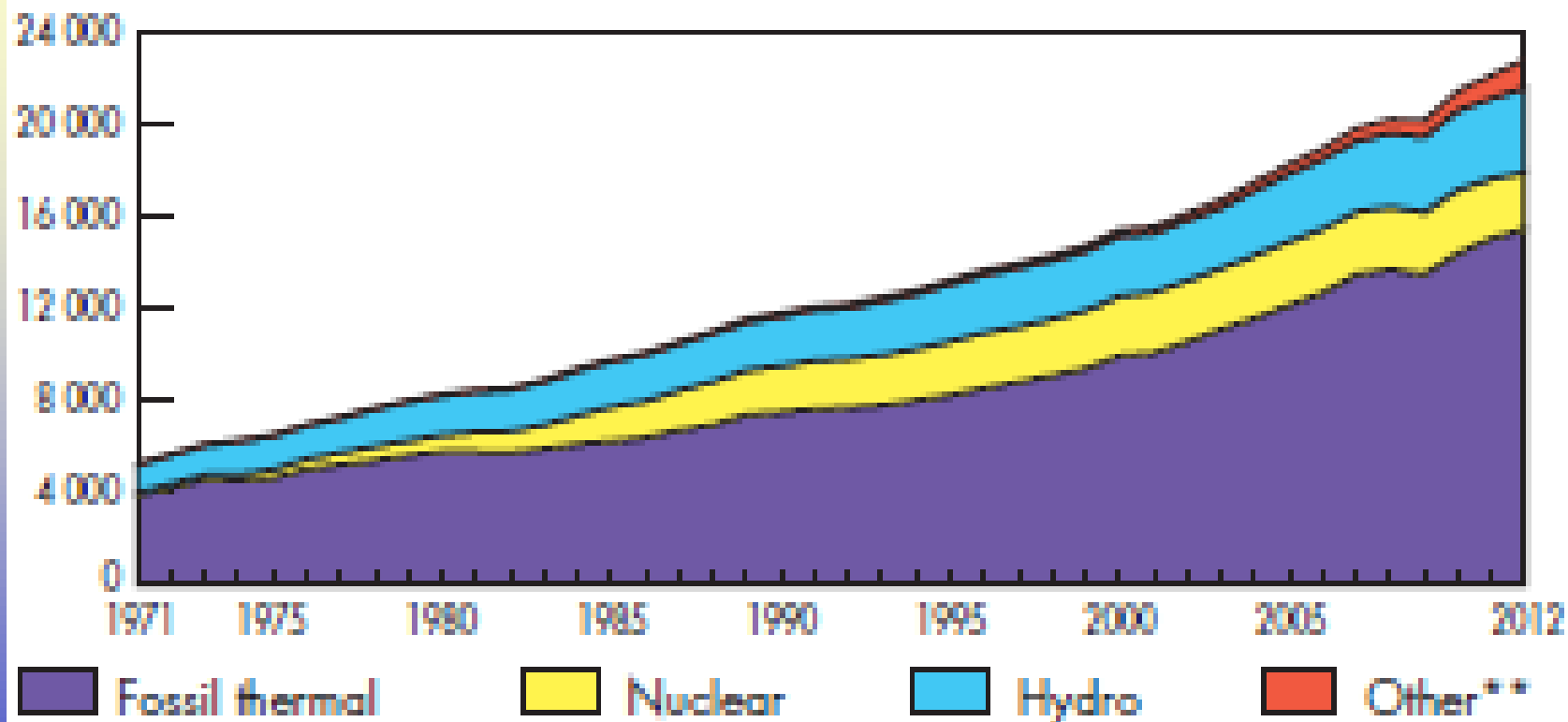
Sources: IEA, United Nations.

Country (top-ten producers)	% of hydro in total domestic electricity generation
Norway	96.7
Brazil	75.2
Venezuela	64.8
Canada	60.0
Sweden	47.5
People's Rep. of China	17.5
Russian Federation	15.6
India	11.2
Japan	8.1
United States	7.0
Rest of the world**	14.0
World	16.5

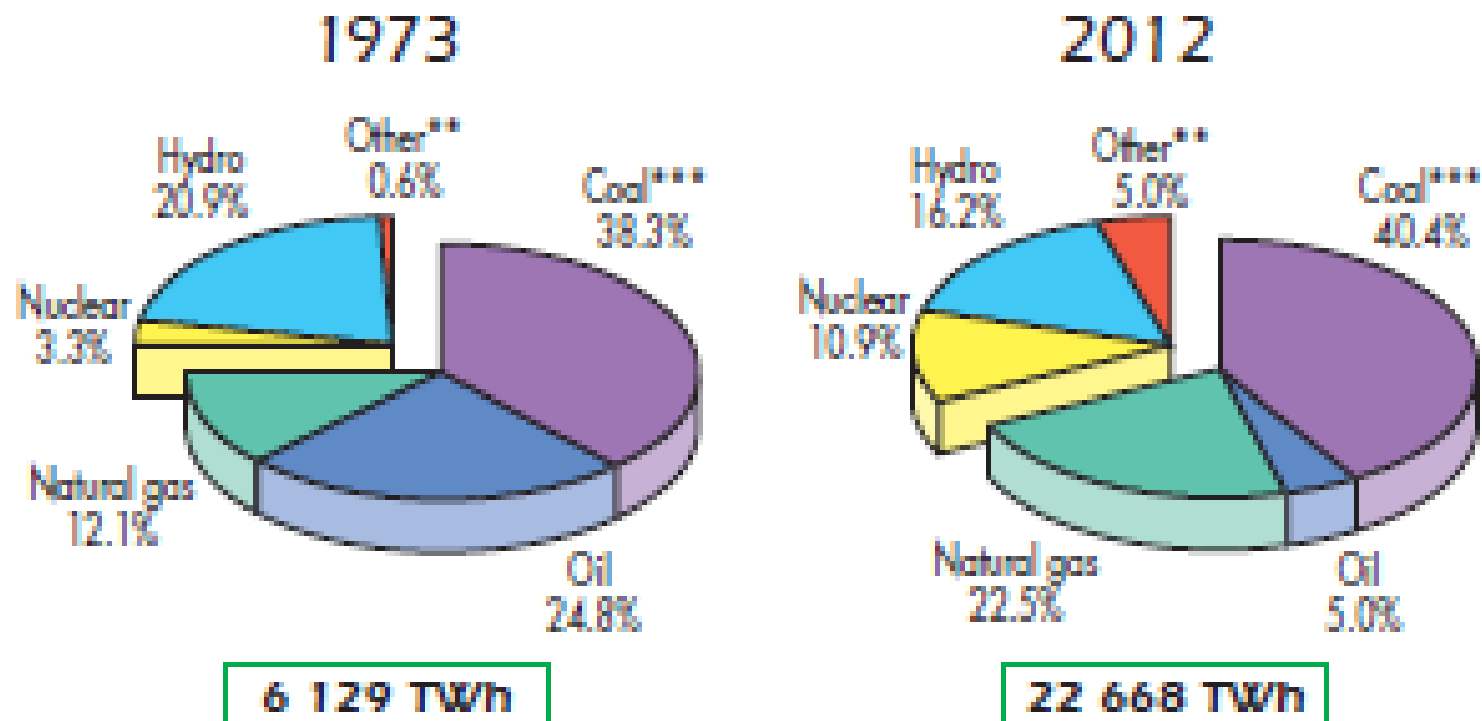
2012 data

Výroba elektřiny podle zdrojů

World electricity generation* from 1971 to 2012
by fuel (TWh)



1973 and 2012 fuel shares of electricity generation*



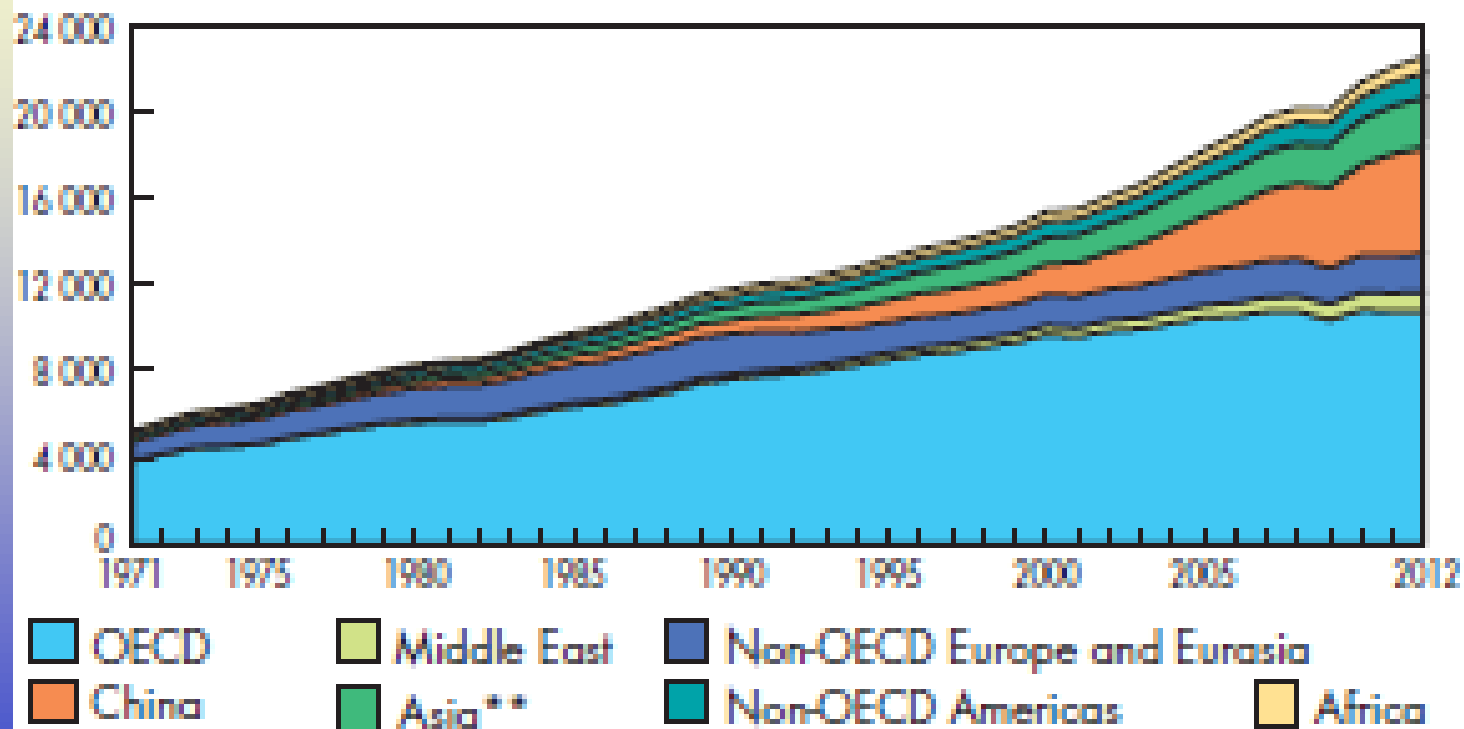
*Excludes electricity generation from pumped storage.

**Includes geothermal, solar, wind, heat, etc.

***In these graphs, peat and oil shale are aggregated with coal.

Electricity Generation by Region

World electricity generation* from 1971 to 2012
by region (TWh)



Producenti, exportéři, importéři elektřiny



Producers*	TWh	% of world total
People's Rep. of China	4 985	22.0
United States	4 271	18.8
India	1 128	5.0
Russian Federation	1 069	4.7
Japan	1 026	4.5
Canada	634	2.8
Germany	623	2.7
France	559	2.5
Brazil	552	2.4
Korea	531	2.3
Rest of the world	7 290	32.3
World	22 668	100.0

2012 data

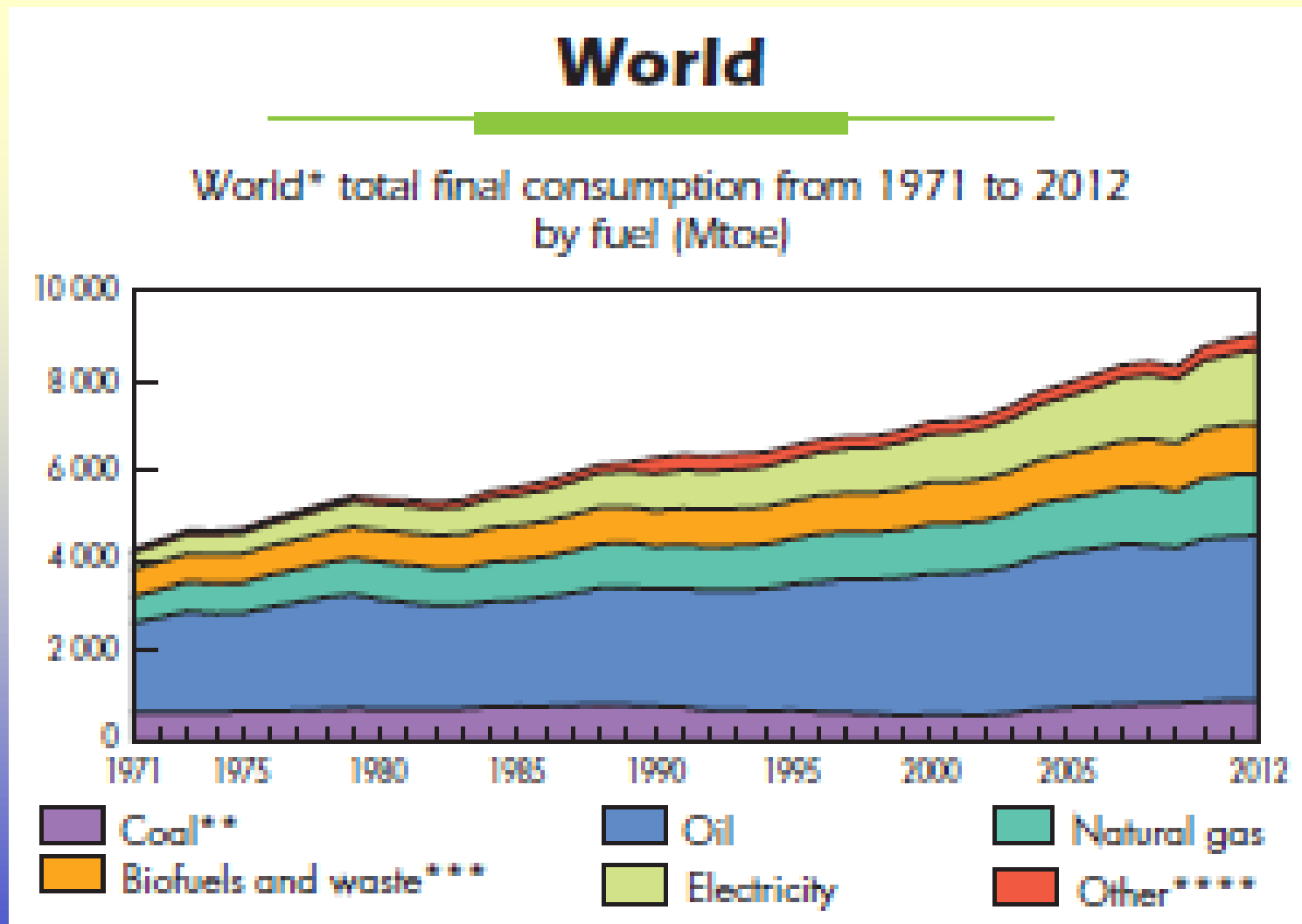
Net exporters	TWh
Paraguay	48
Canada	47
France	45
Germany	21
Sweden	20
Norway	18
Czech Republic	17
Russian Federation	16
Ukraine	11
Spain	11
Others	62
Total	316

2012 data

Net importers	TWh
United States	47
Italy	43
Brazil	40
Finland	17
Netherlands	17
United Kingdom	12
Hong Kong, China	10
Belgium	10
Thailand	8
Iraq	8
Others	108
Total	320

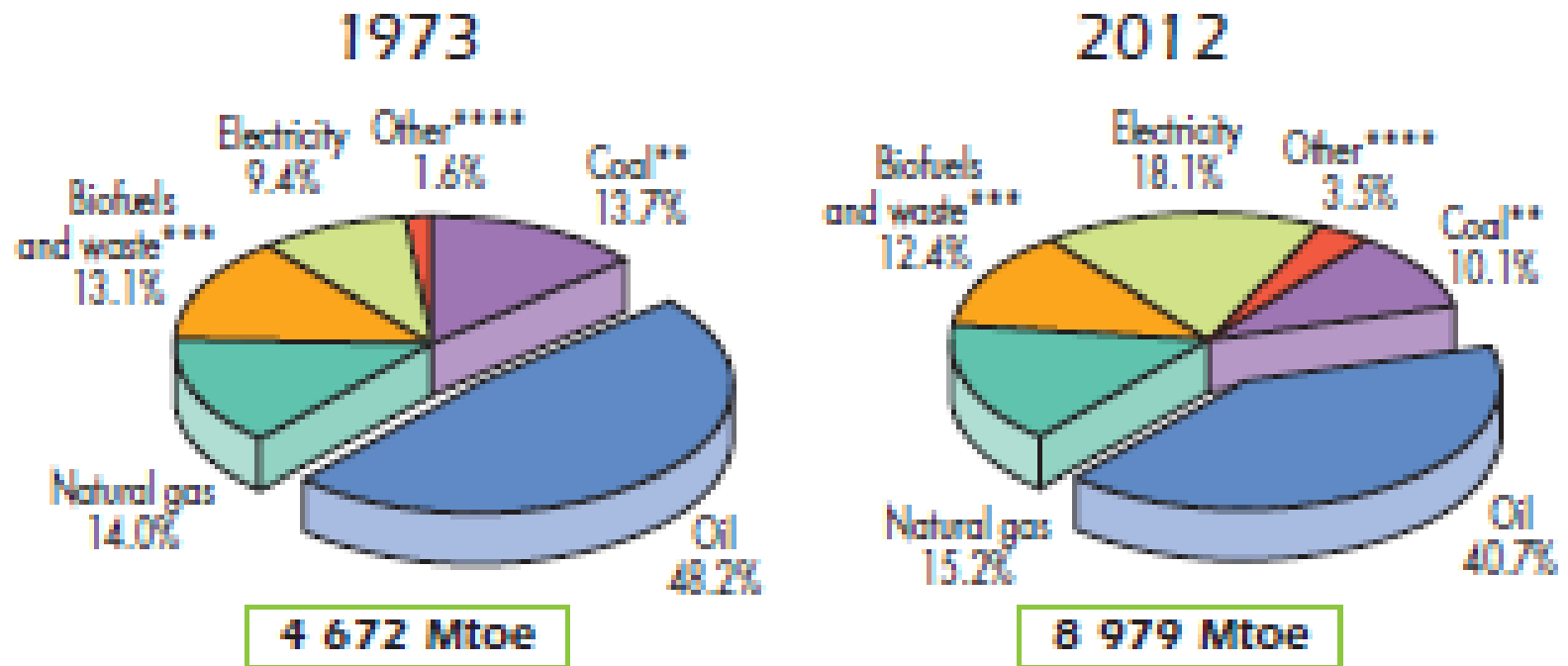
*Gross production minus production from pumped storage plants. 2012 data

Konečná spotřeba energie -uživatelé (např. elektřina, otop uhlím, plynem, spotřeba ropy pro chem.)



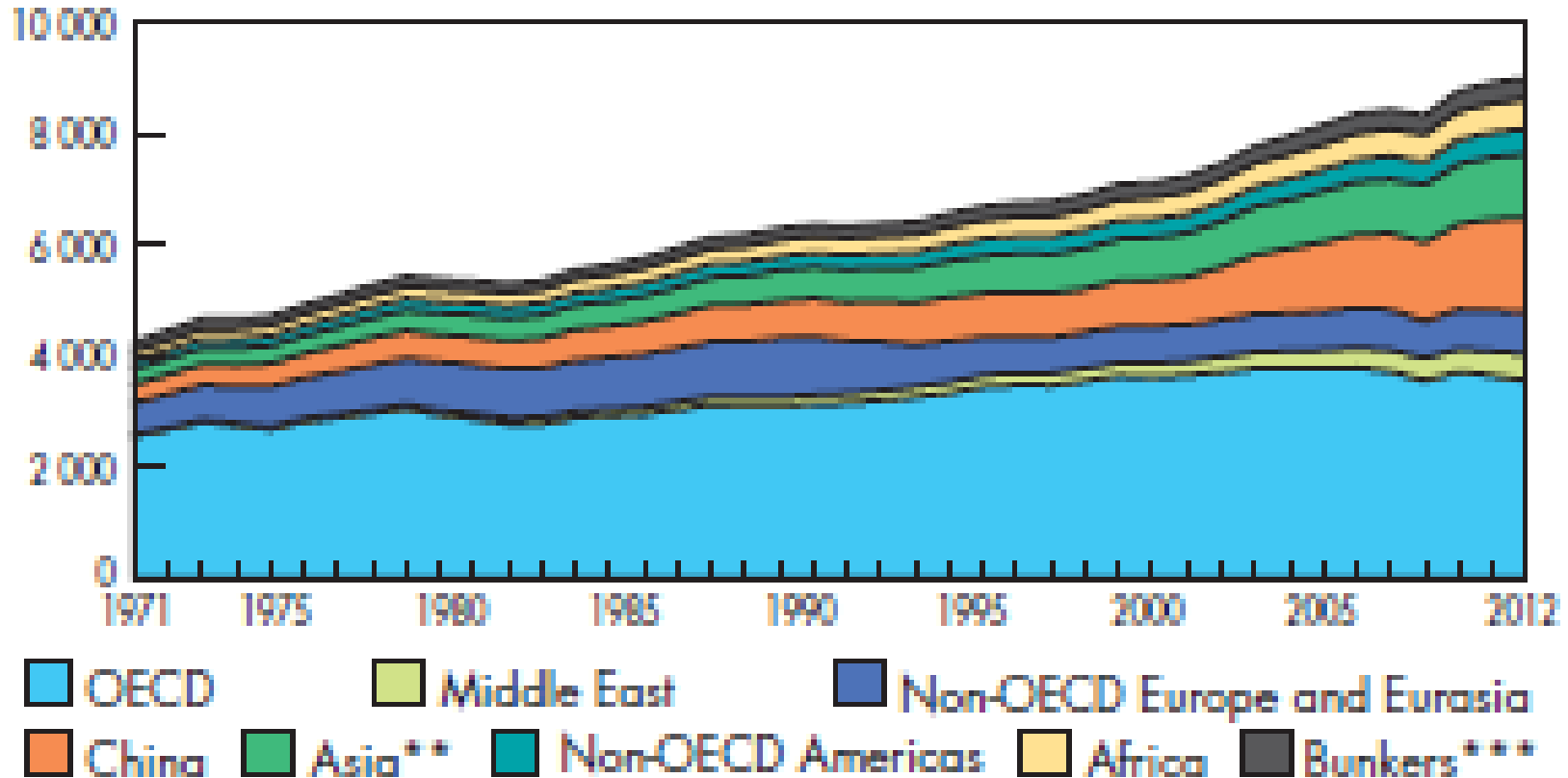
Konečná spotřeba energie - koláč (např. elektřina, otop uhlím, plynem, spotřeba ropy pro chem.) - koláč

1973 and 2012 fuel shares of total final consumption



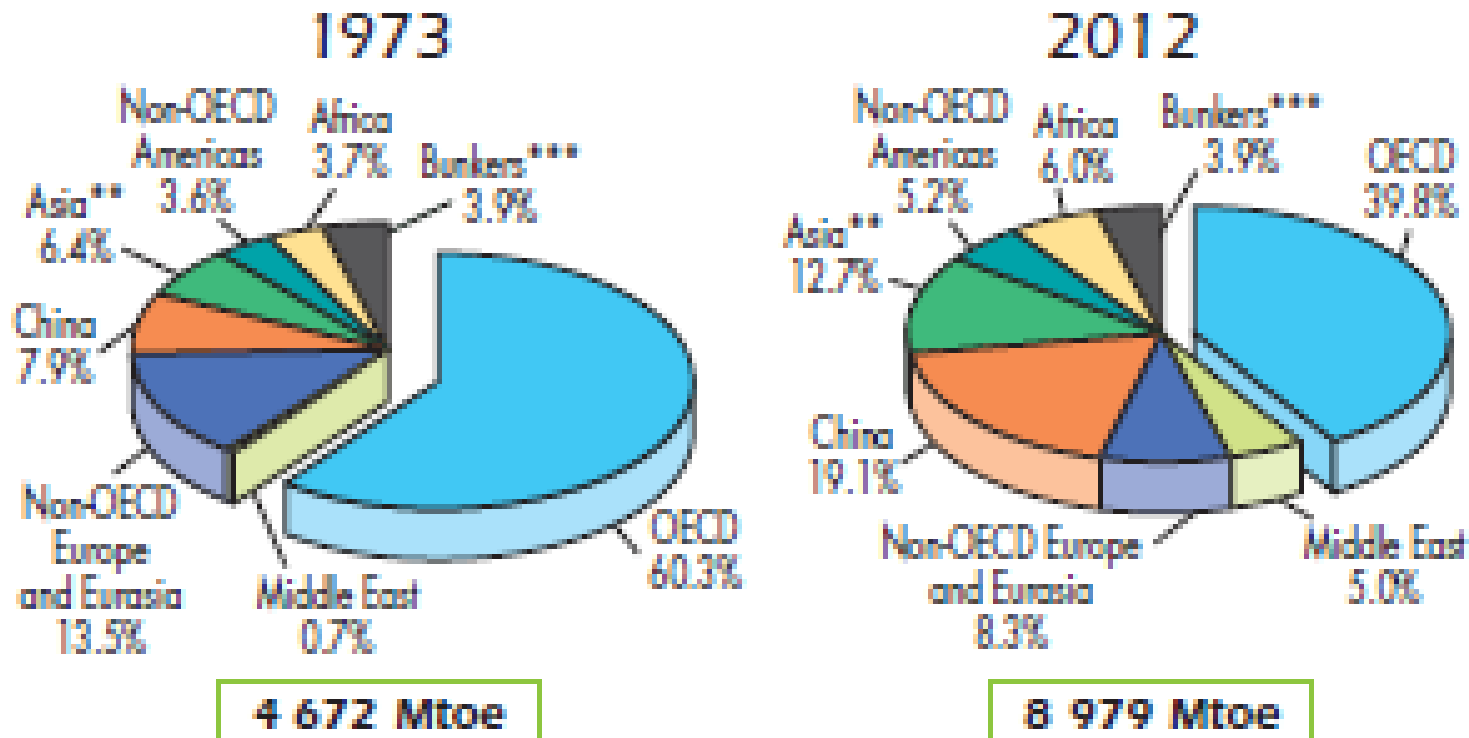
Konečná spotřeba energie podle regionů

World total final consumption* from 1971 to 2012
by region (Mtoe)



Konečná spotřeba energie podle regionů - koláč

1973 and 2012 regional shares of total final consumption*



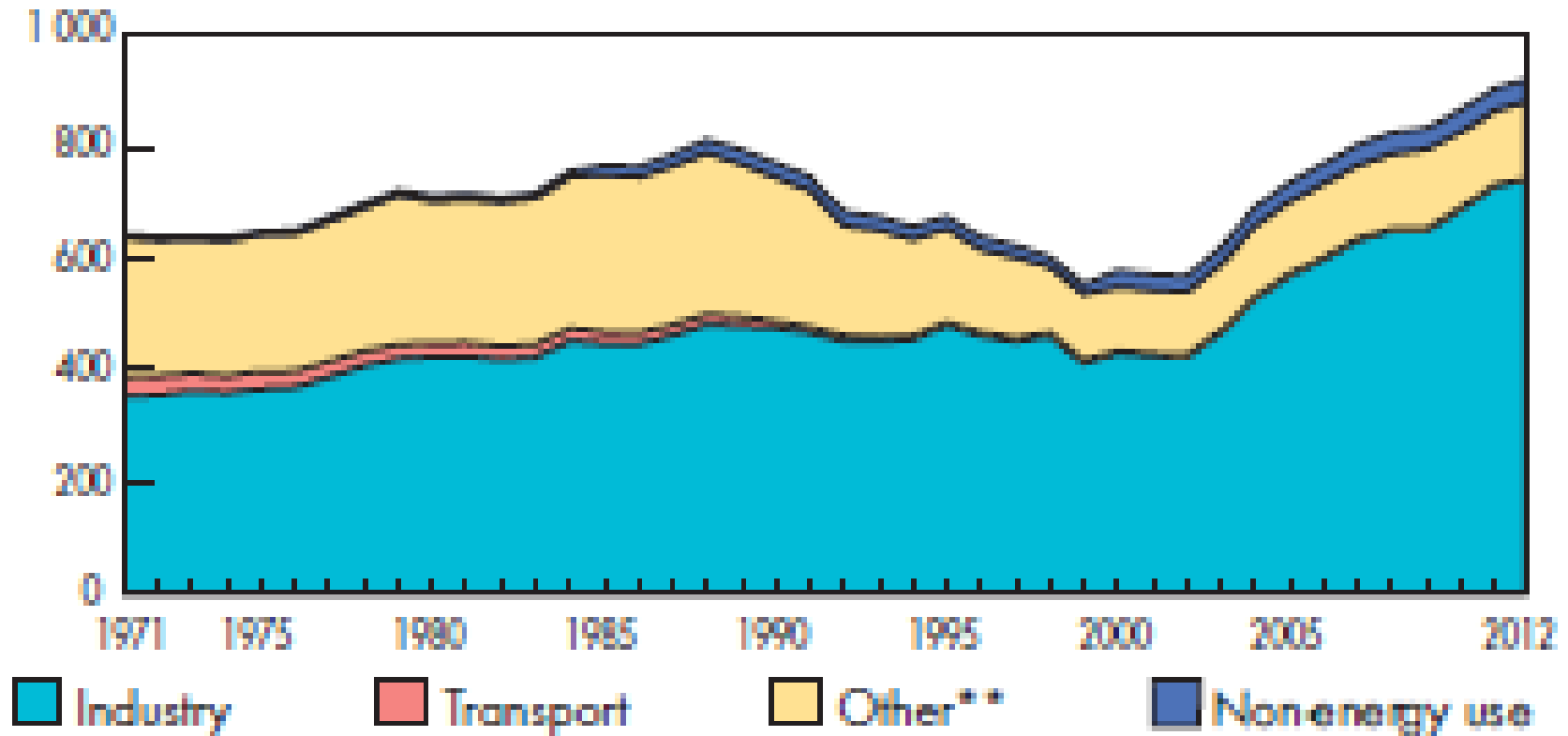
*Data for biofuels and waste final consumption have been estimated for a number of countries.

**Asia excludes China.

***Includes international aviation and international marine bunkers.

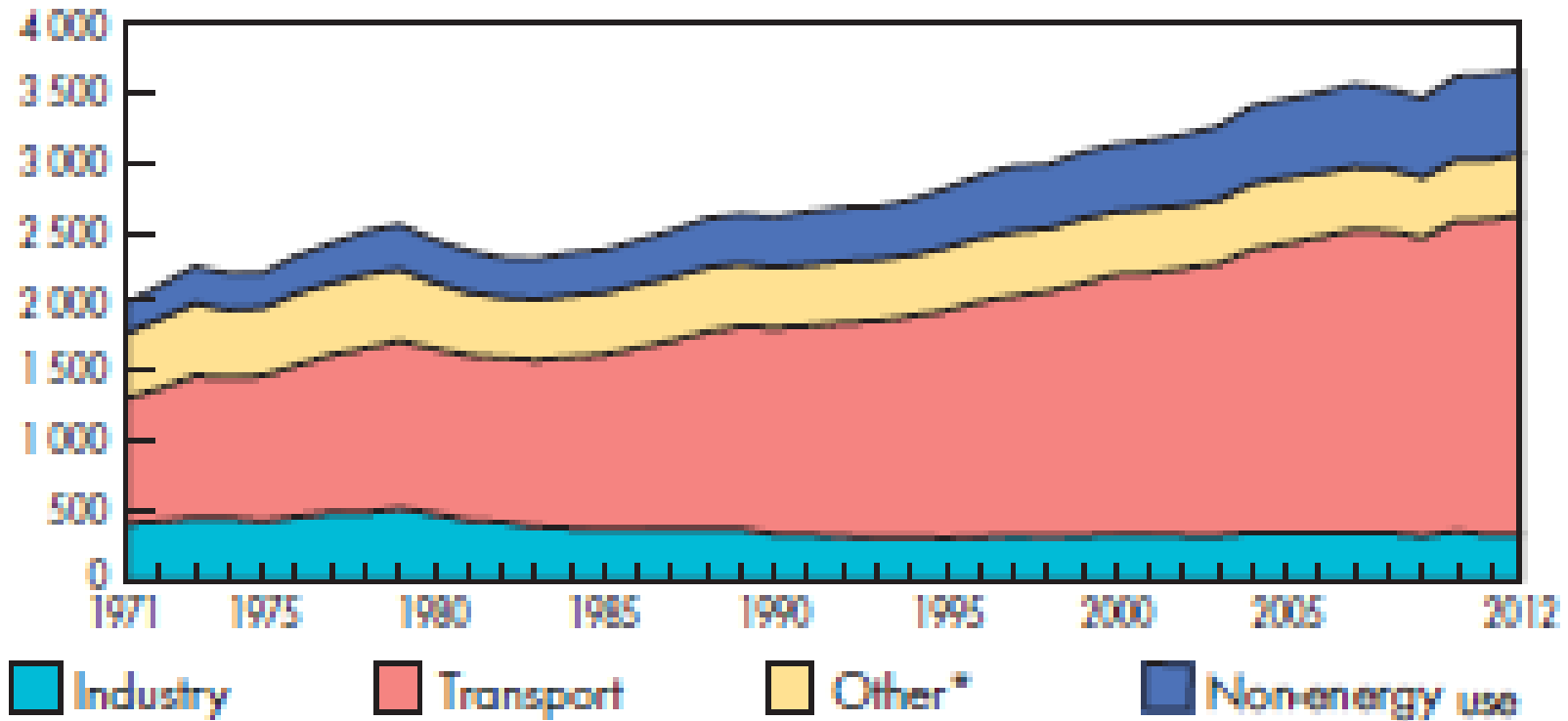
Konečná spotřeba uhlí po sektorech

Total final consumption from 1971 to 2012
by sector (Mtoe)



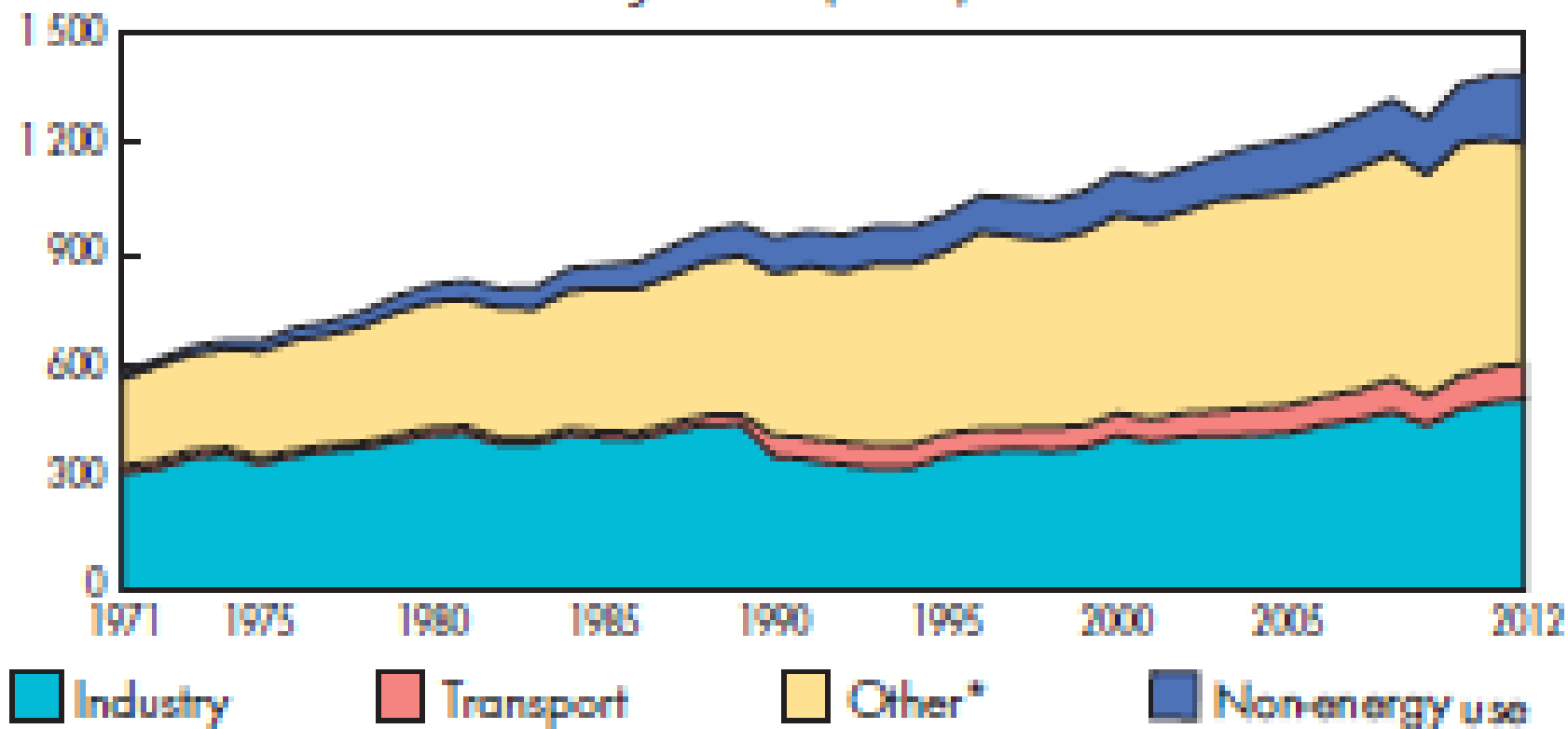
Konečná spotřeba ropy po sektorech

Total final consumption from 1971 to 2012
by sector (Mtoe)



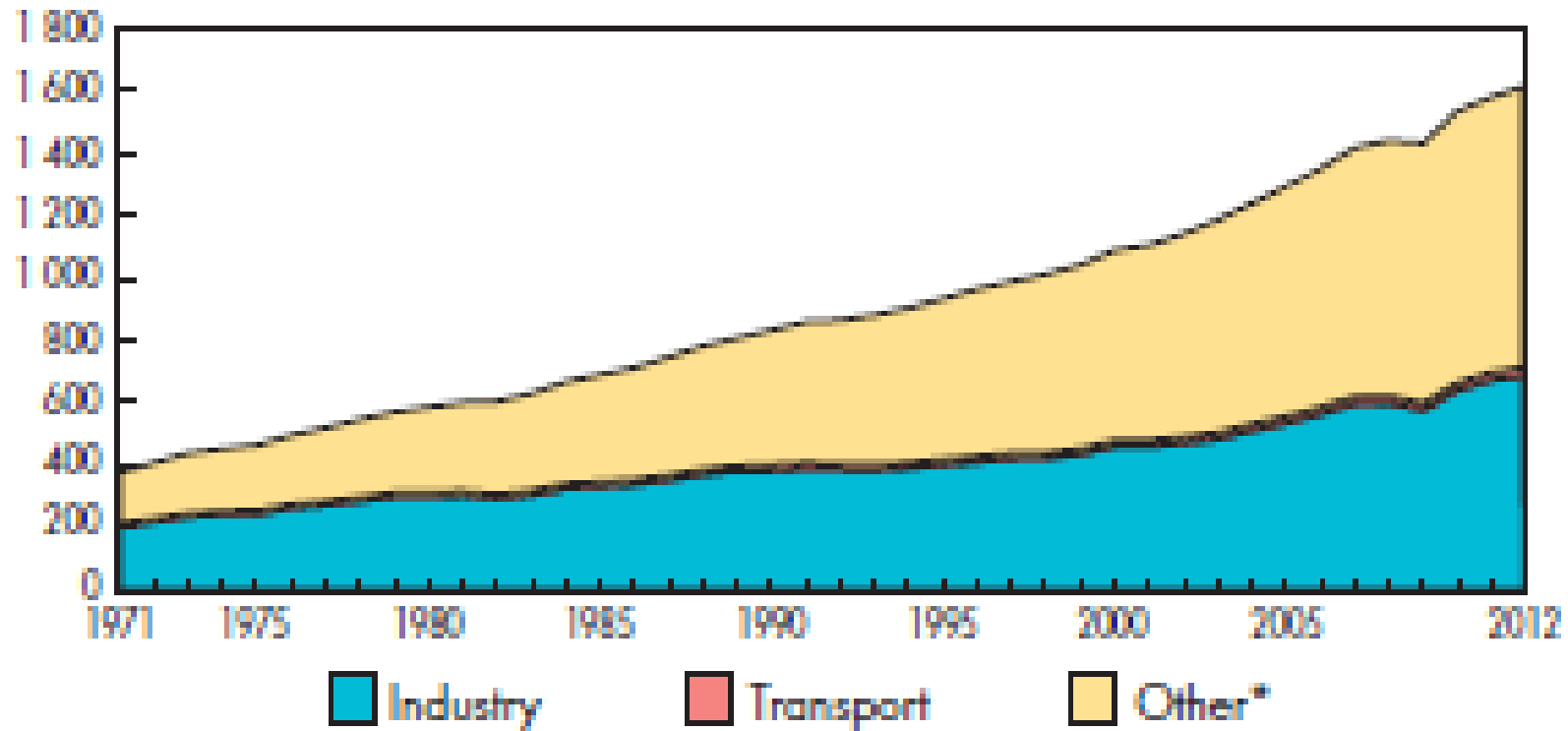
Konečná spotřeba plynu – po sektorech

Total final consumption from 1971 to 2012
by sector (Mtoe)



Konečná spotřeba elektřiny – po sektorech

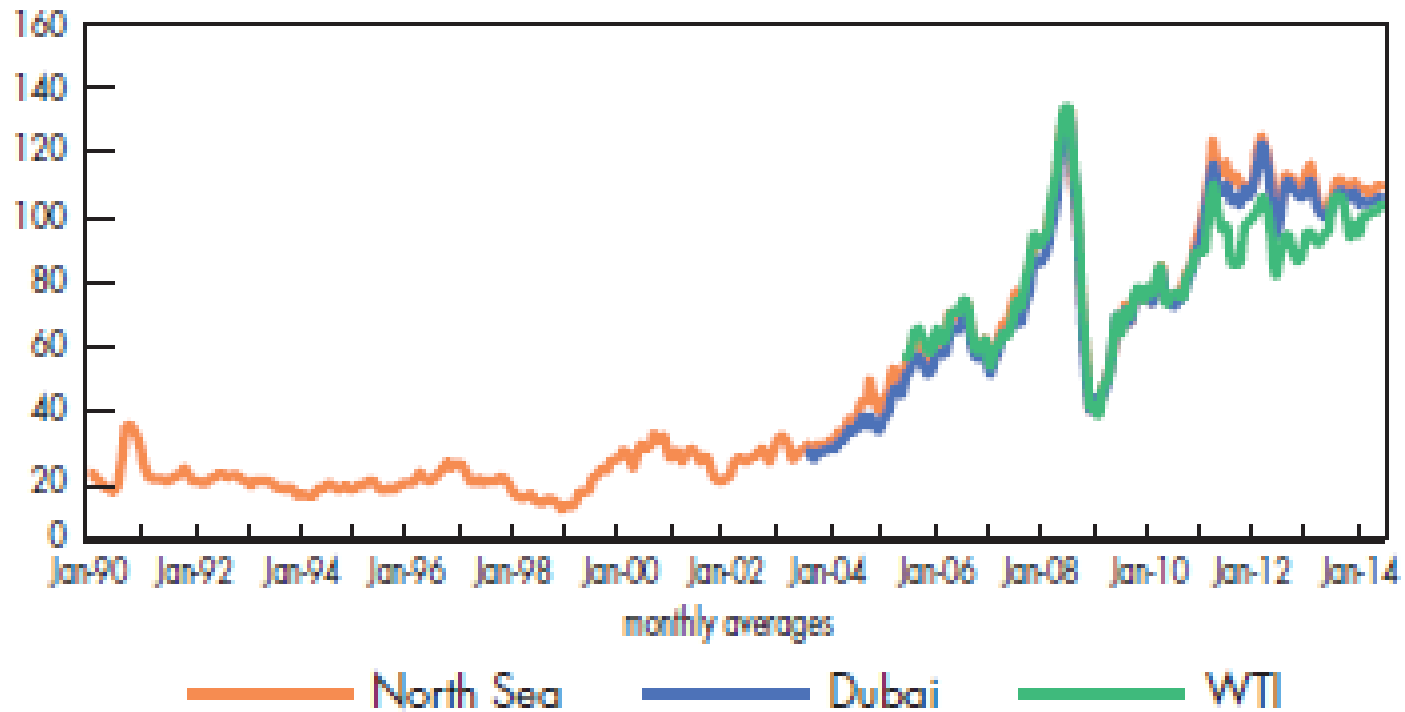
Total final consumption from 1971 to 2012
by sector (Mtoe)



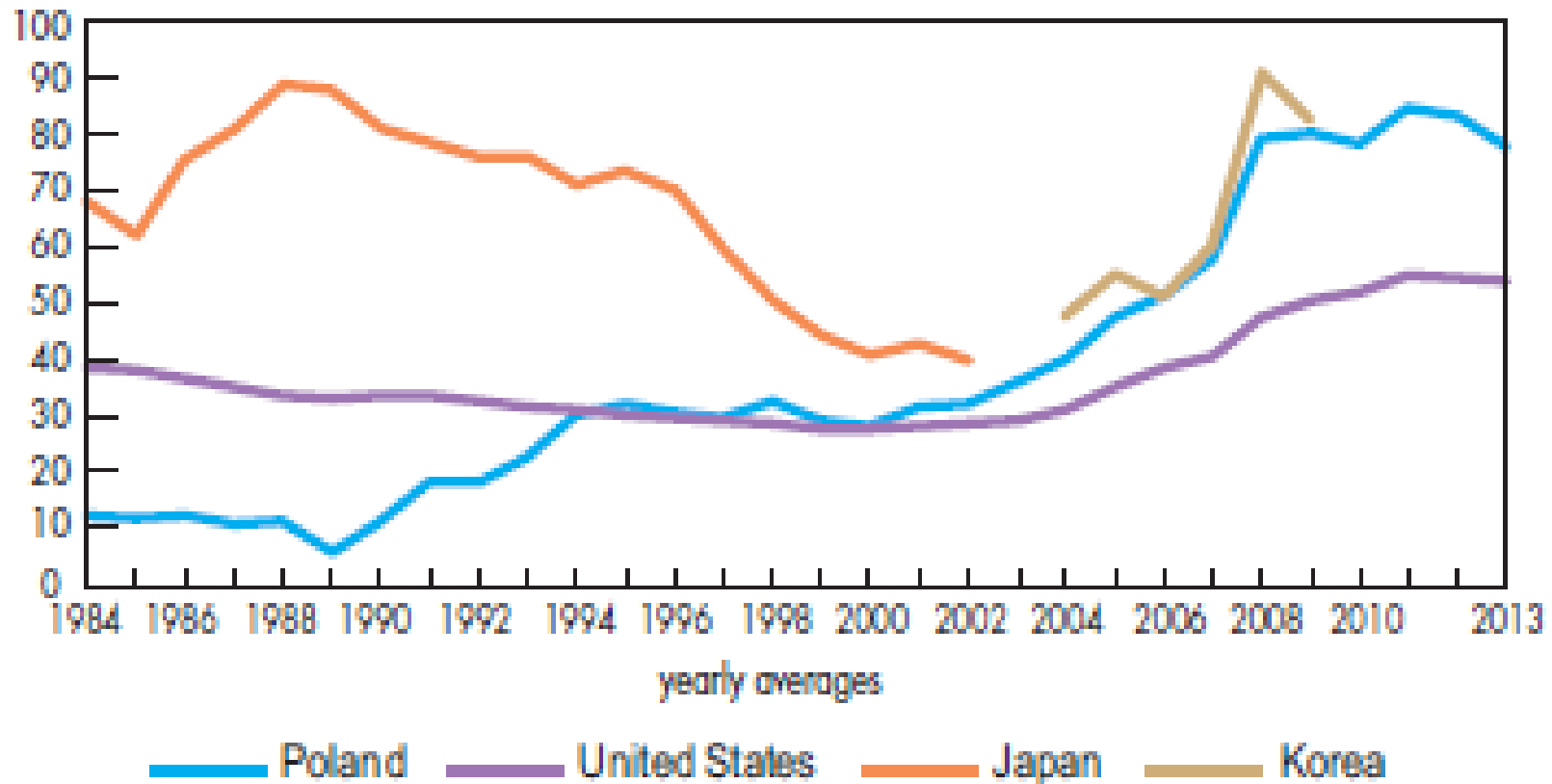
**Includes agriculture, commercial and public services, residential, and non-specified other.*

Vývoj ceny ropy

Key crude oil spot prices in USD/barrel

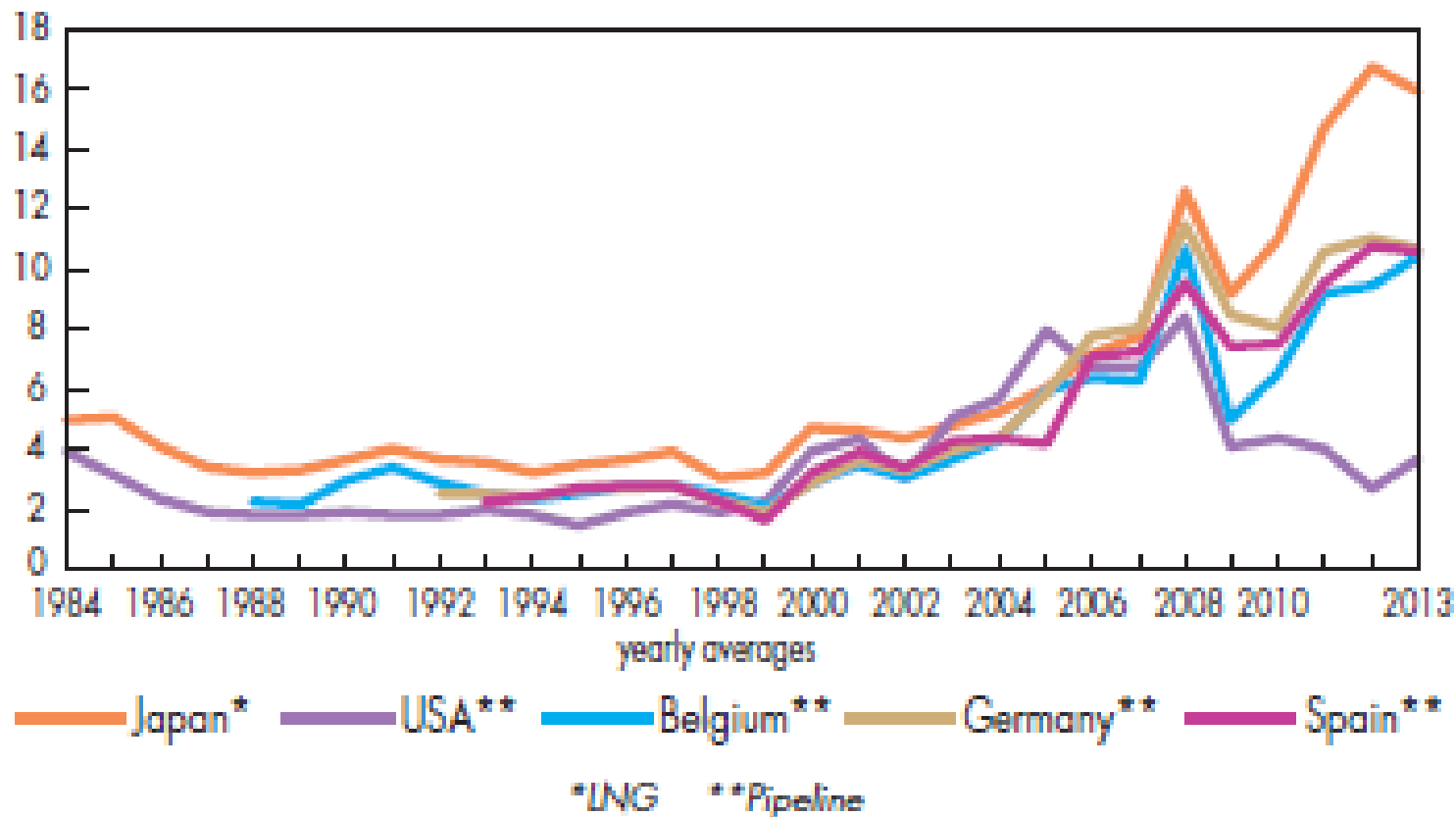


Steam Coal for Electricity Generation in USD/tonne



Vývoj ceny plynu

Natural gas import prices in USD/MBtu

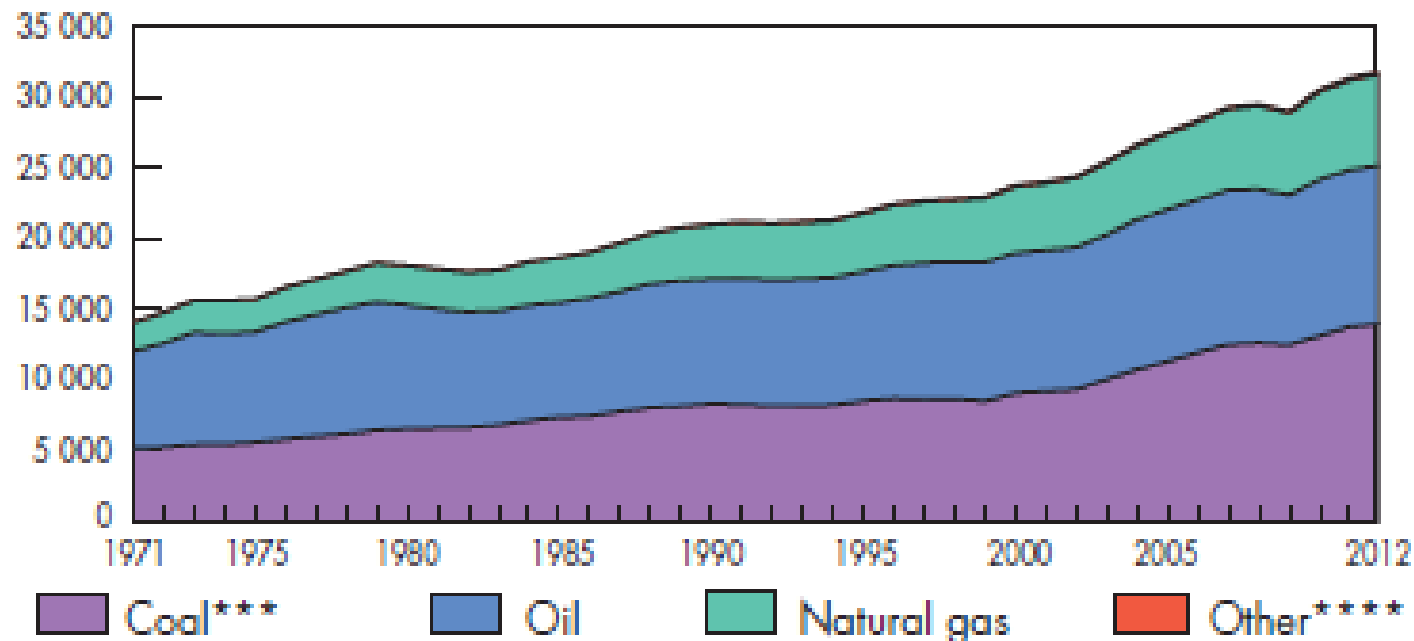


Emise CO₂

Do roku 2030 až o 50% ?

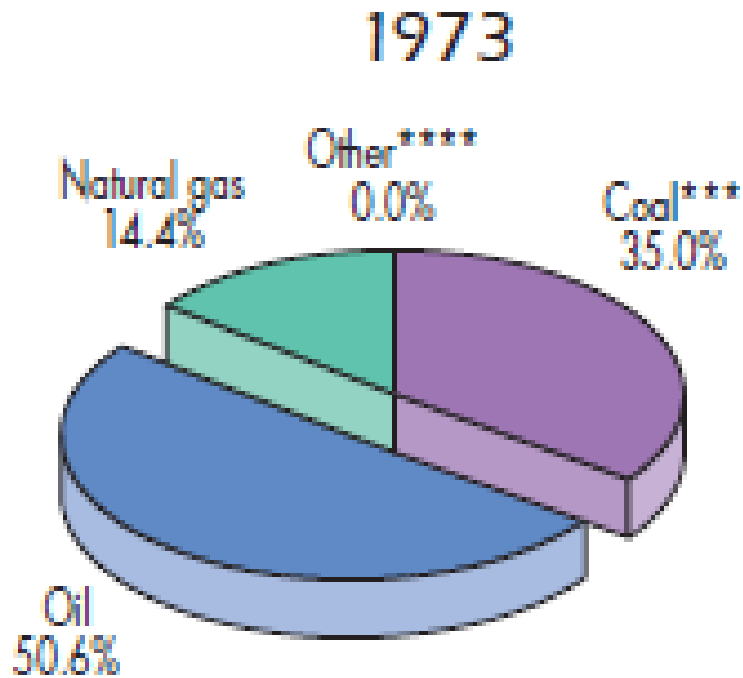
CO₂ Emissions by Fuel

World* CO₂ emissions** from 1971 to 2012
by fuel (Mt of CO₂)

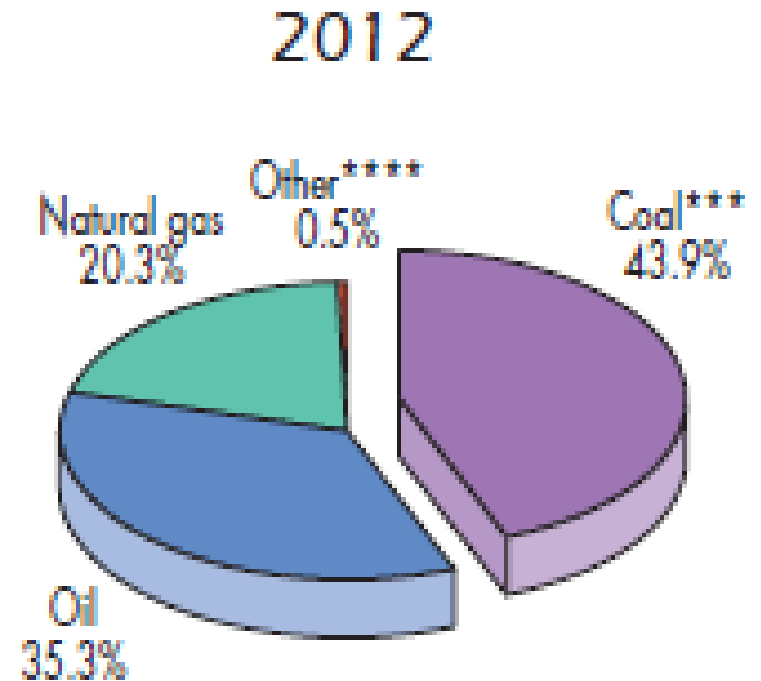


Emise CO₂

Do roku 2030 až o 50% ?



15 633 Mt of CO₂



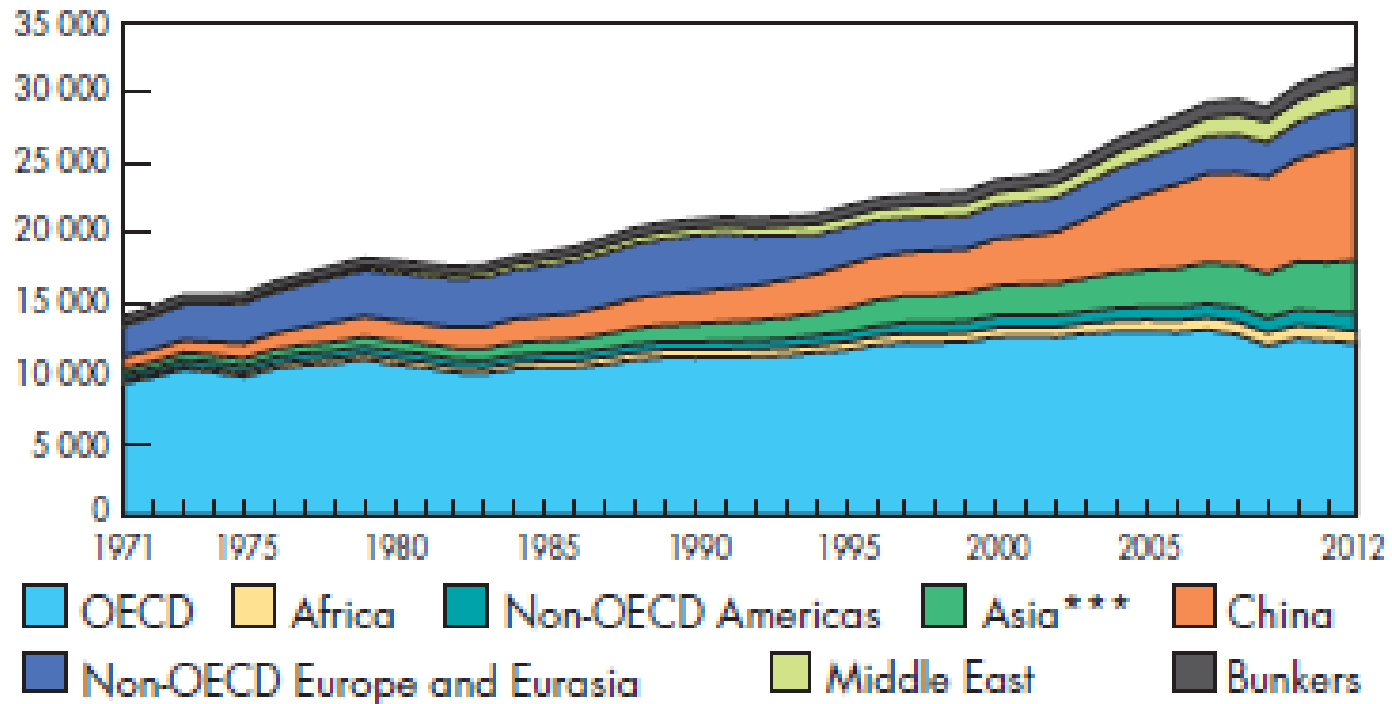
31 734 Mt of CO₂

Emise CO₂

?

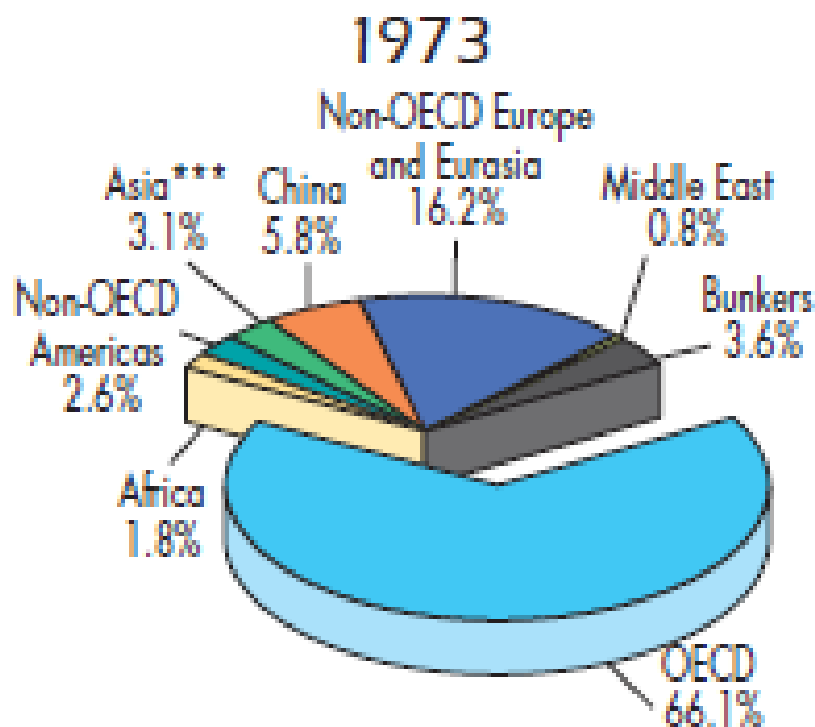
CO₂ Emissions by Region

World* CO₂ emissions** from 1971 to 2012
by region (Mt of CO₂)

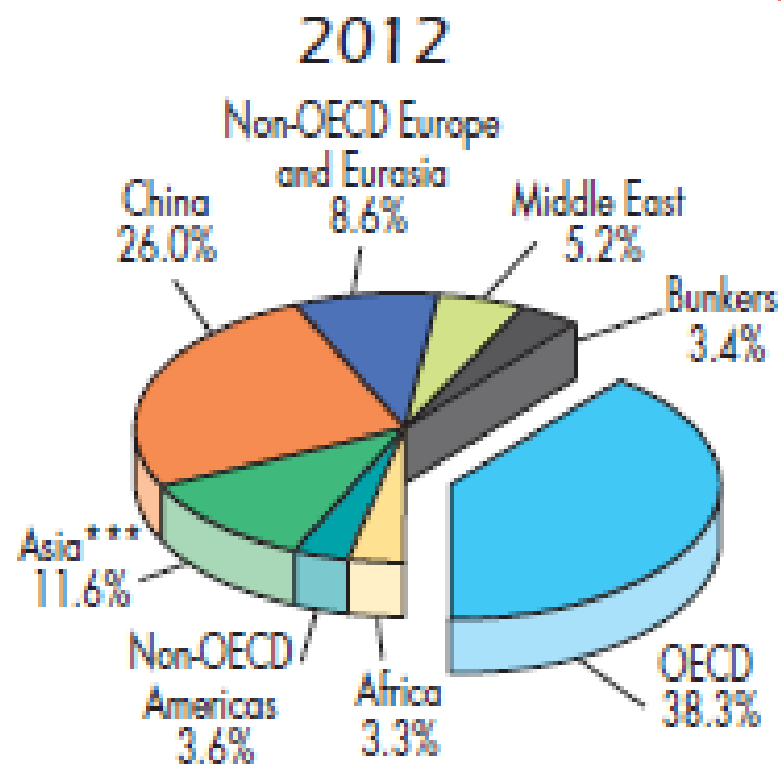


Emise CO₂

CO₂ emissions



15 633 Mt of CO₂

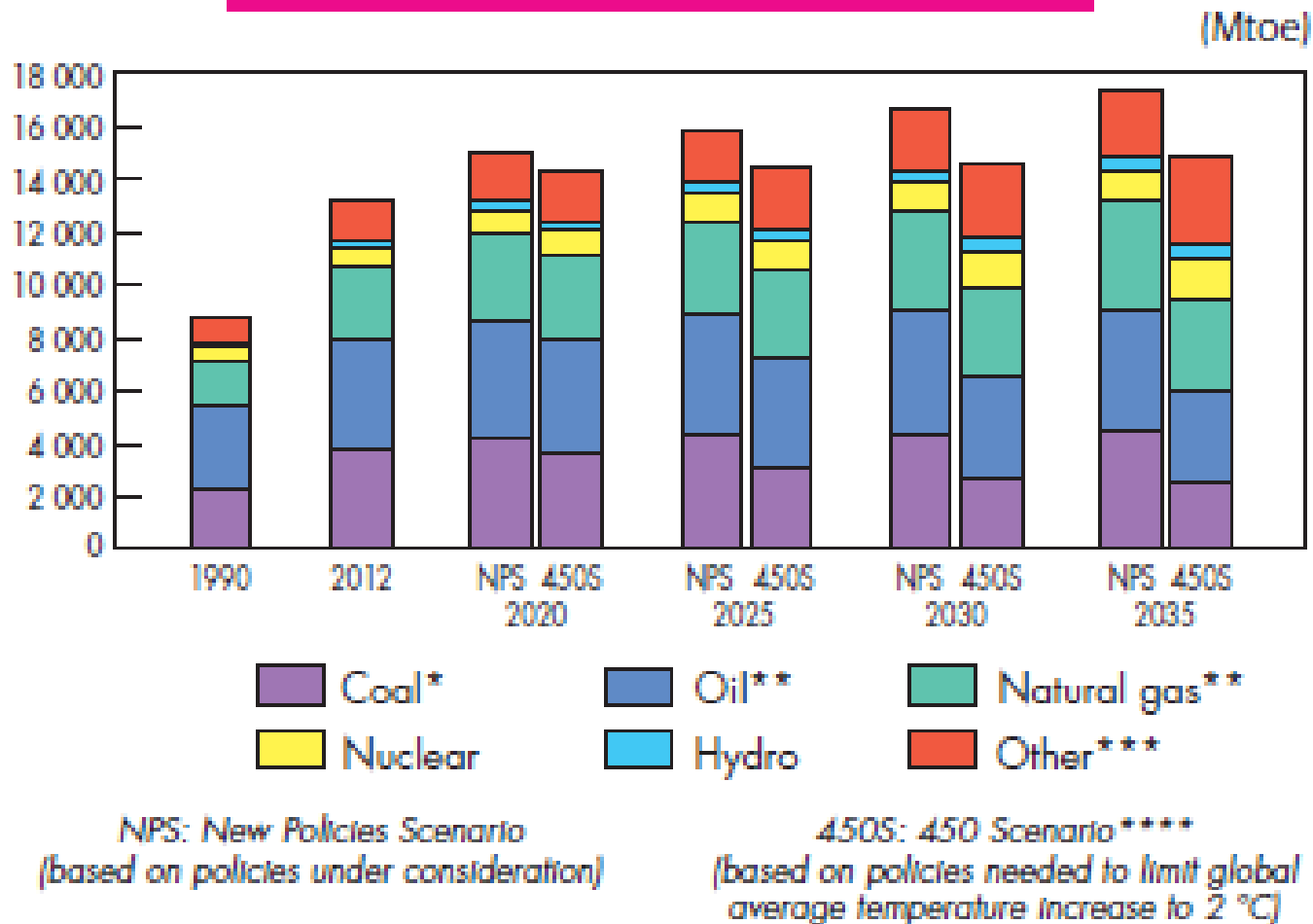


31 734 Mt of CO₂

World includes international aviation and international marine bunkers, which are shown together as Bunkers. **Calculated using the IEA's energy balances and the Revised 1996 IPCC Guidelines. CO₂ emissions are from fuel combustion only. *Asia excludes China*

Výhled v produkci energie

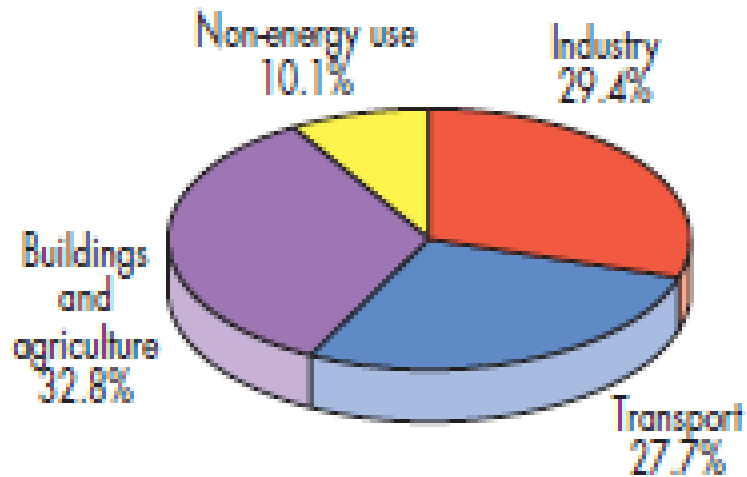
TPES Outlook by Fuel



Výhled – skladba produkce energie

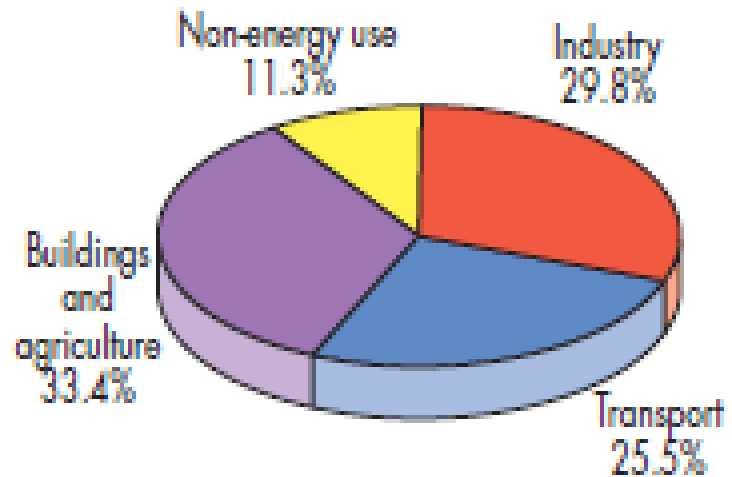
Total Final Consumption by Sector in 2035

New Policies Scenario



12 001 Mtoe

450 Scenario



10 442 Mtoe

**In these graphs, peat and oil shale are aggregated with coal.*

***Includes international aviation and international marine bunkers.*

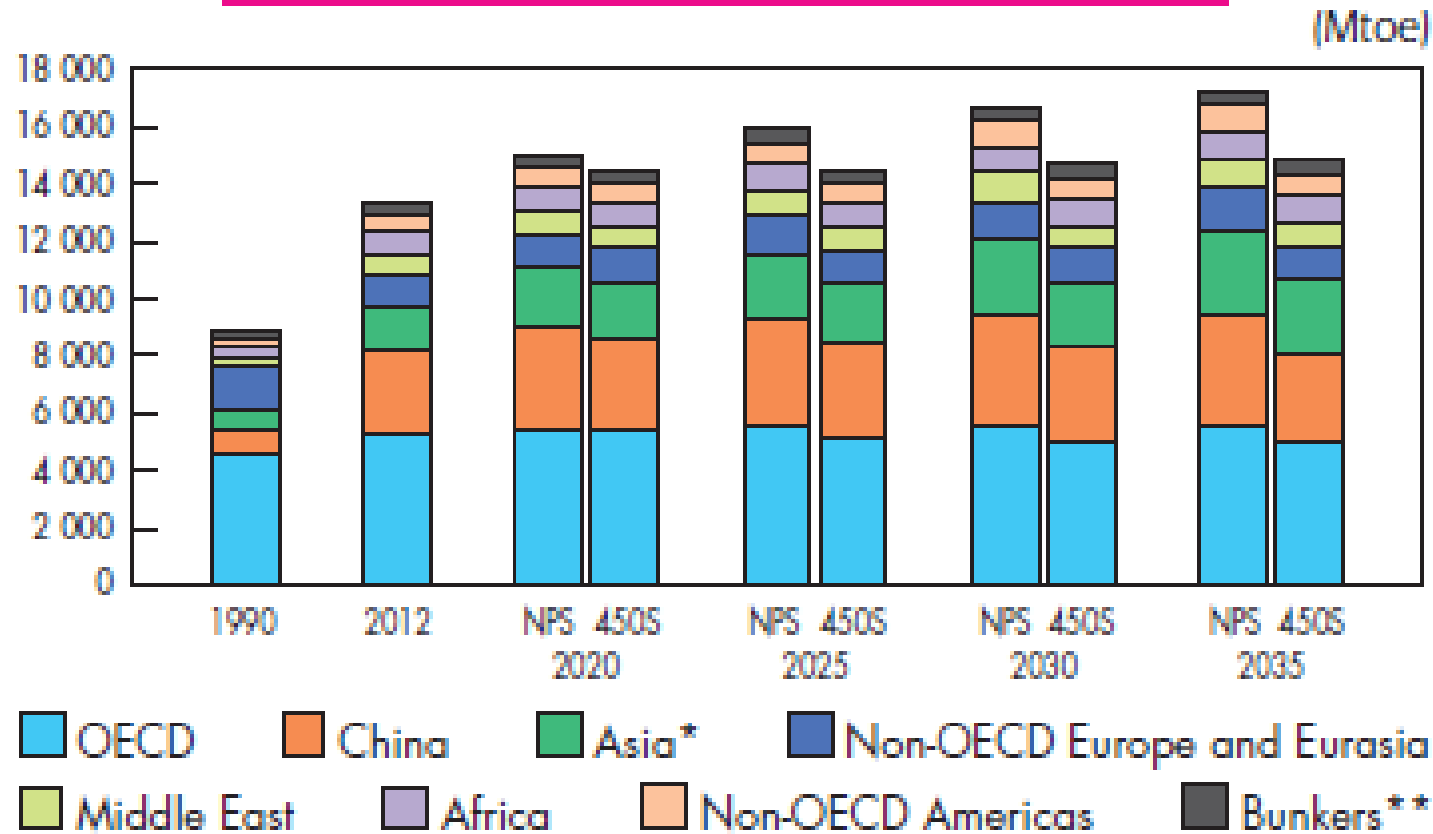
****Includes biofuels and waste, geothermal, solar, wind, tide, etc.*

*****Based on a plausible post-2013 climate-policy framework to stabilise the long-term concentration of global greenhouse gases at 450 ppm CO₂-equivalent.*

6

Výhled dle regionů

TPES Outlook by Region



NPS: New Policies Scenario
(based on policies under consideration)

450S: 450 Scenario***
(based on policies needed to limit global average temperature increase to 2 °C)

	Mil.obyv	Výroba Mtoe	Exp-imp (Mtoe)	Sportř El. TWh	Eemise CO2 Mt	TPES toe /obyv	kWh/obyv	T CO ₂ /obyv
--	----------	-------------	----------------	----------------	---------------	----------------	----------	-------------------------

Albania	3.16	1.67	1.67	6.14	3.83	0.66	1 943	1.21
Algeria	38.48	143.76	143.76	46.28	114.35	1.20	1 203	2.97
Angola	20.82	97.15	97.15	4.98	16.46	0.69	239	0.79
Argentina	41.09	75.17	75.17	124.38	188.51	1.95	3 027	4.59
Armenia	2.97	0.81	0.81	5.46	5.42	1.00	1 838	1.83
Australia	23.13	317.39	317.39	236.33	386.27	5.55	10 218	16.70
Austria	8.43	12.80	12.80	71.72	64.73	3.93	8 511	7.68
Azerbaijan	9.30	58.73	58.73	19.08	29.27	1.47	2 053	3.15
Bahrain	1.32	19.77	19.77	23.20	28.81	9.56	17 601	21.86
Bangladesh	154.70	27.19	27.19	43.25	59.55	0.21	280	0.38
Belarus	9.46	4.12	4.12	34.99	71.12	3.22	3 698	7.51
Belgium	11.05	15.89	15.89	88.88	104.56	5.06	8 040	9.46
Benin	10.05	2.17	2.17	0.92	4.95	0.39	92	0.49
Bolivia	10.50	20.08	20.08	6.78	16.32	0.81	646	1.55
Bosnia and Herzegovina	3.83	4.52	4.52	12.54	21.22	1.74	3 271	5.54
Botswana	2.00	1.32	1.32	3.23	4.47	1.08	1 611	2.23
Brazil	198.66	251.90	251.90	498.36	440.24	1.42	2 509	2.22
Brunei Darussalam	0.41	18.52	18.52	3.69	8.40	9.28	8 949	20.38

	Mil.obyv	Výroba Mtoe	Exp-imp (Mtoe)	Sportř El. TWh	Eemise CO2 Mt	TPES toe /obyv	kWh/ obyv	T CO ₂ / obyv
--	----------	----------------	-------------------	-------------------	------------------	-------------------	--------------	-----------------------------

Bulgaria	7.31	11.78	6.83	34.79	44.30	2.51	4762	6.06
Cambodia	14.87	3.94	1.58	3.06	4.17	0.37	206	0.28
Cameroon	21.70	7.85	-0.74	5.68	5.42	0.32	262	0.25
Canada	34.88	419.66	-168.71	542.68	533.74	7.20	15 558	15.30
Chile	17.40	13.05	24.96	66.25	77.77	2.14	3 807	4.47
People's Rep. of China	1 350.70	2 525.28	467.59	4 693.68	8 205.86	2.14	3 475	6.08
Colombia	47.70	124.53	-90.81	53.91	67.35	0.66	1 130	1.41
Congo	4.34	15.73	-13.87	0.78	2.18	0.40	180	0.50
Dem. Rep. of Congo	65.71	20.94	-0.22	7.37	2.42	0.31	112	0.04
Costa Rica	4.81	2.46	2.37	9.11	6.75	0.98	1 896	1.41
Côte d'Ivoire	19.84	12.49	0.15	5.06	7.83	0.64	255	0.39
Croatia	4.27	3.45	4.39	16.30	17.19	1.85	3 819	4.03
Cuba	11.27	5.52	6.15	15.51	28.82	1.01	1 376	2.56
Cyprus*	0.86	0.11	2.61	4.58	6.46	2.58	5 313	7.50
Czech Republic	10.51	32.64	10.81	66.27	107.77	4.06	6 306	10.25
Denmark	5.59	18.96	-0.66	33.77	37.13	3.10	6 040	6.64
Dominican Republic	10.28	0.80	7.22	14.95	19.81	0.73	1 455	1.93
Ecuador	15.49	28.64	-14.68	19.76	33.10	0.93	1 276	2.14
Egypt	80.72	82.05	-3.58	145.66	196.85	0.97	1 804	2.44
El Salvador	6.30	2.30	2.07	5.35	6.15	0.69	850	0.98

	Mil.obyv	Výroba Mtoe	Exp-imp (Mtoe)	Sportř El. TWh	Eemise CO2 Mt	TPES toe /obyv	kWh/ obyv	T CO ₂ / obyv
Eritrea	6.13	0.62	0.18	0.31	0.54	0.13	50	0.09
Estonia	1.34	5.09	1.16	8.85	16.35	4.12	6 603	12.20
Ethiopia	91.73	43.04	2.75	5.30	7.93	0.50	58	0.09
Finland	5.41	17.24	15.54	84.93	49.41	6.15	15 687	9.13
FYR of Macedonia	2.11	1.52	1.44	7.64	8.69	1.41	3 625	4.13
France	65.43	134.47	124.13	482.05	333.89	3.86	7 367	5.10
Gabon	1.63	14.08	-11.58	1.77	2.47	1.35	1 081	1.51
Georgia	4.49	1.10	2.65	8.69	6.81	0.83	1 935	1.52
Germany	81.92	123.38	199.56	584.71	755.27	3.82	7 138	9.22
Ghana	25.37	9.97	0.40	8.84	12.81	0.40	348	0.50
Gibraltar	0.03	0.00	2.79	0.17	0.53	5.40	5 344	16.52
Greece	11.09	10.43	19.44	61.13	77.51	2.39	5 511	6.99
Guatemala	15.08	8.24	3.28	8.13	10.49	0.73	539	0.70
Haiti	10.17	3.33	0.79	0.51	2.07	0.40	50	0.20
Honduras	7.94	2.45	2.68	5.40	8.16	0.64	680	1.03
Hong Kong, China	7.16	0.11	28.41	43.12	44.99	2.05	6 026	6.29
Hungary	9.92	10.58	12.43	38.87	43.55	2.37	3 919	4.39
Iceland	0.32	5.11	0.79	17.06	1.84	17.74	53 156	5.73
India	1 236.69	544.55	243.22	939.78	1 954.02	0.64	760	1.58
Indonesia	246.86	440.25	-226.23	181.04	435.48	0.87	733	1.76

Sc. KF

	Mil.obyv	Výroba Mtoe	Exp-imp (Mtoe)	Sportř El. TWh	Eemise CO2 Mt	TPES toe /obyv	kWh/ obyv	T CO ₂ / obyv
Gibraltar	0.03	0.00	1.18	0.11	0.50	5.92	3893	2.94
Greece	10.96	9.97	22.08	51.25	90.15	2.62	4679	3.14
Guatemala	11.68	5.23	2.13	4.27	9.31	0.63	365	1.27
Haiti	8.13	1.54	0.55	0.26	1.51	0.26	31	0.72
Honduras	6.59	1.53	1.86	3.45	5.09	0.49	524	1.57
Hong Kong. China	6.73	0.05	19.98	37.26	37.97	2.42	5541	2.33
Hungary	10.19	10.82	13.78	34.91	56.34	2.49	3427	2.22
Iceland	0.29	2.45	0.96	7.68	2.10	11.80	26947	0.63
India	1032.36	438.10	90.98	421.36	1013.45	0.51	408	1.91
Indonesia	208.98	234.31	-80.94	88.39	283.50	0.73	423	1.86
Islamic Rep. of Iran	64.53	246.64	-126.02	108.98	323.25	1.86	1689	2.69
Iraq	23.75	123.30	-94.82	34.93	79.29	1.20	1471	2.78
Ireland	3.85	1.73	13.77	22.80	43.11	3.89	5917	2.88
Israel	6.36	0.69	20.75	41.10	63.82	3.33	6459	3.01
Italy	57.93	26.26	146.74	308.03	425.27	2.97	5318	2.47

	Mil.obyv	Výroba Mtoe	Exp-imp (Mtoe)	Sportř El. TWh	Eemise CO2 Mt	TPES toe /obyv	kWh/ obyv	T CO ₂ / obyv
Jamaica	2.59	0.49	3.56	6.09	9.75	1.55	2352	2.43
Japan	127.21	104.09	417.09	1005.86	1132.31	4.09	7907	2.17
Jordan	5.03	0.28	4.94	6.91	14.17	1.02	1373	2.77
Kazakhstan	14.90	83.75	-43.38	49.34	119.46	2.71	3312	2.96
Kenya	30.74	12.64	2.82	3.63	8.70	0.50	118	0.57
Korea	47.34	34.21	164.44	265.48	435.78	4.11	5607	2.24
DPR of Korea	22.38	19.25	1.29	17.01	71.13	0.91	760	3.48
Kuwait	2.04	108.85	-91.99	32.33	63.45	8.01	15818	3.88
Kyrgyzstan	4.96	1.35	0.83	7.13	3.82	0.45	1439	1.71
Latvia	2.36	1.72	2.55	5.17	7.22	1.82	2193	1.68
Lebanon	4.39	0.16	5.25	8.00	15.44	1.24	1824	2.84
Libya	5.41	74.36	-58.29	21.47	40.15	2.96	3968	2.51
Lithuania	3.48	4.15	3.76	9.36	12.04	2.30	2687	1.50
Luxembourg	0.44	0.06	3.75	6.72	8.41	8.66	15158	2.20
FYR of Macedonia	2.04	1.57	1.02	5.72	8.58	1.28	2799	3.29

	Mil.obyv	Výroba Mtoe	Exp-imp (Mtoe)	Sportř El. TWh	Eemise CO2 Mt	TPES toe /obyv	kWh/ obyv	T CO ₂ / obyv
Malaysia	23.80	77.62	-25.74	67.21	108.77	2.17	2824	2.11
Malta	0.40	0.00	0.76	1.69	2.12	1.87	4271	2.86
Mexico	99.11	230.24	-76.81	179.39	358.97	1.54	1810	2.36
Republic of Moldova	4.27	0.06	3.09	4.01	6.96	0.74	940	2.22
Morocco	29.17	0.58	10.78	16.62	31.67	0.38	570	2.88
Mozambique	18.07	7.56	0.16	4.92	1.25	0.43	272	0.16
Myanmar	48.32	15.28	-3.11	4.53	6.74	0.25	94	0.55
Namibia	1.79	0.29	0.87	2.39	2.26	0.65	1334	1.95
Nepal	23.59	7.34	1.08	1.57	3.30	0.36	67	0.39
Netherlands	16.04	60.44	31.55	106.83	177.48	4.81	6659	2.30
Netherlands Antilles	0.21	0.00	3.11	0.93	3.24	6.71	4401	2.28
New Zealand	3.85	14.93	3.31	35.67	32.86	4.75	9264	1.80
Nicaragua	5.21	1.54	1.27	1.75	3.69	0.54	335	1.32
Nigeria	129.88	207.02	-110.30	11.23	47.91	0.73	86	0.50
Norway	4.51	226.57	-201.25	119.57	37.93	5.90	26494	1.43

	Mil.obyv	Výroba Mtoe	Exp-imp (Mtoe)	Sportř El. TWh	Eemise CO2 Mt	TPES toe /obyv	kWh/ obyv	T CO ₂ / obyv
Oman	2.48	64.53	-55.80	8.05	23.97	4.03	3247	2.40
Pakistan	141.45	48.61	16.33	53.55	98.53	0.46	379	1.53
Panama	2.90	0.68	2.65	3.93	4.96	1.10	1358	1.56
Paraguay	5.64	6.08	-2.30	4.74	3.15	0.67	841	0.84
Peru	26.35	9.36	2.68	18.54	24.36	0.46	704	2.01
Philippines	78.32	20.01	21.94	40.52	67.62	0.54	517	1.60
Poland	38.64	80.73	9.57	124.69	292.53	2.34	3227	3.23
Portugal	10.06	3.40	22.03	42.69	59.05	2.46	4243	2.39
Qatar	0.60	63.14	-47.84	9.15	34.58	26.57	15308	2.18
Romania	22.41	28.22	9.13	45.74	91.73	1.64	2041	2.49
Russia	144.75	996.16	-367.34	769.93	1519.47	4.29	5319	2.45
Saudi Arabia	21.41	476.83	-364.19	126.01	276.26	5.17	5886	2.50
Senegal	9.77	1.76	1.45	1.34	3.65	0.33	137	1.15
Serbia and Montenegro	10.65	10.77	5.29	30.56	47.18	1.51	2869	2.94
Singapore	4.13	0.06	47.48	31.71	45.93	7.06	7677	1.58

	Mil.obyv	Výroba Mtoe	Exp-imp (Mtoe)	Sportř El. TWh	Eemise CO2 Mt	TPES toe /obyv	kWh/obyv	T CO ₂ /obyv
Slovak Republic	5.38	6.82	11.54	27.04	39.37	3.48	5027	2.10
Slovenia	1.99	3.16	3.47	11.97	15.06	3.43	6007	2.20
South Africa	43.24	145.29	-32.76	196.59	309.37	2.49	4546	2.87
Spain	40.27	33.02	100.62	220.72	285.60	3.16	5482	2.24
Sri Lanka	18.73	4.46	3.57	5.40	10.61	0.42	288	1.34
Sudan	31.70	21.55	-8.02	2.17	6.48	0.43	68	0.48
Sweden	8.90	34.38	17.85	142.45	48.05	5.74	16013	0.94
Switzerland	7.23	12.37	15.48	58.05	43.82	3.87	8028	1.56
Syria	16.59	34.38	-20.42	25.54	50.75	0.84	1539	3.64
Tajikistan	6.25	1.27	1.77	13.57	4.84	0.49	2172	1.59
United Rep. of Tanzania	34.45	13.00	0.94	2.11	2.76	0.40	61	0.20
Thailand	61.18	40.06	36.01	95.61	156.40	1.23	1563	2.07
Togo	4.65	1.06	0.37	0.51	0.91	0.31	109	0.64
Trinidad and Tobago	1.31	18.38	-9.18	5.22	15.63	6.64	3982	1.80
Tunisia	9.67	6.89	1.65	10.12	18.85	0.85	1046	2.29

	Mil.obyv	Výroba Mtoe	Exp-imp (Mtoe)	Sportř El. TWh	Eemise CO2 Mt	TPES toe /obyv	kWh/ obyv	T CO ₂ / obyv
Turkey	68.61	26.15	45.97	103.55	188.01	1.06	1509	2.59
Turkmenistan	5.44	50.44	-35.13	7.61	38.32	2.82	1400	2.50
Ukraine	49.09	83.43	58.15	135.85	306.23	2.88	2767	2.16
United Arab Emirates	2.98	144.57	-105.23	36.54	75.43	10.96	12279	2.31
United Kingdom	58.79	262.19	-21.71	364.01	540.84	4.00	6192	2.30
United States	285.91	1711.81	641.68	3686.97	5673.25	7.98	12896	2.49
Uruguay	3.36	1.21	1.85	6.52	4.66	0.80	1940	1.73
Uzbekistan	25.07	55.63	-4.96	45.01	116.16	2.02	1796	2.29
Venezuela	24.63	216.02	-155.76	67.23	128.51	2.23	2729	2.34
Vietnam	79.53	50.35	-11.16	26.40	47.75	0.49	332	1.21
Yemen	18.05	22.69	-19.03	2.30	9.39	0.20	127	2.64
Former Yugoslavia	23.13	22.50	14.98	68.73	104.81	1.63	2972	2.77
Zambia	10.28	6.05	0.41	6.08	1.81	0.62	591	0.28
Zimbabwe	12.82	8.53	1.25	10.43	12.34	0.77	813	1.25

Zásoby paliv

- Podle nejnověji zveřejněné statistiky British Petroleum budou celosvětové zásoby vyčerpány u:
 - ropy za 40 let
 - zemního plynu za 65 let
 - uhlí za 200 let(a to i přes nově objevovaná nalezišť

. Hydroenergetika je sice v některých zemích důležitým zdrojem, ale s minimální možností dalšího rozšíření a se značnou závislostí na hydrometeorologických podmínkách.

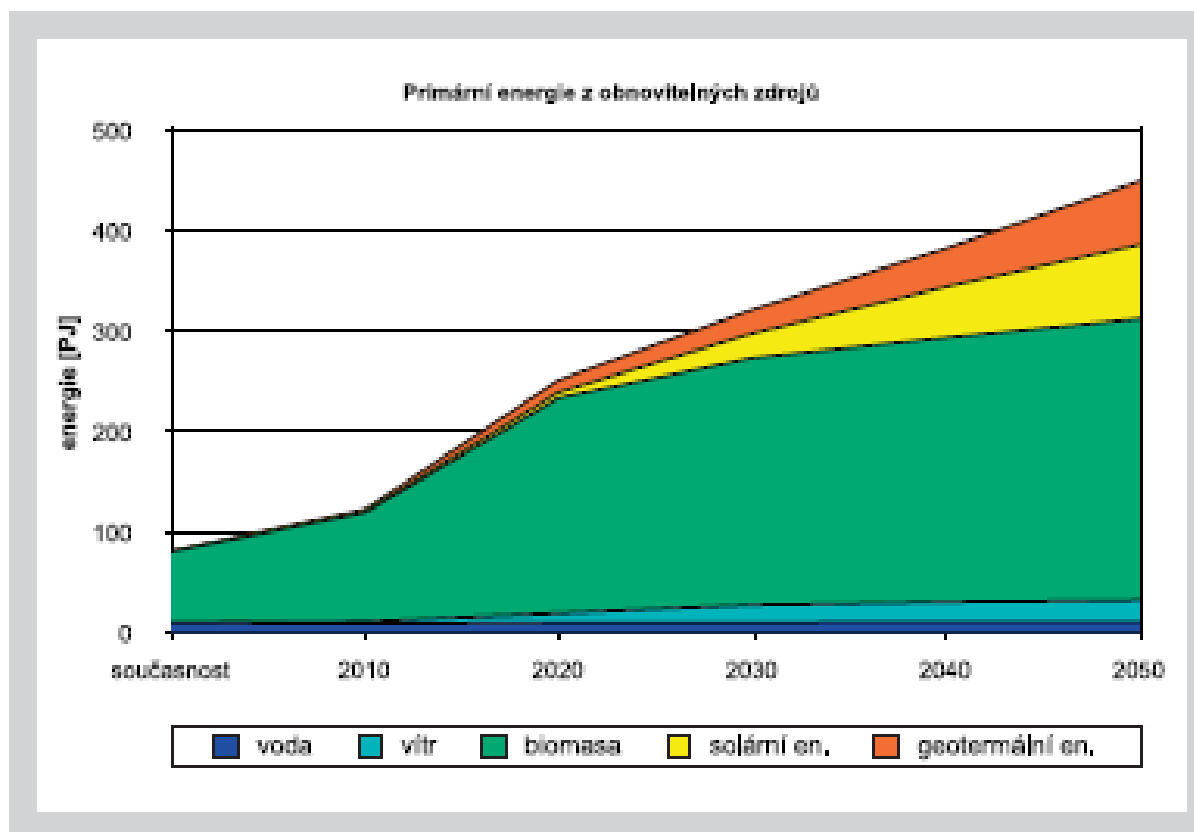
Světové zásoby uranu (především v Austrálii, Kanadě a Africe) vystačí v současných typech jaderných reaktorů na stovky let, při použití v rychlých reaktorech vystačí na tisíce let.

Onovitelné zdroje energie

Výroba elektřiny		2010	2020	2030
vodní	[TWh]	2,14	2,43	2,48
větrná	[TWh]	0,6	2,55	4,71
biomasa	[TWh]	1,62	5,26	8,02
geotermální	[TWh]	0	0,48	1,58
solární	[TWh]	0,15	0,98	5,67
Elektřina celkem	[TWh]	4,51	11,7	22,46

Výroba tepla				
biomasa	[PJ]	62,36	93,48	105,52
geotermální	[PJ]	2,2	10,51	17,7
solární	[PJ]	0,28	2,25	4,12
Teplo celkem	[PJ]	64,84	106,24	127,34
Celkem teplo + elektřina	[PJ]	81,08	148,36	208,20

Onovitelné zdroje energie



Předpoklad využití obnovitelných zdrojů. Zdroj: Zpráva NEK

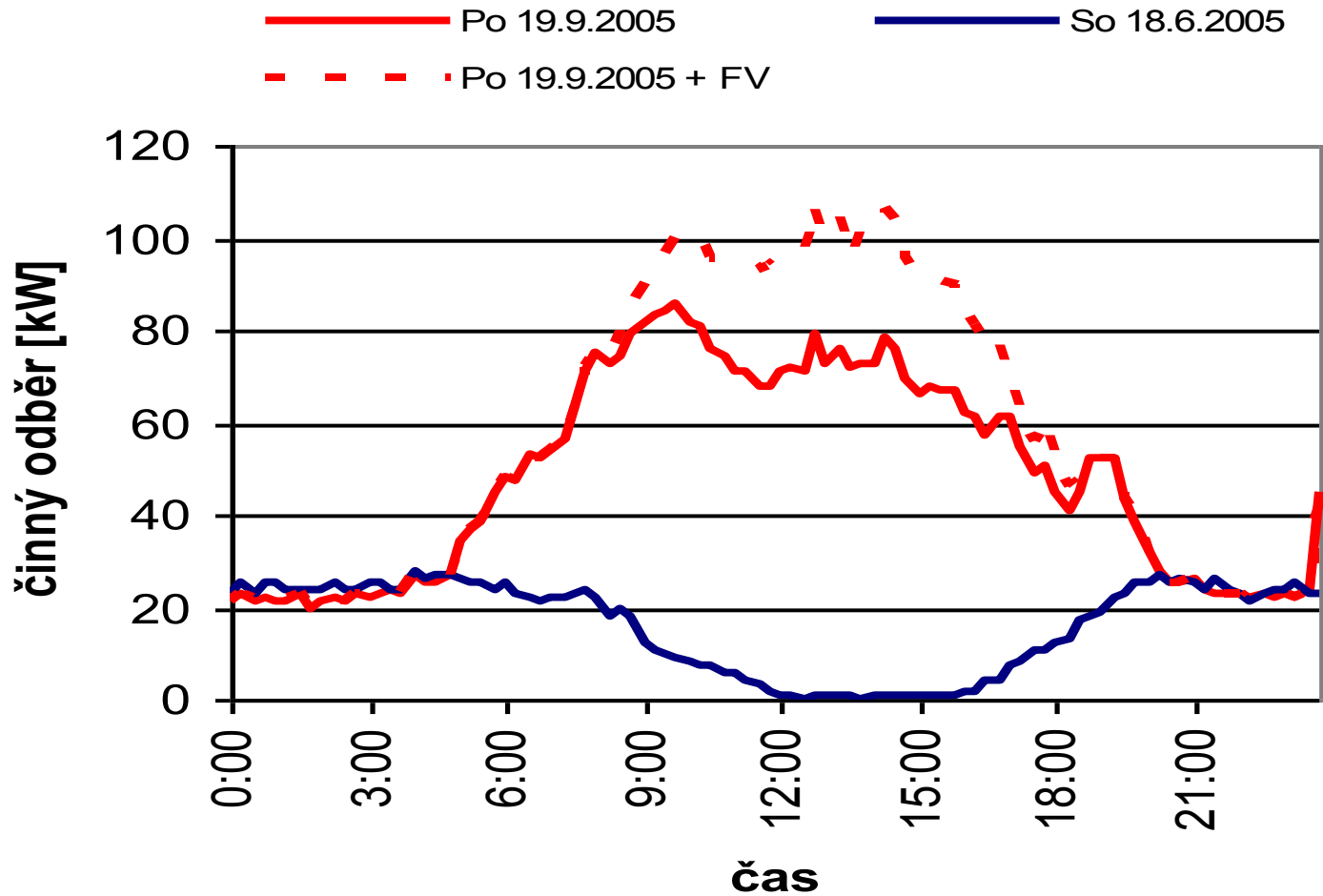
- Každý druh obnovitelných zdrojů energie má své přednosti, ale také svá omezení a limity.. Příhodné lokality se u nás téměř vždy nacházejí ve vyšších nadmořských výškách, obvykle nad 600 m n. m.
- Ale máme-li před sebou „větrnou“ mapu ČR s vyznačením izochar rychlostí větru je vidět, že zcela převažují území, kde rychlost větru nepřesahuje 4 m/s.
- Oblasti s vyšší rychlostí připomínají mapu zvláště chráněných území a rezervací. Možnost výstavby „větrných farem“ je v těchto územích velmi limitovaná, a bereme-li vážně ochranu přírody a krajiny, je velmi omezená.

- Sluneční záření dopadající na povrch České republiky poskytuje ročně asi 90.000 TWh energie. Ploch použitelných pro fotovoltaické systémy je 50,2 km², což reprezentuje ročně asi 5,5 TWh. Mezi jejich nevýhody patří vyšší vstupní náklady, které jsou však kompenzovány dlouhou, prakticky bezúdržbovou životností (20 let a více).
- 1TWh = 1 terawatthodina = 10¹²Wh

Fotovoltaický systém na PdF MU



Odběr el. energie ze sítě - PdF MU





Řešení : ... ?



■ Děkuji za pozornost.