

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

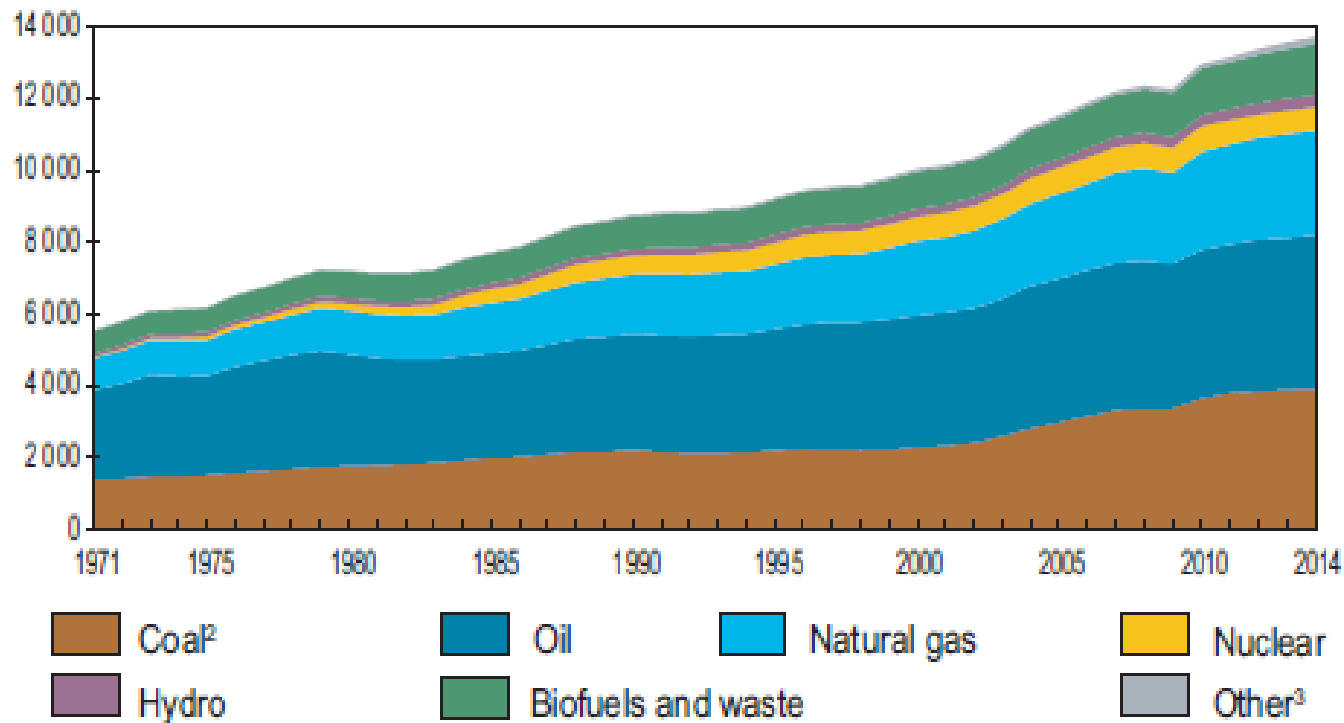
To:	TJ	Gcal	Mtoe	MBtu	GWh
From:	<i>multiply by:</i>				
TJ	1	238.8	2.388×10^{-5}	947.8	0.2778
Gcal	4.1868×10^{-3}	1	10^{-7}	3.968	1.163×10^{-3}
Mtoe	4.1868×10^4	10^7	1	3.968×10^7	11630
MBtu	1.0551×10^{-3}	0.252	2.52×10^{-8}	1	2.931×10^{-4}
GWh	3.6	860	8.6×10^{-5}	3412	1

- 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

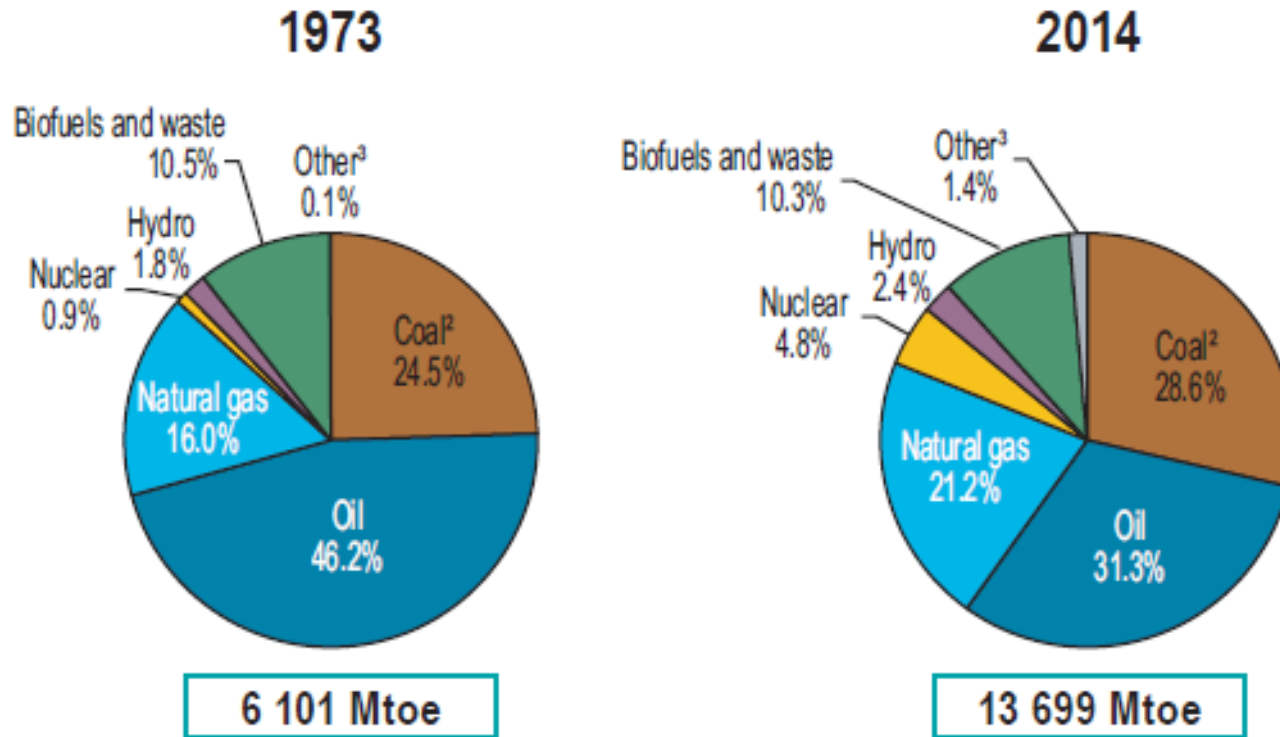
World

World¹ total primary energy supply (TPES) from 1971 to 2014 by fuel (Mtoe)



Primární energetické zdroje - koláč

1973 and 2014 fuel shares of TPES



1. World includes international aviation and international marine bunkers.
2. In these graphs, peat and oil shale are aggregated with coal.
3. 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.

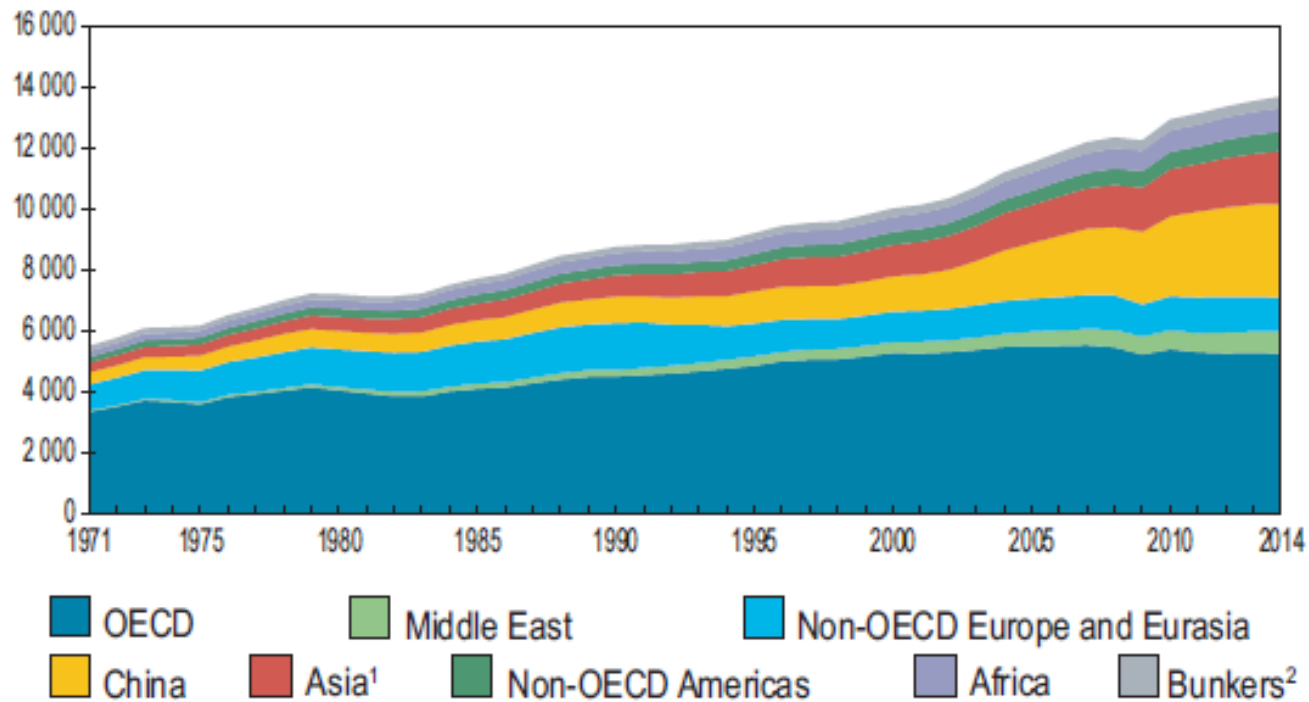
Dřívější země Sov. svazu

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

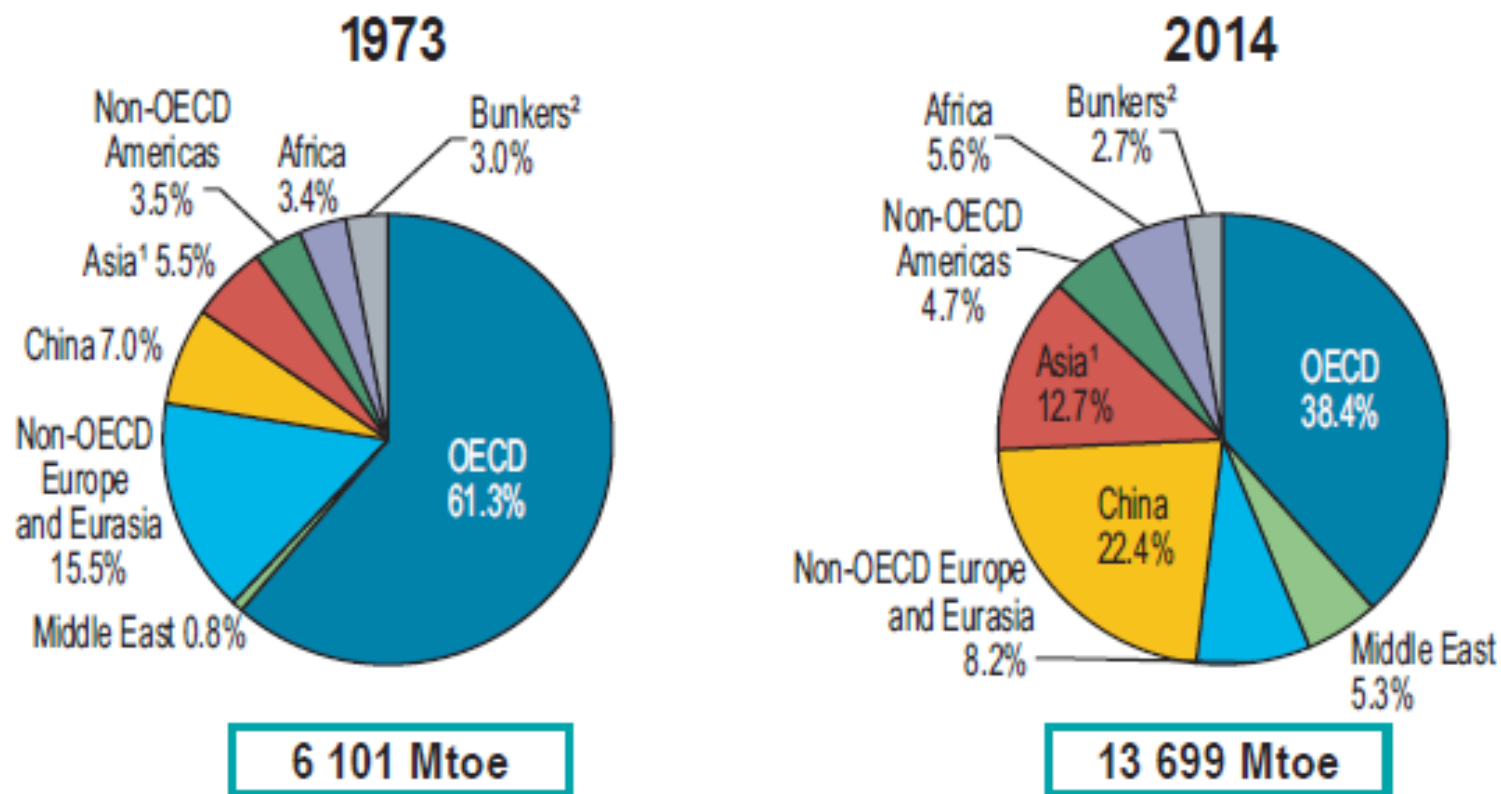
Dělení podle regionů - zdroje

World

World total primary energy supply from 1971 to 2014
by region (Mtoe)



1973 and 2014 regional shares of TPES



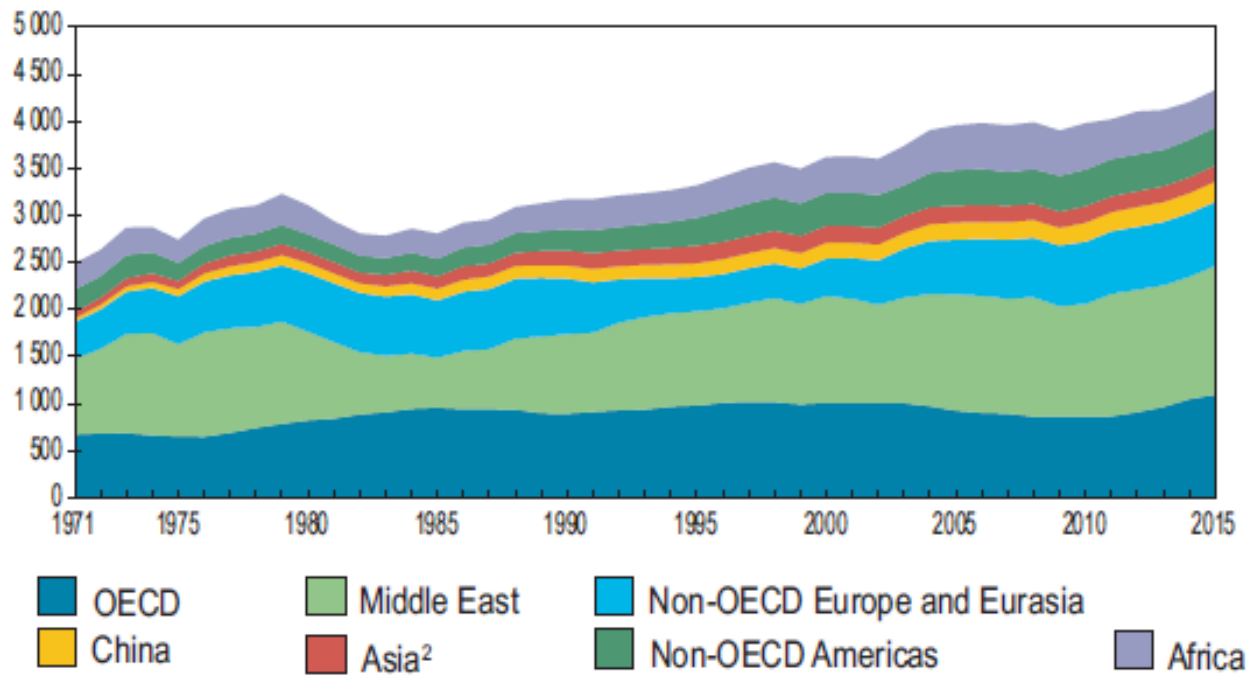
1. Asia excludes China and OECD countries of Asia.

2. Includes international aviation and international marine bunkers.



Crude oil production

Crude oil¹ production from 1971 to 2015
by region (Mt)



Producers	Mt	% of world total
Saudi Arabia	572	13.2
United States	567	13.1
Russian Federation	533	12.3
Canada	221	5.1
People's Rep. of China	215	5.0
Iraq	175	4.0
Islamic Rep. of Iran	168	3.9
United Arab Emirates	160	3.7
Kuwait	160	3.7
Venezuela	144	3.3
Rest of the world	1 416	32.7
World	4 331	100.0

2015 provisional data

Net exporters	Mt
Saudi Arabia	354
Russian Federation	222
United Arab Emirates	125
Iraq	124
Nigeria	111
Canada	104
Kuwait	101
Venezuela	91
Angola	81
Kazakhstan	64
Others	515
Total	1 892

2014 data

Net importers	Mt
United States	344
People's Rep. of China	308
India	189
Japan	165
Korea	126
Germany	89
Spain	61
Italy	59
France	54
Netherlands	54
Others	509
Total	1 958

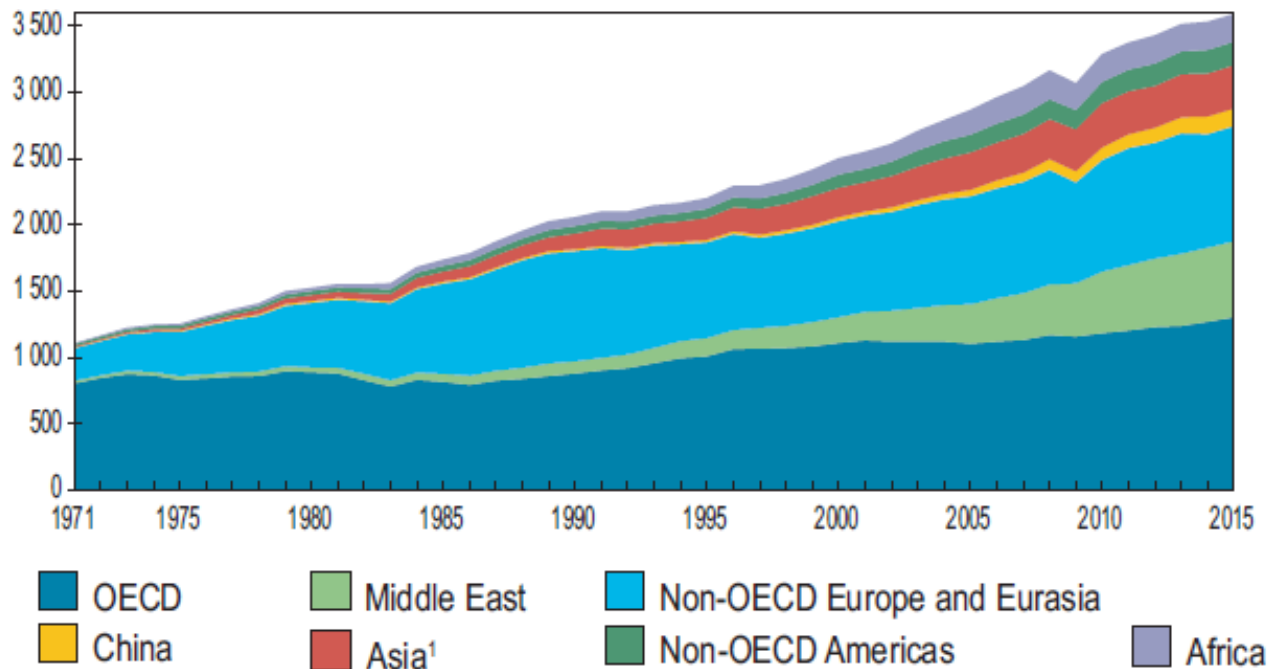
2014 data

1. Includes production of crude oil, NGL, feedstocks, additives and other hydrocarbons. Excludes liquids from other fuel sources (renewable, coal and natural gas).



Natural gas production

Natural gas production from 1971 to 2015 by region
(billion cubic metres, bcm)



Producers	bcm	% of world total
United States	769	21.4
Russian Federation	638	17.8
Islamic Rep. of Iran	184	5.1
Qatar	164	4.6
Canada	164	4.6
People's Rep. of China	134	3.7
Norway	122	3.4
Saudi Arabia	87	2.4
Turkmenistan	83	2.3
Algeria	82	2.3
Rest of the world	1 163	32.4
World	3 590	100.0

2015 provisional data

Net exporters	bcm
Russian Federation	192
Qatar	115
Norway	115
Canada	59
Turkmenistan	51
Algeria	44
Indonesia	33
Australia	28
Malaysia	25
Nigeria	25
Others	143
Total	830

2015 provisional data

Net importers	bcm
Japan	117
Germany	73
Italy	61
People's Rep. of China	56
Turkey	48
Korea	43
France	39
Mexico	37
United Kingdom	31
Spain	27
Others	280
Total	812

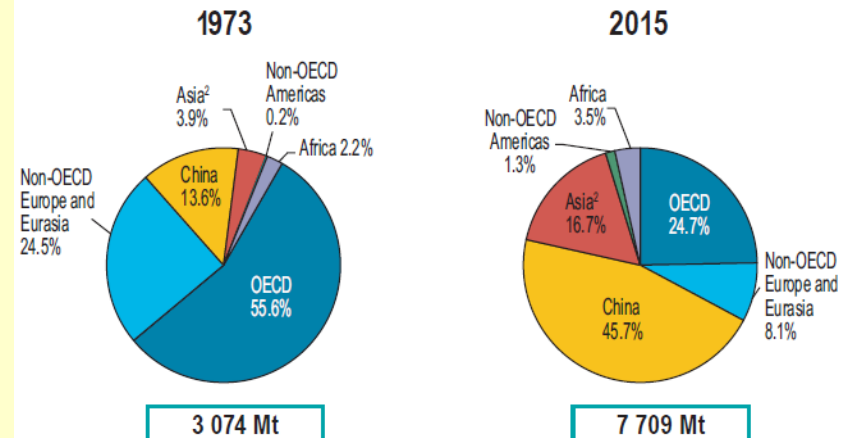
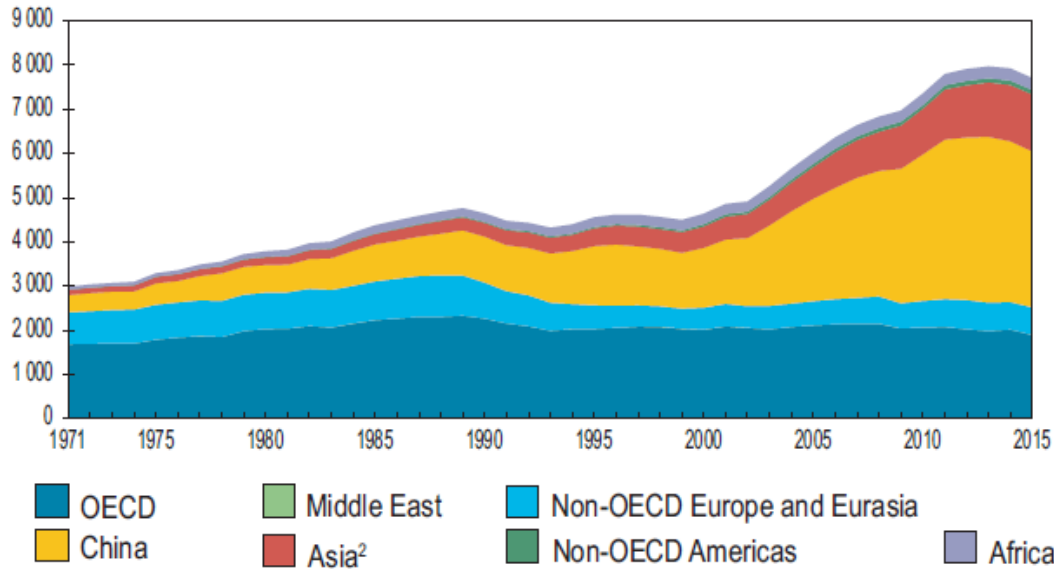
2015 provisional data

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

Produkce uhlí



Coal¹ production from 1971 to 2015
by region (Mt)



1. Includes steam coal, coking coal, lignite and recovered coal.
2. Asia excludes China and OECD countries of Asia.

Producers	Mt	% of world total
People's Rep. of China	3 527	45.8
United States	813	10.5
India	691	9.0
Australia	509	6.6
Indonesia	469	6.1
Russian Federation	349	4.5
South Africa	252	3.3
Germany	185	2.4
Poland	136	1.8
Kazakhstan	107	1.4
Rest of the world	671	8.6
World	7 709	100.0

2015 provisional data

Net exporters	Mt
Australia	392
Indonesia	365
Russian Federation	129
Colombia	82
South Africa	76
United States	57
Kazakhstan	27
Canada	23
DPR of Korea	19
Mongolia	14
Others	9
Total	1 193

2015 provisional data

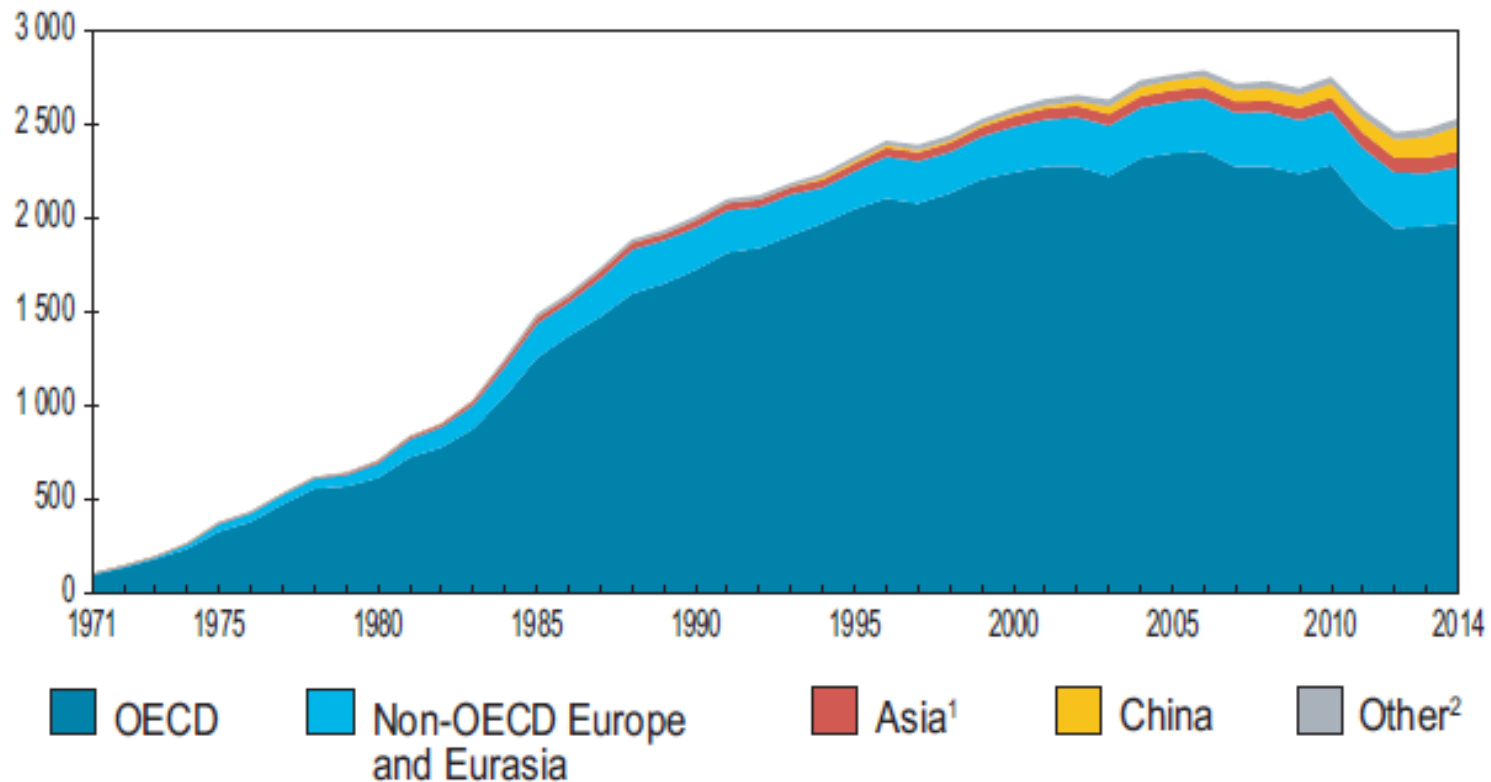
Net importers	Mt
India	221
People's Rep. of China	199
Japan	192
Korea	135
Chinese Taipei	66
Germany	54
Turkey	34
United Kingdom	25
Malaysia	24
Thailand	23
Others	233
Total	1 206

2015 provisional data

Produkce z jádra



Nuclear production from 1971 to 2014
by region (TWh)



Producers	TWh	% of world total
United States	831	32.8
France	436	17.2
Russian Federation	181	7.1
Korea	156	6.2
People's Rep. of China	133	5.2
Canada	108	4.3
Germany	97	3.8
Ukraine	88	3.5
Sweden	65	2.6
United Kingdom	64	2.5
Rest of the world	376	14.8
World	2 535	100.0

2014 data

1. Excludes countries with no nuclear production.

Net installed capacity	GW
United States	99
France	63
Japan	42
Russian Federation	25
People's Rep. of China	24
Korea	21
Germany	14
Canada	14
Ukraine	13
Sweden	9
Rest of the world	60
World	384

2014 data

Sources: IEA, International Atomic Energy Agency.

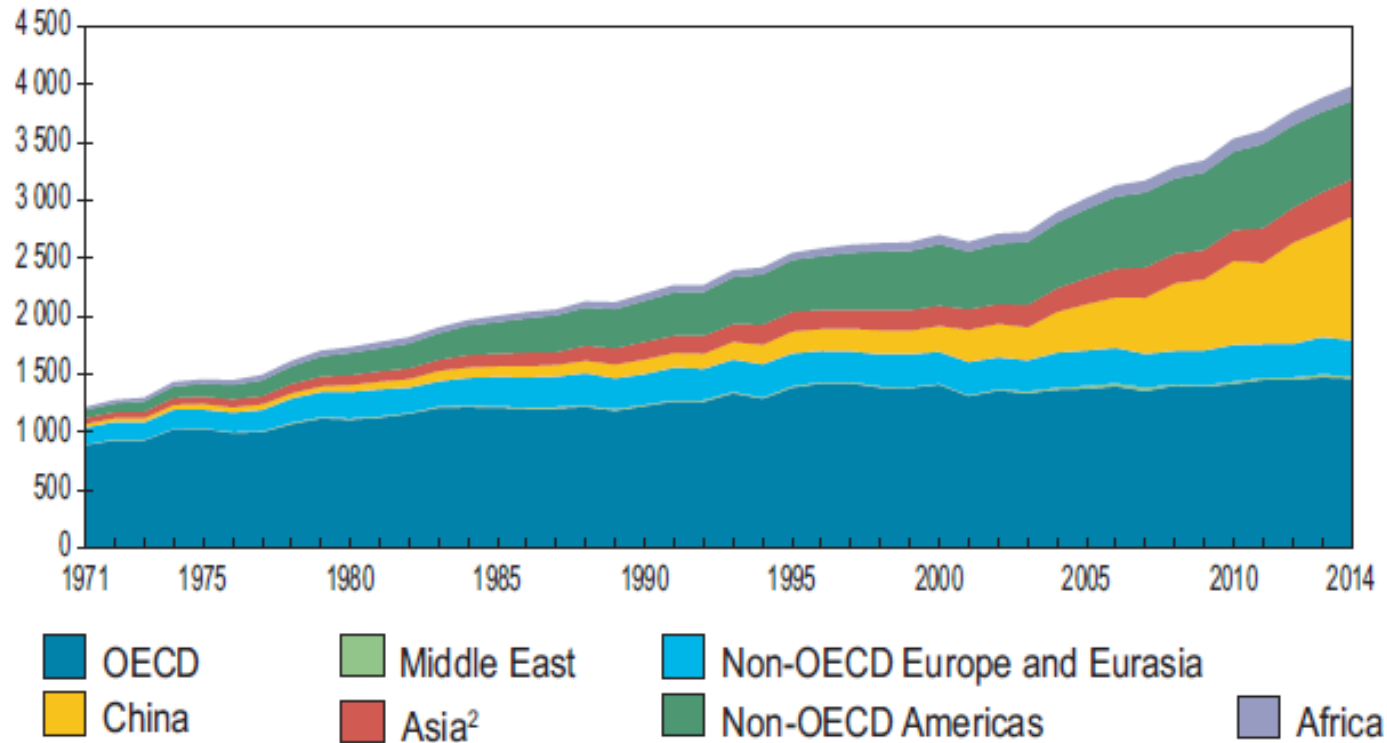
Country (top-ten producers)	% of nuclear in total domestic electricity generation
France	78.4
Ukraine	48.6
Sweden	42.3
Korea	28.7
United States	19.2
United Kingdom	19.0
Russian Federation	17.0
Canada	16.4
Germany	15.6
People's Rep. of China	2.3
Rest of the world ¹	9.4
World	10.7

2014 data

Produkce z vodních děl



Hydro production¹ from 1971 to 2014
by region (TWh)



Producers	TWh	% of world total
People's Rep. of China	1 064	26.7
Canada	383	9.6
Brazil	373	9.4
United States	282	7.1
Russian Federation	177	4.4
Norway	137	3.4
India	132	3.3
Venezuela	87	2.2
Japan	87	2.2
France	69	1.7
Rest of the world	1 192	30.0
World	3 983	100.0

2014 data

1. Includes electricity production from pumped storage.
2. Excludes countries with no hydro production.

Net installed capacity	GW
People's Rep. of China	311
United States	102
Brazil	89
Canada	76
Russian Federation	51
Japan	50
India	40
Norway	31
France	25
Turkey	24
Rest of the world	372
World	1 171

2014 data

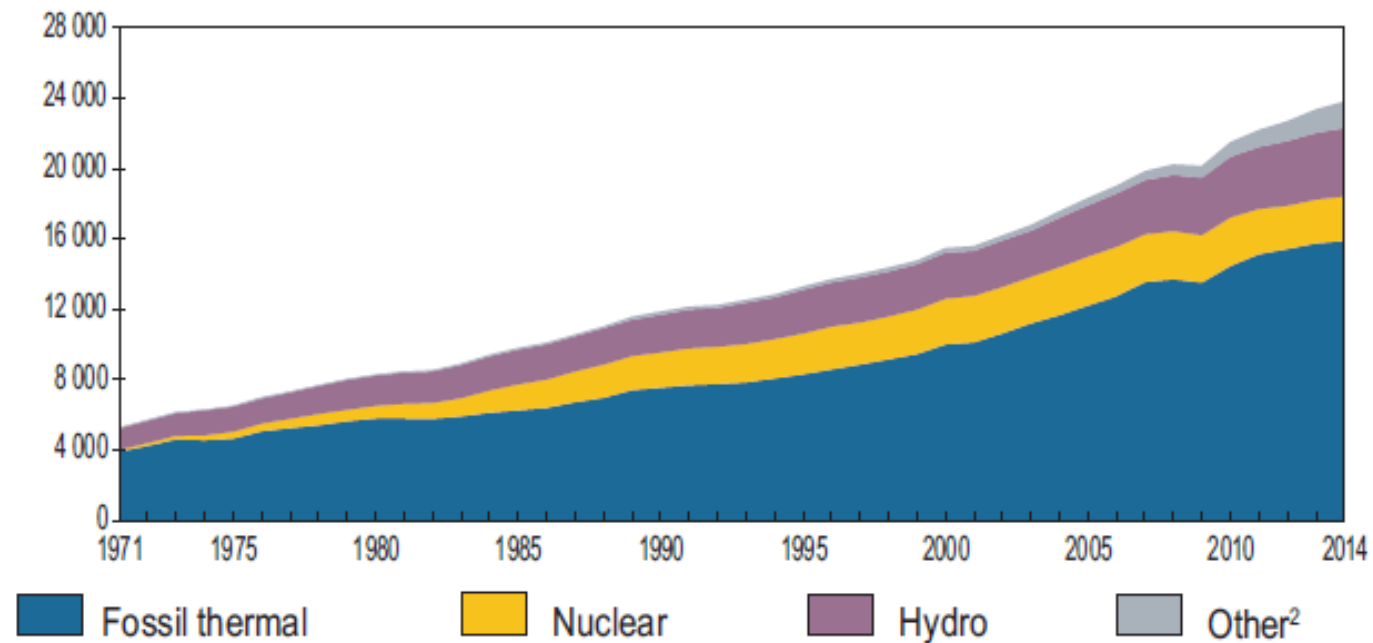
Sources: IEA, United Nations.

Country (top-ten producers)	% of hydro in total domestic electricity generation
Norway	96.0
Venezuela	68.3
Brazil	63.2
Canada	58.3
People's Rep. of China	18.7
Russian Federation	16.7
France	12.2
India	10.2
Japan	8.4
United States	6.5
Rest of the world ²	15.6
World	16.7

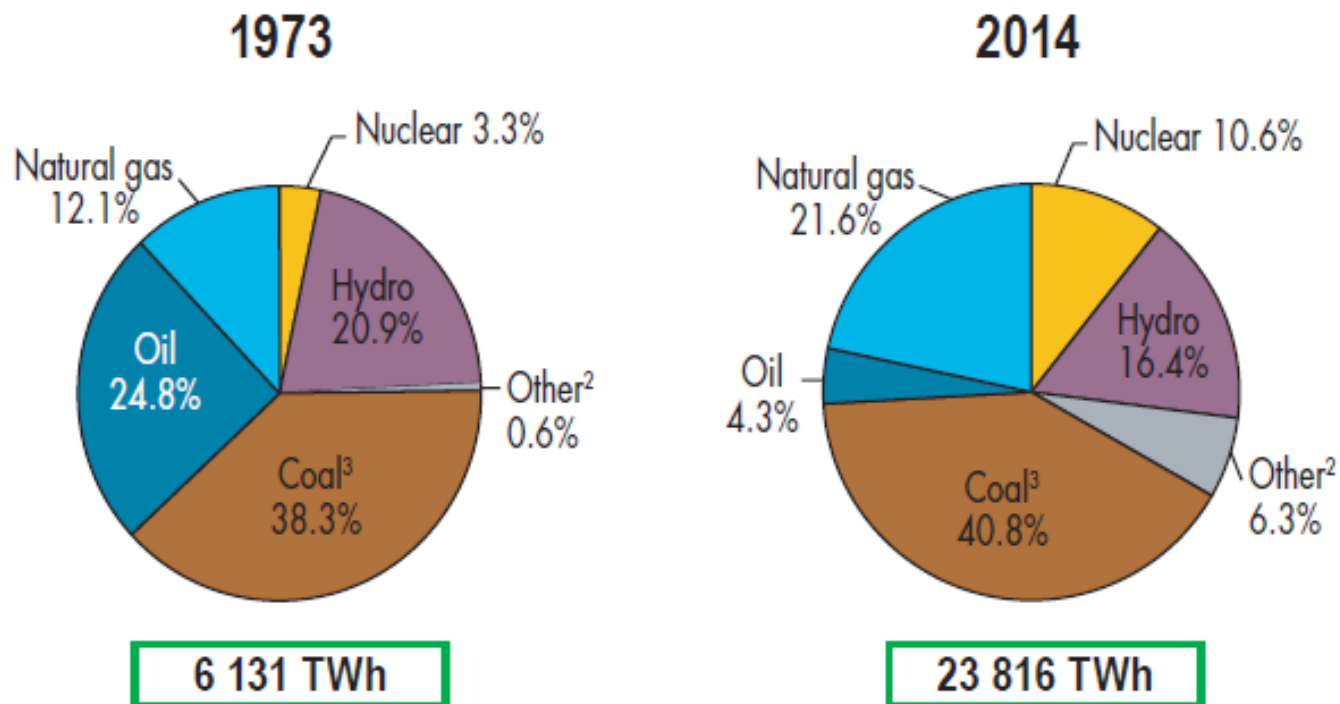
2014 data

Výroba elektřiny podle zdrojů

World electricity generation¹ from 1971 to 2014
by fuel (TWh)



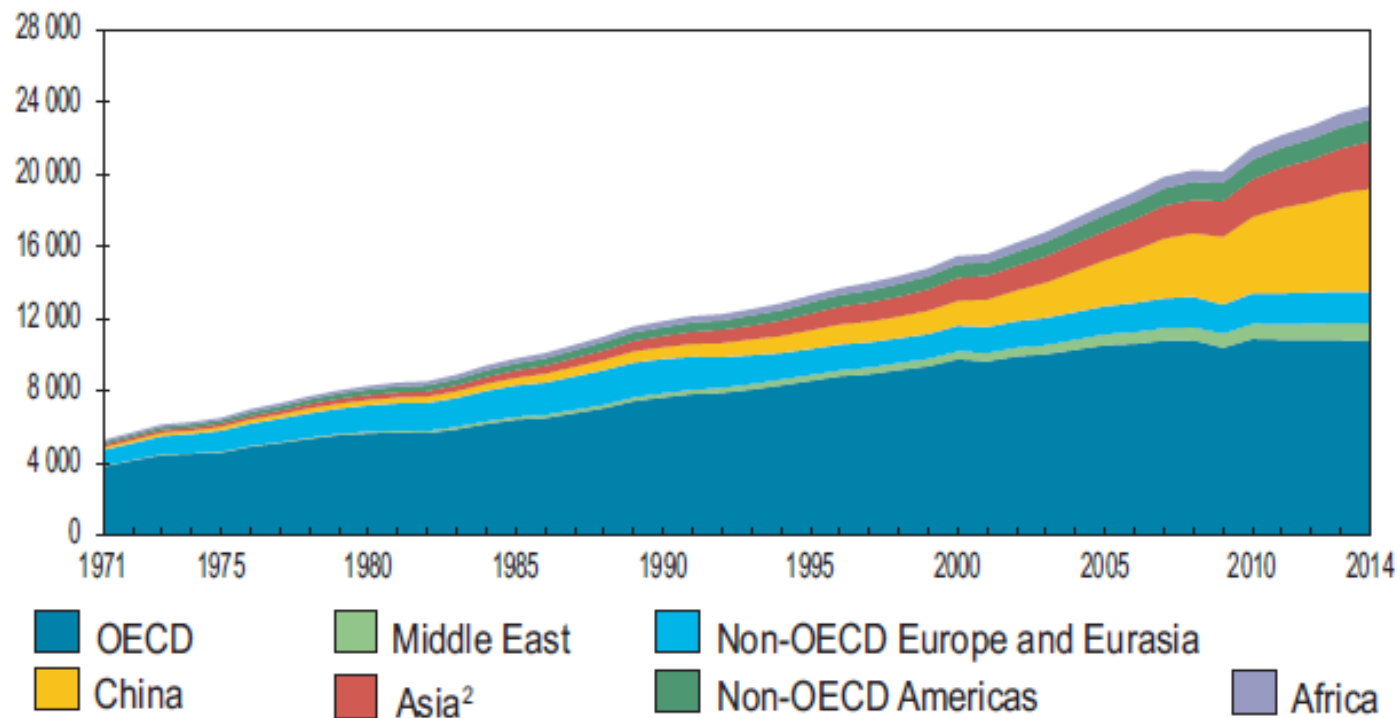
Výroba elektřiny podle zdrojů - koláč



1. Excludes electricity generation from pumped storage.
2. Includes geothermal, solar, wind, heat, etc.
3. In these graphs, peat and oil shale are aggregated with coal.

Výroba elektřiny podle oblastí

World electricity generation¹ from 1971 to 2014
by region (TWh)



Producenti, exportéři, importéři elektřiny



Producers ¹	TWh	% of world total
People's Rep. of China	5 666	23.8
United States	4 319	18.1
India	1 287	5.4
Russian Federation	1 062	4.5
Japan	1 036	4.4
Canada	656	2.8
Germany	622	2.6
Brazil	591	2.5
France	557	2.3
Korea	546	2.3
Rest of the world	7 474	31.3
World	23 816	100.0

2014 data

Net exporters	TWh
France	67
Canada	46
Paraguay	41
Germany	34
Czech Republic	16
Sweden	16
Norway	16
People's Rep. of China	11
Bulgaria	9
Ukraine	8
Others	64
Total	328

2014 data

Net importers	TWh
United States	53
Italy	44
Brazil	34
United Kingdom	21
Finland	18
Belgium	18
Netherlands	15
Hungary	13
Iraq	12
Thailand	11
Others	117
Total	356

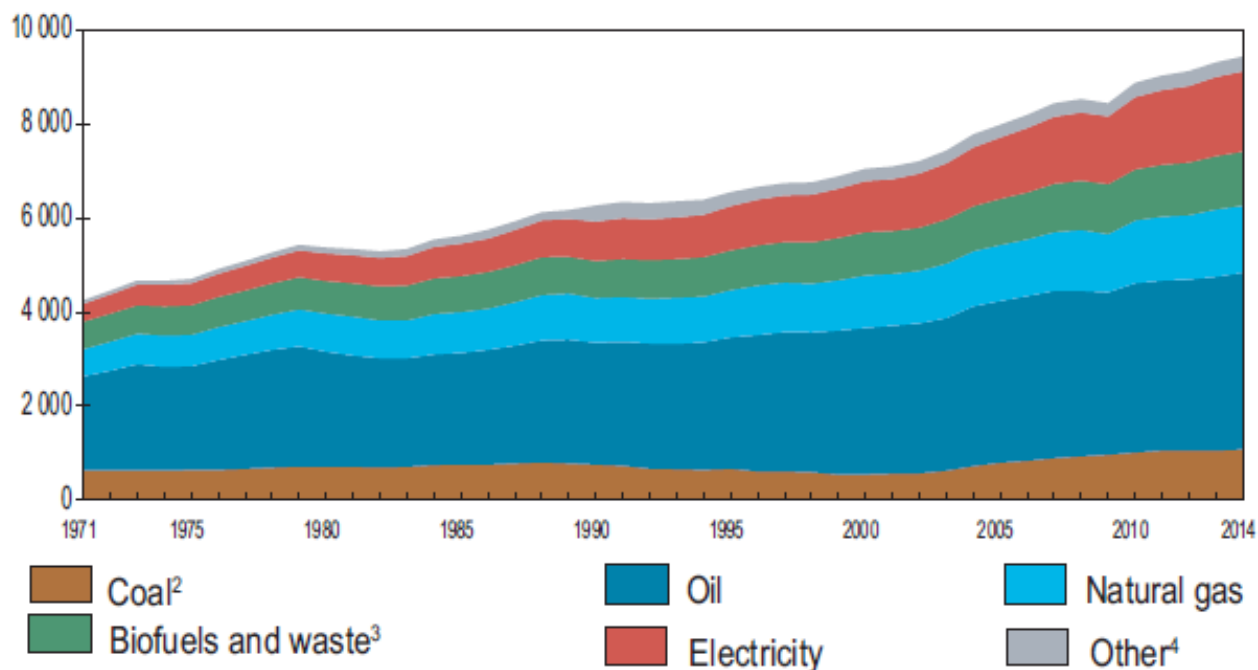
2014 data

1. Gross production minus production from pumped storage plants.

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

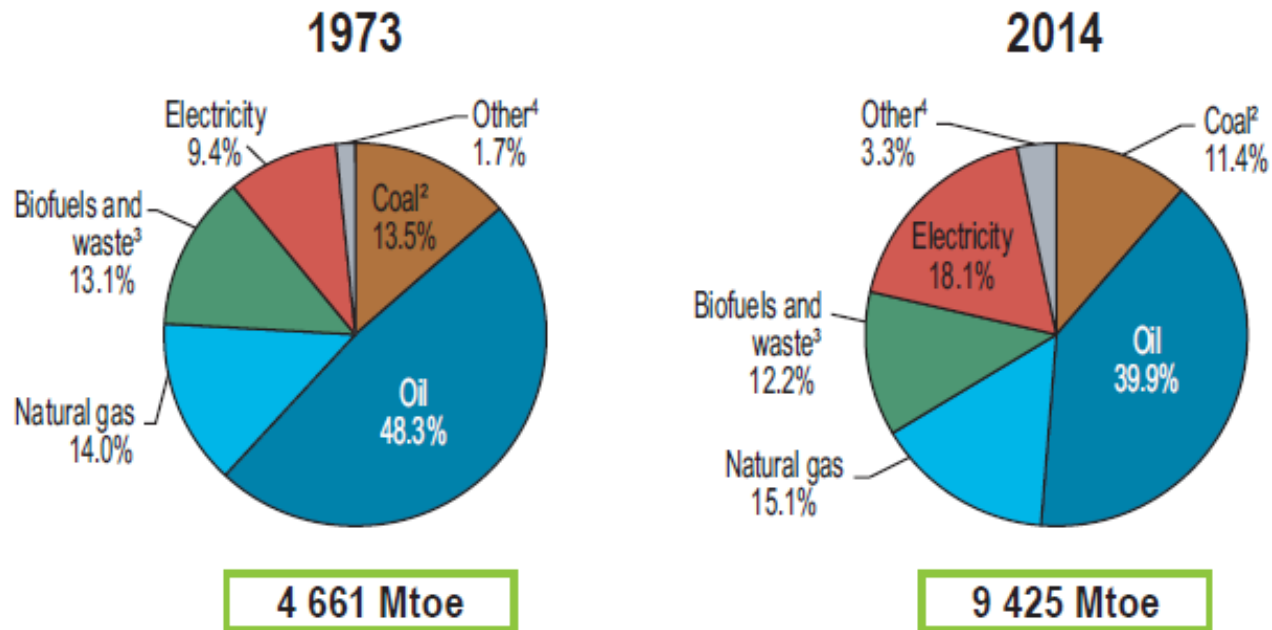
World

World¹ total final consumption from 1971 to 2014 by fuel (Mtoe)



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

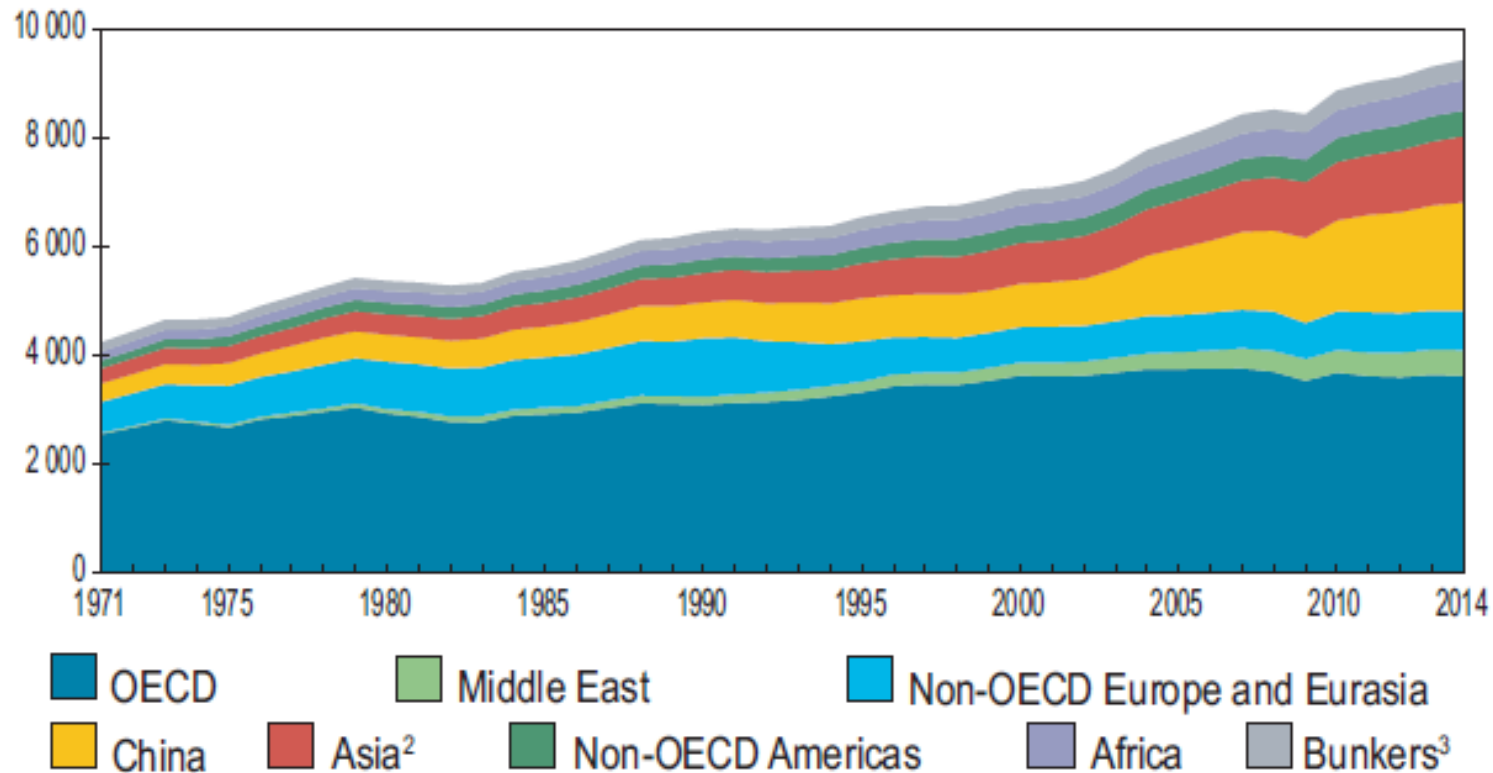
1973 and 2014 fuel shares of total final consumption



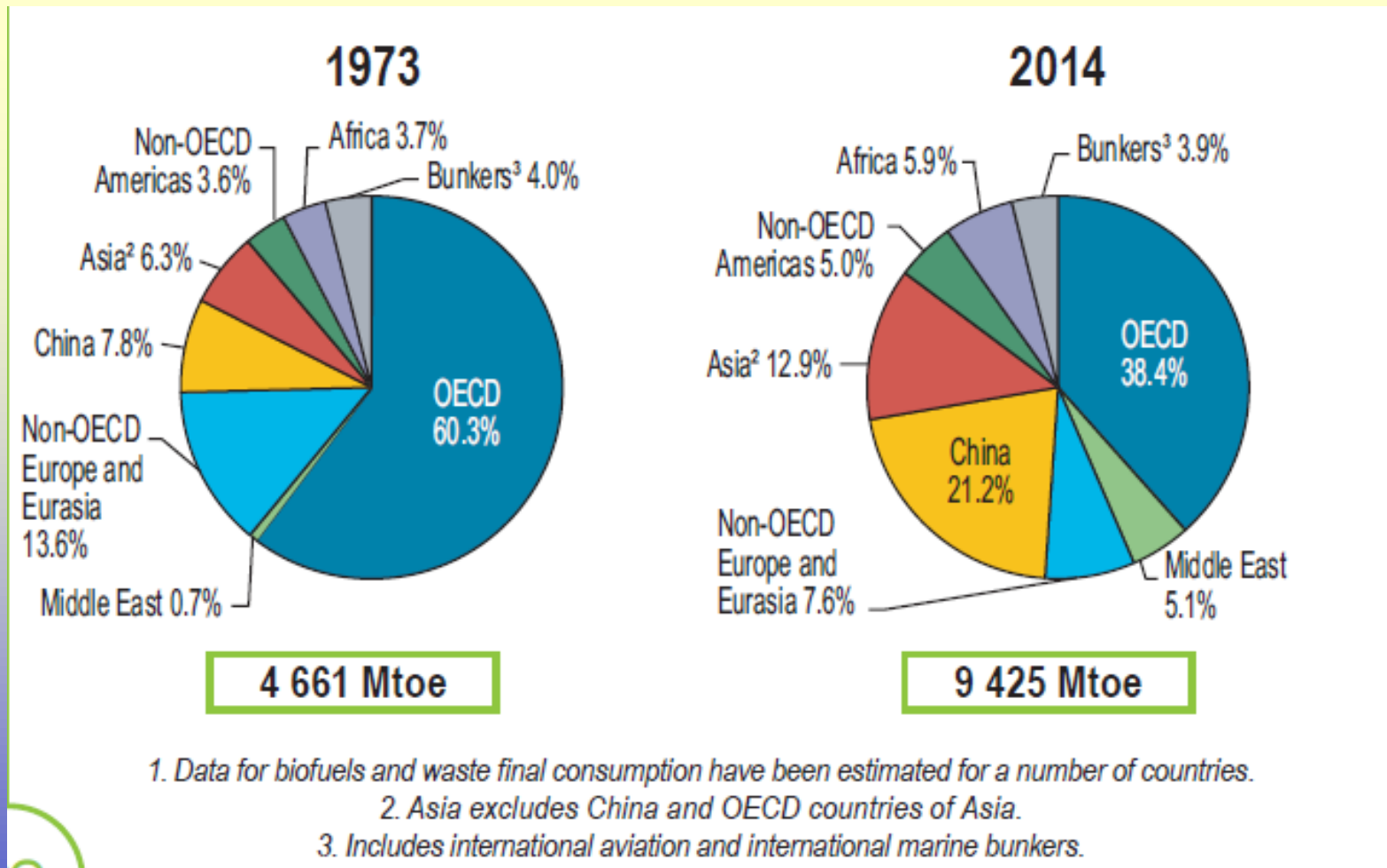
1. World includes international aviation and international marine bunkers.
2. In these graphs, peat and oil shale are aggregated with coal.
3. Data for biofuels and waste final consumption have been estimated for a number of countries.
4. Includes geothermal, solar, wind, heat, etc.

Konečná spotřeba energie podle regionů

World total final consumption¹ from 1971 to 2014
by region (Mtoe)

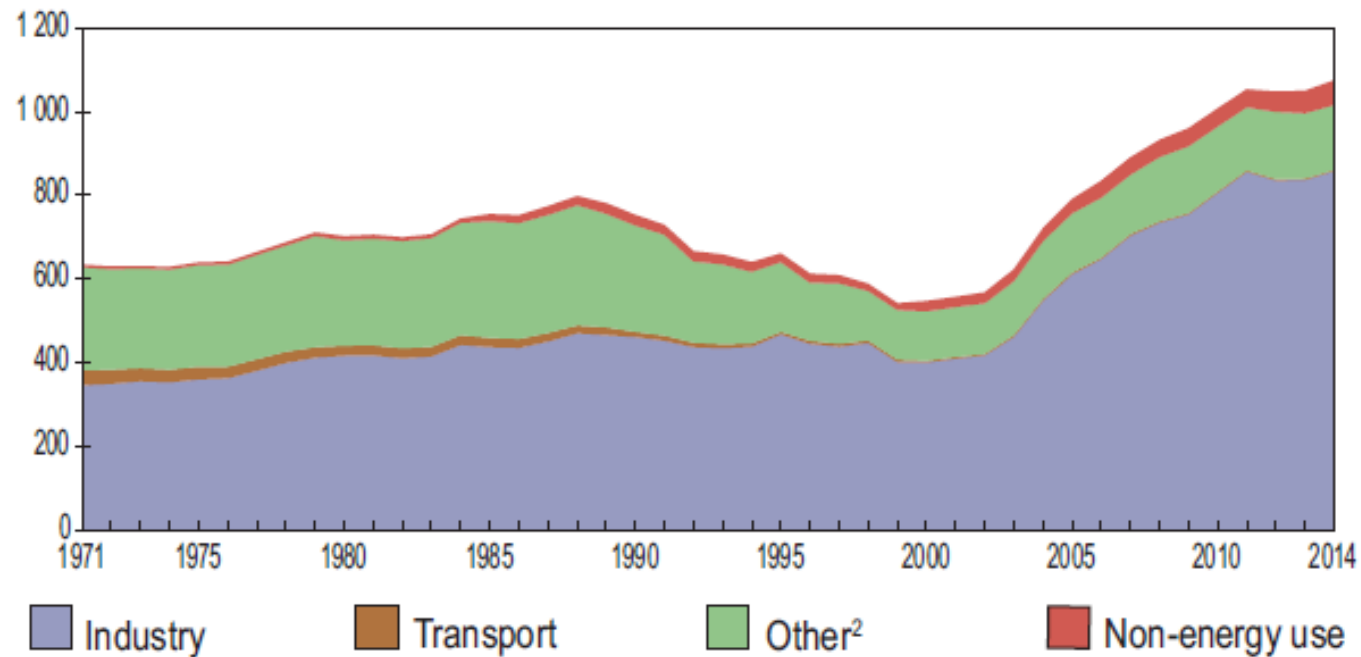


Konečná spotřeba energie podle regionů - koláč



Konečná spotřeba uhlí po sektorech

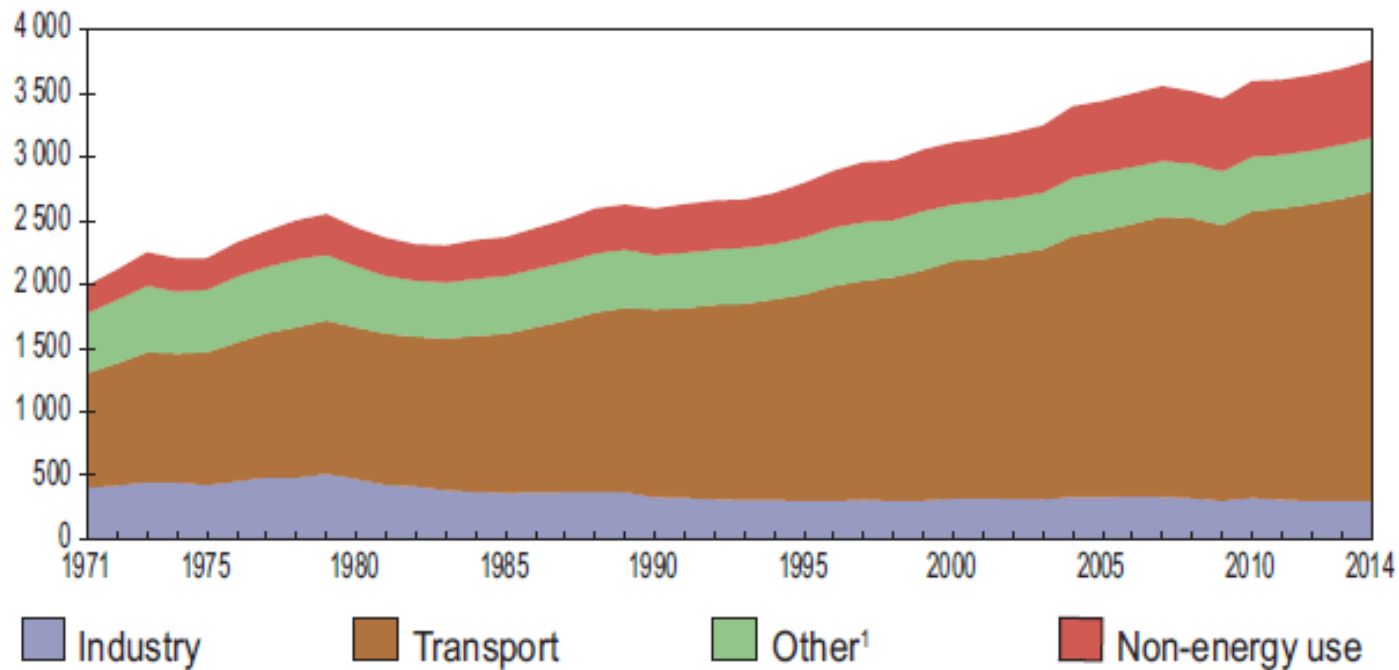
Total final consumption from 1971 to 2014
by sector (Mtoe)



Konečná spotřeba ropy po sektorech

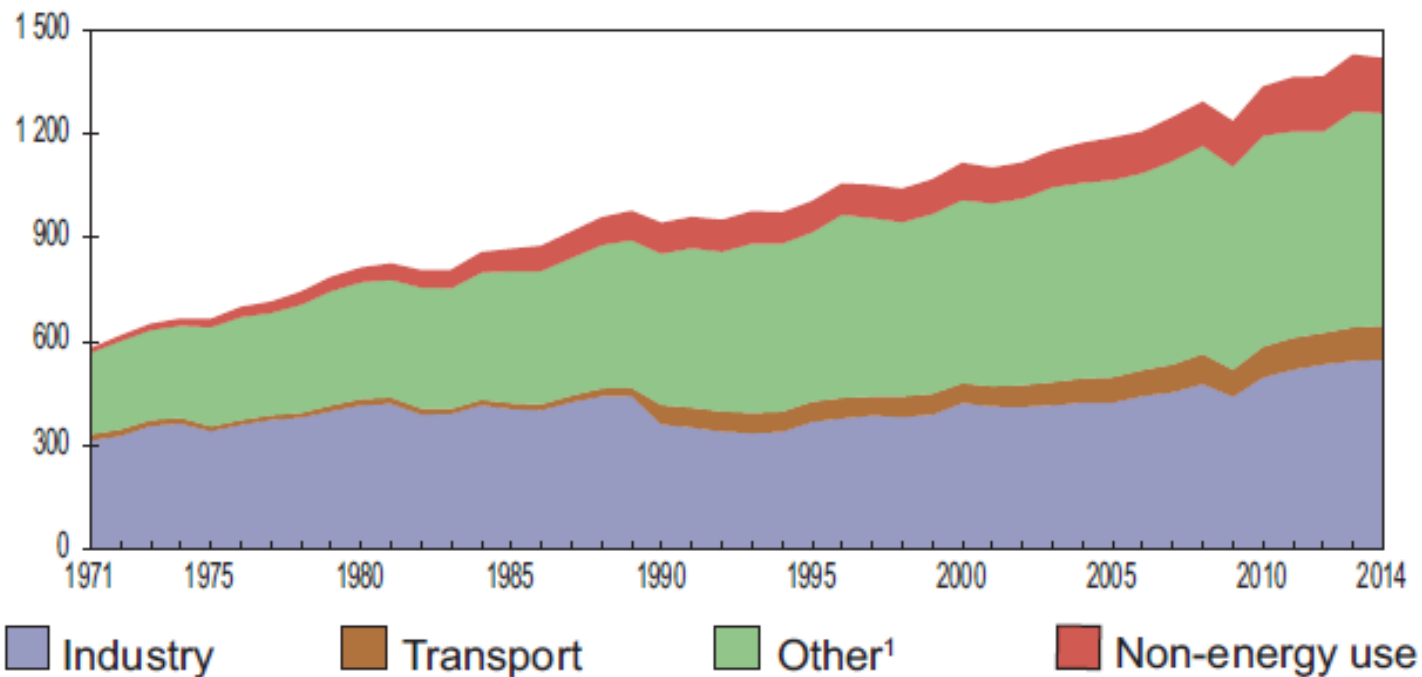
Oil

Total final consumption from 1971 to 2014
by sector (Mtoe)



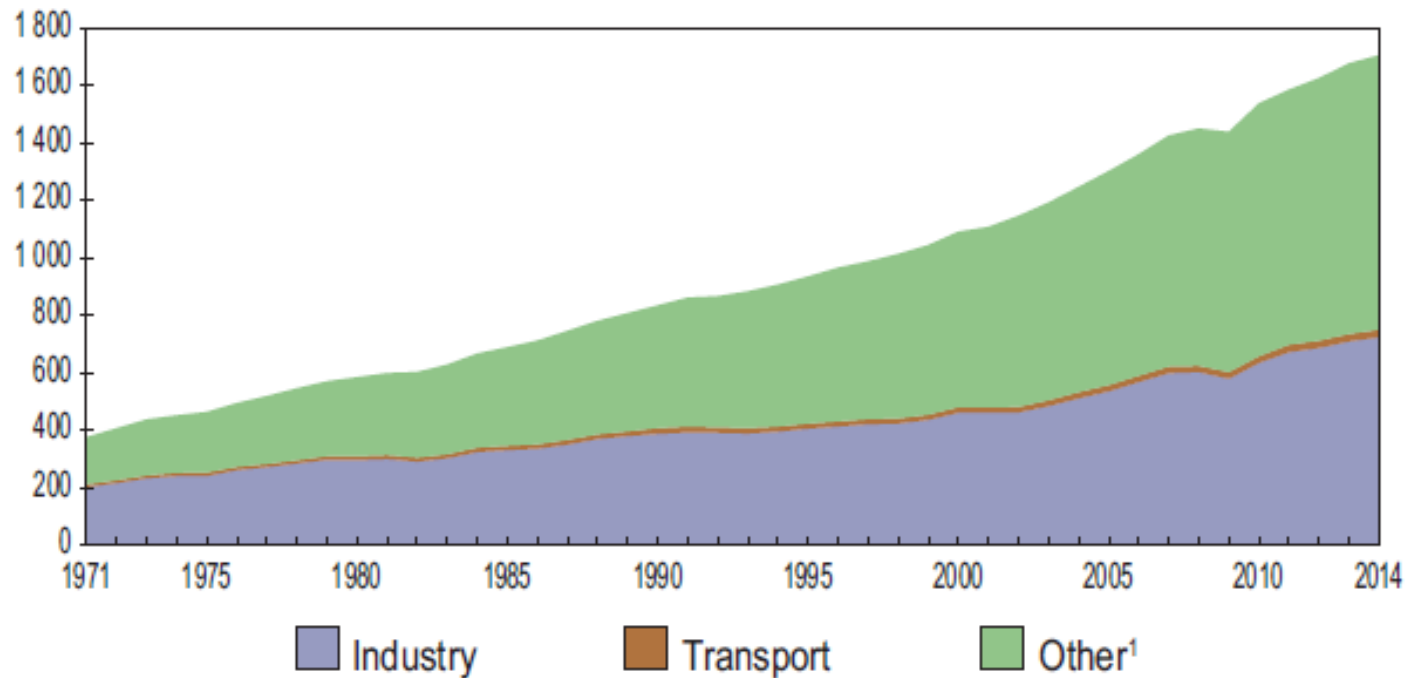
Konečná spotřeba plynu – po sektorech

Total final consumption from 1971 to 2014
by sector (Mtoe)



Konečná spotřeba elektřiny – po sektorech

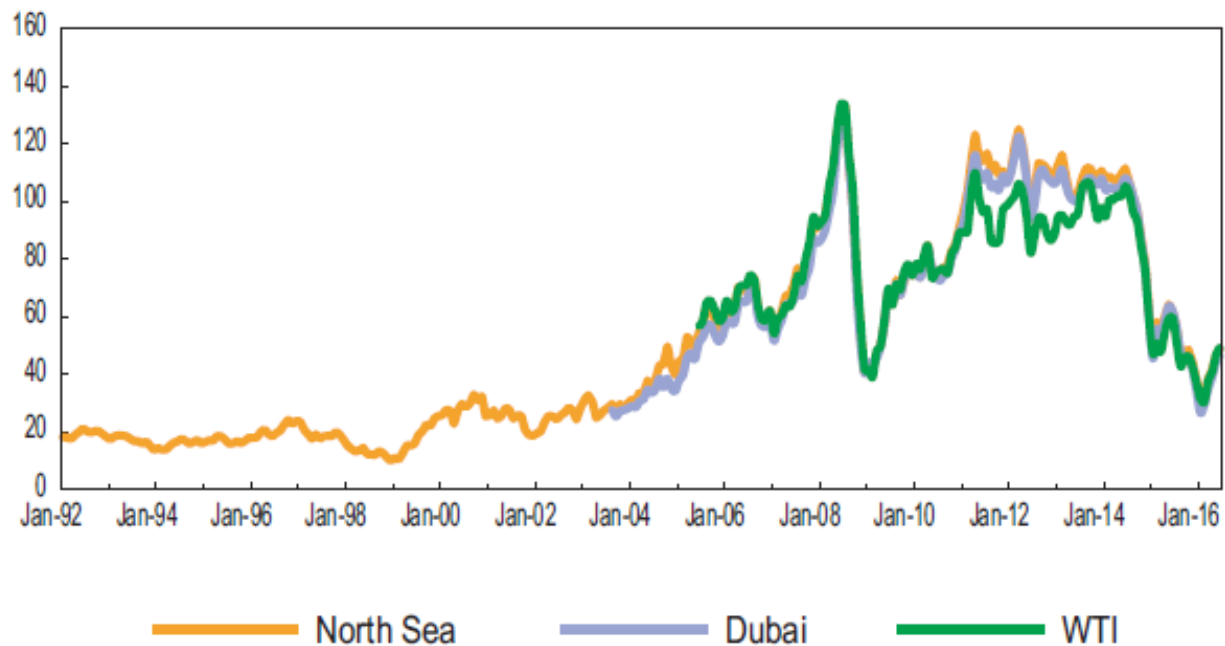
Total final consumption from 1971 to 2014
by sector (Mtoe)



Vývoj ceny ropy

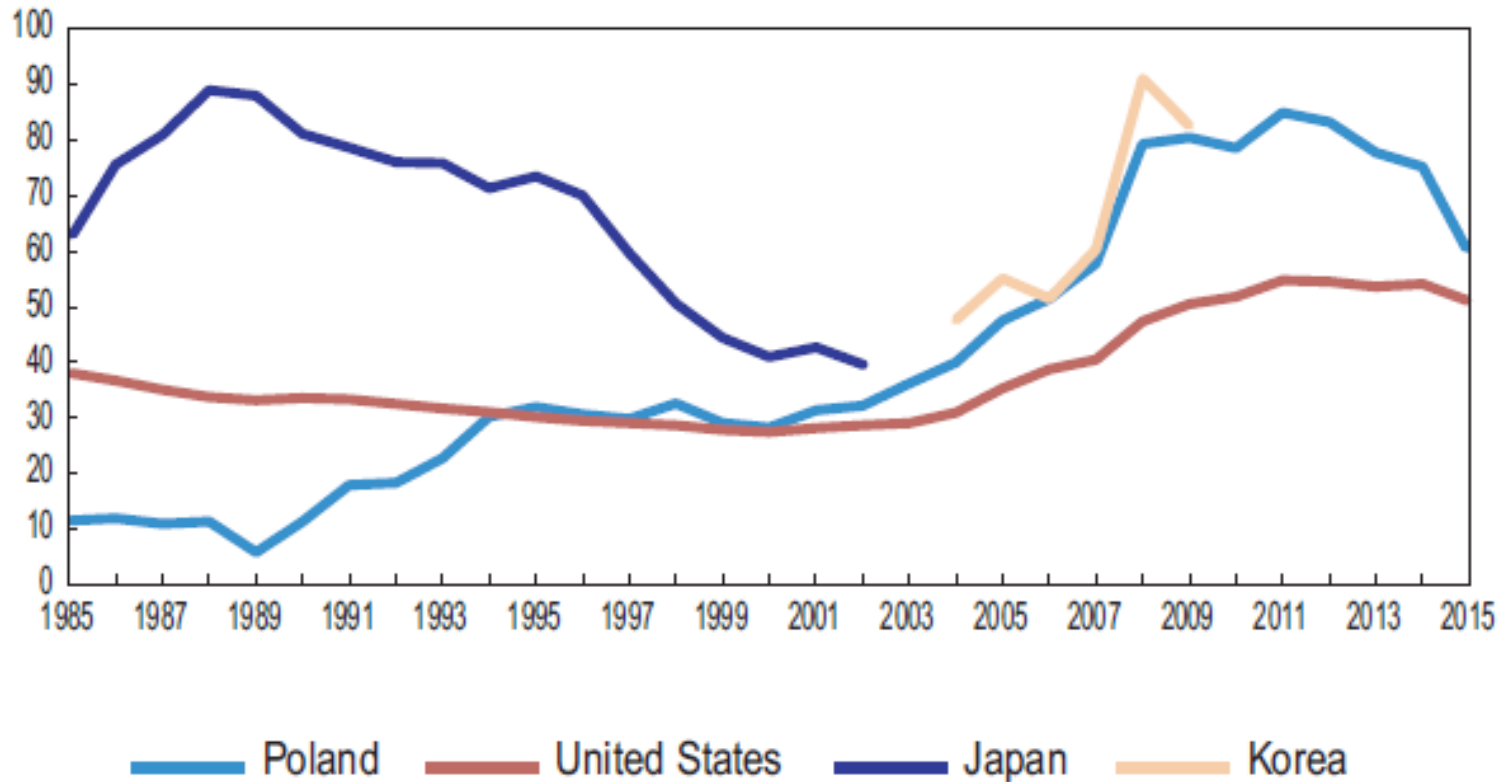
Crude oil

Average key crude oil spot prices in USD/barrel



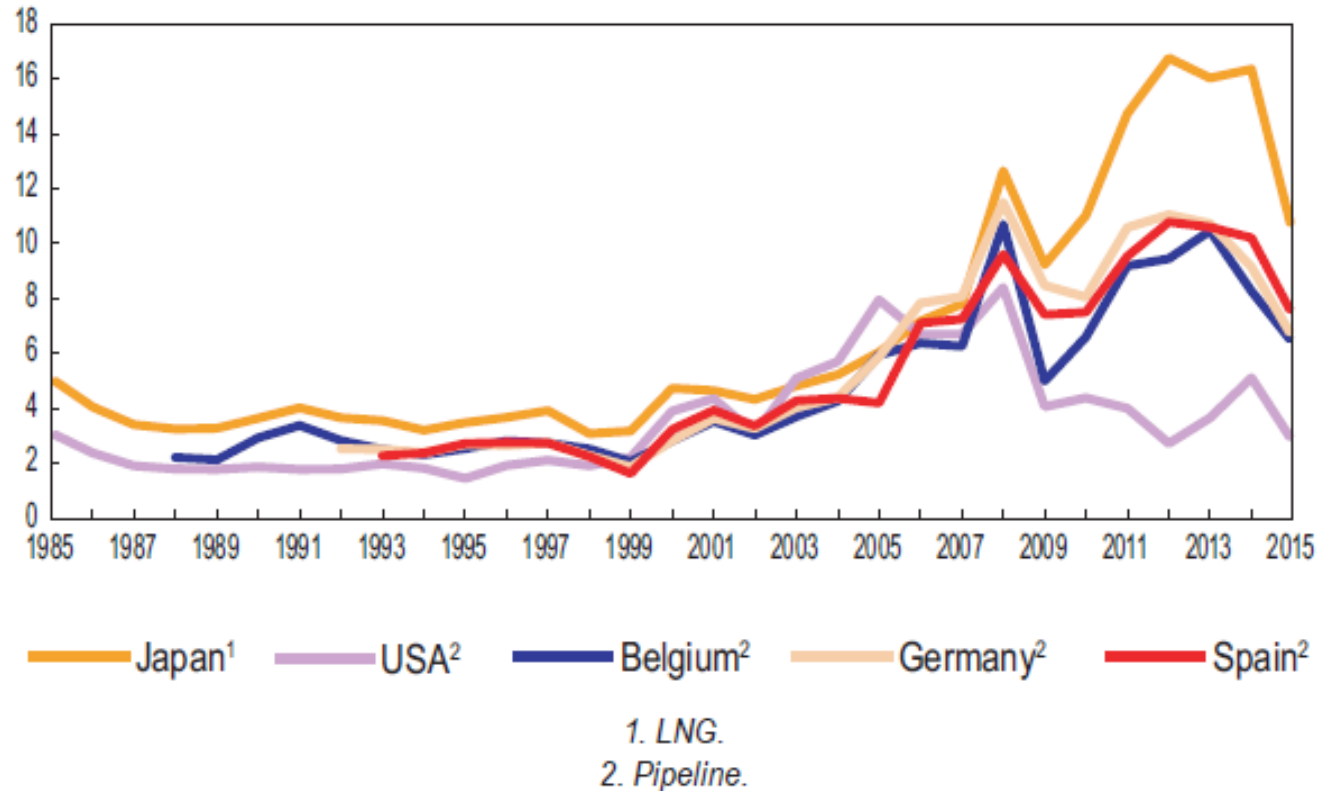
Vývoj ceny uhlí

Average steam coal prices for electricity generation
in USD/tonne



Vývoj ceny plynu

Average natural gas import prices
in USD/MBtu

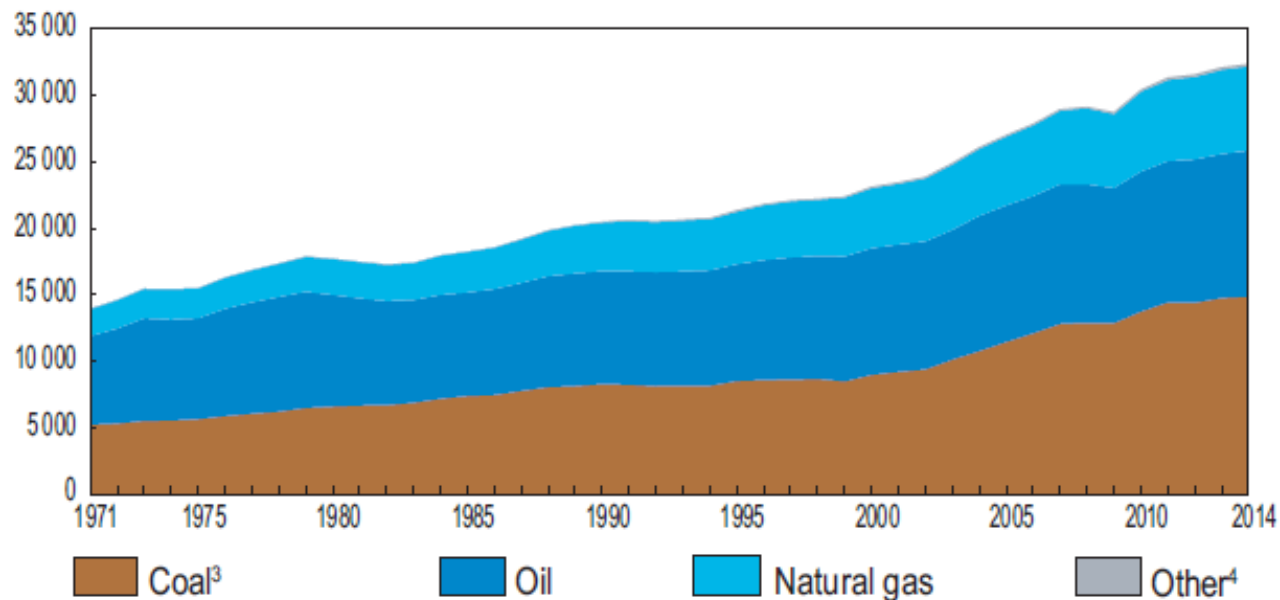


Emise CO₂

Do roku 2030 až o 50% ?

CO₂ Emissions by fuel

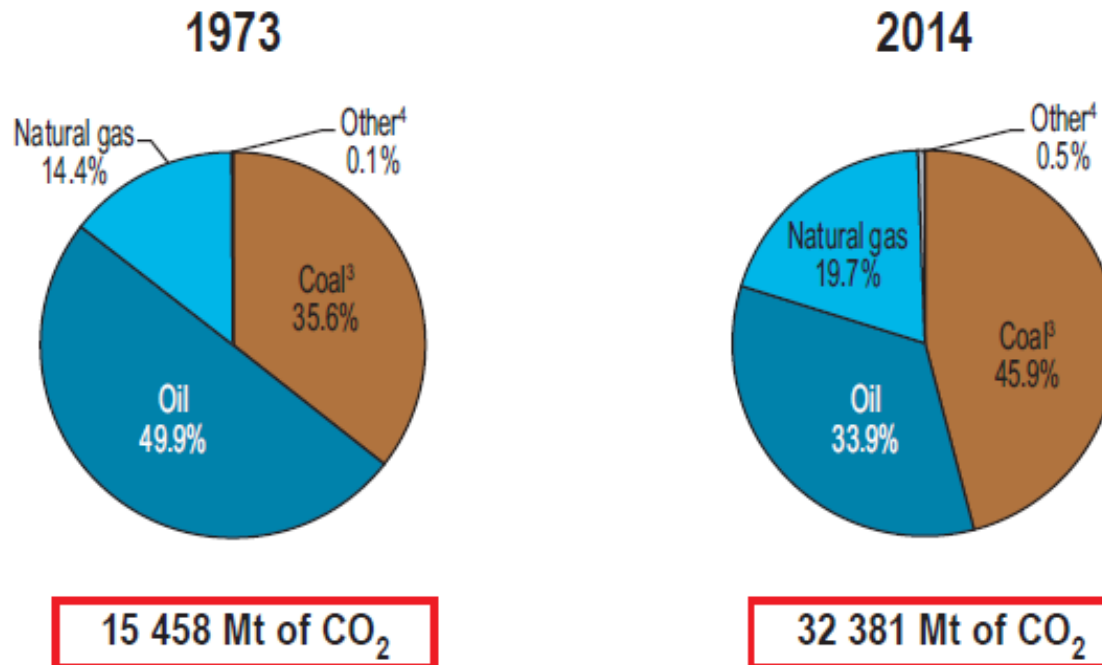
World¹ CO₂ emissions from fuel combustion²
from 1971 to 2014 by fuel (Mt of CO₂)



Emise CO₂

Do roku 2030 až o 50% ?

1973 and 2014 fuel shares of CO₂ emissions from fuel combustion²

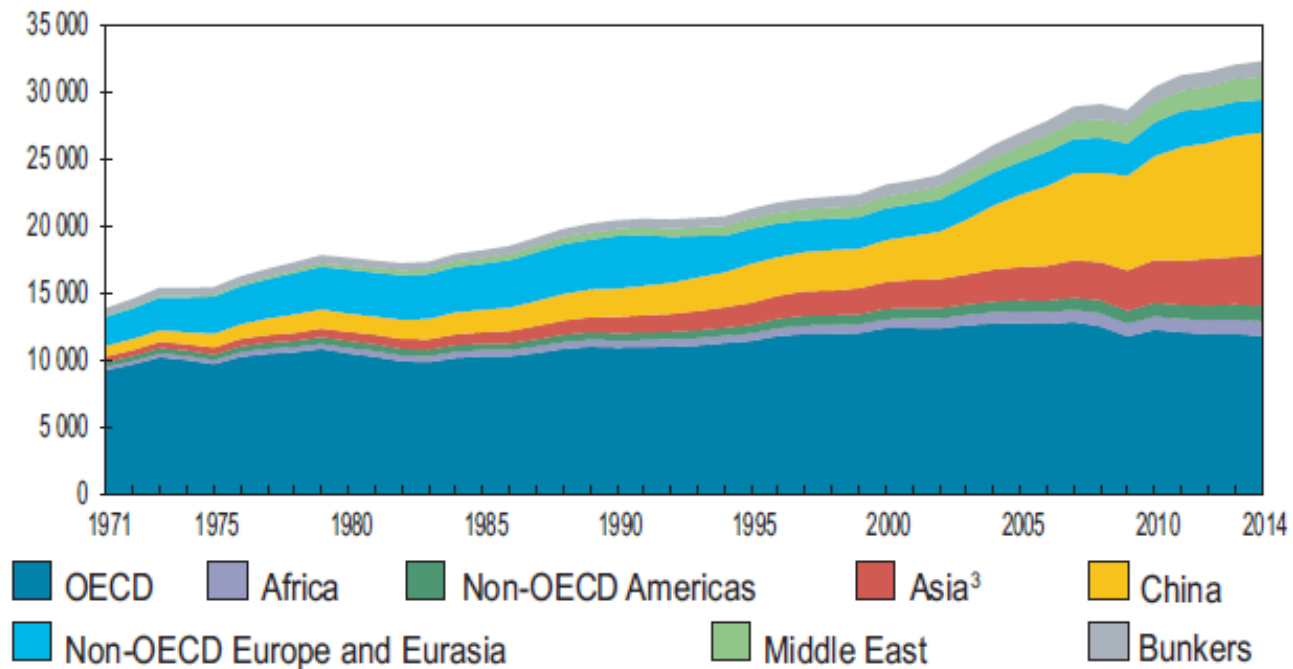


1. World includes international aviation and international marine bunkers.
2. CO₂ emissions from fuel combustion are based on the IEA energy balances and on the 2006 IPCC Guidelines, excluding emissions from non-energy.
3. In these graphs, peat and oil shale are aggregated with coal.
4. Includes industrial waste and non-renewable municipal waste.

Emise CO₂

Do roku 2030 až o 50% ?

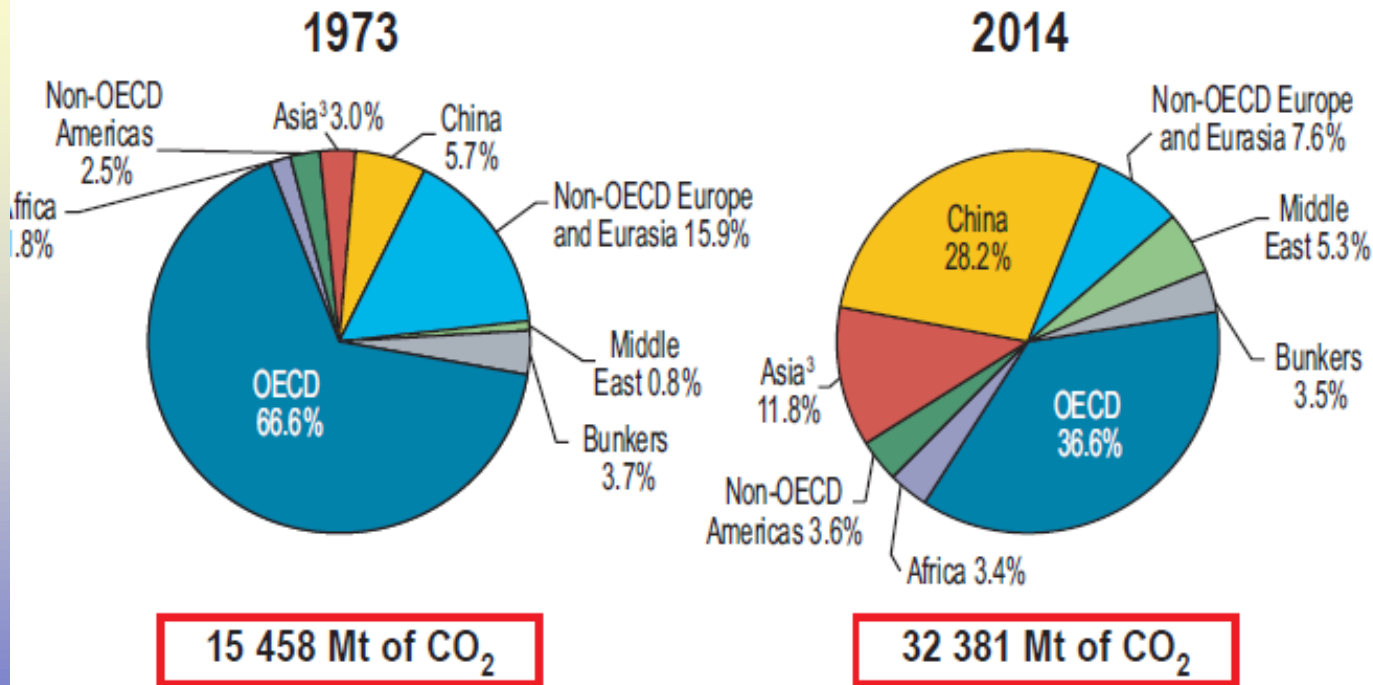
World¹ CO₂ emissions from fuel combustion²
from 1971 to 2014 by region (Mt of CO₂)



Emise CO₂

Do roku 2030 až o 50% ?

1973 and 2014 regional shares of CO₂ emissions from fuel combustion²

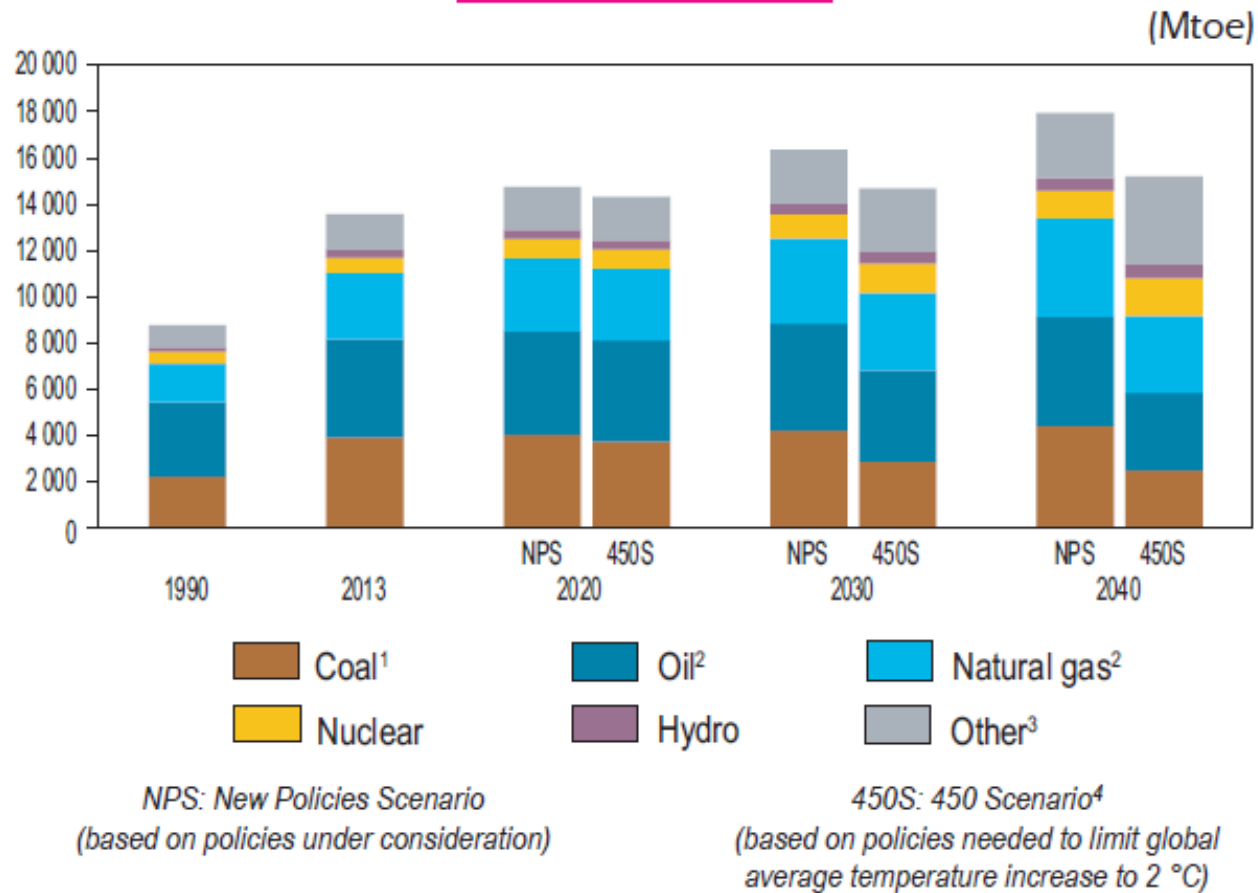


1. World includes international aviation and marine bunkers, which are shown together as Bunkers.
2. CO₂ emissions from fuel combustion are based on the IEA energy balances and on the 2006 IPCC Guidelines, excluding emissions from non-energy.
3. Asia excludes China and OECD countries of Asia.

Výhled v produkci energie

až o 2/3

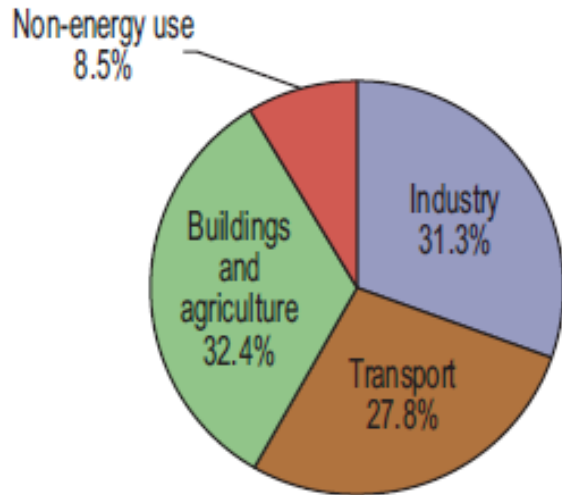
TPES Outlook by fuel to 2040



Výhled – skladba produkce energie

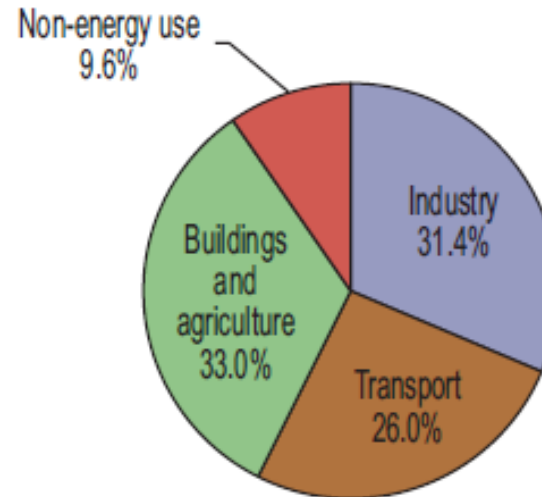
Total final consumption by sector in 2040

New Policies Scenario



12 244 Mtoe

450 Scenario

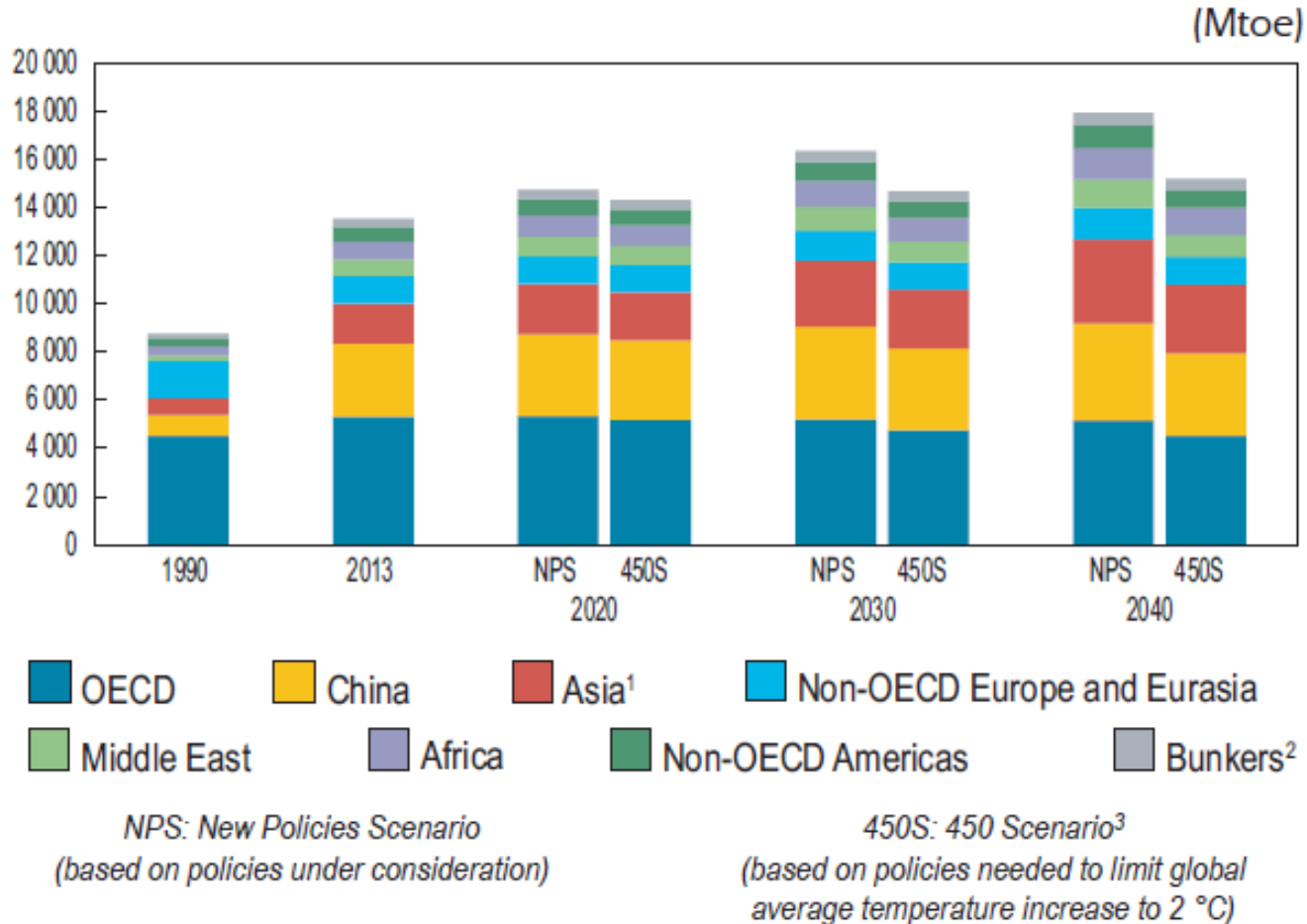


10 551 Mtoe

1. In these graphs, peat and oil shale are aggregated with coal.
2. Includes international aviation and marine bunkers.
3. Includes biofuels and waste, geothermal, solar, wind, tide, etc.
4. Based on a plausible post-2015 climate-policy framework to stabilise the long-term concentration of global greenhouse gases at 450 ppm CO₂-equivalent.

Výhled dle regionů

TPES Outlook by region to 2040



2014

	Mil.obyv	Výroba Mtoe	Exp-imp (Mtoe)	Spotřeba el. TWh	Emise CO ₂ Mt	TPES toe /obyv	kWh/obyv	T CO ₂ /obyv
--	----------	-------------	----------------	------------------	--------------------------	----------------	----------	-------------------------

World	7249	13805	-	21963	32381 ⁽⁴⁾	1.89	3030	4.47
OECD	1267	4144	1322	10171	11856	4.16	8028	9.36
Middle East	224	1807	-1050	875	1728	3.22	3909	7.72
Non-OECD Europe and Eurasia	343	1819	-665	1557	2446	3.28	4543	7.14
China	1372	2593	535	5402	9135	2.24	3938	6.66
Asia	2408	1496	317	2280	3807	0.72	947	1.58
Non-OECD Americas	480	817	-152	1021	1174	1.33	2125	2.44
Africa	1156	1129	-338	657	1105	0.67	568	0.96

2014

	Mil.obyv	Výroba Mtoe	Exp-imp (Mtoe)	Spotřeba el. TWh	Emise CO ₂ Mt	TPES toe /obyv	kWh/ obyv	T CO ₂ / obyv
Albania	2.89	2.01	0.67	6.67	4.12	0.81	2305	1.42
Algeria	38.93	143.20	-89.74	53.05	122.93	1.33	1363	3.16
Angola	24.23	94.05	-78.59	8.41	19.30	0.61	347	0.80
Argentina	42.98	75.33	13.57	131.20	192.41	2.02	3052	4.48
Armenia	3.01	0.85	2.15	5.71	5.22	0.98	1901	1.74
Australia	23.64	365.71	-235.04	236.43	373.78	5.30	10002	15.81
Austria	8.54	12.09	21.66	71.41	60.78	3.76	8358	7.11
Azerbajjan	9.54	58.78	-44.25	21.00	30.79	1.50	2202	3.23
Bahrain	1.36	22.88	-8.36	26.18	29.69	10.39	19224	21.80
Bangladesh	159.08	29.46	6.10	49.48	62.27	0.22	311	0.39
Belarus	9.47	3.67	24.31	34.87	57.43	2.93	3682	6.06
Belgium	11.16	12.53	47.50	86.41	87.36	4.73	7745	7.83
Benin	10.60	2.29	2.20	1.03	5.74	0.40	97	0.54
Bolivia	10.56	23.16	-14.78	7.95	18.30	0.79	753	1.73
Bosnia and Herzegovina	3.82	6.05	1.71	12.00	21.62	2.05	3144	5.66
Botswana	2.22	1.51	1.06	3.79	6.88	1.22	1708	3.10
Brazil	206.08	267.25	42.78	531.23	476.02	1.47	2578	2.31
Brunei Darussalam	0.42	16.26	-12.49	4.22	6.70	8.52	10113	16.06

2014

	Mil.obyv	Výroba Mtoe	Exp-imp (Mtoe)	Spotřeba el. TWh	Emise CO ₂ Mt	TPES toe /obyv	kWh/ obyv	T CO ₂ / obyv
Bulgaria	7.22	11.36	6.45	34.02	42.13	2.48	4709	5.83
Cambodia	15.33	4.26	2.18	4.15	6.10	0.42	270	0.40
Cameroon	22.77	9.76	-2.02	6.24	6.04	0.33	274	0.27
Canada	35.54	469.99	-184.87	552.42	554.80	7.88	15544	15.61
Chile	17.84	12.92	24.29	68.90	75.81	2.02	3863	4.25
China (People's Rep. of)	1364.27	2593.11	507.94	5357.55	9086.96	2.24	3927	6.66
Colombia	47.79	127.23	-88.27	61.63	72.50	0.71	1290	1.52
Republic of Congo	4.51	15.68	-12.67	0.96	2.64	0.58	213	0.59
Costa Rica	4.76	2.46	2.63	9.32	7.17	1.03	1958	1.51
Côte d'Ivoire	22.16	12.89	1.04	6.22	9.35	0.63	281	0.42
Croatia	4.24	4.35	3.62	15.74	15.14	1.90	3715	3.57
Cuba	11.38	5.88	6.66	16.41	29.45	1.03	1442	2.59
Curaçao	0.16	0.00	3.61	0.75	4.75	12.64	4795	30.43
Cyprus ⁵	0.86	0.12	2.28	4.18	5.76	2.30	4868	6.72
Czech Republic	10.53	29.26	12.53	65.88	96.55	3.92	6259	9.17
DPR of Korea	25.03	20.82	-8.90	15.08	37.80	0.48	602	1.51
Dem. Rep. of the Congo	74.88	28.16	0.80	8.01	4.66	0.38	107	0.06
Denmark	5.64	16.06	2.20	33.06	34.51	2.87	5859	6.12
Dominican Republic	10.41	1.02	7.06	16.42	19.26	0.73	1578	1.85
Ecuador	15.90	30.45	-15.35	21.96	38.73	0.89	1381	2.44
Egypt	89.58	80.36	-4.41	152.20	173.27	0.84	1699	1.93

2014

	Mil.obyv	Výroba Mtoe	Exp-imp (Mtoe)	Spotřeba el. TWh	Emise CO ₂ Mt	TPES toe /obyv	kWh/ obyv	T CO ₂ / obyv
El Salvador	6.11	2.06	2.15	5.90	5.88	0.67	966	0.96
Eritrea	5.11	0.63	0.18	0.32	0.56	0.16	63	0.11
Estonia	1.32	5.83	0.68	8.85	17.52	4.59	6725	13.31
Ethiopia	96.96	45.51	3.31	6.79	9.13	0.50	70	0.09
Finland	5.46	18.26	16.96	83.29	45.25	6.21	15246	8.28
FYR of Macedonia	2.08	1.27	1.38	7.27	7.43	1.26	3500	3.58
France	66.17	137.13	114.24	460.20	285.68	3.67	6955	4.32
Gabon	1.69	15.91	-10.58	2.20	3.49	3.01	1303	2.07
Georgia	4.50	1.37	3.10	10.02	7.72	0.97	2225	1.71
Germany	80.98	119.75	196.49	569.75	723.27	3.78	7035	8.93
Ghana	26.79	9.77	-0.64	9.56	13.11	0.34	357	0.49
Gibraltar	0.03	0.00	3.02	0.19	0.54	5.94	5818	16.25
Greece	10.93	8.80	16.93	55.14	65.88	2.12	5047	6.03
Guatemala	16.02	8.88	4.35	9.20	16.14	0.83	575	1.01
Haiti	10.57	3.24	0.94	0.41	2.76	0.39	39	0.26
Honduras	7.96	2.52	2.69	5.55	8.75	0.67	697	1.10
Hong Kong, China	7.24	0.19	27.48	43.98	47.94	1.97	6073	6.62
Hungary	9.87	10.14	14.19	39.13	40.28	2.31	3966	4.08
Iceland	0.33	5.22	0.84	17.62	2.04	17.94	53896	6.25
India	1295.29	541.81	289.72	1042.33	2019.67	0.64	805	1.56
Indonesia	254.46	458.00	-231.45	207.14	436.53	0.89	814	1.72

2014

	Mil.obyv	Výroba Mtoe	Exp-imp (Mtoe)	Spotřeba el. TWh	Emise CO ₂ Mt	TPES toe /obyv	kWh/ obyv	T CO ₂ / obyv
Islamic Rep. of Iran	78.14	316.25	-75.32	234.11	556.09	3.03	2996	7.12
Iraq	34.81	162.99	-111.28	45.71	141.03	1.42	1313	4.05
Ireland	4.62	2.01	11.66	26.42	33.86	2.77	5725	7.34
Israel	8.21	7.48	16.53	54.23	64.69	2.76	6604	7.88
Italy	60.80	36.69	115.06	304.09	319.71	2.41	5002	5.26
Jamaica	2.72	0.50	2.68	3.02	7.17	1.03	1110	2.64
Japan	127.12	26.59	422.27	995.26	1188.63	3.48	7829	9.35
Jordan	6.61	0.26	8.37	16.63	24.11	1.24	2517	3.65
Kazakhstan	17.29	166.28	-89.01	96.82	223.69	4.43	5600	12.94
Kenya	44.86	19.57	4.60	7.67	12.35	0.53	171	0.28
Korea	50.42	49.11	232.84	532.66	567.81	5.32	10564	11.26
Kosovo	1.82	1.61	0.60	5.11	7.40	1.21	2803	4.06
Kuwait	3.75	166.36	-131.14	57.54	86.08	9.03	15333	22.94
Kyrgyzstan	5.83	1.91	2.15	11.33	8.36	0.65	1942	1.43
Latvia ⁵	1.99	2.38	1.90	6.99	6.72	2.18	3514	3.38
Lebanon	4.55	0.16	7.61	16.21	22.37	1.65	3565	4.92
Libya	6.26	36.27	-16.39	11.52	47.90	2.85	1841	7.65
Lithuania	2.93	1.75	5.35	11.21	10.31	2.39	3826	3.52
Luxembourg	0.56	0.15	4.08	7.74	9.25	6.84	13873	16.57
Malaysia	29.90	94.64	-1.18	138.94	220.52	3.00	4646	7.37

2014

	Mil.obyv	Výroba Mtoe	Exp-imp (Mtoe)	Spotřeba el. TWh	Emise CO ₂ Mt	TPES toe /obyv	kWh/ obyv	T CO ₂ / obyv
Malta	0.43	0.01	2.05	2.14	2.34	1.81	5012	5.49
Mauritius	1.26	0.22	1.69	2.75	3.96	1.11	2182	3.14
Mexico	119.71	208.27	-15.09	259.65	430.92	1.57	2169	3.60
Moldova	3.56	0.33	2.98	4.93	7.25	0.93	1386	2.04
Mongolia	2.91	14.41	-9.32	5.90	18.16	1.85	2027	6.24
Montenegro	0.62	0.69	0.29	2.87	2.22	1.54	4611	3.57
Morocco	33.92	1.76	19.53	30.93	53.11	0.56	912	1.57
Mozambique	27.22	17.99	-5.35	12.59	3.87	0.43	463	0.14
Myanmar	53.44	25.68	-7.26	11.26	19.56	0.36	211	0.37
Namibia	2.40	0.46	1.39	3.76	3.59	0.75	1563	1.50
Nepal	28.18	9.74	2.07	3.94	5.93	0.41	140	0.21
Netherlands	16.86	58.53	30.51	113.21	148.34	4.33	6713	8.80
New Zealand	4.46	17.05	4.56	40.71	31.24	4.61	9131	7.01
Nicaragua	6.01	2.17	1.49	3.49	4.54	0.61	580	0.76
Niger	19.11	3.05	-0.11	0.99	1.96	0.15	52	0.10
Nigeria	177.48	260.02	-125.23	25.50	60.16	0.76	144	0.34
Norway	5.14	196.31	-167.40	118.16	35.31	5.60	23001	6.87
Oman	4.24	74.49	-48.54	25.96	59.90	5.74	6128	14.14
Pakistan	185.04	68.20	22.05	87.40	137.43	0.49	472	0.74
Panama	3.87	0.80	6.71	8.05	10.59	1.09	2082	2.74

2014

	Mil.obyv	Výroba Mtoe	Exp-imp (Mtoe)	Spotřeba el. TWh	Emise CO ₂ Mt	TPES toe /obyv	kWh/ obyv	T CO ₂ / obyv
Paraguay	6.55	7.08	-1.85	10.25	5.19	0.79	1563	0.79
Peru	30.97	27.32	-1.73	40.50	47.79	0.77	1308	1.54
Philippines	99.14	25.85	22.29	69.99	95.71	0.48	706	0.97
Poland	38.48	67.33	27.90	150.98	279.04	2.44	3923	7.25
Portugal	10.40	6.00	16.38	48.50	42.81	2.03	4663	4.12
Qatar	2.17	219.93	-173.81	36.35	77.61	20.29	16736	35.73
Romania	19.91	26.37	5.36	51.45	68.16	1.59	2584	3.42
Russian Federation	143.82	1305.68	-570.84	949.59	1467.55	4.94	6603	10.20
Saudi Arabia	30.89	622.42	-405.45	290.66	506.59	6.91	9410	16.40
Senegal	14.67	1.87	2.42	3.25	6.28	0.27	222	0.43
Serbia	7.13	9.44	3.72	30.46	38.11	1.86	4273	5.35
Singapore	5.47	0.65	75.75	48.38	45.32	5.12	8844	8.29
Slovak Republic	5.42	6.57	9.77	27.84	29.33	2.94	5137	5.41
Slovenia	2.06	3.70	3.01	13.87	12.76	3.24	6728	6.19
South Africa	54.00	168.32	-18.03	228.98	437.37	2.72	4240	8.10
South Sudan	11.91	8.11	-7.37	0.46	1.52	0.06	39	0.13
Spain	46.46	35.10	91.94	248.95	231.99	2.47	5358	4.99
Sri Lanka	20.64	5.33	5.93	11.04	16.74	0.52	535	0.81
Sudan	39.35	16.34	-1.07	9.75	13.34	0.38	248	0.34
Suriname ⁵	0.54	0.99	-0.25	1.99	1.99	1.28	3699	3.70
Sweden	9.70	34.54	16.30	130.71	37.42	4.97	13480	3.86

2014	Mil.obyv	Výroba Mtoe	Exp-imp (Mtoe)	Spotřeba el. TWh	Emise CO ₂ Mt	TPES toe /obyv	kWh/ obyv	T CO ₂ / obyv
Switzerland	8.19	13.27	13.36	61.58	37.74	3.06	7520	4.61
Syrian Arab Republic	22.16	5.64	5.43	18.24	27.57	0.49	823	1.24
Chinese Taipei	23.38	13.64	101.70	251.07	249.66	4.71	10738	10.68
Tajikistan	8.30	1.79	1.08	12.38	4.66	0.34	1492	0.56
Tanzania	51.82	22.17	2.87	5.18	10.37	0.48	100	0.20
Thailand	67.73	78.74	59.58	173.75	243.52	1.99	2566	3.60
Togo	7.12	2.64	0.71	1.10	1.72	0.46	155	0.24
Trinidad and Tobago	1.35	39.66	-19.55	9.66	23.21	14.45	7137	17.15
Tunisia	11.00	6.71	4.15	16.09	25.01	0.96	1463	2.27
Turkey	76.62	31.35	93.72	219.89	307.11	1.59	2870	4.01
Turkmenistan	5.31	77.98	-50.74	14.64	67.00	5.04	2759	12.62
Ukraine	45.36	76.93	27.47	154.77	236.54	2.33	3412	5.21
United Arab Emirates	9.09	200.04	-109.55	102.17	175.43	7.76	11245	19.31
United Kingdom	64.60	108.24	87.40	331.44	407.84	2.78	5131	6.31
United States	319.17	2011.98	258.11	4137.10	5176.21	6.94	12962	16.22
Uruguay	3.42	2.62	2.33	10.49	6.27	1.38	3068	1.83
Uzbekistan	30.76	55.84	-12.17	50.61	97.90	1.42	1645	3.18
Venezuela	30.69	185.71	-117.48	81.69	154.99	2.20	2661	5.05
Viet Nam	90.73	71.20	-2.69	130.57	143.31	0.73	1439	1.58
Yemen	26.18	16.05	-8.44	5.68	21.34	0.28	217	0.81
Zambia	15.72	9.13	0.83	11.05	3.19	0.64	703	0.20
Zimbabwe	15.25	11.52	1.15	8.28	11.49	0.72	543	0.75

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 naleziště)

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

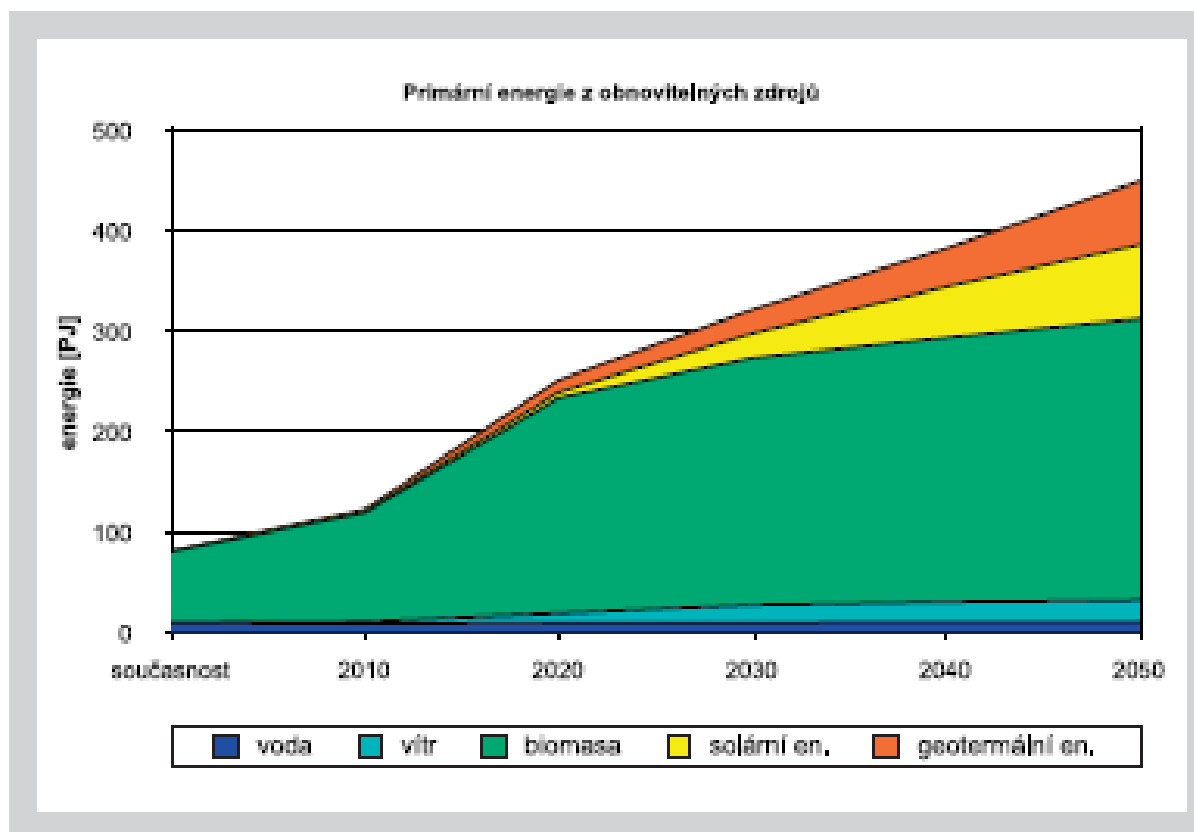
Světové zásoby uranu (především v Austrálii, Kanadě a Africe) vystačí v současných typech jaderných reaktorů na stovky let, při použití v rychlých reaktorech vystačí na tisíce let.

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

Obnovitelné zdroje energie



Předpoklad využití obnovitelných zdrojů. Zdroj: Zpráva NEK

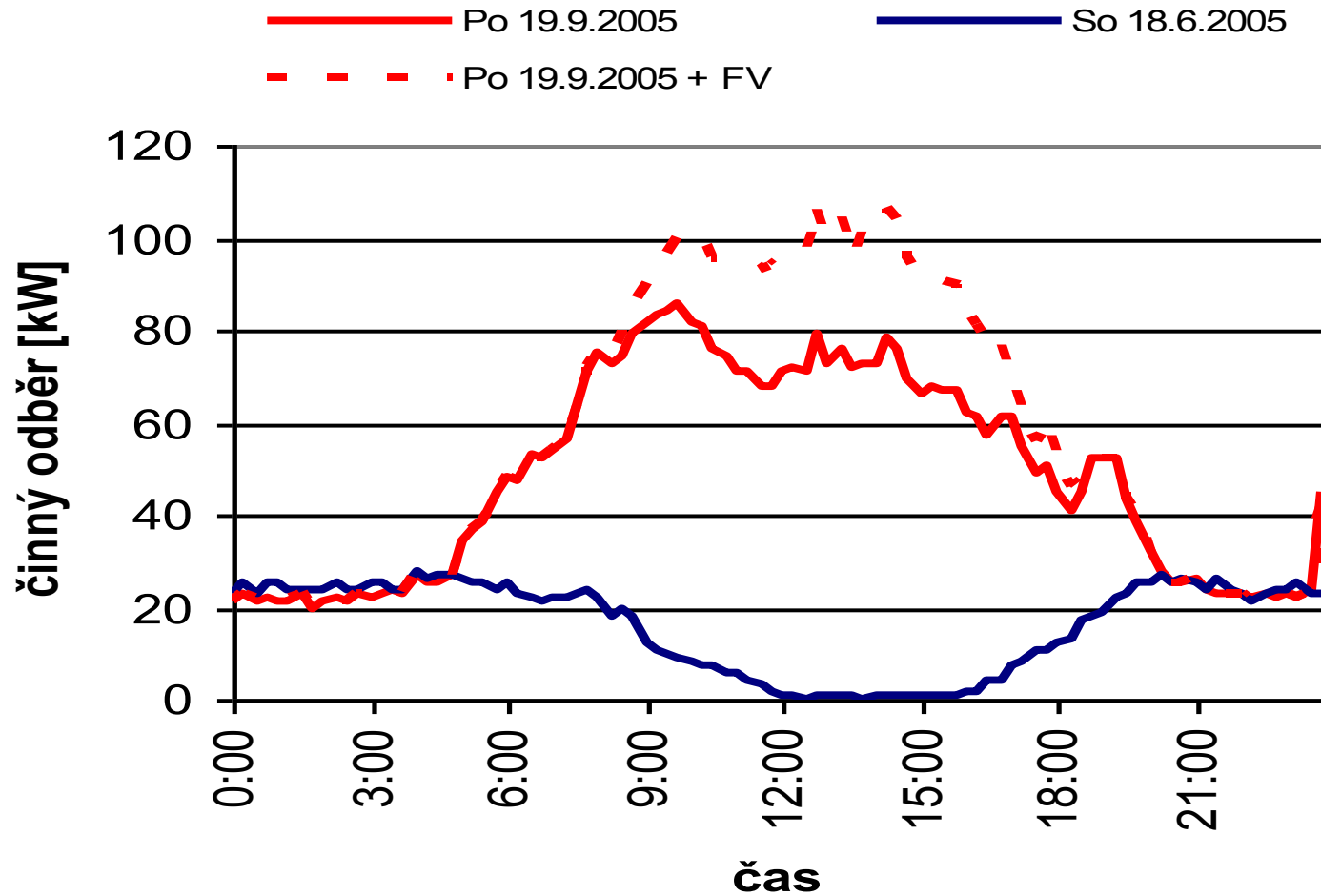
- Každý druh obnovitelných zdrojů energie má své přednosti, ale také svá omezení a limity.. Příhodné lokality se u nás téměř vždy nacházejí ve vyšších nadmořských výškách, obvykle nad 600 m n. m.
- Ale máme-li před sebou „větrnou“ mapu ČR s vyznačením izochar rychlostí větru je vidět, že zcela převažují 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 = 10^{12} Wh

Fotovoltaický systém na PdF MU



Odběr el. energie ze sítě - PdF MU





Řešení : ... ?



■ Děkuji za pozornost.