

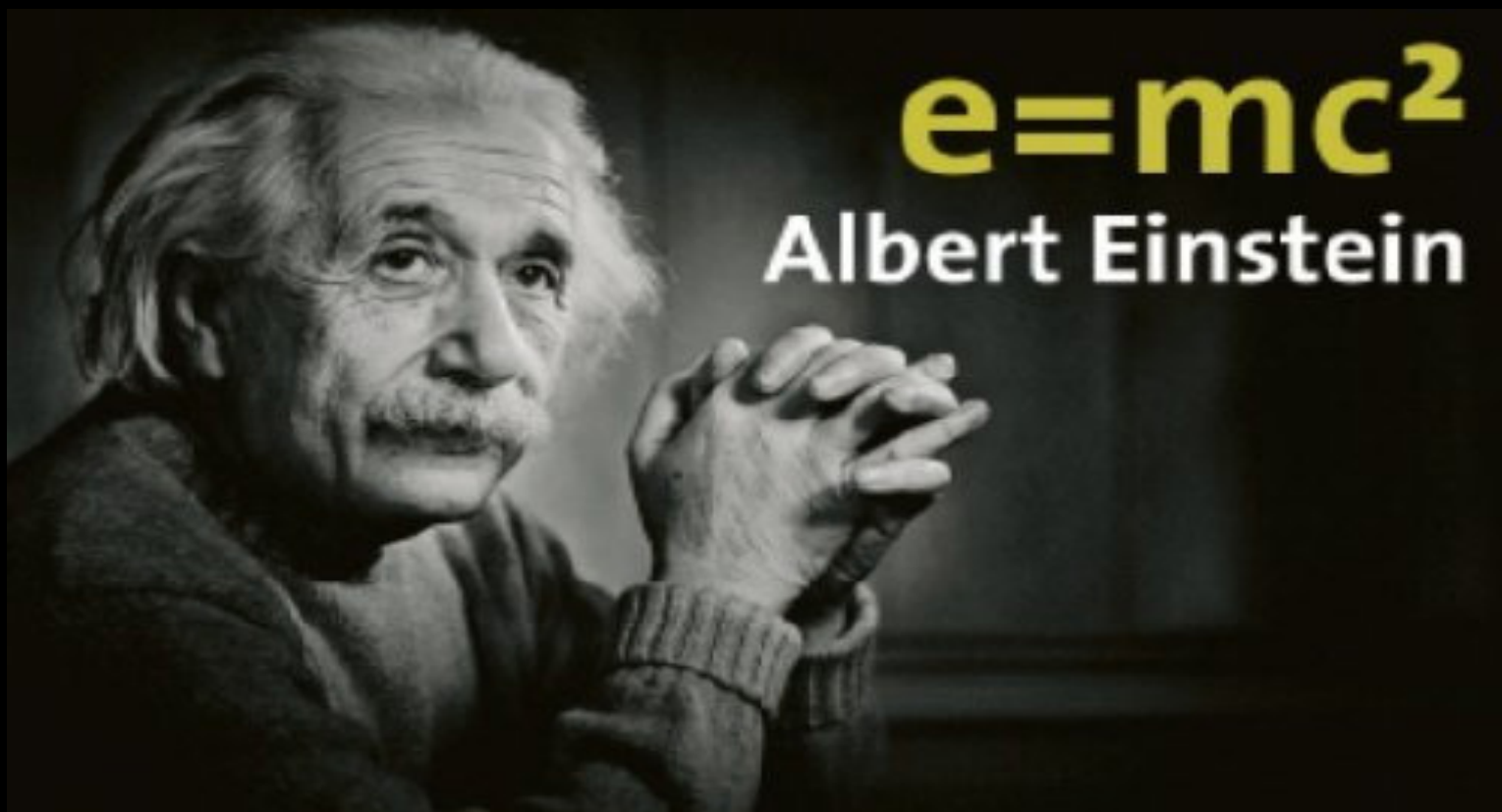
SVĚT (A) ENERGIE

Dana Drábová

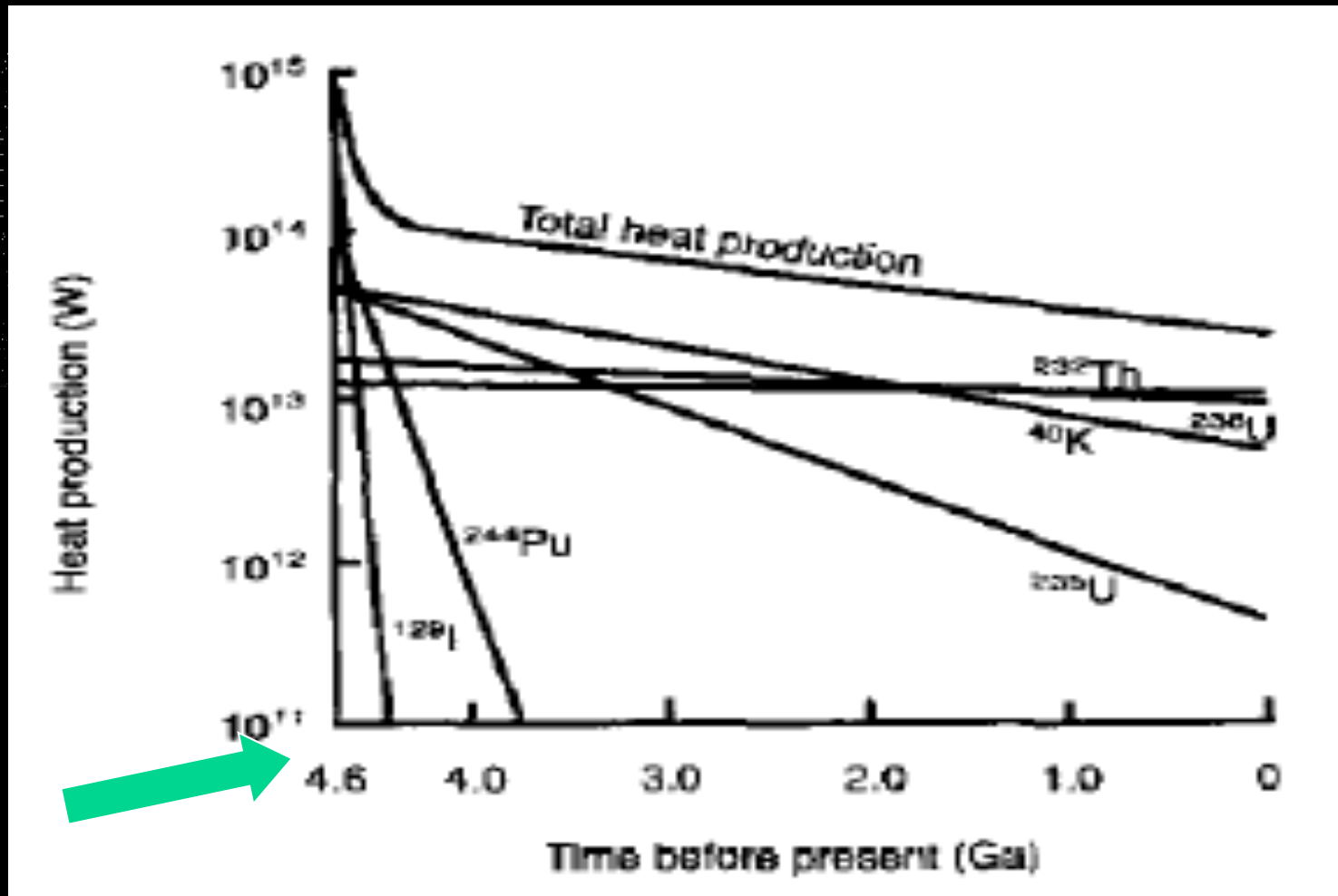
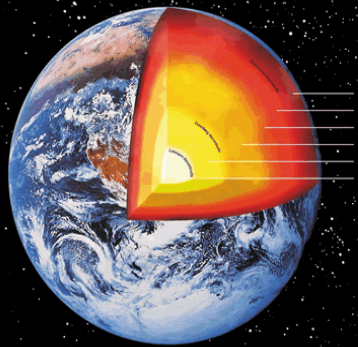
OTÁZKY K ZAMYŠLENÍ:

- K čemu člověk potřebuje energii, jak a kde ji pro své potřeby získává?
- Nedostatek energie; kdy, jak velký?
- Jak dlouho vydrží neobnovitelné zdroje?
- Jaké jsou možnosti obnovitelných zdrojů?
- Energeticky udržitelná ekonomika, možnosti úspor?
- Nové technologie; vodík, fúze, supravodiče?
- Jaká jsou skutečná rizika (havárií, klimatických změn a pod.)?
- Co opravdu odkážeme budoucím generacím?

Fyzika zná pouze jeden zdroj energie. Energie v přírodě vzniká pouze v důsledku syntézy lehkých jader nebo při štěpení jader těžkých.



EXKURS: PRODUKCE TEPLA V ZEMSKÉ KŮŘE





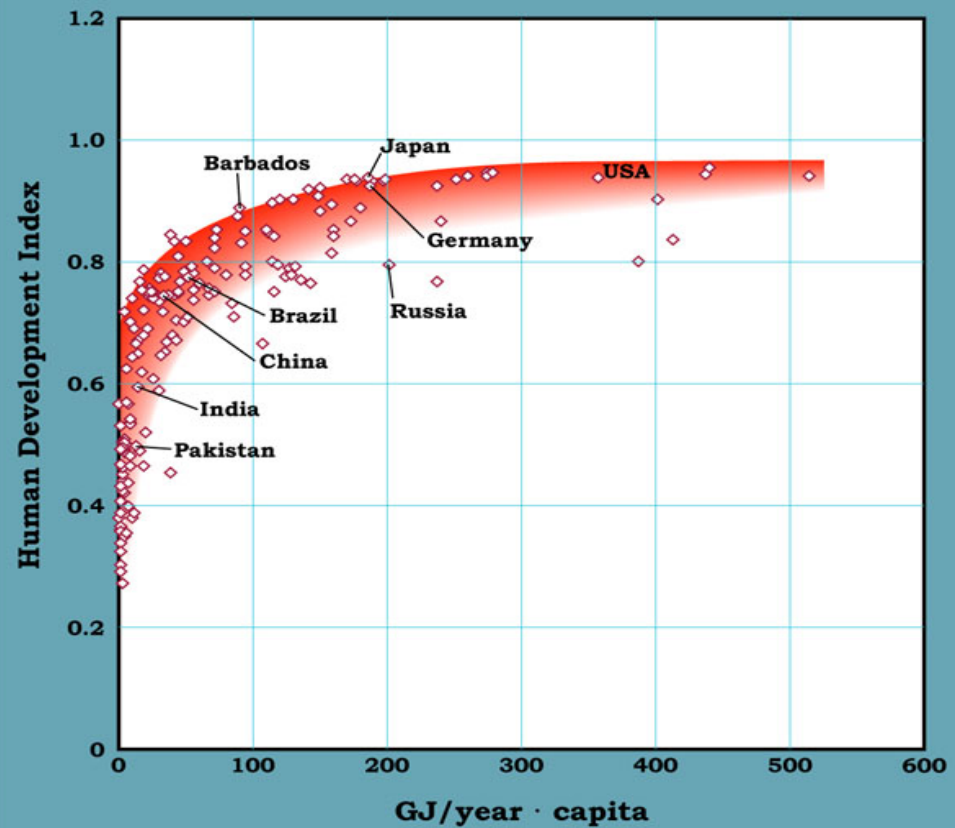
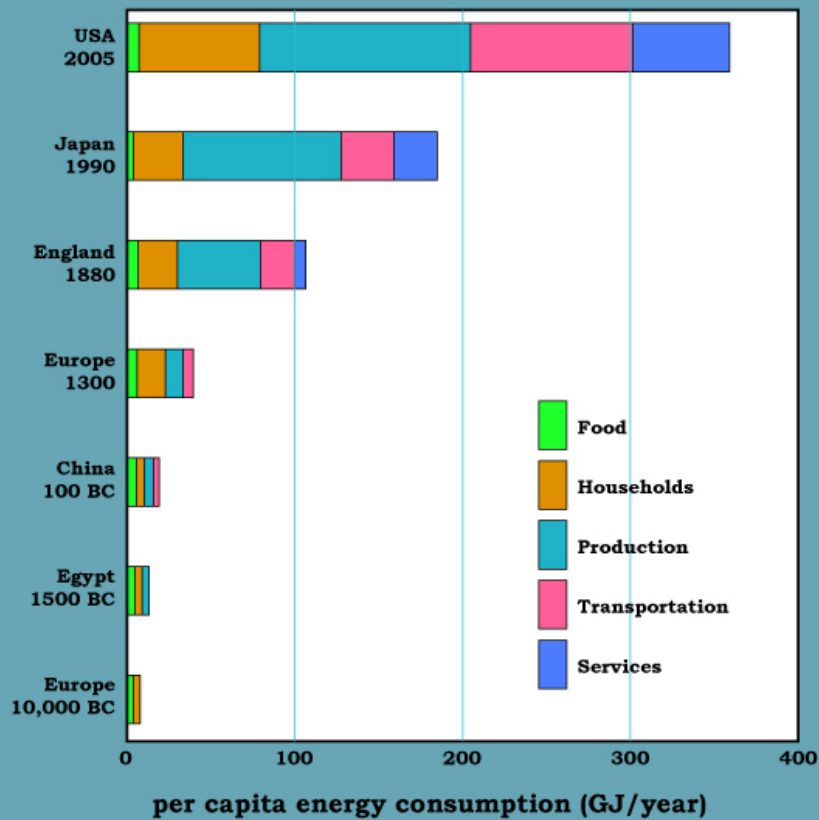
Energii, na rozdíl od všech jiných surovin, nelze ničím nahradit. energii lze pouze proměňovat, ukládat, energií lze šetřit nebo jí plýtvat.

Zákony zachování a proměňování energie patří k základním fyzikálním zákonům objeveným a potvrzeným již v předminulém století.

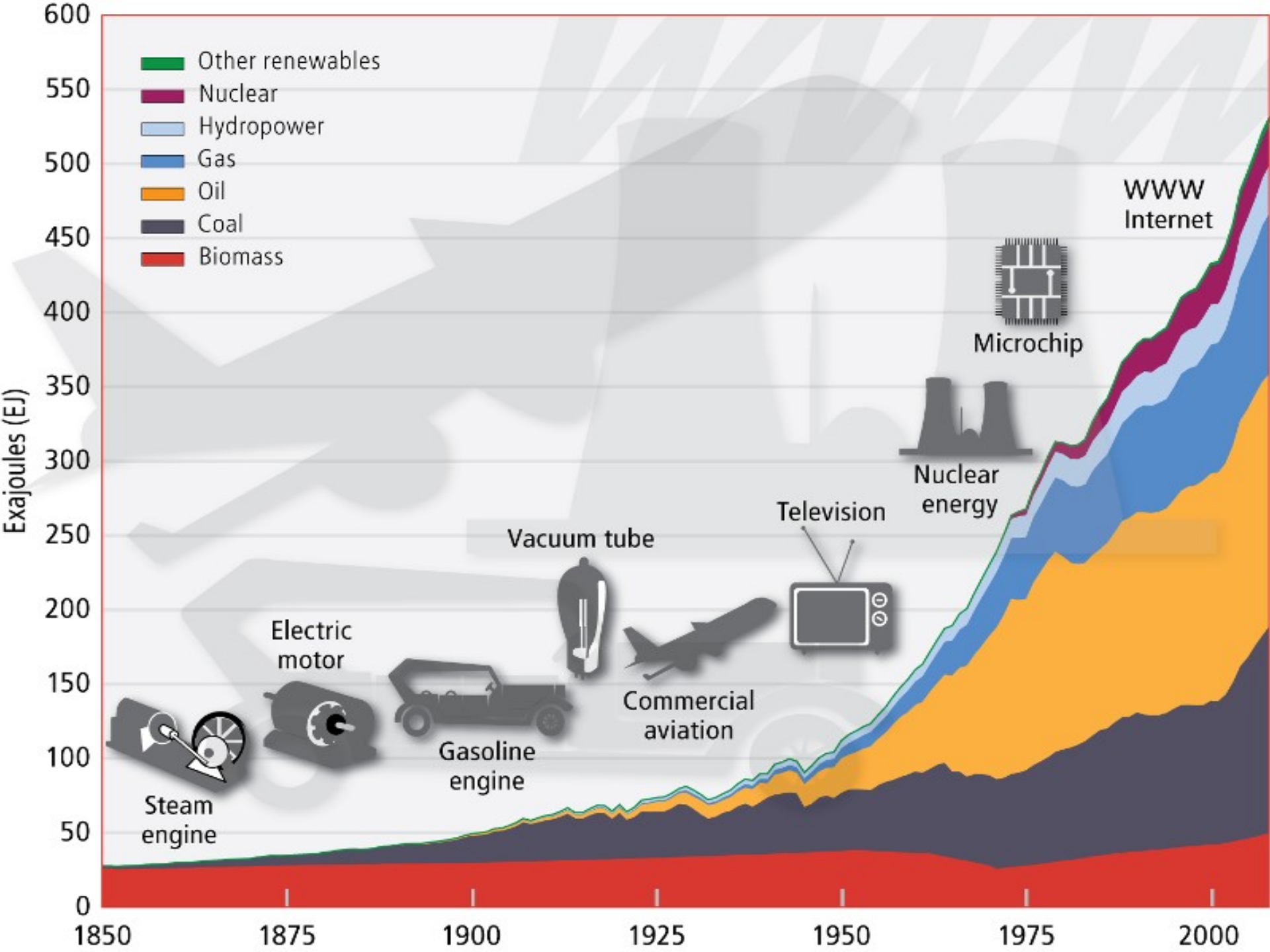
ENERGIE JE VZÁCNÝ ZDROJ

- Moderní energetika vytvořila prosperitu
- Bez energie přestane být dostupné prakticky všechno, co dnes považujeme za běžnou součást života, někdy dokonce za přirozené právo:
 - Pitná voda
 - Potraviny
 - Teplo
 - Hromadná doprava
 - Zdravotní péče
 - ...
- Energie je dokonce spojena s pojmy jako je svoboda, nezávislost, demokracie, tržní hospodářství. Naše politické a demokratické instituce a občanská práva a svobody by dokonce byly ohroženy výrazným nedostatkem energie.

ENERGIE JE VZÁCNÝ ZDROJ



1GJ = 277,8 kWh



ENERGETICKÁ BEZPEČNOST

- Energie dostupná:
 - Ve správném množství
 - Na správném místě
 - Ve správném čase
 - Ve správné formě
 - Za „správnou“ cenu
- A zároveň energie rozumně „přátelská“ k lidem a přírodě





Energie je na naší planetě používána krajně nerovnoměrně: bohatší menšina lidstva používá většinu energie.

Několik čísel:

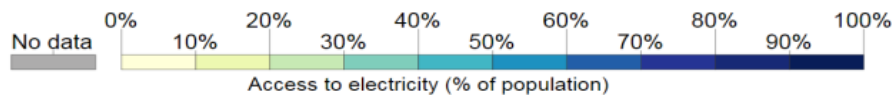
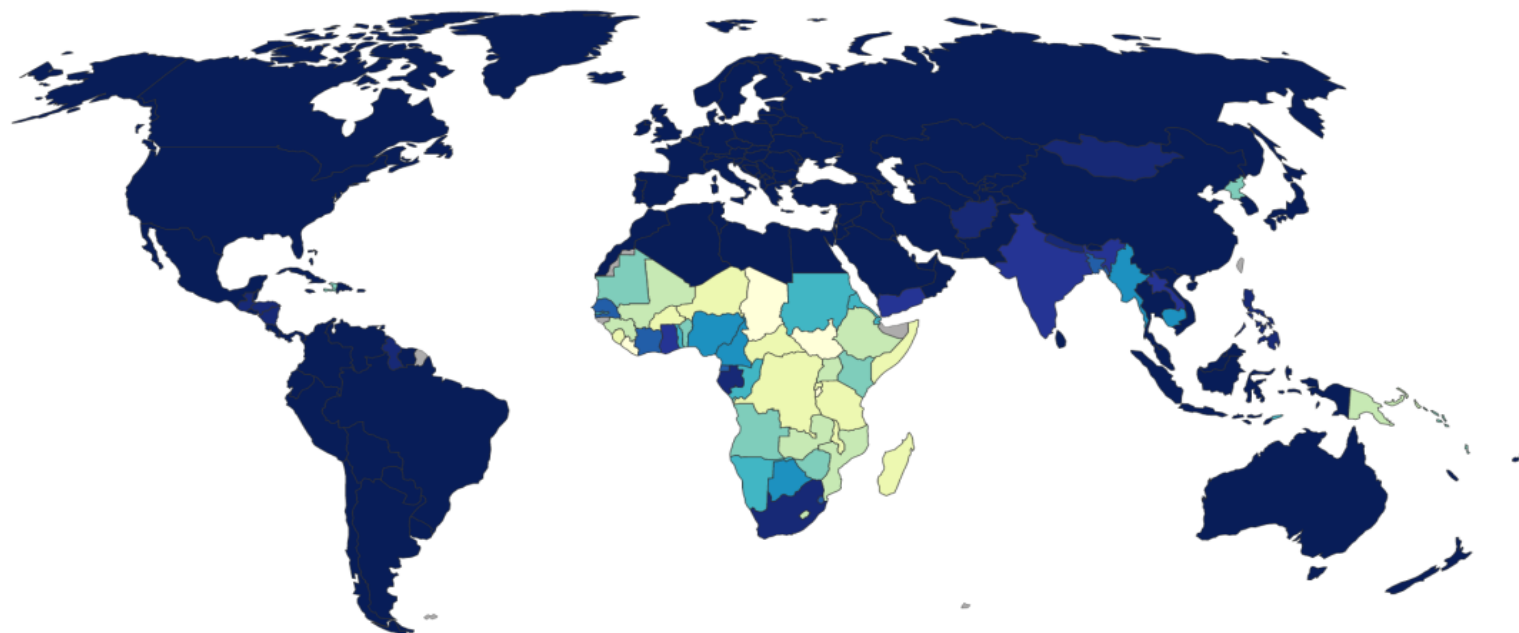
- V současné době žije na Zemi 7,5 miliardy obyvatel s průměrným ročním přírůstkem 1,3%.
- Každých 12 let se počet obyvatel zvyšuje o 1 miliardu. 79% světové populace žije v méně vyvinutých zemích (Asie, Afrika, Latinská Amerika). Přírůstek této populace je 1,6% ročně, až polovina obyvatel v méně vyvinutých zemích je mladší 15 let
- nejméně 1,5 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.

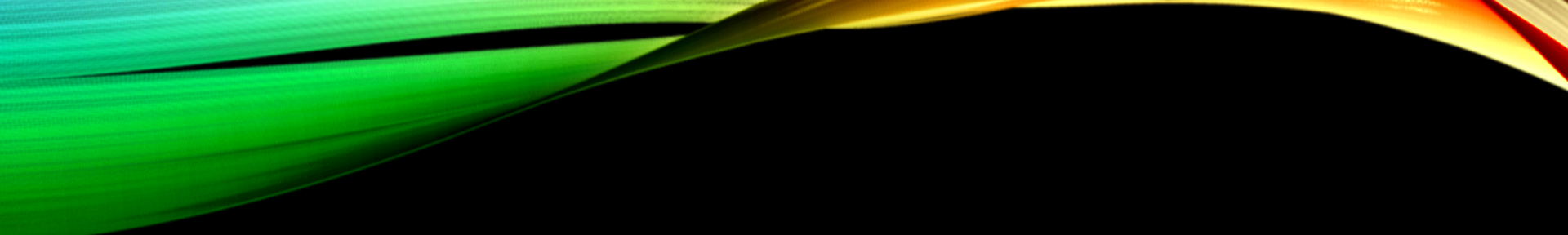
ENERGETICKÁ CHUDOBA

Share of the population with access to electricity

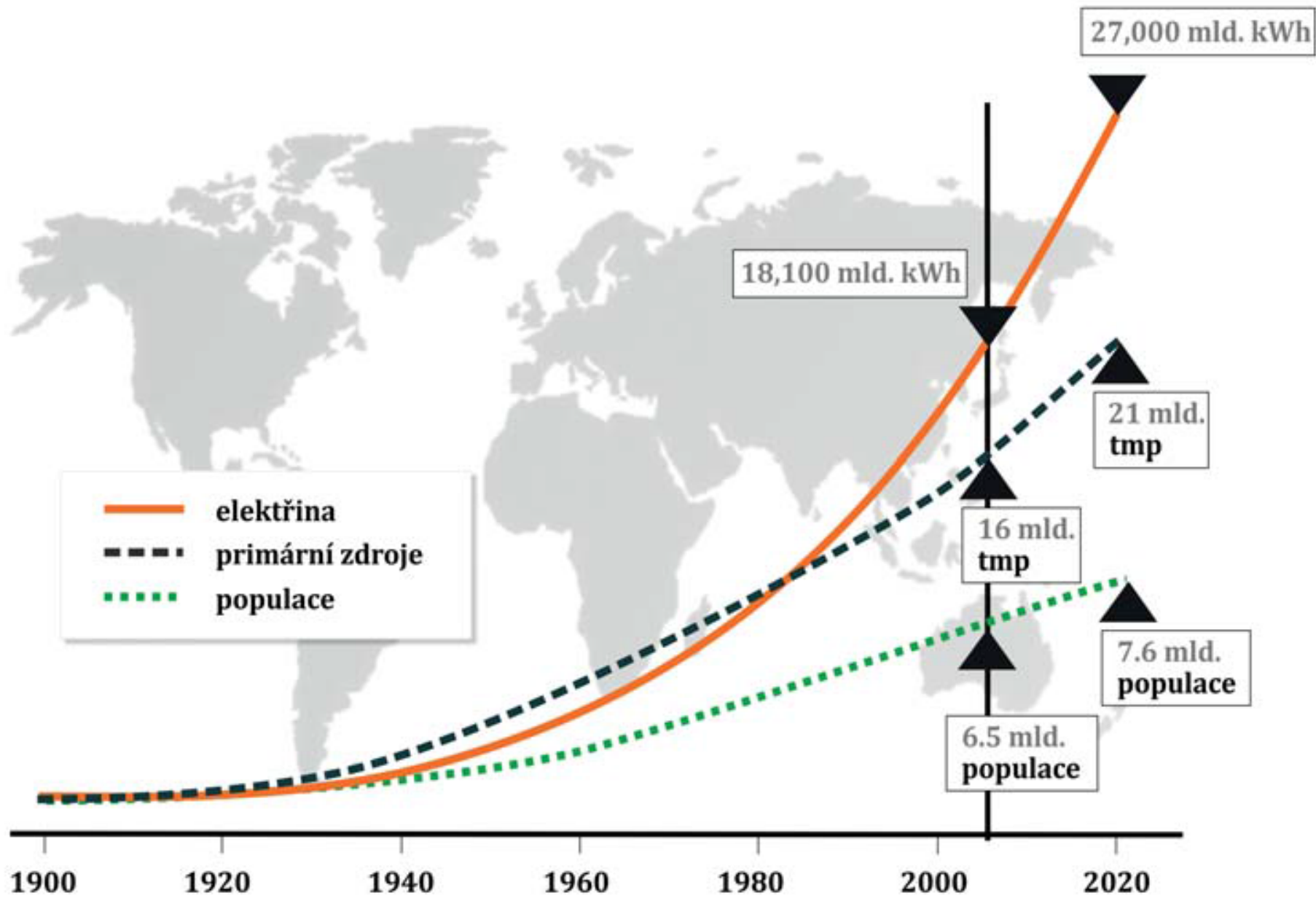
Data represents electricity access at the household level, that is, the number of people who have electricity in their home. It comprises electricity sold commercially, both on-grid and off-grid. It also includes self-generated electricity for those countries where access to electricity has been assessed through surveys by government or government agencies.

Our World
in Data





**Dosud se nepodařilo zastavit populační explozi:
každý den přibývá na naší planetě téměř
250 000 obyvatel.**



Naše civilizace byla stvořena fosilními palivy a její společenské obrysy a technické základy nemohou být přebudovány za deset nebo dvacet let. Energetické přeměny jsou ve své podstatě dlouhodobé procesy, trvající desítky let a nikoli roky.

V současné době přes 80% spotřebovávané energie pochází z fosilních paliv a tento podíl zatím jen roste.

Žádná kombinace starých a nových zdrojů energie není schopna v delším výhledu zajistit růst na úrovni průmyslové společnosti druhé poloviny minulého století

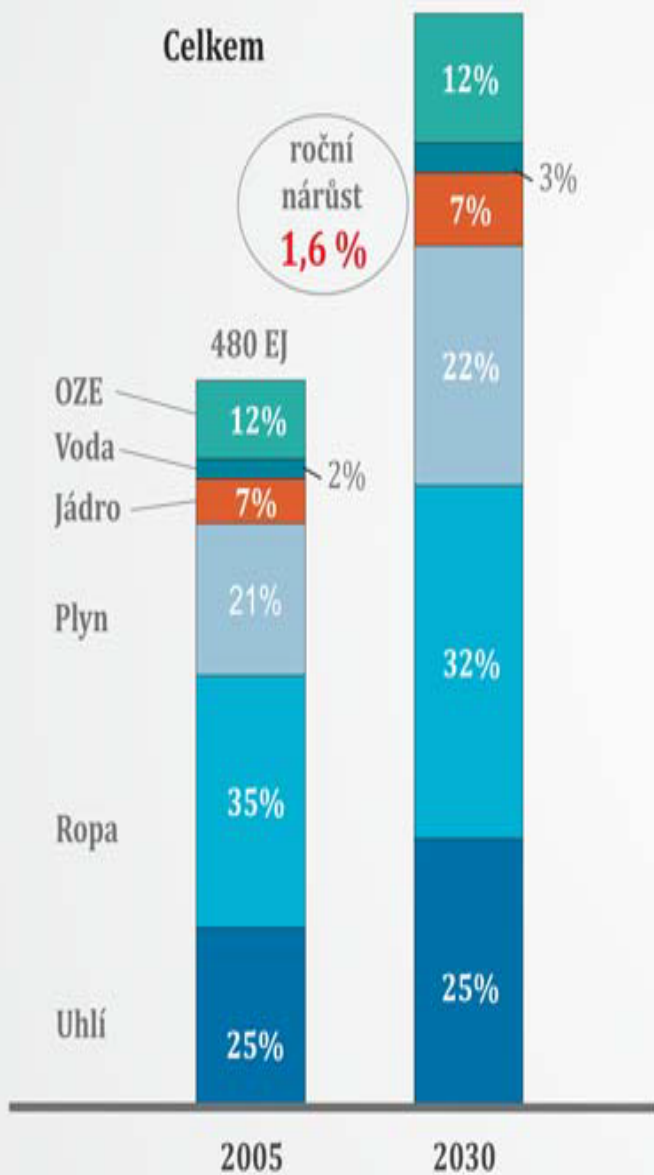
Tyto zprávy se neposlouchají dobře, ale ještě horší by bylo je ignorovat

Světová spotřeba energie

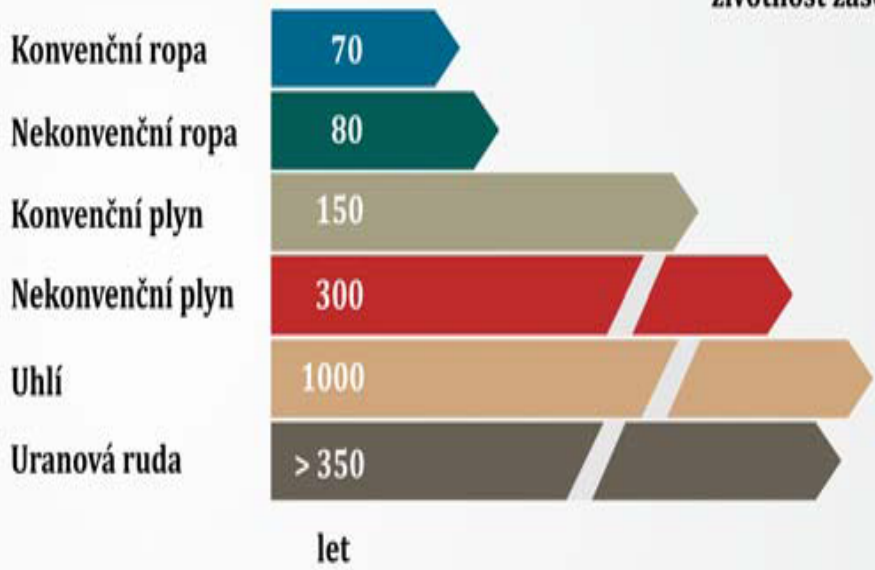
720 EJ

Celkem

roční
nárůst
1,6 %



životnost zásob (2006)



**V DNEŠNÍM SVĚTĚ MŮŽEME SKORO VŠECHNO, ALE BEZ ELEKTŘINY
NEMŮŽEME SKORO NIC**

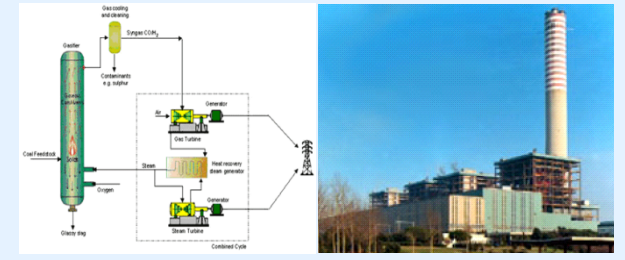


CO MÁME K DISPOZICI?

Jádro



Uhlí



Zemní plyn



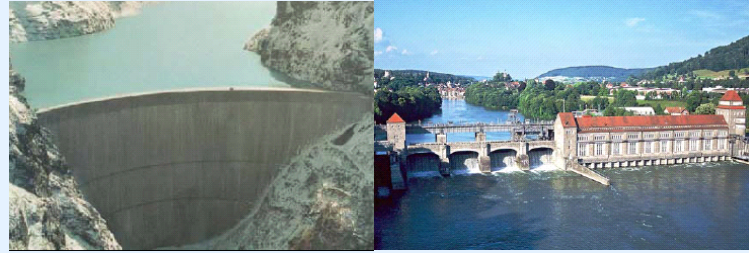
SOFC



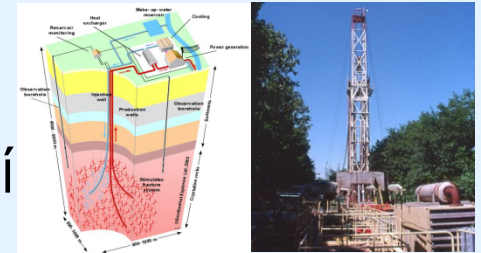
SNG



Voda



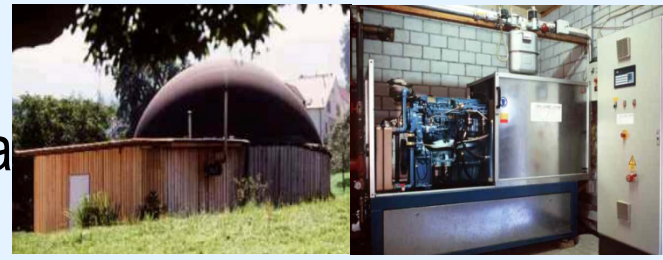
Geotermální



Vítr



Biomasa

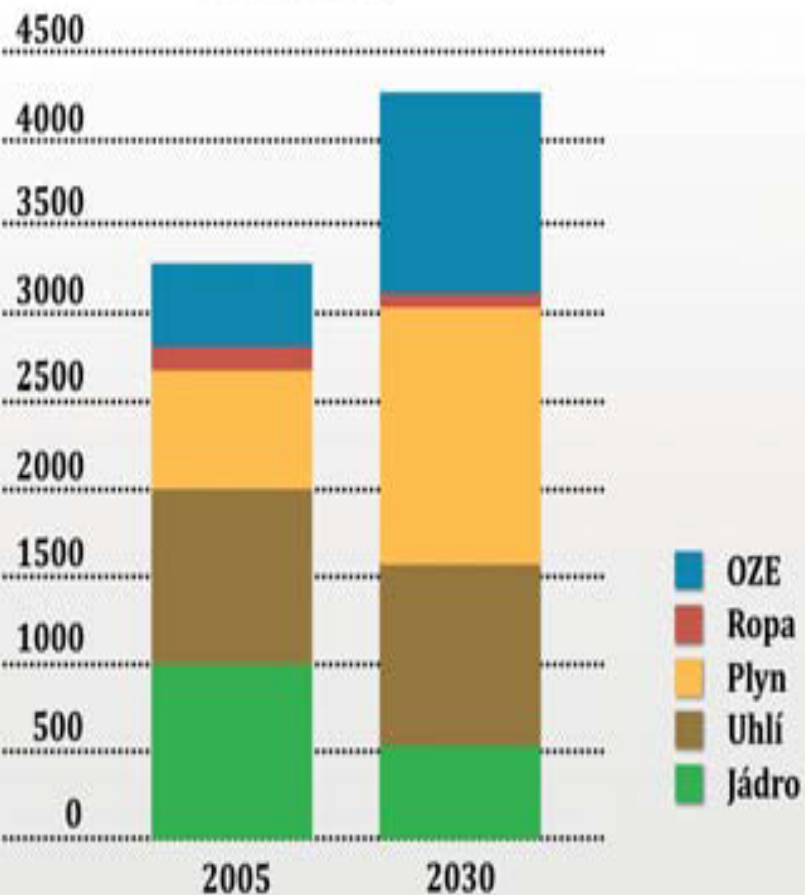


PV



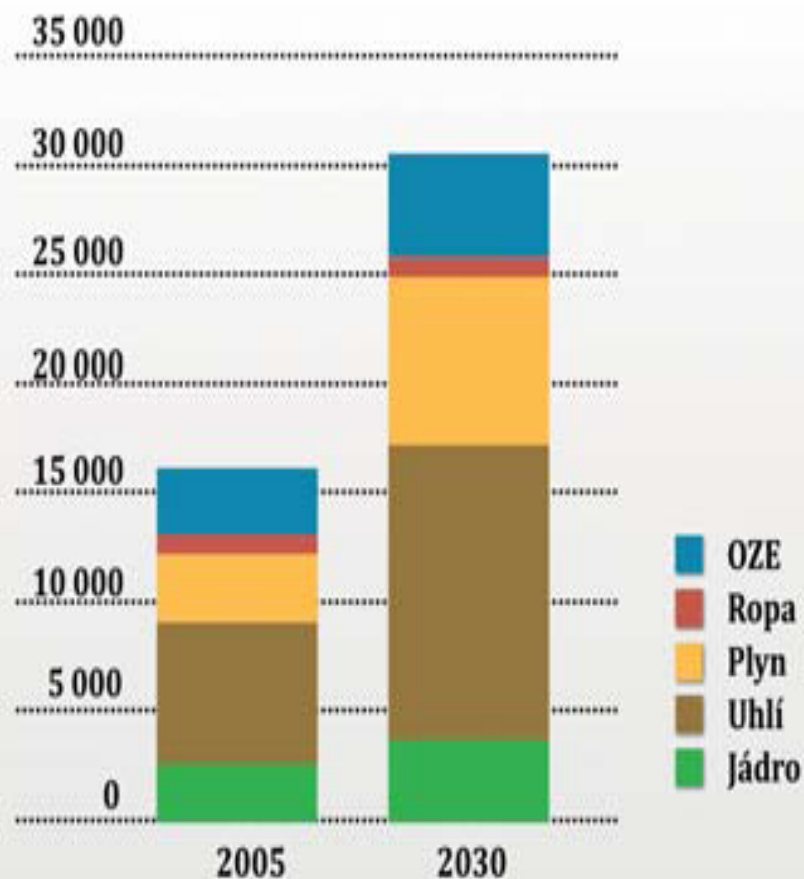
Očekávaný růst produkce elektřiny v EU [TWh]

+ 30 %



Očekávaný globální růst produkce elektřiny [TWh]

+ 85 %



Výroba elektřiny podle zdrojů (v %, r. 2015)

uhelné	53,42
jaderné	31,99
plynové	7,53
solární	2,69
ostatní	4,37



Zdroj: ERÚ

Podíl na výrobě elektrické energie v Německu (2016)

obnovitelné zdroje	29,0 %
hnědé uhlí	23,1 %
černé uhlí	17,2 %
jaderná energie	13,1 %
zemní plyn	12,4 %
další zdroje	4,3 %
ropa	0,9 %



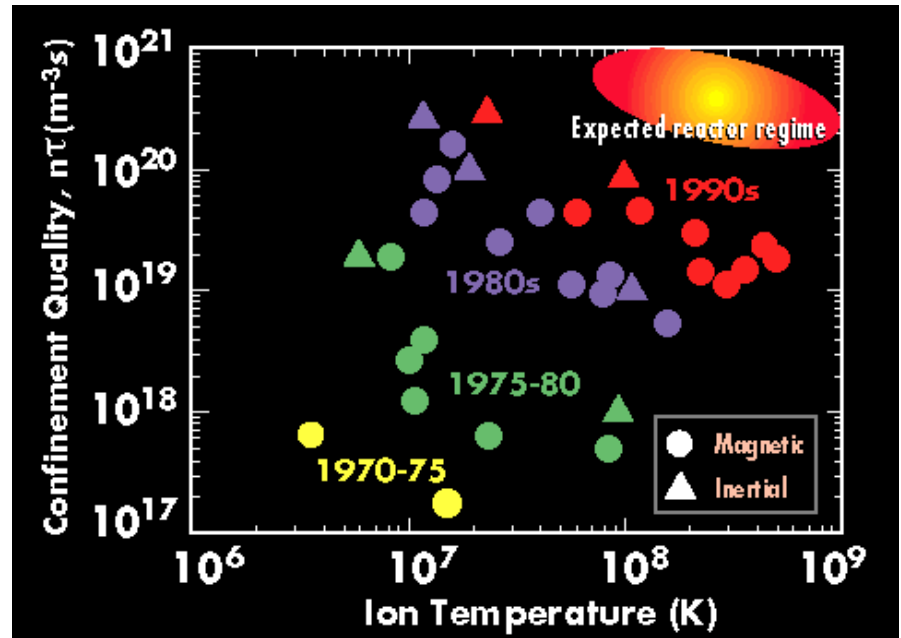
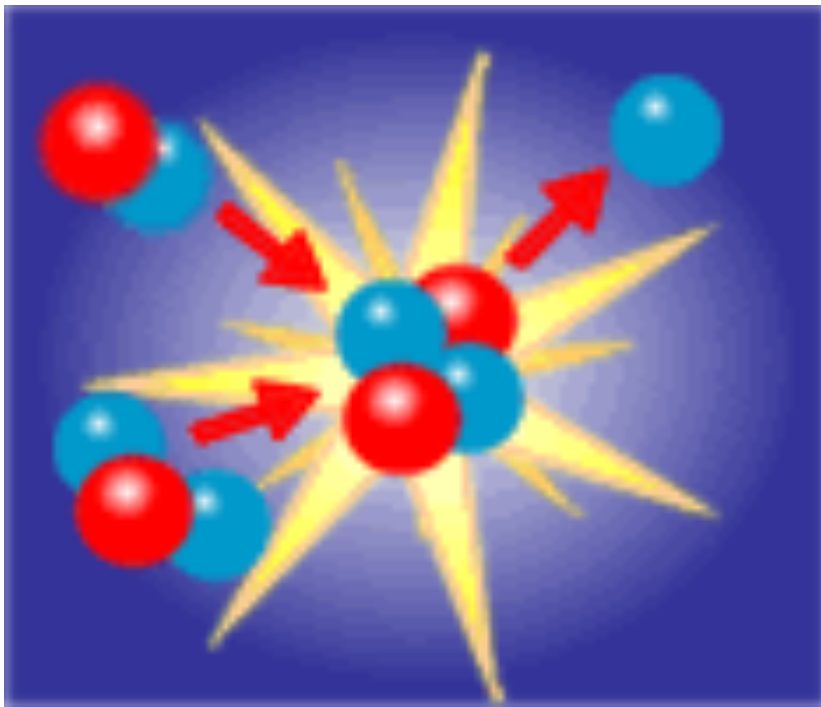
Kolik energie se uvolní při jaderném štěpení?

Jestliže změříme a sečteme hmoty všech štěpných produktů zjistíme, že celková hmota štěpných produktů je menší než původního jádra uranu. Tato chybějící hmota Δm v uvažované štěpné reakci byla změněna na energii ΔE získanou v reakci podle Einsteinovy rovnice : $\Delta E = \Delta mc^2$. Je-li např. $\Delta m = 1\text{g}$, získáme energii stejnou jako shořením 20 tun uhlí!

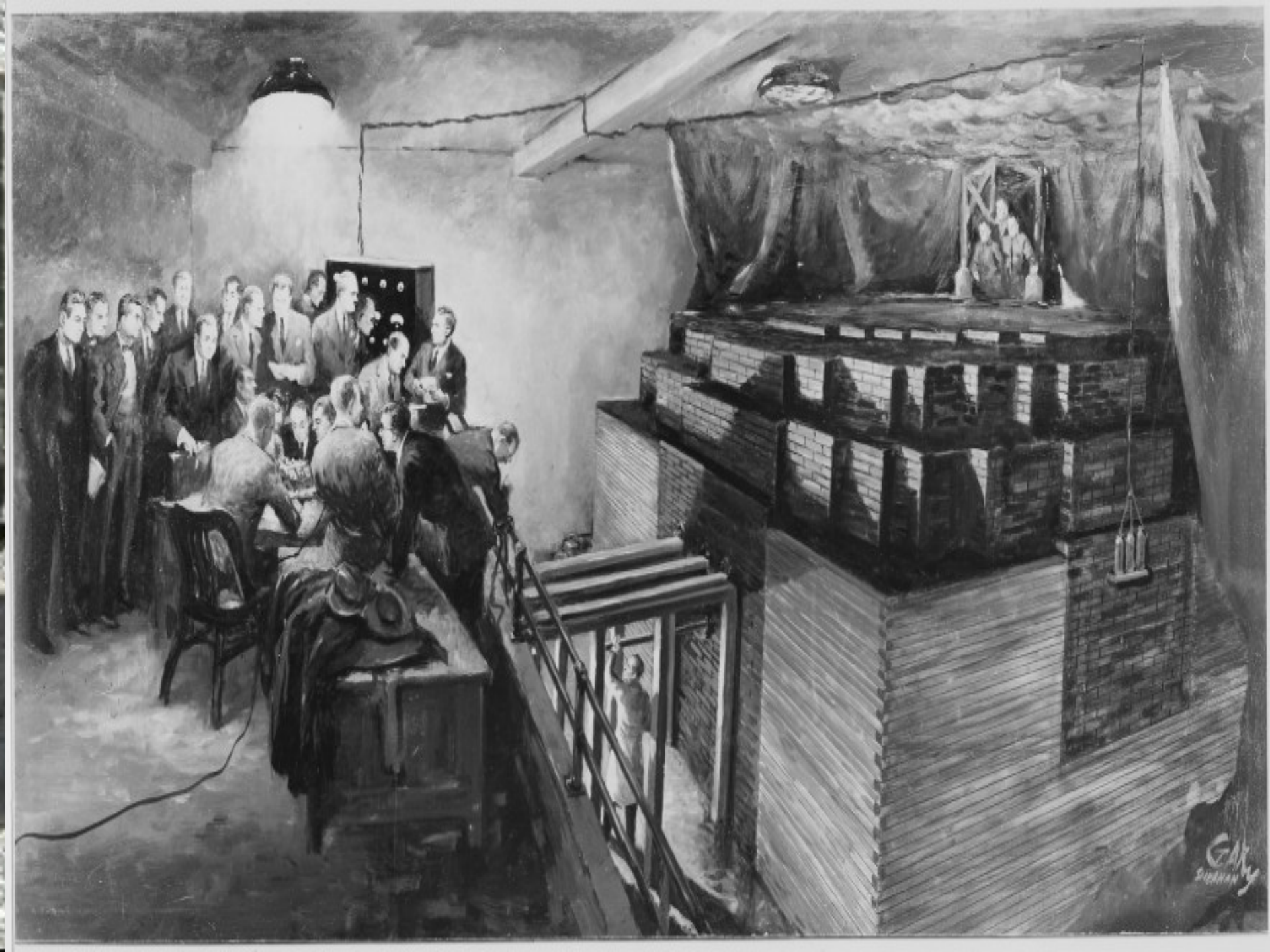
200 MeV (0,03 nJ) na jedno štěpení

Pro srovnání: $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2 + 4.1 \text{ eV}$

Termojaderná fúze

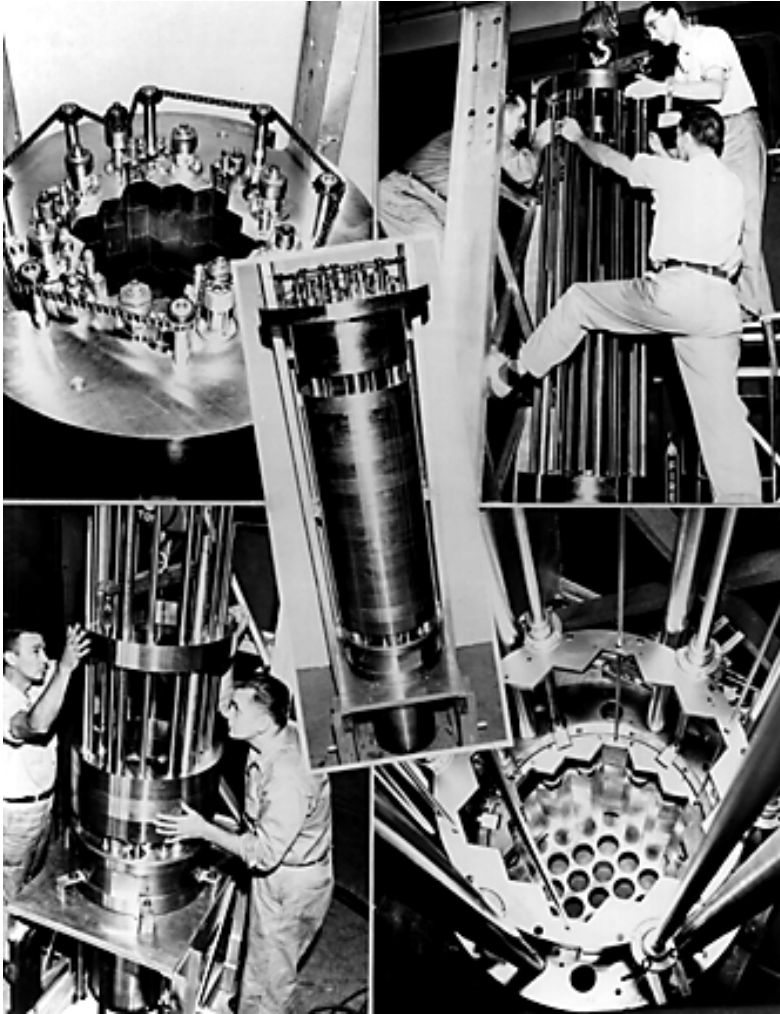






GARY
SUNSHINE

Experimental Breeder Reactor I (1951)





Obninsk, 1954





Shippingport, PA, 1957

Vývoj typů jaderných reaktorů

1. generace

Prototypové reaktory



PWR (Shippingport)
BWR (Dresden)
LMFBR (Fermi 1)
GCR (Berkeley)
PHWR (Douglas Point)
GCHWR (Bohunice A1)

2. generace

Komerční typy reaktorů



LWR (PWR, BWR, VVER)
PHWR (CANDU)
GCR (AGR)
LWGR (RBMK)

3. generace

Zdokonalené typy reaktorů



BWR: ABWR, SWR1000, System 90+
PWR: AP600, AP1000, System 80+, EPR, APWR, VVER 91
PHWR: ACR
HTR: PBMR, GT-MHR

Nasazení ve střednědobém výhledu

Evoluční design reaktorů
3. generace

nabízející zejména:
1. Zlepšené ekonomické ukazatele (nižší náklady na výstavbu a O&M)
2. Vyšší bezpečnost - pasivní prvky systémů zajištění bezpečnosti
3. Zjednodušená konstrukce

Generation IV International Forum (GIF) vybralo 6. typů reaktorů s revolučním designem

1. Helium chlázený rychlý reaktor
2. Olovem chlázený rychlý reaktor
3. Epitermální transmutační reaktor chlázený roztavenými solemi (ADTT)
4. Sodíkem chlázený rychlý reaktor
5. Superkritický vodou chlázený reaktor
6. Vysokoteplotní reaktor chlázený plynem

Gen I

Gen II

Gen III

Gen III+

Gen-IV

1950

1960

1970

1980

1990

2000

2010

2020

2030

Current Status:

448 NUCLEAR POWER REACTORS
IN OPERATION

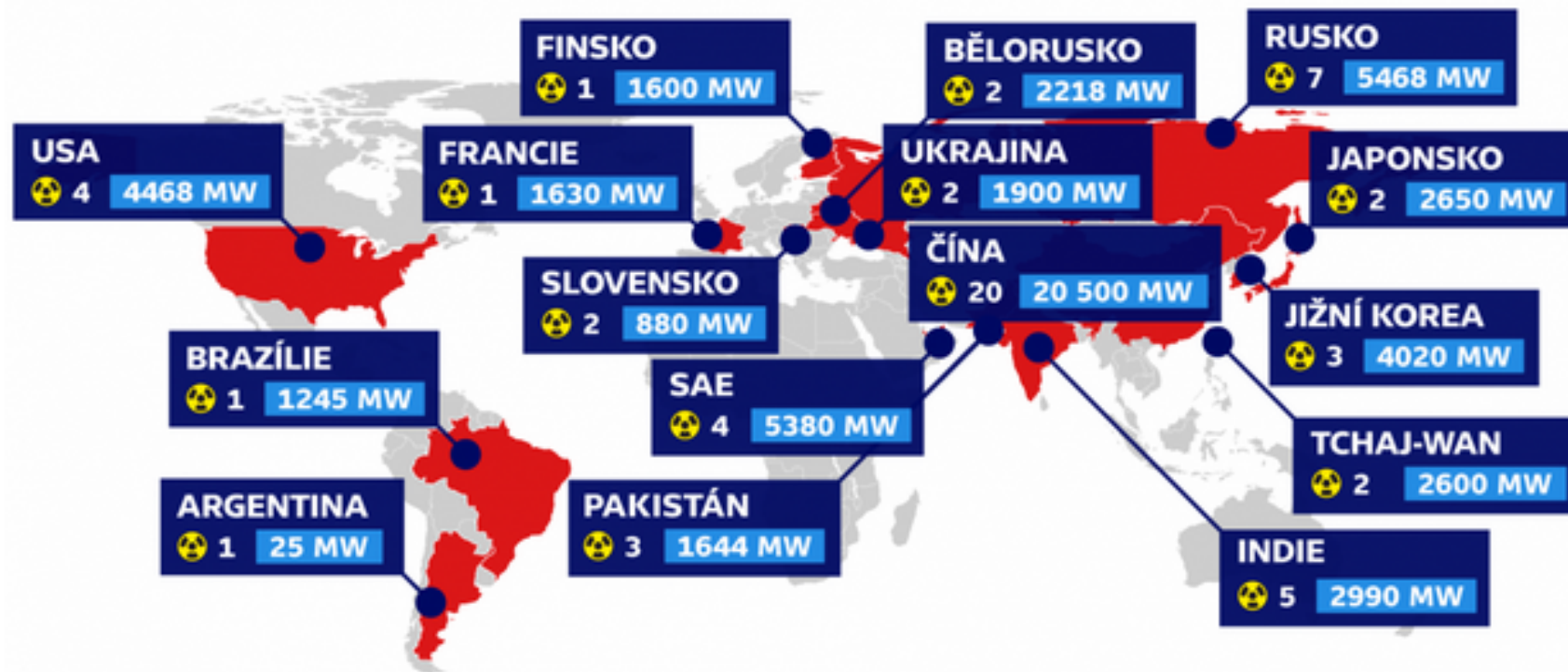
390 165 MWe TOTAL NET INSTALLED
CAPACITY

2 NUCLEAR POWER REACTORS
IN LONG-TERM SHUTDOWN

61 NUCLEAR POWER REACTORS
UNDER CONSTRUCTION

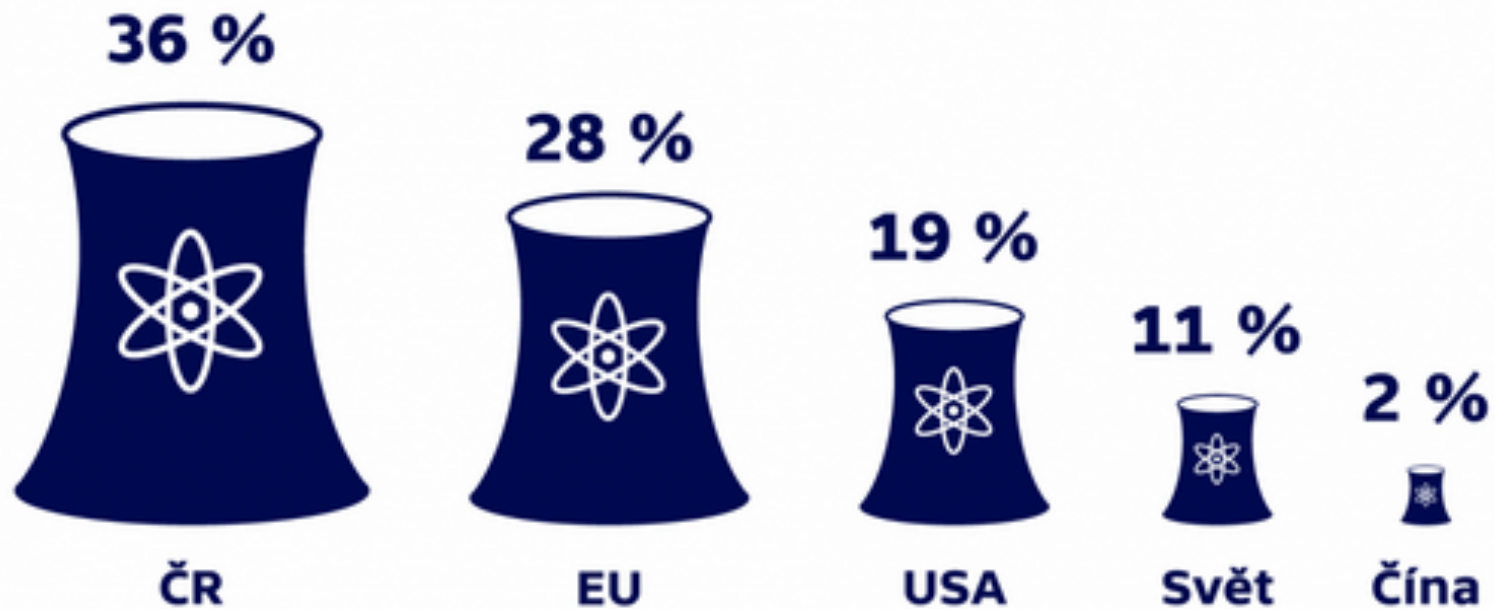
16799 REACTOR-YEARS OF
OPERATION

Výstavba nových jaderných reaktorů



Zdroj: IAEA

Výroba elektřiny z jádra – procenta z celkové výroby

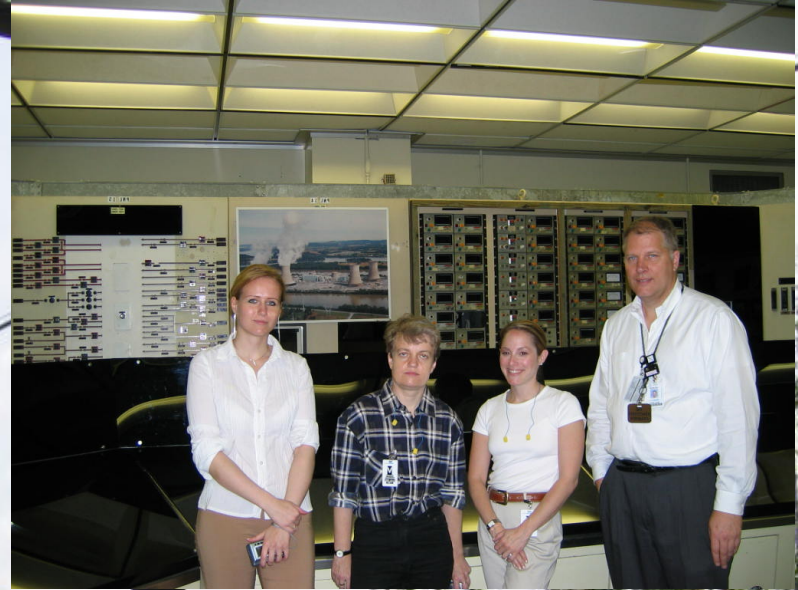


FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ OSUD JADERNÉ ENERGETIKY

- Úroveň bezpečnosti
- Ekonomické parametry
- Nakládání s vyhořelým palivem
- Možnost vojenského zneužití
- Veřejné mínění, přístup politiků

AmerGenSM
An Exelon Company

Three
Mile Island
Unit One



An aerial photograph of a large-scale construction or industrial site. A prominent crane is visible on the left side. The site is filled with various structures, including a large, dark, rectangular building in the center and several white, multi-story buildings on the right. The background shows a hazy landscape with some distant structures and a body of water.

**Cokoli je fyzikálně možné, může se
jednoho dne stát**

A zatroubil třetí anděl. Tu spadla s nebe veliká hvězda, hořící jako pochodeň, a spadla na třetinu řek a na prameny vod. A jméno té hvězdy zní „Pelyněk“. Tu se třetina vod změnila v pelyněk a mnoho lidí zemřelo z té vody, neboť zhořkla.

(Zjevení sv. Jana)



Noční můra 11.3.2011



福島 (FUKUSHIMA)





Casualties : over 25,000

- Dead over 15,850
- Missing over 3,250
- Injured over 6,000

Na následky ozáření 0!

Damaged Stocks in Disaster Areas (4% of the total stock)

*estimated by the Cabinet Office of Japan

16.9 trillion Yen
(US\$204 billion)

(Reference) Japan's GDP : 500 trillion Yen (US\$5.9 trillion)

MODERNÍ BUBÁK



Pořadí událostí roku 2011 podle zájmu médií

Skutečný počet obětí

Havárie JE Fukušima

0

Bakterie E-coli

18

Letecké nehody

900

Důlní neštěstí

cca 20000

Dopravní nehody

cca 1000000

AIDS

cca 2000000

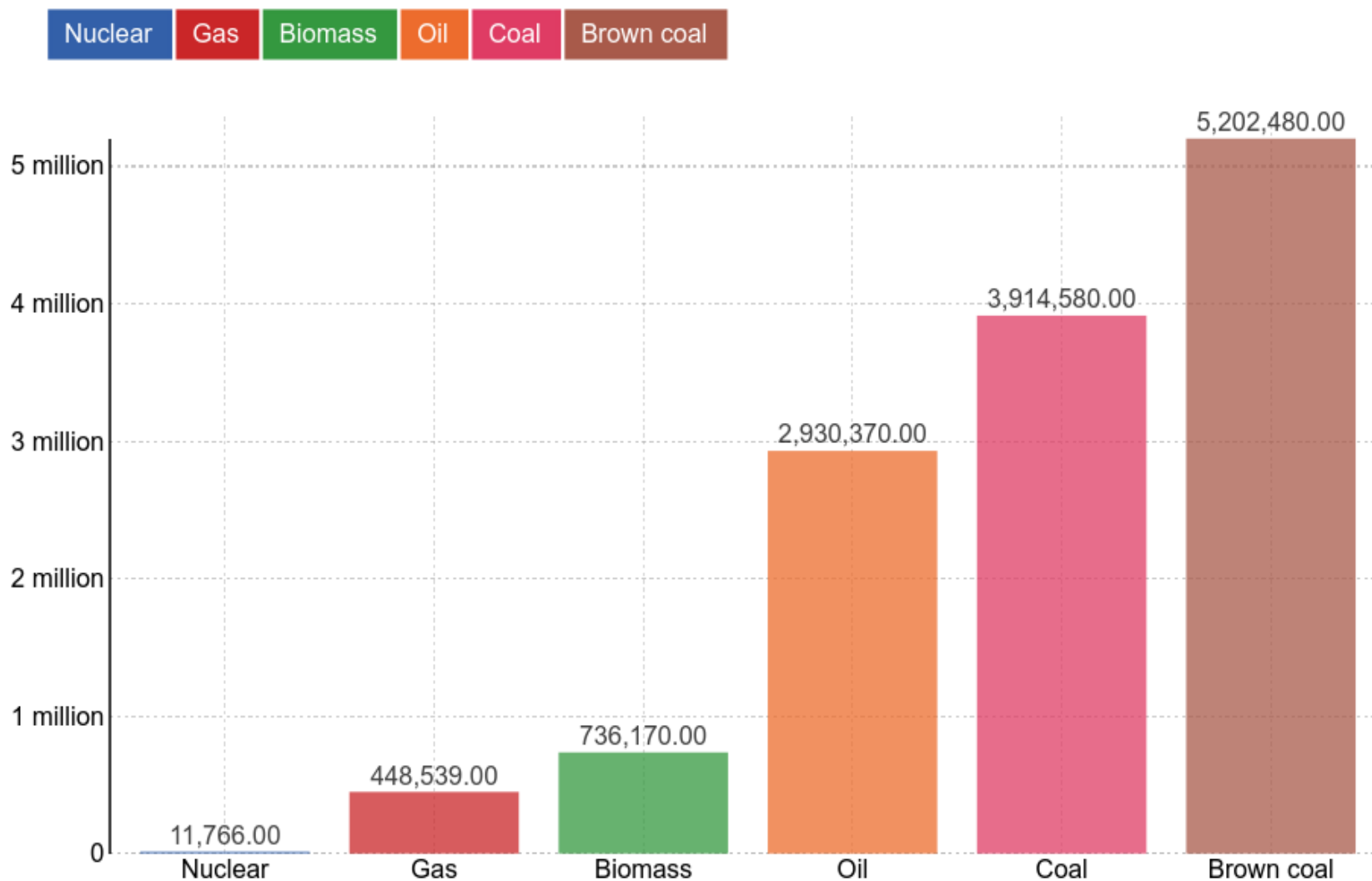
Kouření

cca 6000000



Hypothetical number of deaths from energy production

Hypothetical number of global deaths which would have resulted from energy production if the world's energy production was met through a single source, in 2014. This was assumed based on energy production death rates (TWh) and IEA estimates of global energy consumption in 2014 of 159,000TWh



**Letectví jako takové
není nebezpečné.
Ale nikdy nám
neodpustí
lehkomyšlnost,
nekompetentnost
nebo nedostatek
pozornosti.**



Klademe si správné otázky?

Otázka nezní:

„Líbí se nám jaderná energetika?“

Spíše bychom se měli ptát:

„Máme za jádro v následujících nejméně 50-ti letech rozumnou náhradu?“

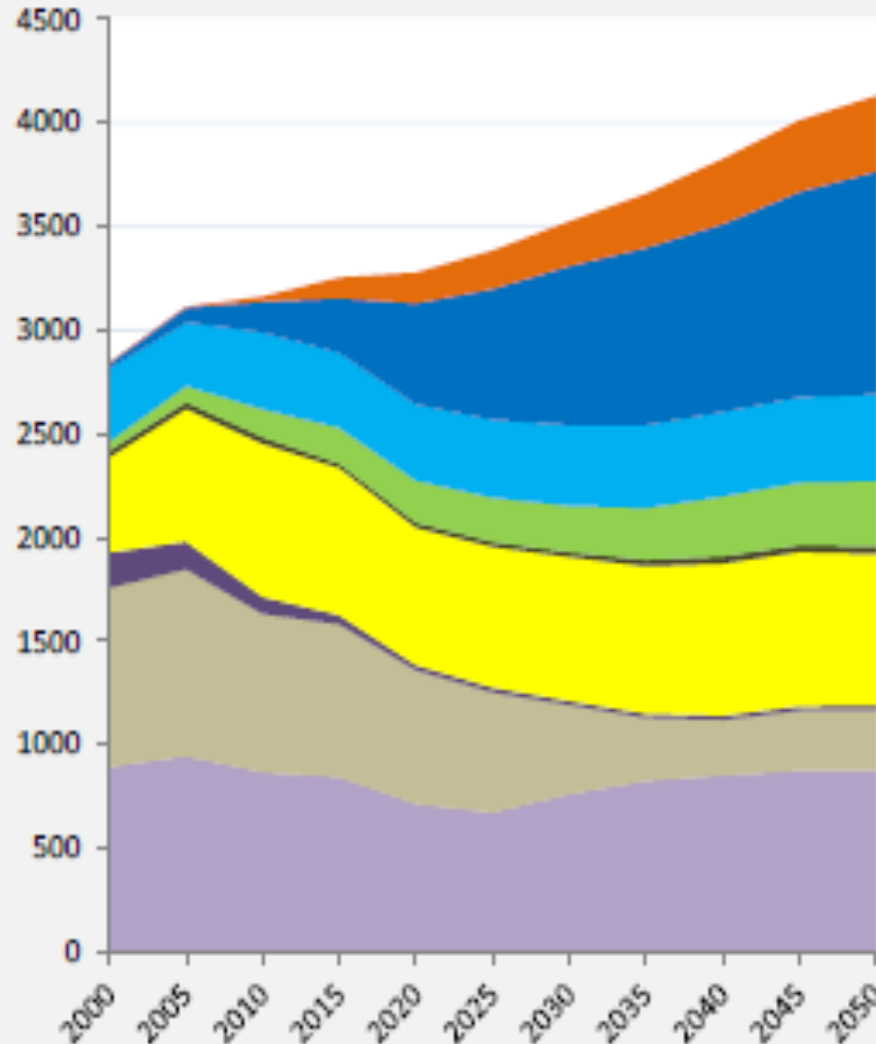
„Jaká je cena dalšího využívání jádra, jaká je cena jeho odmítnutí?“

„Jaké si máme stanovit požadavky pro další využívání jádra v případě, že cena za odmítnutí je příliš vysoká?“



PLANT TYPE

Net electricity generation by fuel type (TWh)



- Solar, tidal etc.
- Wind
- Hydro
- Biomass
- Derived gasses
- Natural gas
- Petroleum products
- Coal and lignite
- Nuclear

Shares (%)

