



**tzbinfo**  
stavebnictví, úspory energií  
technická zařízení budov

Internetový portál  
**www.tzb-info.cz**

# Obnovitelné zdroje energie



**Ing. Bronislav Bechník, Ph.D.**

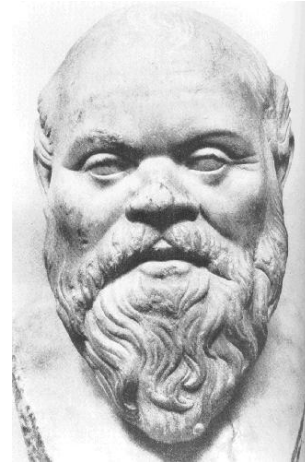
odborný garant oboru

Obnovitelná energie a úspory energie

[energie.tzb-info.cz](http://energie.tzb-info.cz)



# ΕΝ ΟΙΔΑ ΟΤΙ ΟΥΔΕΝ ΟΙΔΑ



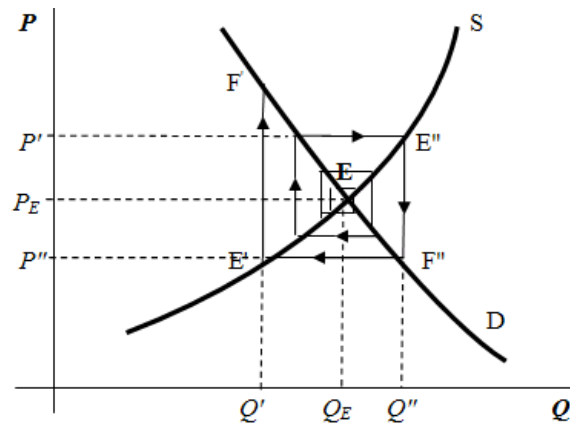
**Σωκράτης**



# » Ekonomie nebo věda?

**Ekonomické „zákony“**

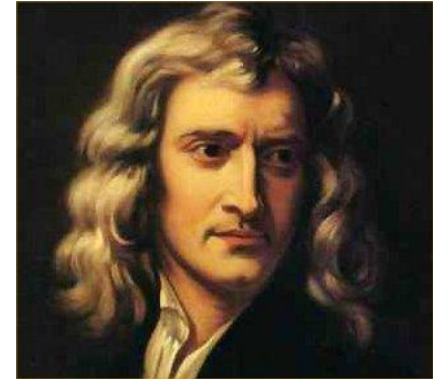
**„zákon“  
nabídky a poptávky**



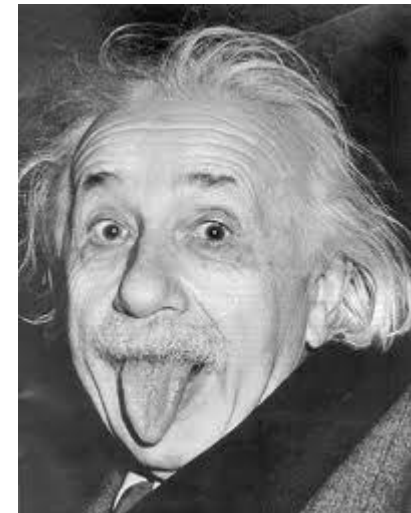
**Lze ovlivnit reklamou**

**Fyzikální zákony**

$$F = m \cdot a$$



$$E = m \cdot c^2$$



**Platí vždy**



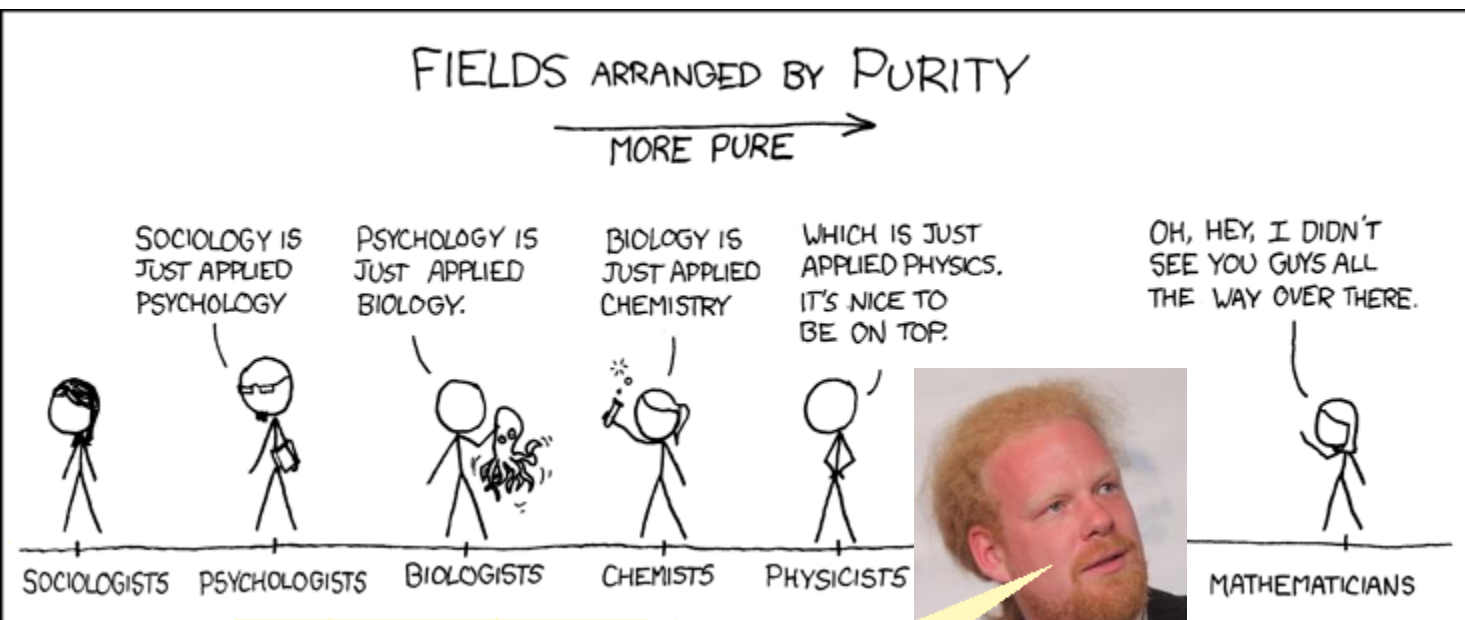
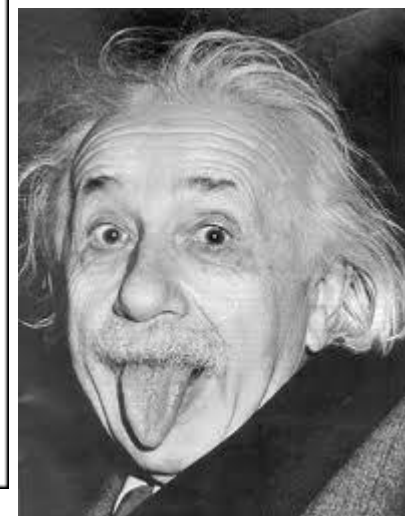
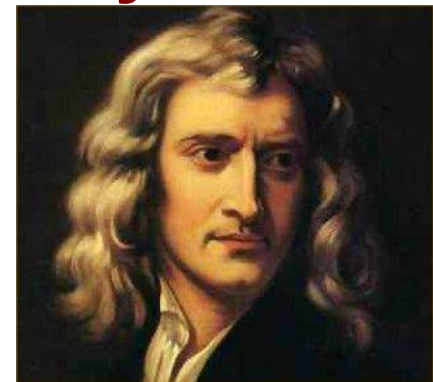
# » Ekonomie nebo věda?

**Ekonomické „zákony“**

**„zákon“  
nabídky a poptávky**

**Fyzikální zákony**

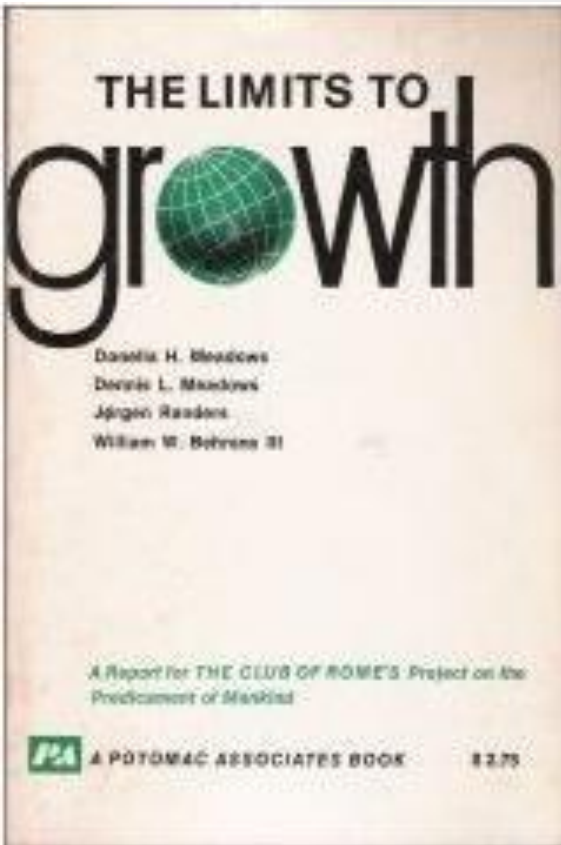
$$F = m \cdot a$$



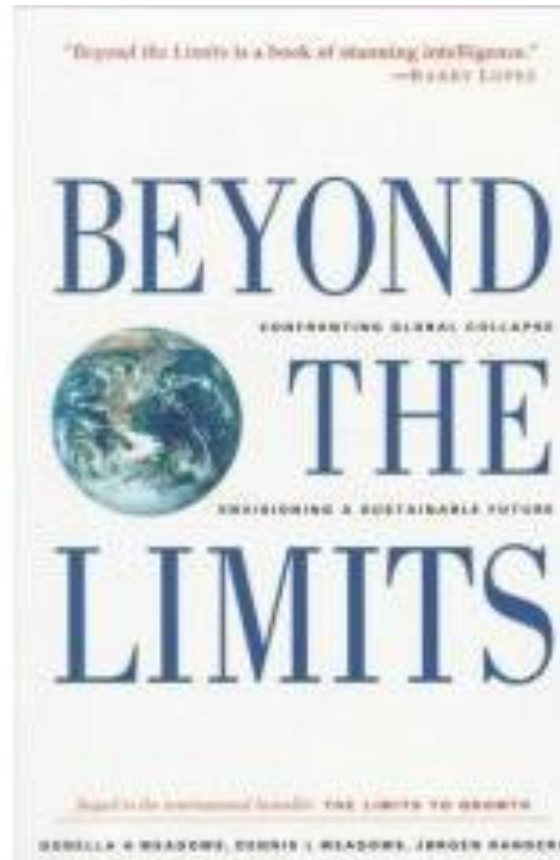
**Ekonomika je v podstatě aplikovaná sociologie**



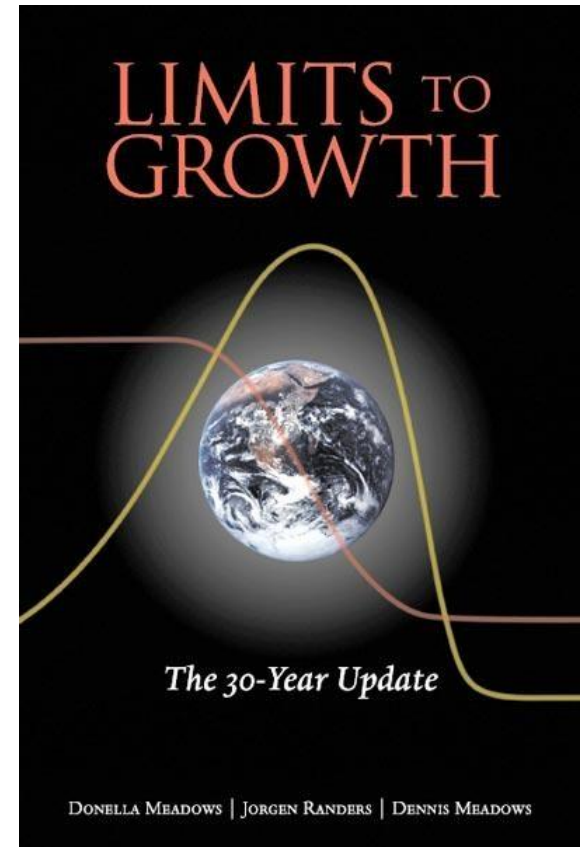
# » Ekonomie nebo věda?



**1972**



**1992**



**2002**





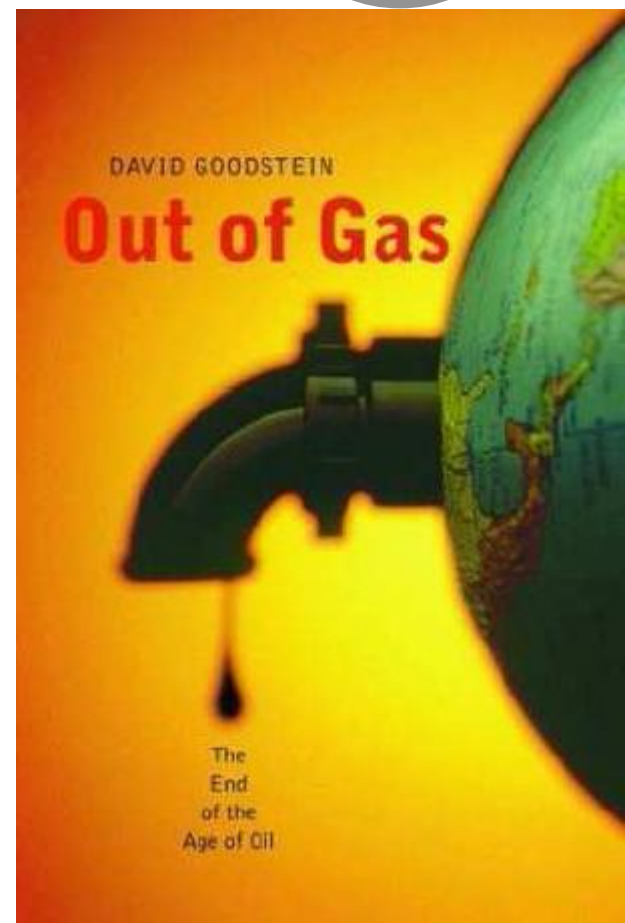
# » Ekonomie nebo věda?



1972

2001

2002



2004

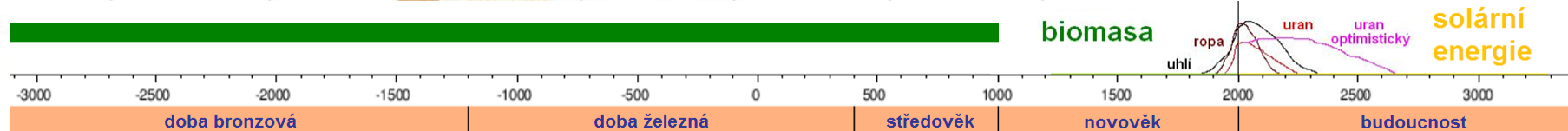
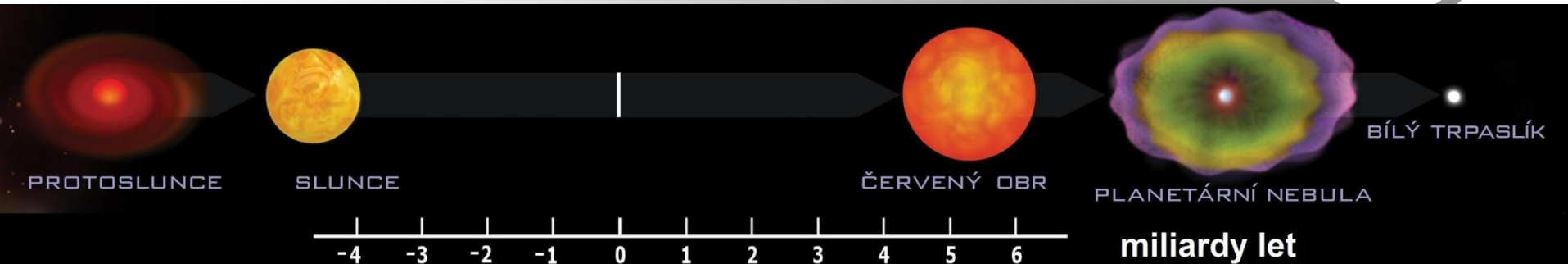


# » Historie a perspektivy OZE





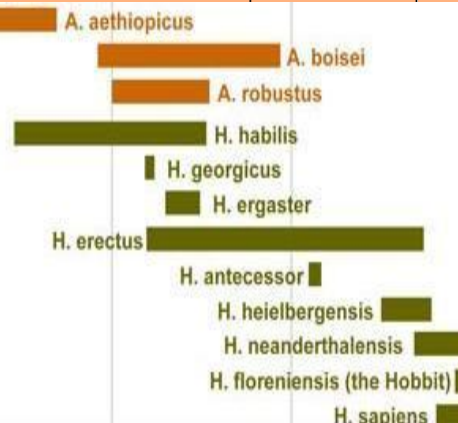
# » Historie a perspektivy OZE



## Vývoj lidského druhu

- významný pokrok
- předchůdci člověka
- hominidé

A: Australopithecus  
H: Homo

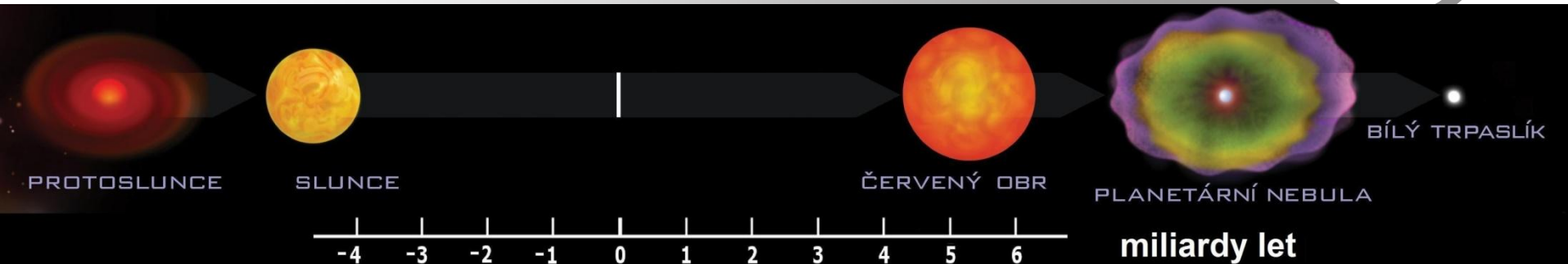


zařízení budov

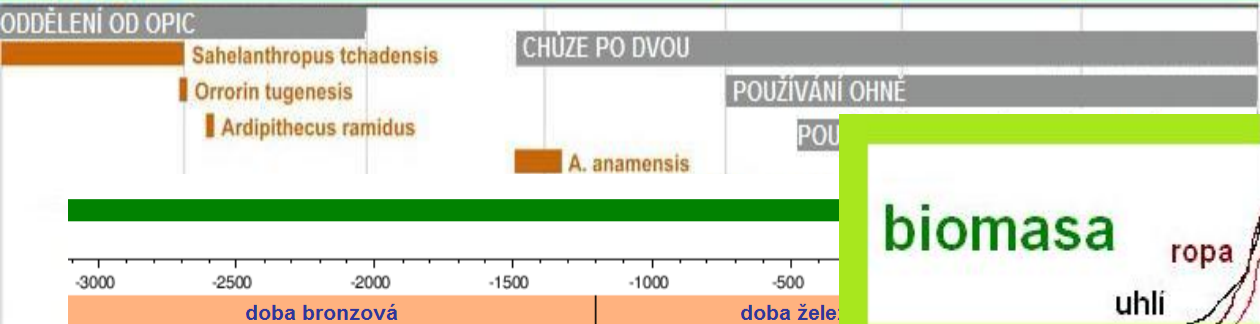




# » Historie a perspektivy OZE

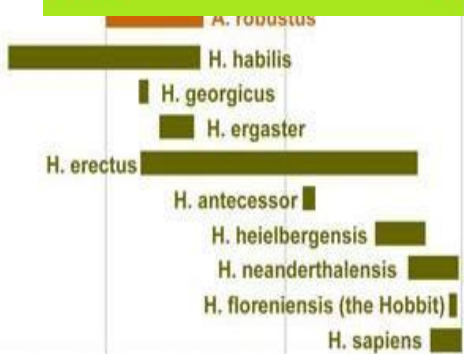


miliony let 6 5 4 3 2 1 0



## Vývoj lidského druhu

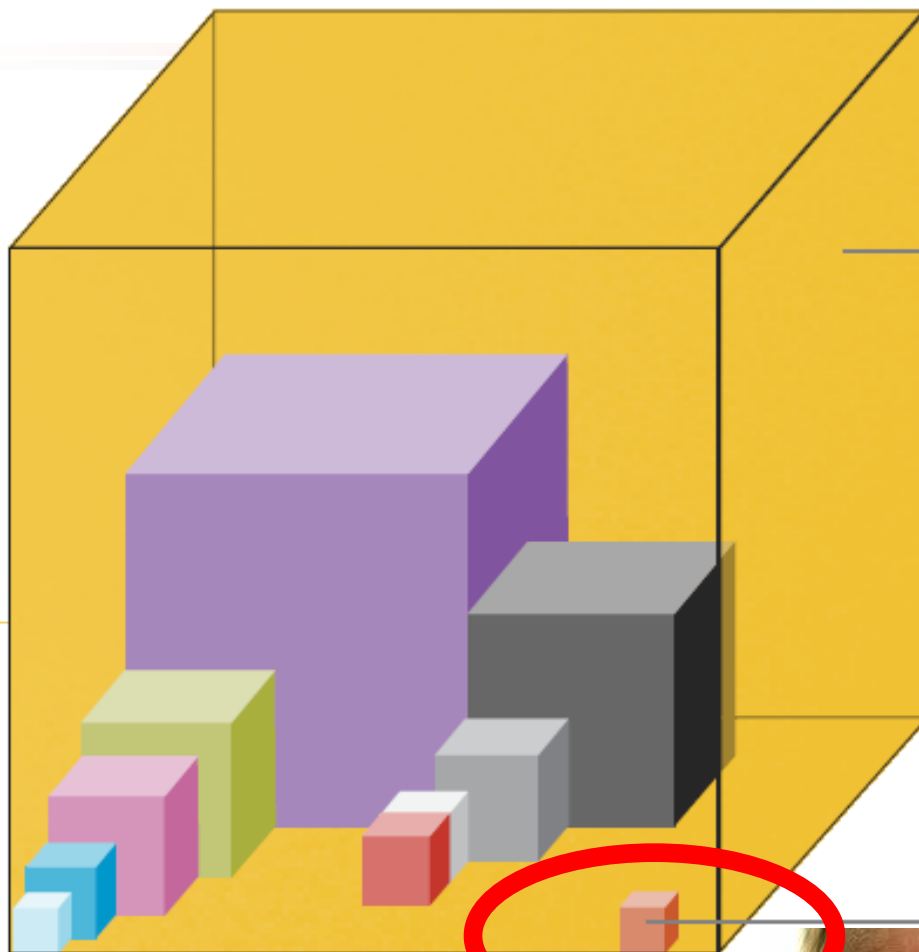
■ významný pokrok  
 ■ předchůdci člověka  
 ■ hominidé  
 A: Australopithecus  
 H: Homo



zařízení budov



# » Potenciál OZE



## Roční energie

Sluneční záření

■ Vítr

■ Biomasa

■ Geotermální

■ Vlny a teplo oceánů

■ Vodní toky

## Těžitelné zásoby

■ Uhlí

■ Ropa

■ Zemní plyn

■ Uran

## Roční spotřeba lidstva

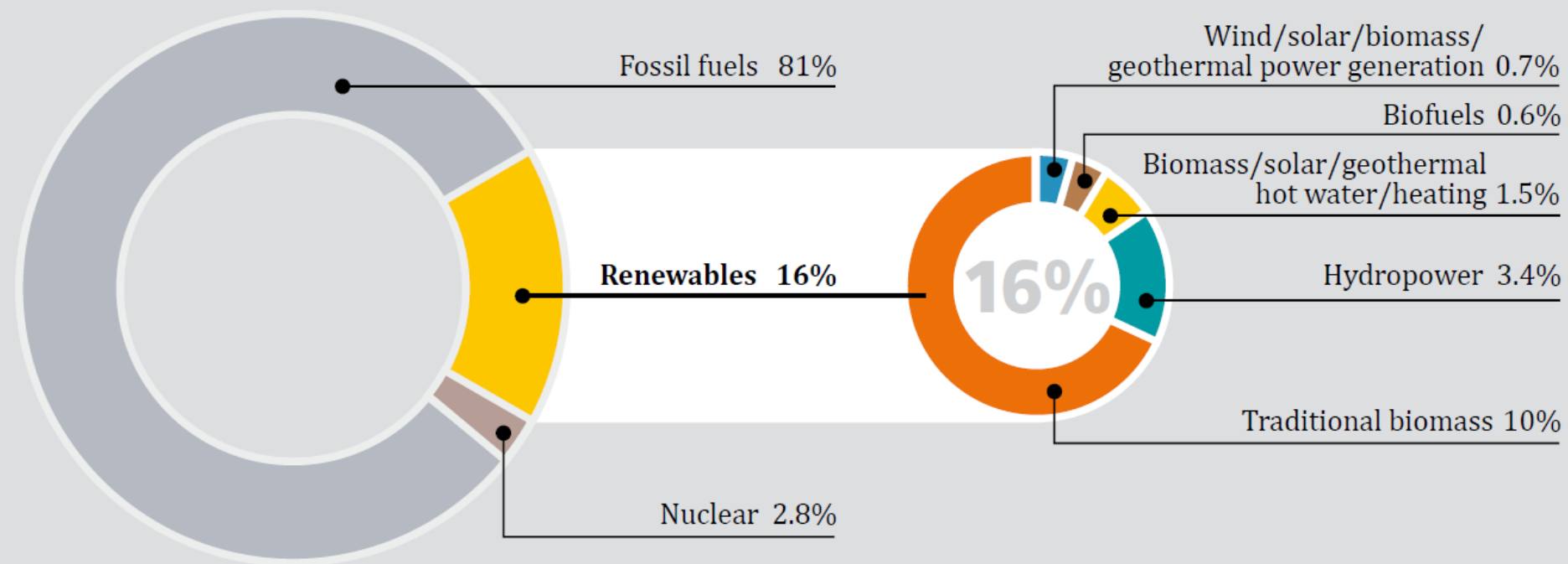




## » Potenciál OZE

### • Opravdu jsou omezené?

Renewable Energy Share of Global Final Energy Consumption, 2009

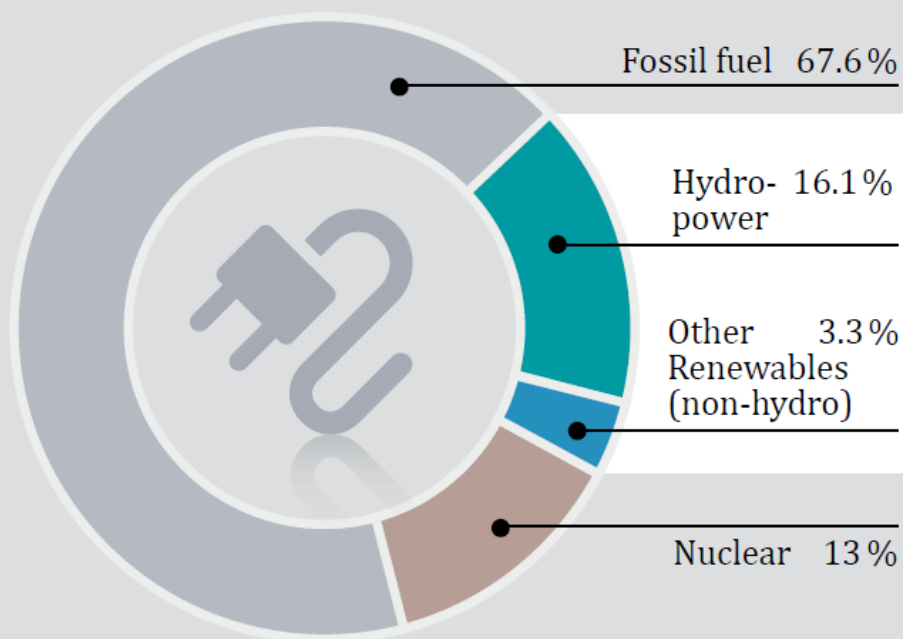




## » Potenciál OZE

- Opravdu jsou omezené?

Renewable Energy Share of  
Global Electricity Production, 2010









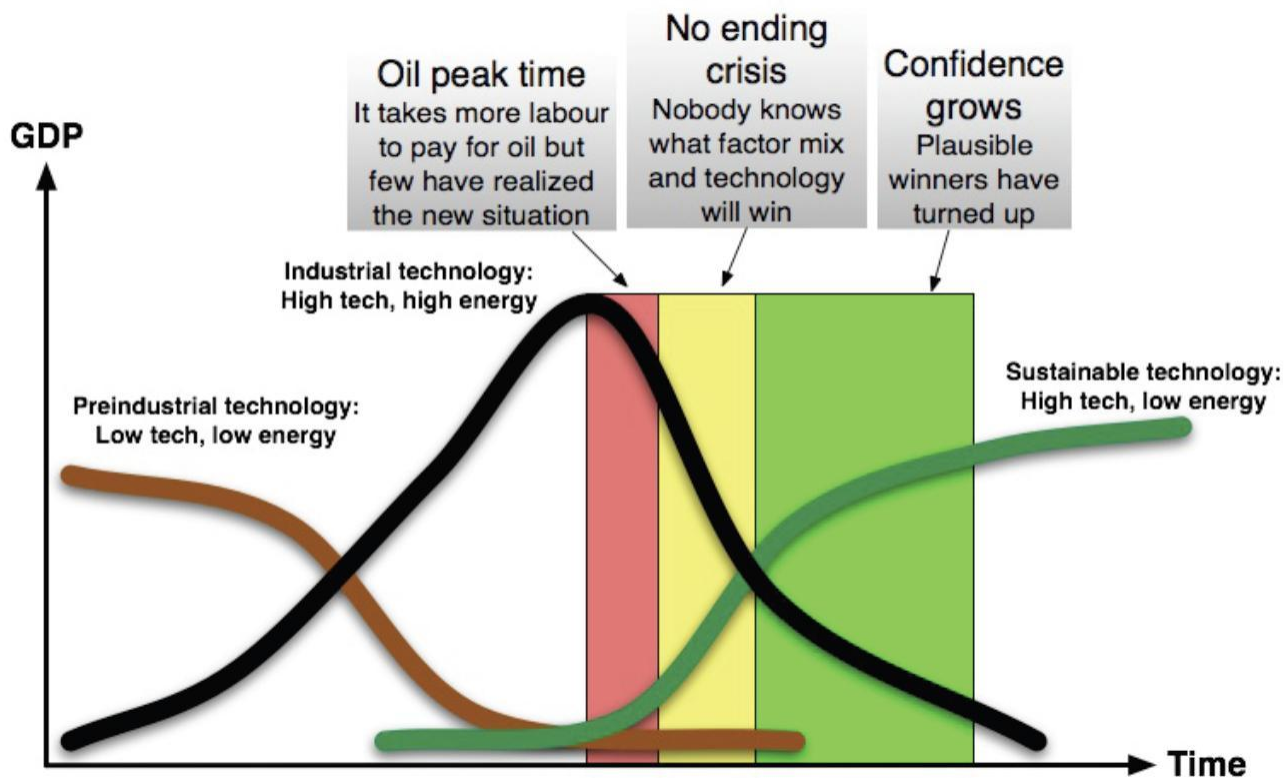
# » Historie a perspektivy OZE

**Budoucnost lze obtížně odhadovat**

**Ropa však bude pravděpodobně brzy nedostatková**

**IEA odhaduje pokles produkce 6,7 % ročně**

**Důsledek – růst cen**





## ► Populace, spotřeba, zdroje

### • Konvenční zdroje a jejich potenciál

Zdroj	Energie [GJ]	Životnost zásob
Uhlí	$10^{14}$	300 let
Ropa	$1.2 \cdot 10^{13}$	40 let
Zemní plyn	$1.4 \cdot 10^{13}$	50 let
Uran 235 („nové“ reaktory v Temelíně)	$10^{13}$	30 let
Uran 238 a thorium 232 (množivé reaktory)	$10^{16}$	30 000 let
Lithium(D+T fúzní reaktory)		
- v zemi	$10^{16}$	30 000 let
- v oceánech	$10^{19}$	30 mil. let
Vodík(D+D fúzní reaktory)	$\sim 10^{21}$	$\sim 10^{10}$ let
<b>Celosvětová roční spotřeba</b>	$3 \cdot 10^{11}$	

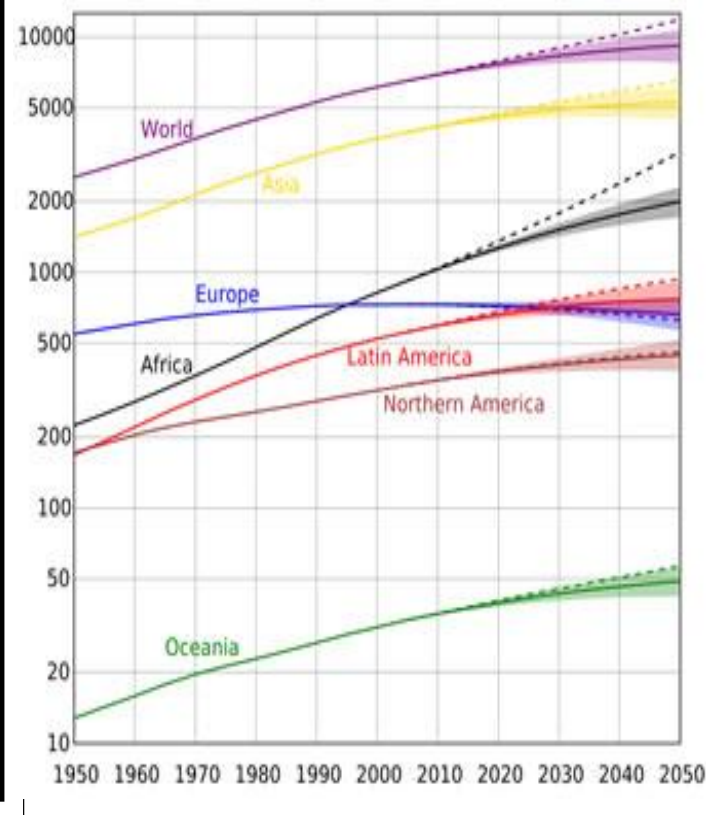




# ► Populace, spotřeba, zdroje

- **Růst populace**

World Population (est.) 10,000 BC - 2,000 AD



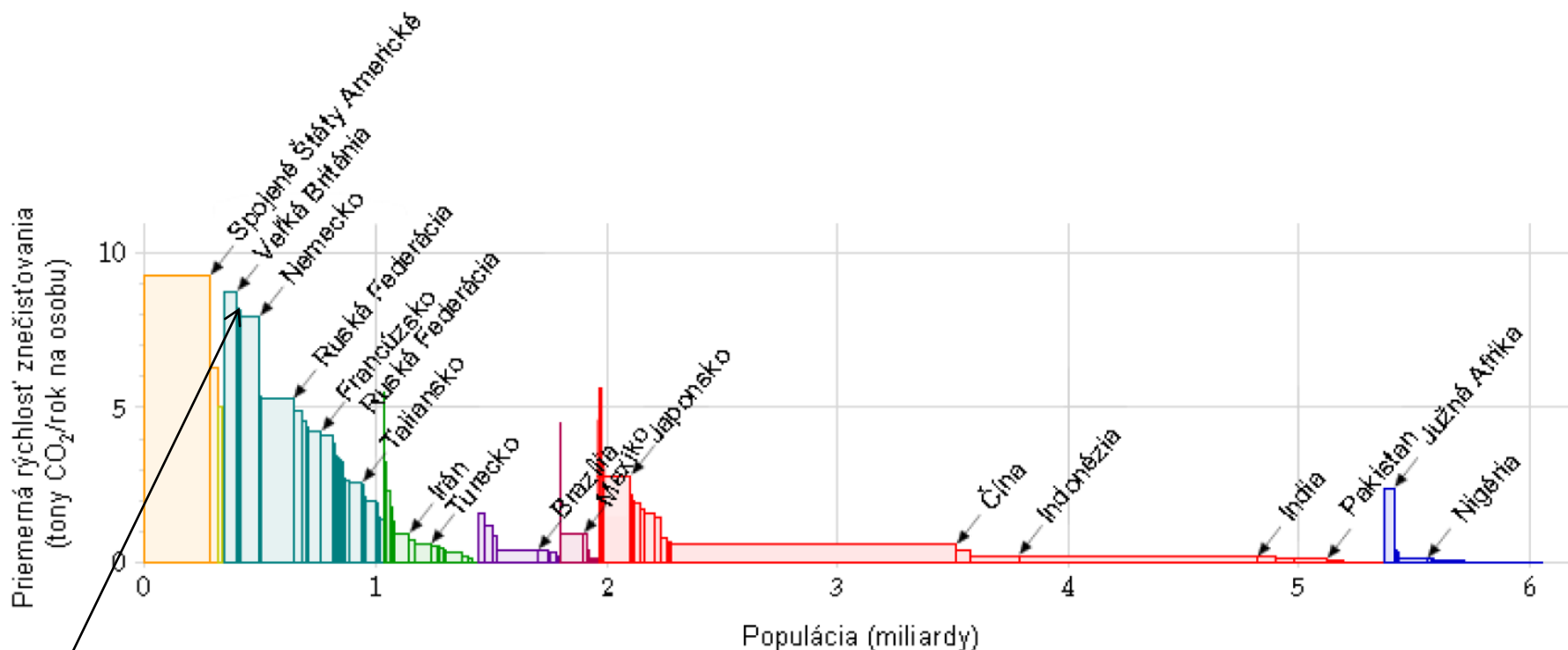
**Extrapolace je hazardní operace**





# ► Populace, spotřeba, zdroje

- a emisí CO<sub>2</sub>



**Česká republika – bramborová medaile  
(4. místo za Lucemburskem, USA a Velkou Británií)**



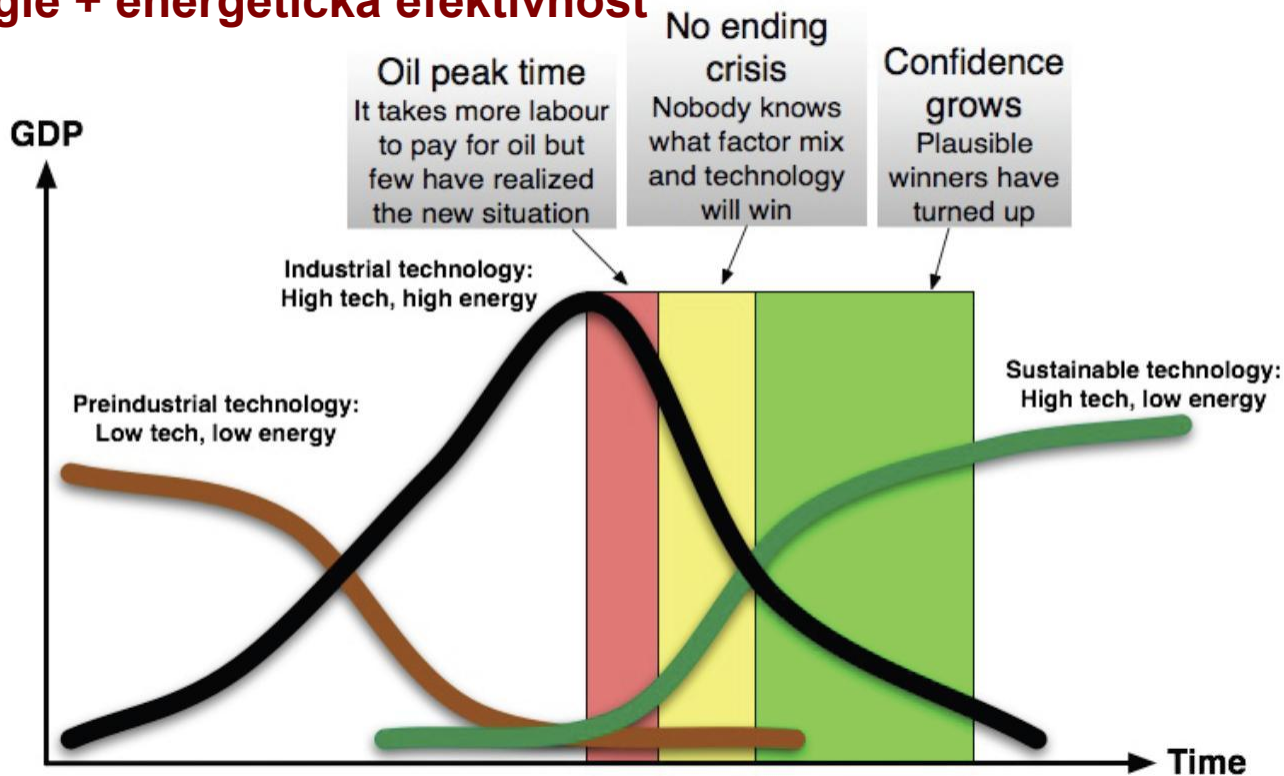
# » Historie a perspektivy OZE

## Tři velké energetické sázky:

Rychlé množivé reaktory s uzavřeným cyklem paliva

Jaderná fúze

Obnovitelné zdroje energie + energetická efektivnost



# » Náklady a dotace

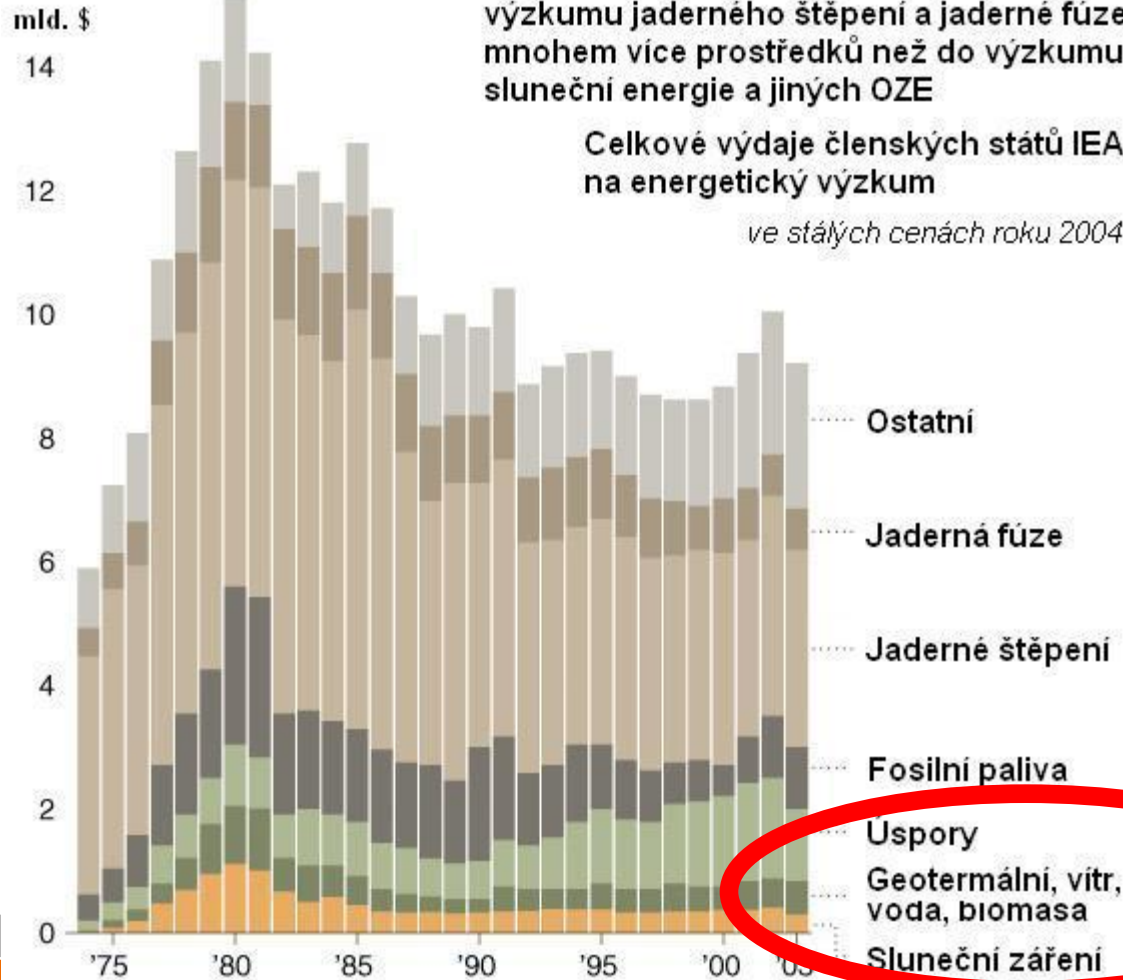


## Energetický výzkum

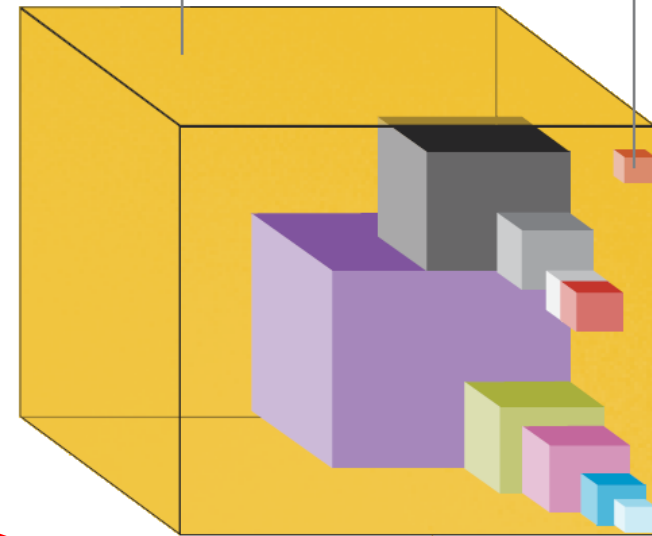
Členské státy IEA dlouhodobě investují do výzkumu jaderného štěpení a jaderné fúze mnohem více prostředků než do výzkumu sluneční energie a jiných OZE

Celkové výdaje členských států IEA na energetický výzkum

ve stálých cenách roku 2004



- Roční energie**
  - Sluneční záření
  - Vítr
  - Biomasa
  - Geotermální
  - Vlny a teplo oceánů
  - Vodní toky
- Těžitelné zásoby**
  - Uhlí
  - Ropa
  - Zemní plyn
  - Uran
- Roční spotřeba lidstva**





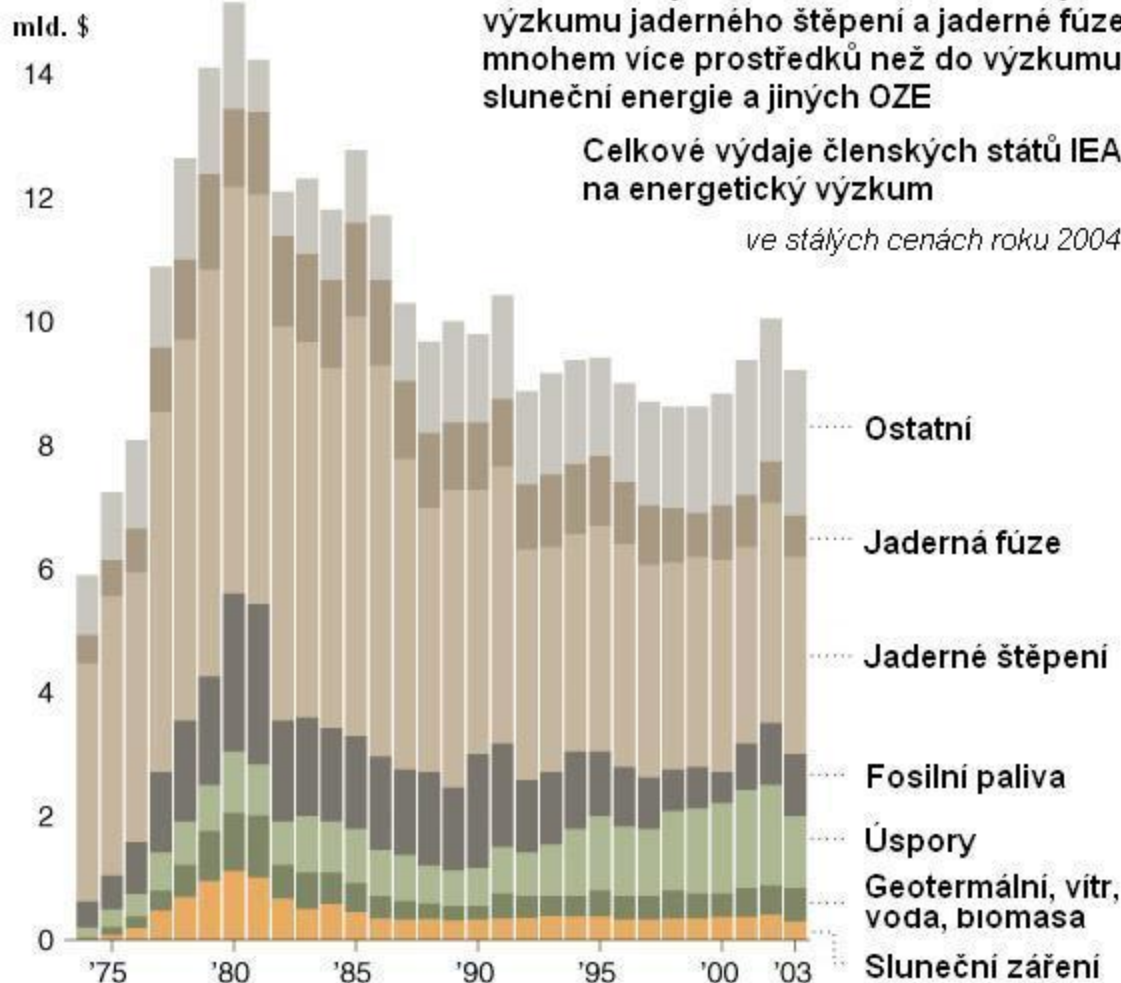
# » Náklady a dotace

## Energetický výzkum

Členské státy IEA dlouhodobě investují do výzkumu jaderného štěpení a jaderné fúze mnohem více prostředků než do výzkumu sluneční energie a jiných OZE

Celkové výdaje členských států IEA na energetický výzkum

ve stálých cenách roku 2004



## „podpora OZE“:

### Příklad GAČR:

- jaderná energetika
  - uran
- zpracování jader. odpadu
  - uran
- nejaderná energetika
  - uhlí
  - ropa
  - zemní plyn
  - OZE





# » Synergie a konflikty

## Konflikty

- **Biomasa obecně**
  - Potraviny
  - Krmiva
  - Suroviny
  - Palivo
- **Příklad: Sláma**
  - Podestýlka (následně výroba bioplynu)
  - Tepelná izolace („zachycení a uložení“ CO<sub>2</sub>)
  - Palivo
  - Mulč
  - Substrát
  - ...

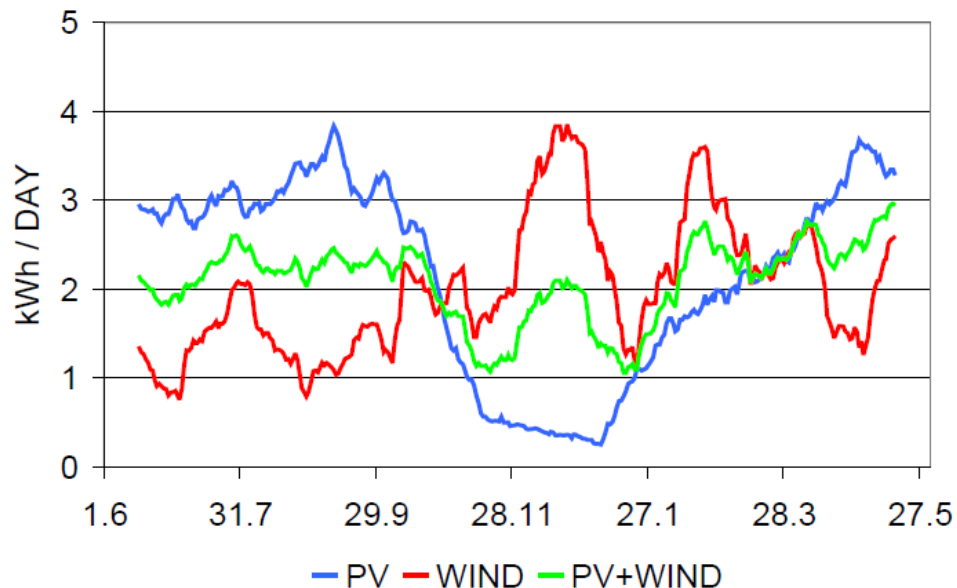




# » Synergie a konflikty

## Synergie

- **Příklad: obilí**
  - Hlavní produkt – potravina
  - Vedlejší produkt (sláma) – podestýlka, následně surovina pro výrobu bioplynu a následně hnojivo
- **Příklad: větrná elektrárna + fotovoltaický systém**

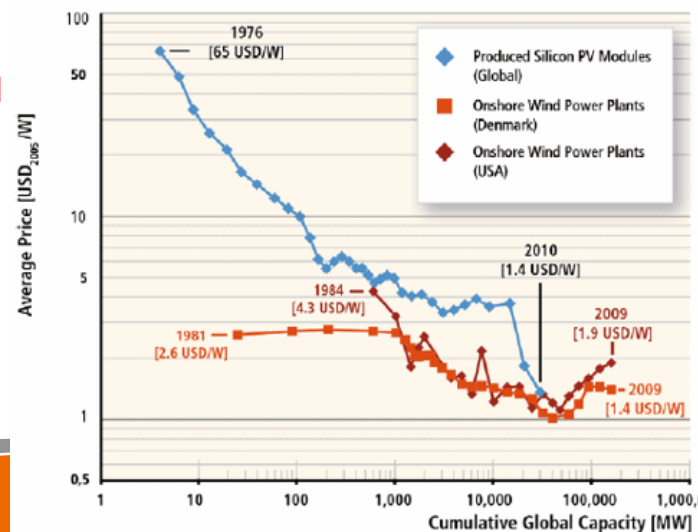
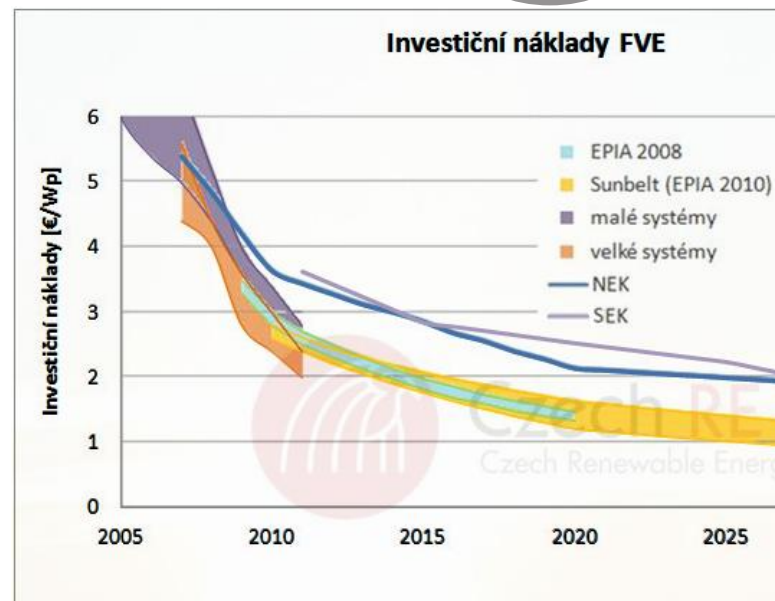




# » Parita



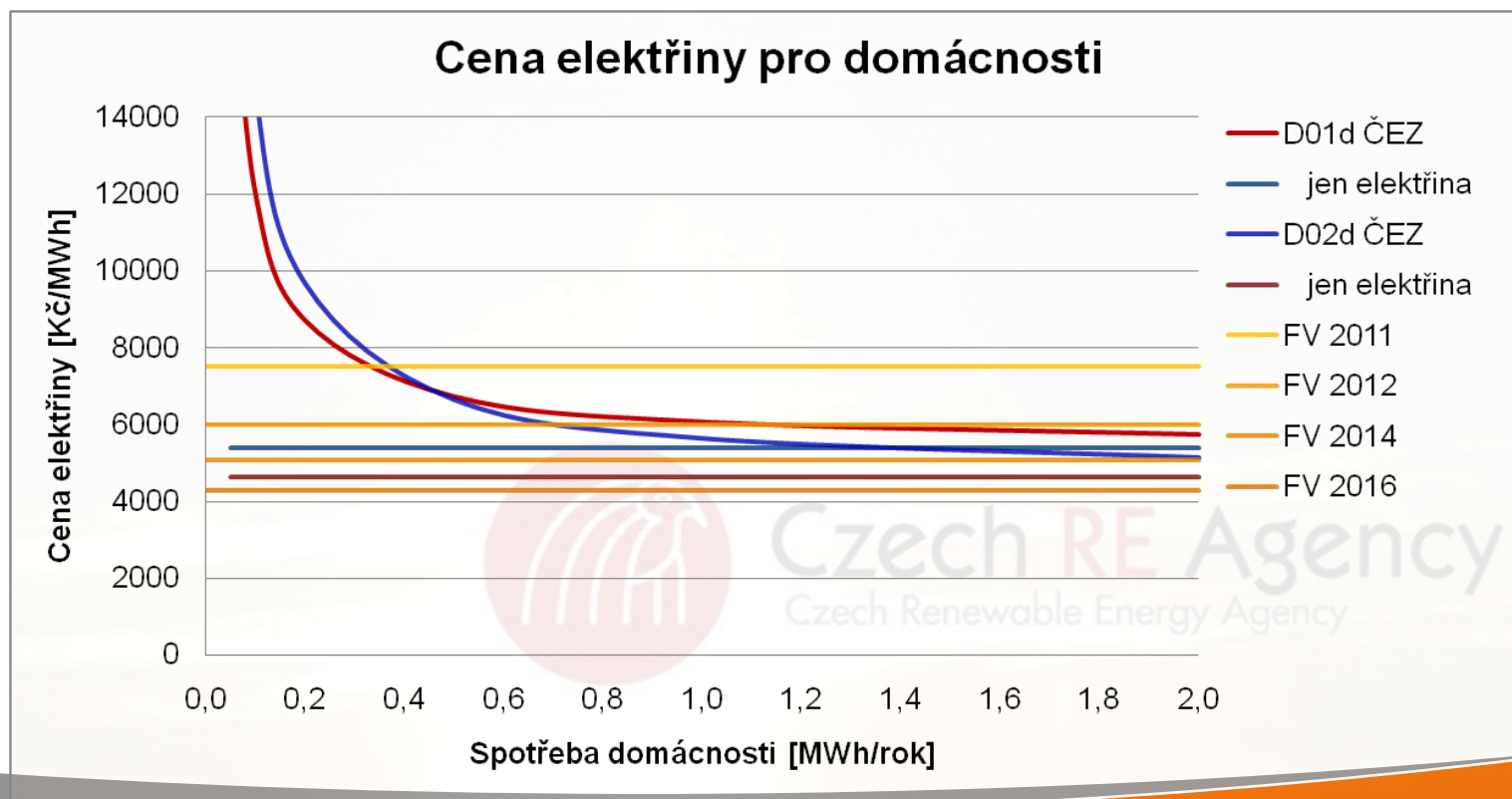
- kalkulačky
- parkovací automaty
- motorová paliva:
  - 6,16 Kč/kWh – výkupní cena elektřiny z FV
  - 5,00 Kč/kWh – výrobní náklady (AC)
  - >35 Kč/l – cena motorových paliv
  - <40 % - účinnost spalovacího motoru
  - >8,75 Kč/kWh – energie ze spalovacího motoru
  - ~80 % - účinnost alternátoru
  - >10,94 Kč/kWh – elektřina z alternátoru  
(z elektrocentrály ještě více)





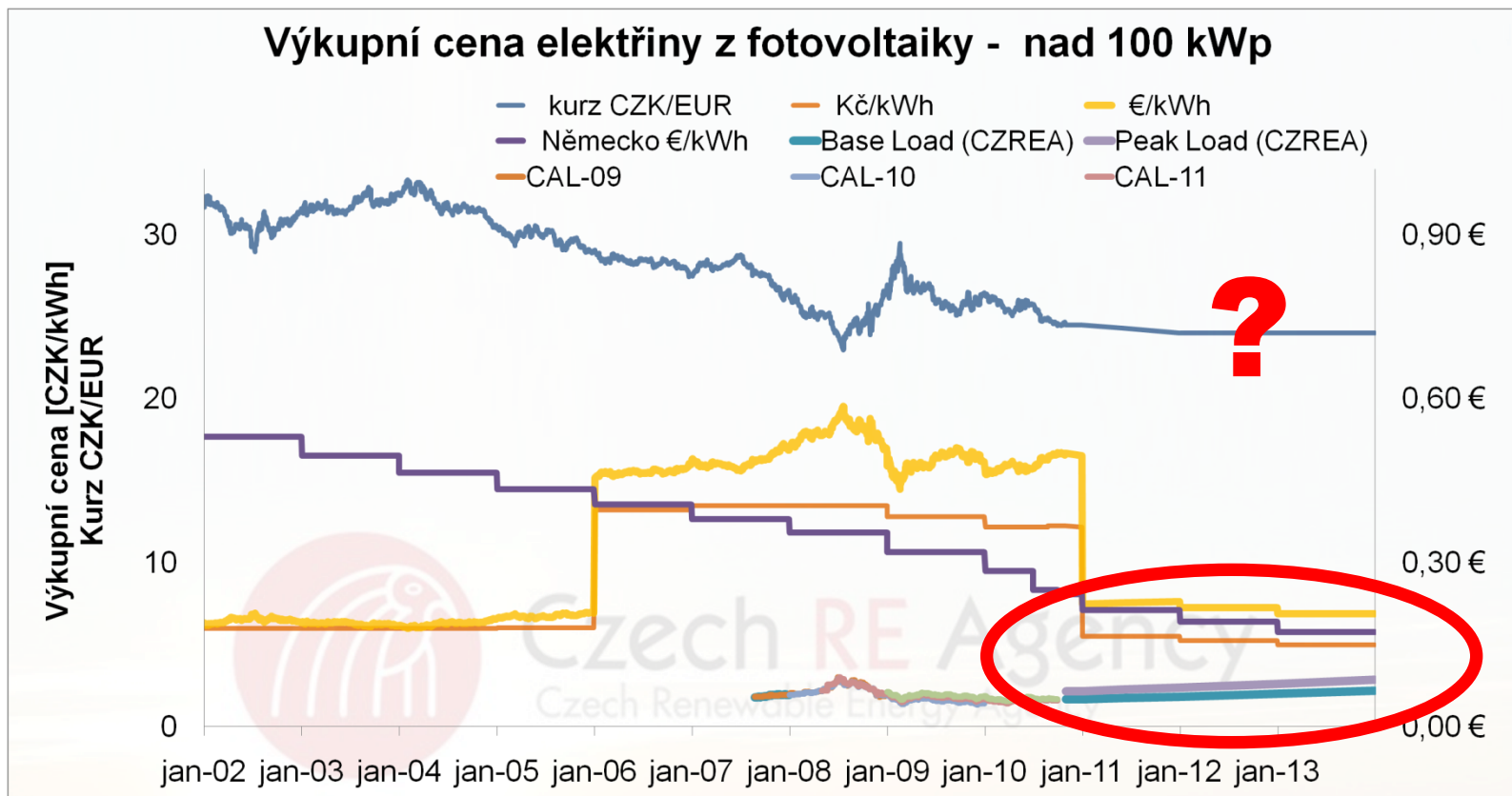


- **Elektřina pro domácnosti – na hranici parity**
  - **cena elektřiny roste**
  - **cena fotovoltaiky klesá**





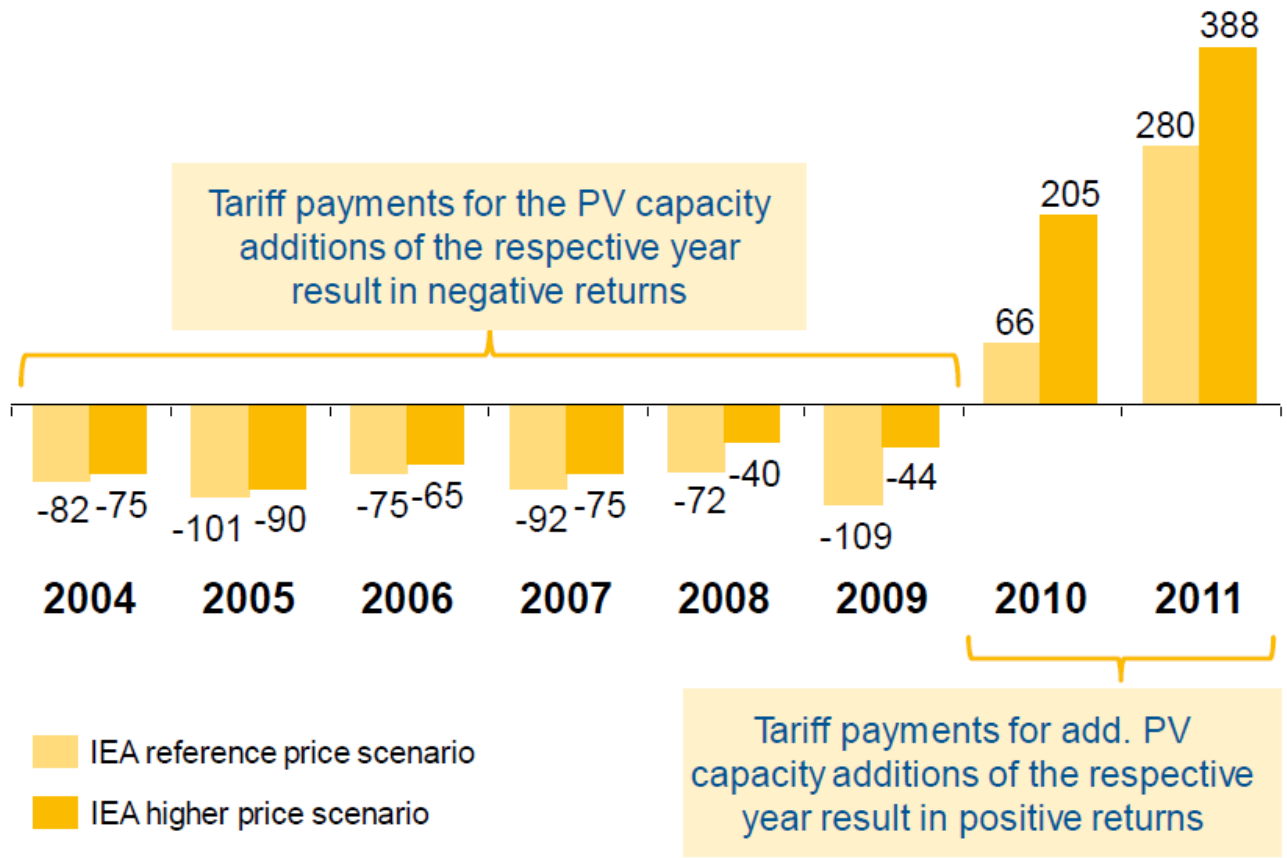
## • Silová elektřina – za několik let





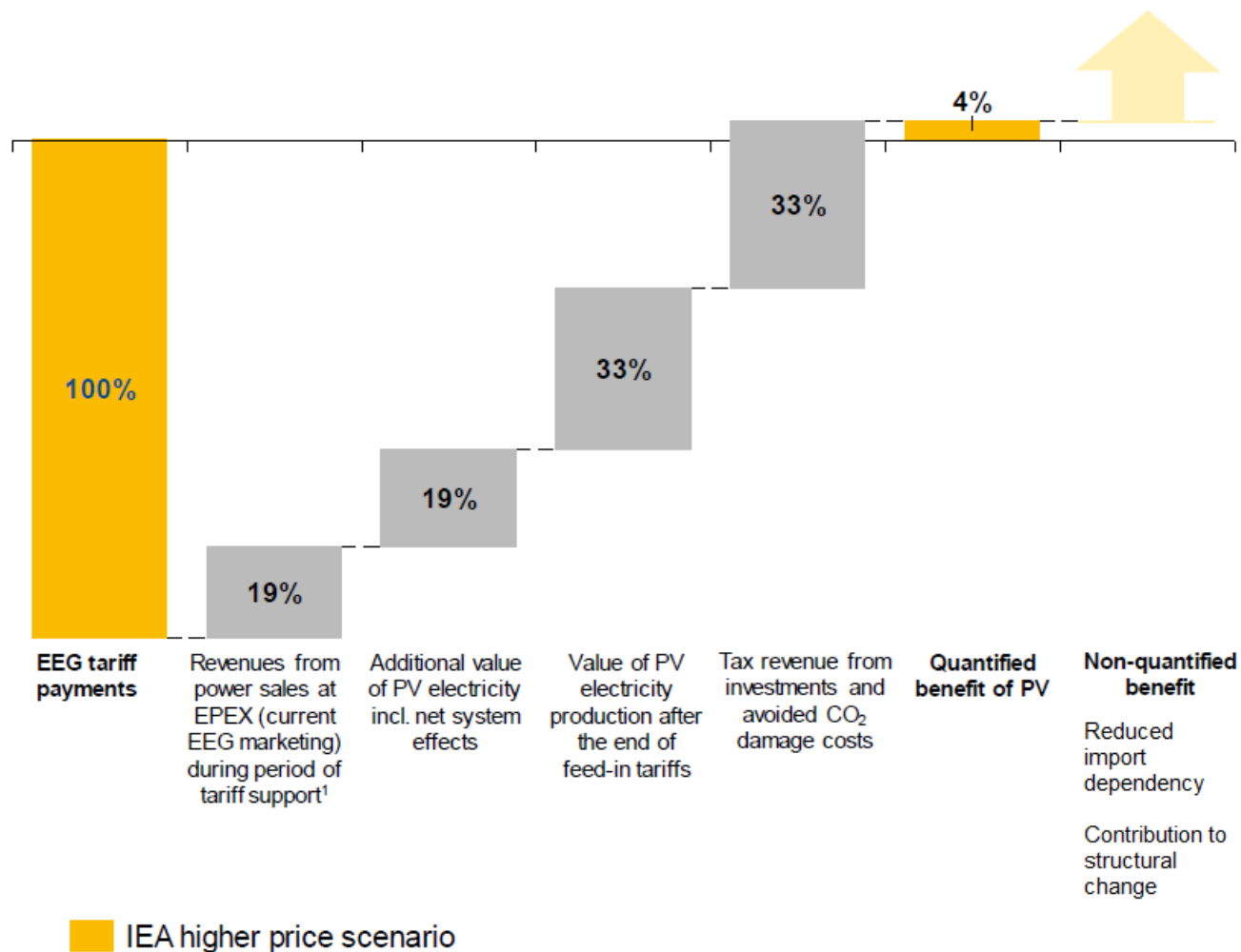
# » Náklady a přínosy

Benefit of EEG tariff investment in photovoltaics in a specific year in EUR m (annuity)





# » Náklady a přínosy



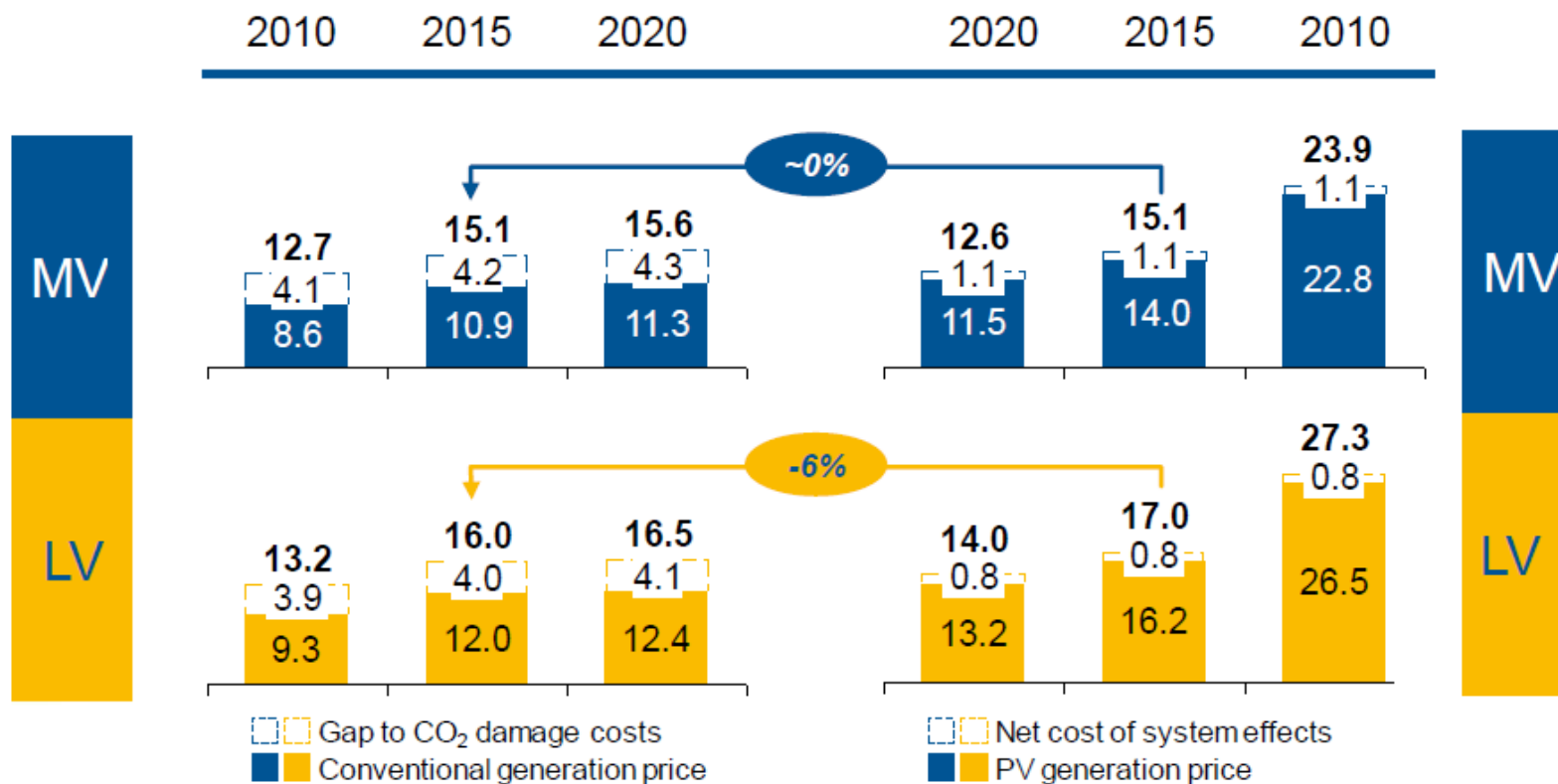


# » Náklady a přínosy



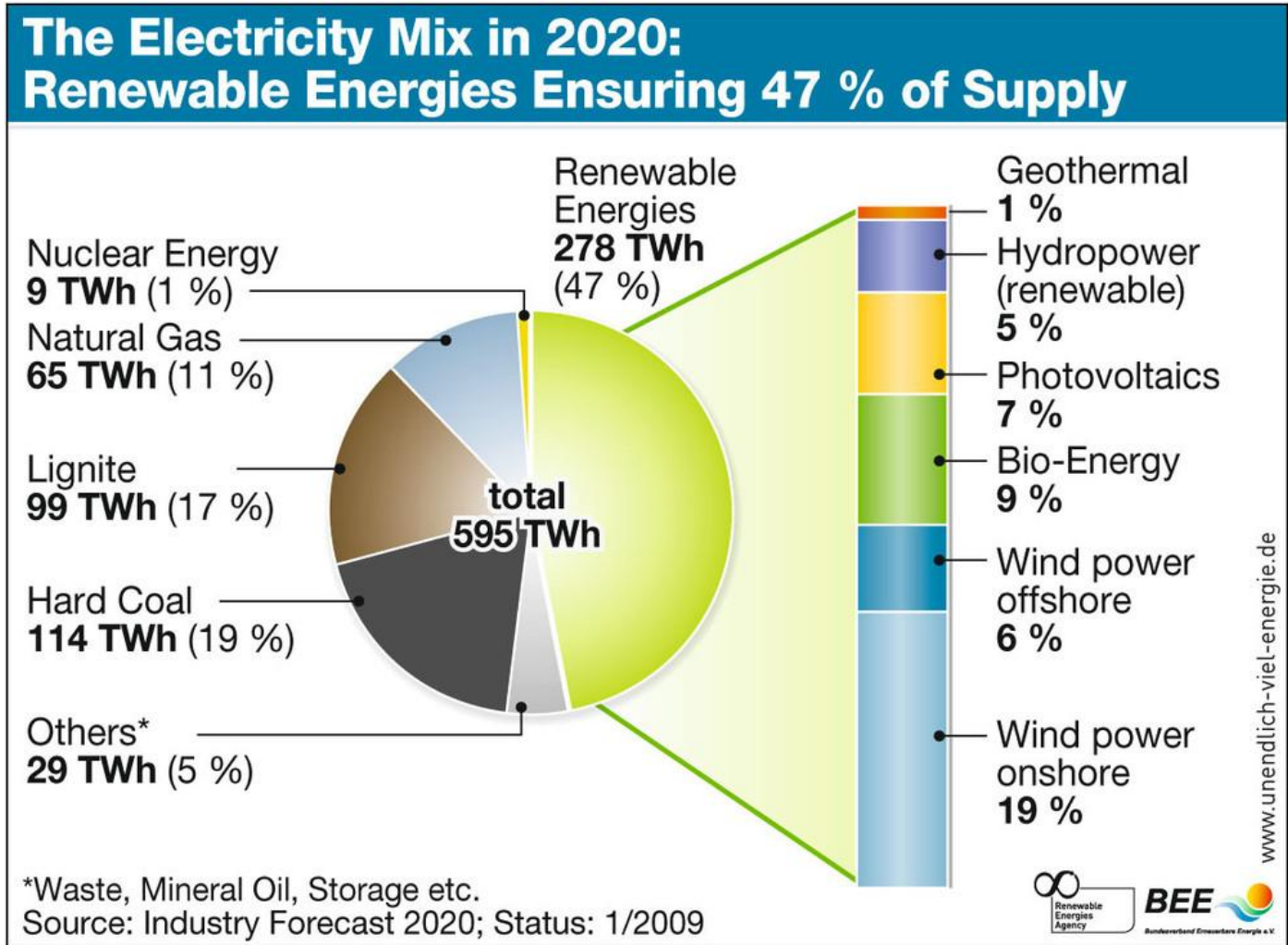
Conventional generation prices plus CO<sub>2</sub> avoidance costs<sup>1</sup>

PV generation prices<sup>2</sup> plus net cost of system effects<sup>3</sup>

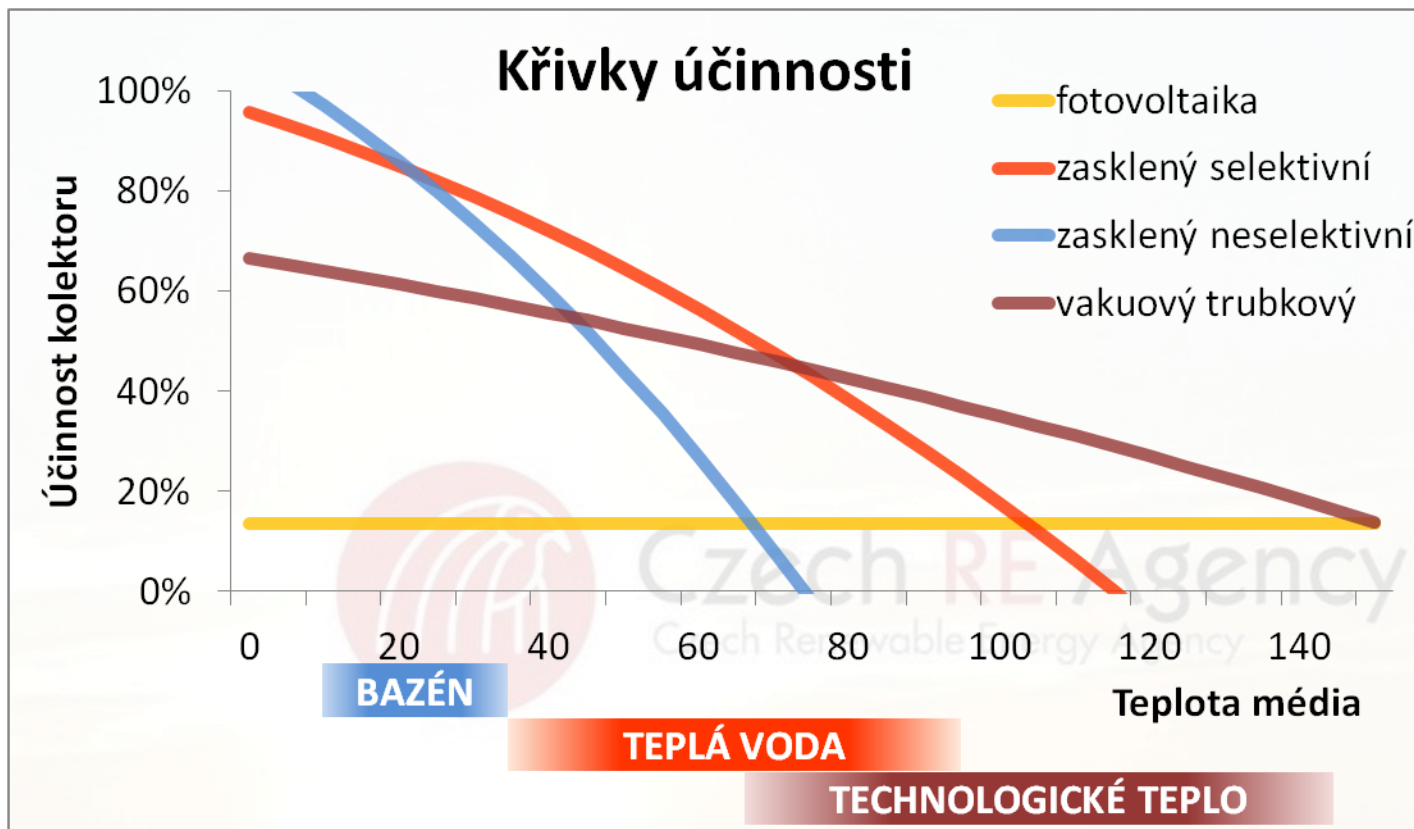




# » Náklady a přínosy

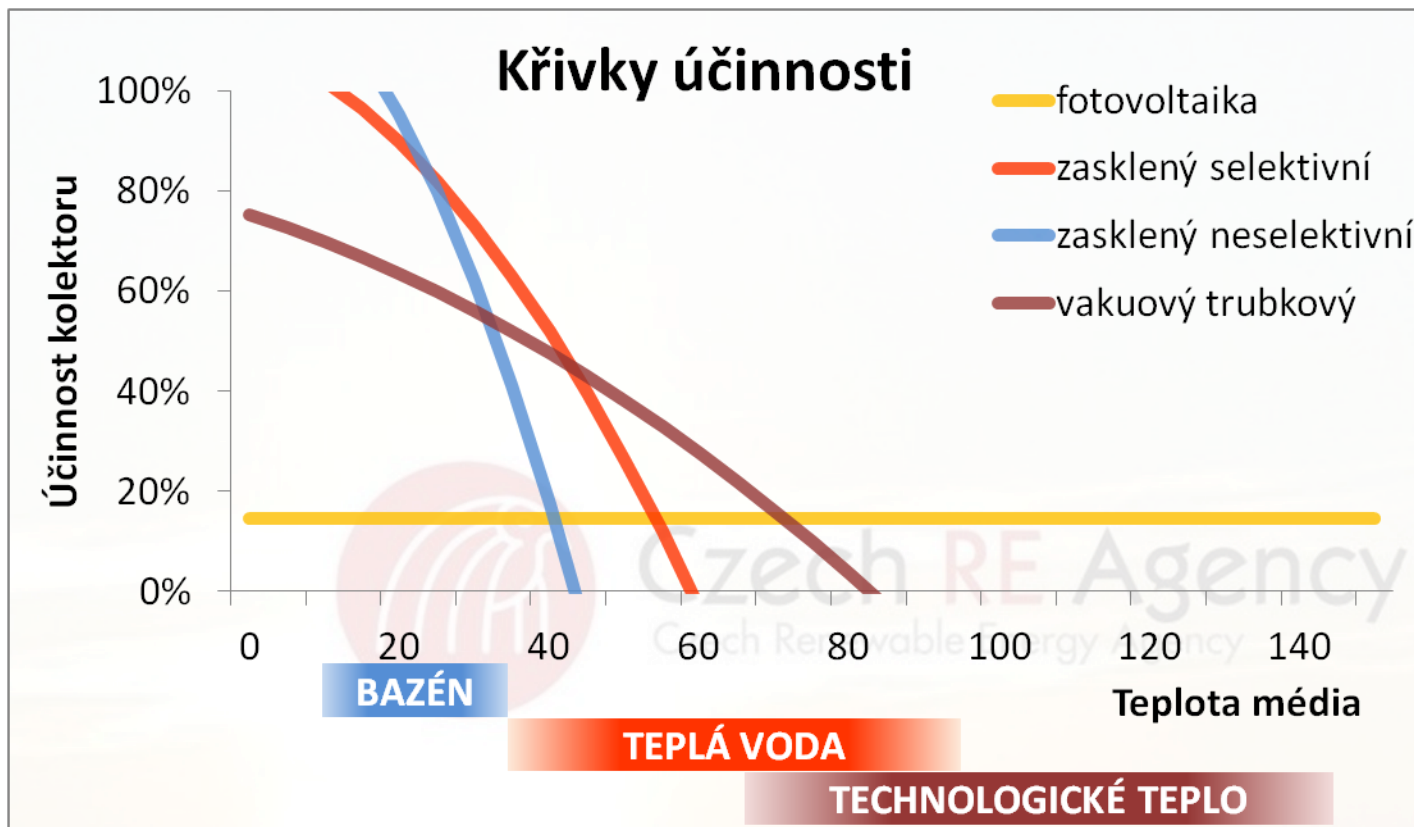


# » Perspektivy



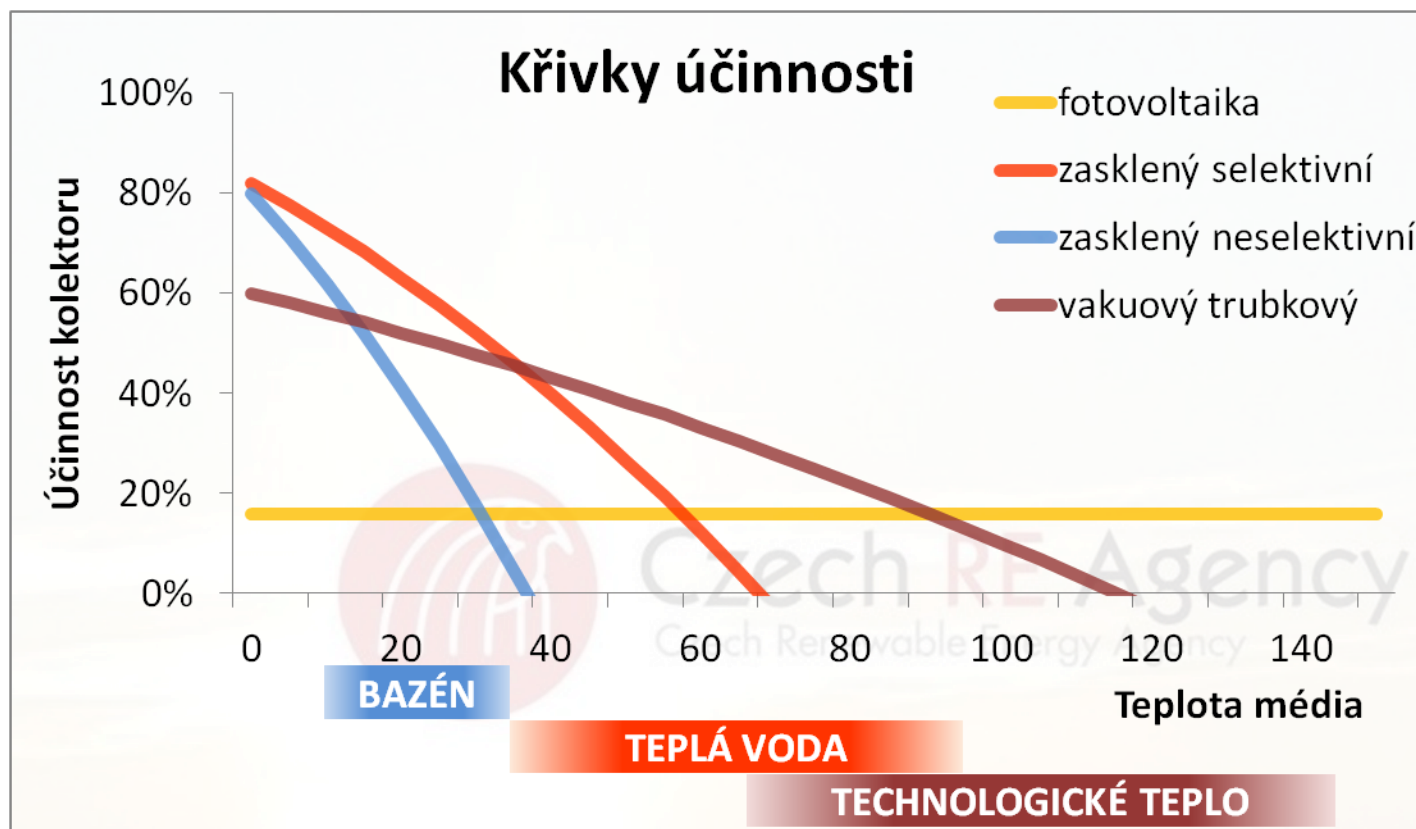
Léto, jasno (25 °C, 800 W/m<sup>2</sup>)

# » Perspektivy



Léto, oblačno (25 °C, 300 W/m<sup>2</sup>)

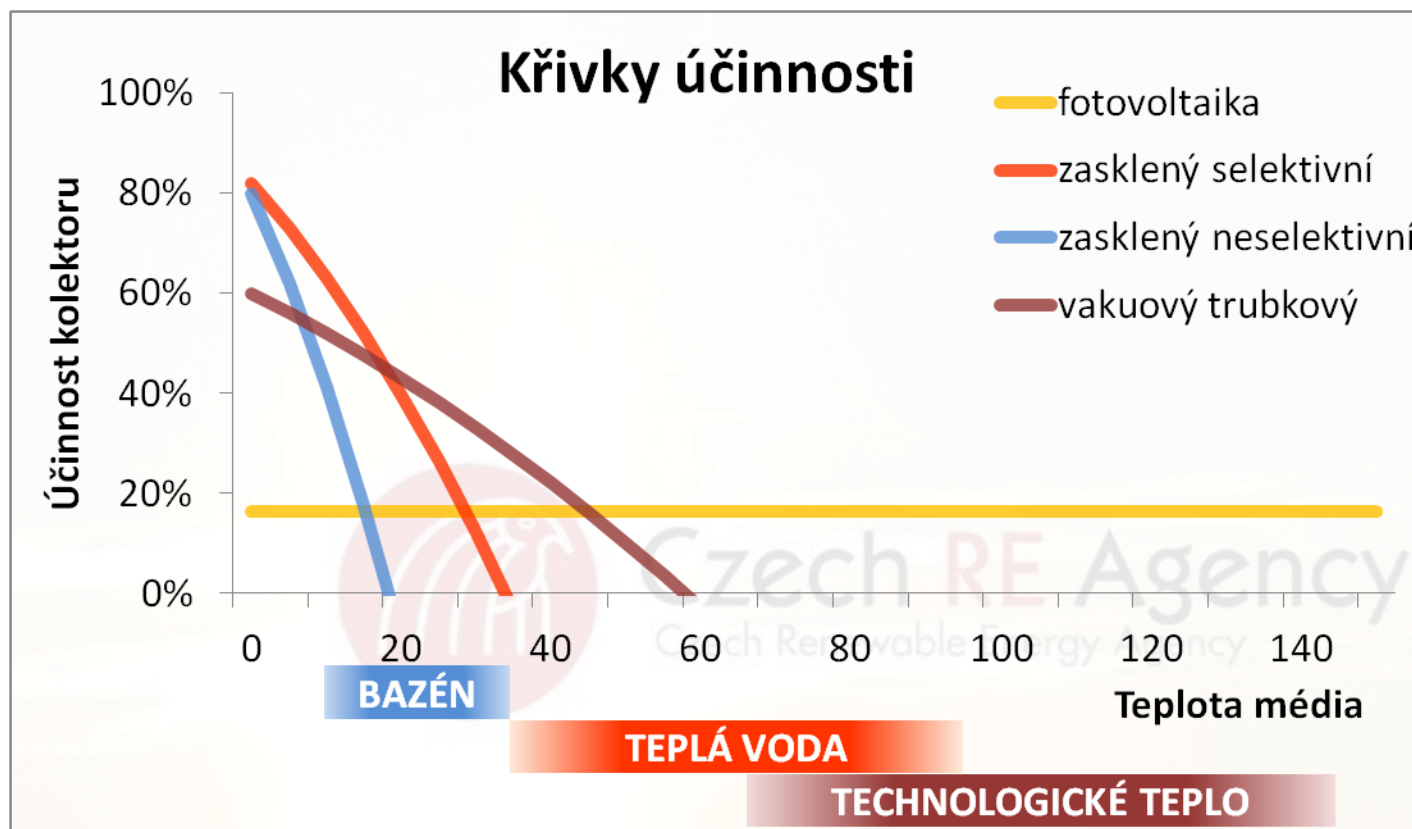
# » Perspektivy



0 °C, 800 W/m<sup>2</sup>

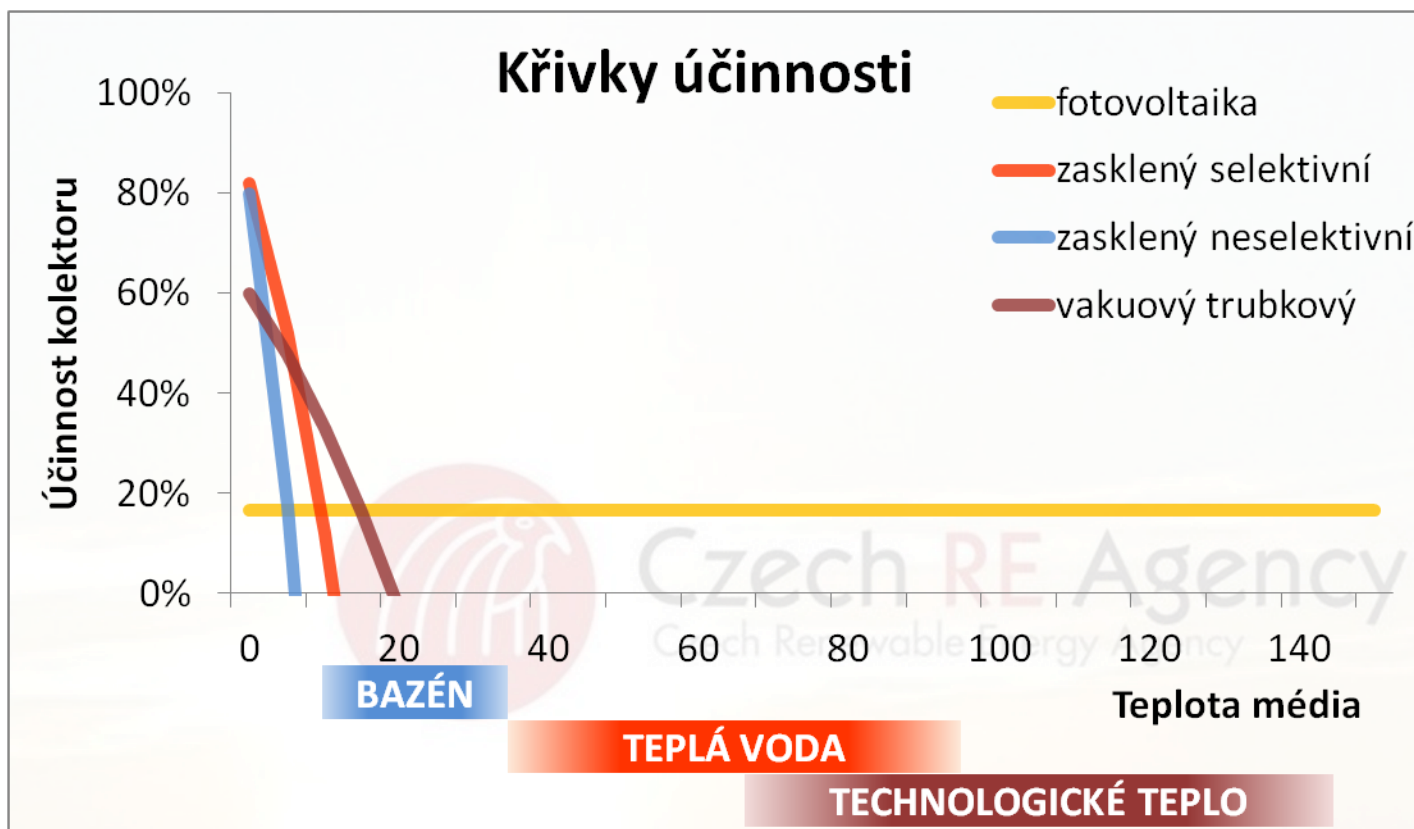


# » Perspektivy



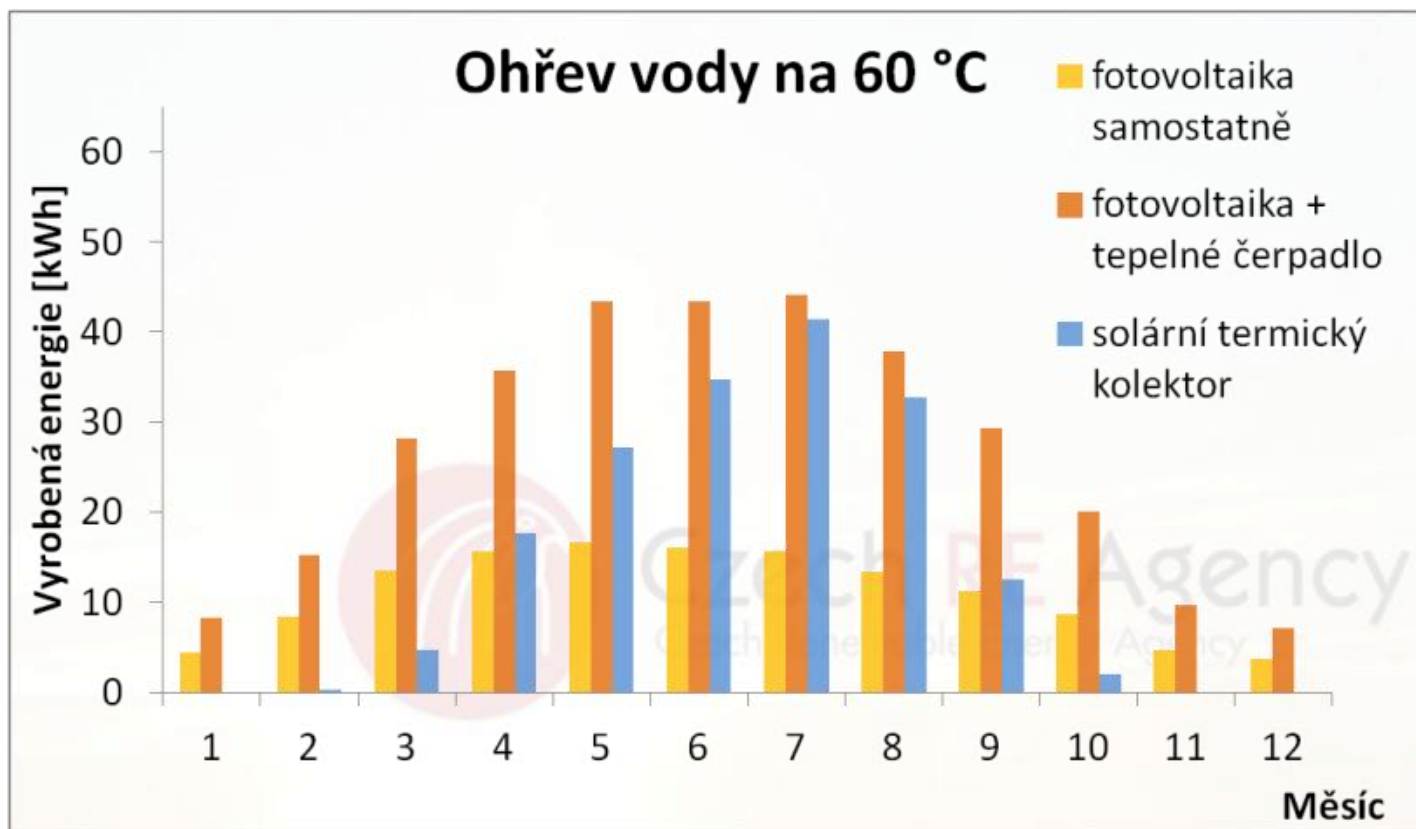
Zima, oblačno (0 °C, 300 W/m<sup>2</sup>)

# » Perspektivy



Zima, zataženo (0 °C, 100 W/m<sup>2</sup>)

# » Perspektivy



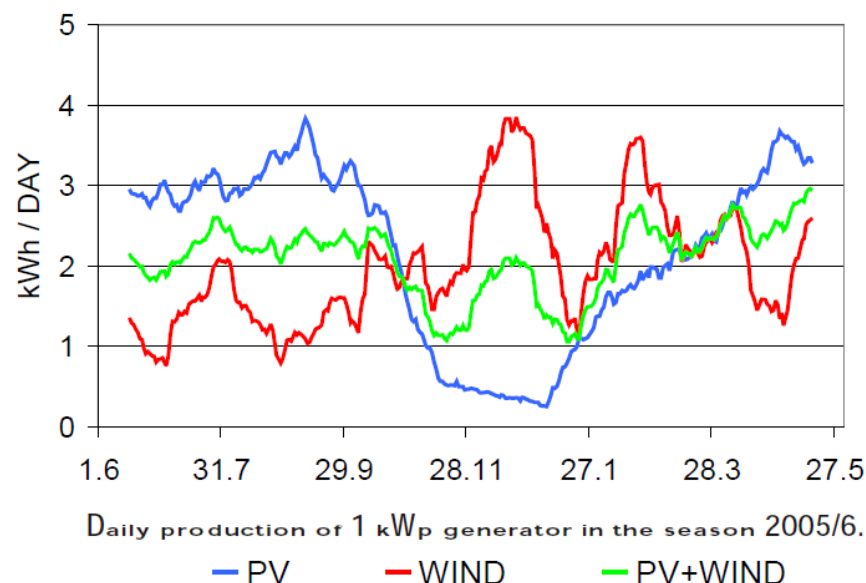
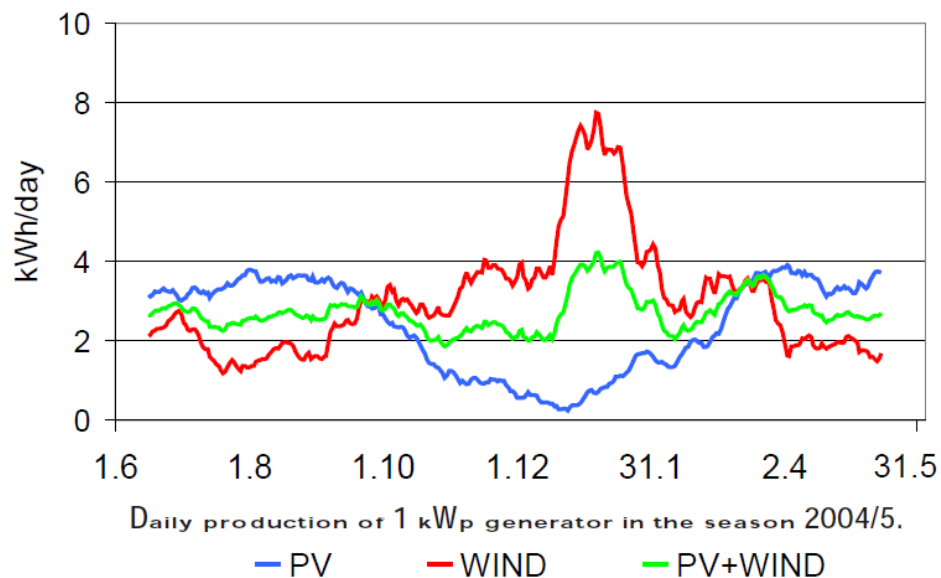
Ohřev vody na 60 °C



# » Kombinace OZE

## Kooperace s jinými OZE

- FVE – více v létě
  - VTE – více v zimě
  - Volbou poměru FVE:VTE lze optimalizovat pokrytí místní spotřeby
- ≡
- Nižší potřeba akumulace
  - Vyšší podíl OZE s nižšími investičními náklady

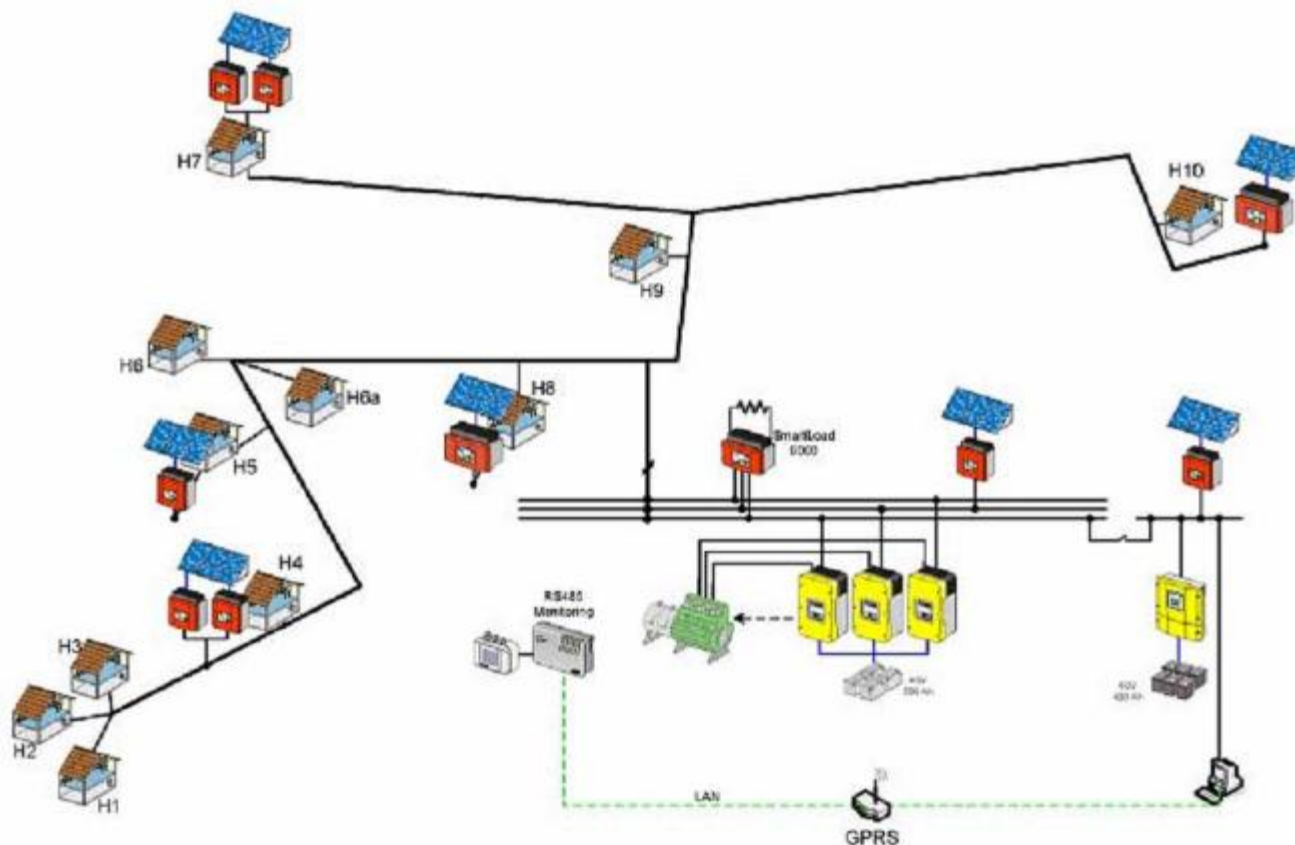




## ► Kombinace OZE

### Kooperace v rámci komunity (obec)

- Mikrosítě
- Více nezávislých zdrojů = vyšší bezpečnost dodávek



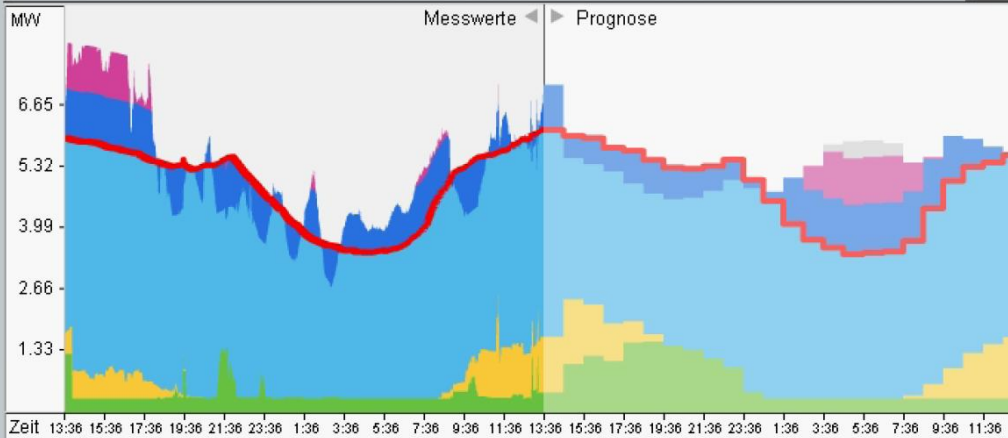


# ► Kombi-nace OZE



## DAS REGENERATIVE KOMBIKRAFTWERK

### DIAGRAMM FÜR STROMBEDARF UND EINSPEISUNG

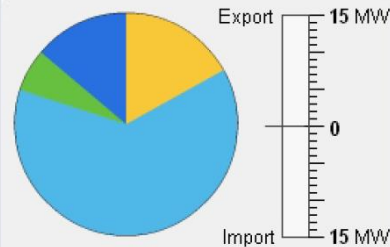


### UMGEBUNGSBEDINGUNGEN

Uhrzeit 13:37 Uhr  
Datum 19.09.2007



### MOMENTANWERT STROMMIX



**SOLAR**

Leistung 100% Status **Online**

**WIND**

Leistung 100% Status **Online**

**BIOGAS**

Leistung 100% Status **Online**

Biogasspeicher 100%

**SPEICHER (WASSER)**

Leistung 100% Speicher 100%

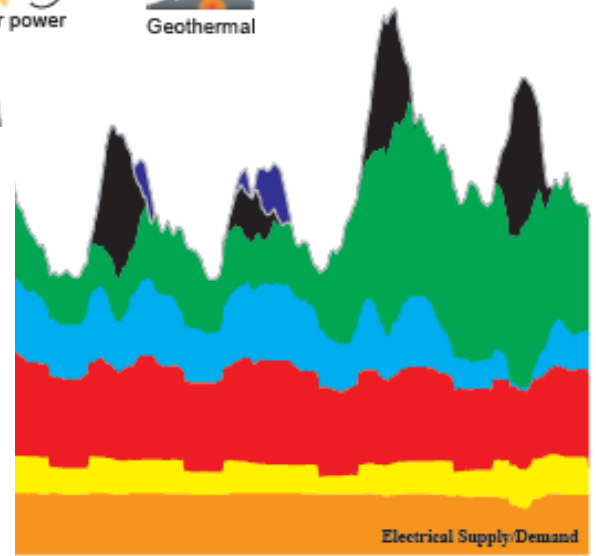
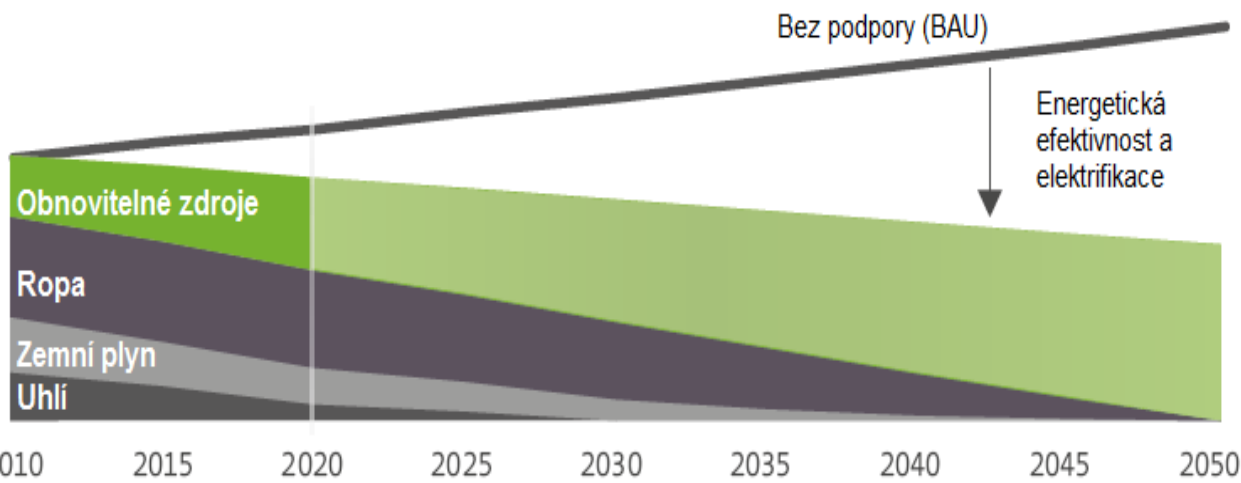
↑ Laden

Video: <http://www.kombikraftwerk.de/index.php?id=29>

▶ 100 % OZE

**Německo**  
**Japonsko**  
**Dánsko**  
**Británie**

# エネルギー・リッチ・ジャパン *Energy Rich Japan*

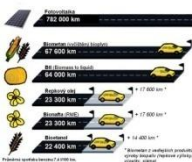




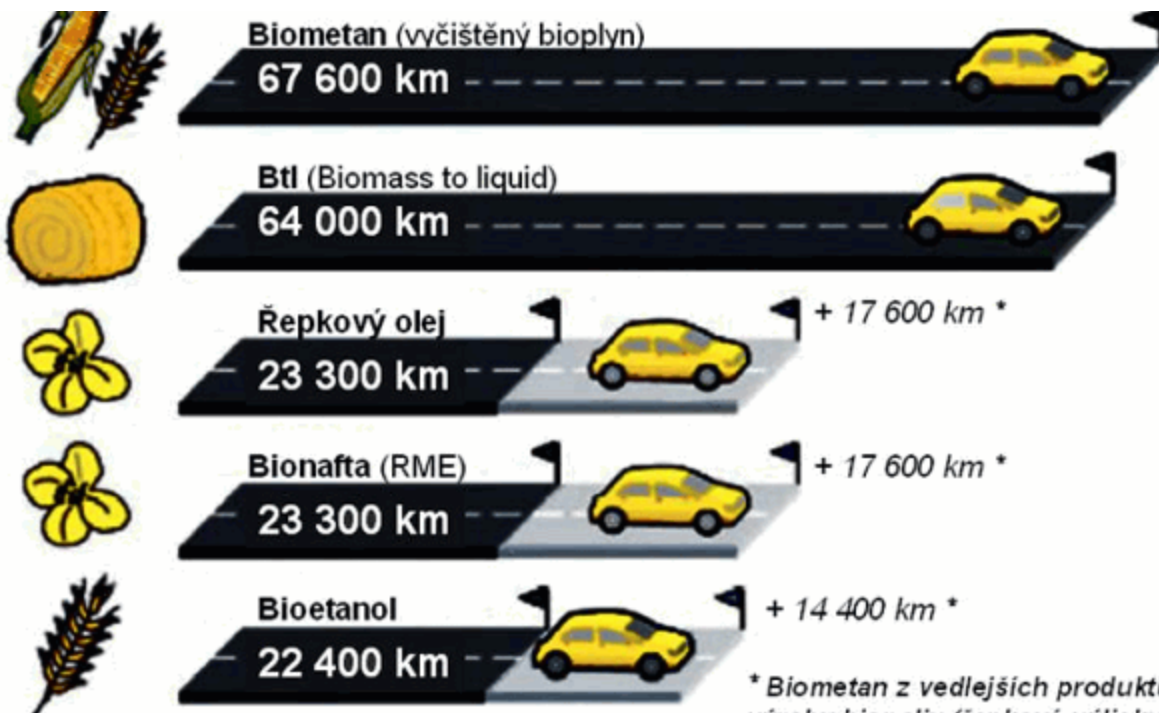
# » 100 % OZE

## V dopravě

Účel: vyčíslení osobního automobilu na různé biopaliva vyprodukované z 1 ha zemědělské půdy za rok



780 000 km



Průměrná spotřeba benzínu 7,4 l/100 km,  
průměrná spotřeba nafty 6,1 l/100 km

\* Biometan z vedlejších produktů výroby biopaliv (řepkové výlisky, výpalky, sláma)



» 100 % OZE

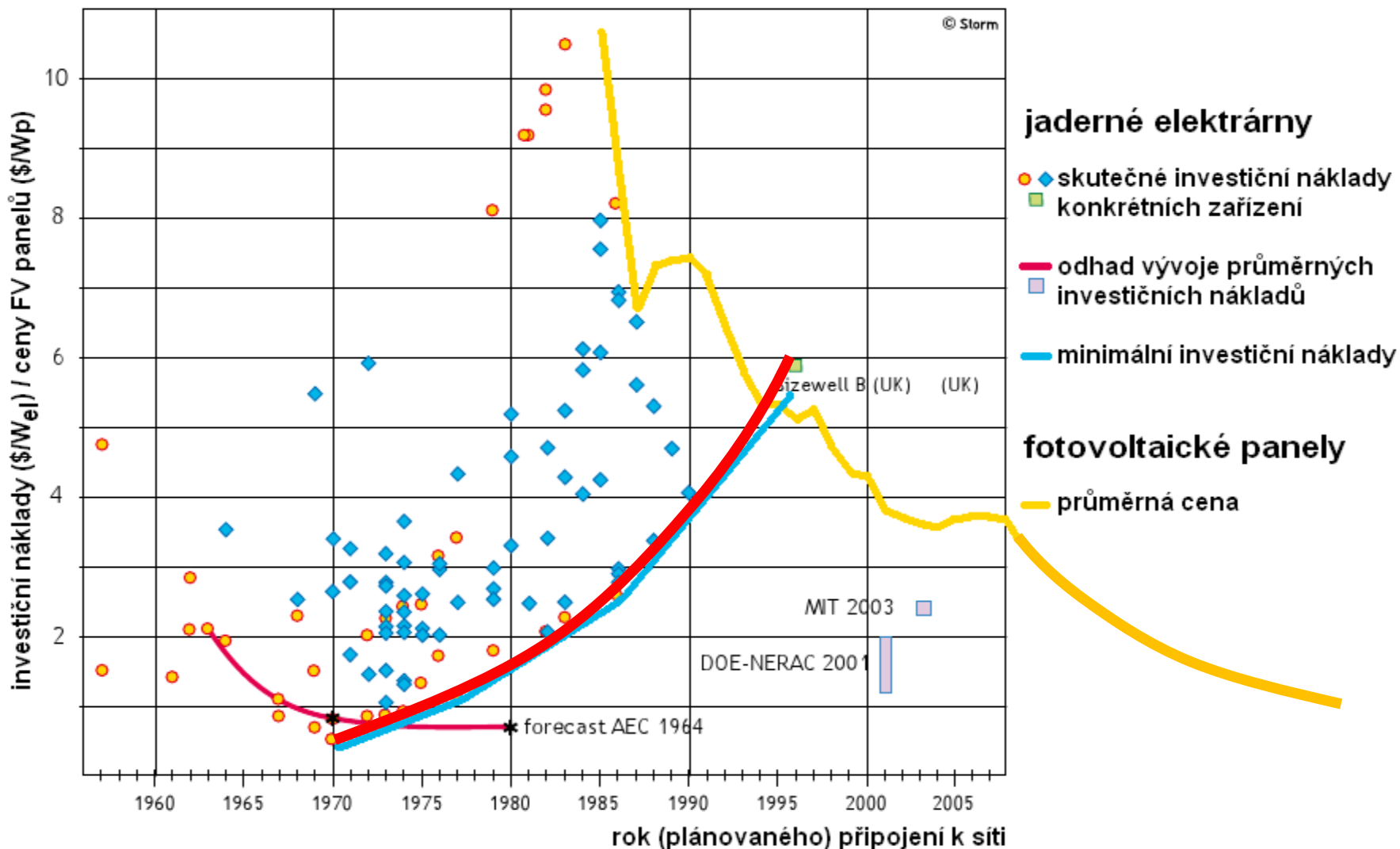
## V zemědělství



# Reaktory s pomalými neutrony



1964: Energie z jádra bude tak levná, že se nevyplatí ji měřit



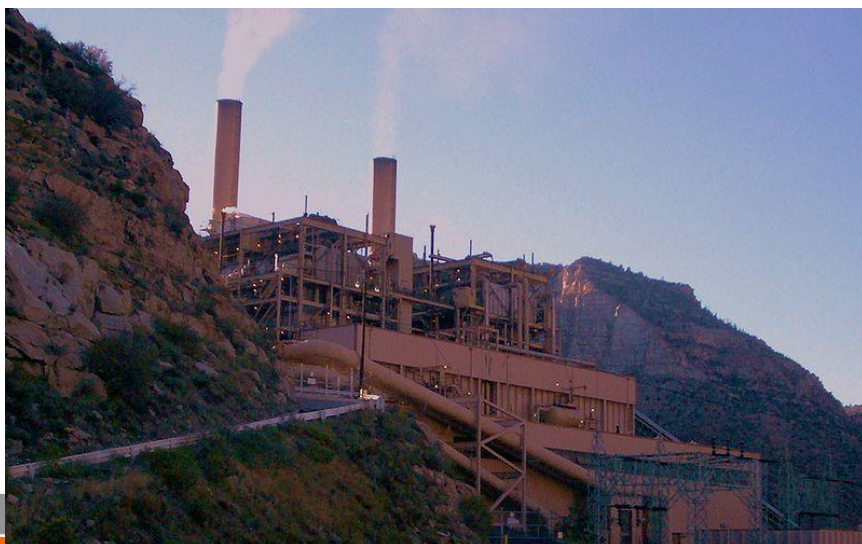




# » Obnovitelné zdroje

## Konvenční zdroje

těžba a doprava surovin  
výroba komponent  
vybudování zdroje  
**těžba a doprava paliv**  
**emise z výroby**  
likvidace



## Obnovitelné zdroje

těžba a doprava surovin  
výroba komponent  
vybudování zdroje  
-  
-  
likvidace





## **Konvenční (zejména JE)**

- » centrální zdroj = totalita (jeden rozhoduje)
  - » dálkový přenos
  - » vyšší jednotkový výkon = vyšší ztráty

## **OZE (zejména SLE a VTE)**

- » decentralizované = demokracie (musí spolupracovat)
  - » spotřeba v místě
  - » větší hustota zdrojů = nižší ztráty
- » Německo – velké nároky na přenosy – není ideální

## **Historicky (OZE i konvenční)**

- » energeticky náročná výroba v dosahu zdrojů
- » OZE jsou však obvykle dostupné jinde než konvenční zdroje



## **Konvenční (zejména JE)**

- » ekonomicky efektivní jen při plném využití výkonu (Francie)
- » vyžaduje stabilní odběr
  - » systém vysokých a nízkých tarifů
  - » vyrovnání odběru jinými zdroji
    - » přečerpávací elektrárny
    - » špičkové elektrárny (vodní, uhelné, plynové)

## **OZE (zejména SLE a VTE)**

- » využití výkonu závislé na počasí
- » vyžadují nepravidelný odběr
  - » stávající tarify nevyhovují = potřeba Smart Grids?
  - » vyrovnání odběru jinými zdroji
    - » přečerpávací elektrárny (?)
    - » bioplynové elektrárny (již dnes konkurenceschopné!)
    - » vodní elektrárny



**tzbinfo**  
stavebnictví, úspory energií  
technická zařízení budov

Internetový portál  
**www.tzb-info.cz**

# Obnovitelné zdroje energie



**Ing. Bronislav Bechník, Ph.D.**

odborný garant oboru

Obnovitelná energie a úspory energie

bronislav.bechnik@topinfo.cz