

Rozvoj nízkouhlíkových zdrojů

Filip Černoch
cernoch@mail.muni.cz

Dekarbonizace

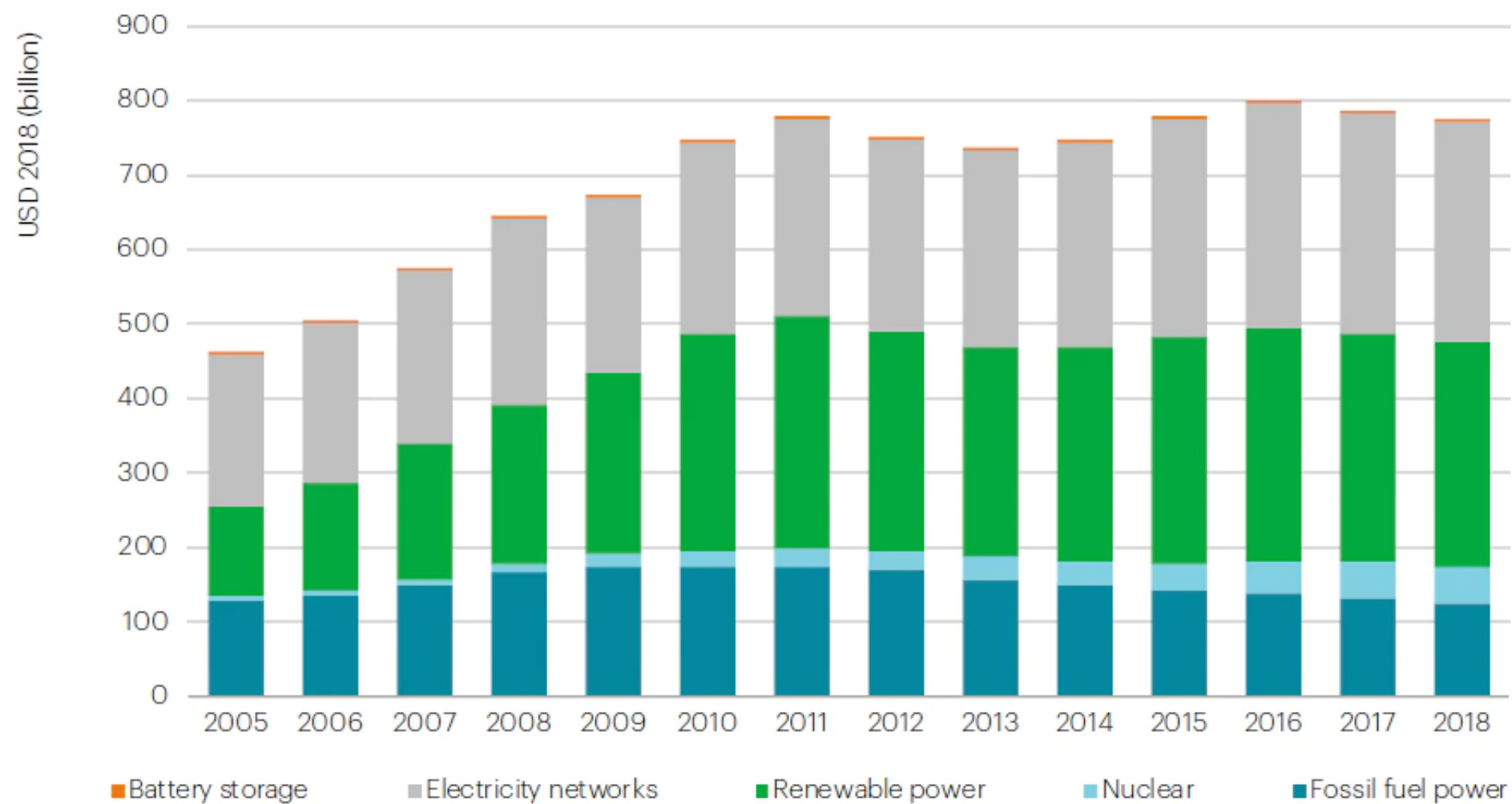
- Politický projekt motivovaný klimatickou změnou.
- Cílem je nalézt nízkouhlíkové technologie/vybudovat nízkouhlíkovou ekonomiku – vs. dřívější, technologicky a ekonomicky motivované tranzice.
- Svaly + oheň → tažná zvířata → vodní a větrné mlýny → uhlí a další fosilní paliva → elektrina → ?

CO₂ ekvivalent během životního cyklu vybraných technologií na dodávku elektřiny

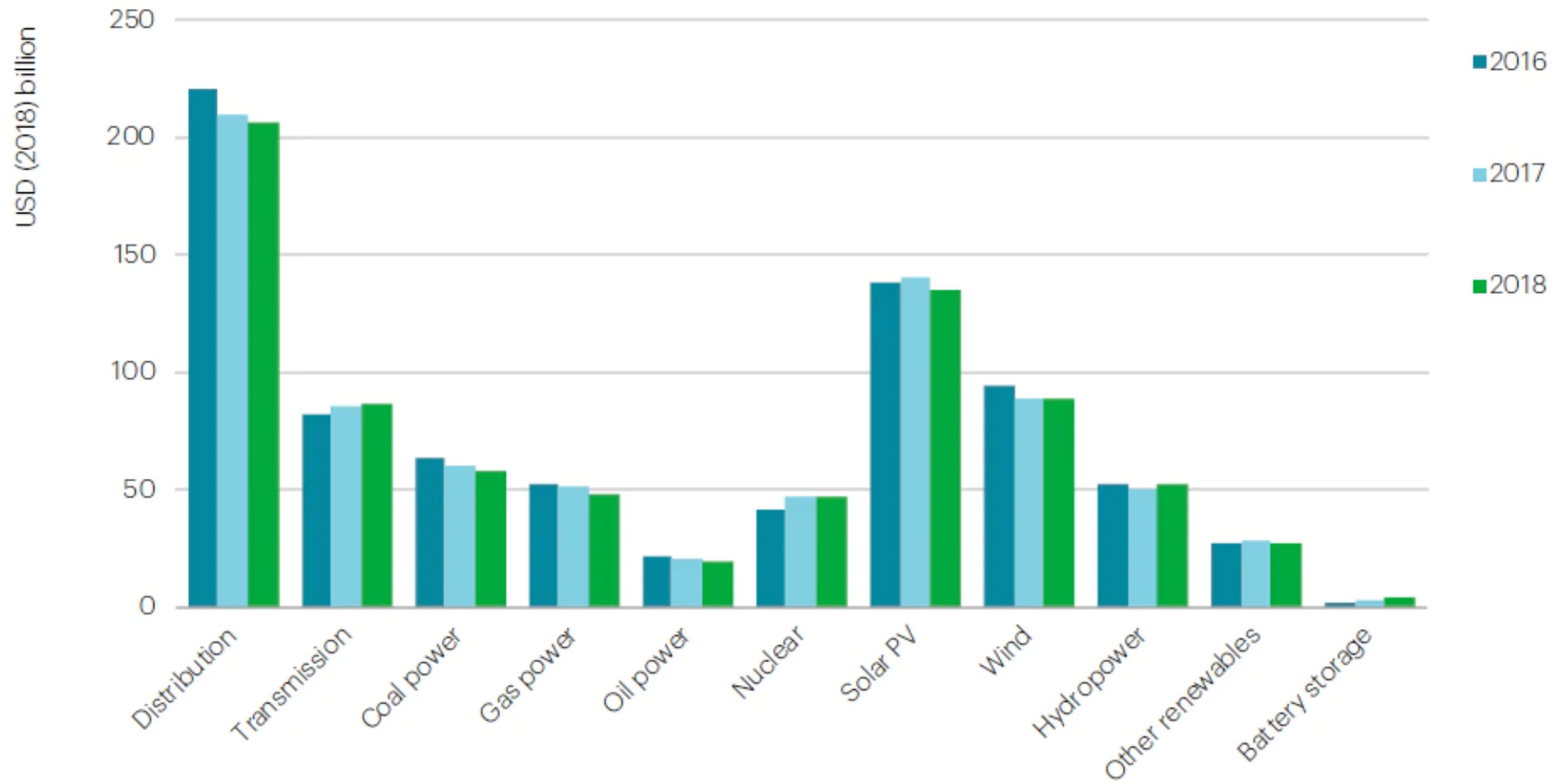
Technologie	Medián	Technologie	Medián
Uhlí	820	Geotermální	38
Uhlí spalované s biomasou	740	Koncentrovaná solární energie	27
Plyn-kombinovaný cyklus	490	Vodní energie	24
Biomasa	230	Vítr – offshore	12
Solární PV – průmysl	48	Jádro	12
Solární PV – domácnosti	41	Vítr – onshore	11

V gCO₂eq/kWh

Global investment in the power sector by technology



Global investment in the power sector by technology



Technologická výkonnost

Jádro

- Ověřený a spolehlivý zdroj elektřiny.
- Base-load dodávky.
- Vysoký load factor.
- Vysoká energetická hustota.

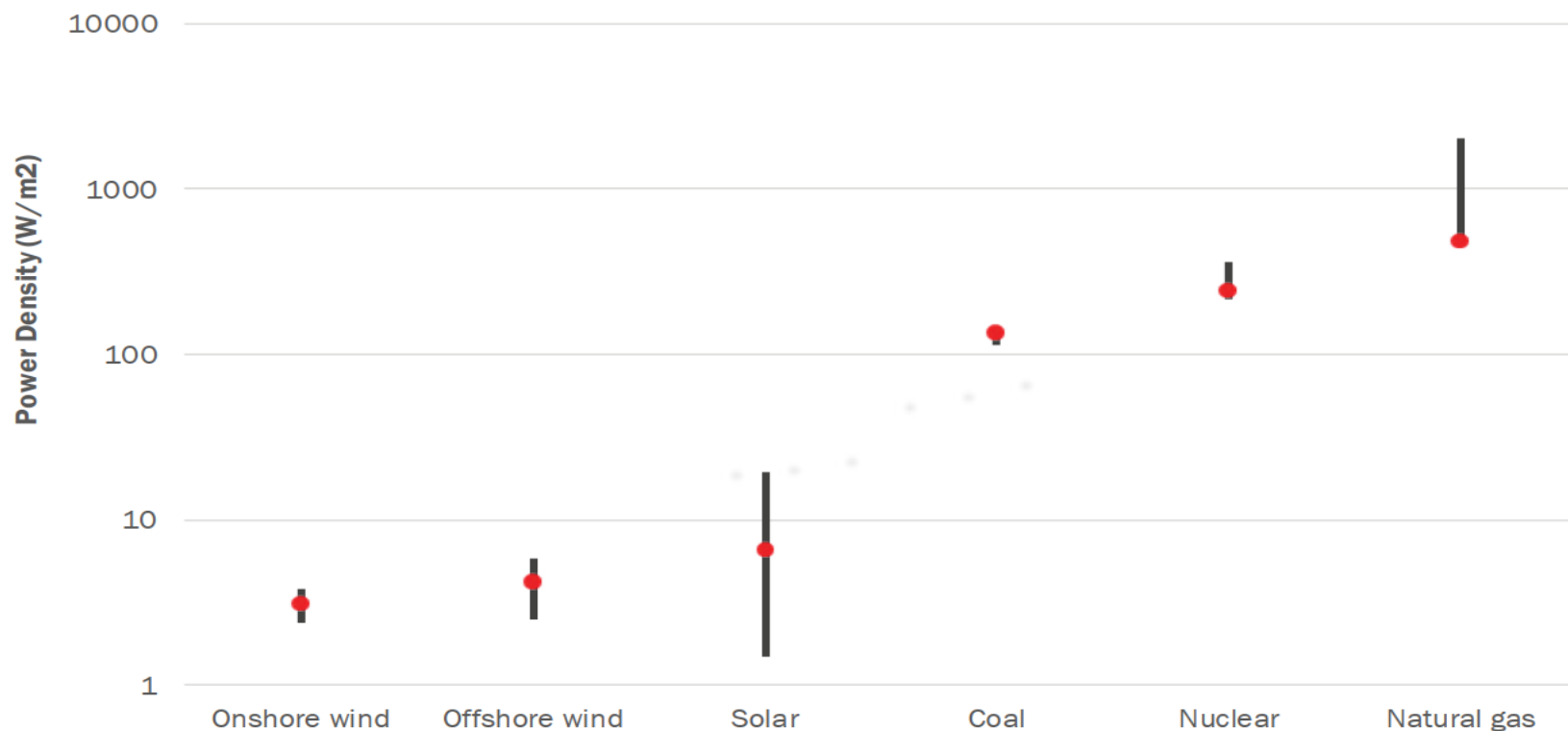


Obnovitelné zdroje

- Omezený potenciál vody a bioenergie, očekává se růst slunce a větru.
- Intermitentní dodávky, nízký load factor.
- Nízká energetická hustota.
- Geografická podmíněnost.



Energetická hustota vybraných zdrojů elektriny



The bars represent the range of values and the dot represents the median value.

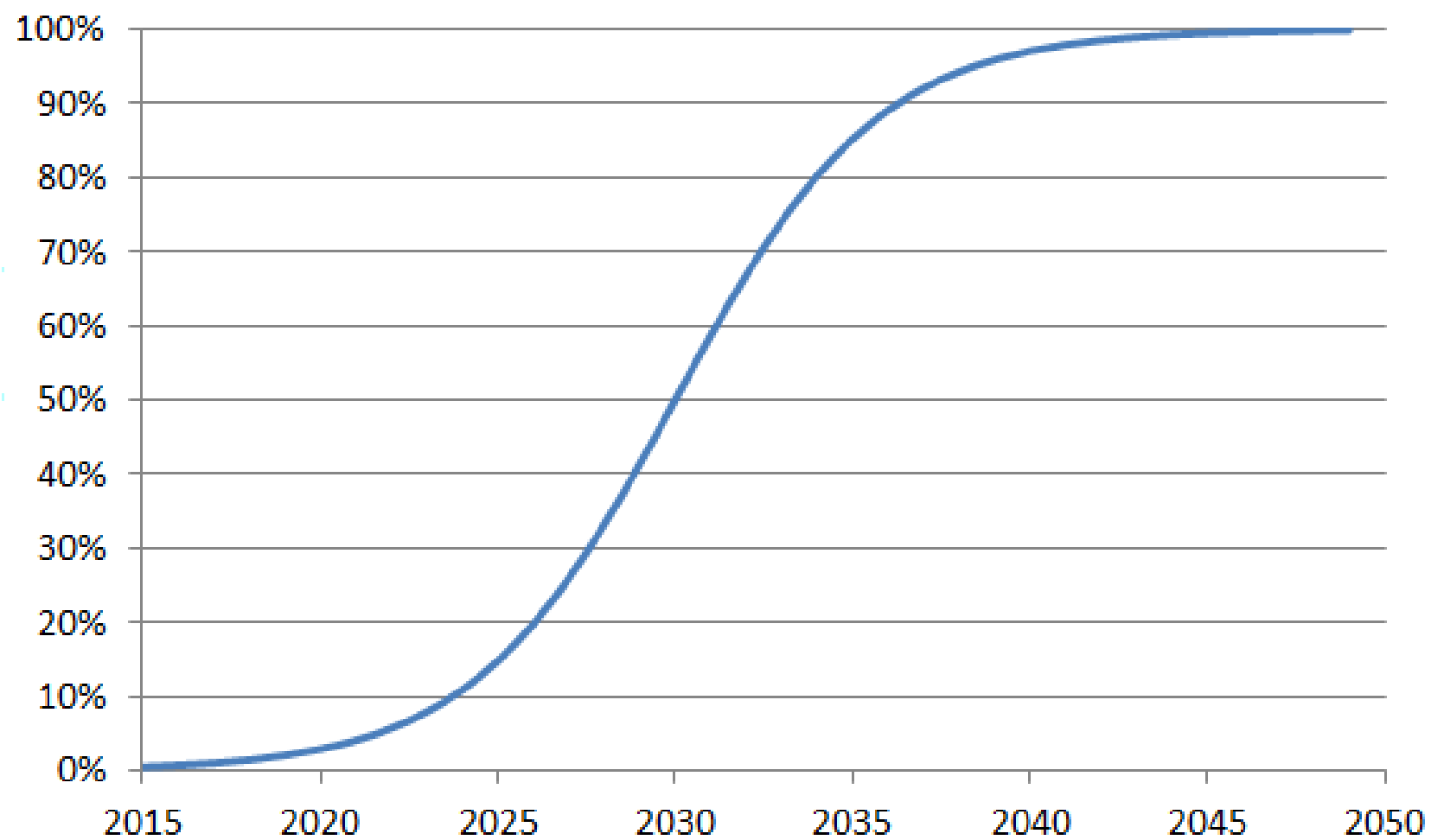
Průměrná americká domácnost – 2500w.

Ekonomika jádra a OZE

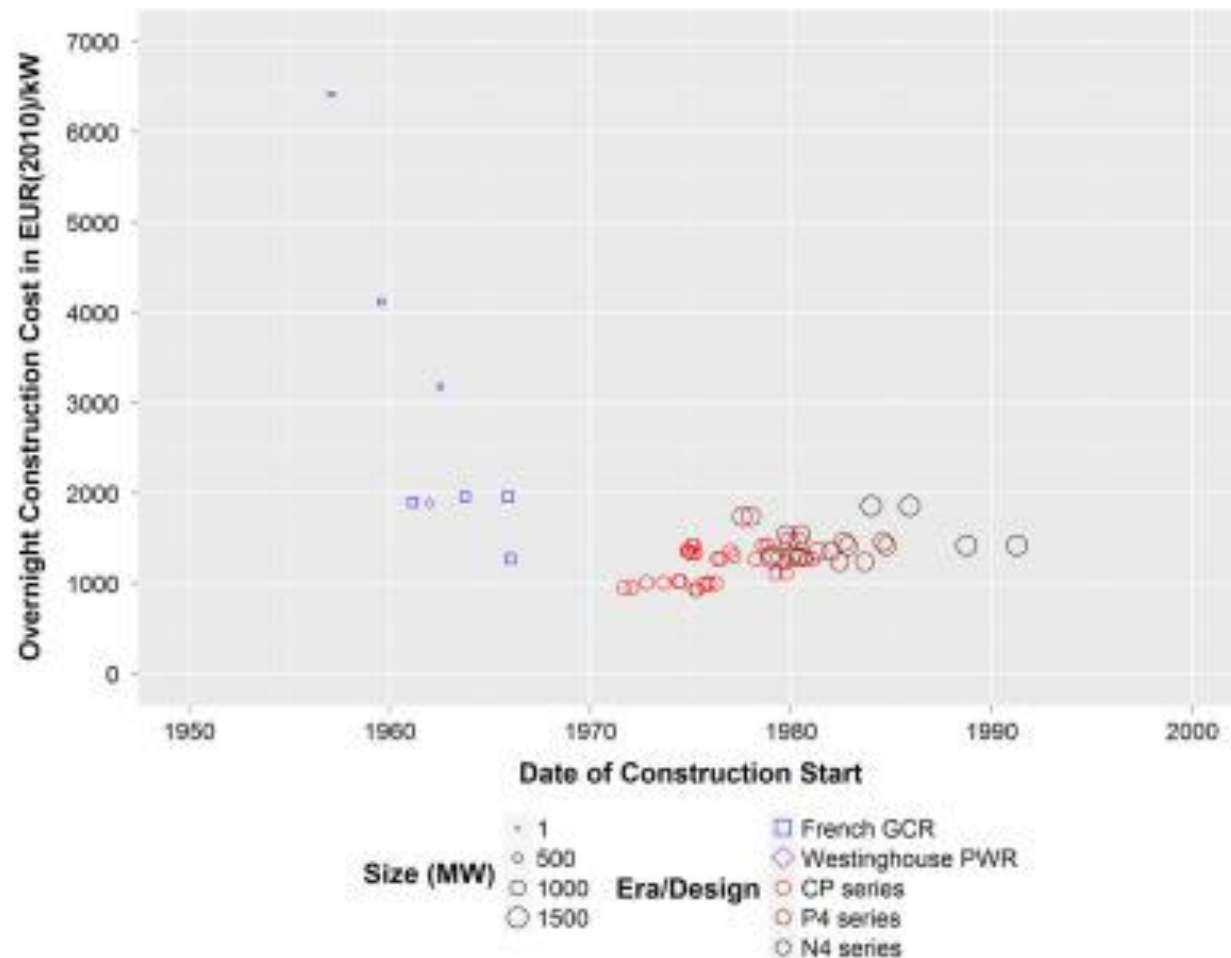
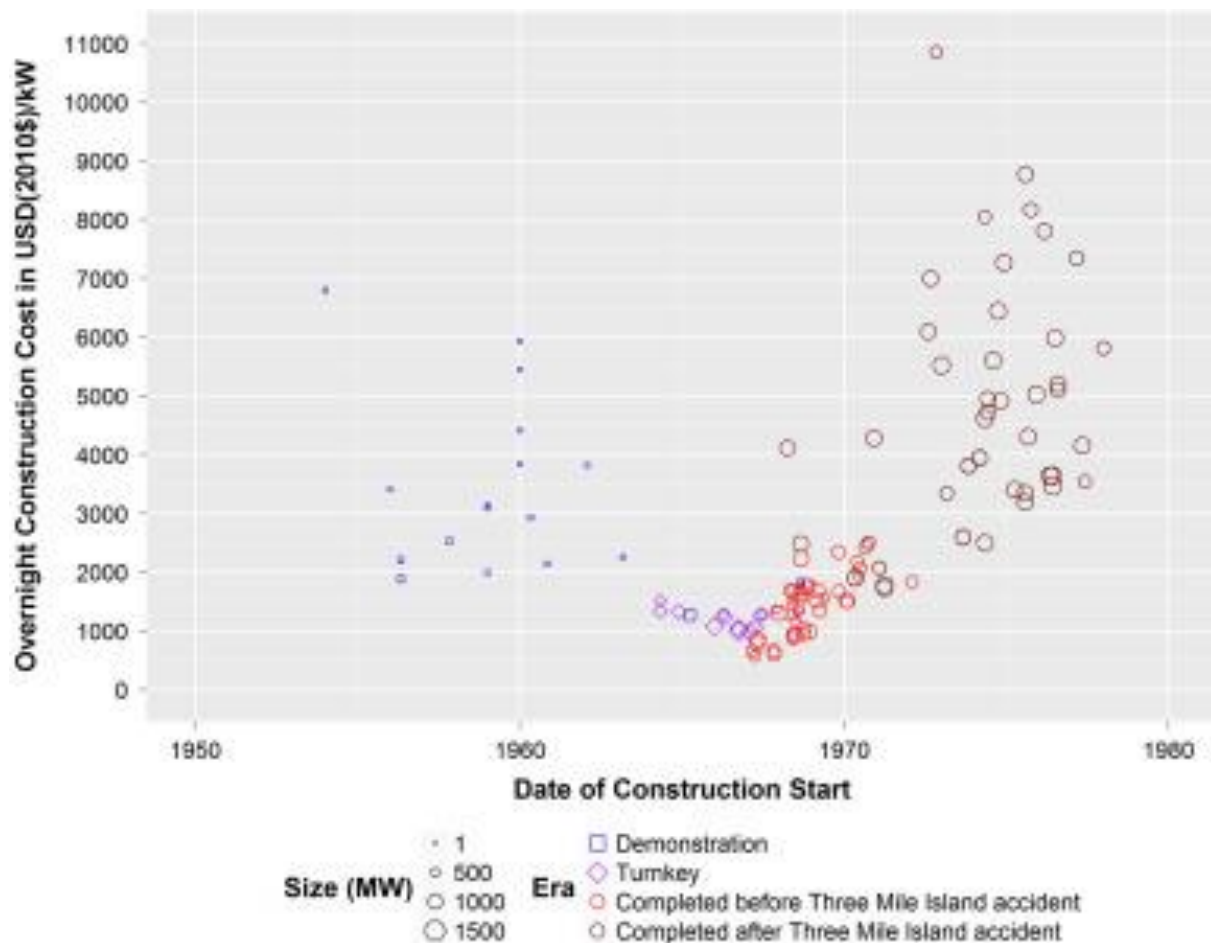
Křivka učení

- Klesající cena technologií díky
 - výzkum a vývoj dané technologie,
 - učení se praxí – firmy postupně zlepšují své procesy, způsob instalace, prodeje, finanční procesy,
 - úspory z rozsahu – fixní náklady rozprostřeny přes větší množství produktů,
 - učení se čekáním – zisky z přelévání zkušeností, technologií a postupů ze souvisejících odvětví či dalších zemí.

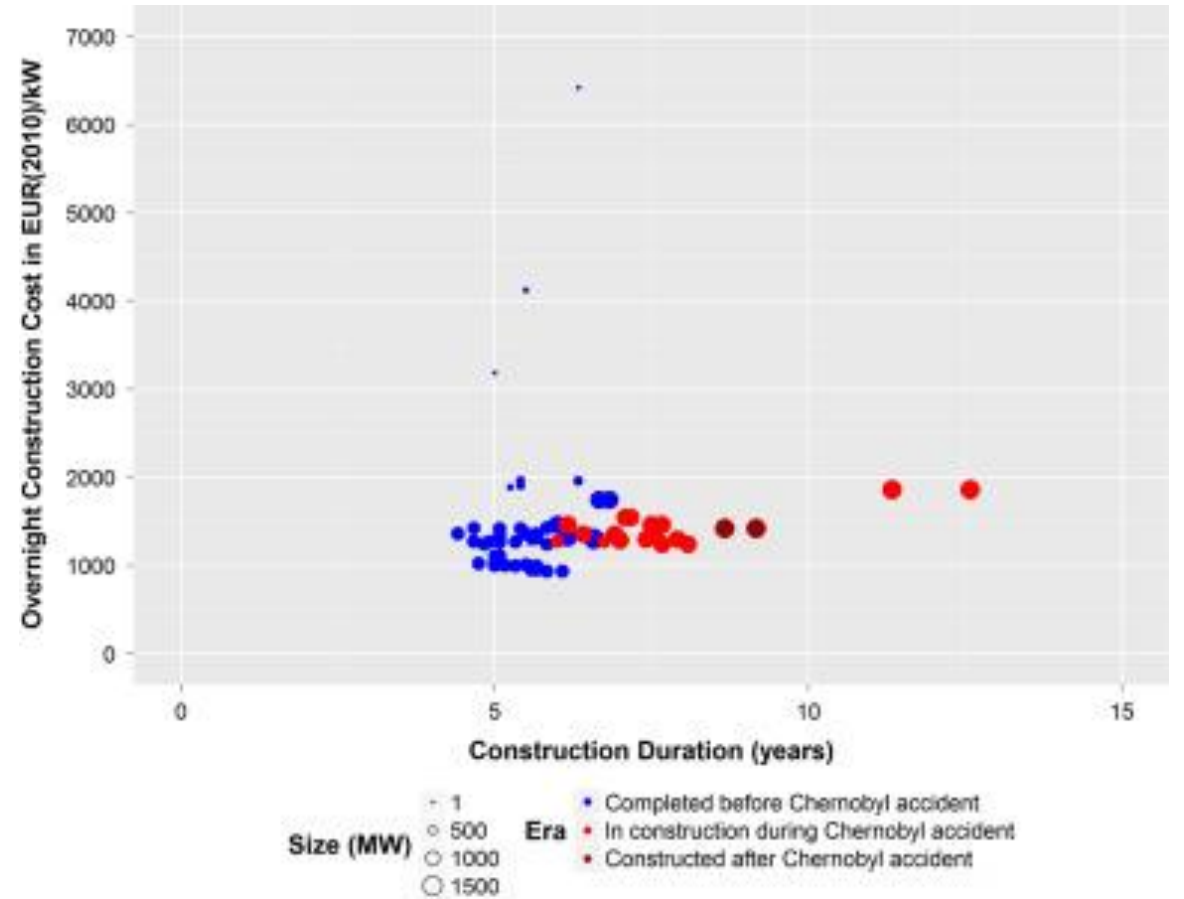
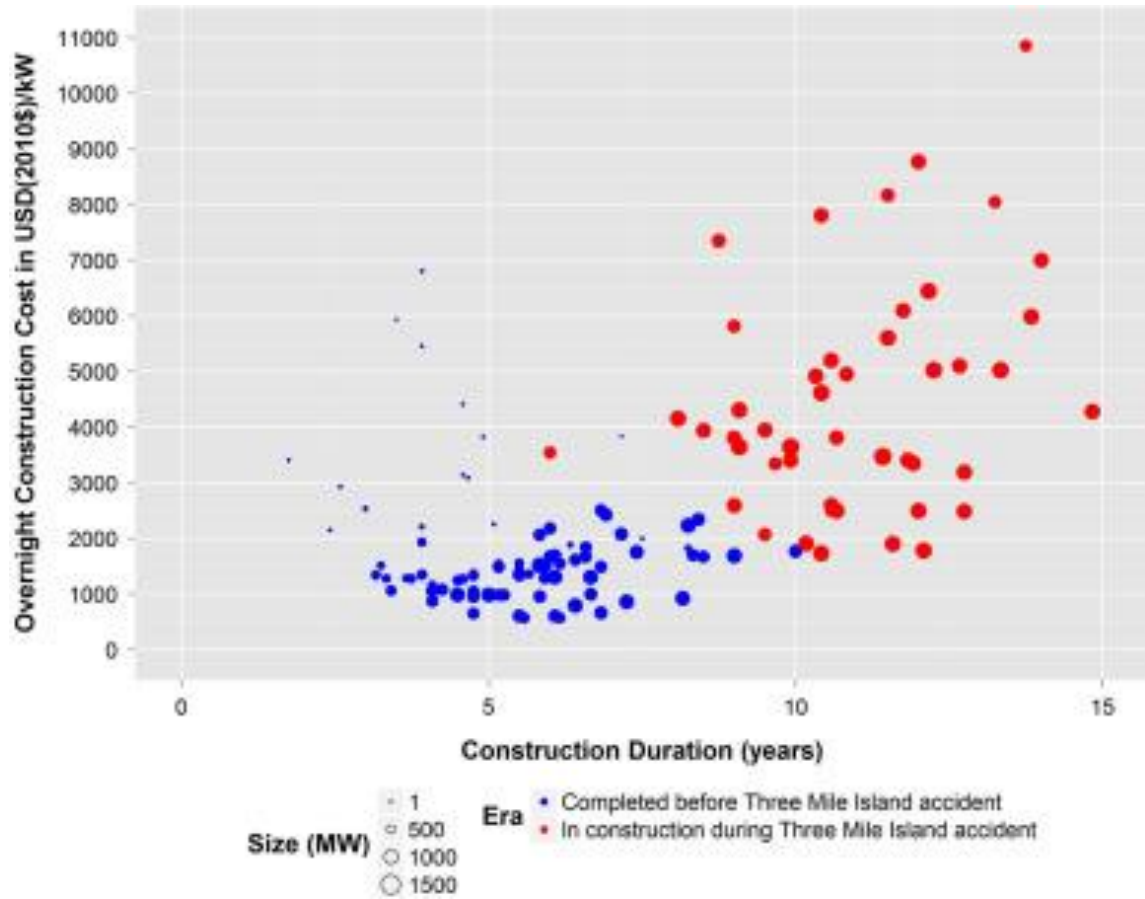
Křivka učení



Overnight construction costs (OCC) v 2015USD/kW, USA (vlevo) a Francie (vpravo)

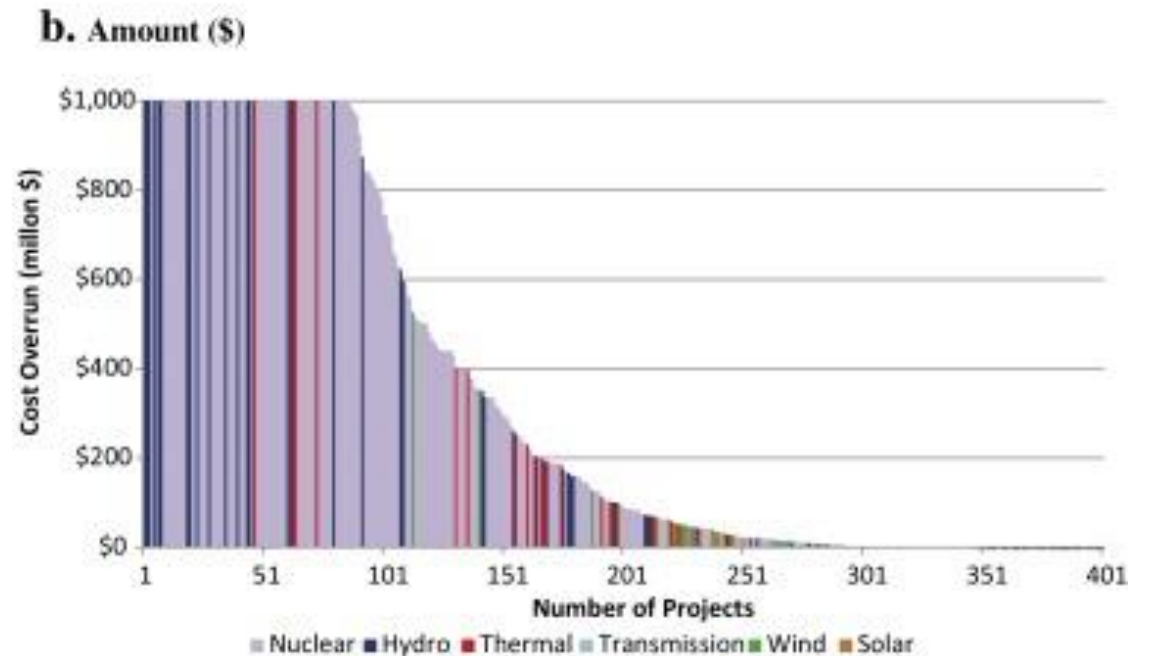
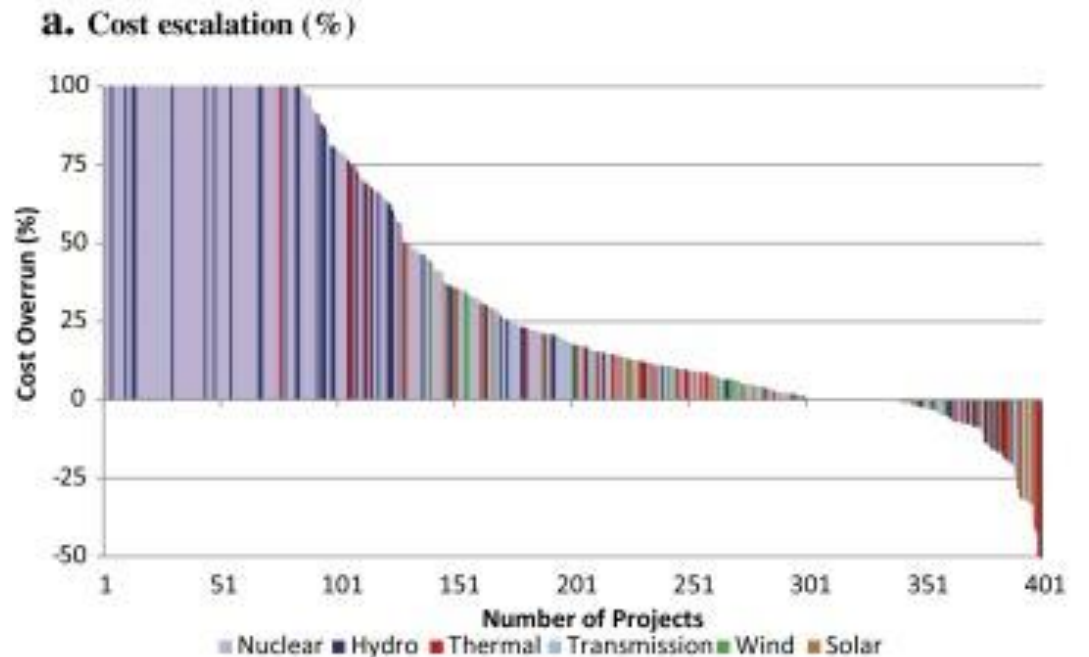


Délka výstavby, USA a Francie



Distribuce překročení nákladů u výstavby jednotlivých technologií

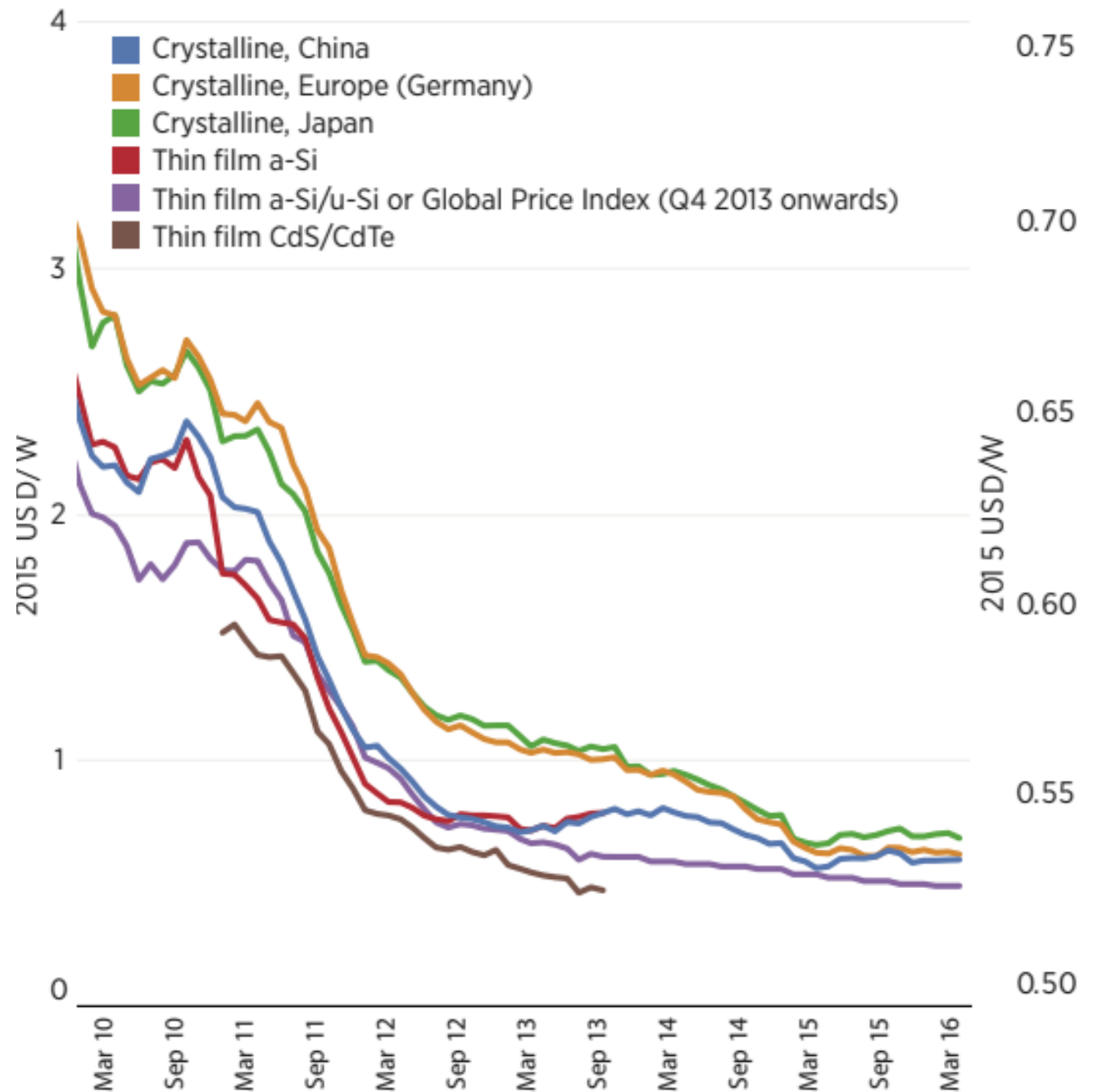
- 401 projektů v elektrárně, vybudovaných mezi 1936 a 2014 v 57 zemích.
- Investice v hodnotě USD 820 mld., 323 515 MW instalovaných kapacit, 8495 km sítí.



Jaderné elektrárny ve výstavbě v EU zemích

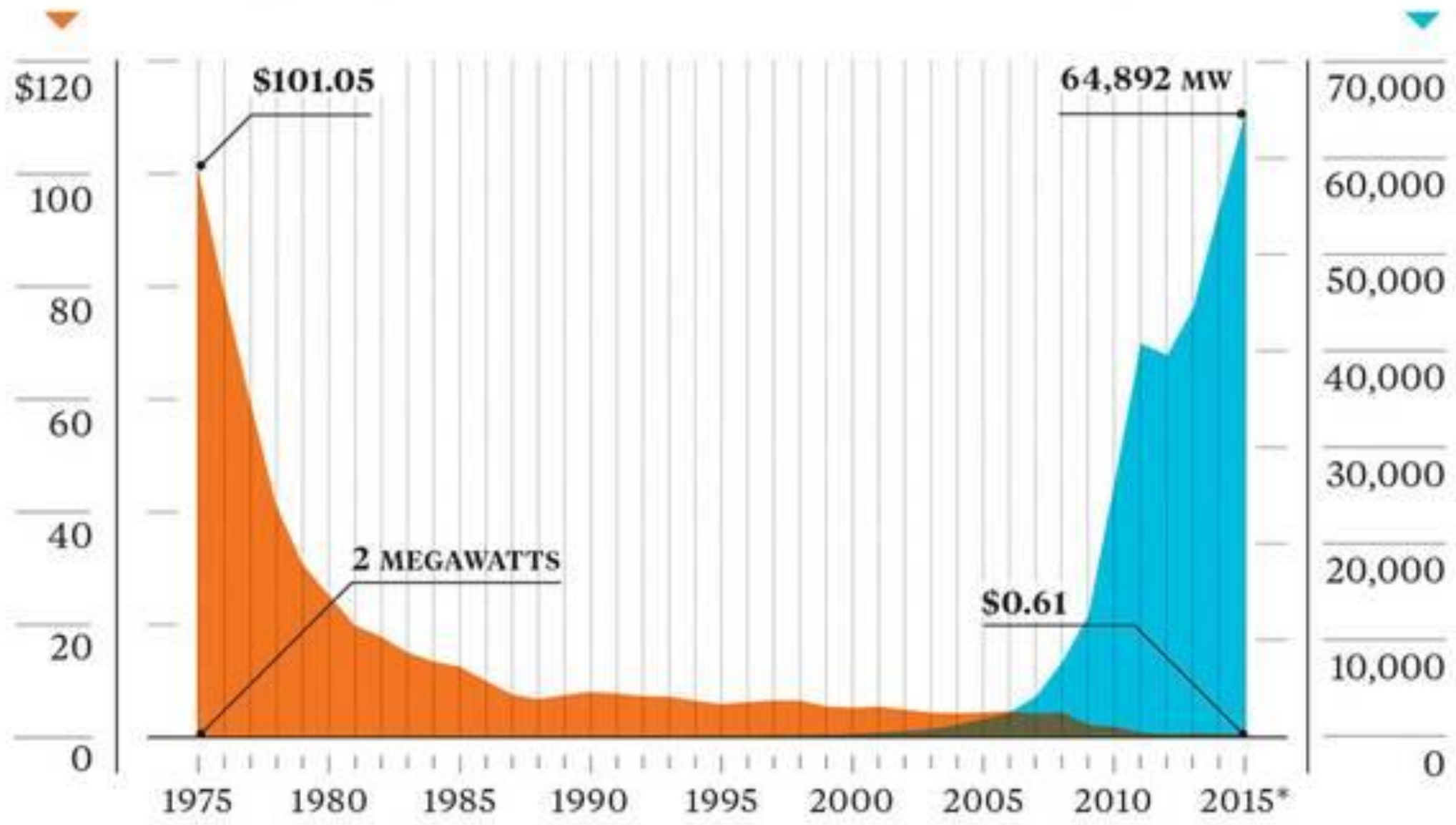
- Flamanville NPP – konstrukce započala v 2007, předpokládané dokončení v 2012, plánované náklady €3,3 mld. Poslední informace – dokončení v 2022 za €10,5 mld.
- Olkiluoto NPP – konstrukce započala v 2005, plánované dokončení v 2010, plánované náklady €3mld. Dnes se dokončení odhaduje na 2021 za €8,5-10mld+.
- Mochovce NPP – konstrukce započala v 2009, s plánovaným dokončením v 2012 a 2013 a náklady €2,775mld. Nyní se dokončení očekává v 2020/2021 za €3,8mld.

Globální trendy cen PV modulů, 2009 – 2016.

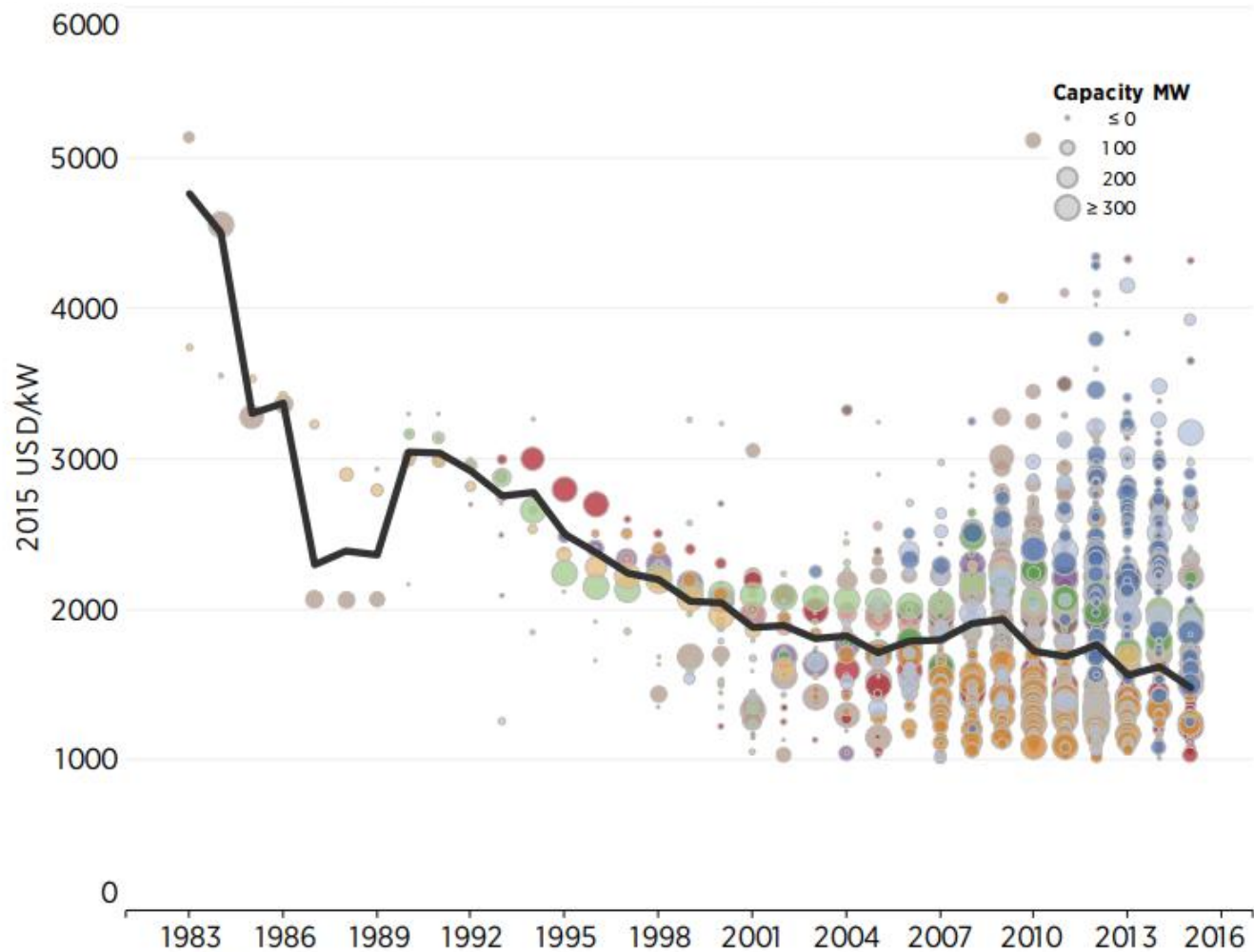


Price of a solar panel per watt

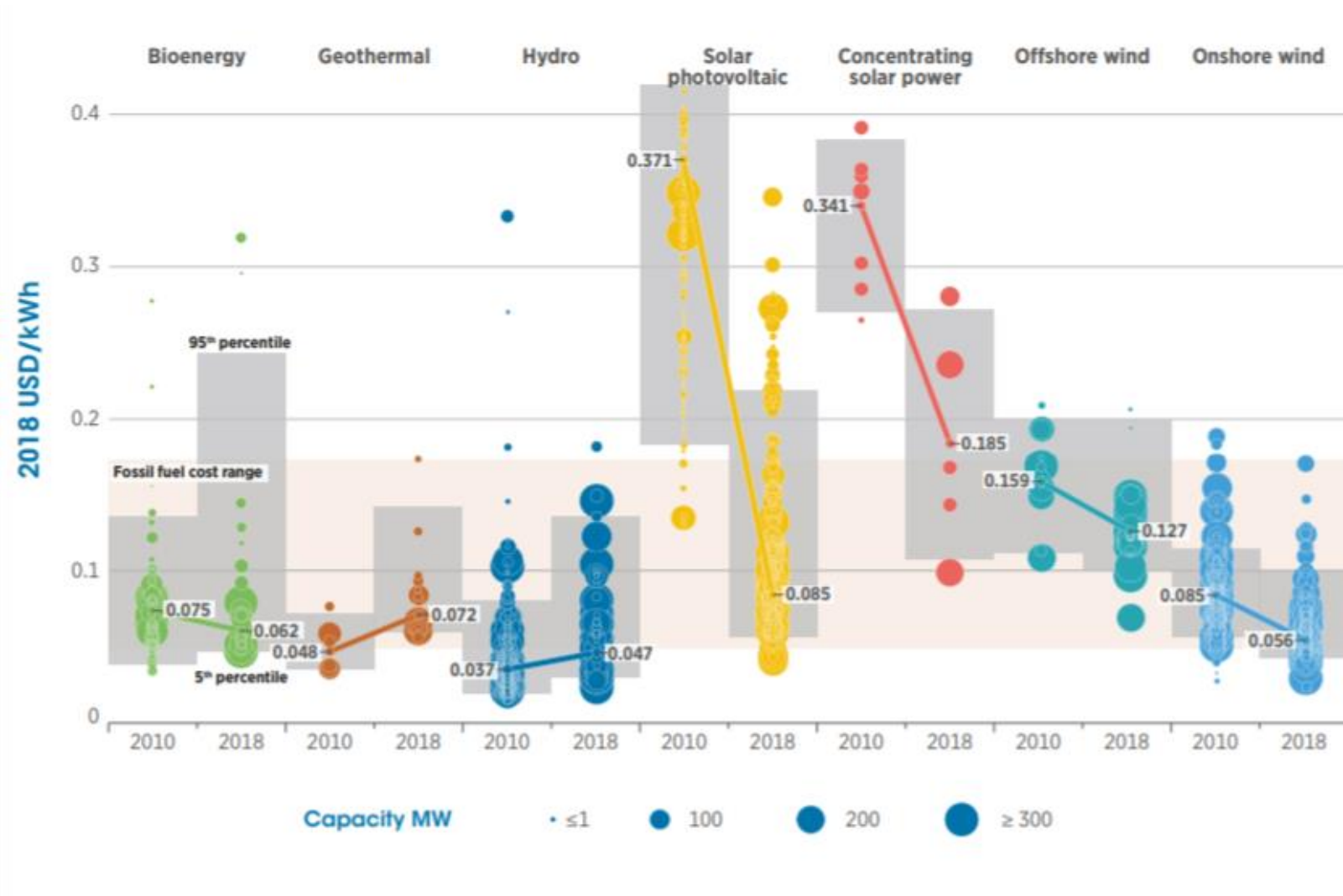
Global solar panel installations



Celkové náklady instalací onshore větrných elektráren podle zemí, 1983-2016



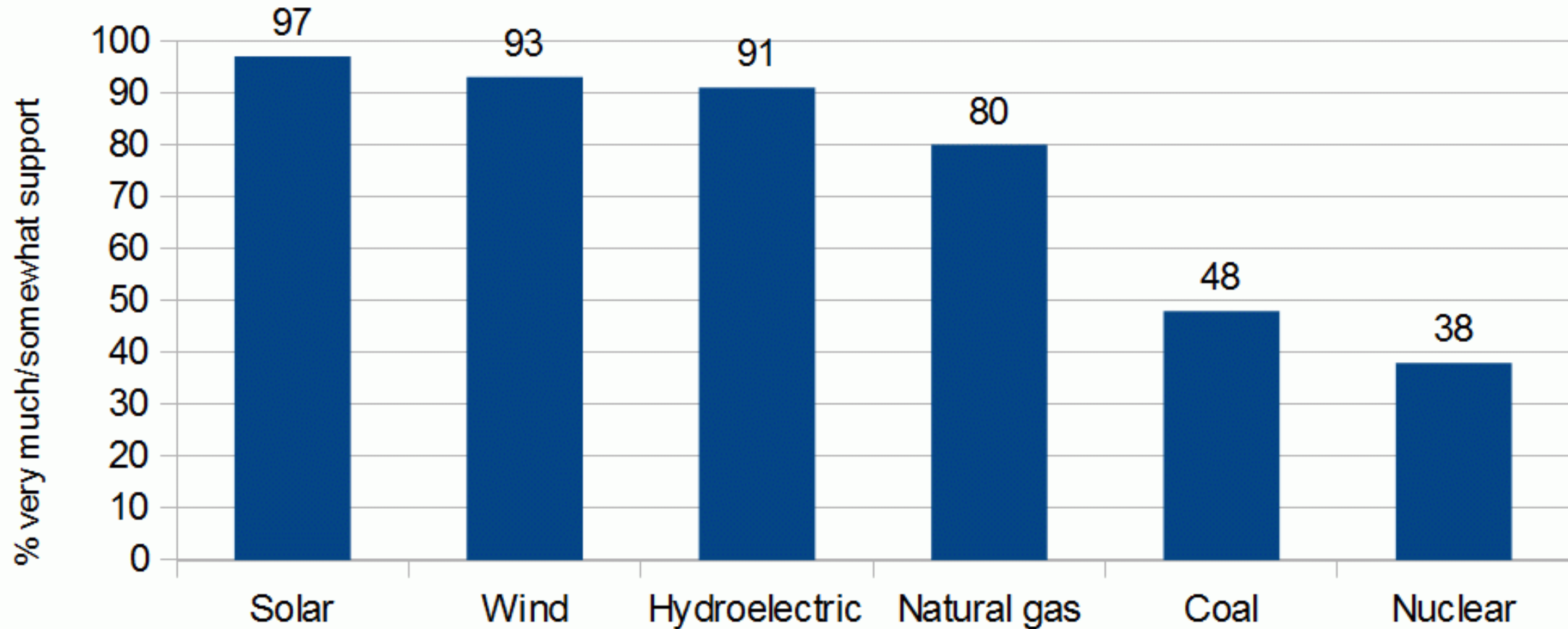
Globální LCOE u OZE průmyslových instalací, 2010 - 2018



Veřejná podpora a akceptace

Global public support for energy sources

"Please indicate whether you strongly support, somewhat support, somewhat oppose, or strongly oppose each way of producing energy"



Source: Ipsos, May 2011

Jaderné phase-outy

- Rakousko – 1997
- Německo – 2011
- Itálie – 1987 (po Černobylu)
- Švédsko - 1980 (po Three Mile Island), přehodnoceno v 2010.
- Nový Zéland – 1987
- ...
- ...

Německo - Vernunftkraft

VERNUNFTKRAFT.
Bundesinitiative für vernünftige Energiepolitik

Euer „Ökostrom“ zerstört
Paradiese.



Bitte kommt zur Vernunft.

Dank unsinniger Subventionen werden zigtausende Windkraftanlagen in die Wälder gebaut. Naturparks werden zu Industriezonen, die letzten Rückzugsräume vernichtet.

» www.vernunftkraft.de



Dahl, Severní Porýní - Vestfálsko

A power plant in your neighbourhood?

Acceptance of installations near residential areas [in Germany 2016]



73% Solar power



52% Wind power



38% Biogas



19% Gas

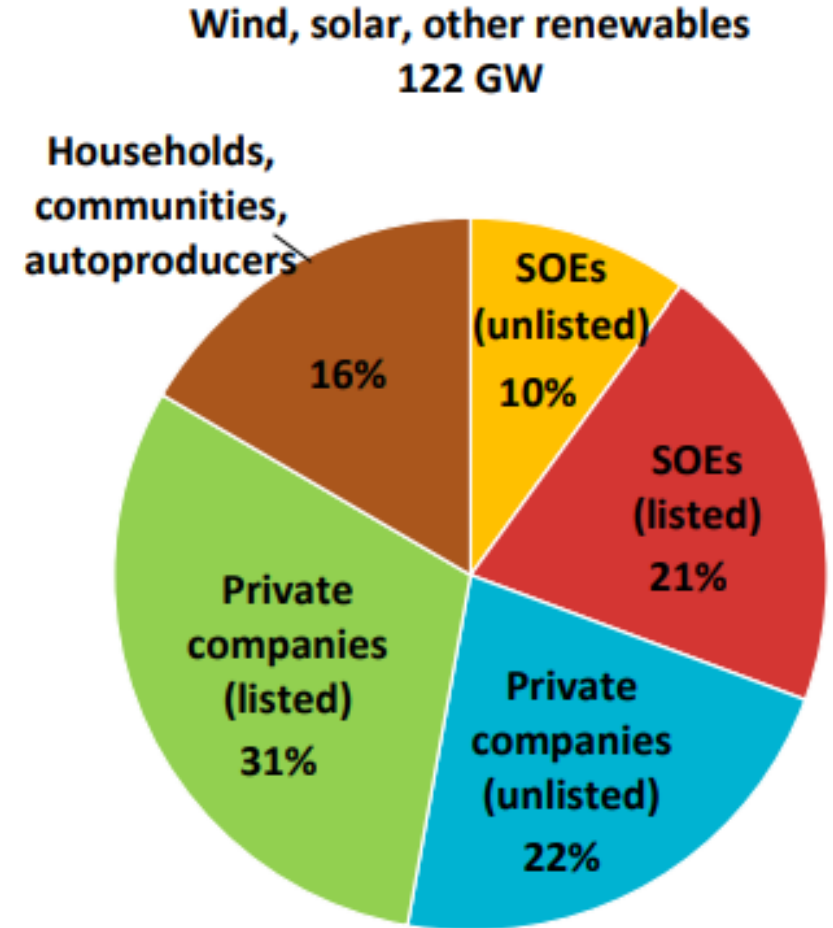
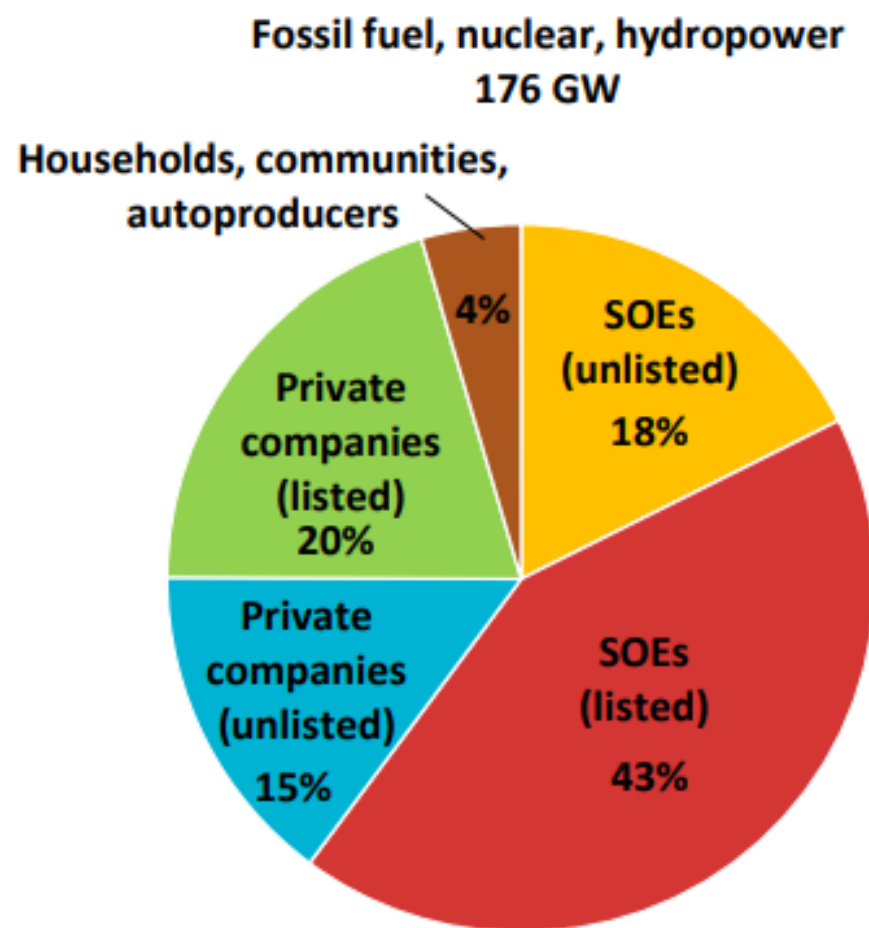


6% Coal



5% Nuclear

Globální vlastnictví elektrických výrobních kapacit v 2015



+ Setrvačnost socio-energetických systémů

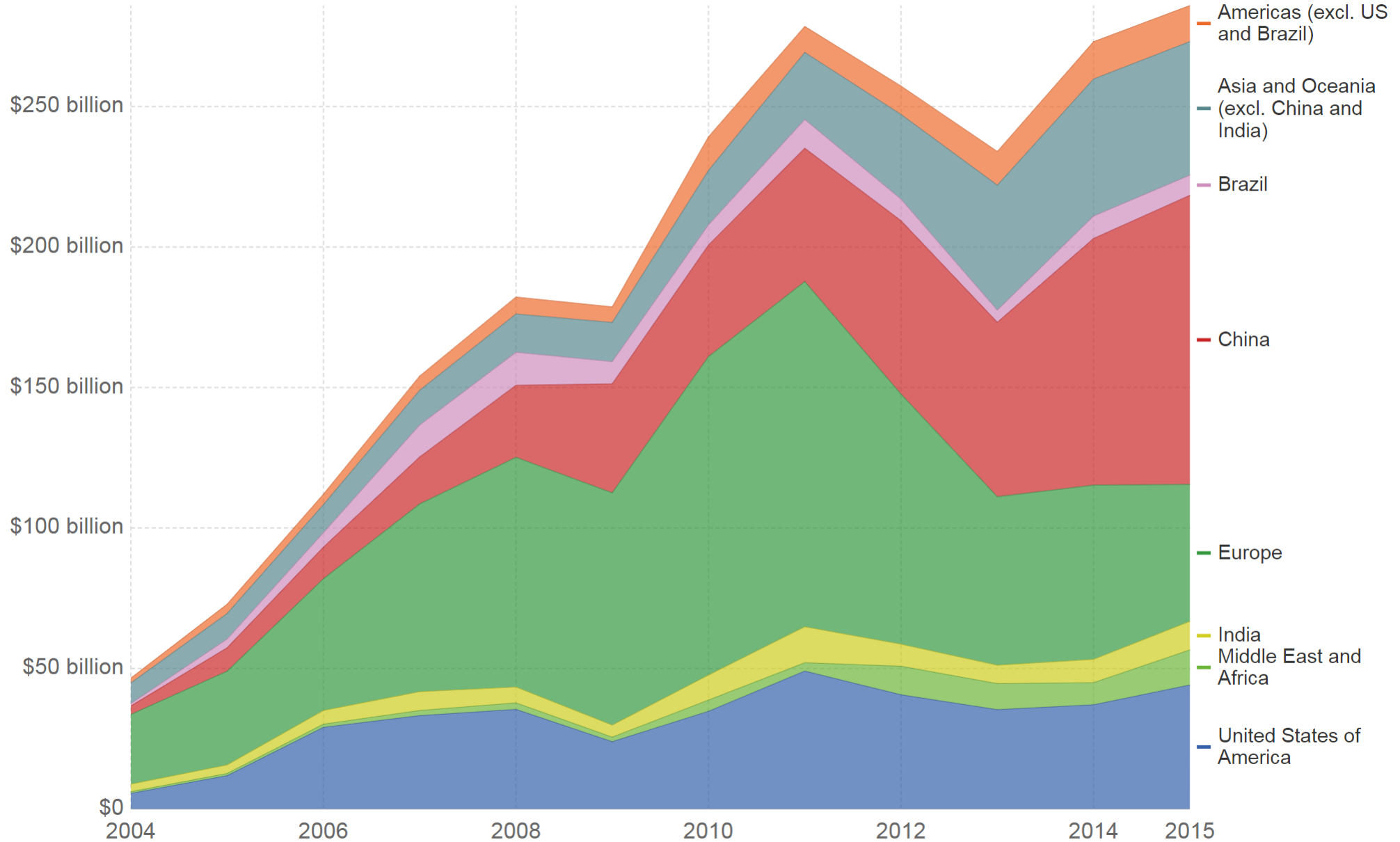
- Historické zájmy a utopené náklady existující infrastruktury.
- Status-quo aktéři vs. vyzyvatelé.
- Náklady přestavby celého systému.

+ Role vlády

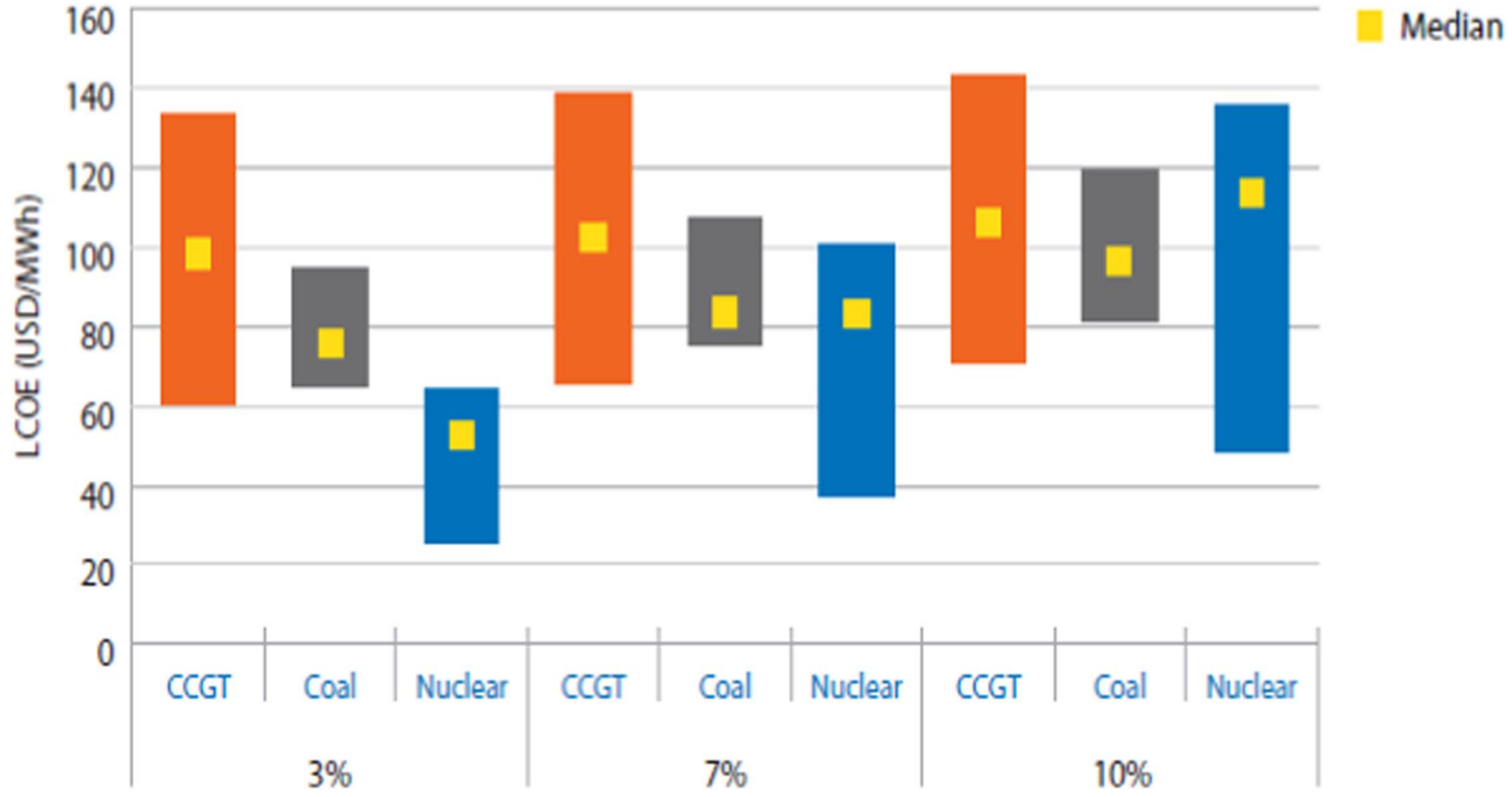


Renewable Energy Investment

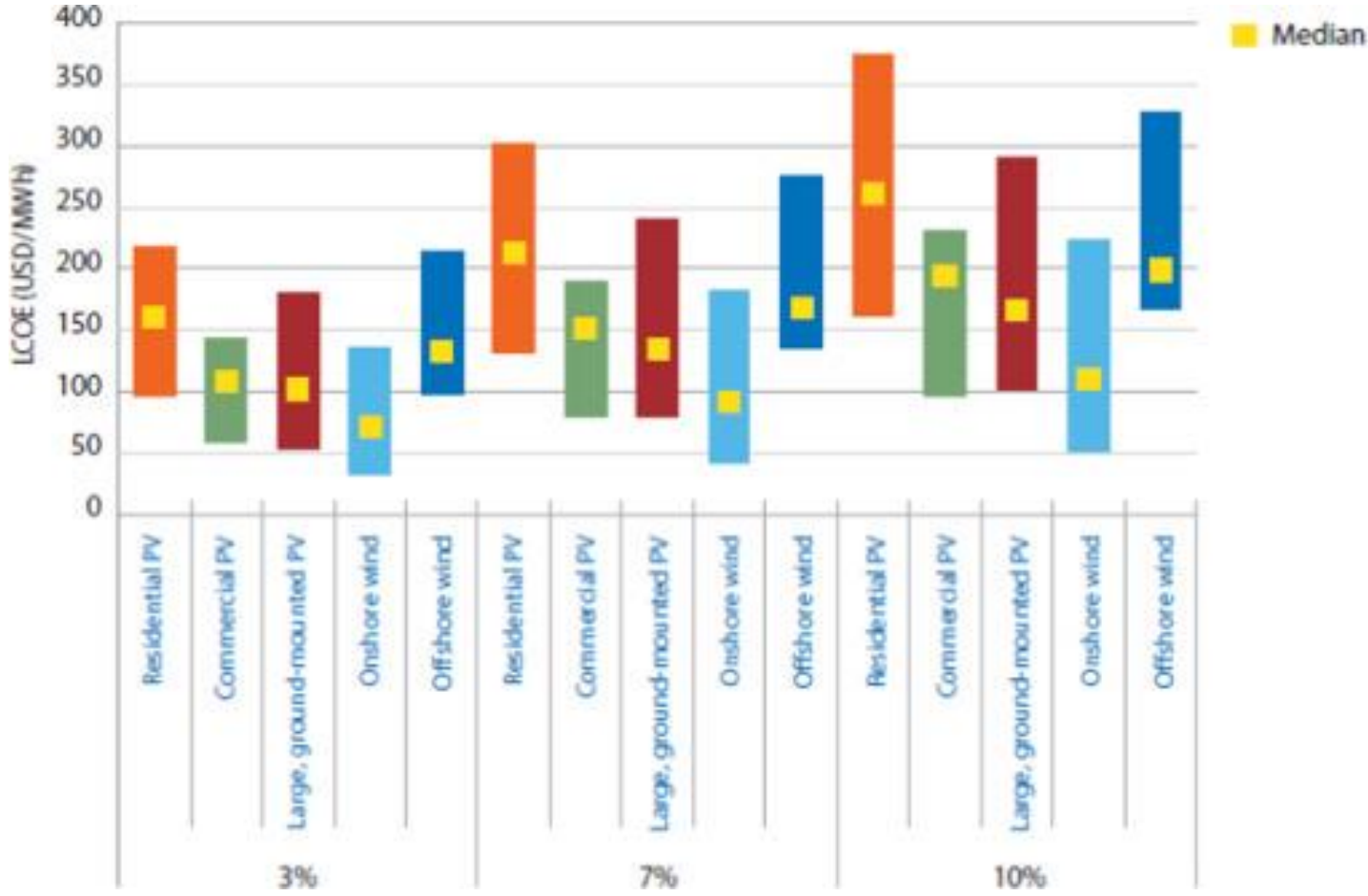
Investment in renewable energy technologies per year in billion US dollars by region.



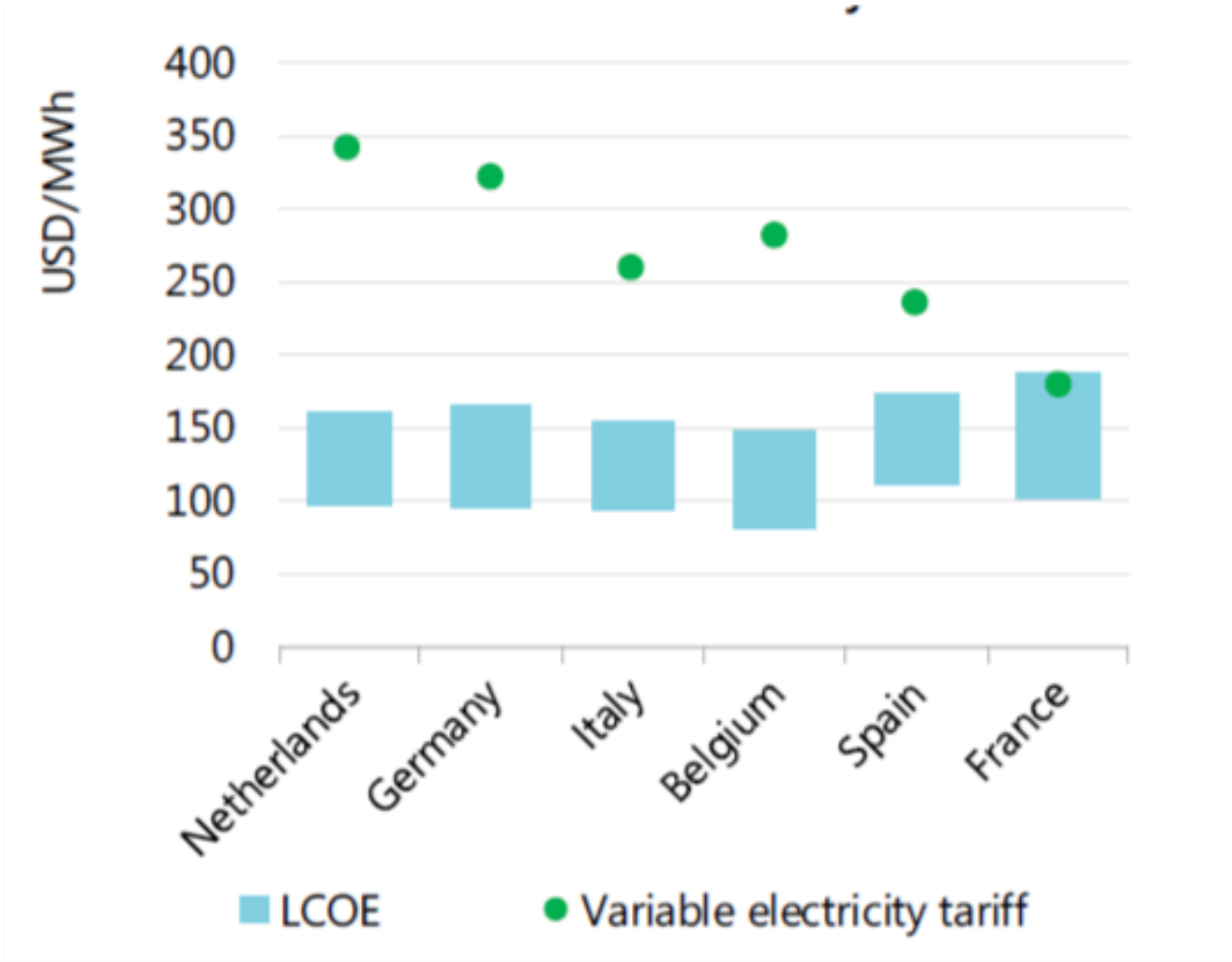
LCOE for base load technologies, at different discount rates



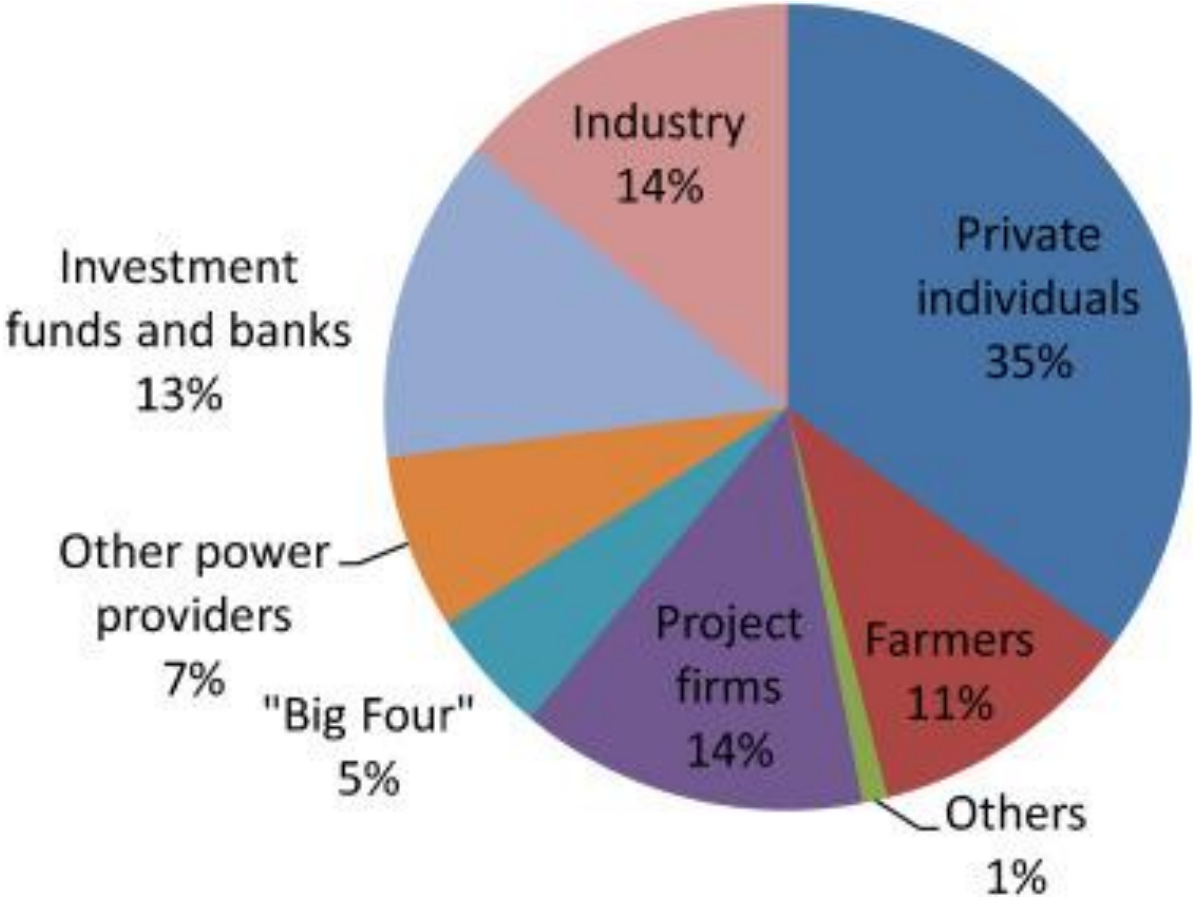
LCOE for RES technologies, at different discount rates



LCOE vs. variable electricity household tariff



Ownership of installed RE capacity in Germany (2012)

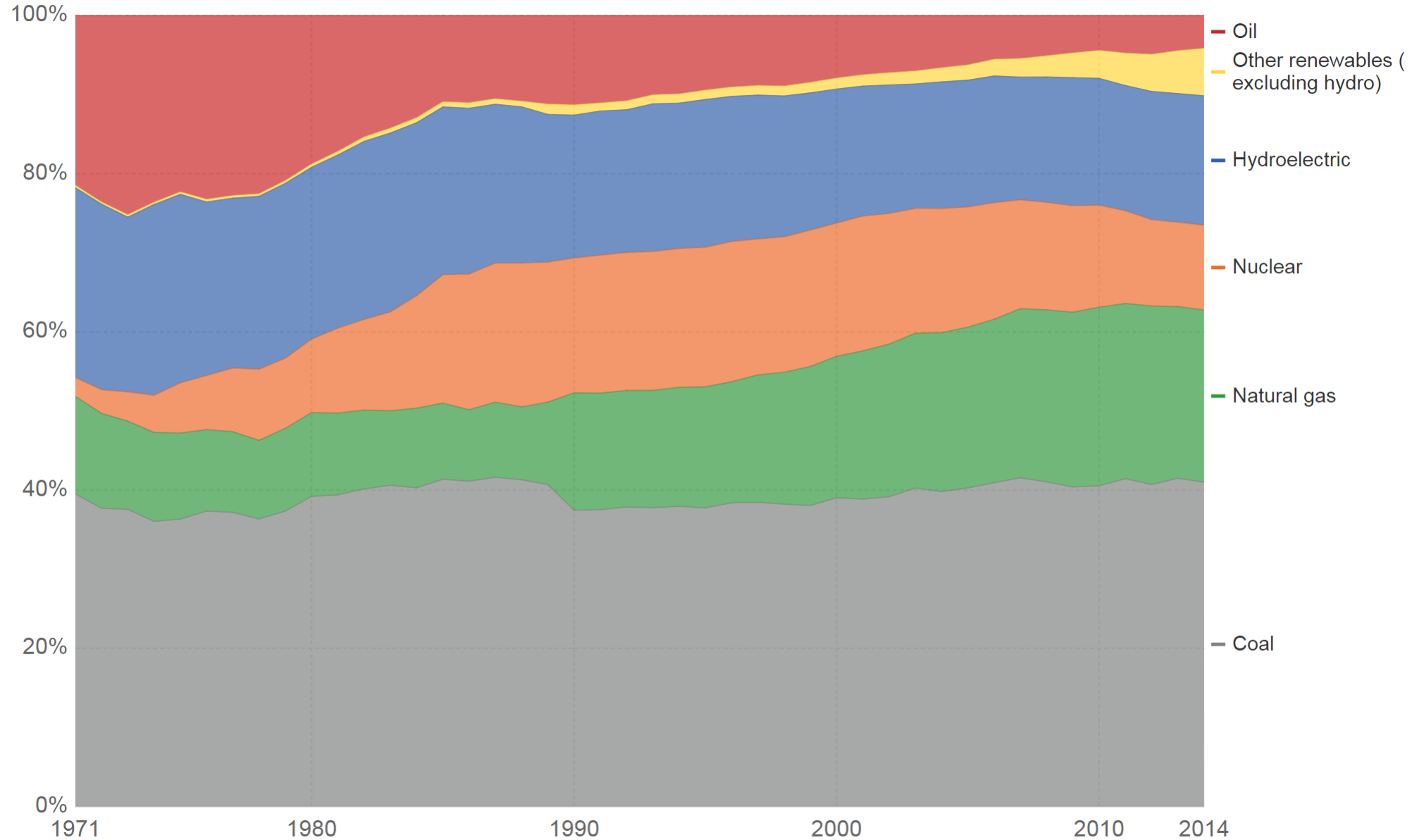


RES position in the EU

- Smaller unit costs, mechanisms driving prices down (auctioning).
- Positive, albeit changing public acceptance.
- Prosumers.
- Current price mechanisms not capable to accommodate RES.
- Support mechanisms in line with the EU rules.
- Cannibalization of price
- Intermittent production.

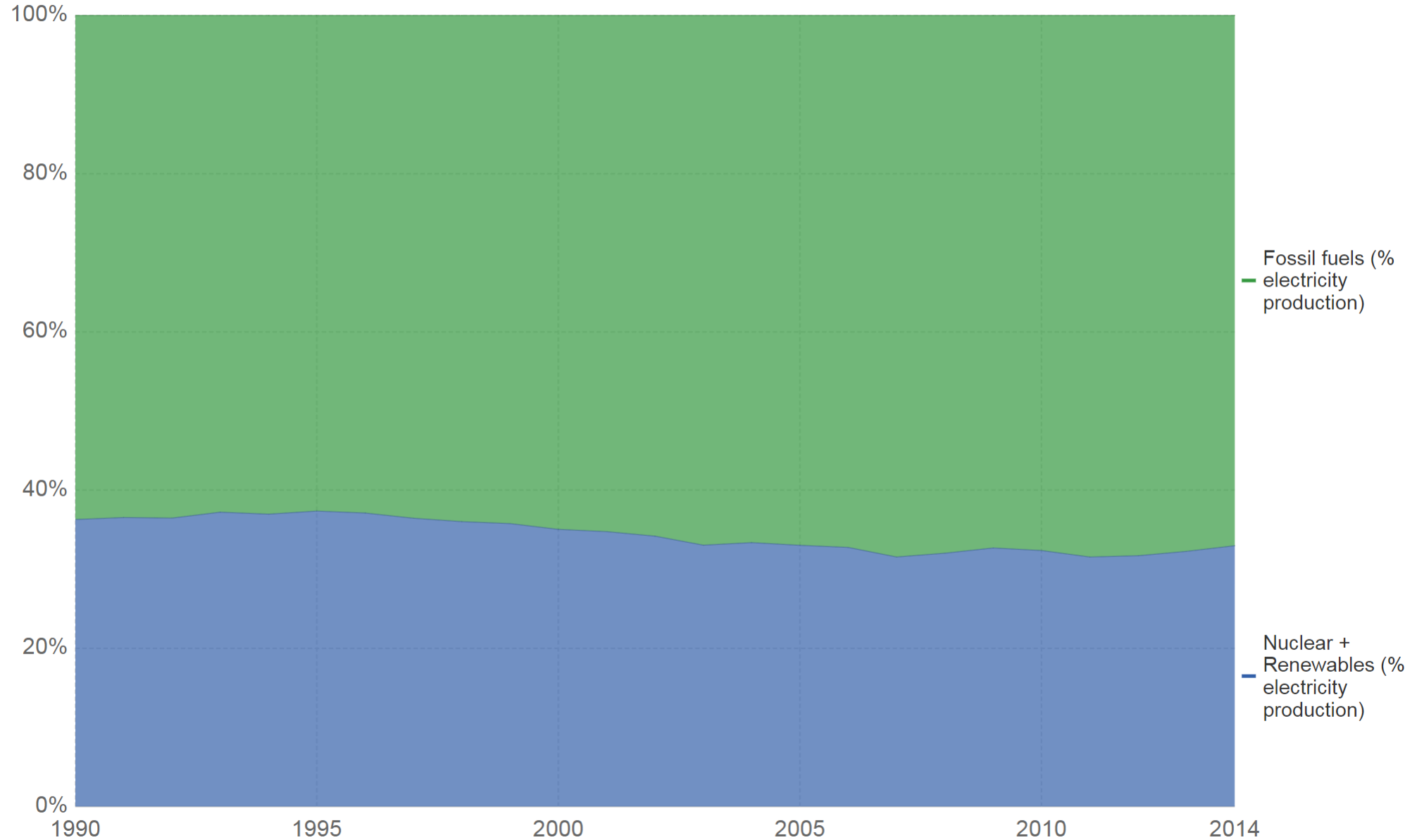
Electricity share by fuel source, World

Electricity production (measured as the percentage of total electricity production) by source (coal, oil, gas, nuclear, hydroelectric power and other renewables). Other renewables in this definition includes biomass, wind, solar, geothermal, and marine power.



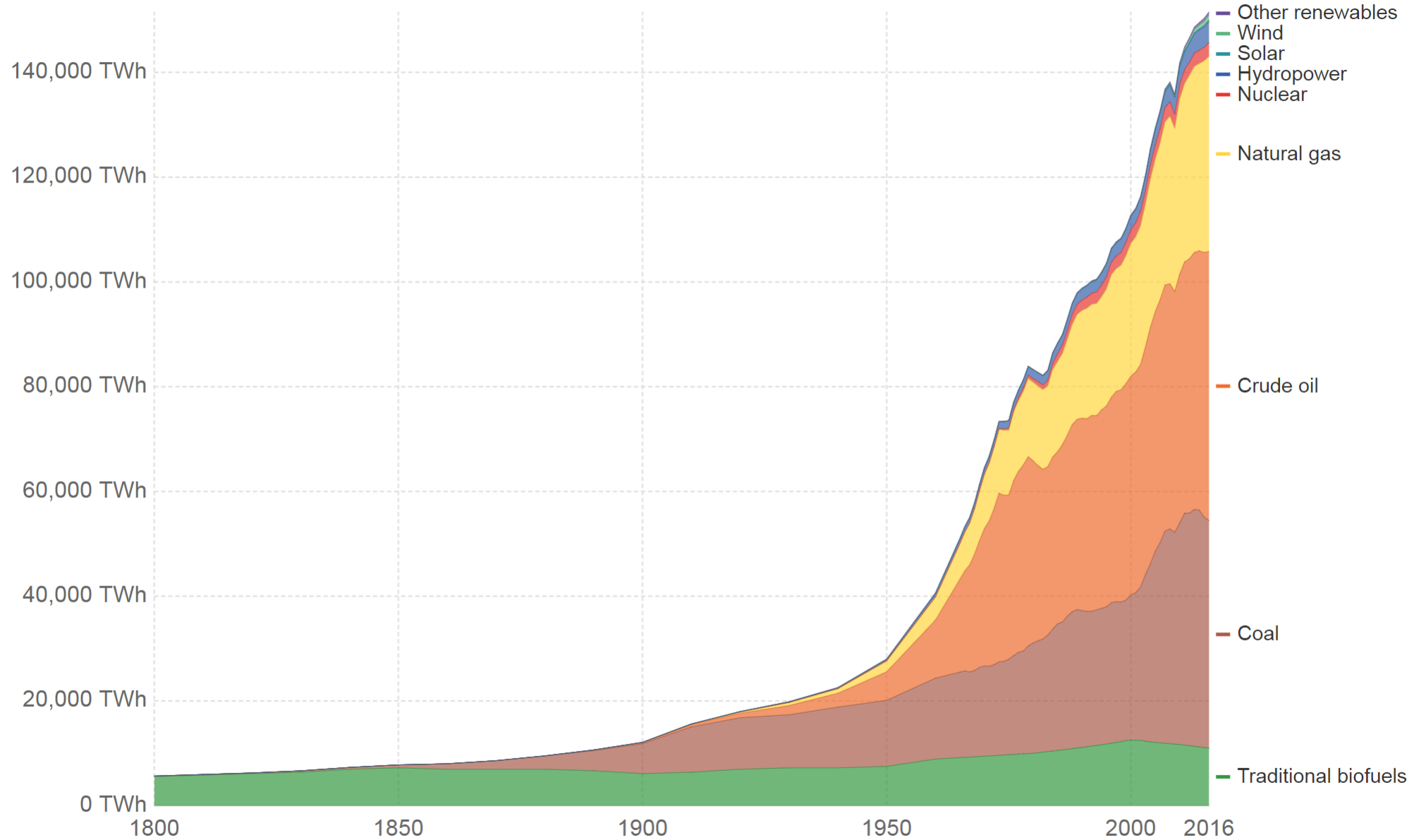
Global electricity production by source

Global electricity production, measured as the percentage contribution from fossil fuels (coal, oil and gas) and low-carbon sources (nuclear, hydropower, biomass, wind, solar, geothermal and marine power)



Global primary energy consumption

Global primary energy consumption by source, measured in terawatt-hours (TWh).



Source: Vaclav Smil (2017), Energy Transitions: Global and National Perspectives and BP Statistical Review of World Energy
OurWorldInData.org/energy-production-and-changing-energy-sources/ • CC BY-SA

Discussion

- Future of nuclear sources?
- Future of RES?
- Other options?

Sources

- Sovacool, B.K.; Gilbert, A.; Nugent, D. (2014): An international comparative assessment of construction cost overruns for electricity infrastructure.
- Lovering, J.R.; Yip, A.; Nordhaus, T.(2016): Historical construction costs of global nuclear power reactors.
- Suna, D.; Resch, G.(2016): Is nuclear economical in comparison to renewables?
- Khatib, H.(2016): A review of the IEA/NEA projected costs of electricity – 2015 edition.
- Hall, S.; Foxon, T.J.; Bolton, R.:(2016): Financing the civic energy sector: How financial institutions affect ownership models in Germany and the United Kingdom.
- IRENA (2019): Renewable Power Generation Costs in 2018.
- O'Connor, P. (2016): What is the learning Curve – and What Does it Means for Solar Power and for Electric Vehicles?
- IEA (2019): World Energy Investment 2019
- IEA (2019): Renewables 2019: Analysis and forecast to 2024