



ENERGETICKÝ MIX: EKONOMICKÉ A ENVIRONMENTÁLNÍ DOPADY

ENVIRONMENTÁLNÍ EKONOMIE

Zdeněk ŠLEGR, 2019

Foto: Autor, Delta Severní Dviny do Bílého moře, Archangelsk (RUS) 2019, Çamköy (TUR) 2019

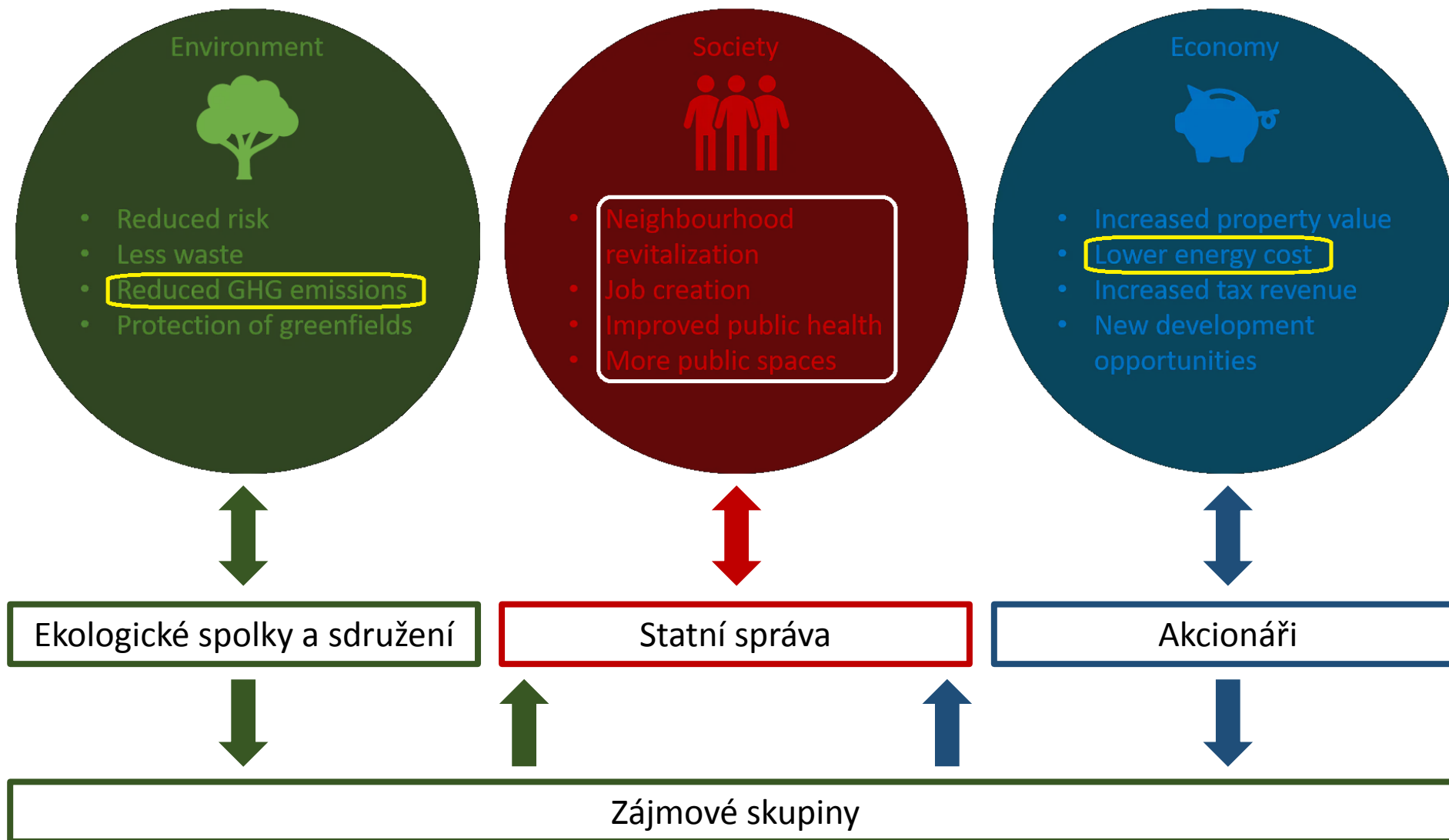
Obsah:

- Udržitelnost
 - Energetický mix
 - Kjótský protokol, Pařížská dohoda (teorie a praxe)
 - Liberalizace trhu s elektřinou
 - Emisní povolenky
 - Vývoj cen elektřiny
-
- **Praktické příklady kolize ekonomického a environmentálního přístupu**

Základní pojmy - Udržitelnost

- „...takový rozvoj, který naplňuje potřeby **přítomných** generací, aniž by ohrozil schopnost **budoucích** generací naplňovat potřeby své." *Bruntland Report for the World Commission on Environment and Development (1992)*
- „...proces změny, ve kterém využívání zdrojů, směřování investic, orientace technologického rozvoje a institucionální změny jsou v harmonii a zvyšují **současný i budoucí** potenciál uspokojování lidských potřeb a aspirací" *The World Commission on Environment and Development*

Základní pojmy - Udržitelnost



Základní pojmy - Udržitelná energie

- „...poskytovat energii tak, aby vyhovovalo potřebám současnosti, aniž by ohrozilo schopnost **budoucích** generací uspokojovat vlastní potřeby.“ *REEEP / Sustainable Energy Regulation Network*
- Udržitelná energie má dvě klíčové složky:
 - Obnovitelná energie a
 - Energetická účinnost

www.transbalt.ru

Základní pojmy - Udržitelná energie

- Obnovitelné zdroje
 - Voda
 - Vzduch
 - Slunce
 - Geotermální zdroje
 - Bio energie



- Neobnovitelné zdroje
 - Uhlí
 - Topné oleje
 - Zemní plyn
 - Jaderné energie

- Energetická účinnost znamená **vynaložení** méně energie na **zajištění** stejné úrovně energie. Jedná se tedy o jeden způsob snížení emisí skleníkových plynů v životním prostředí.

Základní pojmy - Energetick

- ...kombinace různých primárních zdrojů používaných k uspokojení poptávky energie v dané zeměpisné oblasti
- Primární energetické zdroje se používají pro výrobu energie, zajištění paliv pro přepravu a vytápění a chlazení obytných a průmyslových budov.
- Složení energetického mixu závisí na:
 - Poptávka po energií
 - Dostupnosti využitelných zdrojů na domácím trhu nebo možnost jejich dovozu.
 - Technologie
 - **Politických rozhodnutí**

Ilustrační foto: Autor, Diamantový důl, Archangelská oblast (RUS) 2019



Příklad: Politická rozhodnutí

- Turecko, 2018
- Stát: Vládní intervence na trhu s elektřinou
 - Cena elektřiny výrazně roste a její vývoj je garantován státem
- Uhelná elektrárna: Investice do snížení emisí
 - Vlastník elektrárny prodlužuje termín dokončení projektu o dva a půl roku
 - Nabízí benefit dodavatelům
 - Původní plánované dokončení: 2020
 - Nové plánované dokončení: 2022



Klíčové pojmy

- DOTACE
- ZÁJMOVÉ SKUPINY

Příklad: Spotřeba paliva za 1 hodinu

Hnědouhlená elektrárna:

(120 tun)



Černouhelná elektrárna:

(60 tun)



Jaderná elektrárna:

(1,375 kg)

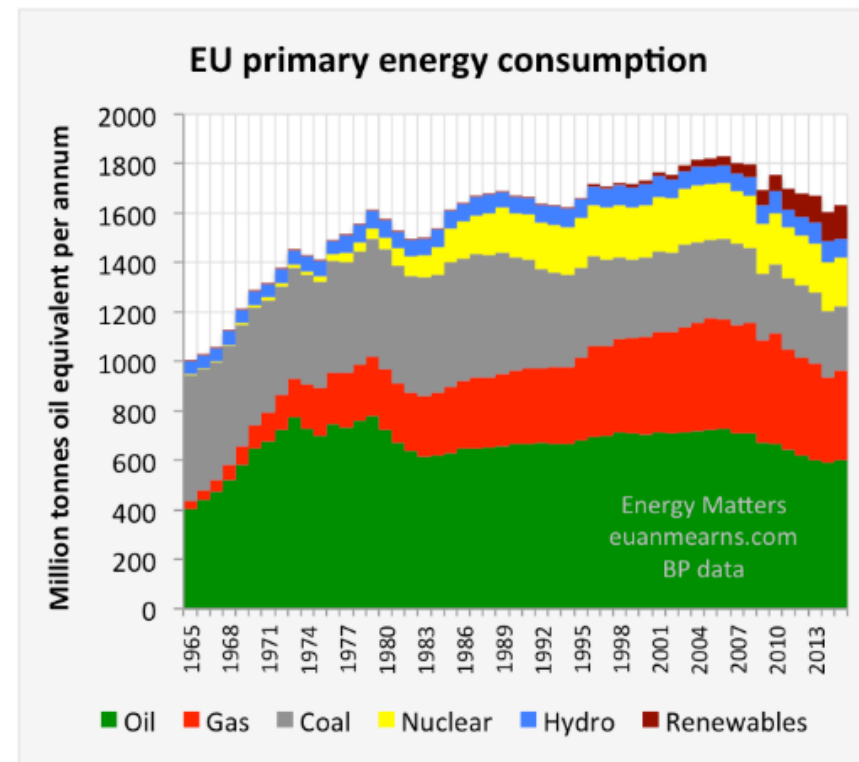
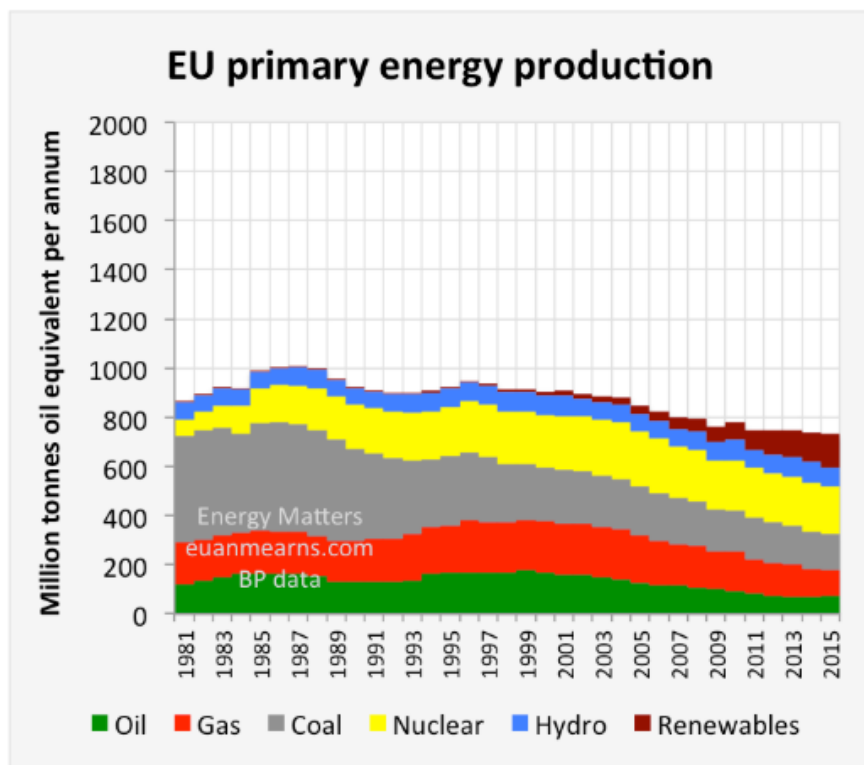


Kontejnerová loď:

(10 000 litrů = 60 barelů (~159 l))

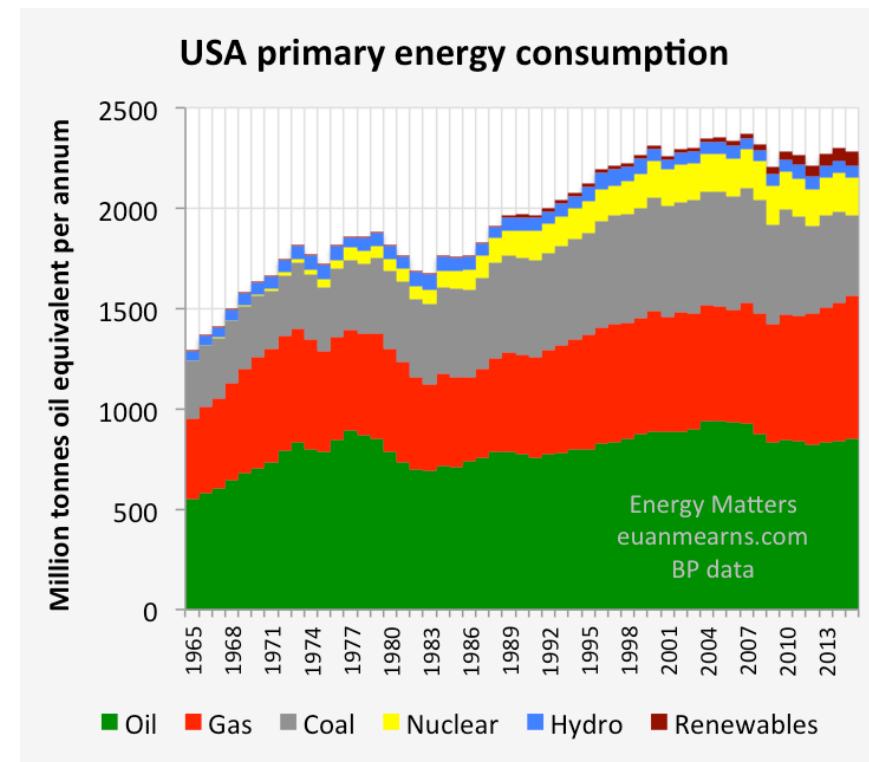
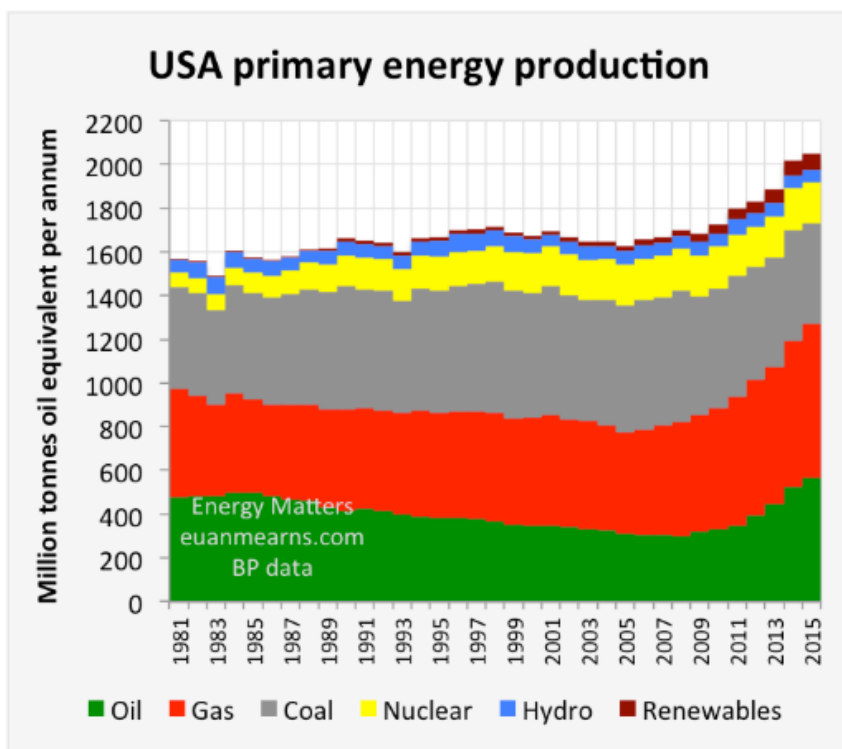


EU: Produkce vs. spotřeba energie



- Produkce < spotřeba: dovoz převážně z Norska a Ruska
- Útlum výroby energie z neobnovitelných zdrojů
- Závislost na dovozu

USA: Produkce vs. spotřeba energie



- Produkce ~ spotřeba
- Výrazně nižší ekologické zájmy
- Spotřeba energie mnohem vyšší než EU (téměř dvojnásobně / obyv.)

Hlavní milníky vývoje energetického mixu

- 1997: Kjótský protokol
- 2002-2006: Liberalizace trhu s elektřinou
- 2016: Pařížská dohoda

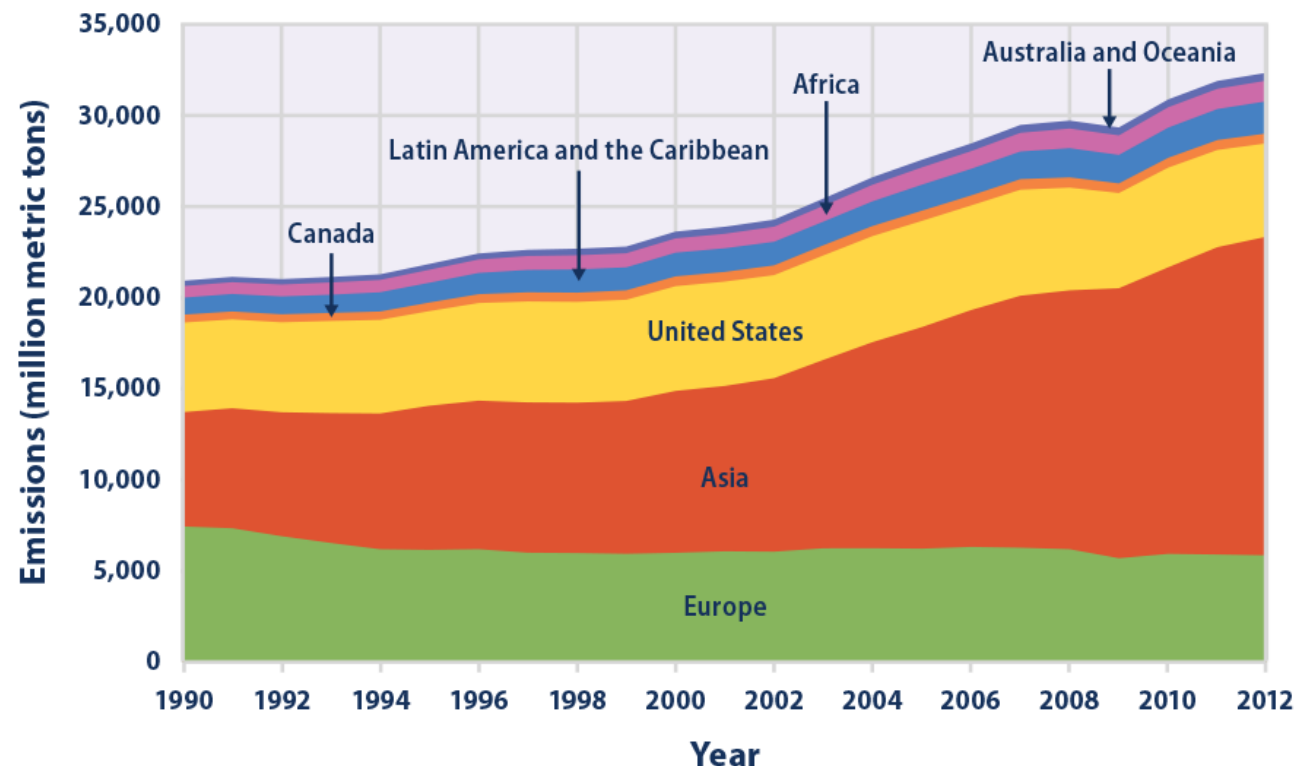
Kjótský protokol - Teorie

- Průmyslové země se zavázaly snížit emise skleníkových plynů o 5,2 %
- Podepsán 11.12.1997
- Podmínky účinnosti:
 - Ratifikace **>= 55 států** (ratifikovalo 132 zemí)
 - Ratifikace tolika státy, aby jejich podíl na emisích v roce 1990 činil **>= 55 %** (ratifikovalo 61,6%)
- Účinnost 16.2.2005 (diskuze ohledně flexibilních mechanismů)
- Protože USA protokol neratifikovaly, bylo zřejmé, že cíl 5,2% není možné splnit, i kdyby signatáři protokolu splnily své závazky
- Čína a Indie se ke konkrétním závazkům nepřipojily

Kjótský protokol - Praxe

- + Investice do obnovitelných zdrojů
- +/- Zavedení flexibilních mechanismů
 - obchodování s emisemi;
 - společně zaváděná opatření;
 - mechanismus čistého rozvoje.
- Růst emisí skleníkových plynů

Global Carbon Dioxide Emissions by Region, 1990–2012



Pařížská dohoda - Teorie

- Cíl: Omezit emise skleníkových plynů po roce 2020 (pokračování Kjótského protokolu)
- Podepsána: 22.4.2016 >>> Účinnost: 4.11.2016
- Účel:
 - Udržení nárůstu globální průměrné teploty pod hranicí 2 °C oproti hodnotám před průmyslovou revolucí...;
 - ... posilování ... nízkoemisního rozvoje způsobem, který neohrozí produkci potravin;
 - sladění finančních toků s nízkoemisním rozvojem odolným vůči změně klimatu
- vytvoření finančního mechanismu na podporu opatření na ochranu klimatu v rozvojových zemích
 - => nejméně 100 miliard dolarů ročně

Pařížská dohoda – „Praxe“

- + Závazky všech smluvních stran (včetně Číny a Indie, USA...)
- Donald Trump 1.6.2017 oznamuje odstup od dohody
 - S právním účinkem od roku 2020
 - Prakticky již nyní
- Podle studií je nereálné dosáhnout 2°C: většina průmyslových zemí neučinilo žádné kroky ke zlepšení stavu
- Žádné sankční mechanismy v případě nedodržení
 - Ekologická daň „poteče“ do státní kasy

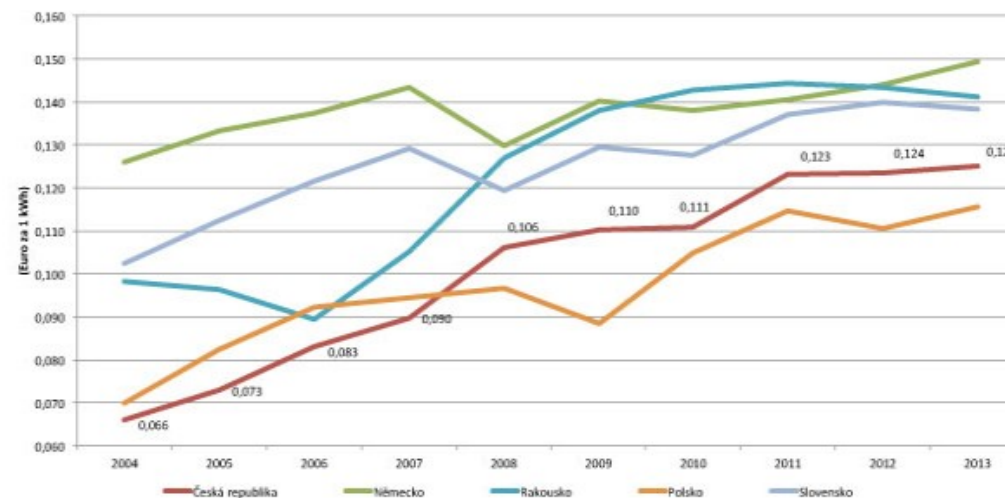
Liberalizace trhu s elektřinou - Teorie

- **Cíl:**
 - Posílení konkurenčního prostředí;
 - Vytvoření tlaku na nižší ceny elektřiny.
- **Inspirace:** Spojené království v 90. letech
- **Důvod:**
 - Elektřina se obchodovala pouze uvnitř jednotlivých zemí s rozdílnými cenami;
 - Záleželo na druhu paliva, které se používalo k její výrobě.
- **Předpoklad:**
 - Zachování monopolu v distribuci
 - Více různých obchodníků s elektřinou
 - Snižování cen energií
- **Realizace:** 2002-2006

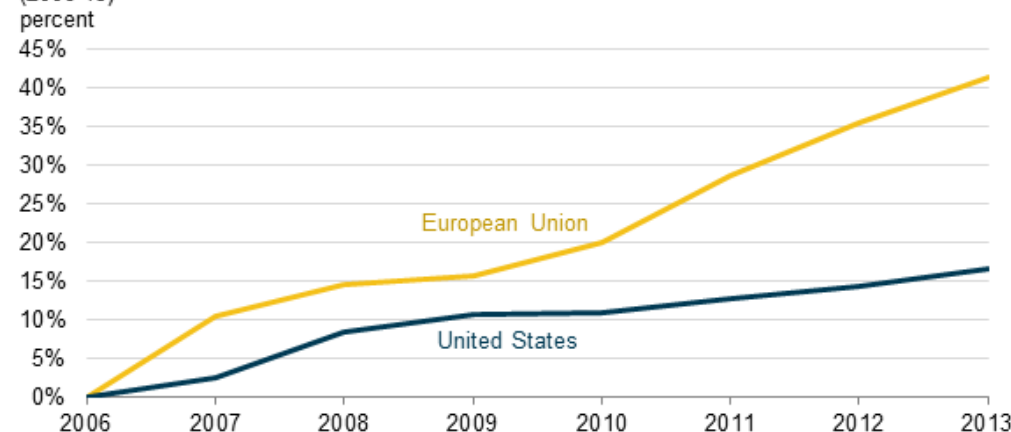
Liberalizace trhu s elektřinou - Praxe

- +/- Dvoukolejný systém:
 - Konkurence mezi dodavateli
 - Regulace při distribuci energie
- Technické bariéry:
 - Technické limity přenosových soustav
- + Priorita elektřiny z obnovitelných zdrojů v síti
- Vývoj cen elektřiny →

Vývoj cen silové elektřiny od roku 2004



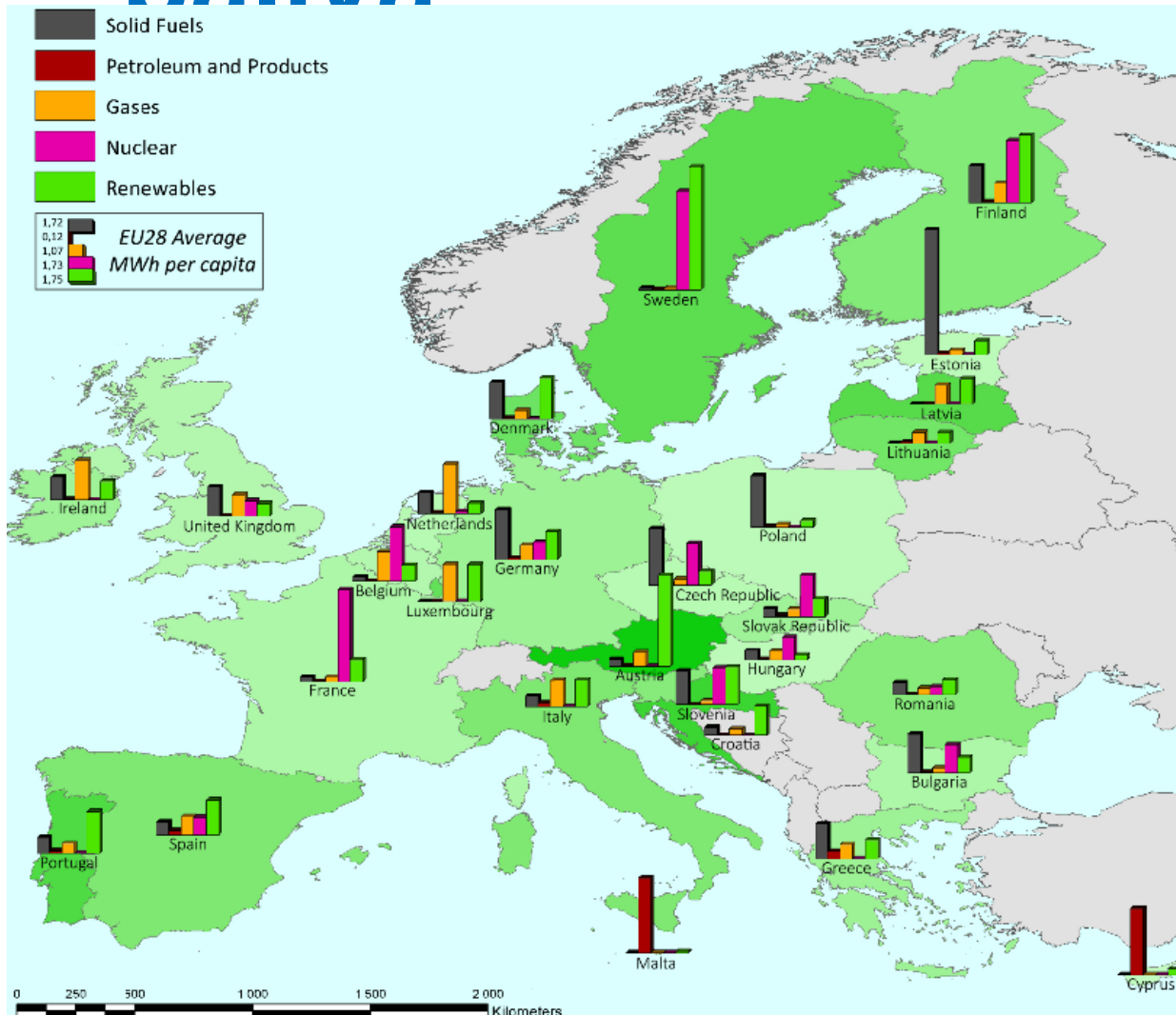
Change in average residential electricity prices in Europe and the United States (2006-13) percent



Liberalizace trhu s elektřinou – Distribuční síť



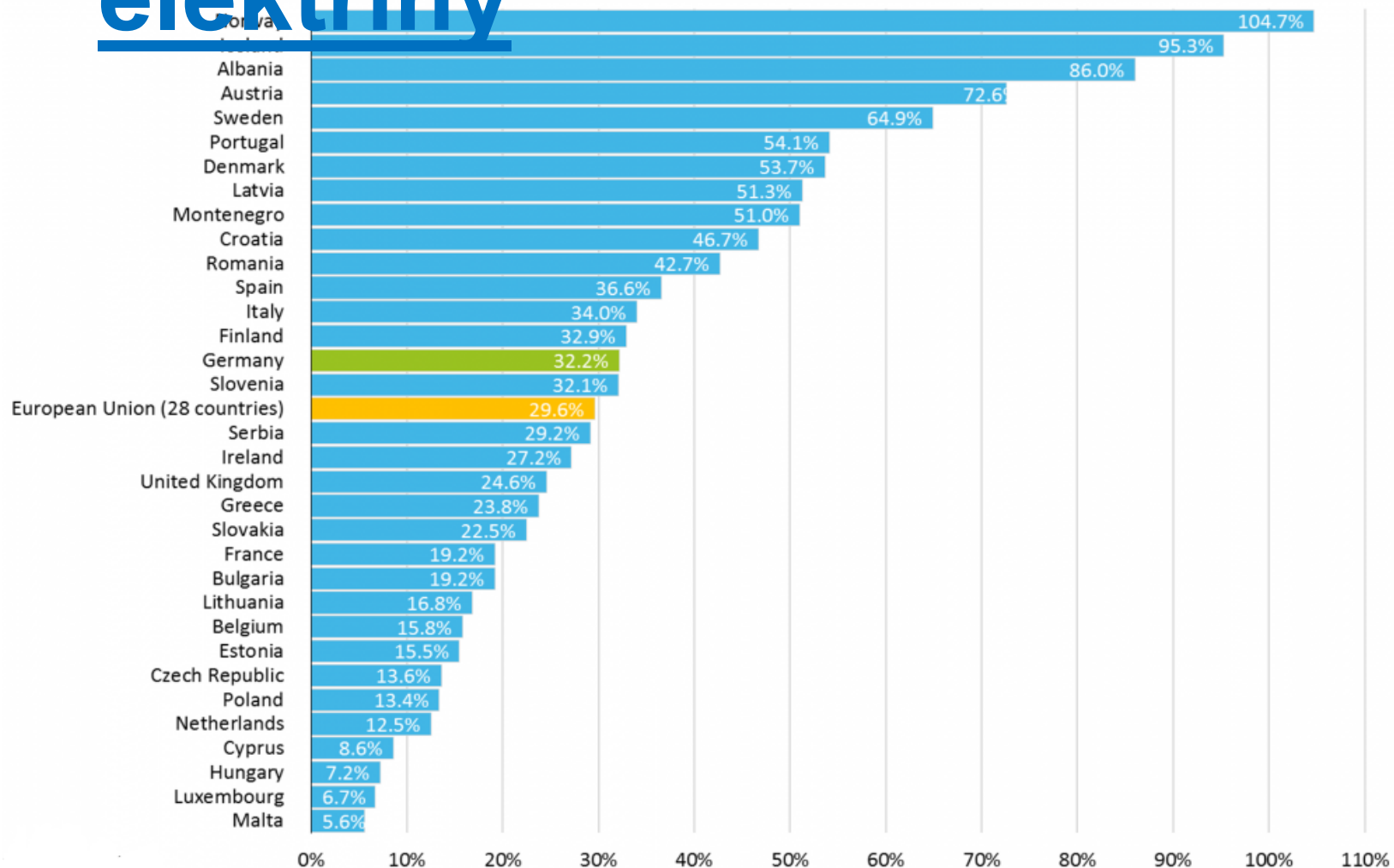
Výroba elektřiny na obyvatele dle paliva



Zajímavosti:

- **Estonsko**
 - Světový unikát: výroba ropy z břidlicových segmentů
 - Odpadní materiály exportovány do Finska a Polska na zpevnění přístavů
- **Malta a Kypr:**
 - 95% výroby elektřiny z topných olejů
- **Francie:**
 - Největší spotřebitel jaderné energie
- **Belgie, Maďarsko, Slovensko:**
 - Více než 50% pochází z jaderné energie
- **Rakousko:**
 - Největší podíl obnovitelných zdrojů (80%)

Podíl obnovitelných zdrojů ve výrobě elektřiny



Albánský paradox:

+ Téměř 100% výroba elektřiny z obnovitelných zdrojů (hydro)

- Jednostranná závislost

- Pravidelné problémy s výpadky elektřiny v období sucha

- Potřeba instalace dalších jednotek
⇒ Ničení životního prostředí a unikátní přírody

Řešení:

- Instalace solárních a větrných elektráren za pomoci zahraničních investorů

Příklad: Situace v Německu



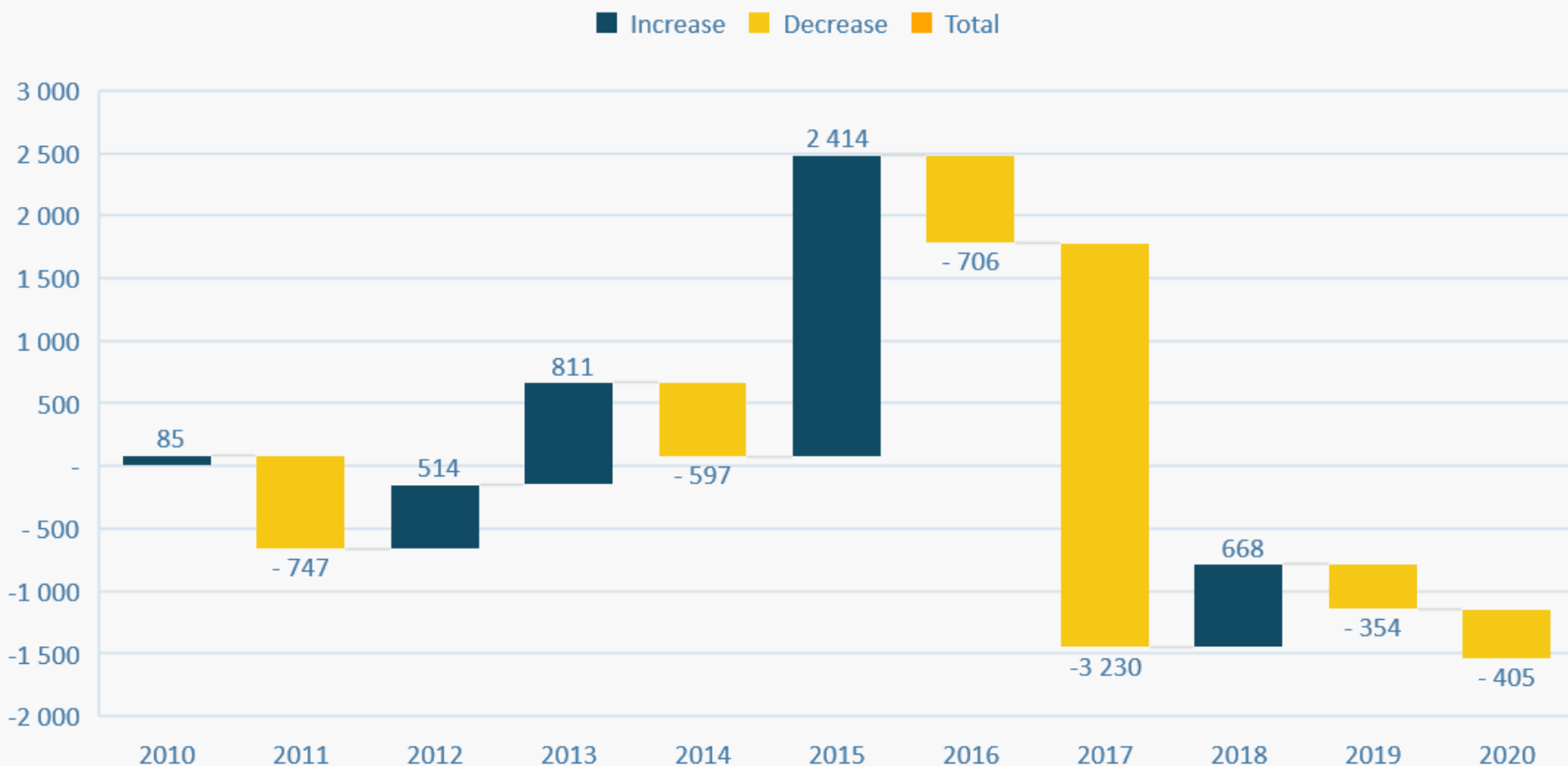
- **Plán:** do roku 2038 ukončit výrobu elektřiny z uhlí
- **Cíl:**
 - Snížení produkce škodlivin
 - Udržení cen energií na stávající úrovni
 - Vytvořit nová pracovní místa v regionech, které jsou závislé na uhelném průmyslu
- **Nástroje:**
 - 1. vlna = uzavření 24 jednotek
=> kompenzace 40 mEUR (bez sociálních kompenzací a cenových záruk)
- **Výsledek:**
 - Finanční? Vláda „kupuje“ elektrárny, aby je mohla uzavřít.



Příklad: Situace v Německu



Balance of added & retired capacity of coal power plant (in MW)



Bilance 2010 - 2020

Přidaná kapacita:
= 11 568 MW

Uzavřené bloky:
= - 13 113 MW

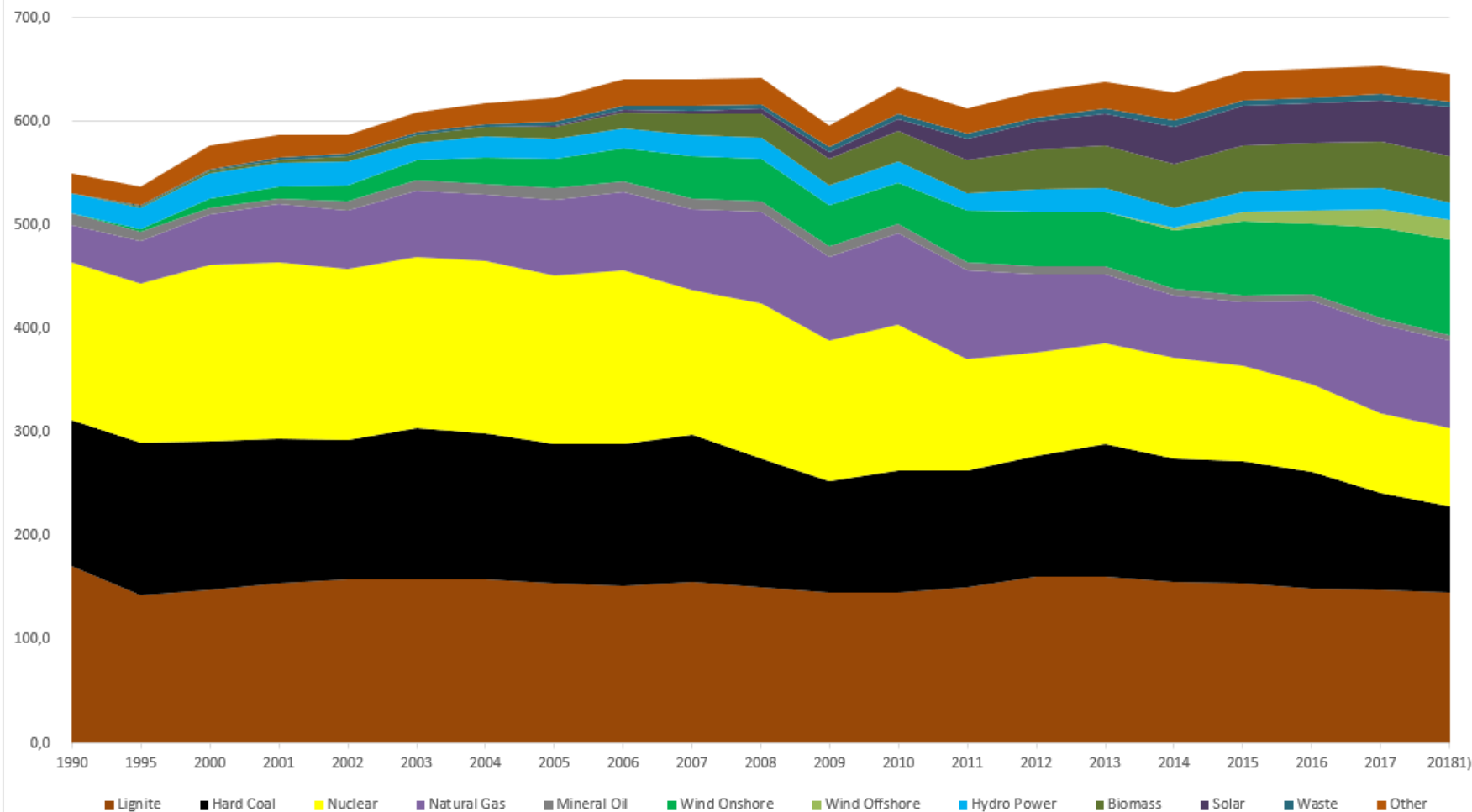
Celková bilance:
= - 1 545 MW

(t.j. ekvivalent dvojnásobku výkonu elektrárny Chvaletice)

Příklad: Situace v Německu



Energy mix development in Germany 1990 - 2018 (billion kWh)



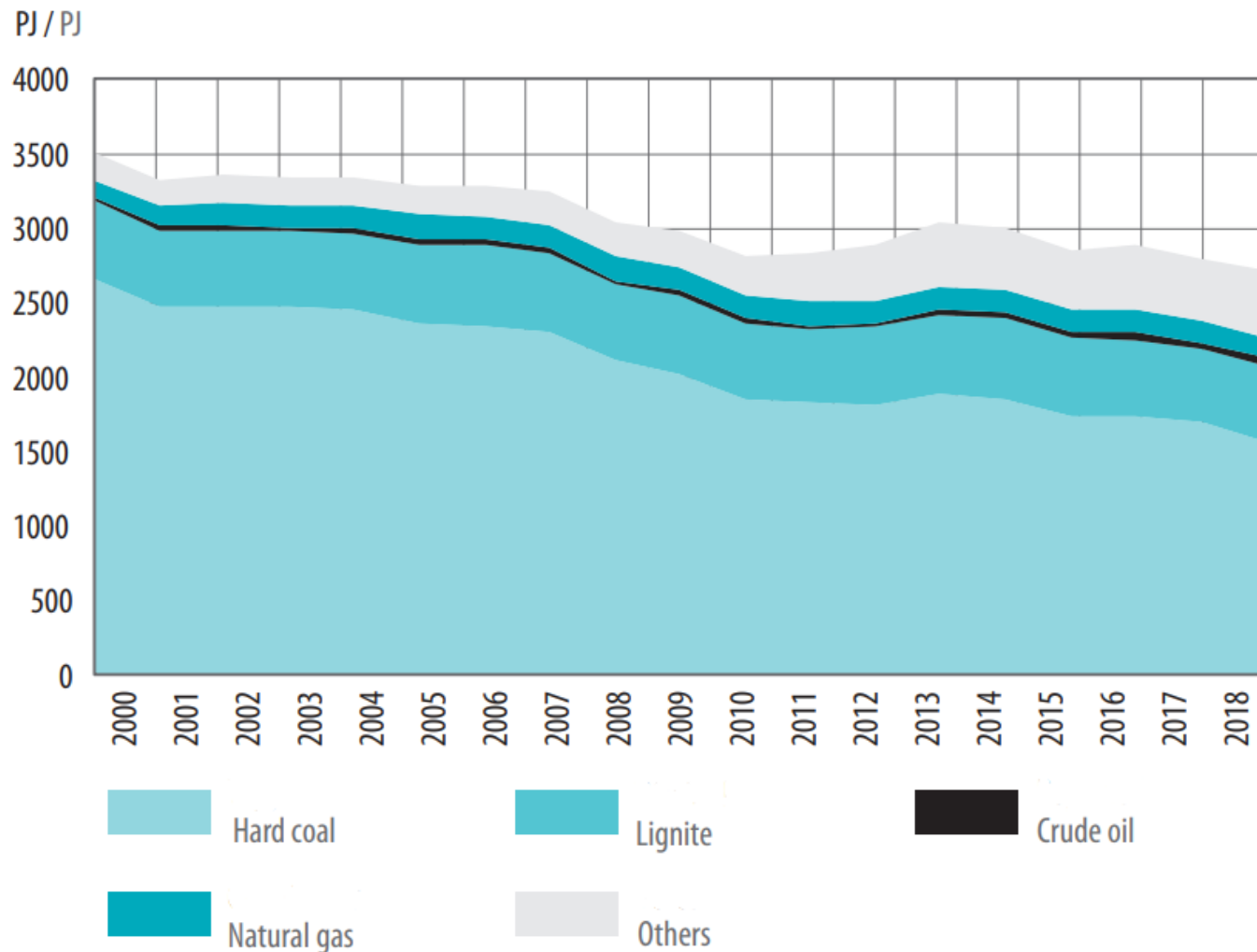
Změny v procentních bodech:

	2018 - 1990	2018 - 2010
Lignite	-8,6	-0,5
Hard Coal	-12,7	-5,6
Nuclear	-15,9	-10,4
Natural Gas	6,4	-1,2
Mineral Oil	-1,2	-0,6
Renewables	31,4	18,3
Wind Onshore	-	8,2
Wind Offshore	3	3
Hydro Power	-1	-0,7
Biomass	-	2,5
Solar	-	5,3
Waste	-	0,3
Other	0,6	0

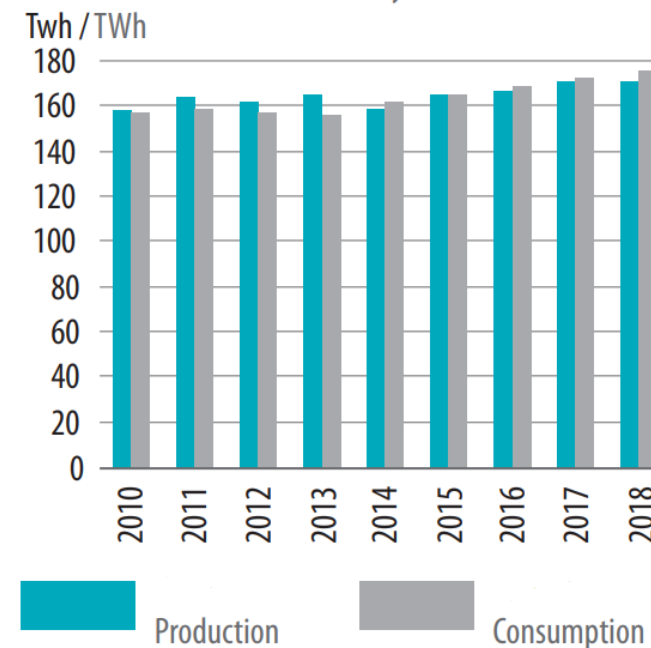
Příklad: Situace v Polsku



Primary energy production



Electricity



- Vyrovnaná bilance produkce / spotřeba
- 0% výroby z jaderné energie

Příklad: Uhelná elektrárna Ostrolenka C

- Výstavba nové elektrárny na uhlí *Ostrolenka C*
- **Důvod:** Využití uhelných zásob v Polsku a zajištění kapacitních mechanismů
 - Kapacitní mechanismus = kvůli (nestálé) výrobě elektřiny z ekologických zdrojů je potřeba zajistit dostatek výkonových rezerv pro zvýšení bezpečnosti dodávek elektrické energie
- **Kompromis:** Polsko souhlasí se snížením emisního limitu, ale dostává výjimku pro kontrakty do konce roku 2019
- **Dopad:** Cash Flow zajištěné v Polsku (vlastní výroba). Environmentální dopad kompenzovaný socio-ekonomickou stabilitou.
- **Kritika:** Slabý environmentální přístup. Polská města patří k nejznečištěnějším v EU.
- **Aktuální stav:** Ekologická organizace uspěla u polského soudu – stavba pozastavena

Příklad: Ovzduší v evropských městech

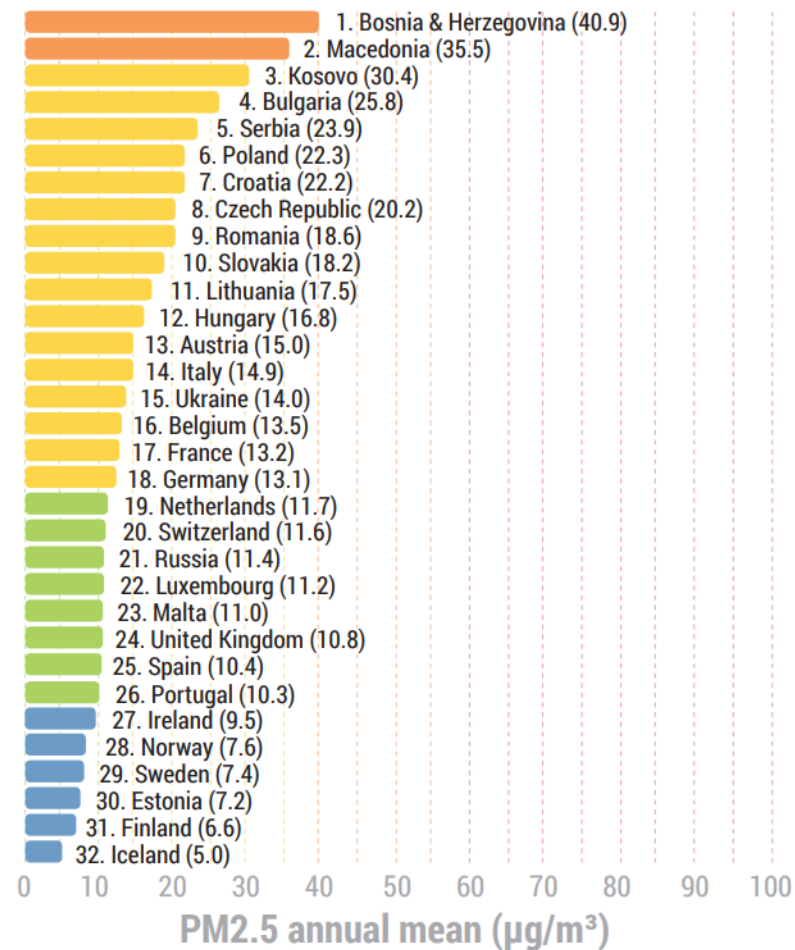
Most Polluted Regional Cities

Rank	City	2018 AVG
1	Lukavac, Bosnia & Herzegovina	55.6
2	Zivinice, Bosnia & Herzegovina	54.0
3	Tetovo, Macedonia	44.6
4	Tuzla, Bosnia & Herzegovina	43.1
5	Jaworzno, Poland	38.9
6	Sarajevo, Bosnia & Herzegovina	38.4
7	Kumanovo, Macedonia	37.2
8	Bitola, Macedonia	36.3
9	Dolni Lutyne, Czech Republic	35.8
10	Skopje, Macedonia	34.0
11	Sassuolo, Italy	31.2
12	Pristina, Kosovo	30.4
13	Katowice, Poland	30.4
14	Torbolo Casaglia, Italy	30.3
15	Otwock, Poland	30.2

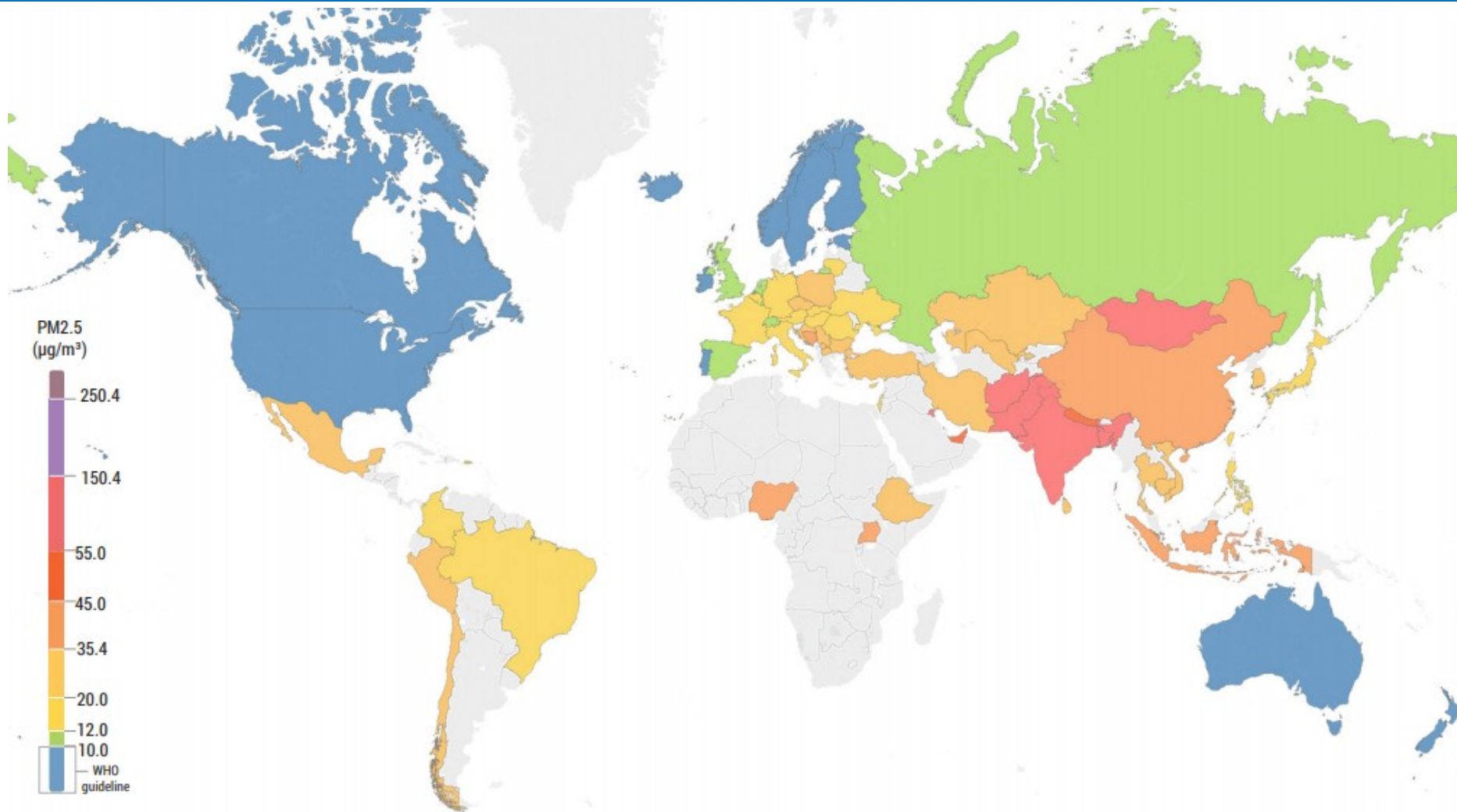
Cleanest Regional Cities

Rank	City	2018 AVG
1	Bredkalen, Sweden	3.0
2	Husavik, Iceland	3.1
3	Santana, Portugal	3.4
4	Grundartangi, Iceland	3.7
5	Kuopio, Finland	3.9
6	Salao, Portugal	4.3
7	Vaasa, Finland	4.3
8	Hafnarfjoerdur, Iceland	4.3
9	Alacant, Spain	4.4
10	Saint-Pierre, France	4.6
11	Narvik, Norway	4.6
12	Albalat dels Tarongers, Spain	4.7
13	Umeå, Sweden	4.9
14	Norr Malma, Sweden	5.0
15	La Granja de San Ildefonso, Spain	5.0

Country/Region Ranking



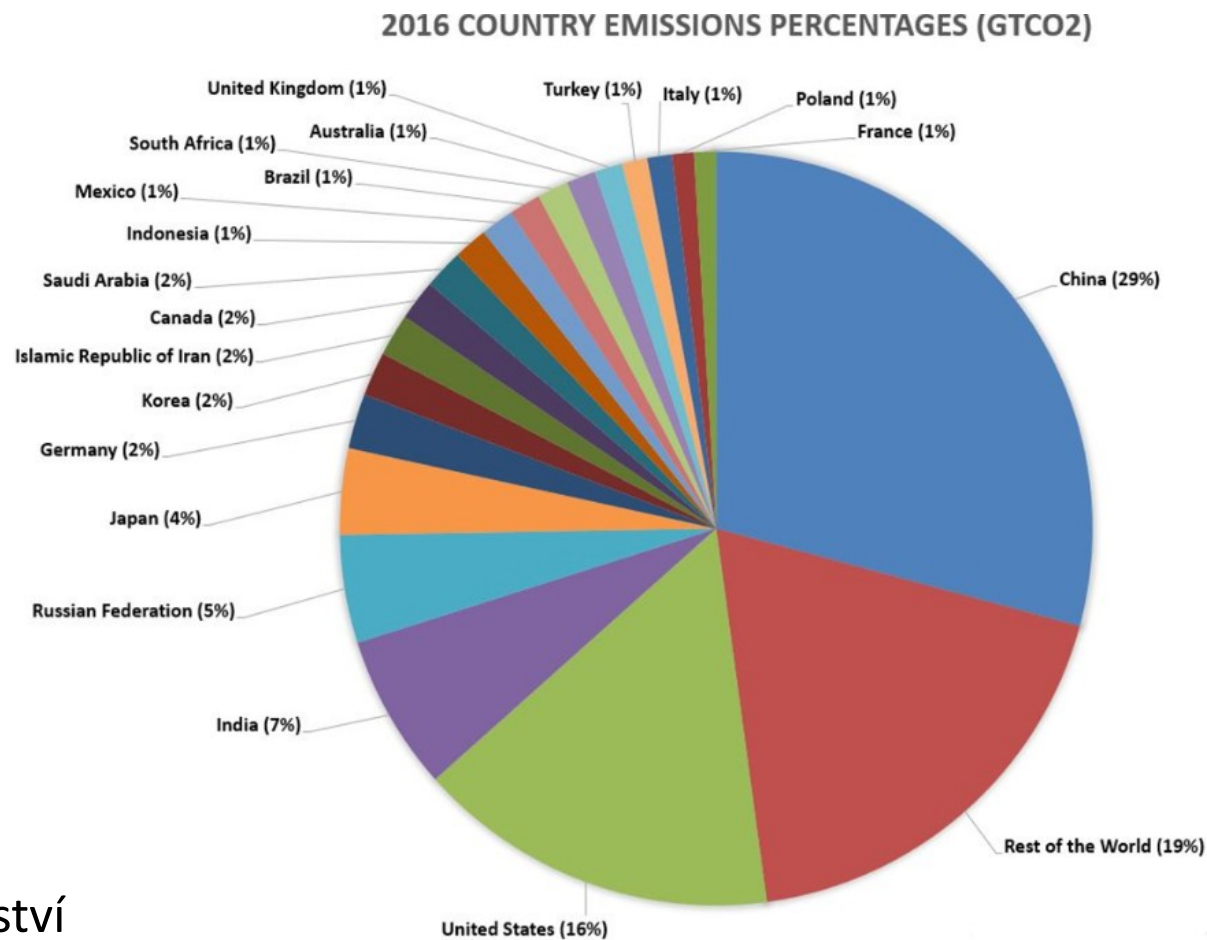
Příklad: Ovzduší ve světovém měřítku



Příklad: Producenti CO2

Emise celkem:

1. Čína
2. USA
3. Indie
4. Rusko
5. Japonsko
6. Německo
7. Jižní Korea
8. Írán
9. Kanada
10. Saudská Arábie
- ...
16. Spojené království
18. Itálie
19. Polsko



Emise na obyv.:

1. Saudská Arábie
2. Austrálie
3. USA
4. Kanada
5. Jižní Korea
6. Rusko
7. Japonsko
8. Německo
9. Polsko
10. JAR

Příklad: Situace v Číně



- 40% z celosvětových plánů na výstavbu nových uhelných elektráren
- **2015: za 1 hodinu:**
 - 1 větrná turbína
 - Solární el. o velikosti fotb. hřiště
- **2015: za 1 týden:**
 - Dvě uhelné elektrárny
- **2 faktory tržního prostředí:**
 - Garantovaná cena pro uh. elektr.
 - Garantovaný počet provozních hodin
- **Plán do roku 2030:**
 - Instalace 300 uhelných elektráren
 - = 2 velké elektrárny za měsíc
 - Instalace i mimo území Číny



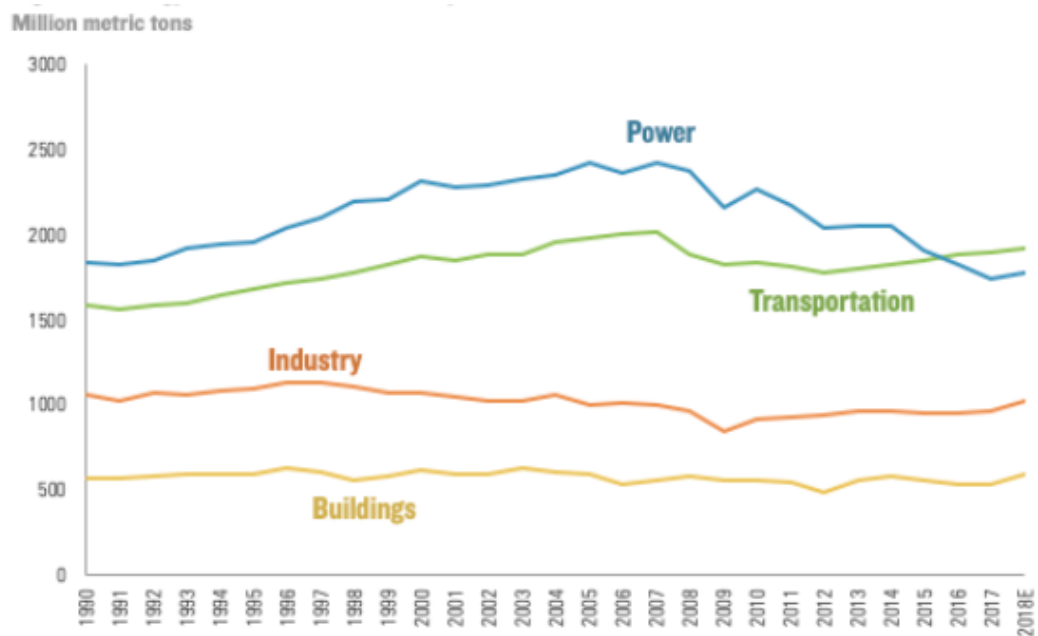
Příklad: Situace v Austrálii



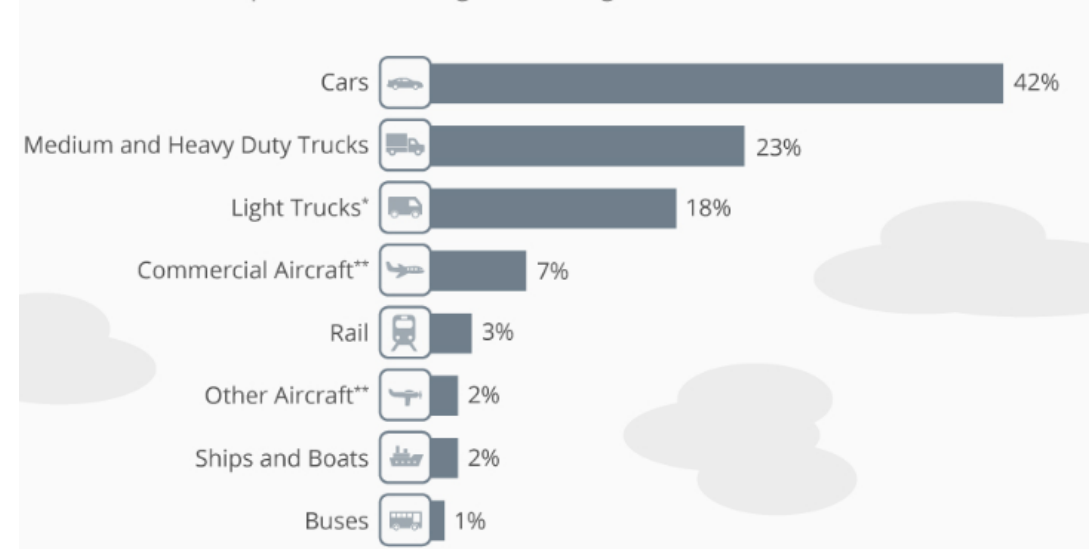
- Absence legislativy omezující výrobu elektřiny z uhelných zdrojů
- Důvod: Obrovské zásoby povrchového uhlí
- Dopad:
 - Absence technologií snižující emisní hodnoty
 - Legislativní bariéry pro investice do obnovitelných zdrojů



Příklad: Situace v USA



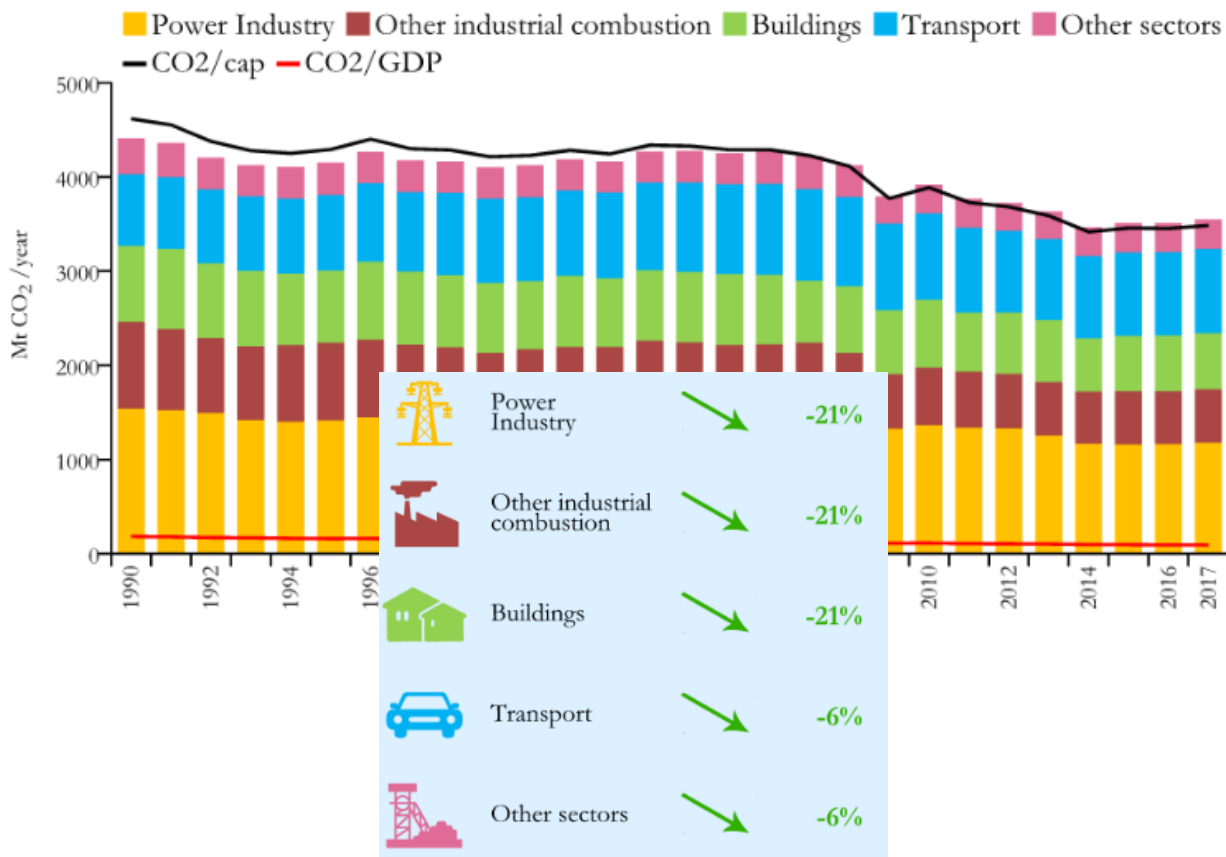
Breakdown of transportation-related greenhouse gas emissions in the United States in 2015



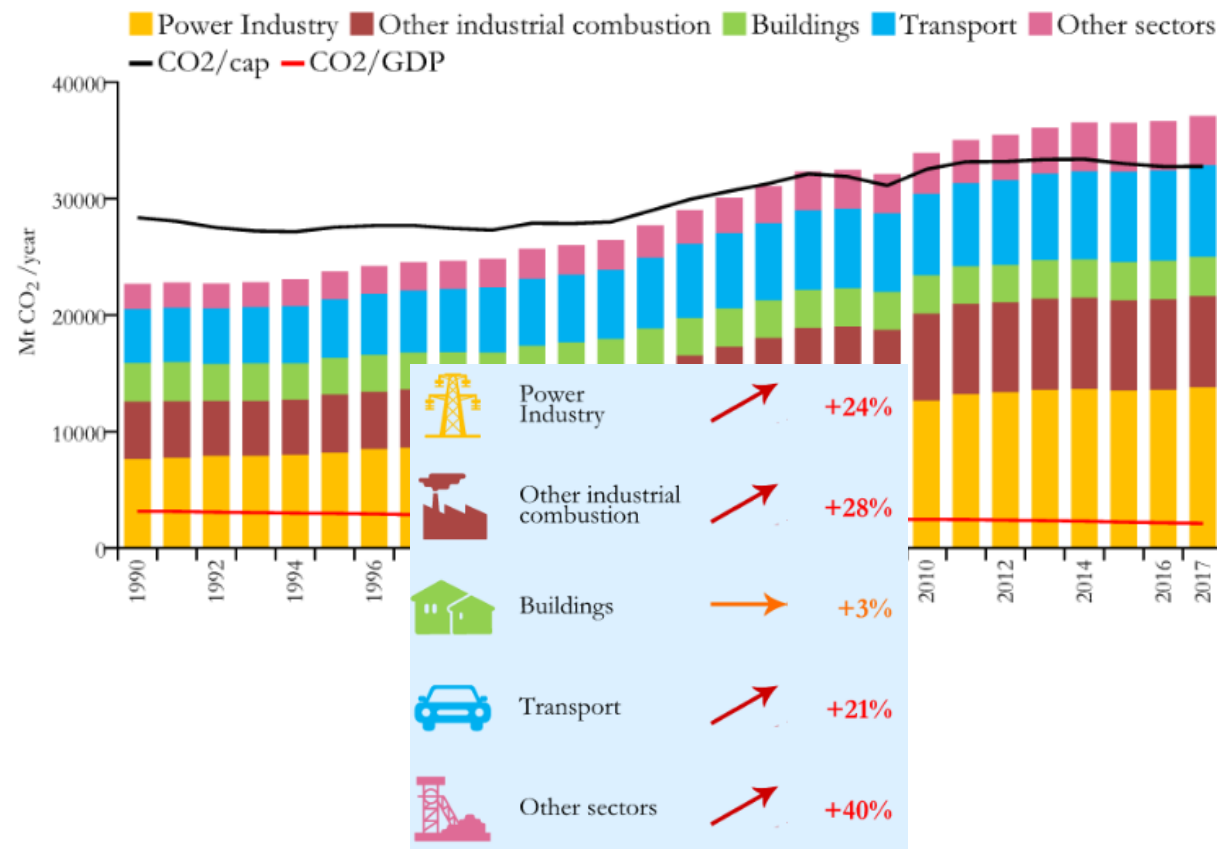
- 2005 – 2017 pokles emisí z elektráren o 27%
- Pokles emisí: změna paliva => z uhlí na zemní plyn, investice do obnovitelných zdrojů
- V roce 2018 odstaveno 12 GW jednotek uhelných elektráren = 10 x elektrárna Počerady

Příklad: Původce znečištění

EU 28:



Svět:



Důsledek legislativních přístupů

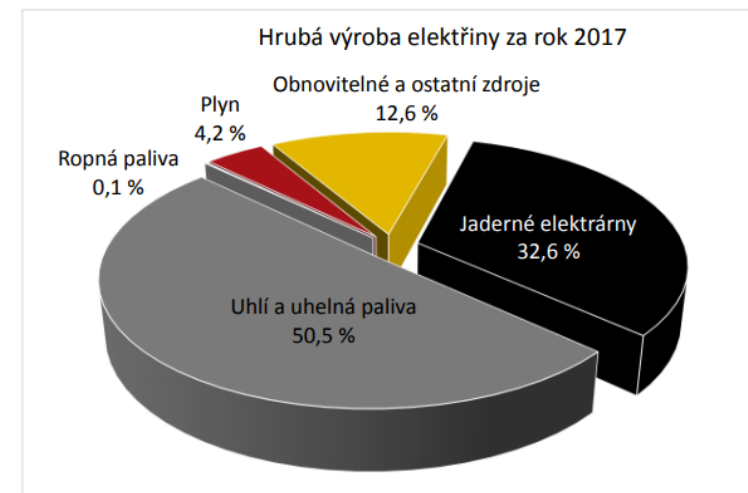
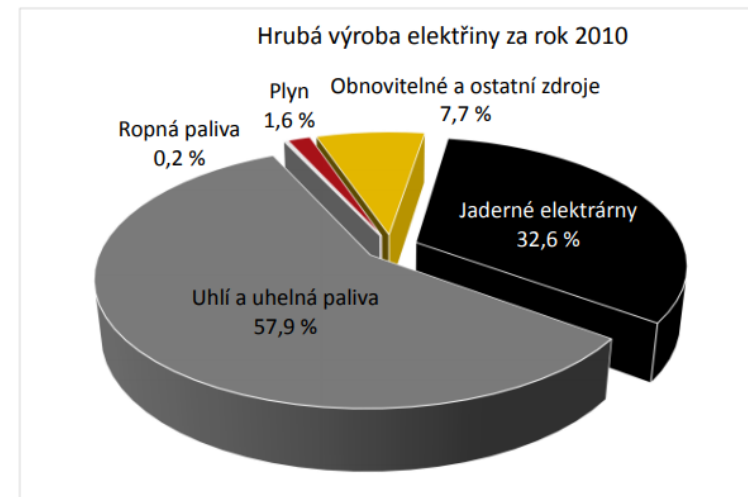
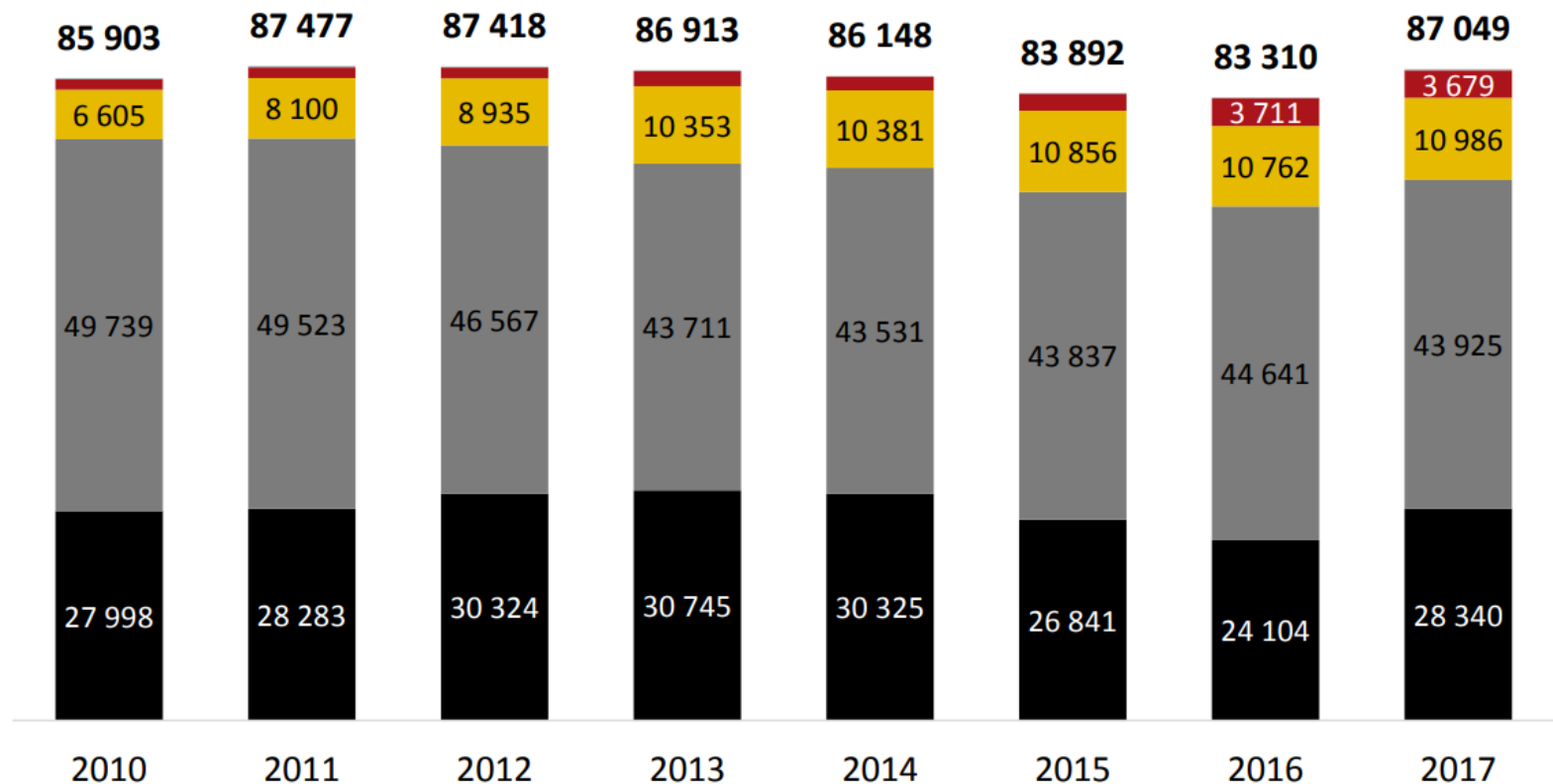
- Cíl: Omezení výroby elektřiny z neobnovitelných zdrojů
- Pokud nevznikne legislativa omezující výrobu elektřiny z neobnovitelných zdrojů, není možno cíle dosáhnout.
- Pokud tato legislativa vznikne (jako např. v EU), vlastníci elektráren nemají šanci proti tomuto rozhodnutí bojovat.

=> Legislativa je klíčovým faktorem ovlivňující energetický mix

Vývoj v České republice

Vývoj hrubé výroby elektřiny (GWh)

■ Jaderné elektrárny
 ■ Uhlí a uhelná paliva
 ■ Obnovitelné a ostatní zdroje
 ■ Plyn
 ■ Ropná paliva



Vývoj v České republice vs. Německo



Nepružná legislativa týkající se výstavby elektráren
Vysoká garantovaná cena vs. klesající investiční náklady
=> Zvýhodněné velké elektrárny => zvýšení ceny elektřiny



Dopředu promyšlená legislativa za účelem podpory domácností
Velký boom pro drobné investory i malé firmy
=> Zvýhodněné domácnosti

Emisní povolenky

- Emisní povolenky stanovují celkový objem skleníkových plynů, který mohou vyprodukovat jednotlivé členské státy EU
- Jednotlivé státy je pak dělí mezi jednotlivé producenty skleníkových plynů
- S povolenkami lze obchodovat na evropských energetických burzách



Elektrárna 1:

- Nižší produkce emisí

Prodej emisí

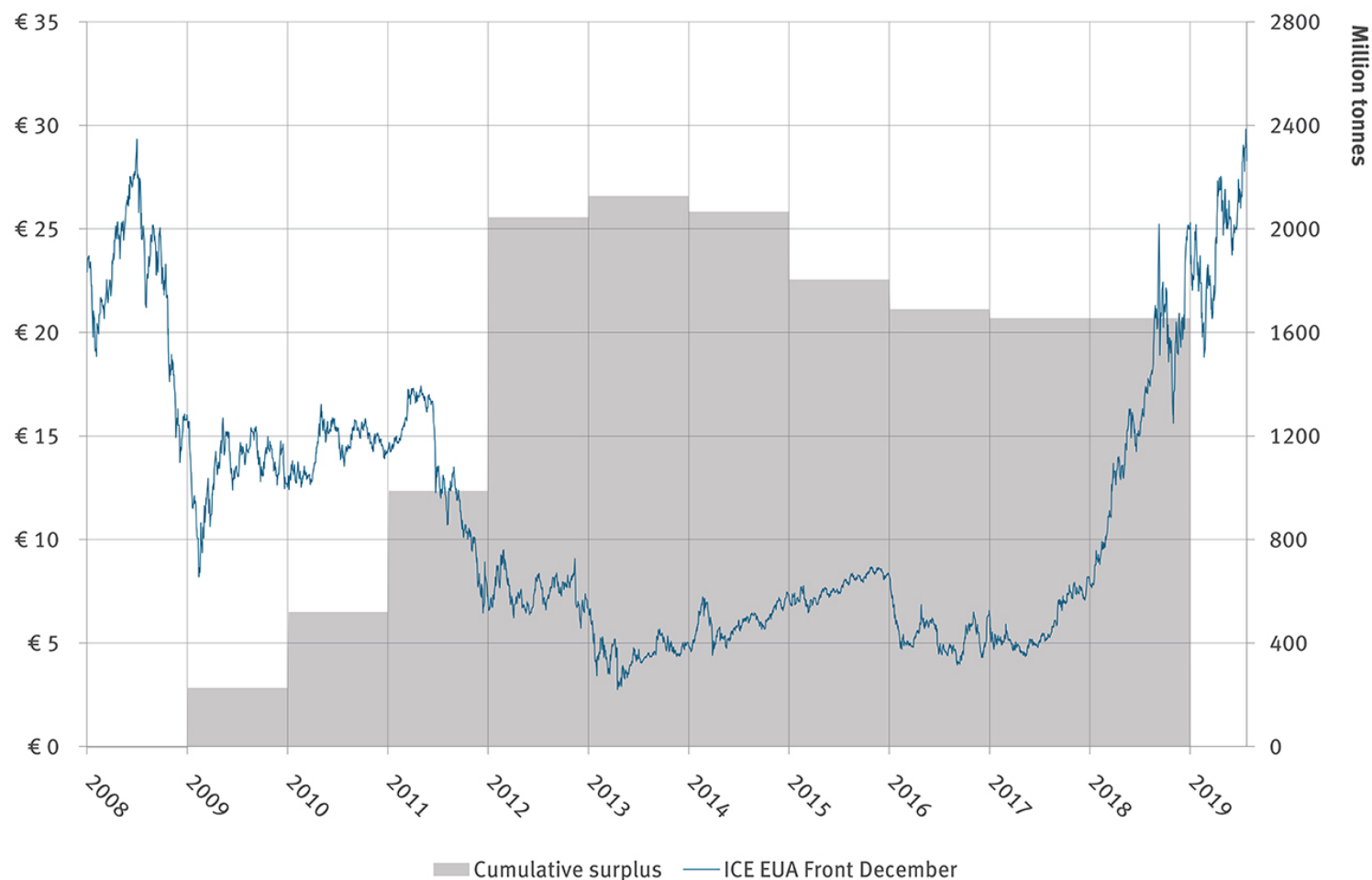
Elektrárna 2:

- Vyšší produkce emisí

Nákup emisí



Vývoj cen emisních povolenek



- Od roku 2008 je možné povolenky převádět do dalších období
⇒ Větší prostor ke spekulacím
⇒ Vliv na snížení cen emisí (větší nabídka než poptávka)
- V letech 2014 – 2016 vlády stahují emisní povolenku z důvodu nadbytku
- Od roku 2019 zaveden systém, který reguluje přebytek povolenek
=> Omezení výdeje povolenek

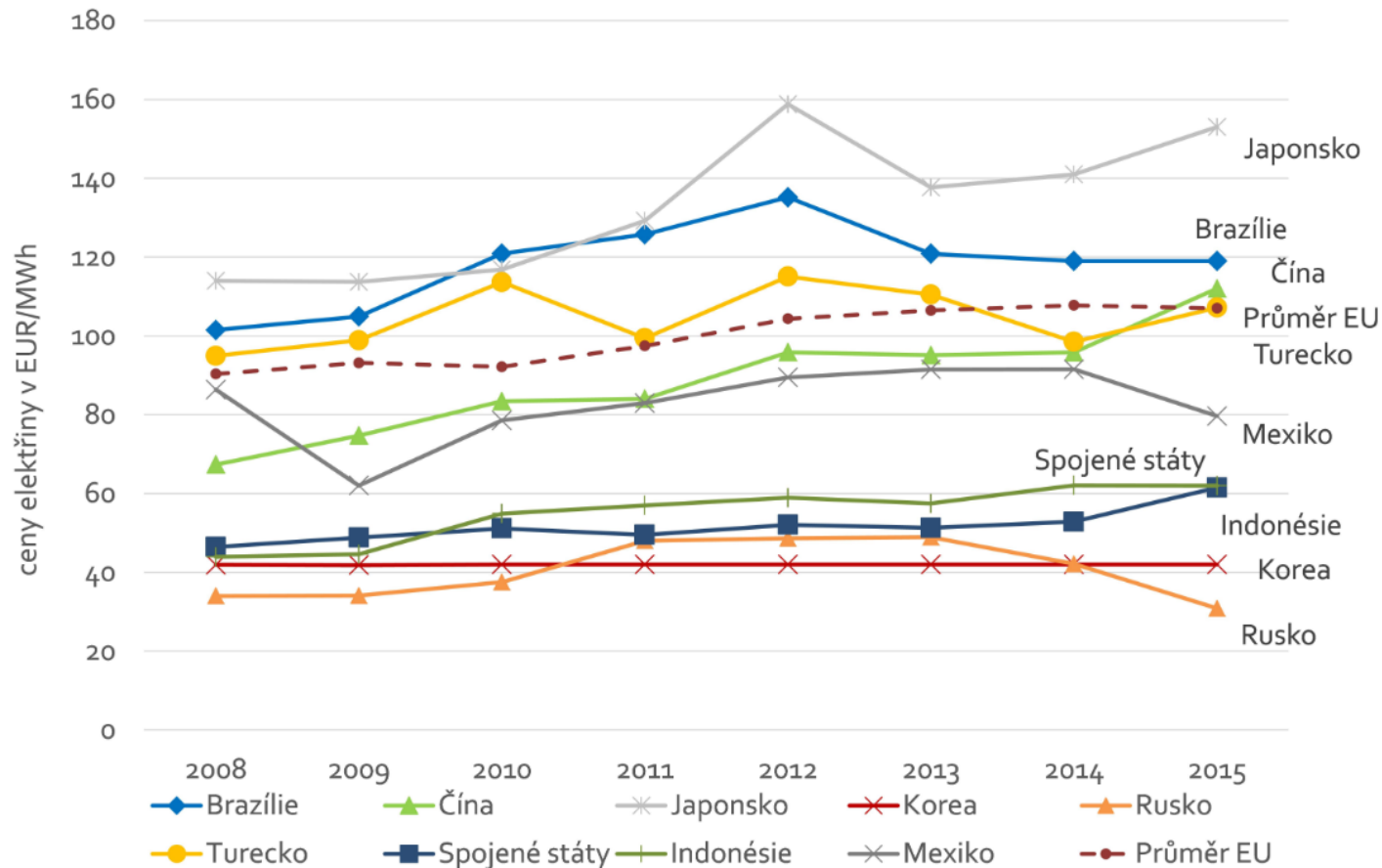
Emisní povolenky - formy jejich dopadu

- Zdražení povolenek: EU omezuje aukce z důvodu přebytku
- Vyšší náklady na povolenky:
 - ⇒ Technologické inovace
 - ⇒ Zdražení elektřiny
 - ⇒ Spalování více zemního plynu než uhlí
 - ⇒ Rostoucí ceny elektřiny vyvolají obavy u spotřebitelů (vč. průmyslu)
 - ⇒ Zvýhodnění čisté energie & jaderné energie (Francouzská EDF profituje z drahých povolenek)
 - ⇒ Elektrárny se budou povolenkami zásobovat, vč. hedgeových fondů

Příklad - emisní povolenky

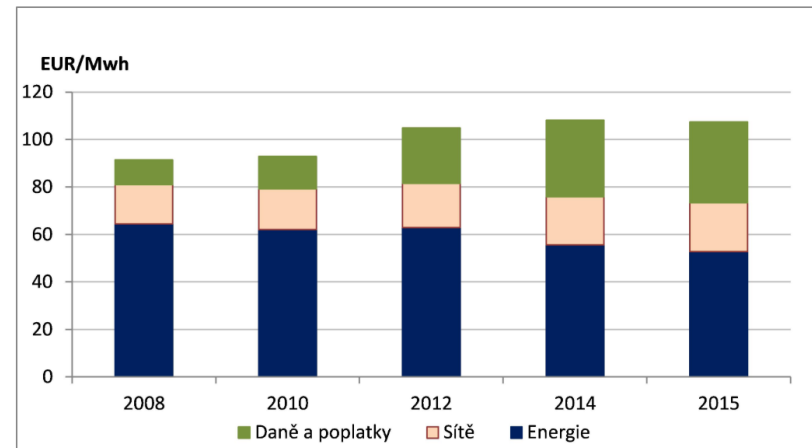
- Uhelná elektrárna, 2018: Nainstalovaná technologie snižující emise na bázi NH₄
- Cena NH₄ roste a dostává se na úroveň ceny emisních povolenek
- Vlastník uhelelné elektrárny odstavuje technologii NH₄ a kupuje emisní povolenky
 - => negativní dopad na životní prostředí
 - => nevyužitá technologie (marná investice)

Vývoj ceny elektřiny (2008 – 2015)

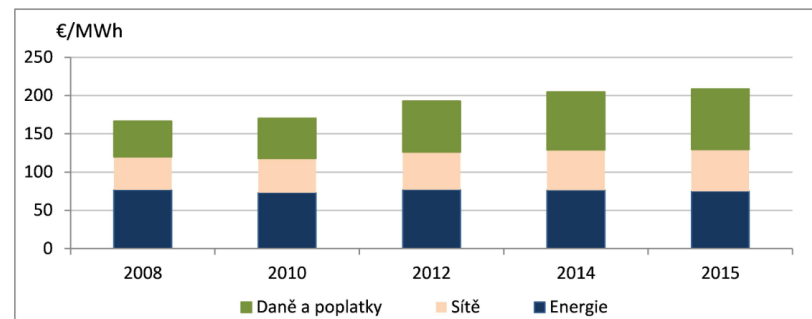


- Cena elektřiny závisí na daňové a distribuční politice
- I přes liberalizaci trhu je čistá cena energie beze změny

Průmysloví odběratelé (EU)



Domácnosti (EU)



Vývoj ceny elektřiny (1 rok vs. 3 měsíce)



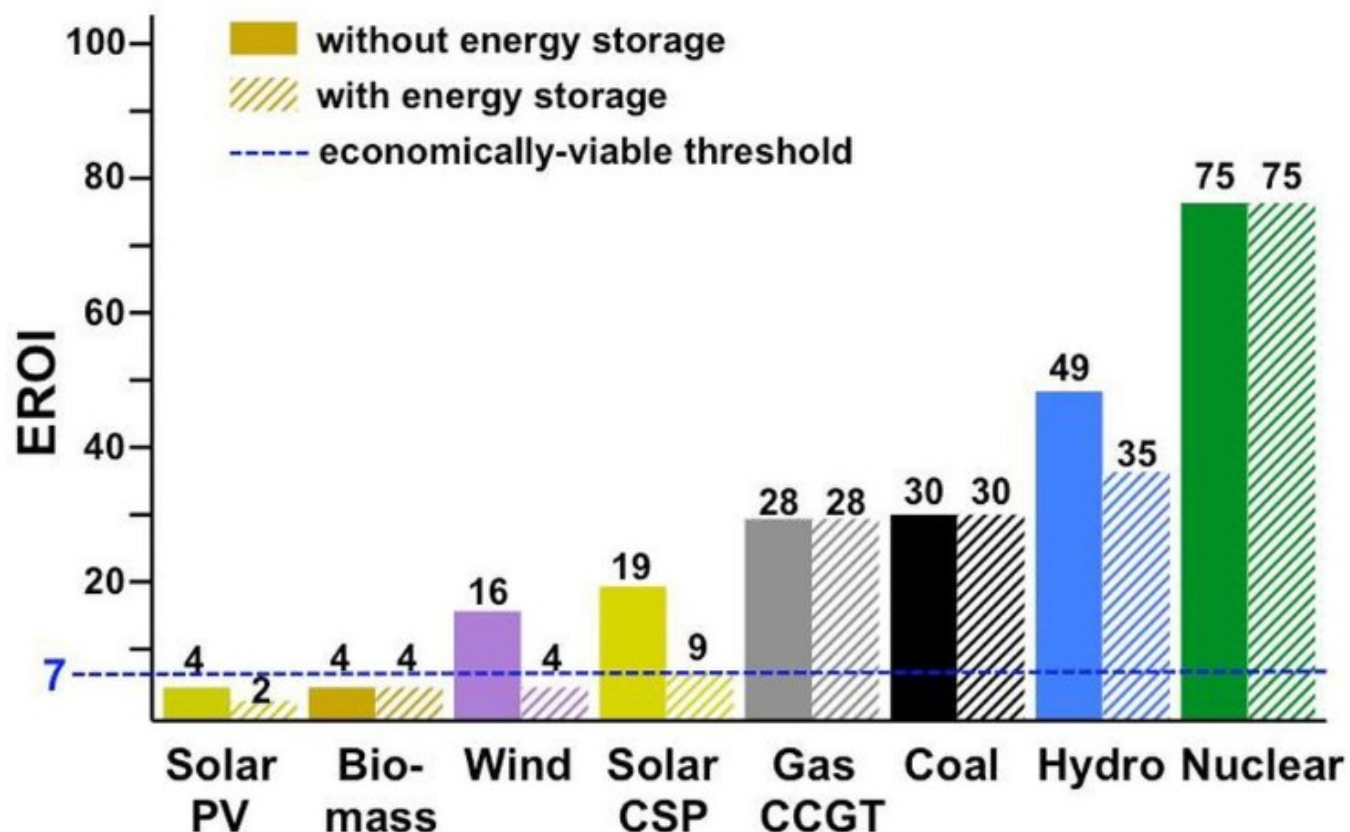
Příklad: Vodní elektrárny v reakci na růst cen elektřiny

- Dodávky elektřiny postavené na různých podmínkách:
 - Tarif
 - Skutečná distribuce
- Elektrárna 1: dodává elektřinu dle pokynů energiteckého úřadu
- Elektrárna 2: dodává elektřinu dle její ceny
 - => Vyčkává na nárůst cen elektřiny bez ohledu na momentálním stavu ovzduší



Energy Returned on Energy Invested

Energy Returned On Investment
relative to the breakeven value of 1



$$\text{EROI} = \frac{\text{quantity of energy supplied}}{\text{quantity of energy used in the supply process}}$$

Hodnota 1 = zisk tolik energie, kolik je do něj vloženo

Čím vyšší hodnota ukazatele, tím výhodnější je zdroj energie.

Např:

- Energie vložená do nalezení ropy a vyprodukování nafty
- Růst a sklizeň surovin a následné získání biopaliva

Větrné elektrárny

- 80. a 90. léta: nutnost finančních dotací (projekty nebyly rentabilní)
 - Díky dotacím a následným investicím došlo ke zlepšení technologií
 - Vstup investorů do výrobních odvětví
- Díky těmto technologiím vzniknou elektrárny již bez veřejných dotací (větrné parky Hollandse Kust Zuid, investor Vattenfal)
- Velký rozdíl mezi prosazováním zájmů v Rakousku a ČR

Q & A