



Energiewende a odklon od jádra: Cíle a skutečnost

Jana Kittnerová, FJFI ČVUT Praha
Kamil Števanka, FEKT VUT Brno
Anna Fořtová, FEL ZČU Plzeň

Energiewende



Energetický přechod

→ **nízkouhlíkový, ekologický, spolehlivý a cenově dostupný zdroj energie.** Nový systém bude založen na obnovitelných zdrojích (zejména vítr, fotovoltaika a hydroelektrárny), energetické účinnosti a řízení poptávky po energii.



Pojem Energiewende

Publikace z roku 1980: Krause, F.; Bossel, H.; Müller-Reißmann, K.-F.: Energie-Wende: Wachstum und Wohlstand ohne Erdöl und Uran [Energetický přechod: růst a prosperita bez ropy a uranu]






Legislativa

Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG, Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien)

Zákon o obnovitelných zdrojích energie (Zákon o rozvoji obnovitelných zdrojů energie)

Cíle



-  Ukončení využívání jaderné energie do konce roku 2022
-  Zvýšení podílu energie z obnovitelných zdrojů na celkové hrubé spotřebě energie a elektřiny
-  Snížení emisí skleníkových plynů

| | 2020 | 2030 | 2040 | 2050 |
|---|-------|-------|-------|--------------|
| Podíl hrubé spotřeby energie | 18 % | 30 % | 45 % | 60 % |
| Podíl hrubé spotřeby elektřiny | 35 % | 50 % | 65 % | 80 % |
| Emise skleníkových plynů (porovnání s 1990) | -40 % | -55 % | -70 % | -80 až -95 % |

Cíle



2



Snížení spotřeby primární energie



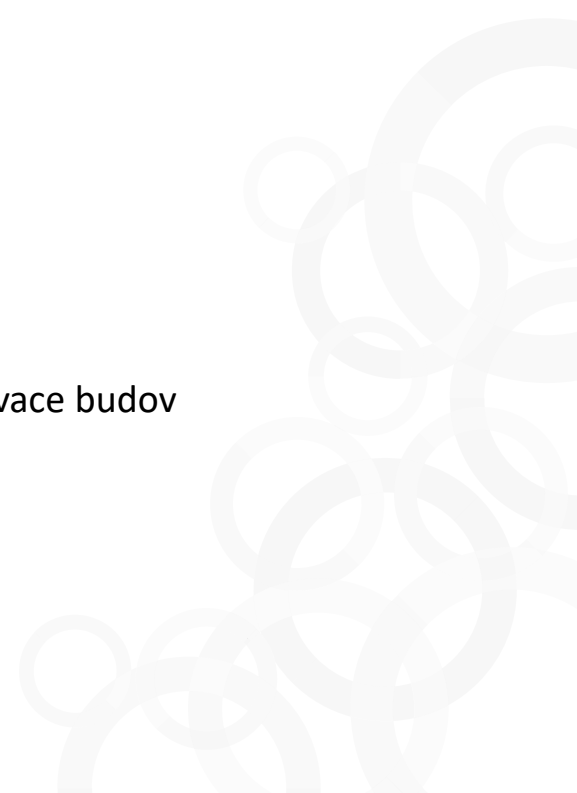
Zvýšení energetické produktivity

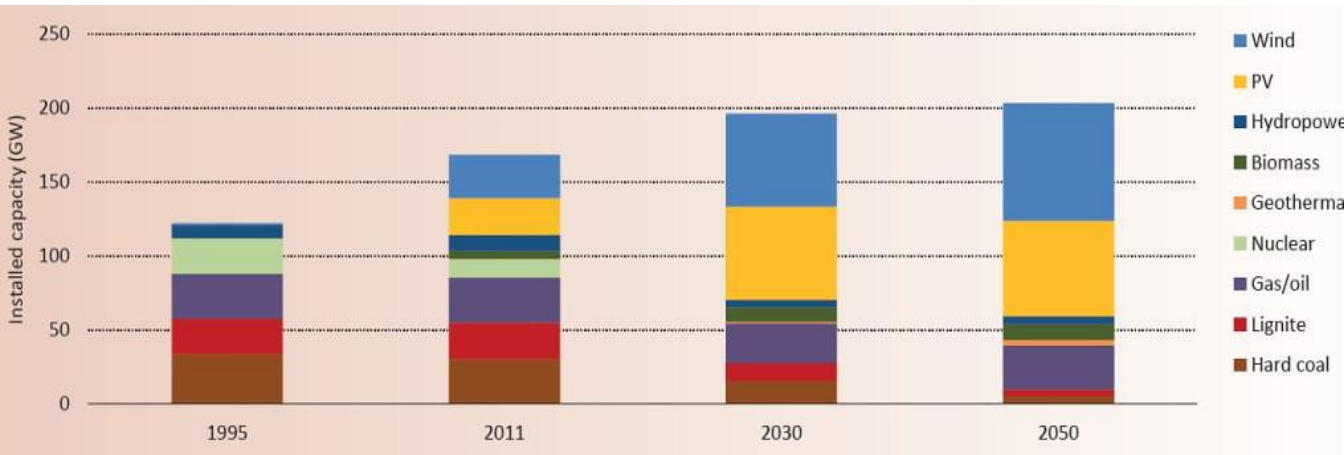


Snížení spotřeby elektřiny

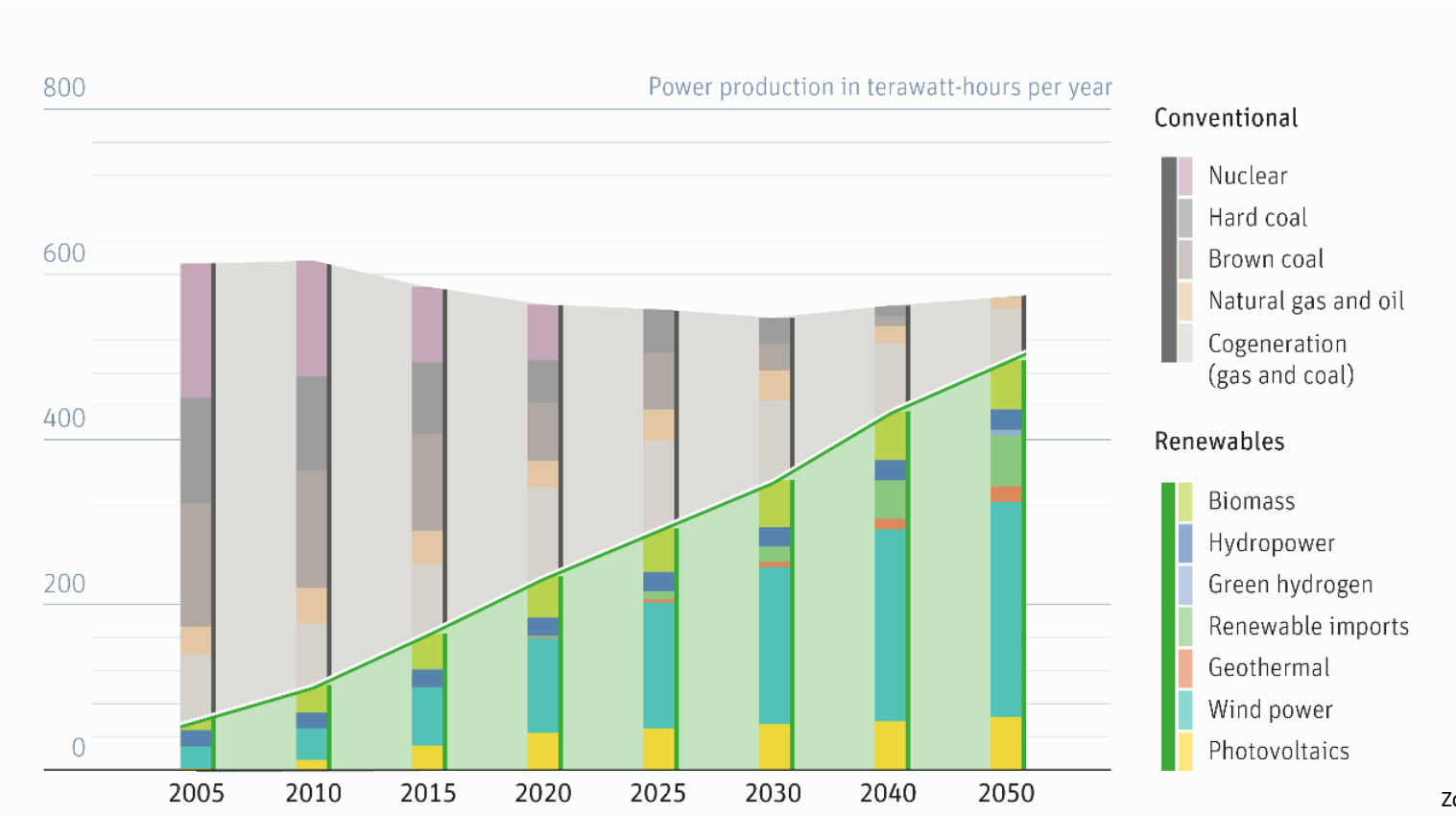


Snížení spotřeby energie v budovách, zvýšení rychlosti renovace budov










Zdroj: Technology Roadmap Energy storage



Zdroj: DLR and Fraunhofer IWES






Prostředky



-  EEG: zelená elektřina za garantovanou cenu, předem stanovená na 20 let: “feed-in tariffs”, 2017: aukční systém
-  Rozvoj přenosové soustavy
-  Skladování energie – přečerpávací elektrárny
-  Inteligentní sítě
-  Úspora energie: Čím méně energie bude potřeba, tím méně jí bude nutno produkovat: elektromobilita, energeticky efektivní budovy apod.

Odklon od jádra



-  Všechny východoněmecké jaderné elektrárny byly po sjednocení Německa zavřeny
-  Návrh přijat v roce 2000 Schröderovou vládou, odstup měl být dokončen do konce roku 2022
První uzavřené jaderné elektrárny byly v letech 2003 a 2005 JE Stade a Obrigheim
-  Vláda Angely Merkelové rozhodla o 12 letém odkladu v roce 2009
Rozhodnutí bylo zrušeno po havárii ve Fukushimě v roce 2011
-  6 reaktorů odstaveno po havárii ve Fukushimě v roce 2011
-  Podíl elektřiny z jádra klesl ze skoro 30 % v roce 2000 na méně než 12 % v roce 2019

Jaderné reaktory



| Plant | Operator | Type | MWe net | Years operating | Shutdown | Status |
|-------------------------|------------|------|---------|-----------------|----------|-----------------|
| Biblis A (KWB A) | RWE | PWR | 1167 | 36 | 2011 | Licensed decomm |
| Biblis B (KWB B) | RWE | PWR | 1240 | 34 | 2011 | Licensed decomm |
| Brunsbüttel (KKB) | Vattenfall | BWR | 771 | 30 | 2007 | Shutdown |
| Krümmel (KKK) | Vattenfall | BWR | 1260 | 25 | 2009 | Shutdown |
| Isar 1 (KKI) | E.ON | BWR | 878 | 32 | 2011 | Licensed decomm |
| Unterweser (KKU) | E.ON | PWR | 1345 | 32 | 2011 | Shutdown |
| Phillipsburg1 (KKP) | EnBW | BWR | 890 | 31 | 2011 | Licensed decomm |
| Neckarwestheim 1 (GKN) | EnBW | PWR | 785 | 34 | 2011 | Licensed decomm |
| Grafenrheinfeld (KKG) | E.ON | PWR | 1275 | 33 | 6/2015 | Shutdown |
| Gundremmingen B (KRB-B) | RWE | BWR | 1284 | 33 | 12/2017 | Shutdown |
| Total: 10 | | | 10,895 | | | |

Odstavené reaktory

Zdroj: World Nuclear Association

Reaktory v provozu

| Plant | Type | MWe (net) | Commercial operation | Operator | Provisionally scheduled shutdown 2001 | 2010 agreed shutdown | March 2011 shutdown & May 2011 closure plan |
|---------------------|------|--------------|----------------------|----------|---------------------------------------|----------------------|---|
| Gundremmingen C | BWR | 1288 | 1/1985 | RWE | 2016 | 2030 | 2021 |
| Grohnde | PWR | 1360 | 2/1985 | E.ON | 2017 | 2031 | 2021 |
| Phillipsburg 2 | PWR | 1392 | 4/1985 | EnBW | 2018 | 2032 | 2019 |
| Brokdorf | PWR | 1370 | 12/1986 | E.ON | 2019 | 2033 | 2021 |
| Isar 2 | PWR | 1400 | 4/1988 | E.ON | 2020 | 2034 | 2022 |
| Emsland | PWR | 1329 | 6/1988 | RWE | 2021 | 2035 | 2022 |
| Neckarwestheim 2 | PWR | 1305 | 4/1989 | EnBW | 2022 | 2036 | 2022 |
| Total operating (7) | | 9,444 | | | | | |

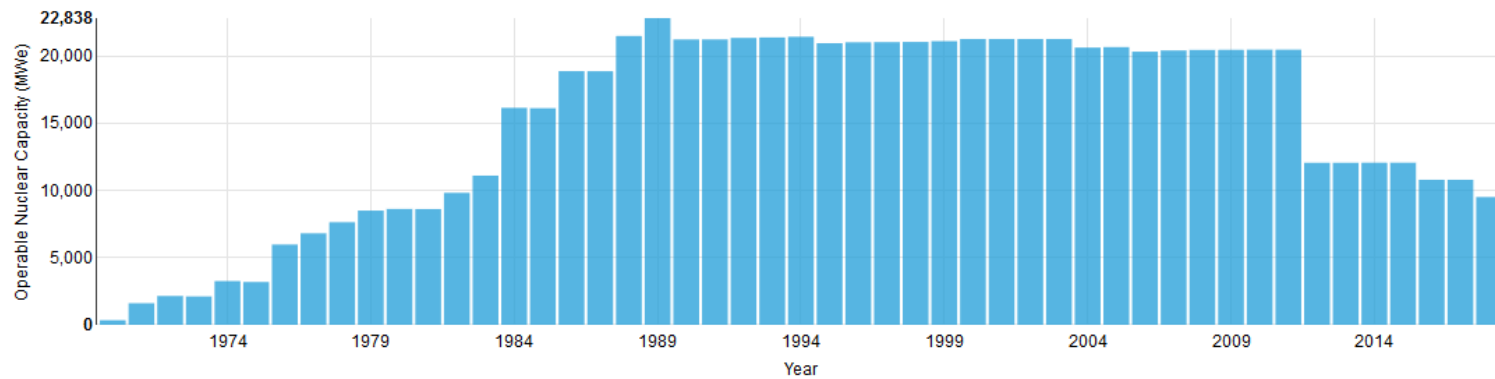
Zdroj: World Nuclear Association

Jaderná energie v Německu



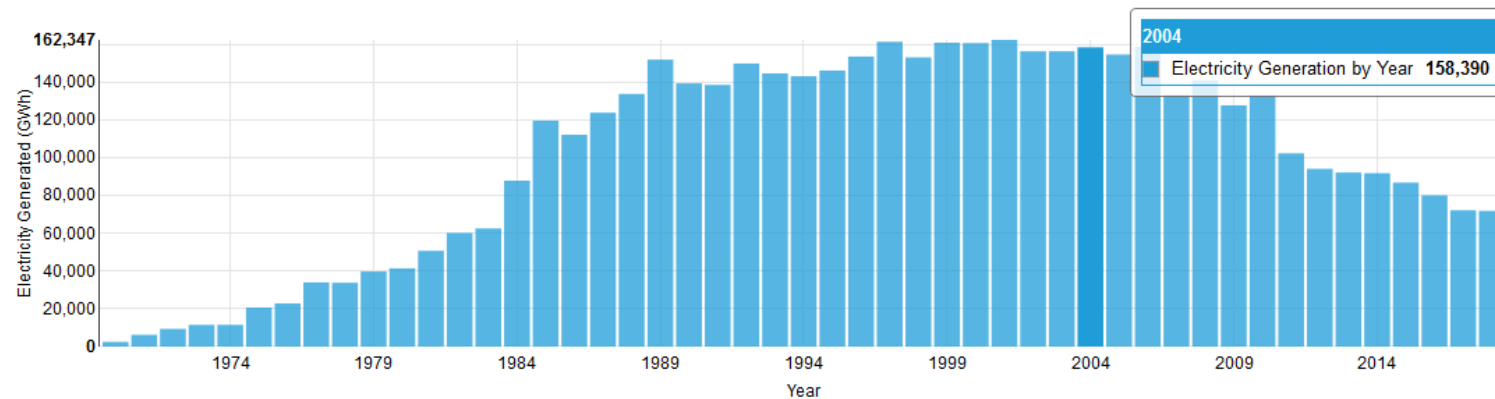
Operable Nuclear Capacity

9,515 MWe in 2018



Electricity Generated

71,866 GWh: electricity generation from nuclear energy in 2018



Status přenosové soustavy



Cíle PS (2020): 3 582 km
 Současná situace (Q1 2019): 1 087 km
 Současný cíl (Q1 2019): 2 513 km



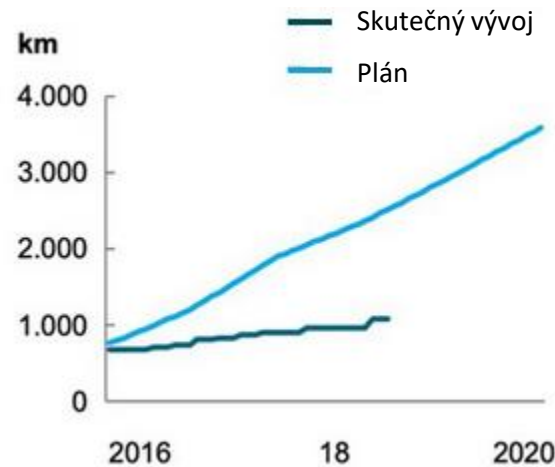
Rezerva výkonu 4.7 % (cíl 1 %)



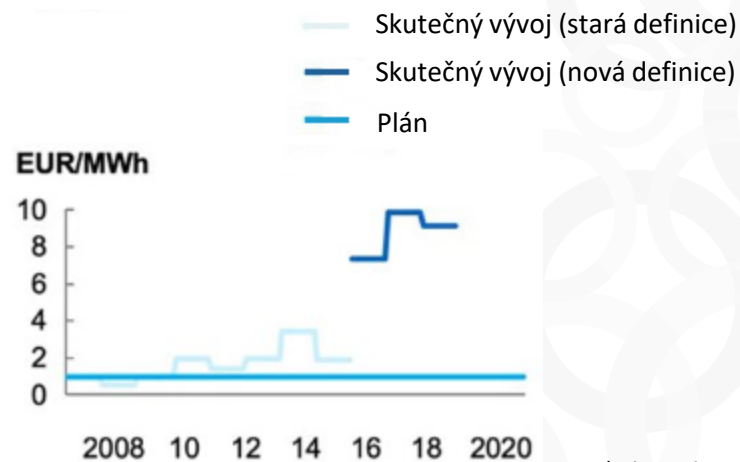
Cena síťových opatření: 9.12 €/MWh
 Cíl: 1 €/MWh



Výpadky elektřiny: 15.1 min/rok
 Cíl: 17 min/rok

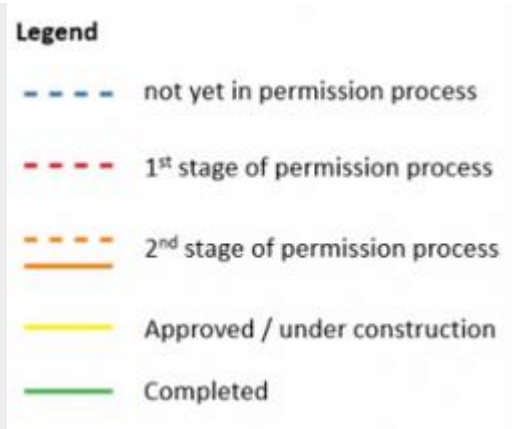
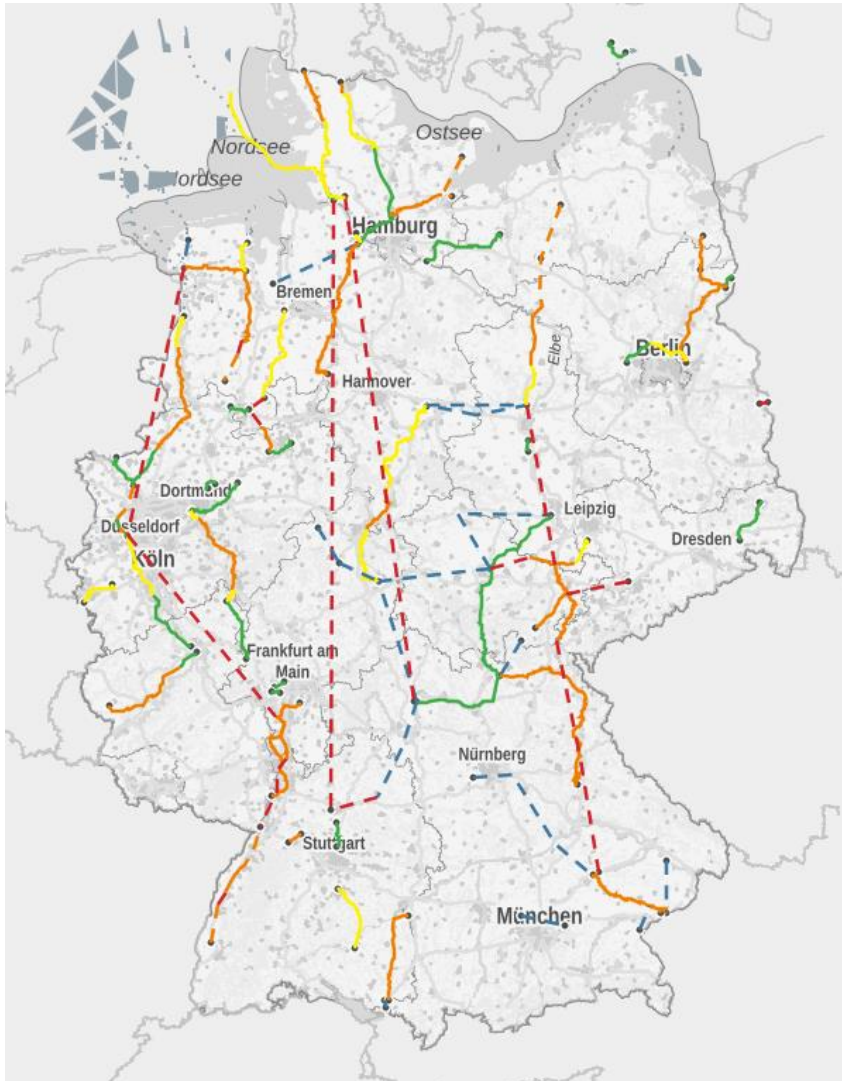


Zdroj: McKinsey

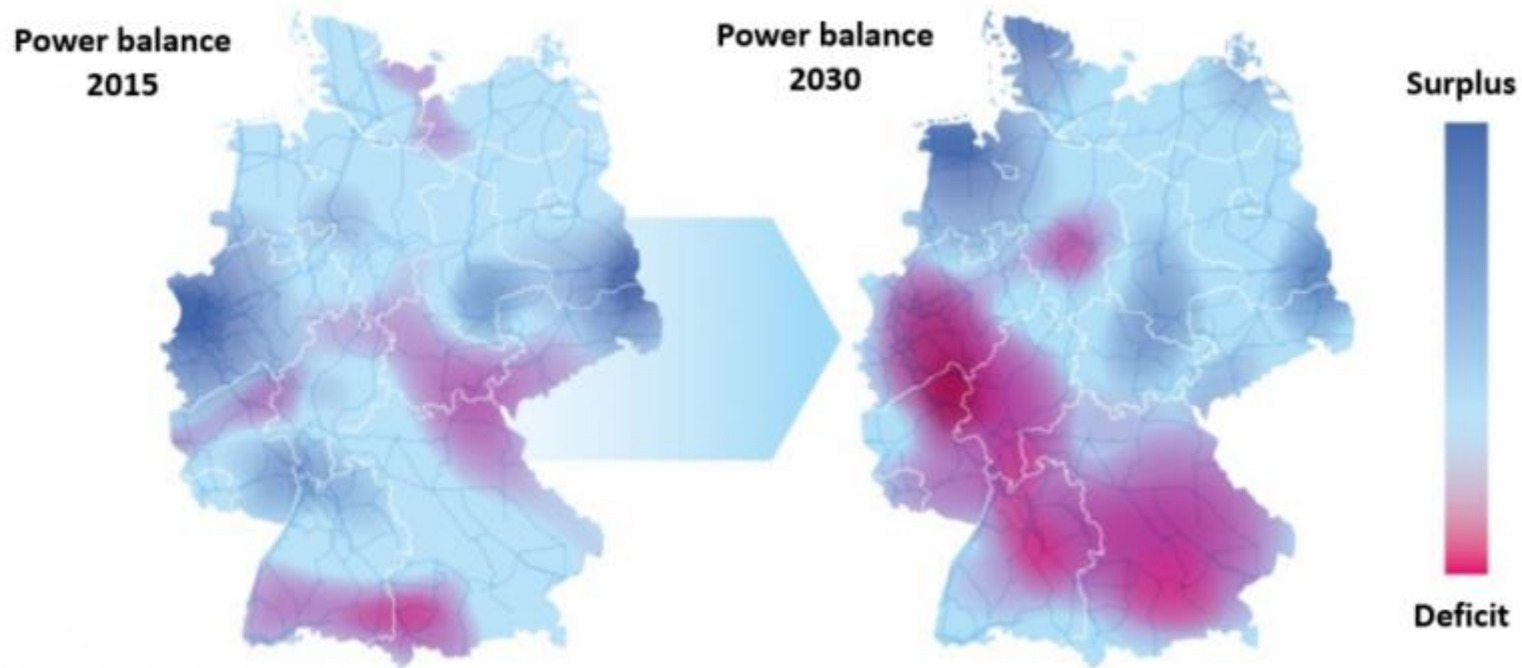


Zdroj: McKinsey

Přenosové vedení



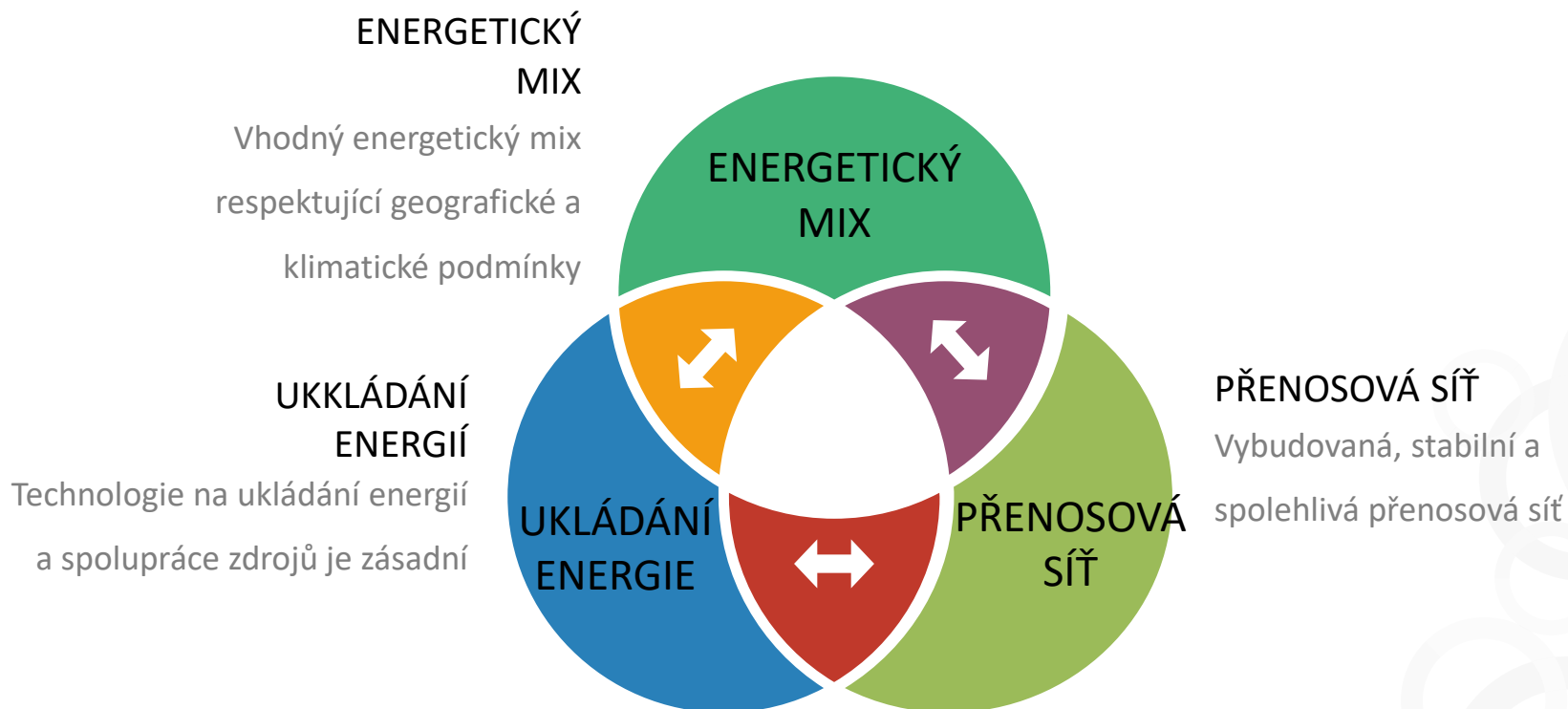
Bilance zdrojů



Schematical overview

Zdroj: Clean Energy Wire

Budoucnost energetiky (světa)

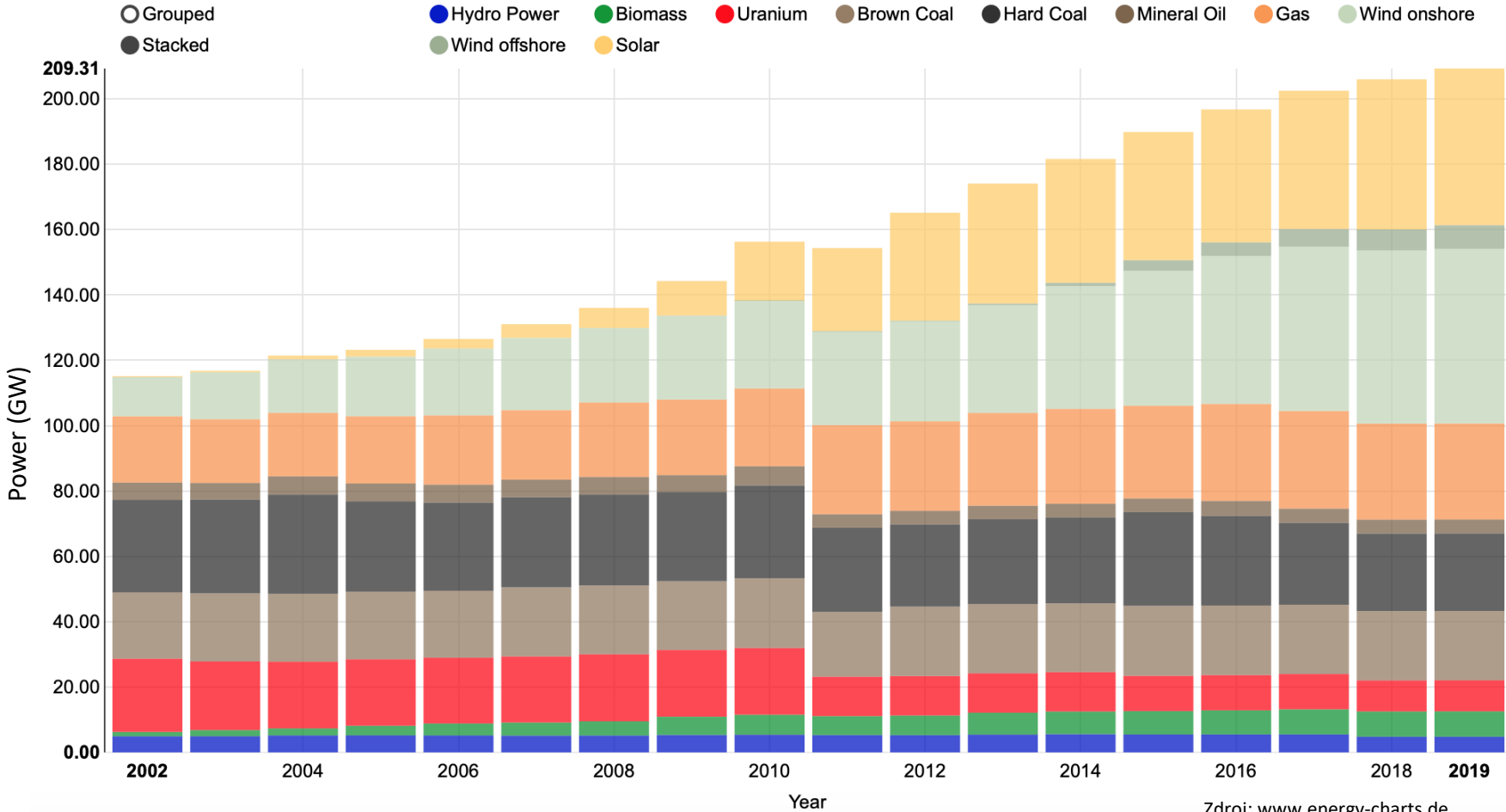


Instalovaná kapacita

(elektrické energie)



2002 – 2019



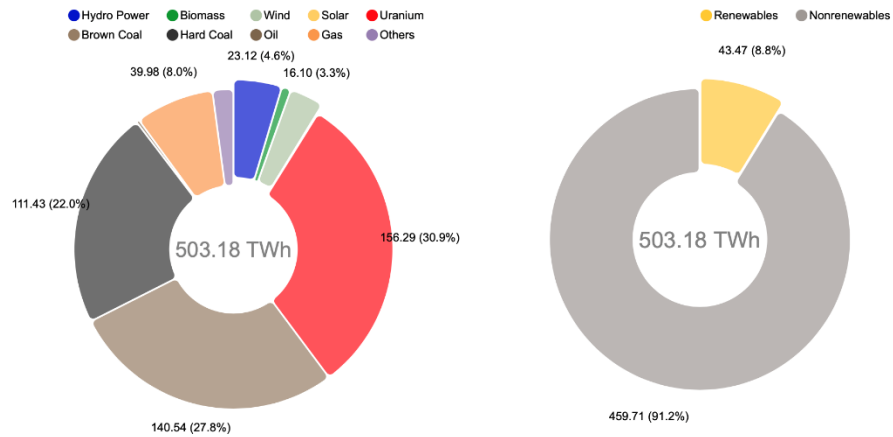
Zdroj: www.energy-charts.de

Výroba elektrické energie

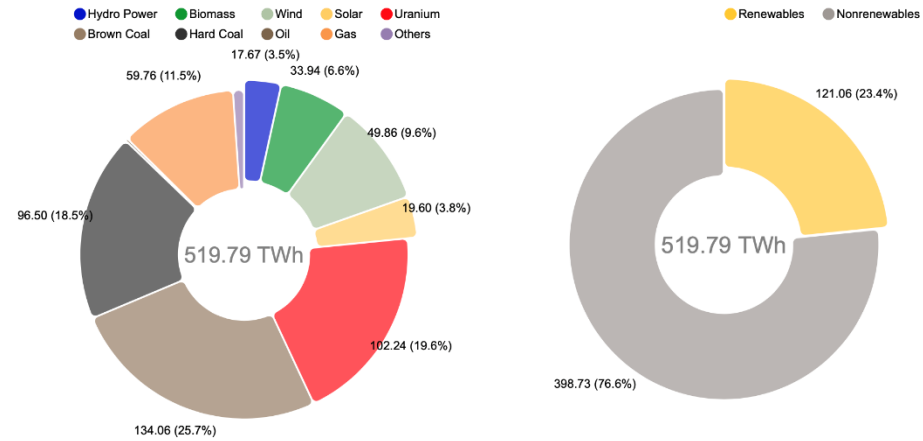
2002 - 2018

Zdroj: www.energy-charts.de

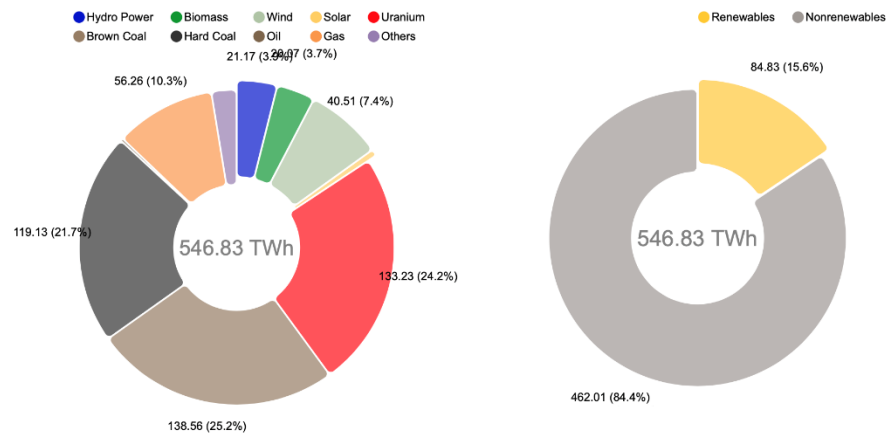
2002



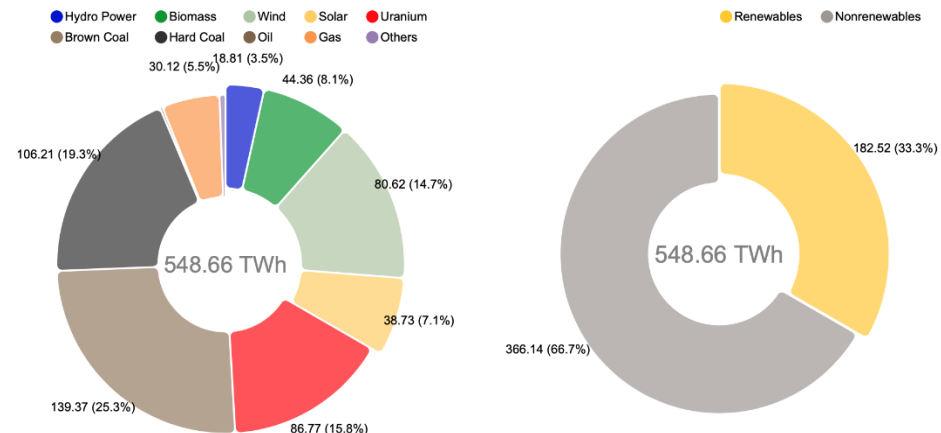
2011



2007



2015



Výroba elektrické energie



2002 - 2018

Zdroj: www.energy-charts.de

2002

2011

2018

- Hydro Power
- Biomass
- Wind
- Solar
- Uranium
- Brown Coal
- Hard Coal
- Oil
- Gas
- Others

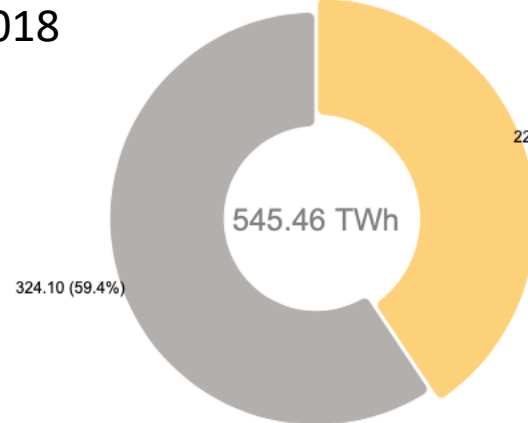
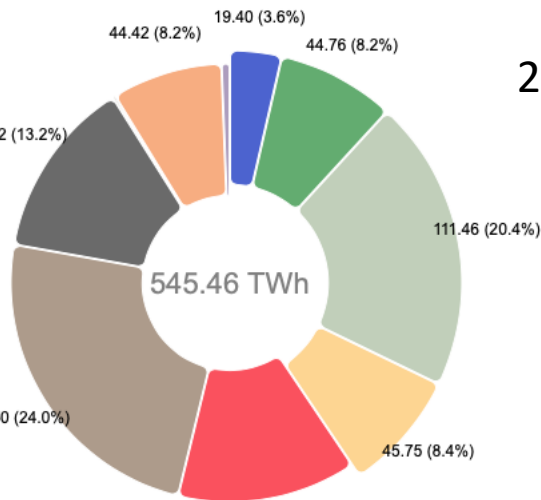
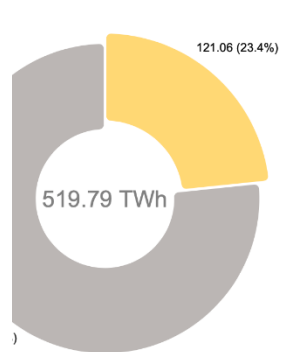
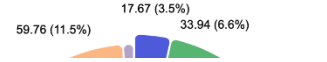
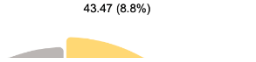
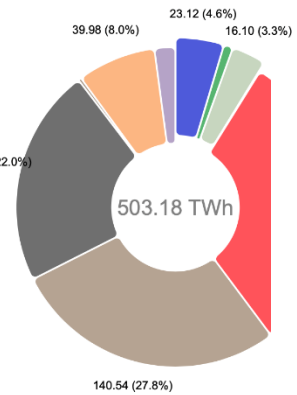
- Renewables
- Nonrenewables

- Hydro Power
- Biomass
- Wind
- Solar
- Uranium
- Brown Coal
- Hard Coal
- Oil
- Gas
- Others

- Renewables
- Nonrenewables

- Hydro Power
- Biomass
- Wind
- Solar
- Uranium
- Brown Coal
- Hard Coal
- Oil
- Gas
- Others

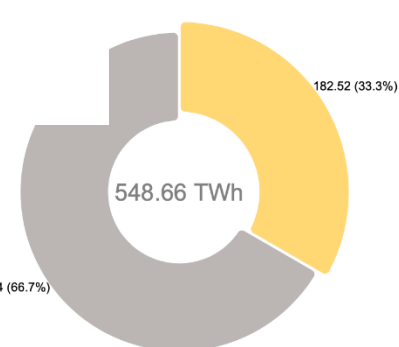
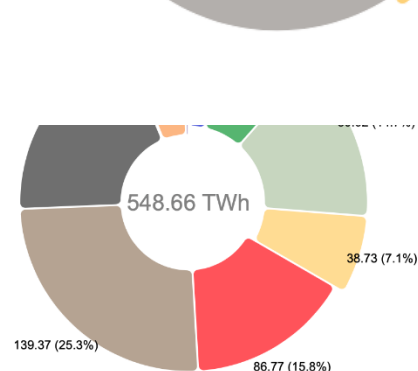
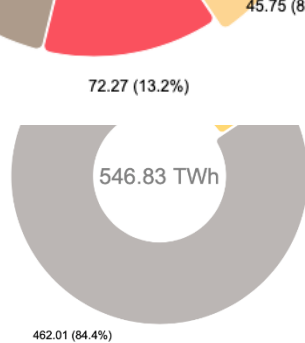
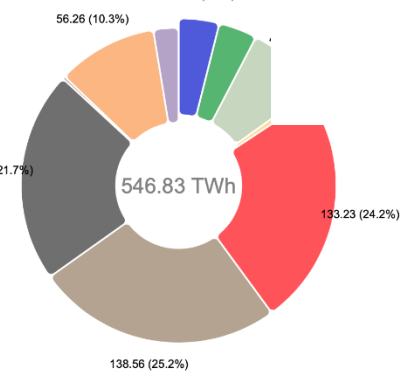
- Renewables
- Nonrenewables



- Hydro Power
- Biomass
- Wind
- Solar
- Uranium
- Brown Coal
- Hard Coal
- Oil
- Gas
- Others

- Renewables
- Nonrenewables

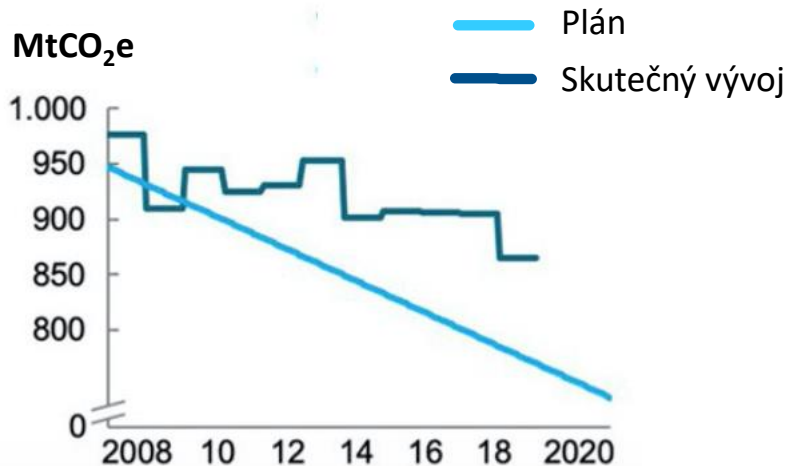
- Renewables
- Nonrenewables



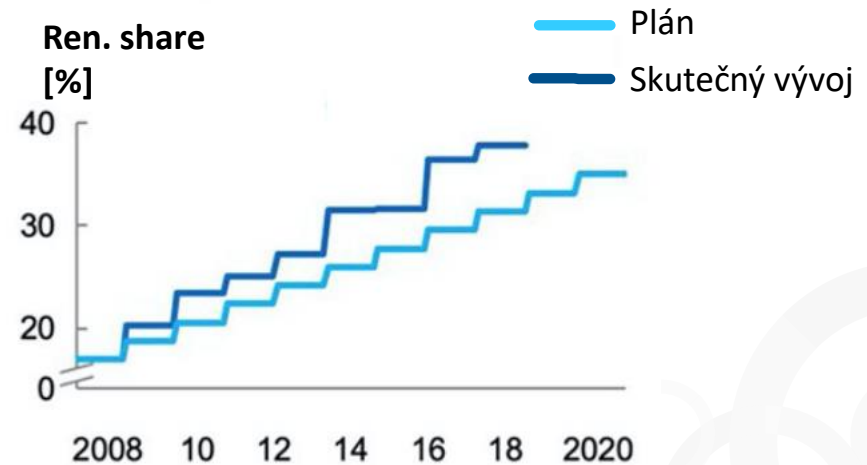
Cíle vs. skutečnost



Emise CO₂



Podíl výroby el. energie z OZE



- Do r. 2020 snížit emise o 40 % oproti r. 1990 (na 720 MtCO₂e)

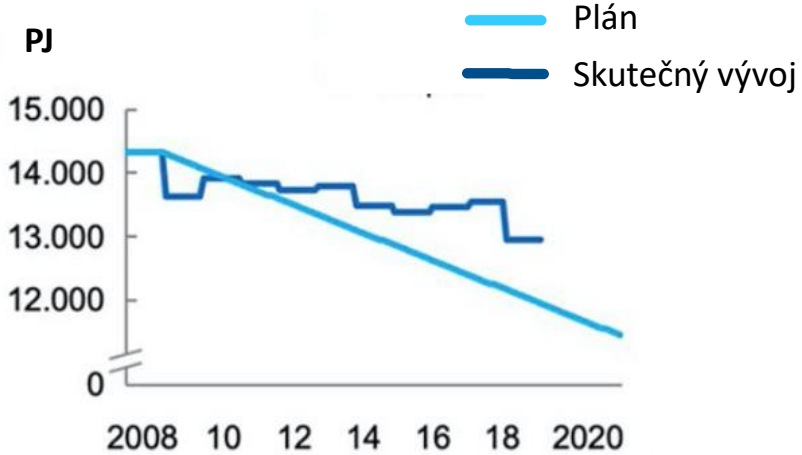
- Cíle podílu OZE na výrobě el. energie 2020 35 %, 2025 40-45 %, 2030 50 %, 2050 80 %

Rychlejší růst podílu výroby elektrické energie z OZE nezajišťuje dostatečné snížení emisí

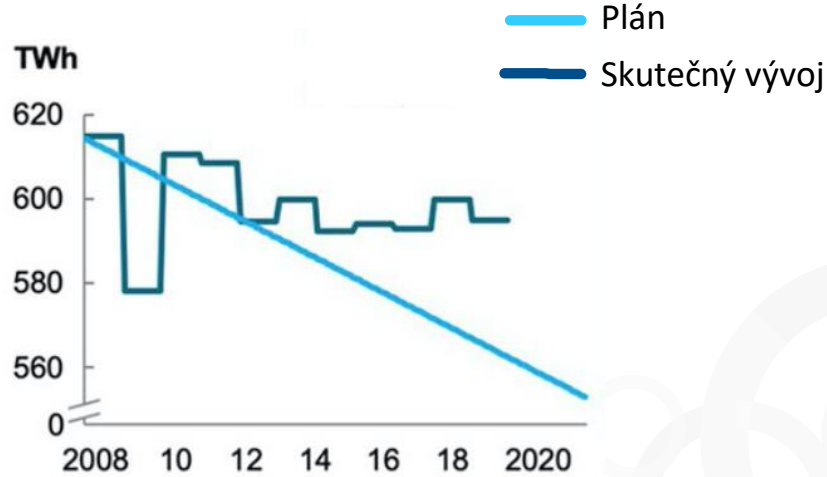
Cíle vs. skutečnost



Spotřeba PEZ*



Spotřeba el. energie

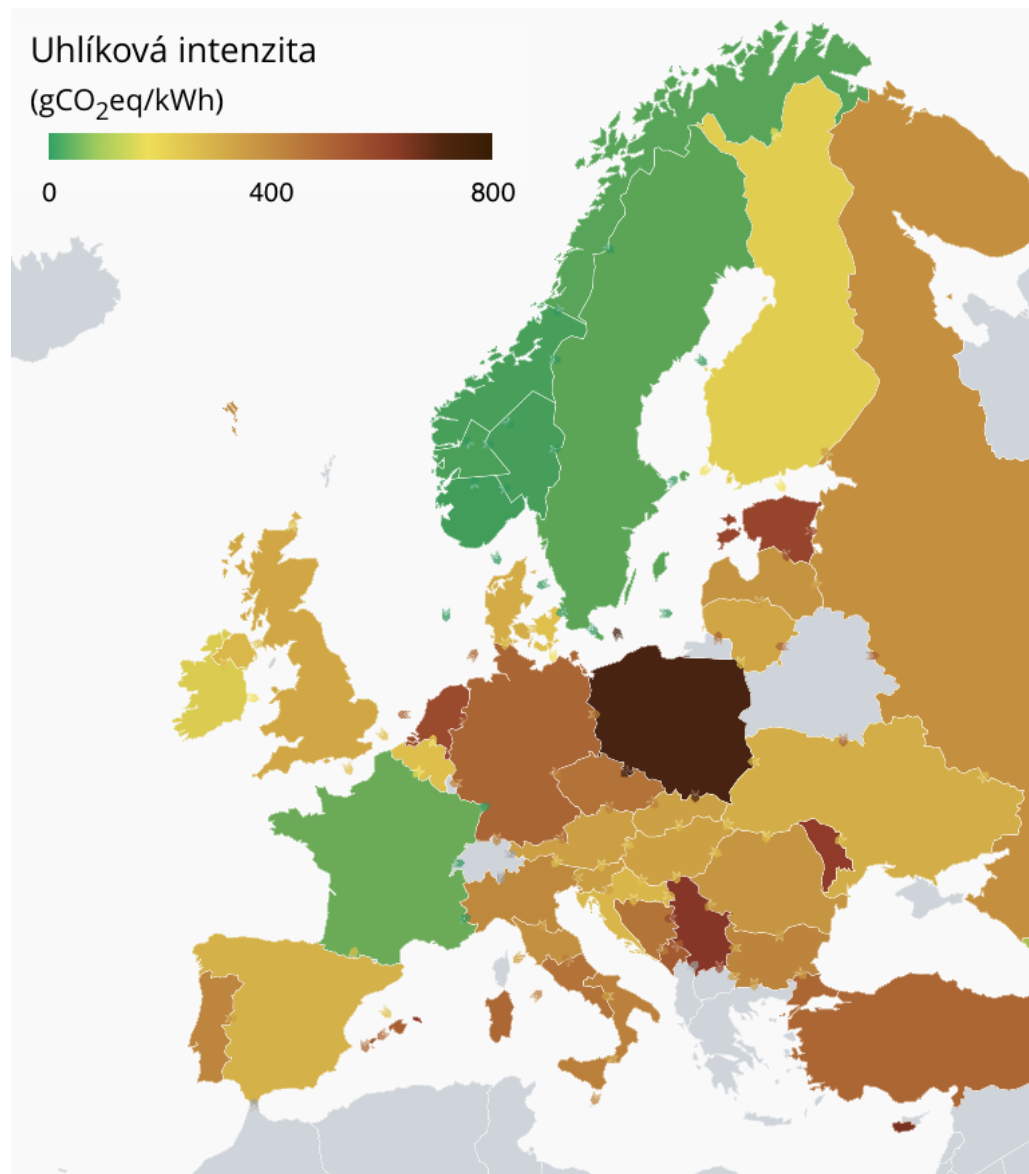


- Do r. 2020 snížit spotřebu energie z primárních zdrojů o 20 % oproti r. 2008 (na 11 454 PJ)

- Do r. 2020 snížit spotřebu elektrické energie o 10 % oproti r. 2008 (na 553 TWh)

*PEZ = primární energetické zdroje

Mapa výroby elektrické energie



← Francie

30. říjen 2019 16:47

74g

Uhlíková intenzita
(gCO₂eq/kWh)

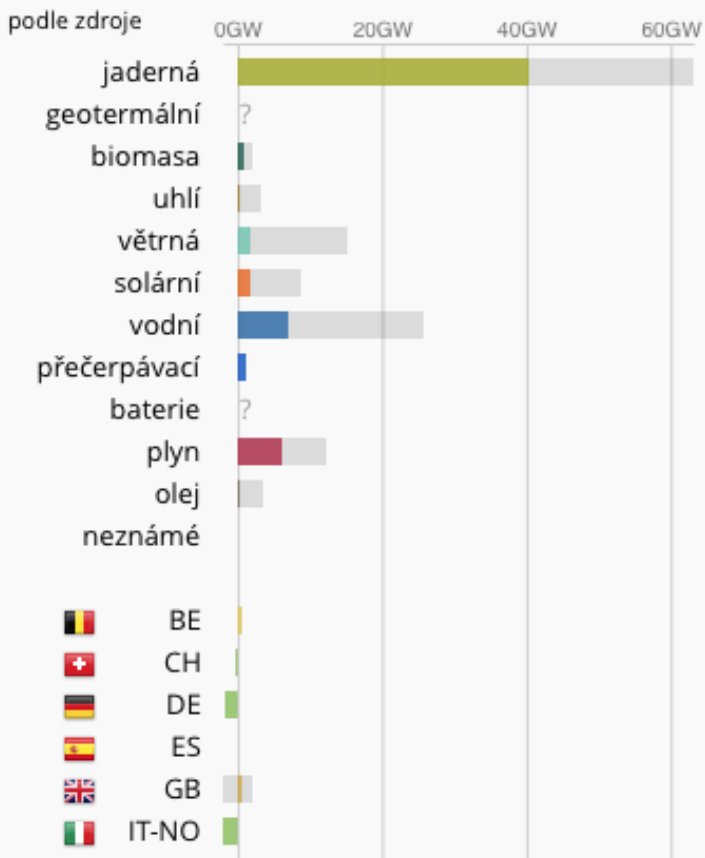
89%

Nízké emise

21%

Obnovitelné

Spotřeba elektřiny | Uhlíkové emise



← Německo

30. říjen 2019 16:47

473g

Uhlíková intenzita
(gCO₂eq/kWh)

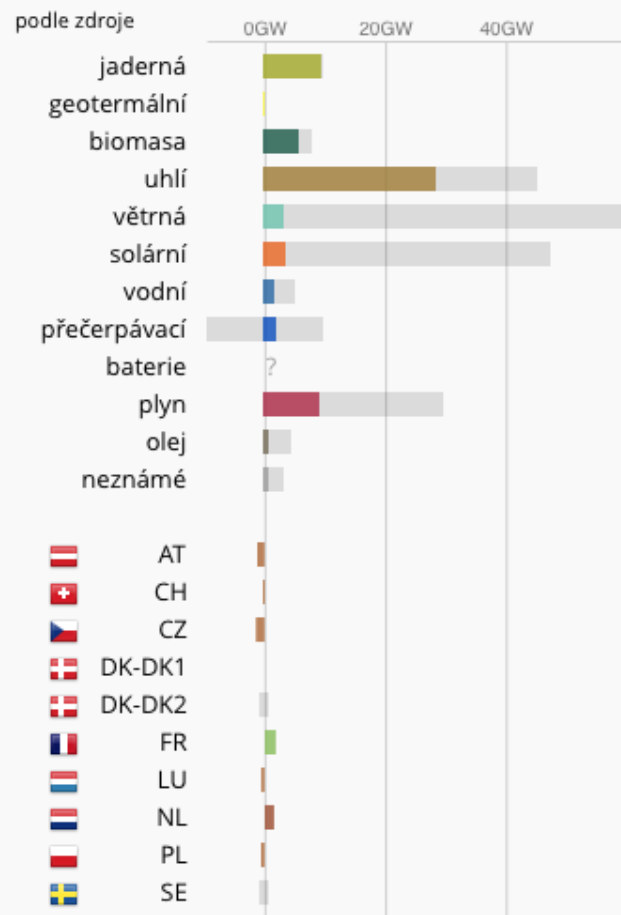
40%

Nízké emise

24%

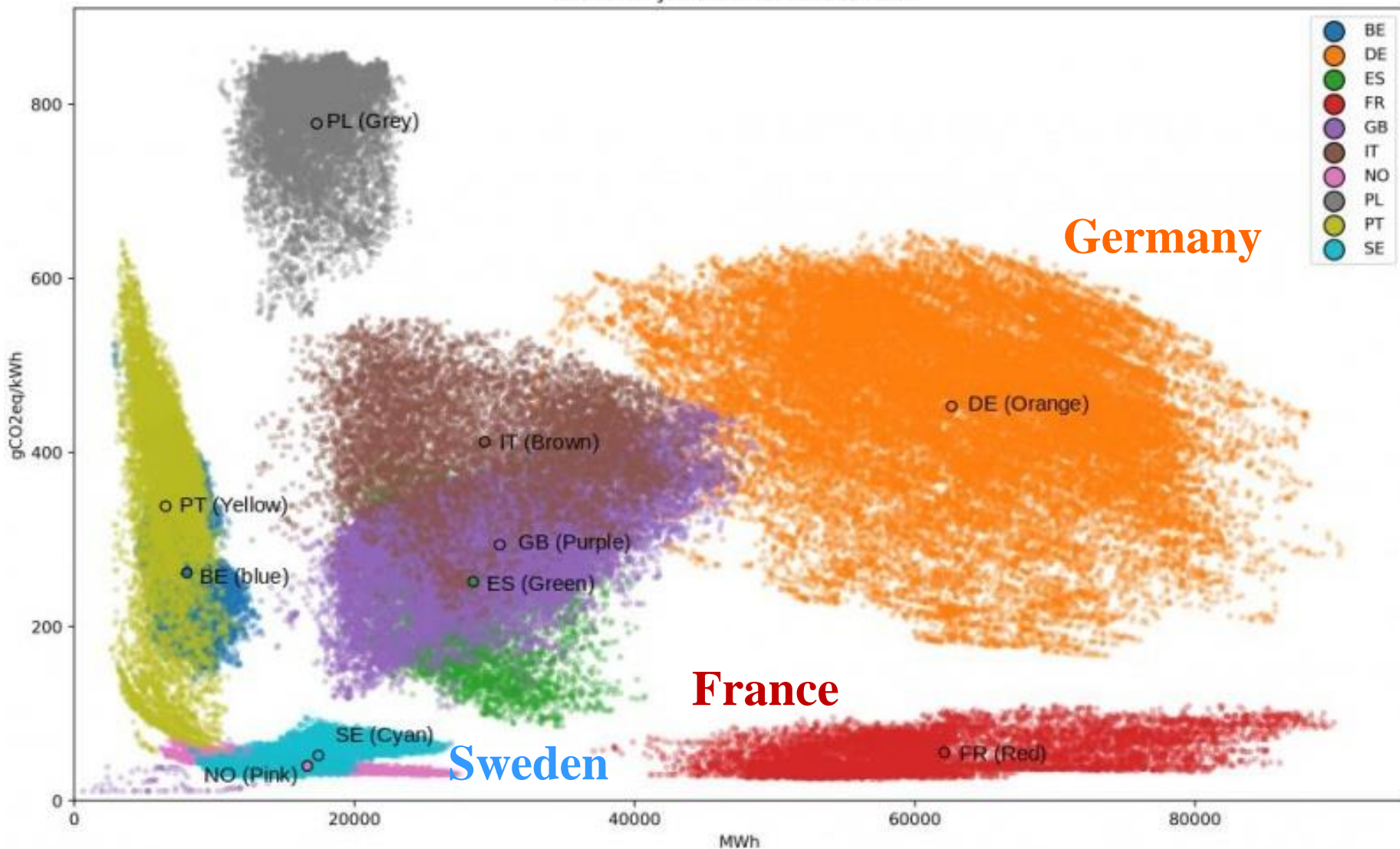
Obnovitelné

Spotřeba elektřiny | Uhlíkové emise

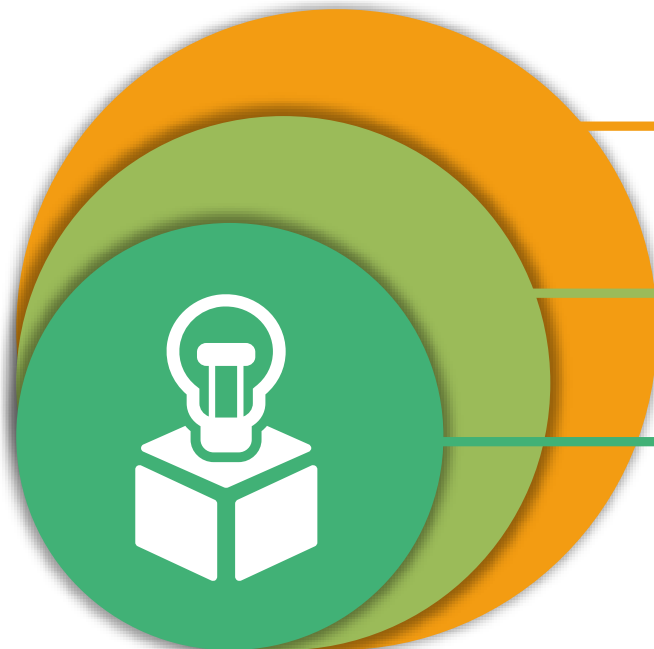


Přehled emisí CO₂ v r. 2018

Relative emission compared to power generation
Source: ENTSO-E, IPCC 2018
From: 01-Jan-2018 to: 31-Dec-2018



Kam míříme?



● Mělo by Německo přestat odstavovat JE?

● Je/bude zajištěna bezpečná dodávka elektrické energie?

● Je Energiewende cesta k úspěšné dekarbonizaci?

Zdroje



<https://oenergetice.cz/elektrina/Energiewende-a-jeji-cile/>

http://www.gesetze-im-internet.de/eeg_2014/

<https://oenergetice.cz/akumulace-energie/vyznam-akumulace-energie-v-nemecke-energiewende/>

https://www.researchgate.net/publication/261848307_Technology_Roadmap_Energy_storage

<https://www.spiegel.de/international/germany/phasing-in-the-phase-out-germany-reconsiders-reactor-lifespan-extensions-a-750836.html>

<https://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-g-n/germany.aspx>

<https://www.world-nuclear.org/country/default.aspx/Germany>

<https://www.mckinsey.de/branchen/chemie-energie-rohstoffe/energiewende-index>

https://www.netzausbau.de/leitungsvorhaben/de.html?cms_map=2

<https://www.cleanenergywire.org/dossiers/energy-transition-and-germanys-power-grid>

<http://atominfo.cz/2019/10/handelsblatt-nemecko-ma-v-energetice-vazny-problem/>

<https://oenergetice.cz/energostat>

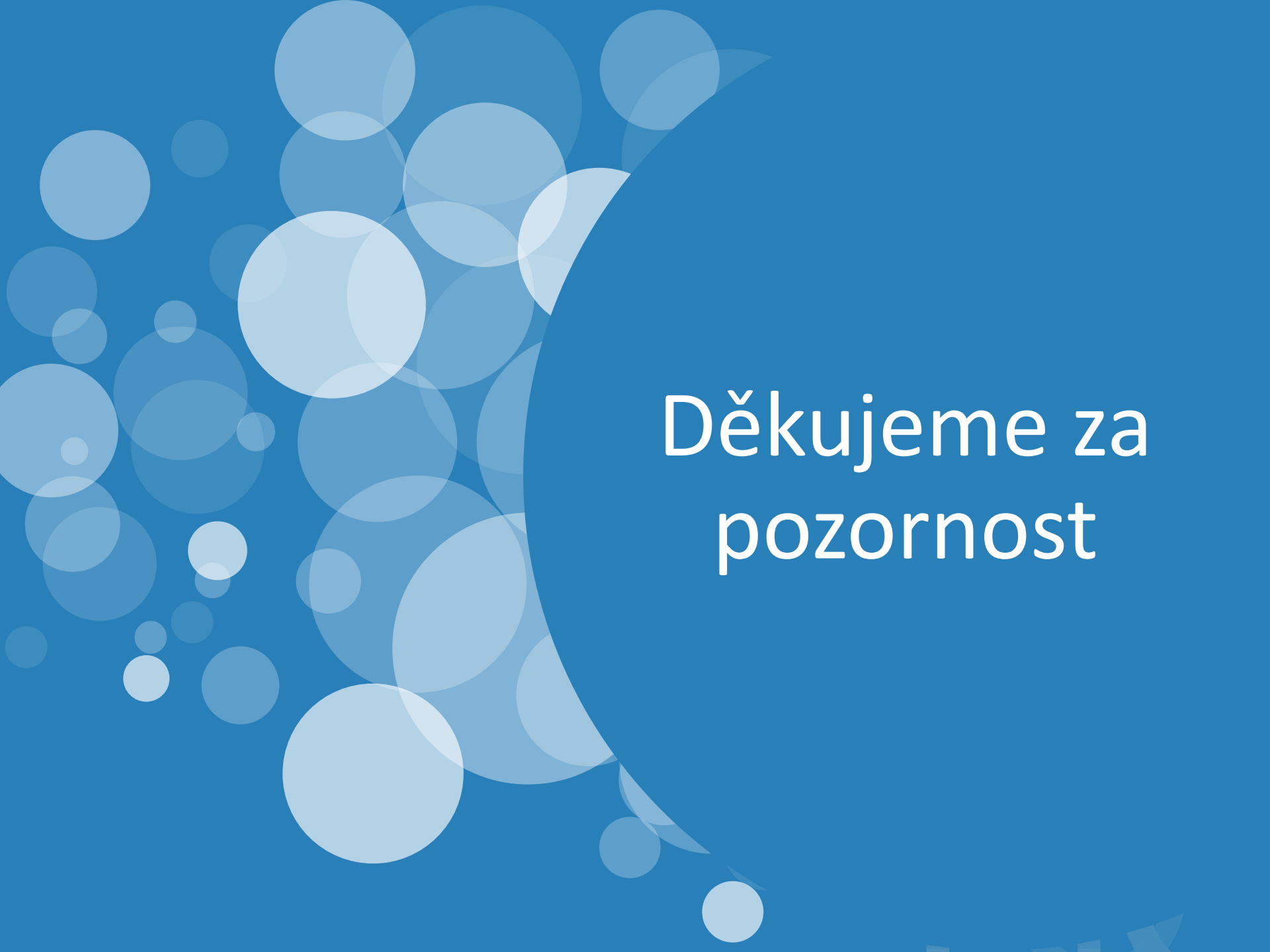
<https://webstore.iea.org/world-energy-balances-2019>

<https://ag-energiebilanzen.de/4-1-Home.html>

https://www.energy-charts.de/energy_pie.htm?year=2011

<https://www.electricitymap.org/?page=country&solar=false&remote=true&wind=false&countryCode=FR>

<https://www.world-nuclear.org/information-library/energy-and-the-environment/energiewende.aspx>



Děkujeme za
pozornost