

Energetika ČR včera dnes a zítra

Miloš Tichý

milos.tichy@fjfi.cvut.cz

Energetika na rozcestí?

- Úloha státu ve velmi liberalizované energetice
 - Stát zajišťuje dodávku energie podobně jako bezpečnost, evidenci, statistiku...
 - Energie je zboží jako každé jiné; trh je nejefektivnějším stanovitelem ceny, stát jen reguluje
- Soběstačnost v zásobování energiemi:
 - máme o ní usilovat v propojeném světě? V EU je energetika zodpovědnost národní vlády
 - úplná (ve všech palivech) je nereálná pro absenci zásob ropy a zemního plynu
 - v zásobování elektřinou existuje; přebytek cca 15% je vyvážen, ale jaderné palivo a plyn dovážíme
- Fosilní elektroenergetika a teplárenství :
 - Platí podstatně vyšší emisní limity (hlavně NOx, Hg), budou se dále zvyšovat
 - Relativní zastaralost většiny systémových elektráren (účinnost, technologie omezování emisí)
 - Docházející zásoby hnědého uhlí (hlavně kvalitního)
 - Teplárenství je konkurenceschopné jen s kvalitním hnědým uhlím, kterého je málo a brzy dojde (2023), teplárny musí splnit emisní limity
- Rozvoj jaderné energetiky je limitován
 - omezenou kompatibilitou s liberalizovaným prostředím (dlouhá a drahá výstavba, limitované úvěry)
 - politicky motivovaným odporem některých sousedních zemí
 - malou ochotou obyvatelstva připustit stavbu mimo současné areály
- Obnovitelné zdroje
 - Při kalkulacích se obvykle nebere v úvahu nutnost akumulace nebo zálohování;
 - Jaký podíl OZE energetika „snese“ bez (hrozby) kolapsu ?
 - Potenciál skutečně obnovitelných zdrojů v ČR (voda, vítr, slunce) je velmi omezený (geografie, lidnatost)
 - Zdroje pro antropogenně obnovitelné zdroje (biomasa) by neměly nahrazovat potravinářské a pícní plodiny
- Možné směry vývoje energetiky
 - určeny politickým rozhodnutím zahrnovaným výsledky modelování, které popisuje reálné scénáře
 - "vědci nám spočtou jak energetika bude vypadat" není nikdo tak moudrý, scénářů je víc
 - příčiny současné energetické krize, burza+ tvorba ceny
- Elektromobilita
 - Auta na elektřinu nebo vodík nemusí být jednoznačně přínosem pro životní prostředí
 - dvě skupiny emisí ze spalovacího motoru: jejich omezování nutno posuzovat zvlášť
- Energetická krize, důvody drahé energie
 - Geopolitické důvody
 - Tvorba ceny elektřiny a plynu
- Hlavní témata současné a budoucí energetiky
 - Současná energetika v EU: Green Deal, Fit for 55, Taxonomie, vyplývající palivová změna
 - Dotace čeho a jak, tarify, jaderná energetika v liberalizovaném prostředí, akumulace energie, distribuovaná energetika
- Akumulace elektřiny
 - Metody akumulace elektřiny: kapacita, trvání
 - Akumulace do vodíku

Instituční uspořádání energetiky a liberalizace

Instituční uspořádání energetiky- neliberalizovaná energetika

- První energetické podniky byly soukromé, při sjednocování soustav byly v Evropě zestátněny (nikoli v USA)
- Nejčastější uspořádání první poloviny 20tého století:

Státem vlastněná nebo ovládaná společnost(i) (utilita): vertikálně integrovaná; zahrnuje výrobu, přenos, distribuce, prodej

- Výhody:
 - Stabilní systém dovoluje investovat v dlouhodobé perspektivě, kdy se uvažují všechny typy výroby elektřiny podle velikosti, zatížení a pohotovosti
 - Absorbují se výkyvy cen paliv
 - Lze respektovat vlivy na životní prostředí v souladu s politikou vlády
 - Systém je kontrolovatelný (v rámci míry korupce) a technicky spolehlivý
 - Existuje mnohaletá zkušenost s fungováním
 - Ceny se odvíjejí principiálně od nákladů, ale mohou být politicky ovlivňovány; tj. nefunguje minimalizace cen tržním mechanismem, ale politická kontrola zabraňuje extrémnímu zdražení
- Nevýhody:
 - Alokace zdrojů (finančních) je podle ekonomů sub-optimální
 - Cenová hladina je pravděpodobně vyšší než tržní

Liberalizace energetiky

- Dva extrémní pohledy na úlohu energetiky:
 - Energetika je funkce (služba) státu jako např. obrana nebo vnitřní bezpečnost => nelze liberalizovat
 - Energie je zboží jako jiné, stát je špatný podnikatel => nutno liberalizovat
- Liberalizace energetiky vychází z liberální ekonomické teorie:
 - Jen trh je schopen zajistit účelné a hospodárné využití zdrojů
 - Pluralita zdrojů i spotřebitelů zajišťuje fungování trhu
- Liberalizace energetiky je trend posledních 30 let EU;
 - odpověď na „uvízlé investice“: normálně nesplacitelné investice některých výrobců elektřiny způsobené změnami poptávky a regulací cen
 - v liberalizované energetice by k přeinvestování nemělo dojít
- Liberalizace v Evropě:
 - 1990 Británie,
 - 1996 Skandinávie,
 - 1996-2008 celá EU

Liberalizace energetiky(2)

- Liberalizace se týká hlavně „síťových“ odvětví vytvářejících lokální monopoly (dodávka přes unikátní síť, kterou někdo vlastní a provozuje):
 - elektroenergetika,
 - plynárenství
 - teplárenství (omezeně a jen lokálně)
- Podobnost s drátovými komunikačními sítěmi (TV, telefon, data)
- Trh s ropou a zejména s ropnými produkty byl (téměř) vždy liberalizován: není monopolizován; určitá monopolizace dodávky ropovody (podstatně levnější než lodí)
- Nezbytnost státní regulace: čím je energetika liberalizovanější tím nezbytnější regulace:
 - Technická: zajistí technické parametry sítě, ochrana životního prostředí
 - Ochrana trhu: proti vzniku monopolů (vymáhání přístupu třetí strany)
 - Cenová regulace:
 - **ochrana malého zákazníka**, -politické implikace
 - zajištění rozumných cen pro transmisi a distribuci
- Dva základní modely liberalizované energetiky:
 - Jediný kupující (single buyer): omezená liberalizace
 - Povinný přístup třetích stran (third party access): úplná liberalizace

Liberalizace a jaderná energetika

- Jaderná energetika má nejvyšší investiční náklady + dlouhou dobu výstavby=> vysoké riziko pro investory, které investici dále prodražuje
- Budované JE patří do
 - částečně (plně) liberalizované energetiky: 1 Francie, 1 Slovensko, 2 Maďarsko, 2 VB+ nově dokončené (2 USA, 1 Finsko)
 - neliberalizované energetiky (Čína, Rusko, Indie, UAE): desítky bloků
- Liberalizovaná energetika: volatilita cen a možné distorze trhu dotacemi neumožňují dlouhodobé (> 5let) plánování => řada JE uzavírána z ekonomických důvodů: USA, Kanada, Švédsko
- Kompatibilitu JE s liberálním prostředím může zajistit:
 - Vyrovnávání ceny státem (např. contract for difference) – Británie, ČR
 - Vlastník JE je kapitálově spojen s konečným spotřebitelem – Finsko (Hanki-vi-zrušeno po napadení Ukrajiny Ruskem)
 - Silný externí investor jako smluvní partner státní utility s mezinárodně politickou motivací;
 - model: postav, vlastní, provozuj, (BOO: Build, Own, Operate)
 - Příklad: Rosatom - Bělorusko, Turecko, Maďarsko, Arménie, Jordánsko, Vietnam
 - Malé modulární reaktory? (rychlejší návratnost, menší riziko přeinvestování)
 - Státní podpora ve formě kapacitních aukcí
 - Další mechanismy ve vývoji??

Jaderná energetika, milníky:

- Hnutí zelených a protijaderné hnutí: odmítání jaderné energetiky (Německo, Rakousko, ...), důvody:

- spojení environmentálního a odzbrojovacích hnutí (?)
- „stavební“ exploze (US,SSSR)

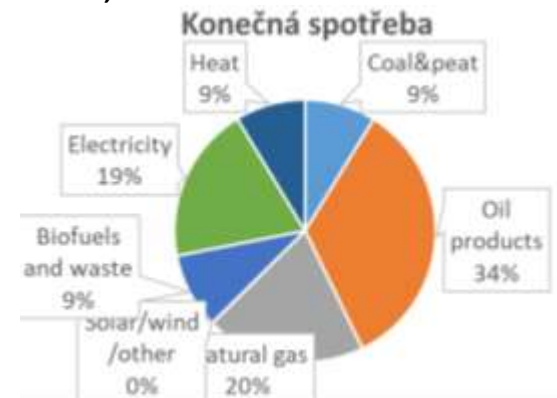
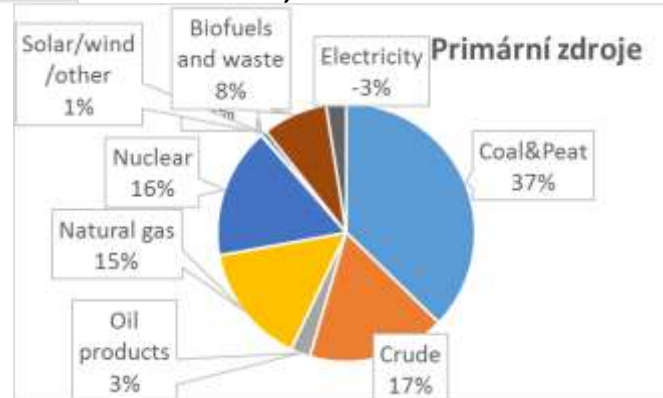
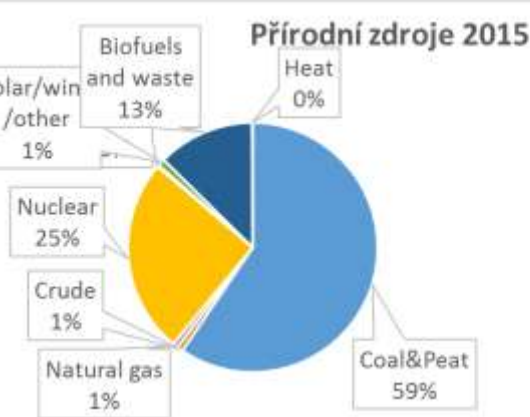


- Odmítnutí jaderné energetiky a uzavírání jaderných elektráren před skončením životnosti na základě referend nebo politických dohod: Rakousko, Itálie, Švédsko, Německo
- Renesance (?) jaderné energetiky po roce 2000 se nekoná(?), soutěž jaderné energetiky o investiční fondy s břidličným plynem prohrána,
- Zavírání JE z ekonomických důvodů (USA, Německo, Švédsko)
- Čína, Rusko, Korea, Indie: stálý rozvoj výstavby

Spotřeba energie a soběstačnost

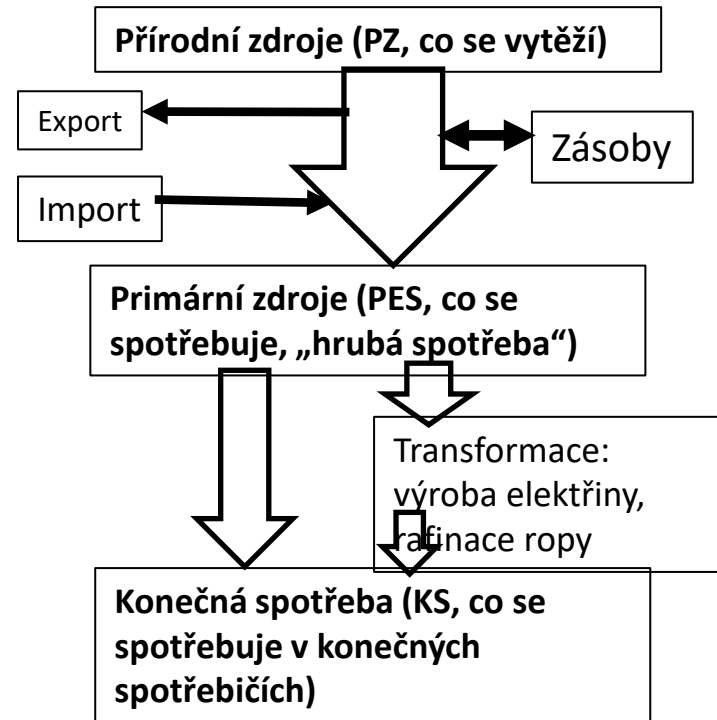
PZ, PEZ a KS: příklad 2015

- Přírodní zdroje** **Primární zdroje** **Konečná spotřeba**
- získá se z přírody spotřeba na vstupech do energetiky spotřeba na konci
- ~1,16 EJ ~ 1,70 EJ ~ 1,04 EJ



Koncept energetické bilance:

<https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/energy-statistics-data-browser?country=GERMANY&energy=Balances&year=2019>



Primární energetické zdroje (PEZ)

- Celkem cca 1,7EJ, z toho nejvíce uhlí 0,7 EJ
- Stálý pokles podílu uhlí, růst jádra a zemního plynu
- V posledních letech růst OZE

Soběstačnost:

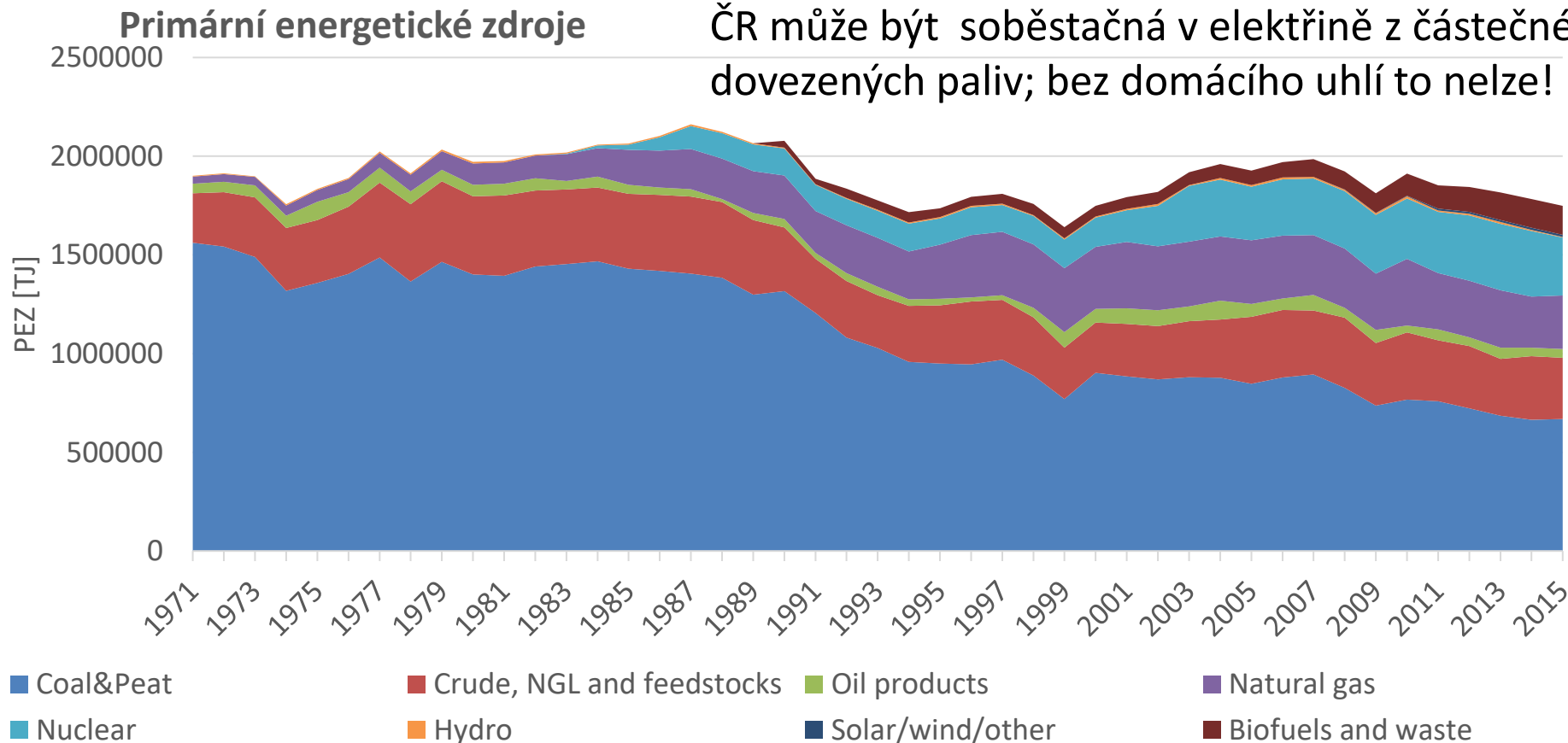
Dovoz: $1,7 - 1,16 = 0,54$ PJ tj. 32% (ropa+plyn)

Včetně uranu: 0,84PJ tj. 49%

EU28 (fosilní) 59%

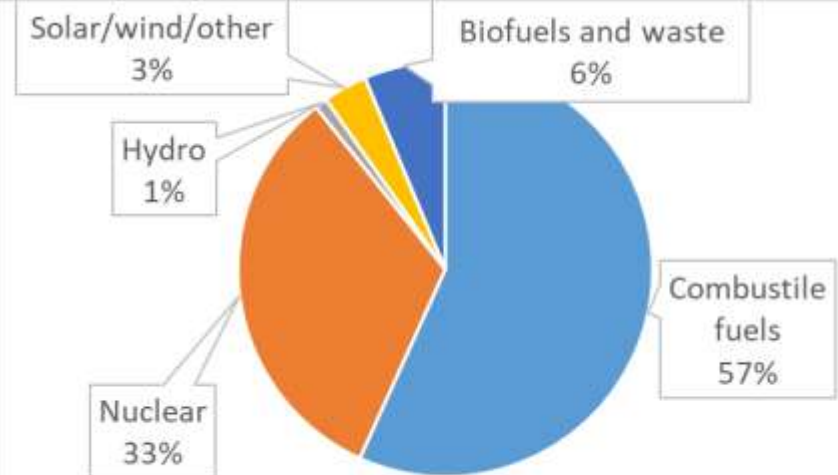
Úplnou soběstačnost nelze dosáhnout bez nahrazení plynu a ropy (uhlí)!

ČR může být soběstačná v elektřině z částečně dovezených paliv; bez domácího uhlí to nelze!

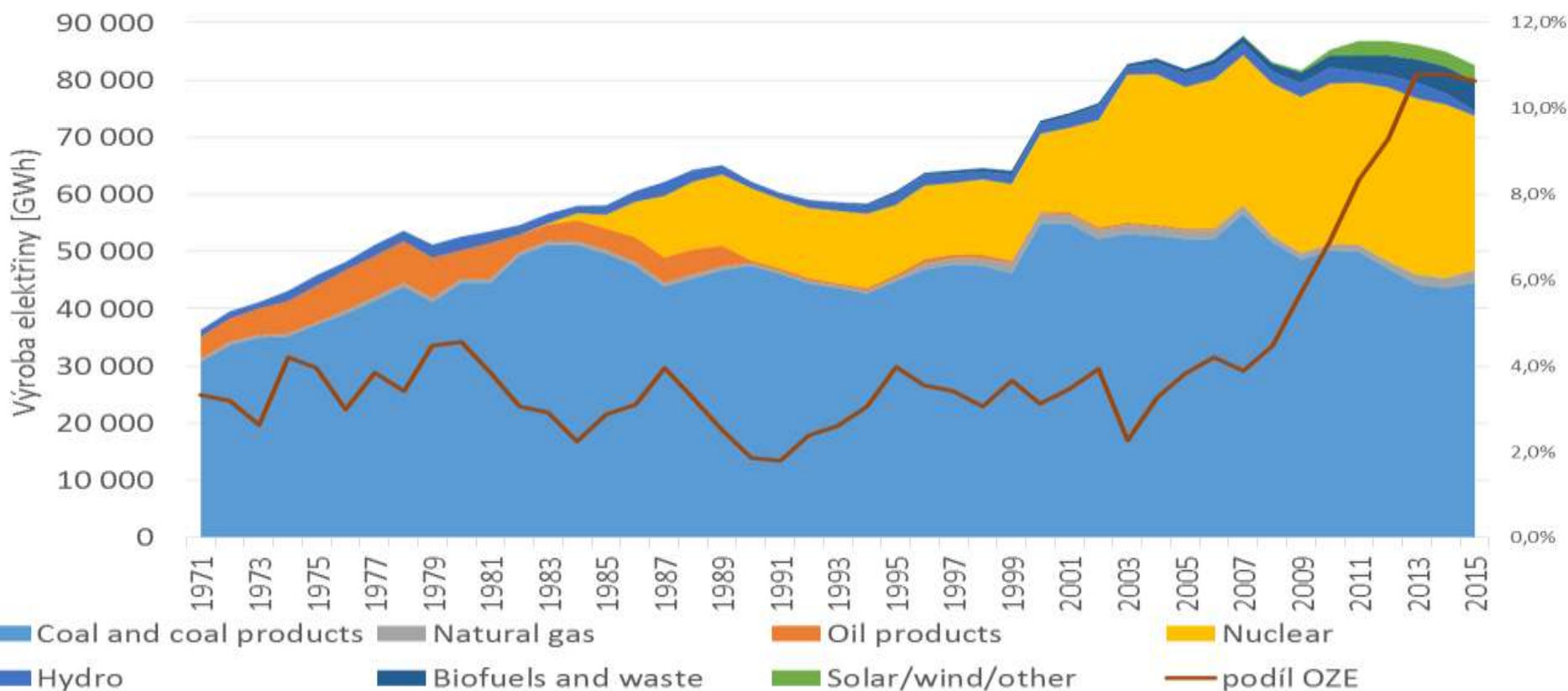


Produkce elektřiny

- 2015: celková produkce 83,9TWh,
 - Čistý vývoz 12,5TWh (15%)
 - Domácí spotřeba 71,4TWh
- Podíl OZE: dramatický růst po 2008 3-11%
- Export: ČR je čistý exportér od 70tých let,
- Od 2000 masivní export: 14-20%
- Soběstačnost:** dovážíme jaderné palivo a plyn (těžba uranu zastavena pro neekonomičnost),
- podíl elektřiny z jádra 33% z plynu 3%= >36% elektřiny je z dovážených paliv

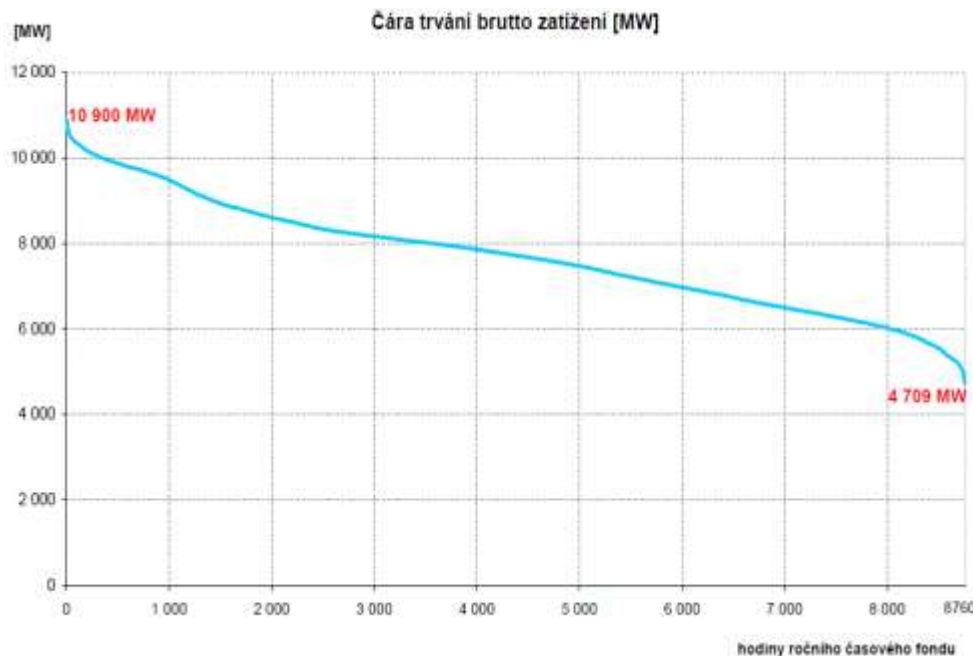


Výroba elektřiny

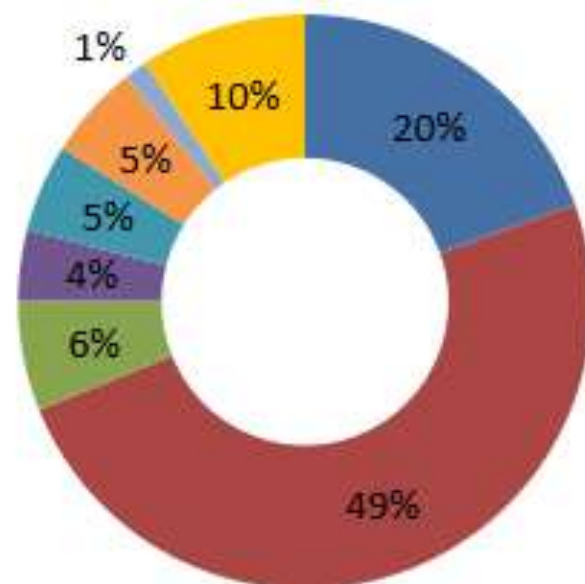


Současnost: instalovaná kapacita (GW)

- Roční křivka zatížení (yearly load duration curve) ČR
- Jaká je nezbytná instalovaná kapacita?
 - Maximální cca 11GW
 - Celoroční zatížení cca 5GW
 - Existující instalovaná kapacita cca 22 GW
- Nainstalováno 22GW
 - V maximu 11GW,
 - 24/7 celý rok potřebujeme 5 GW
 - co se zbytkem kapacity?
 - Odstávky na údržbu
 - Vývoz elektřiny
 - Bezpečnost systému
 - 11% (vítr, slunce) si pracuje kdy chce
 - 4% (plyn) je drahá, jen když vzroste cena
 - 5% (přečerpávačky) jen špičky spotřeby



Total CR	21,989.0
Nuclear (NPP)	4,290.0
Thermal (TPS)	10,850.0
Combined cycle (CC)	1,363.5
Gas fired (GFPS)	874.0
Hydro (HE)	1,090.2
Pumped storage (PSHE)	1,171.5
Wind (WPP)	282.0
Photovoltaic (PV)	2,067.9



Fosilní energetika

„Velká“ fosilní energetika

[http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/mapa-vyrobnych-zdroju.html#!&category\[\]=jaderneelektřrny&category\[\]=uhelneelektřrny&detailId=160](http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/mapa-vyrobnych-zdroju.html#!&category[]=jaderneelektřrny&category[]=uhelneelektřrny&detailId=160)



Fosilní energetika v severních Čechách-privatizace dvou pánví

- Sokolovská: doly Jiří a Družba-> úpravna, elektrárna, teplárna Vřesová
 - Privatizováno do rukou managementu, do vytěžení zásob (2035-43)
- Severočeská
 - Doly Nástup, Bílina -> Severočeské doly (ČEZ)
 - Doly ČSA, Vršany -> Mostecká uhelná, násilné převzetí (Kolářek, Měkota a.j., později Appian, Sev.en Tykač),
 - důl ČSA nedávno uzavřen



1 Ledvice
Zabrušany, okres
50.5938158N, 13

2 Počeradsky
50°25'23.064"N, 1
50.4230733N, 13

3 Tušimice
Kadaň, okres Chot
50.3744892N, 13

4 Prunéřov
Kadaň, okres Chot
50.4064469N, 13

5 Důl Nástup T
Spořice, okres Ch
50.4265728N, 13

6 Důl Vršany
50°29'45.869"N, 1
50.4960750N, 13

7 Důl ČSA
Horní Jiřetín, okre
50.5419158N, 13

8 Důl Bílina
Bílina, okres Tepl
50.5741969N, 13

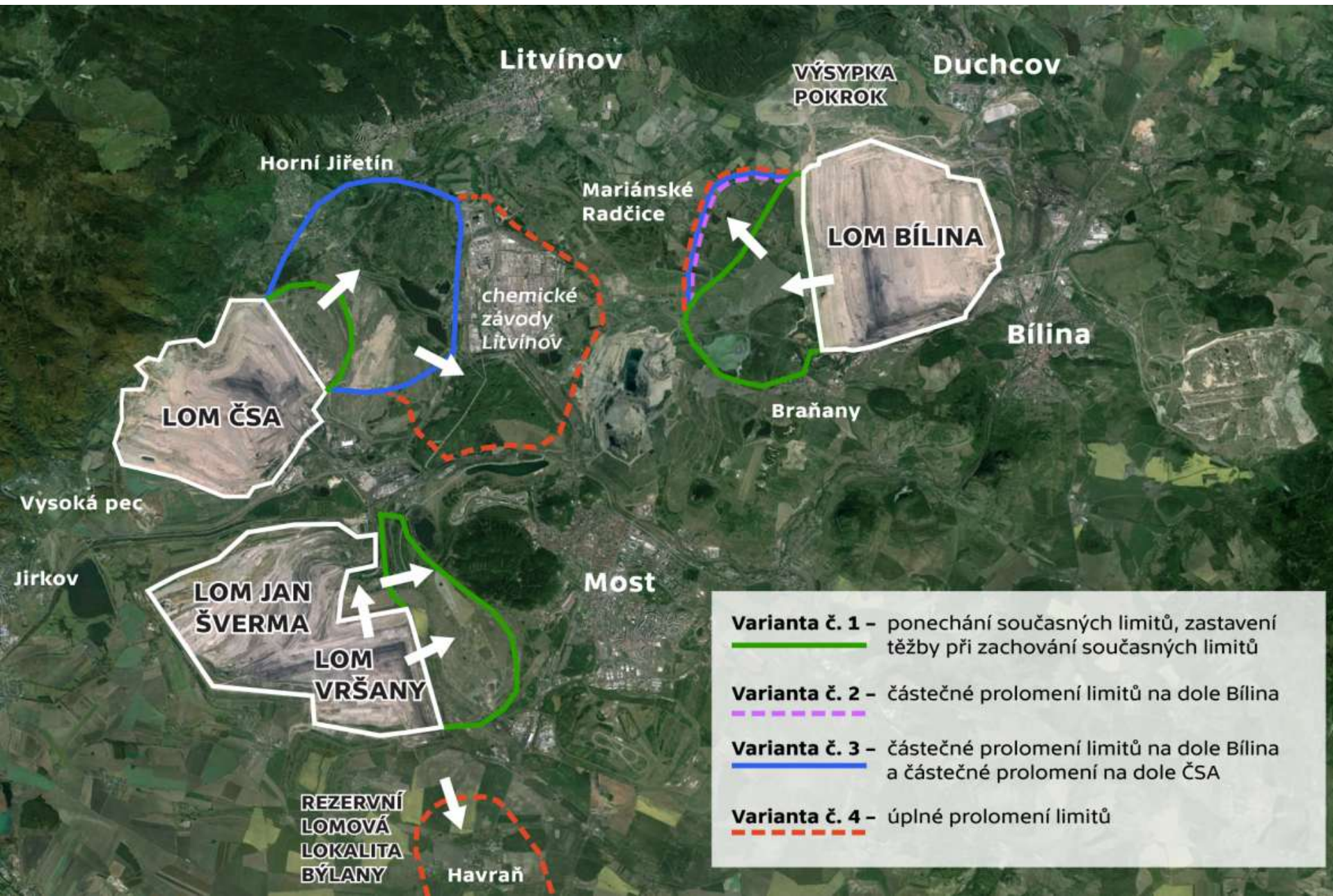
X Smazat body

Do batůžku

Sdílet

Exportovat

Limity těžby hnědého uhlí



Fosilní energetika v severních Čechách-současnost

- Sepětí producentů uhlí a elektřiny:

- Sokolovská uhelná+ el. Vřesová;
- Severočeské doly+ el. ČEZ,
- Czech Coal
- Severní energetická +Chvaletice

=> životnost elektráren „synchronizována“ s vyčerpáním zdrojů uhlí

- Sokolovská pánev, Sokolovská uhelná;

- Nízkosírnaté uhlí; lokální použití (Vřesová, Tisová)+3 velké teplárny
- doly Jiří, Družba, Medard, konec 2035

- Severočeská hnědouhelná pánev; doly:

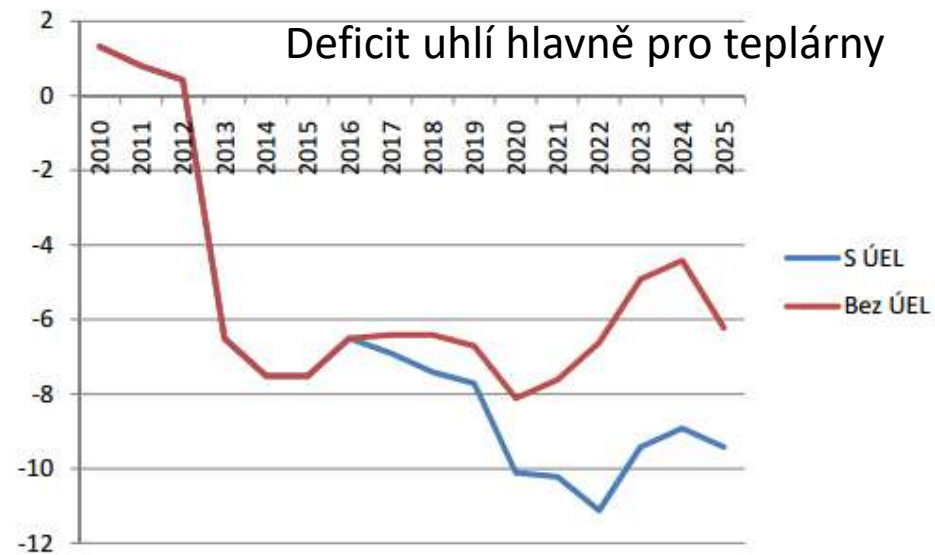
- Severočeské doly, ČEZ,
 - Bílina; 11-13MJ/kg; pro Ledvice, konec 2034-> 2055 (limit prolomen)
 - Nástup (DNT, Libouš); 10MJ/kg, pro Tušimice, Prunéřov, Počeradý; teplárna Komořany; konec 2035;
- Czech Coal
 - Centrum, hlubinný; konec 2016
 - Vršany; výhřevnost 11MJ/kg; konec 2054; pro Počeradý (koupeno od ČEZu)
- Severní energetická (Sev.en, vydělila se z Czech Coal)
 - ČSA; vyšší výhřevnost 17MJ/kg; pro Chvaletice; konec 2023 (bez prolomení limitů)



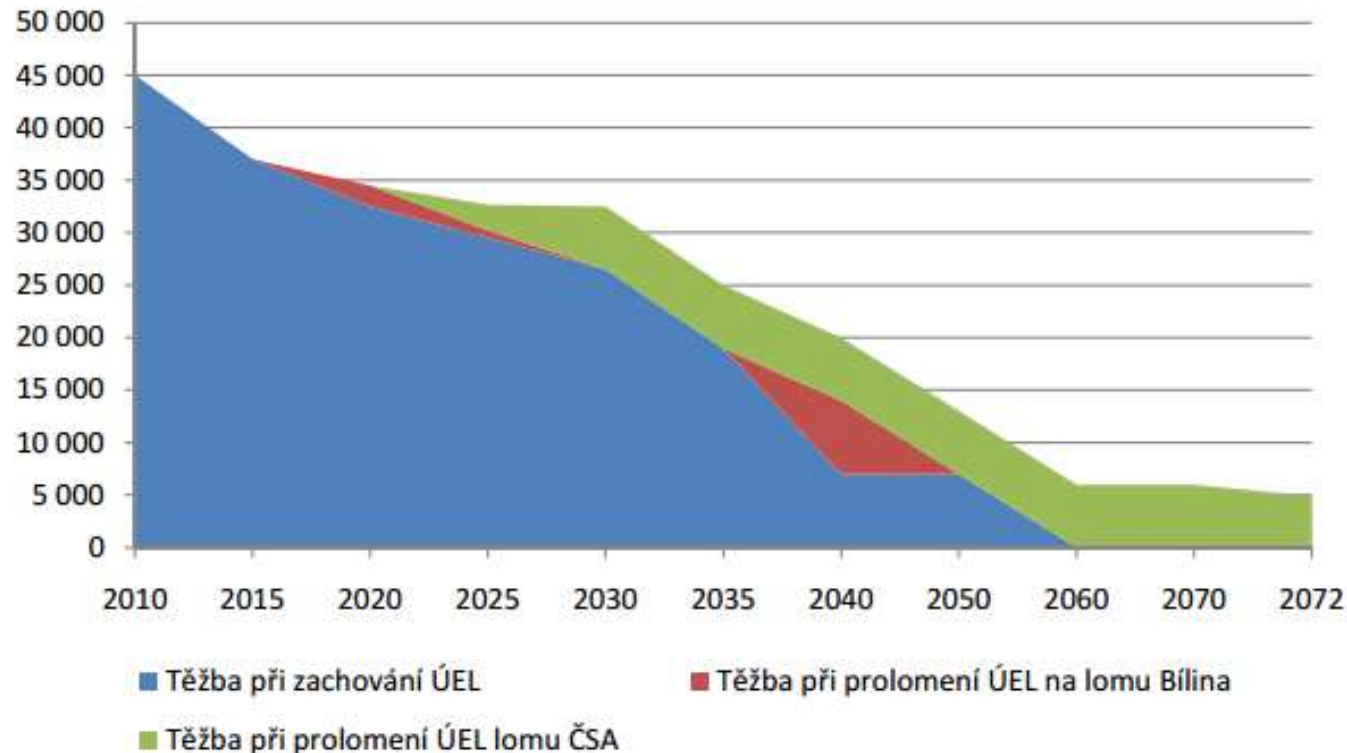
Fosilní energetika v severních Čechách- budoucnost

- Před limity 656Mt,
- Za limity 750 Mt (důl ČSA), Havraň(nebude se snad otvírat)
- Současná těžba cca 40Mt/rok
- Rychlejší ústup od uhlí: otevřené doly se „nevyuhlí“:
 - Lze zachovat pro pozdější využití?
 - Nebezpečí kompenzací pro majitele

- Poslední uhelné elektrárny:
 - Prunéřov 2040
 - Tušimice 2037
 - Ledvice 2055Celkem 2210 MW instalovaného výkonu (asi jako Temelín)
 - Politický konec uhlí: 2033, 2038
- Nebo jak naplánováno energetiky?



Zdroj: Invicta BOHEMICA, s.r.o.



Jak dál? Fosilní energetika

- Elektroenergetika:
 - Technicky:
 - modernizace (komplet nové) dalších elektráren (mimo Prunéřov, Ledvice, Tušimice)
 - stavba nových na plyn (?)
 - Překročení limitů v těžbě uhlí
 - Politicky: zavřít, max. stavba nových na plyn
- Teplárenství má omezený přístup k úvěrům při absenci dlouhodobých kontraktů na uhlí – nutné pro modernizaci, cesty:
 - Prolomení limitů těžby na dole ČSA+ podstatná modernizace snižující emise
 - Náhrada malými jadernými zdroji
 - Decentralizace: náhrada lokálními výtopnami a/nebo bytovými kotli na plyn
- Doprava: snížení emisí (pevné látky, NO_x) a energetické náročnosti
 - Použití zemního plynu
 - Elektromobily
 - Vodík jako palivo
- Odchod od uhlí 2038 (nebo i dříve):
 - Pokud poroste cena povolenky (emise CO_2) tak se stane uhelná energetika nerentabilní?
 - Žádné další modernizace elektráren
 - Ztráta soběstačnosti ve výrobě elektřiny (pokud se nepostaví jaderné elektrárny)
 - Kdo zaplatí investorům zisk z nevytěženého uhlí v případě politického ukončení?

Jaderná energetika

ČR: Jaderná energetika-historie

- 1945-1970 široce zaměřený výzkum včetně spolupráce na návrhu A1 v Jaslovských Bohunicích (od 1956)
- A1: HWGR, 150MW, koncepčně a technicky náročné, do provozu 1972
- Plán A2, 300MW, opuštěn po haváriích A1
- Dvě havárie (1976,77) =>
 - rozhodnutí o uzavření (dodnes nezlikvidováno)
 - změna koncepce ve prospěch VVER (PWR)
- Jaslovské Bohunice:
 - V1 (VVER 440/230, 1975), 2*440MW
 - V2 (VVER 440/213, 1985), 2*440MW
- Dukovany (VVER 440/213, 1985-88), 4*440MW, modernizováno na 4*510MW
- Temelín (VVER 1000/320, 2000-2002), 2*1000MW, modernizováno na 1040MW
- Postupné zapojení průmyslu: převážná část ETE vyrobena v Československu; Škoda JS vyrobila cca 20 tlakových nádob reaktoru
- Jaderné strojírenství nyní:
 - Údržba stávajících JE
 - Výroba kontejnerů pro vyhořelé palivo
 - Pohony regulačních tyčí
 - Výroba vnitroreaktorových částí pro vývoz

Jak dál? Další jaderné zdroje

- Dukovany jeden blok max 1200MW (omezeno chlazením)+další blok s technologickými problémy (chlazení vzduchem)nebo odstávka starých; bude stavět KHNP
- Temelín 2 bloky max. 1600MW/blok, staveniště připraveno, opce KHNP?
- Současní potenciální dodavatelé nabízejí bloky 1000-1750MW se srovnatelnou bezpečnostní úrovní,
- Dodržení doby výstavby (a tím i rozpočtu)
- Původní nabídka:
 - Westinghouse, USA, AP1000
 - Dva bloky v Číně postavené s zpožděním 3-4roky
 - Další 4 bloky v Číně ve stavbě
 - V USA dva bloky dostavovány s mnohaletým zpožděním (Vogtle), dva (Summer) –projekt zrušen ve stavbě
 - Framatome/Areva, Francie, EPR 1750- pro Dukovany zmenšenina nikde nepostavená
 - Finsko, Olkiluoto: zpoždění 11let, spuštění 2022
 - Francie Flamanville; zpoždění 9 let, spuštění 2024?
 - Dva bloky v Číně v provozu postavené se zpožděním 5let
 - 2 bloky v VB ve výstavbě
 - KHNP, Korea APR 1400 - pro Dukovany zmenšenina APR1000 nikde nepostavená
 - Korea: Shin Kori 2 bloky v provozu, 4 bloky ve výstavbě
 - 4 bloky v Emirátech: hotovo
 - Rosatom, Rusko VVER 1000/1200 vyřazen
 - 4 bloky v Číně v provozu, 2 ve výstavbě (zpoždění max 2roky)
 - 2 bloky Ostrovetz téměř v provozu, 4 bloky ve výstavbě Turecko, začíná stavba 2 bloků Paks
 - Indie 2 bloky v provozu, 2 ve výstavbě, Bangladéš 2 bloky ve výstavbě, Voroněž, St.Petěrburg, Kursk 4 bloky v provozu, další 2 ve výstavbě
 - CNNC, Čína, Hualong one (HPR 1000), vyřazen
 - Pakistán, dva bloky téměř hotové bez zpoždění
 - Fangchenggang, Fuqing 4 bloky v provozu, další 4 ve výstavbě

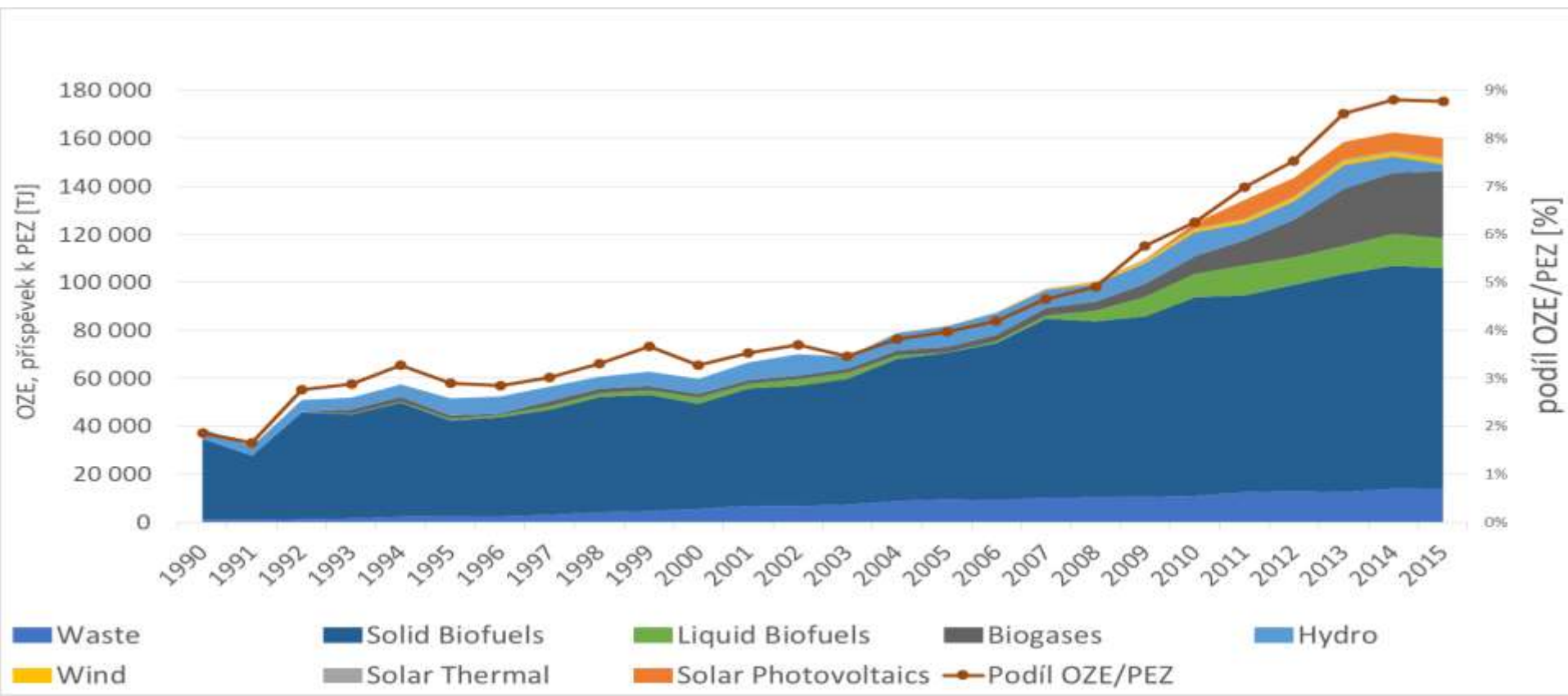
Další jaderné zdroje

- Kde, kolik?
 - Nejbližší: Dukovany 5 (6?)
 - Temelín 3, 4
 - Malé reaktory: Temelín+ místo odstavovaných elektráren (tepláren): Tušimice, Dětmatovice
- Otázky k rozhodnutí:
 - Volba velikosti bloku(ů) a dodavatele:
 - Úroveň jaderné bezpečnosti
 - Reference o splnění smluvních podmínek (doba výstavby, rozpočet)?
 - „Závislost“ na dodavateli
 - „Souhlas“ (tolerance) zejména Rakouska a Německa:
 - Současná legislativa EU: stát volí energetický mix a zodpovídá za dodávky energie
 - „mezinárodní“ EIA: Espoo konvence a EU směrnice zaručují vliv okolních států na významné projekty
 - Sousedské vztahy: riskantní postup je budování JE proti vůli sousedů

Obnovitelné zdroje

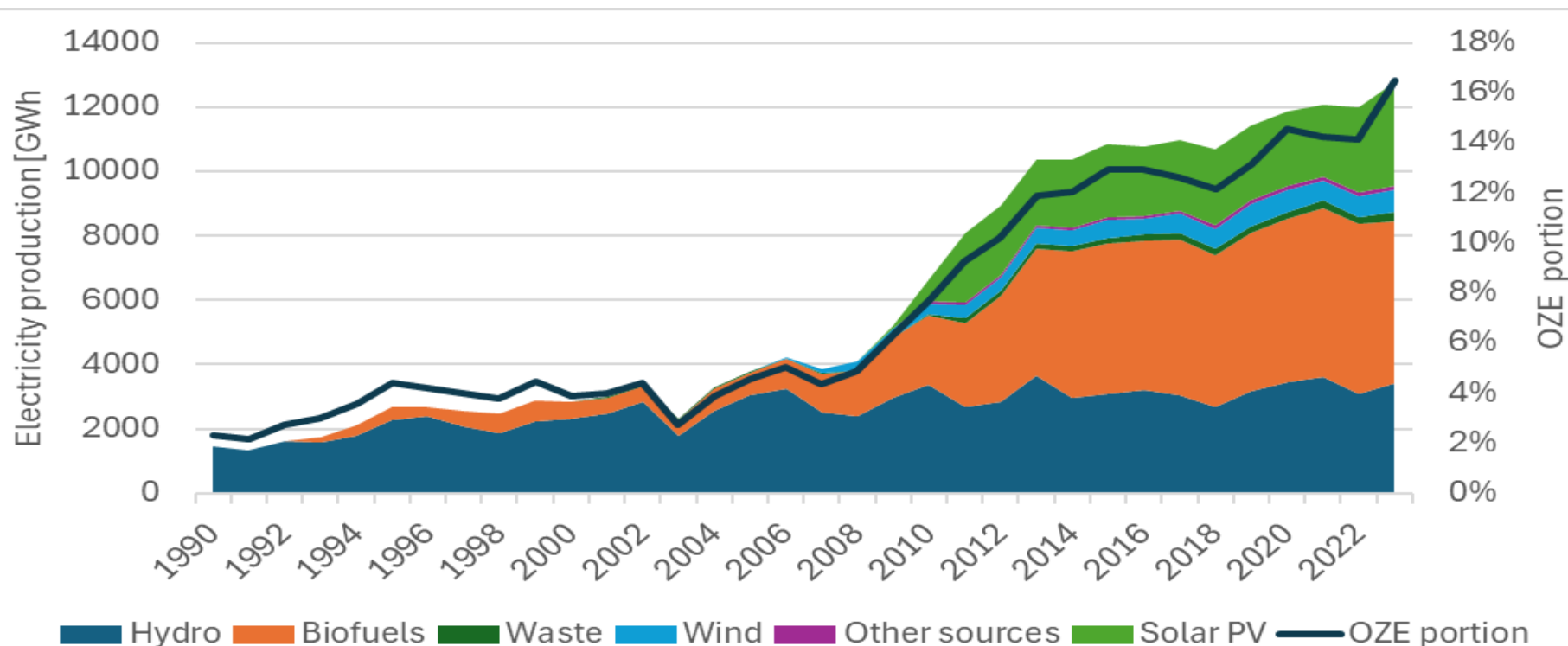
Obnovitelné zdroje, rozsah a struktura (pohled PEZ)

- Podstatný růst: dvojnásobek za 10 let
- Dominantní vliv biomasy, která se obnovuje antropogenně
- Významný růst solární energie, ale téměř zanedbatelný v souhrnu (0,04% PEZ)
- Pohled ovlivněný zpětným přepočítáváním z konečné spotřeby



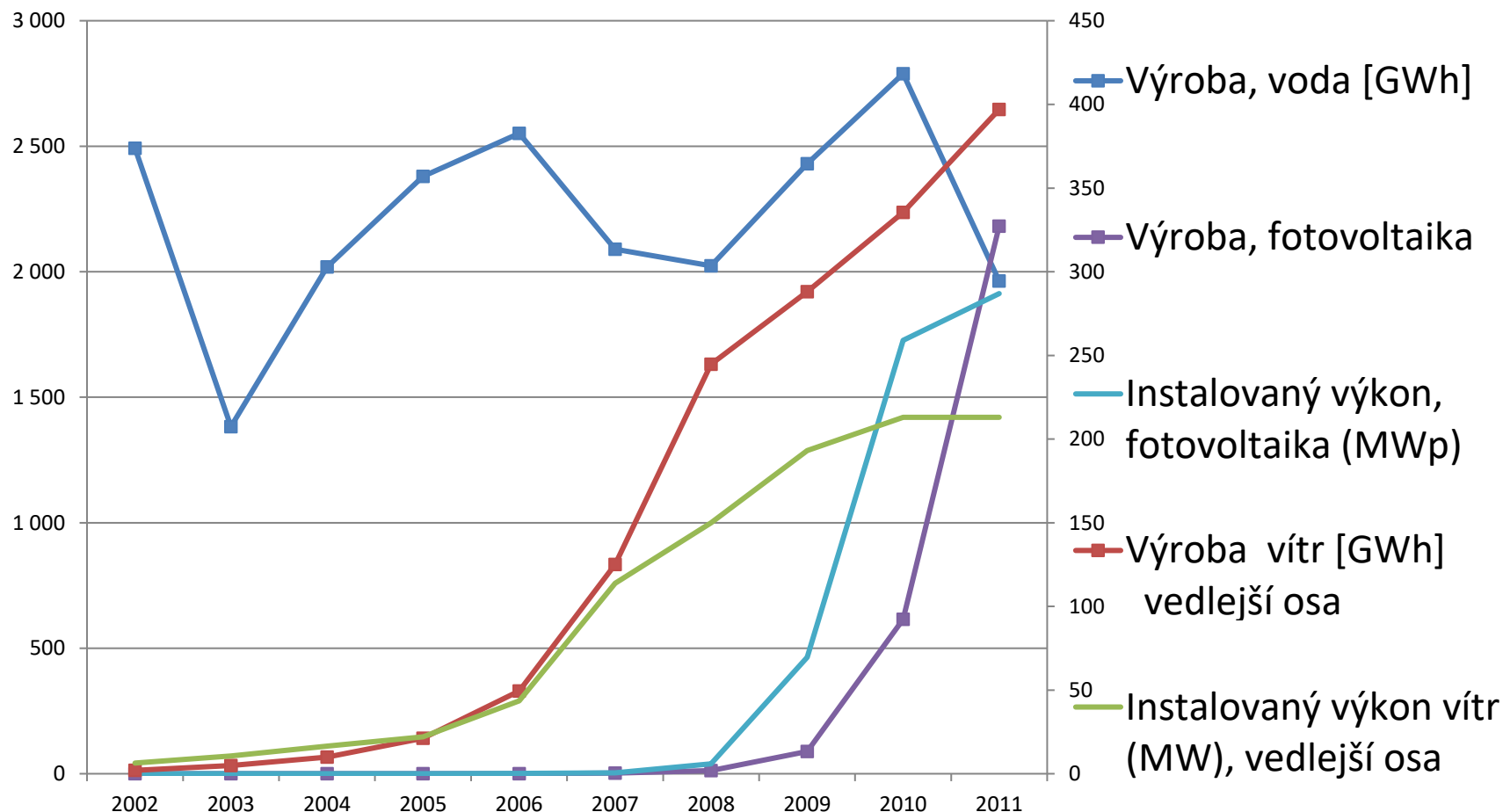
Elektřina z obnovitelných zdrojů

- OZE: cca 17% celkové produkce elektřiny
- Podstatný růst: 4x za 12let,
- Největší podíl do 2010 voda,
- Od 2012: srovnatelné zdroje: biomasa, bioplyn, voda, fotovoltaika (po 23%)
- Zájmová sdružení kvantifikují „**potenciály**“; diskutabilní použití pro plánování z ekonomických důvodů:
 - Geografické podmínky jsou nevýhodnější než u sousedů (vítr, slunce)
 - Pro srovnávání jednotkových cen je nutno započíst náklady na zálohování
- Instalovaný výkon solární elektrárny:
 - pro dlouhodobé plánování 10-20W/m² (roční průměr)
 - Projektanti počítají občas s 1000W/m²- okamžitý výkon při jasném nebi a natáčených panelech (kolmé ke slunci)



„Skutečné“ OZE: voda vítr, fotovoltaika

- Voda stálý zdroj, 2011: srovnatelný s fotovoltaikou
- Vítr o řád nižší, instalovaný výkon má podobný trend



Možné směry vývoje energetiky

Současnost a budoucnost energetiky

- Energetika je běh na dlouhou trať: plánování na 15-30 let
- Jaké zdroje máme a které budeme využívat:
 - Uhlí: bez překročení limitů a nových otvírek do cca 2050
 - Uran: relativně chudé rudy v současnosti neekonomická těžba
 - Ropa a zemní plyn: nemáme a nebudeme mít
 - Vodní energie: velké zdroje využity, malé pro lokální použití, omezený potenciál
 - Vítr a slunce: omezeno přírodními podmínkami, nelze konkurovat severnímu Německu
- Energetická soběstačnost
 - Úplná soběstačnost: nedosažitelné v dohledném horizontu (doprava, vytápění)
 - Elektroenergetika: politické rozhodnutí
- Co je přijatelné pro
 - životní prostředí
 - Společnost (akceptace energetických projektů)
- Jaká je úloha státu: ekonomický model energetiky, legislativní rámec; jsme členy EU, nelze očekávat změnu liberálního paradigmatu
- Modelování různých scénářů:
 - neexistuje správné řešení;
 - modelování pouze poskytuje technická a finanční omezení
- Diskuse završená kompromisním politickým řešením=> Státní energetická koncepce

Hlavní témata současné a budoucí energetiky

Zelená dohoda pro Evropu (Green Deal)

- Ambiciózní plán pokrývající téměř všechny oblasti lidské činnosti, nová EK 2019
- EU má být v roce 2050 klimaticky neutrální, ale podílí se na celosvětových emisích cca 9-10%
- Mezinárodně politický cíl: tlak na větší emitenty (Čína, USA, Indie)
- Kombinace legislativních návrhů, strategických dokumentů, hlavní oblasti:
 - Ambice v oblasti klimatu
 - Čistá, cenově dostupná a bezpečná energie
 - Průmyslová strategie pro čisté a oběhové hospodářství
 - Udržitelná a inteligentní mobilita
 - Zachování a ochrana biologické rozmanitosti
 - Ambice nulového znečištění pro prostředí bez toxických látek
 - Začleňování udržitelnosti do všech politik EU
- Zřízení Just Transition Fund: fond na podporu „odchodu“ od fosilních paliv => snížení kohezních fondů
- Financování ze zdrojů na úrovni EU:
 - Co je a co není hodno podpory je v „EU Taxonomy for sustainable technologies“
 - https://ec.europa.eu/info/business-economy-euro/banking-and-finance/sustainable-finance/eu-taxonomy-sustainable-activities_en
 - Finanční zdroje kryty z půjčených peněz
 - Částky směřovány: řádný rozpočet EU, finance na Green Deal, finance na řešení krize Eura

Green Deal- Fit for 55

legislativní návrhy a politické iniciativy

- **revize systému EU pro obchodování s emisemi (EU ETS)**
- revizi nařízení o sdílení úsilí týkajícího se cílů členských států v oblasti **snížování emisí v odvětvích mimo EU ETS**
- **revize nařízení** o zahrnutí emisí skleníkových plynů a jejich pohlcování v důsledku **využívání půdy**, změn ve využívání půdy a **lesnictví (LULUCF)**
- revize směrnice o **obnovitelných zdrojích energie**
- přepracování směrnice o **energetické účinnosti**
- revizi směrnice o zavádění infrastruktury pro **alternativní paliva**
- změnu nařízení, kterým se stanoví **emisní normy CO₂ pro osobní automobily a dodávky**
- revizi směrnice o **zdanění energie**
- mechanismus **uhlíkového vyrovnání na hranicích**
- iniciativu ReFuelEU Aviation týkající se **udržitelných leteckých paliv**
- iniciativu FuelEU Maritime týkající se zeleného evropského **námořního prostoru**
- **Sociální fond** pro klimatická opatření

CO JE FIT FOR 55

Soubor opatření pro přípravu dosažení 55% snížení emisí a současně **zajištění spravedlivé transformace** v celém hospodářství, společnosti i průmyslu.

ŠIRŠÍ KONTEXT FIT FOR 55

- **2019 Zelená dohoda pro Evropu**
Evropská unie se hlásí k cíli klimatické neutrality do roku 2050.
- **2020–2021 Evropský klimatický zákon**
Evropský parlament a členské státy schvalují právní závaznost klimatické neutrality do roku 2050.
Evropští lídři schvalují návrh Komise na průběžný cíl snížit emise o 55 % do roku 2030 (oproti roku 1990).
- **2021 Fit for 55**
Evropská komise vytváří návrh souboru opatření, která by měla zajistit snížení emisí o 55 % do roku 2030.

PRINCIPY FIT FOR 55

Přiměřenost a účinnost opatření

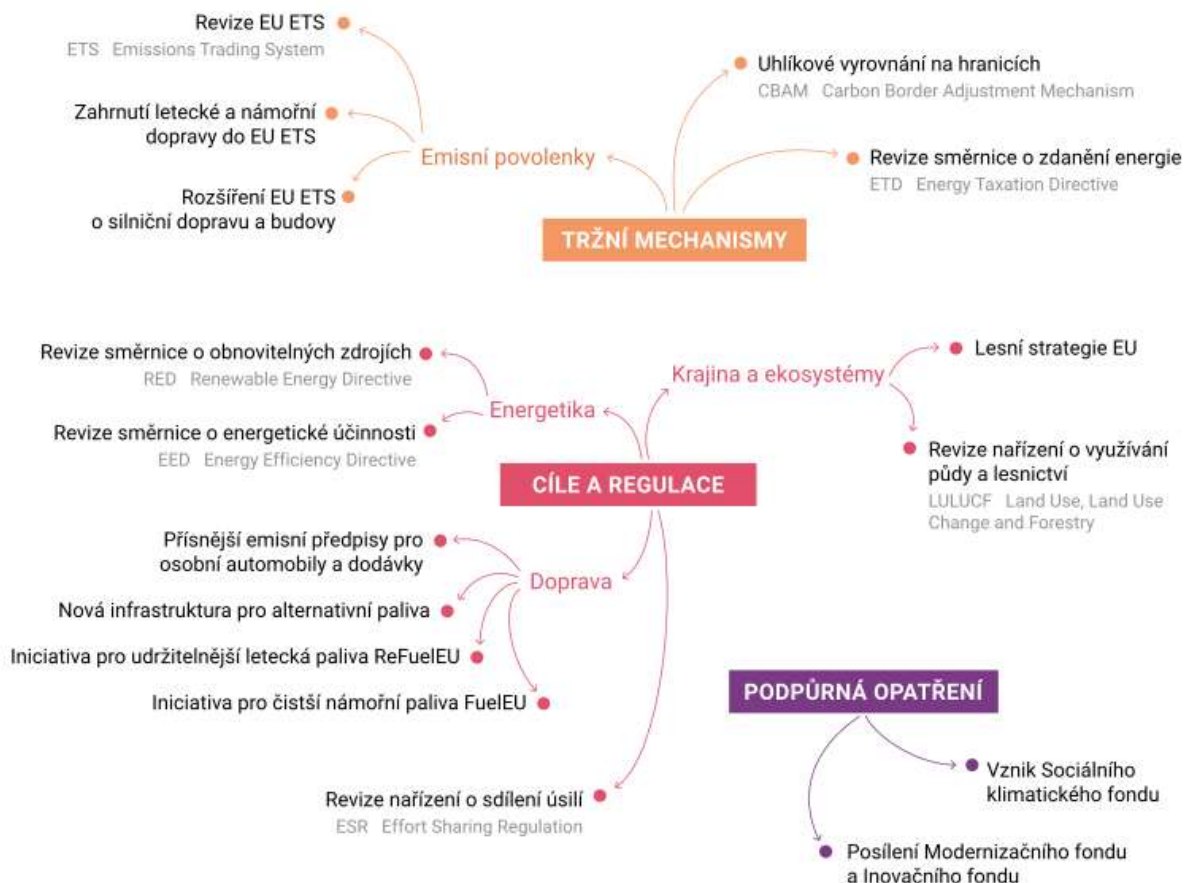
Široké využití tržních mechanismů a doplnění netržními opatřeními tam, kde by trh nefungoval efektivně.

Znečišťovatel platí

Pokud firmy nešou náklady spojené s dopadem svých emisí, jsou motivovány k zavádění čistých technologií.

Solidarita

Cílená a systematická podpora pro skupiny obyvatel, které mohou být opatřeními neúměrně zasaženy.



FIT FOR 55: PŘEHLED OPATŘENÍ

TRŽNÍ MECHANISMY

Revize EU ETS

ETS / Emissions Trading System

Sektory zahrnuté do Evropského systému pro obchodování s emisemi (EU ETS) mají snižovat emise rychleji, konkrétně **do roku 2030 dosáhnout snížení o 62 %** oproti roku 2005 (dosavadní cíl byl 43 %). Volné alokace povolenek by měly být postupně nahrazovány mechanismem CBAM a ukončeny do roku 2034.

Rozšíření EU ETS o silniční dopravu a budovy

Od roku 2027 vznikne doplňující systém pro **obchodování s emisemi v silniční dopravě a v budovách**, do kterého budou zahrnuti dodavatelé paliv na začátku dodavatelského řetězce (nikoli přímo domácnosti nebo uživatelé silniční dopravy). Cílem je snížit emise v těchto sektorech o 43 % do roku 2030 (oproti 2005).

Revize směrnice o zdanění energie

ETD / Energy Taxation Directive

Cílem revize je **vytvořit soulad mezi zdaněním energie a klimatickými cíli EU**, odstranit některé zastaralé výjimky a celkově zjednodušit a zpřehlednit systém daní. Daňové sazby mají být založeny na energetickém obsahu paliv a jejich vlivu na životní prostředí. Letecká a námořní paliva již nebudou od daní osvobozena.

Zahrnutí letecké a námořní dopravy do EU ETS

Do EU ETS byly dosud zahrnuty lety v rámci EU, nyní by však došlo i k **zahrnutí mezinárodních letů evropských aerolinek** (prostřednictvím mezinárodního schéma Corsia). EU ETS má také pokrývat **100 % emisí z námořní dopravy uvnitř EU** a 50 % mezi EU a jinými státy, s postupným naběhem systému mezi lety 2024 a 2026.

Uhlíkové vyrovnání na hranicích CBAM / Carbon Border Adjustment Mechanism

Dovozci cementu, hnojiv, oceli, hliníku a elektřiny (2 % importů) budou nově muset při dovozu do EU nakoupit CBAM certifikáty podle množství skleníkových plynů vypuštěných při výrobě daných komodit, a budou tak **stejně zatíženi poplatky za emise jako ti, kteří dané produkty vyrábějí v EU**.

CÍLE A REGULATE

Revize nařízení o sdílení úsilí ESR / Effort Sharing Regulation

Stavebnictví, doprava, zemědělství a odpadové hospodářství nejsou zahrnuty v EU ETS a **zodpovědnost za snižování emisí v těchto odvětvích nesou jednotlivé státy**. Dosud bylo cílem snížit emise v těchto sektorech o 29 %, nyní by státy měly snížit emise o 40 % do roku 2030 (oproti 2005). Cíle pro jednotlivé země se liší a závisí na HDP na osobu (pro ČR jde o 26 %).

Revize směrnice o energetické účinnosti

EED / Energy Efficiency Directive

Revize klade **důraz na energetické úspory** a nově stanovuje cíl snížit spotřebu primární energie o dalších 11,7 % do roku 2030 (oproti hodnotám v referenčním scénáři z roku 2020). Také stanovuje povinné roční úspory 1,5 % konečné spotřeby (oproti dosud plánovaným 0,8 %).

Lesní strategie EU

V současnosti je situace v lesnictví v jednotlivých státech velice odlišná, cílem strategie je překlenutí rozdílů, koordinace na úrovni EU a větší soulad s klimatickou politikou. Strategie usiluje o **posílení adaptability lesů a schopnosti jejich přirozené obnovy**, navrhuje finančně motivovat pro správce a vlastníky k udržitelnému hospodaření a lépe chránit pralesy a další cenné ekosystémy.

Revize směrnice o obnovitelných zdrojích energie

RED / Renewable Energy Directive

Podíl obnovitelných zdrojů na spotřebě energie v EU má být zvýšen na 42,5 %, pro ČR to bude znamenat navýšení na 29–32 % (dosavadní cíl byl 22 %). Cílem je také **transformace energetického systému, aby dokázal efektivně integrovat větší podíl obnovitelných zdrojů**, včetně podpory akumulace energie.

Revize nařízení o využívání půdy a lesnictví LULUCF / Land Use, Land Use Change and Forestry

Revize řeší, jak zahrnout emise z využívání půdy a lesnictví do emisních cílů EU a jednotlivých států. Pro Česko to znamená zahrnutí emisí z rozpadu smrkových lesů, které v posledních letech zvyšují emise ČR o cca 5–7 %. Dále revize hledá způsoby, jak **zvýšit kvalitu a množství lesů a dalších přírodních pohlcovačů uhlíku**.

Předpisy a normy pro snižování emisí z dopravy

Soubor obsahuje návrhy na **snížování emisí intenzity dopravy technologicky neutrálním způsobem**: revizi norem emisí CO₂ pro automobilovou dopravu (včetně zákazu prodeje aut se spalovacími motory po roce 2035), předpisy k vytváření infrastruktury pro dobíjení nebo doplňování vodíku a iniciativy pro přechod na udržitelnější letecká a námořní paliva.

PODPŮRNÁ OPATŘENÍ

Vznik Sociálního klimatického fondu

Některá tržní opatření mohou vést k neúměrnému dopadu na určité skupiny ve společnosti. Sociální klimatický fond **posiluje solidaritu a umožňuje přímou podporu nízkopříjmovým domácnostem**, uživatelům dopravy a mikropodnikům zasaženým obchodováním s emisemi v dopravě a ve stavebnictví. Fond bude financován výnosy z aukcí nových emisních povolenek.

Posílení Modernizačního fondu a Inovačního fondu

Modernizační fond je program na **podporu modernizace energetiky a zvýšení energetické účinnosti**, ČR z něj může v letech 2021–2030 využít výnosy z dražby 200 milionů emisních povolenek. Inovační fond usiluje o **podporu průlomových inovací** potřebných k dosažení klimatické neutrality a jeho prostředky by podle návrhu byly navýšeny také.

EU Taxonomie udržitelných technologií

- Iniciativa investorů: které projekty máme podporovat a neriskovat omezení nebo zrušení?
- EK zřídila panel(y) expertů explicitně vytvořit seznam udržitelných technologií
- Seznam je nezávazný ale investoři se jím řídí
- Regulation (EU) 2020/852 ('Taxonomy Regulation'); cíle:
 - Splnit cíle EU v oblasti klimatu a energetiky do roku 2030
 - Dosáhnout cílů evropské zelené dohody,
 - Směřovat investice do udržitelných projektů a činností.
 - Společný jazyk a jasná definice toho, co je „udržitelné“
- Taxonomie EU je klasifikační systém, který stanoví seznam ekologicky udržitelných ekonomických činností zahrnuje:
 - Lesnictví
 - zemědělství,
 - výroba (cementu, železa, hliníku,...),
 - energetika,
 - voda, odpady,
 - transport a ukládání,
 - informatika a komunikace,
 - stavebnictví
- EU Taxonomie a jaderná energetika: JRC report: Technical assessment of nuclear energy...
 - Analýzy neodhalily žádné vědecky podložené důkazy o tom, že jaderná energie škodí lidskému zdraví nebo životnímu prostředí více než jiné technologie výroby elektřiny, které jsou již zahrnuty v taxonomii jako činnosti podporující zmírňování změny klimatu.
 - Srovnání dopadů různých technologií na výrobu elektřiny ukazuje, že dopady jaderné energie jsou většinou srovnatelné s vodní energií a obnovitelnými zdroji.
 - Panel expertů se nedohodl na včlenění jaderné energetiky => křehká a neurčitá politická dohoda o začlenění

https://ec.europa.eu/info/business-economy-euro/banking-and-finance/sustainable-finance/eu-taxonomy-sustainable-activities_cs

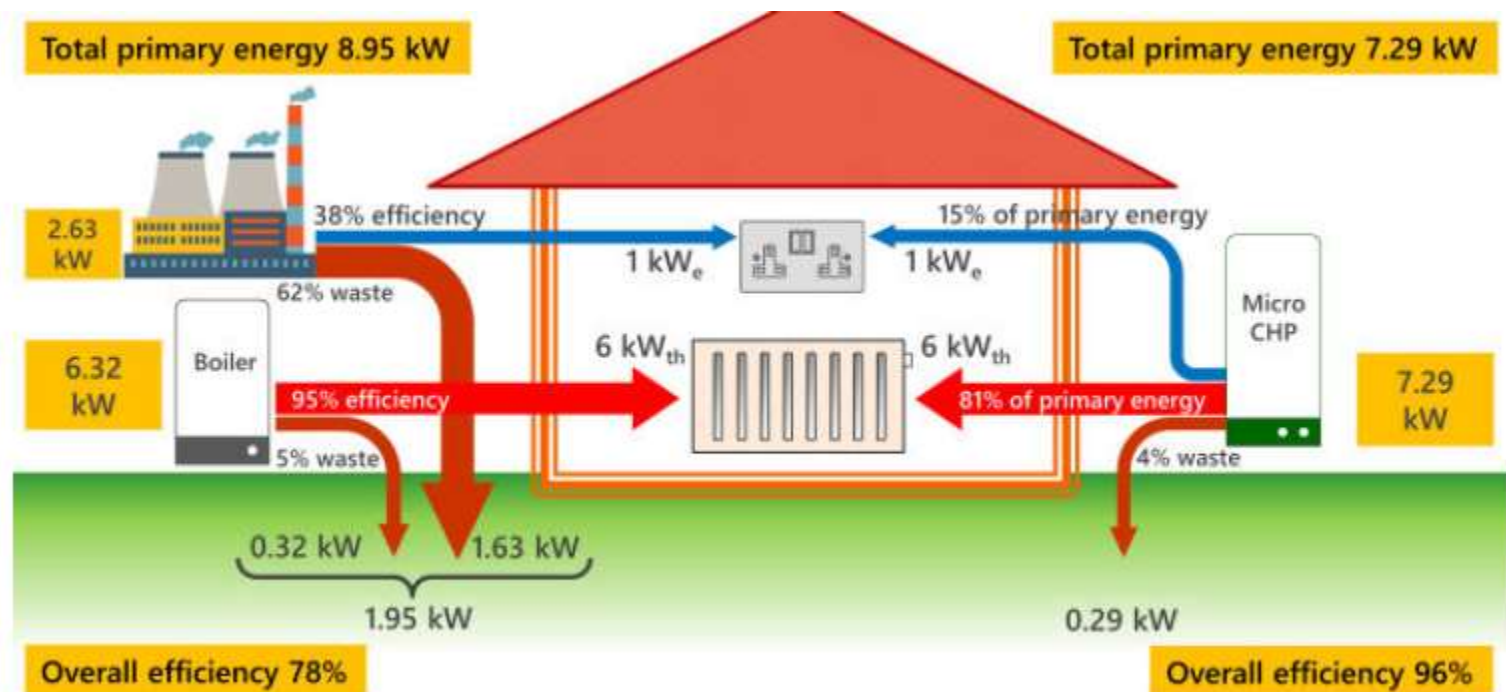
https://ec.europa.eu/info/file/210329-jrc-report-nuclear-energy-assessment_cs

Hlavní témata současné energetiky

- Palivová změna: realizace Green deal (Fit for 55)
- Dotace zdrojů: OZE, JE
- Jaderná energetika v liberalizovaném prostředí
 - Malé modulární reaktory
 - Role státu (e.g. contract for difference), smlouvy ČEZ-vláda o financování nového jaderného zdroje
- Tarify pro spotřebitele:
 - podněcující k šetření tj. převaha platby /kWh
 - poskytující prostředky pro modernizaci sítě tj. převaha platby /kapacitu připojení (A)
 - Současný systém zvýhodňuje vnořenou výrobu: malá spotřeba, velká kapacita
- Technologie ukládání energie (elektřiny): technologie a zapojení do sítě

Hlavní témata současné energetiky

- Distribuovaná energetika
 - Smart grids, inteligentní sítě, pohled spotřebitele/malovýrobce:
 - fotovoltaika, plynová turbína (mikrokogenerace), hybridní auto, baterie, zásobníky tepla
 - Řízení sítě: ovládání velkého množství malých zdrojů- agregátoři



Energetická krise, vysoké ceny
energií

Příčiny současné energetické nestability (starší i aktuální)

- Plyn:
 - Politika Ruska:
 - Starší: tlak na schválení provozu Nord Stream 2 , spekulace na růst ceny (Rusko dodávalo 40% spotřeby EU)
 - Vydírání v souvislosti s válkou proti Ukrajině
 - Studená a dlouhá zima v Evropě 2021/22 vytvořila tlak na zásoby a v důsledku toho byly zásoby plynu mnohem nižší, než je obvyklé-téměř překonáno
 - Nedostatek dopravních kapacit zkapalněného zemního plynu (LNG) včetně přečerpávacích kapacit; Asie se z epidemie se vymanila dříve než Evropa – přeplatila Evropu (LNG)
 - Tlak na odstávku uhelných elektráren a plánované odstavení jádra v Německu
 - Koincidence s rozsáhlejšími opravami na plynovodech z Norska (Severního moře)
 - Nizozemsko omezuje těžbu z environmentálních důvodů (mini-zemětřesení)
- Elektřina:
 - Očekávaný nedostatek plynu
 - ETS (evropský systém obchodování s povolenkami emisí CO₂) dovoluje spekulovat
 - ČR: nedostatečná legislativa v oblasti ochrany malého zákazníka
- Plyn i elektřina:
 - Funguje trh v současné podobě energetických „burz“?

Evropa: odkud byl plyn?



1. Bezpečnost dodávek plynu minulosti a dnes (2/2) – toky plynu v 2021 (bcm/a)

	419 bcm
	46 bcm
	367 bcm*

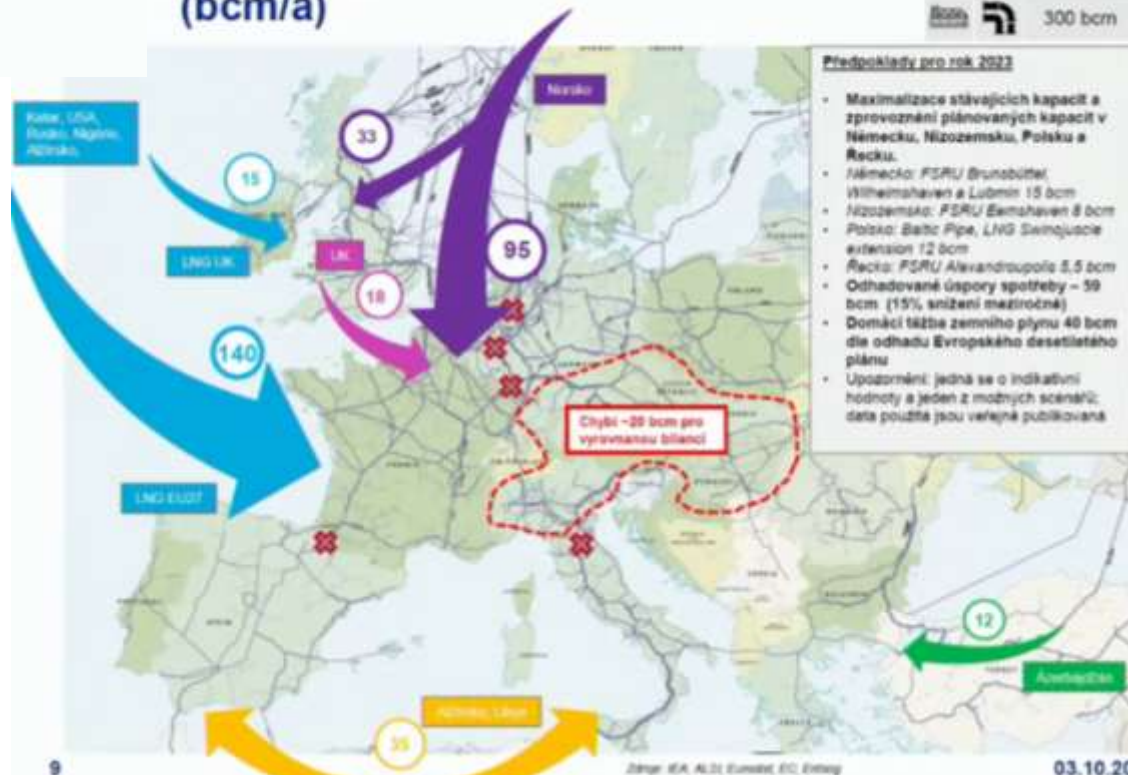


Evropa: odkud je plyn?

Denní průtok plynu směr EU



6. Toky plynu bez dodávek z RF, 2023 (bcm/a)



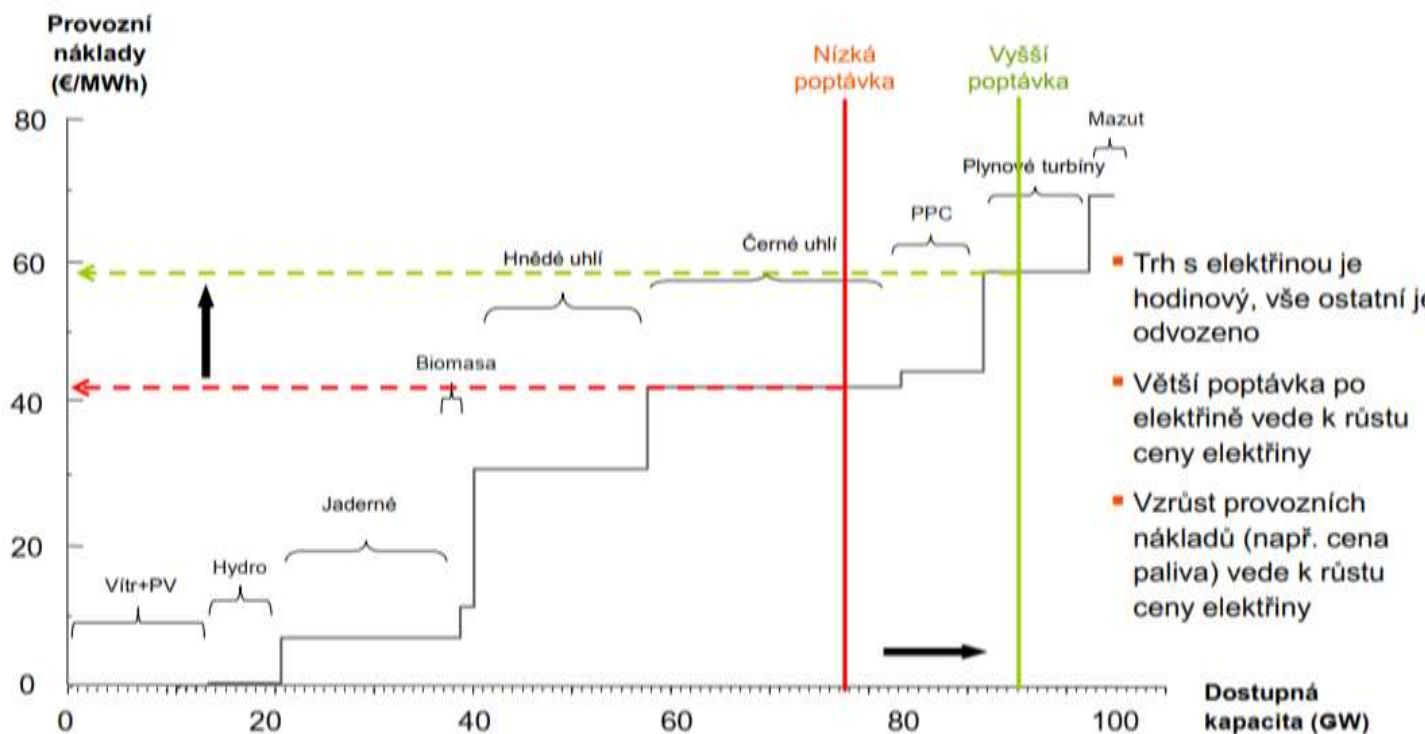
Zvládání současné krise: omezování cen a další opatření

- Při přistoupení jsme přijali legislativu EU: liberalizace energetiky=> nelze nařídít výrobcům aby prodávali elektřinu za „národní“ ceny (Francouzská vláda to udělala a čelí žalobě)
- Plyn se kupuje mimo dlouhodobých kontraktů na TTF(Nizozemí)
<https://www.theice.com/products/27996665/Dutch-TTF-Gas-Futures/data?marketId=5439161>
- Elektřina na burze v Praze a Lipsku <https://www.ote-cr.cz/en/short-term-markets/electricity/day-ahead-market?date=2022-10-11>
- <https://pxe.cz/en/derivatives-market/electricity>
- <https://www.eex.com/en/markets/power>
- Elektřina a plyn je ve velkoobchodě především prodáván v dlouhodobých (např. rok) kontraktech mezi výrobcem a obchodníkem
- Cena v kontraktu nemusí být fixní ale odvozovaná např. z ceny na burze
- V posledních měsících se zvyšuje podíl burzovních obchodů (90%?)=> cena roste s nejistotou
- Objem prodeje na na mezinárodních burzách je limitován také přenosovými kapacitami proto se realizovalo „iberské opatření“ (malé přenosové capacity do Francie) modifikující metodu marginální ceny
- **Hlavní důvody vysoké maloobchodní ceny elektřiny a plynu:**
 - Ceny ve velkoobchodě a maloobchodě spolu souvisí jen volně: záleží jak obchodník má nakoupeno a jaký očekává vývoj a jak se zajišťuje proti prodělání
 - Tvorba velkoobchodní ceny na burze

Jak se tvoří cena na burze

- Všichni výrobci dostanou marginální cenu (cenu nabízenou nejdražším výrobcem);
- Cena je „tažená vzhůru“ nejdražší elektrárnou (plynovou) je to politicky únosné?
- Pro burzu je výhodné, že cena je vysoká; není motivována k jakékoli změně-odpor proti „iberskému opatření“

CENU ELEKTŘINY PŘI DANÉ POPTÁVCE URČUJÍ
PROVOZNÍ NÁKLADY ELEKTRÁREN (PŘEDEVŠÍM
PALIVO A POVOLENKY CO₂)



Politická reflexe tvorby ceny



“We still have an electricity market that is designed in a way like it was necessary twenty years ago when we started to bring in the renewables [...] Today, the market is completely different and **this market system does not work any more.**” [Ursula von der Leyen, 8 June 2022](#)



“People are being charged for their electricity prices on the basis of the top marginal gas price, and that is frankly ludicrous. **We need to get rid of that system.**” [Boris Johnson, 25 June 2022](#)



“You have skyrocketing electricity prices that no longer have anything to do with electricity production costs, it follows gas, **it's absurd**” [Emmanuel Macron, 28 June 2022](#)

Návrhy Evropské komise (elektřina)

- Koordinovaná opatření ke snížení poptávky po elektřině; každý stát zajistí snížení poptávky zejména špičkové u některých skupin zákazníků
- Úplné pozastavení trhu: prodej pouze v rámci států na základě bilaterálních kontraktů
- Cenový strop pro inframarginální technologie: levnější technologie (OZE, jádro, uhlí) budou moci nabízet jen za nižší cenu než marginální (plyn)
- Zavedení iberského opatření v celé EU úroveň. Cena elektřiny na trhu není marginální ale

$$C = C_{bez\ p} \left(1 - \frac{M_p}{M}\right) + \frac{M_p}{M} C_p$$

má význam hlavně tam kde se elektřina z plynu vyrábí málo,

neplynové elektrárny dostanou $C_{bez\ p}$ a operátor trhu z rozdílu $C - C_{bez\ p}$ doplatí plynovým elektrárnám

- Omezení cen elektřiny na trhu. Zákaz nabídek na prodej elektřiny nad předem stanovenou úroveň- jiná než marginální cena?
- Čerstvá novinka: dohoda Rady a Parlamentu o reformě:
 - Power Purchase Agreements smlouvy o OZE
 - Access to affordable energy during an electricity price crisis: celoevropská krise
 - Protection from disconnections for vulnerable customers
 - Capacity remuneration mechanisms
 - Contracts for Difference (CfDs)

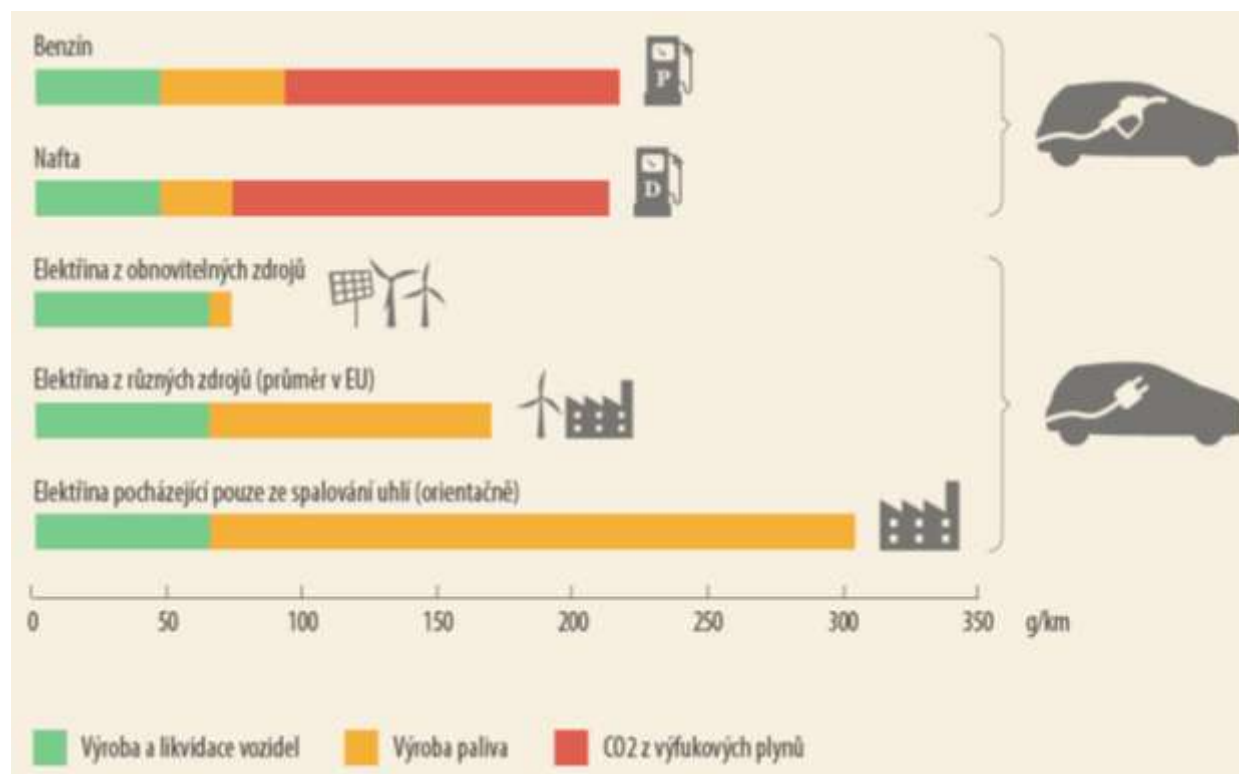
Výhled

- Elektřina
 - ČR má obvykle přebytek výroby nad spotřebou cca 15%;
 - I v případě krize v Evropě je obtížné omezit vývoz (legislativně)
- Plyn
 - Zemního plynu jako paliva se nelze snadno zbavit;
 - náročná plynofikace v 90tých letech => příliš mnoho malých spotřebitelů
 - Elektrická síť není dimenzována na topení elektřinou
 - Vodík se dá přidávat do plynárenské sítě do cca 10%, ale nelze stávající síť použít pro rozvod čistého vodíku
 - Objem zásobníků je nižší než spotřeba za zimu
 - Kapacitní připojení na sever/západ je dostačující přesto by se měl budovat plynovod do Polska-propojka na LNG

Elektromobilität

Elektro-mobilita: mediální hvězda

- Elektromobil a auto na vodík přináší
 - snížení emisí; nutno odlišit!, pro každou skupinu platí jiné opatření (snížení spotřeby, katalyzátor)
 - CO₂ někdy (viz dále)
 - NO_x, pevné částice, PAH: odsunutí na výrobu elektřiny
 - akumulace energie (snižování přebytku elektřiny v noci)
- Snížení emisí NO_x, prachu a PAH je významné z lokálního hlediska (města)
 - Snížení dopadů na zdraví
 - U větších zdrojů (výroba elektřiny, vodíku) je snazší kontrola a vymáhání
- Snižování emisí CO₂ záleží na palivech při produkci elektřiny; v ČR se emise zvýší
 - Nutno zahrnout emise při výrobě auta [CO₂/auto]:
 - benzín-nafta: 5-10tun
 - elektromobil: 20 tun
- Elektřina vs. vodík:
 - Uskladnění vodíku je snazší, levnější méně časově omezené
 - Vodík je třaskavý plyn (bezpečnost silničního provozu)
 - => Budoucnost palivových článků



<https://www.auto.cz/jizda-cista-ale-co-vyroba-kolik-co2-vznikne-pri-vyrobe-elektromobilu-131387>

<https://www.europarl.europa.eu/news/cs/headlines/society/20190313ST031218/emise-co2-z-aut-fakta-a-cisla-infografika>

Elektromobilita v EU

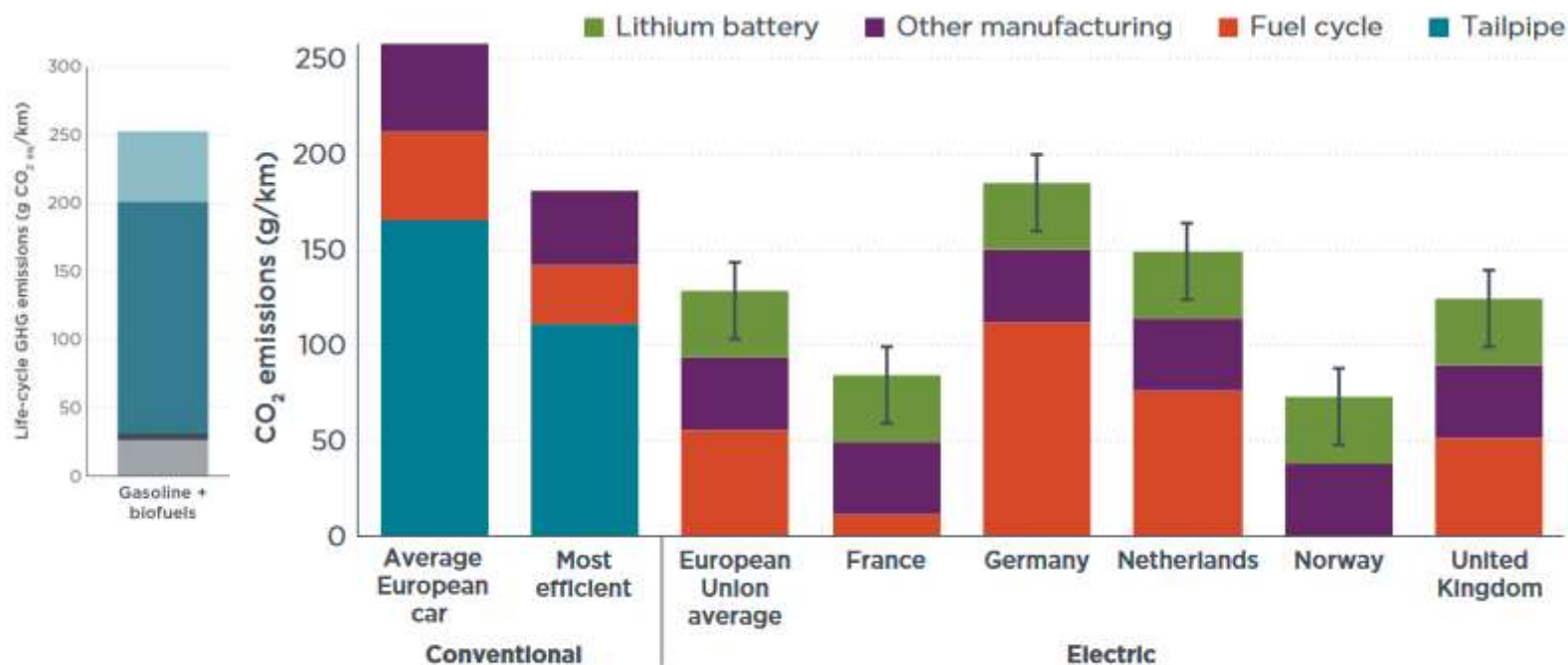
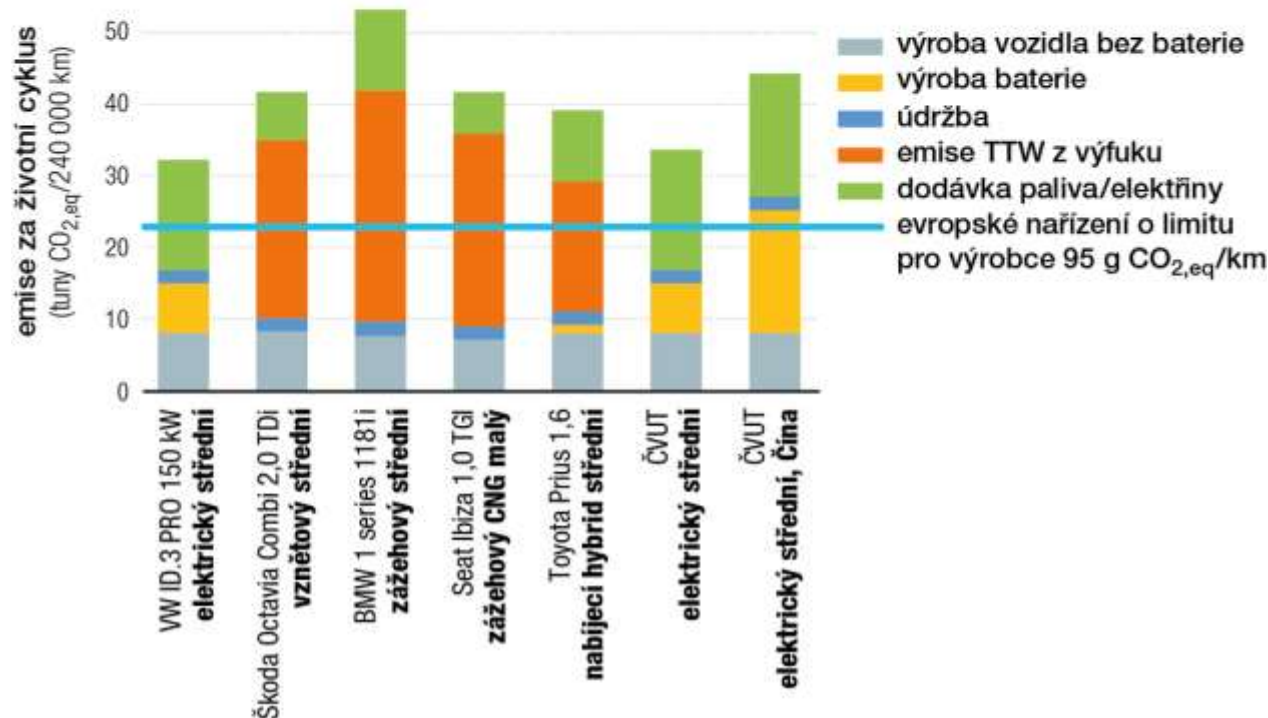
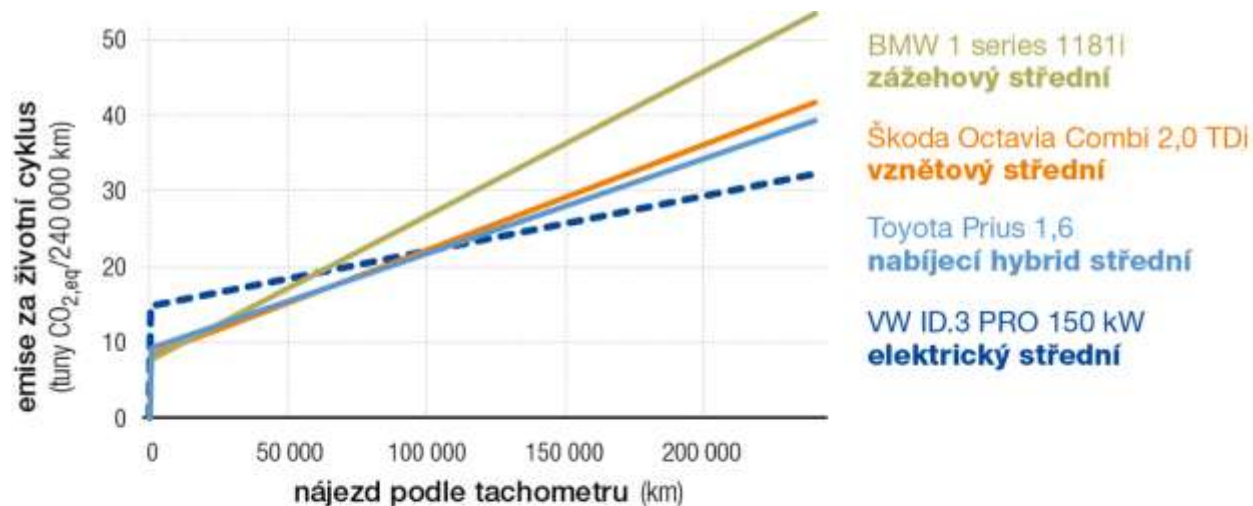


Figure 1. Life-cycle emissions (over 150,000 km) of electric and conventional vehicles in Europe in 2015.

Francie	48 g CO ₂ /kWh
Německo	418 g CO ₂ /kWh
Česká republika	540 g CO ₂ /kWh
Polsko	802 g CO ₂ /kWh

Elektroauta-Vesmír 2/2024



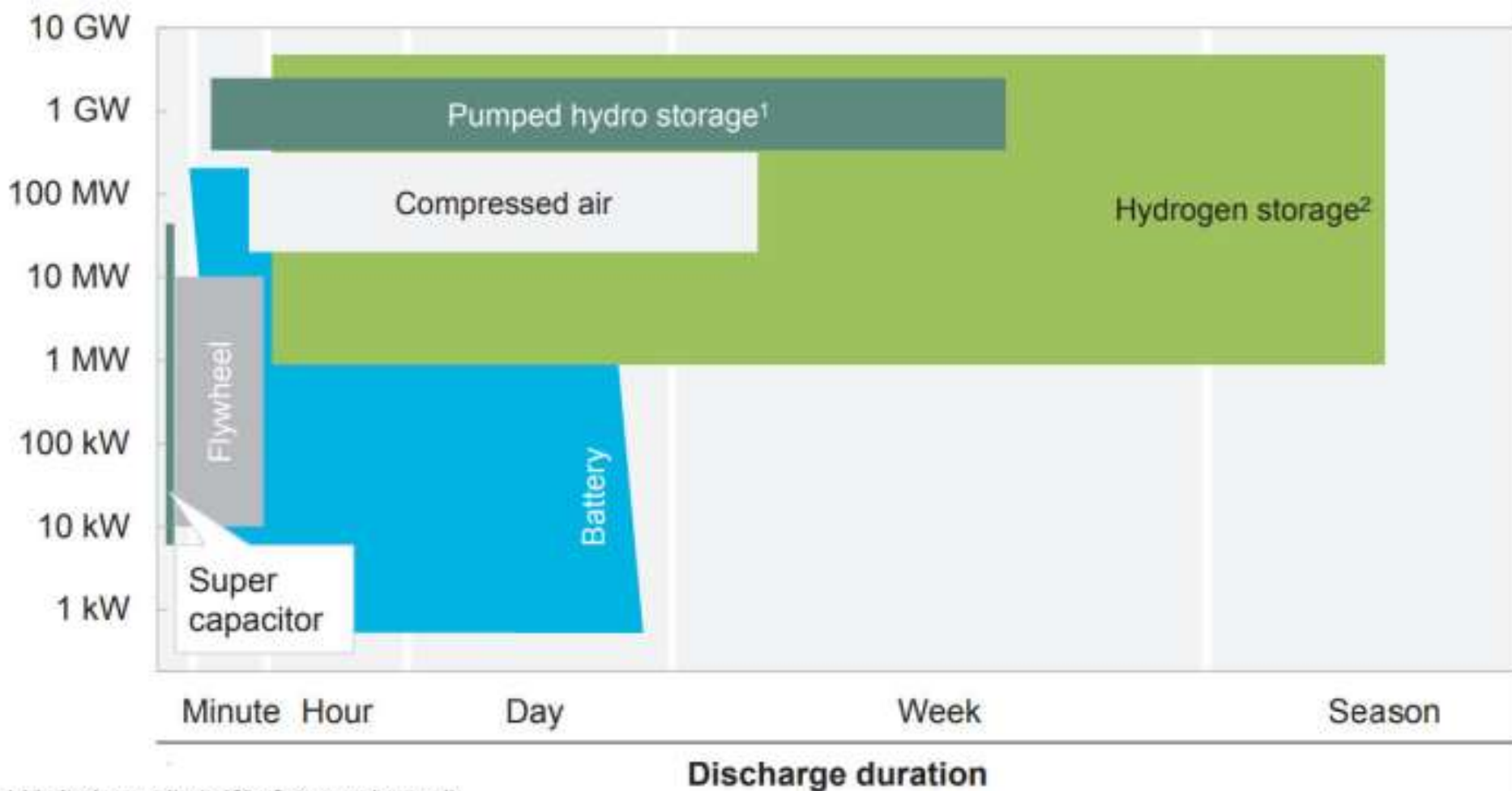
Akumulace energie

Akumulace (elektrické) energie

- Elektrochemické články (baterie),
 - technicky zvládnuto, ale stále se podstatně vyvíjí,
 - komerčně zvládnuto,
 - zatím energeticky málo významné
- Výroba a skladování vodíku:
 - technicky zvládnuto
 - očekávatelný perspektivní vývoj,
 - komerčně na začátku,
 - velký potenciál akumulace
- Výroba a skladování syntetického metanu
 - H_2 (z elektrolýzy) + CO_2 (ze spalování fosilních paliv) $\rightarrow \text{CH}_4$
 - CH_4 se lépe skladuje a využívá než H_2
- Setrvačníky
 - Běžně používané v motorech, účinnost > 80 %
 - Vývoj směrem k vysokootáčkovým a lehkým setrvačníkům
 - Problém pro mobilní použití: gyroskopický efekt
- Tlakové akumulátory
 - Tlakování plynu do zásobníku (podzemní)
 - podobné přečerpávací elektrárně
 - Horší účinnost
- Supravodivé induktory a superkondenzátory
 - Nejnovější řešení, zatím malá kapacita,
 - vysoká účinnost (99%), okamžitý výkon
- Přečerpávací elektrárna (viz elektrárny OZE)
 - technicky zvládnuto, ale náročné investičně,
 - energeticky nejvýznamnější metoda
 - účinnost cca 75-80%



Akumulace: kapacita a doba vybíjení



¹ Limited capacity (<1% of energy demand)

² As hydrogen or SNG

SOURCE: IEA Energy Technology Roadmap Hydrogen and Fuel Cells

Vyrovnávání produkce OZE akumulací a konversemi

