

Česko bez uhlí od 2030

Listopad 2020



Uhelná elektrárna v Počeradech

Energetický scénář k odstavení uhlí do roku 2030

Shrnutí

V roce 2019 podnítila česká vláda vznik poradní uhelné komise, která má za úkol do konce roku 2020 doporučit datum přechodu z uhlí na jiné zdroje energie. V této souvislosti jsme připravili modelový scénář, jak se stát bezuhelným Českem už od roku 2030. Používáme takzvané hodinové modelování energetického systému, na kterém ukazujeme možnosti náhrady uhlí při rozsáhlé výrobě energie a tepla. Naším cílem bylo prozkoumat rozsah a proveditelnost změn nezbytných k dosažení odstavení uhelných zdrojů do roku 2030. Domníváme se, že předložené závěry podpoří rozhodování komise o dekarbonizaci Česka.

Modelování jsme prováděli pomocí platformy Artelys Crystal Supergrid. Jedná se o zavedený nástroj pro energetické modelování, který je často používán k plánování a evaluaci rozvoje evropské infrastruktury. Česká energetická soustava byla modelována jako součást integrované evropské elektrické sítě. V modelu bylo nutné odstavit veškerou českou uhelnou kapacitu do roku 2030. Výroba energie a tepla je nahrazena optimalizovanou kombinací alternativ, a to za co nejnižší možnou cenu.

Hlavní závěry

#1

V Česku existuje schůdná cesta k odstavení uhlí z výroby elektřiny a tepla do roku 2030. Náročnými, ale spolehlivými opatřeními lze za deset let dosáhnout přechodu od uhlí k čisté energii. Nákladově nejvýhodnější cestou je rychlý rozvoj solární a větrné energetiky.

#3

Existuje malá potřeba nových vyrovnávacích/stabilizačních kapacit. Tato cesta přidává novou výrobu elektřiny z plynu ve výši 2,5 až 3,4 GW při odstavení 9,7 GW uhelné energie k roku 2030. Spodní hranice je dosaženo použitím baterií pro uskladňování elektřiny v rámci celé sítě. Rychlý růst obnovitelných zdrojů je klíčem k omezení potřeby nových plynových kapacit, u nichž hrozí, že budou zastaveny ve chvíli, kdy se EU posune k nulové čisté výrobě.

#5

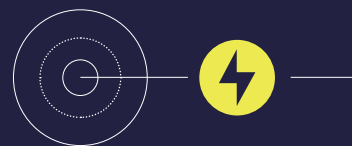
Odstavení uhlí v roce 2030 by Česku umožnilo dosáhnout nových cílů EU v oblasti klimatu. Modelované emise z výroby elektřiny se v letech 2020 až 2030 snížily o 85 %. Zjistili jsme, že uhelný phase-out v roce 2030 může ušetřit dalších 32 milionů tun CO₂ nad rámec plánů uvedených v národním energetickém a klimatickém plánu (NEKP). Ostatní hodnoty zůstávají stejné. Tyto dodatečné úspory by Česku umožnily snížit celkové emise skleníkových plynů o více než 60 % oproti úrovni z roku 1990 a splnit tak cíle navržené Zelenou dohodou EU k roku 2030.

#2

Je zapotřebí značného, ale realistického rozšíření kapacit elektřiny z obnovitelných zdrojů. Energetická soustava Česka může mít mnohem vyšší obnovitelnou kapacitu, než má v současnosti. Tato cesta přidává 3,7 GW instalovaného výkonu větrných a 7,9 GW solárních elektráren, čímž bude dosaženo 4 GW, respektive 10 GW do roku 2030, a to bez omezení výroby. K dosažení těchto cílů musí Česko rychle budovat nové kapacity. Není to ale nemožné, protože ostatní země EU s podobným nebo menším potenciálem již nasazují větrnou a solární energii v požadovaném tempu.

#4

Nejméně dvě třetiny tepla z uhelných elektráren s kombinovanou výrobou (KVET) mohou být nahrazeny velkými tepelnými čerpadly a rekuperací odpadního tepla. Jedná se o hospodárnější náhradu za teplo z uhlí s dostatečným potenciálem v Česku. Je třeba okamžitě přijmout opatření vedoucí k diverzifikaci a dekarbonizaci zdrojů tepla v dálkovém vytápění a ke snížení poptávky prostřednictvím energeticky efektivnějších opatření.



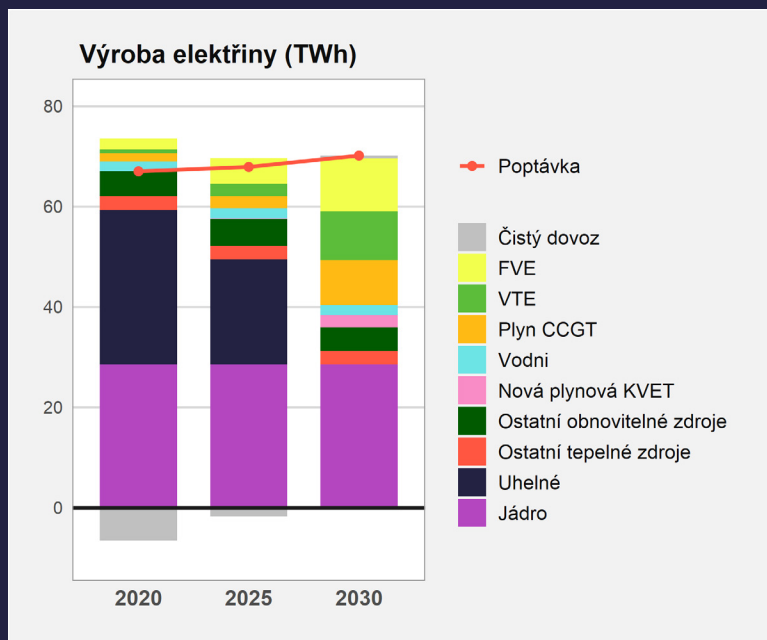
- **Větrné a solární zdroje omezené teoretickými limity jsou v modelu nasazeny jako nejlevnější varianta.** Omezujeme využití na 10 GW FVE a 4 GW VTE (viz metodika). Optimalizace modelu využívá veškerou tuto dostupnou kapacitu, což přispívá k výrobě bez výrazného omezení. Výsledný podíl obnovitelných zdrojů energie na hrubé konečné spotřebě elektřiny v roce 2030 činí 38 % oproti 17 % předpokládaných v NEKP. Podíl nefosilní energie je 79 %.
- **Celosíťové uskladňování energie v bateriích snižuje potřebu nové nastavitelné tepelné kapacity.** Při posuzování dopadu přidání 2GW bateriového úložiště (ekvivalent 20 % instalované solární kapacity) do systému jsme došli ke zjištění, že snižuje využívání paroplynových elektráren o 1 GW roce 2030.
- **V případě, že nebude k dispozici bateriové úložiště, model předpokládá využití flexibilních plynových zdrojů s instalovaným výkonem 3,4 GW.** Pokud bude úložiště vybudováno, počítá model s plynovými elektrárnami o výkonu 2,5 GW. Oba scénáře zahrnují nové plynové kapacity v teplárenství (KVET) ve výši 760 MWe. Ty částečně nahradí dosavadní teplárenské zdroje na uhlí.
- **Česko se v roce 2030 stává drobným čistým dovozcem elektřiny. Čistý dovoz činí celkem 550 GWh, tedy méně než 1 % spotřeby.** Vývoz Česka je tažen výrobou energie z obnovitelných zdrojů, což zdůrazňuje důležitou roli pro domácí energetickou bezpečnost. V roce 2030 je k dispozici dostatečná regulační/stabilizační kapacita, která uspokojí poptávku ve špičce. I při nedostatku sluneční nebo větrné energie Česko bylo schopné v průběhu všech modelových let a při jakýchkoli

povětrnostních podmínkách vyrobit dostatek energie, aby každou hodinu pokrylo poptávku. Po uhelném phase-outu a přidání 3,4 GW paroplynové výroby má systém regulační kapacitu 13,3 GW, zatímco modelová poptávka ve špičce dosahuje 12,6 GW.

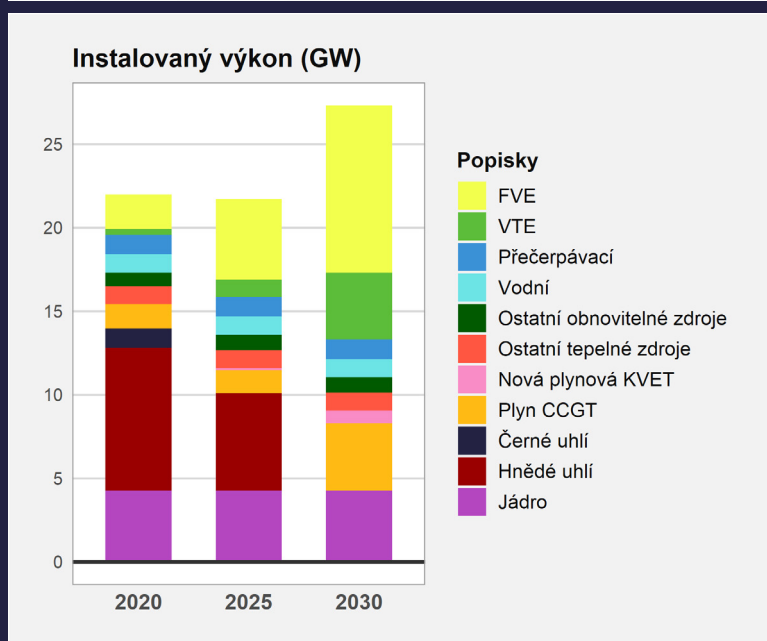
- **Uhelný phase-out v roce 2030 by Česku umožnil snížit emise skleníkových plynů o více než 60 % ve srovnání s rokem 1990.** Modelované emise CO₂ z výroby elektřiny se v letech 2020 až 2030 sníží o 85 %. S ohledem na výrobu elektřiny a tepla odhadujeme, že uhelný phase-out v roce 2030 může přinést přibližně 32 milionů uspořených tun CO₂ navíc ve srovnání s odhady založenými na NEKP. To by snížilo celkové emise skleníkových plynů o více než 60 % ve srovnání s rokem 1990, čímž by došlo k překročení navrhovaného cíle EU v oblasti klimatu do roku 2030, který udává „nejméně 55 %“.
- **K dosažení tohoto cíle je zapotřebí kapitálových investic v odvětví energetiky v odhadované výši 11 miliard EUR.ⁱ** To představuje jen 0,45 % českého HDP ročně po příštích deset let. Toto číslo by mělo být zváženo ve srovnání s ušetřenými uhlíkovými a zdravotními náklady. Investice do transformace energetiky mohou dle předpokladu vytvořit 45 000 pracovních míst, přičemž drtivá většina (95 %) připadá na sektor obnovitelných zdrojů.ⁱⁱ To svědčí o tom, že uhelný phase-out, zaměřený na obnovitelné zdroje energie, bude mít největší přínos pro celou ekonomiku.

ⁱ Tento odhad nebere ohled na investice do elektrické sítě, které jsou mimo jeho oblast působnosti. Předchozí výzkumy naznačují, že se stávajícími rozvojovými plány by česká síť mohla zvládnout mnohem vyšší penetraci obnovitelných zdrojů energie nad současnou úroveň (Energynautics, 2018).

ⁱⁱ Dle odhadů intenzity zaměstnanosti energetických investic společnosti Vivid Economics na základě Garrett-Peltier (2017). Kapitálové investice do energetické soustavy v tomto procesu vytvářejí odhadem 42 000 přímých pracovních míst, z nichž 40 000 je ve sluneční a větrné energii.



Obrázek 1: Roční výroba energie v modelované cestě k uhelnému phase-outu v roce 2030. Poptávka po elektřině se řídí odhady NEKP a postupně se zvyšuje od roku 2020 do roku 2030. Vyšší poptávka je přidána v roce 2030 díky modelovanému dopadu velkých tepelných čerpadel nahrazujících uhelné KVET teplo.



Obrázek 2: Instalovaný výkon v modelované cestě uhelného phase-outu do roku 2030 (scénář bez bateriového uskladňování).

Palivo	2020		2025		2030	
	MW	GWh	MW	GWh	MW	GWh
Uhlí	9,690	30,758	5,820	20,975	0	0
Jádro	4,290	28,581	4,290	28,582	4,290	28,552
Plyn CCGT + KVET	1,364	1,554	1,508	2,490	4,786	11,331
Solární	2,061	2,172	4,811	5,070	10,000	10,538
Vítr	339	828	1,039	2,539	4,000	9,776
Vodní + přečerpávací	2,266	2,028	2,274	2,031	2,282	2,052
Ostatní*	1,895	7,701	1,976	8,028	1,966	7,441
Čistý dovoz	- 6,531		- 1,746		547	
Čistá výroba	73,623		69,714		70,175	
Poptávka	67,059		67,930		70,175	

Tabulka 1: Výroba elektřiny a instalovaný výkon v modelované cestě pro uhelný phase-out do roku 2030. Uvedená čísla odpovídají cestě bez celosíťového bateriového uskladňování. V ekvivalentním scénáři s 2GW (dvouhodinovými) bateriemi, přidány v roce 2030, se kapacita a výroba z plynu (CCGT a KVET) snižuje na 3838 MW a 9931 GWh a čistý dovoz se zvyšuje na 1982 GWh.

*kategorie zahrnuje ostatní obnovitelné zdroje (bioplyn, biomasu, geotermální energii) a ostatní tepelné zdroje (většinou plynové elektrárny spalující průmyslové a fosilní plyny). Předpokládají se přetrvávající faktory historické kapacity u těchto technologií.

Klíčové výsledky

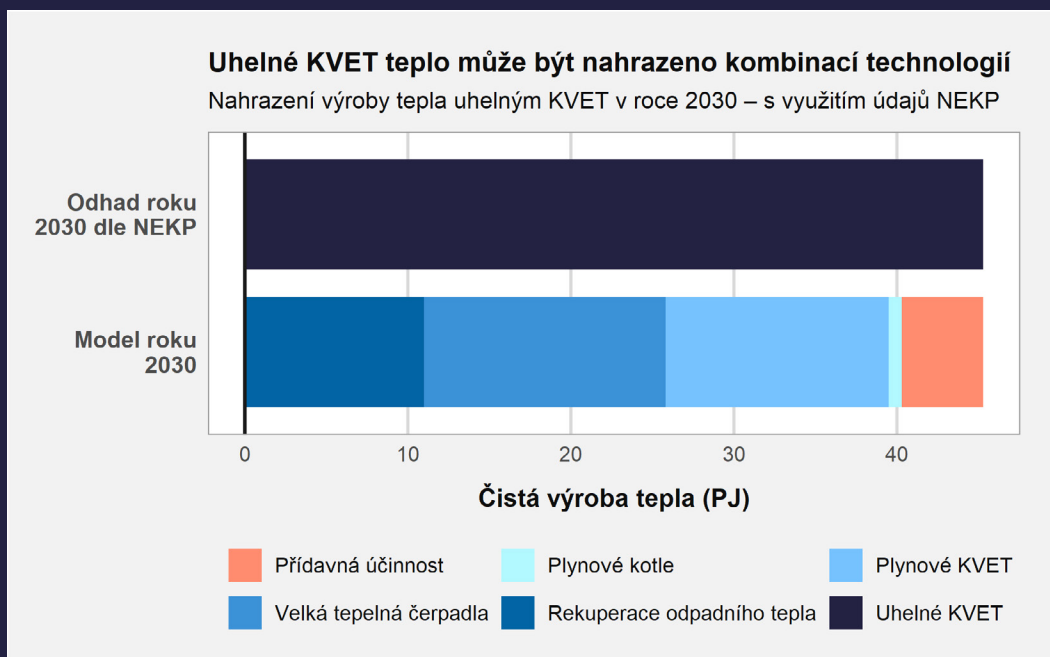
Teplo



- Výroba tepla v uhelných KVET elektrárnách může být do roku 2030 nahrazena kombinací jiných možností. Náš modelový scénář nahrazuje kombinovanou výrobu elektřiny a tepla pomocí zvýšení tepelné účinnosti budov (11 %), rekuperace odpadního tepla (24 %), průmyslová tepelná čerpadla (33 %) a plynové KVET + kotle (32 %).
- V Česku existuje významný potenciál pro rekuperaci odpadního tepla. Tato osvědčená, nízkonákladová varianta si nutně zaslouží pozornost a uvedení na trh. Předchozí odhady dostupného přebytečného vysokoteplotního tepla (>100 °C) se pohybují od 22 PJ (dnes) do 35 PJ (2050).ⁱ V roce 2030 modelujeme přírůstek 11 PJ.

- Velká tepelná čerpadla jsou vysoce účinnou náhradou za uhelnou KVET výrobu tepla. Tato technologie je modelem vybrána pro své nižší náklady namísto plynových či biomasových KVET jednotek. Model k roku 2030 nasazuje velká tepelná čerpadla o tepelném příkonu 500 MW a dále by se rozšiřoval, nebýt limitů (viz metodika). Navzdory nahrazení třetiny uhelného KVET tepla navyšují roční spotřebu elektřiny pouze o 1,2 TWh (1,7 %) a poptávku maximálně o 0,15 GW. Naše modelování navíc nezohledňuje důležitou roli tepelných čerpadel jakožto zdrojů flexibility na straně poptávky. Přestože tento model ukazuje, že jsou reálná z hlediska energie a nákladů, nejsou v něm zohledněny místní faktory, jako jsou síťová omezení a dostupnost vhodných zdrojů tepla v okolí. Tyto faktory musí být nutně analyzovány.

ⁱ Založeno na údajích z projektů Hotmaps EU a Heat Roadmap Europe.



Obrázek 3: Předpokládané uhelné KVET teplo v roce 2030 je nahrazeno kombinací technologií. Velká tepelná čerpadla jsou optimální náhradou tam, kde je to možné, vzhledem k jejich vysoké účinnosti.

Přehled metodiky

Tato analýza využívá hodinový model energetické soustavy, optimalizovaný na co nejnižší náklady pro simulaci výroby tepla a elektřiny v letech 2020, 2025 a 2030. Hodinová poptávka po elektřině byla odhadnuta na základě reálných klimatických údajů ze tří reprezentativních let.

V modelu je Česko integrováno do širší evropské energetické sítě, jejíž vývoj následuje desetiletý plán rozvoje sítě (TYNDP) sdružení ENTSO-E.ⁱ

Klíčové předpoklady: v našem modelovém scénáři je NEKP brán jakožto základ pro poptávku po elektřině a teple, jakož i pro některé neuhelné výrobní kapacity. Jsou provedeny následující úpravy:

Výkonová kapacita: Kapacita českého uhlí (pouze elektřina i KVET) musela do roku 2025 klesnout o 40 % a do roku 2030 o 100 %. Technologie s omezeným potenciálem pro rozvoj před rokem 2030 byly stanoveny dle NEKP, tj. žádné nové jaderné zdroje a pouze malé změny ve vodní energii (a přečerpávacím skladování), bioenergii, spalování odpadu a propojení sítě. V důsledku toho bylo uhlí z velké části nahrazeno optimalizovanou kombinací solární, větrné a paroplynové výroby elektřiny. Vytvořili jsme doplňkový scénář, abychom prozkoumali dopady přidání bateriového úložiště (ekvivalentní 20 % solární kapacity).ⁱⁱ

Limity obnovitelných zdrojů: ukládáme horní hranice pro využívání větrné a solární energie ve snaze zůstat v rámci ekonomických a územních limitů. Obecně předpokládáme maximální míru využití v souladu s odbornými odhady v období

2020–2025, ale ve druhé polovině desetiletí připouštíme zrychlení. Kapacita větru byla omezena na 1 GW do roku 2025 a 4 GW do roku 2030. Potřebné přírůstky v příštích 5 letech (760 MW) jsou pro Česko významným rozšířením, ale další země EU s podobným potenciálem zdrojů dosahují více. Podle Eurostatu přidalo Rakousko v letech 2013–2018 1458 MW, Belgie 1003 MW a Dánsko 872 MW. Solární kapacita byla omezena na 4,5 GW do roku 2025 a 10 GW do roku 2030. V letech 2009–2011 Česko navýšilo kapacitu o 1,5 GW, čímž překročilo tempo požadované v letech 2020–2030 a dosáhlo tak horních stanovených limitů.

Poptávka po teple: využíváme národní statistiky a odhady v českém NEKP k odhadu výpadku nabídky tepla v důsledku postupného odstavování uhelných KVET elektráren, a to jak v systému dálkového vytápění, tak ve vyhrazených jednotkách pro vlastní spotřebu. Kromě toho jsme začlenili odhady dalších úspor, kterých by bylo možné dosáhnout důkladnější rekonstrukcí budov.ⁱⁱⁱ Kombinace těchto odhadů snižuje poptávku po teple v oblasti působnosti modelu přibližně o třetinu, a to ze 60 PJ na 40 PJ v letech 2020 až 2030. Předpokládá se, že současná výroba tepla bez uhlí se vyvíjí dle NEKP a nebyla modelována.

Výroba tepla: před optimalizací výměny tepla a tepla z uhlí jsme shromáždili odhady potenciálu využití odpadního tepla. Následně jsme odečetli 11 PJ poptávky po teple, předpokládá se základní vytížení výrobního profilu. Zbývající dodávky jsou optimalizovány podle modelu, který vybírá mezi velkými tepelnými čerpadly, plynovou/biomasovou KVET výrobou a plynovými/biomasovými tepelnými kotli. Vzhledem k nejistotě ohledně požadavků koncových uživatelů vlastních spotřebitelů jsme požadovali, aby model získal nejméně 15 PJ z tepelného spalování.

Další výsledky této studie, spolu s další analýzou a úplným seznamem odkazů budou zveřejněny na www.ember-climate.org/research/coal-free-cz-2030

ⁱ Zbytek Evropy byl založen na stávajícím modelu, vypracovaném společností Artelys, scénáře „Udržitelný přechod“ z TYNDP 2018 (na základě otevřených údajů ENTSO-E).

ⁱⁱ To odpovídá předpokladům ve scénářích, vytvořených českým provozovatelem soustavy (ČEPS).

ⁱⁱⁱ V návaznosti na „progresivní“ scénář, předložený ČVUT-UCEEB / Šance pro budovy (Lupíšek, Trubačík & Holub, 2020)