

JAK MŮŽE ČESKÁ SÍŤ ZVLÁDNOUT ÚTLUM UHELNÝCH ELEKTRÁREN A NÁSTUP OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ:

Citlivostní analýza



INFORMAČNÍ LIST

 glopolis

 Frank Bold

 Hnutí DUHA
Friends of the Earth Czech Republic

Jak může česká síť zvládnout útlum uhelných elektráren

Informační list shrnující výsledky modelování dopadů odstavení uhelných elektráren do roku 2030 pro různé varianty vývoje u ostatních zdrojů

- ☑ Kompletní studie pod názvem *Czech Power Grid without Electricity from Coal by 2030: Sensitivity Analysis* je k dispozici na bit.ly/grid-cz-ii

Aktuální evropský trend odklonu od uhlé energetiky a rychlého rozvoje obnovitelných zdrojů často vyvolává otázku, zda náhrada uhelných elektráren zdroji, jejichž produkce je závislá na počasí, neohrozí stabilitu sítě a bezpečnost dodávek elektřiny. Vzhledem k rychlosti, jakou změny probíhají, je tato otázka na místě: podíl obnovitelných zdrojů na evropské výrobě elektřiny již činí 30 %, přičemž se za posledních deset let zdvojnásobil. Uvedený nárůst přitom zajišťují především větrné a solární elektrárny a zdroje na biomasu.

Česká republika se tomuto trendu zatím vymyká, ale do evropského úsilí o přechod na nízkouhlíkovou energetiku se v příštích letech bude muset zapojit. V zemi s dlouhou tradicí uhelného průmyslu to může znít neuvěřitelně, ale čísla jsou jasná. Není možné dosáhnout snížení emisí v souladu s Pařížskou dohodou o ochraně klimatu a zároveň provozovat elektrárny jako jsou Počerady, Prunéřov nebo Chvaletice.

Otázka, co se stane se stabilitou elektrizační soustavy, když odstavíme uhelné elektrárny a zprovozníme významné množství obnovitelných zdrojů, každopádně leží na stole. Budeme bez elektřiny, když během krátkých prosincových dní zůstane zataženo a nezafouká vítr? Nebudou naopak v létě ohrožovat systém přebytky obnovitelné elektřiny, pro kterou nebude odběr? Odpověď se nehledá snadno, i když máme po ruce poměrně podrobný přehled zdrojů, které budou po odstavení uhelných elektráren provozovány.

Faktorů, které musíme při úvahách o transformaci elektroenergetiky vzít v úvahu, je celá řada. V zájmu rozvoje obnovitelných zdrojů je nepochybně potřeba důkladné posouzení možností sítě, protože případné výpadky dodávek by celé odvětví vážně poškodily. Vzhledem k tomu, že celoroční modelování provozu elektrizační soustavy je náročné na expertní kapacitu i softwarové vybavení, zadaly organizace Glopolis, Frank Bold a Hnutí DUHA posouzení dopadů odstavení uhelných elektráren společnosti Energynautics, která se problematikou stability sítě dlouhodobě zabývá. Energynautics disponuje vlastním softwarem, který umožňuje modelování a simulace provozu elektrizačních soustav.

Tento informační list shrnuje výsledky studie společnosti Energynautics¹, která zkoumala dopady ukončení provozu českých uhelných elektráren a rozvoje obnovitelných zdrojů k roku 2030. Základním zjištěním je fakt, že bezpečnost dodávek bude možné zajistit i po odstavení uhelných elektráren. Síť se i nadále dokáže vyrovnat s výjimečnou událostí na úrovni neplánovaného výpadku temelínského bloku, tedy největšího zdroje v soustavě.

Po zveřejnění výsledků modelování pro základní scénář v květnu 2018² byly sesbírány připomínky k modelu, podle nichž byly vstupy modelu upraveny. Dále byly simulovány tři varianty vývoje, které v horizontu roku 2030 mohou nastat: předčasné odstavení jaderné elektrárny Dukovany, omezení výroby elektřiny v sousedních zemích a zvýšená poptávka po elektřině nad úroveň původního předpokladu. Prověřena byla rovněž možnost dlouhotrvajících mrazů v zimním období.

1) Czech Power Grid without Electricity from Coal by 2030: Sensitivity Analysis

2) Czech Power Grid without Electricity from Coal by 2030: Possibilities for Integration of Renewable Resources and Transition into a System Based on Decentralized Sources. Dostupné z: bit.ly/grid-cz

Základní scénář – předpoklady pro rok 2030

Společnost Energynautics v první fázi modelovala provoz elektroenergetické soustavy v roce 2030, jejíž struktura se oproti dnešku liší hlavně absencí uhelných zdrojů provozovaných výhradně pro výrobu elektřiny. Podle předpokladů zůstanou v provozu pouze uhelné zdroje s kombinovanou výrobou tepla a elektřiny, jejichž hlavním smyslem je zásobování velkých sídelních celků teplem (například elektrárna Mělník I dodávající teplo pro Prahu nebo teplárenské bloky elektrárny Opatovice zásobující teplem Hradec Králové a Pardubice), a kogenerační zdroje v průmyslových podnicích.

Porovnání předpokladu instalovaného výkonu jednotlivých zdrojů v roce 2030 se skutečností v roce 2017 je uvedeno v následující tabulce. Potenciály obnovitelných zdrojů pro rok 2030 vycházejí z konzultací se zástupci Komory OZE.

Zdroj	Instalovaný výkon 2017	Instalovaný výkon 2030	Roční faktor využití
JE Dukovany (VVER-440/213)	2040 MWe	2040 MWe	74.99 %
JE Temelín (VVER-1000/320)	2250 MWe	2250 MWe	79.46 %
Zdroje na hnědé uhlí	8707 MWe	1825 MWe	72.65 %
Zdroje na černé uhlí	1496 MWe	696 MWe	72.24 %
Zdroje na zemní plyn s kombinovaným cyklem	1043 MWe	1646 MWe	37.90 %
Zdroje na zemní plyn s plynovou turbínou	170 MWe	170 MWe	21.09 %
Malé kogenerační zdroje na zemní plyn	220 MWe	980 MWe	92.86 %
Vodní elektrárny	1090 MWe	1142 MWe	53.13 % (průtočné) 34.50 % (přehrady)
Přečerpávací vodní elektrárny	1130 MWe	1175 MWe	6.50 % (akumulace) 6.28 % (výroba)
Větrné elektrárny	278 MWe	2050 MWe	26.22 %
Fotovoltaické elektrárny	2100 MWe	5500 MWe	11.47 %
Zdroje na biomasu	426 MWe	900 MWe	60.07 %
Zdroje na bioplyn	332 MWe	485 MWe	60.07 %
Geotermální elektrárny	0	50 MWe	-

Pro rok 2030 je uvažována čistá spotřeba elektřiny v ČR na úrovni 65 TWh, oproti 60,7 TWh v roce 2017.

Provozní režim kogeneračních zdrojů se podle předpokladů řídí především poptávkou po teple, část z nich lze ovšem v případě potřeby využít i výhradně pro výrobu elektřiny. V případě jaderné elektrárny Temelín je předpokládáno roční využití bloků na úrovni 80 %, u jaderné elektrárny Dukovany jde o 75 % (s předpokladem, že tři ze čtyř bloků jsou vždy v provozu).

Z pohledu rozvoje přenosové soustavy autoři předpokládají, že do roku 2030 budou v ČR dokončeny projekty v současné době plánované provozovatelem přenosové soustavy – ČEPS. Rozvoj sítí v okolních zemích je uvažován podle desetiletého plánu sdružení evropských provozovatelů přenosových sítí ENTSO-E (v případě Německa jsou zvažovány dvě varianty). Vývoj zdrojové základny v sousedních zemích byl uvažován podle dostupných scénářů, jejichž zdroje jsou ve studii uvedeny.

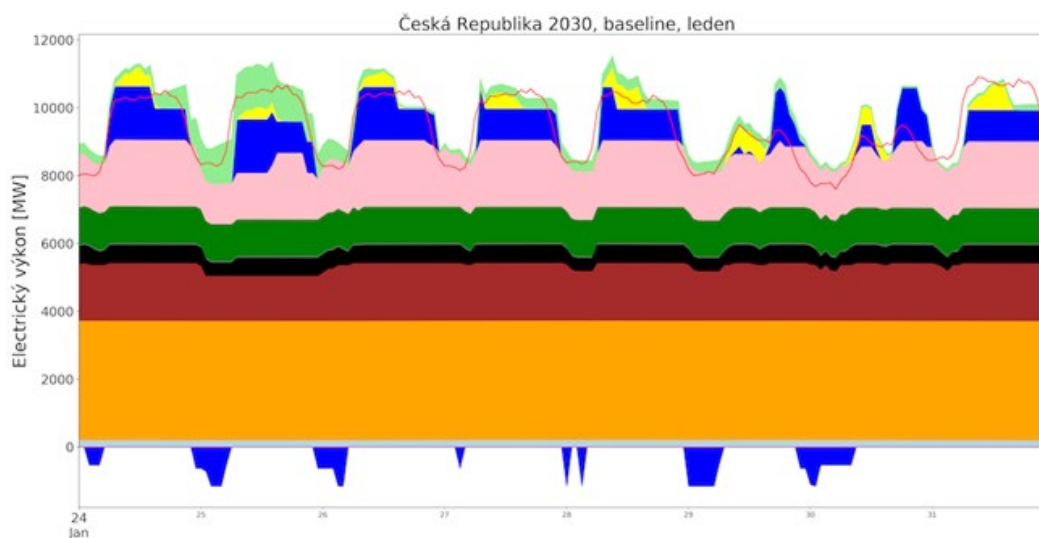
Stav počasí, podle něhož byla simulována produkce větrných a solárních elektráren, vycházel z konkrétních údajů roku 2011, data byla zadávána v 15minutovém rozlišení.

Shrnutí výstupů modelování z pohledu pokrytí spotřeby

Podle výsledků modelování po korekci vstupů základního scénáře zůstane Česká republika v roce 2030 zemí, která vyváží více elektřiny, než dováží, byť čistý export klesne na 4 TWh oproti 13 TWh v roce 2017. Instalovaný výkon obnovitelných zdrojů nedosáhne takové úrovně, aby bylo nutné tyto zdroje ve větší míře odstavovat kvůli vysoké výrobě elektřiny. Za předpokladu optimálního posílení kapacity přenosových soustav v celém regionu střední Evropy by čistý vývoz poklesl na 1,5 TWh, neboť by přibýlo časových úseků, kdy se více vyplácí dovážet levnou obnovitelnou elektřinu než provozovat domácí zdroje.

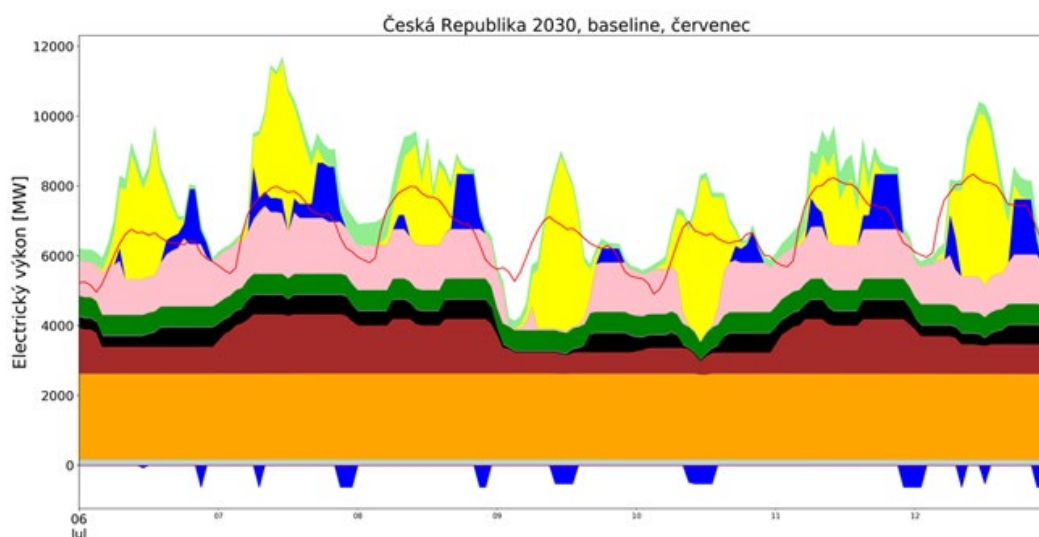
V rámci studie byl okomentován průběh pokrytí spotřeby elektřiny ve třech vybraných týdnech. V lednovém týdnu (viz obrázek 1) zdroje v ČR vyrábějí v průměru o 1000 MW více než by stačilo k pokrytí spotřeby, po většinu času dochází k vývozům elektřiny. Výroba větrných a solárních elektráren je nízká. V průběhu druhého dne dochází k dovozu levné větrné elektřiny z Německa.

► Obrázek 1: Struktura pokrytí spotřeby elektřiny v ČR v lednovém týdnu roku 2030



V červencovém týdnu (viz obrázek 2) má Česká republika významné přebytky elektřiny vyrobené ve fotovoltaických elektrárnách, které se ovšem daří vyvážet. Záporné hodnoty představují spotřebu na čerpání vody v přečerpávacích elektrárnách. Ty jsou využívány především k pokrývání nárůstu spotřeby v ranních hodinách.

► Obrázek 2: Struktura pokrytí spotřeby elektřiny v ČR v červencovém týdnu roku 2030

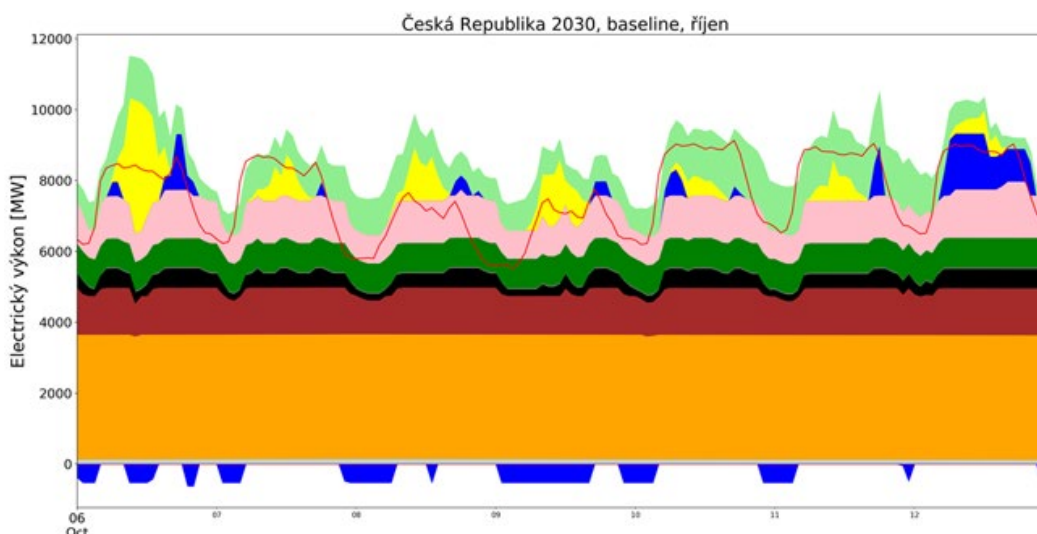


Legenda ke grafům:

- Akumulační a přečerpávací vodní elektrárny
- Průtočné vodní elektrárny
- Zdroje na biomasu a bioplyn
- Jaderné elektrárny
- Teplárny na hnědé uhlí
- Teplárny na černé uhlí
- Zdroje na zemní plyn
- Fotovoltaické elektrárny
- Větrné elektrárny
- Geotermální zdroje
- Spotřeba

V říjnovém týdnu (viz obrázek 3) vyrábějí solární elektrárny poměrně malé množství elektřiny, ale produkce větrných elektráren je poměrně vysoká. Přecherčovací elektrárny jsou využívány k ukládání přebytků větrné elektřiny a k pokrývání špiček spotřeby. Vzhledem k přebytkům větrné elektřiny v sousedních státech je nízká velkoobchodní cena a omezené možnosti vývozu. Dochází proto k omezování produkce plynových zdrojů.

► **Obrázek 3: Struktura pokrytí spotřeby elektřiny v ČR v říjnovém týdnu roku 2030**

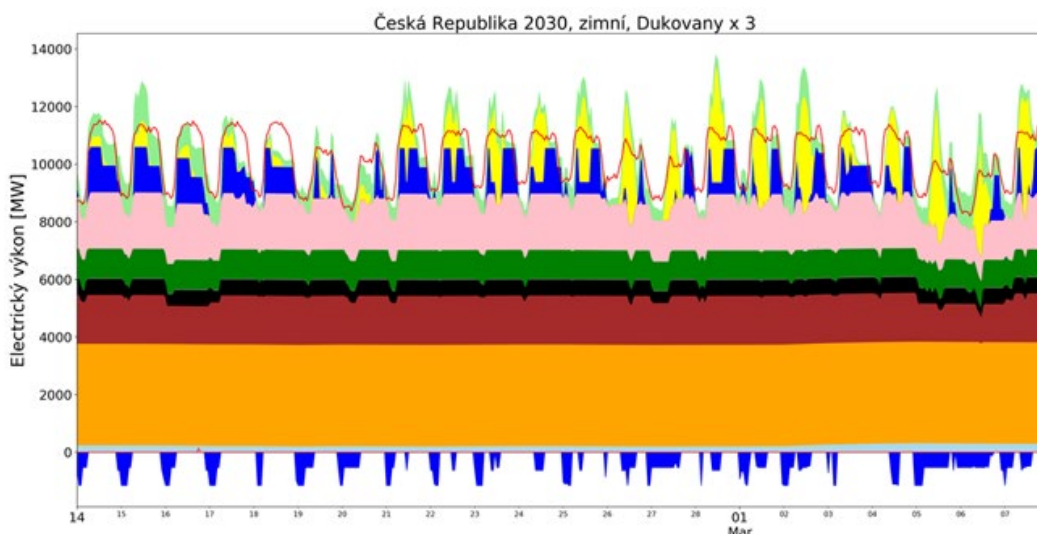


Legenda ke grafům:

- Akumulační a přečerpávací vodní elektrárny
- Průtočné vodní elektrárny
- Zdroje na biomasu a bioplyn
- Jaderné elektrárny
- Teplárny na hnědé uhlí
- Teplárny na černé uhlí
- Zdroje na zemní plyn
- Fotovoltaické elektrárny
- Větrné elektrárny
- Geotermální zdroje
- Spotřeba

V doplňkovém modelování byly prověřeny dopady hypotetického extrémního počasí na elektrizační soustavu. Konkrétně šlo o předpoklad tří zimních týdnů v řadě, kdy průměrná teplota dosahuje minus 15 stupňů Celsia a zároveň dochází k velmi nízké produkci větrných elektráren. Denní spotřeba pro uvedenou průměrnou teplotu vzroste nad 250 GWh. Za předpokladu, že jsou k dispozici zdroje podle základního scénáře, neznamená tato situace ohrožení stability sítě. Všechny kogenerační zdroje by pracovaly konstantně na plný výkon, soustava by nebyla závislá na dovozech. Z důvodu hrozícího výpadku některých zdrojů, zejména vodních a uhelných elektráren, kvůli extrémnímu počasí, ale zpracovatel doporučuje, aby česká elektrizační soustava měla k dispozici studenou rezervu podobně, jako ji využívá Německo nebo Rakousko.

► **Obrázek 4: Struktura pokrytí spotřeby elektřiny v ČR pro tři extrémně chladné týdny v roce 2030, pouze tři bloky jaderné elektrárny Dukovany jsou v provozu**



Shrnutí výstupů modelování z pohledu dopadů na provoz elektrizační soustavy

Modelování společnosti Energynautics potvrdilo, že stávající podoba elektrizační soustavy není vážnou překážkou pro přechod od uhelné energetiky k jejím čistějším alternativám. Důvody jsou následující:

- Česká republika je poměrně malá země, problémy přenosu větrné elektřiny na velké vzdálenosti, jak je známe z Velké Británie nebo Německa, zde nepředstavují vážný problém.
- Síť v České republice rozvádí elektřinu od několika centrálních zdrojů do poměrně vzdálených míst spotřeby. To je rozdíl ve srovnání s Velkou Británií nebo Německem, kde jsou elektrárny často postaveny v blízkosti míst s vysokou spotřebou.
- Česká soustava je dimenzována s vysokým koeficientem bezpečnosti.
- Obnovitelné zdroje jsou vcelku rovnoměrně rozmístěny po území České republiky. Větrné elektrárny, které jsou hlavní příčinou přetížení vedení v jiných zemích, mají v České republice nižší potenciál. Zdroje s vyšším potenciálem, tedy biomasa, bioplyn a střešní fotovoltaiky se nacházejí v blízkosti míst spotřeby.
- Významný podíl výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů pokrývají zdroje na biomasu a bioplyn, které jsou do určité míry dispečersky říditelné.

Společnost Energynautics rovněž provedla posouzení soustavy v roce 2030 z pohledu zajištění potřebných rezerv. Primární rezervu (FCR - Frequency Containment Reserve), na níž se v rámci evropské spolupráce Česká republika podílí výkonem 85 MW, by v průběhu roku společně zajistily plynové elektrárny, akumulární vodní elektrárny a zdroje na biomasu.

K zajištění sekundární regulace (aFRR - Automatic Frequency Restoration Reserve) a terciární regulace (mFRR – Manual Frequency Restoration Reserve) studie počítá vedle přečerpávacích a plynových elektráren také s uhelnými zdroji pro kombinovanou výrobu tepla a elektřiny. Zmíněny jsou rovněž možnosti využití mikrokogeneračních zdrojů (podle německého příkladu) a řízení poptávky.

Modelování variant odlišných od základního scénáře

Vstupy pro základní scénář nemusejí být z různých důvodů naplněny. Společnost Energynautics proto provedla modelování tří variant, které se od základního scénáře ve významných bodech liší.

1. Odstavení jaderné elektrárny Dukovany před rokem 2030 (Scénář A)

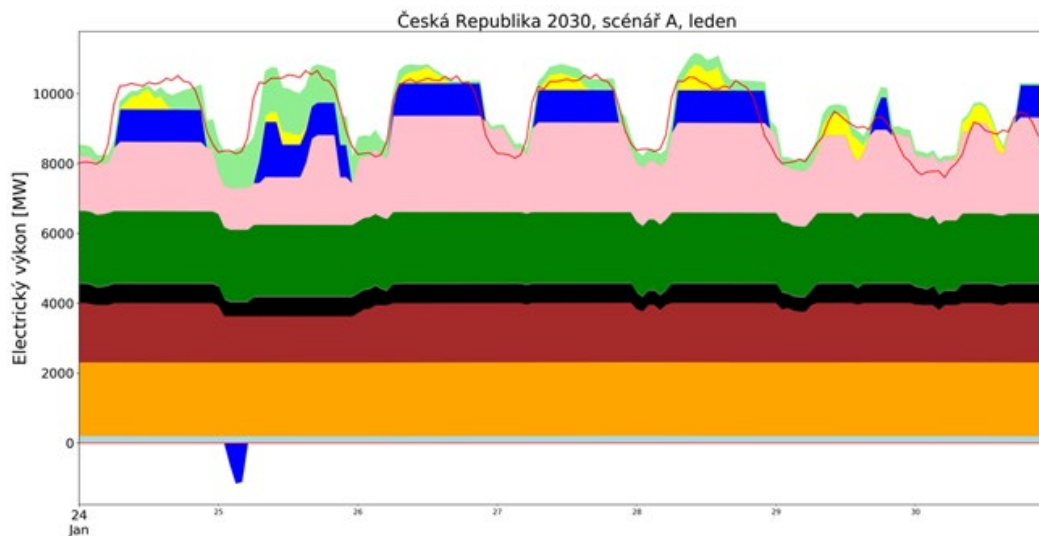
V případě odstavení jaderné elektrárny Dukovany před rokem 2030, ke kterému může dojít z technických důvodů (reaktory se v té době přiblíží k 45 letům provozu), by oproti základnímu scénáři chybělo 2040 MW instalovaného výkonu. Bez náhrady by se Česká republika stala závislou na dovozech na úrovni 6 TWh ročně a z modelování vyplývá, že by nebylo možné pokrývat špičkovou spotřebu z domácích zdrojů. V případě náhrady dukovanských reaktorů velkým plynovým zdrojem o výkonu 800 MW v místě JE Dukovany a součtovým výkonem 1200 MWe zdrojů na biomasu by byla česká soustava schopná pokrýt domácí spotřebu. V případě optimalizace přenosových soustav v regionu by se často vyplácelo elektřinu dovážet, což by vedlo k přebytku dovozu nad vývozem.

2. Omezení instalovaného výkonu v Polsku, Německu a Francii (Scénář B)

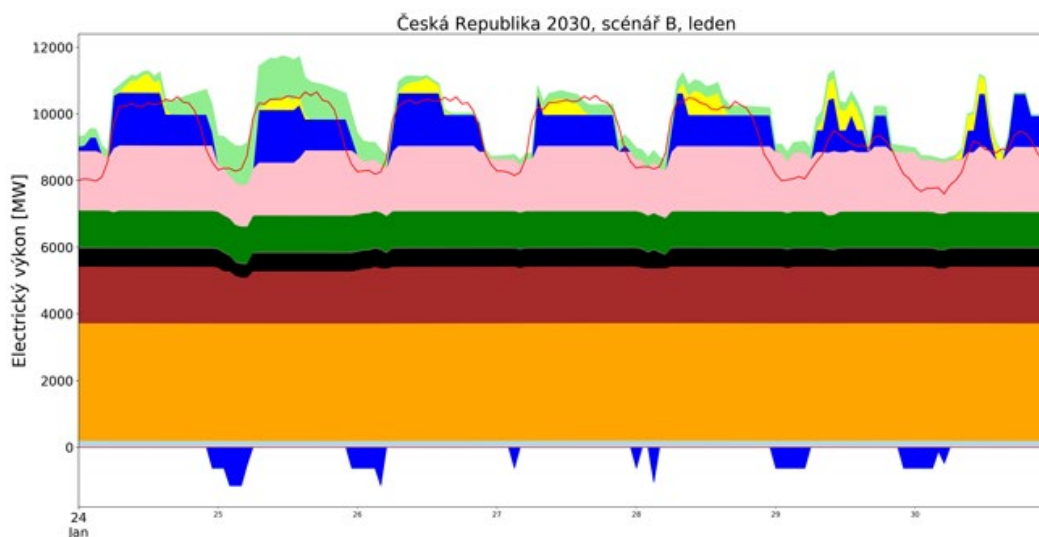
Druhá testovaná varianta byla postavena na předpokladu úbytku instalovaného výkonu na úrovni 17 GW uhelných elektráren v Polsku, 20 GW jaderných elektráren ve Francii a 24 GW uhelných elektráren v Německu při současném rychlejší rozvoji obnovitelných zdrojů oproti základnímu scénáři. Česká republika by v tomto případě při zachování provozu Dukovan byla výrazněji exportní zemí než v základním scénáři (přebytek vývozu by

činil 7,2 TWh za rok) – vzrostl by faktor využití především u plynových zdrojů, které by se vyplácelo provozovat delší dobu. V případě současného poklesu instalovaného výkonu v uvedených zemích a náhrady JE Dukovany podle předchozího scénáře by Česká republika dosáhla přebytku vývozu na úrovni 1 TWh.

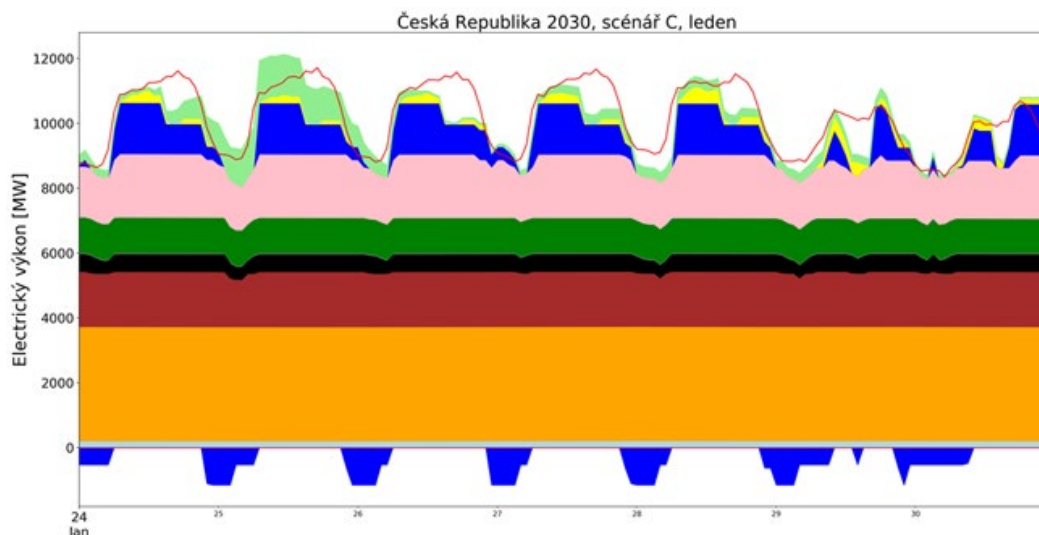
► Obr. 5: Struktura pokrytí spotřeby elektřiny v ČR v lednovém týdnu roku 2030: Scénář A



► Obr. 6: Struktura pokrytí spotřeby elektřiny v ČR v lednovém týdnu roku 2030: Scénář B



► Obr. 7: Struktura pokrytí spotřeby elektřiny v ČR v lednovém týdnu roku 2030: Scénář C



Legenda ke grafům:

- Akumulační a přečerpávací vodní elektrárny
- Průtočné vodní elektrárny
- Zdroje na biomasu a bioplyn
- Jaderné elektrárny
- Teplárny na hnědé uhlí
- Teplárny na černé uhlí
- Zdroje na zemní plyn
- Fotovoltaické elektrárny
- Větrné elektrárny
- Geotermální zdroje
- Spotřeba

3. Nárůst spotřeby v důsledku nástupu tepelných čerpadel a elektromobility, při současném navýšení ukládání elektřiny do akumulátorů (Scénář C)

Třetí testovanou variantou odlišnou od základního scénáře byl nárůst spotřeby o 3 TWh v důsledku vyššího rozšíření tepelných čerpadel a o další 2 TWh kvůli rozvoji elektromobility. Zároveň byl doplněn předpoklad zvýšeného vybavení fotovoltaických elektráren akumulátory (50 % střešních fotovoltaik může v tomto scénáři ukládat elektřinu pro pozdější spotřebu). Česká soustava v tomto případě zvládá pokrýt svoji spotřebu, ale pro zimní období zpracovatel doporučuje posílení rezervy. Z hlediska roční bilance má Česká republika v rovnováze vývoz a dovoz elektřiny, v případě posílení přenosových soustav bude převažovat dovoz, který je v některých časových úsecích ekonomicky výhodnější než provoz některých domácích zdrojů.

Síť energetickou transformaci zvládne

Studie dochází k závěru, že stabilita sítě není zásadní překážkou pro přechod české energetiky z uhlí k obnovitelným zdrojům. Uvádí rovněž přehled doporučených opatření, která by zvýšila možnosti soustavy reagovat na výkyvy v produkci solárních a větrných elektráren. Jedná se mimo jiné o zvýšení možnosti teplotních zdrojů ukládat teplo do zásobníků nebo o skladování bioplynu u bioplynových stanic. Těmito opatřeními by se zvýšil potenciál nasazení těchto zdrojů pro potřeby dispečerského řízení výkonu. Dalšího vylepšení lze dosáhnout optimalizací turbín u plynových zdrojů s kombinovaným cyklem.

Glopolis, Frank Bold a Hnutí DUHA

vydáno v Praze, říjen 2018

Glopolis je nezávislé analytické centrum (think-tank) se zaměřením na globální výzvy a příslušné odpovědi České republiky a EU. Nabízíme analýzy, vize a poradenství, budujeme síť, podporujeme diskusi a vybízíme ke změně myšlení. Snažíme se přispět k rozvoji chytré ekonomiky, energetické a potravinové bezpečnosti a politické kultury. Více na www.glopolis.org

Frank Bold je mezinárodní tým právníků, kteří se zabývají aktuálními společenskými výzvami. Více na www.frankbold.org

Hnutí DUHA je ekologická organizace, která prosazuje zdravé prostředí pro život, pestrou přírodu a chytrou ekonomiku. Více na www.hnutiduha.cz