

Ekonomická a technická proveditelnost snižování emisí na okraji zájmu

Po čtvrtstoletí mezinárodních dohod bychom měli poodstoupit, abychom změřili účinnost těchto ujednání. Měli bychom tak učinit analýzou procesů, pokrytí, cílů a časových harmonogramů. Ovšem, skutečná odpověď je ve zhodnocení výsledků.

Josef Zbořil

ABSTRACT:

Despite large global investments in the environment (USD 3660 billion), total worldwide CO₂ emissions grew from 2011 to 2018. Politicians' proclamations seem to be far away from a technical and economic reality.

MODELŮM MUSÍ PŘEDCHÁZET ANALÝZA RELEVANTNÍCH ÚDAJŮ

Jednoduchým měřítkem trendů je uhlíková náročnost procesů (viz obrázek 1). Ta poměřuje trend snižování emisí CO₂ ve vztahu k výkonu. Z výsledků vyplývá, že doposud žádná z politik nedosáhla ani zdaleka svých cílů zpomalení růstu emisí.

Vědci musí pokračovat v intenzivním výzkumu každého aspektu vědy, ekologie a ekonomiky a také mezinárodních vztahů, protože věda je daleko od toho, aby byla definitivní. Navíc, akce by měly být globální a ne jen národní nebo lokální. Je jasné, že rychlé technologické změny energetického sektoru jsou ústřední v procesu změn k nízkouhlíkové ekonomice. Současné nízkouhlíkové technologie jednoduše nemohou nahradit fosilní zdroje, aniž by došlo k výraznému růstu ekonomických nákladů a zpoplatnění

uhlíku. Ekonomický rozvoj nízkouhlíkových technologií pak může přinést pokles nákladů na dosažení klimatických cílů.

Je také na vládách, aby proces podporovaly za participace soukromého sektoru – ovšem pod heslem „No Regret“. Tudiž znalosti, odpovídající ceny, koordinované akce a nové technologie jsou stupně, kterými je nutno stoupat a žádné nařizování a direktivy nemohou nahradit vysoce participativní a kritický postup.

Pro snazší ujasnění souvislostí a vazeb přínosů oproti škodám z nečinnosti a časových hledisek byl vyvinut profesorem Williamem Nordhausem model DICE. Jeho řídicí filosofie je „otevřený software“ a od jeho první verze byl dostupný všem zájemcům.

Klimatické změně je dnes stále věnována velká pozornost. A je také jasné, že i když se lidé neshodnou na jejich příčinách, je počasí důležité a klima má svůj význam i pro lidská společenství. Nesouhlasné názory s oficiální hypotézou by měly být přijímány a diskutovány s maximální otevřeností – věda prostě není definitivní.

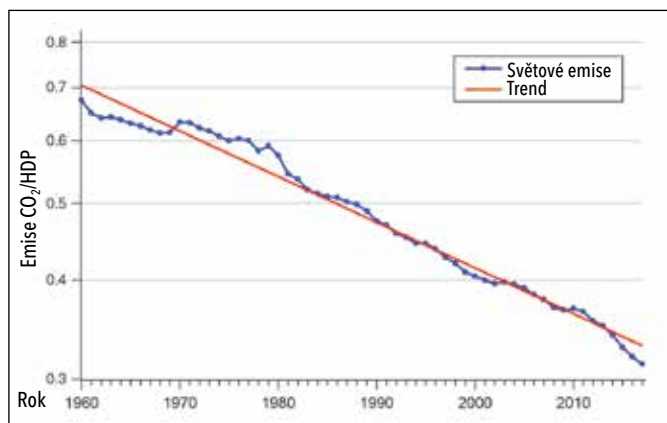
Obrázek 2 dává užitečný přehled různých modelů, strategií, snižování emisí v čase. Propočty jsou z multimodelové studie, zkoumající náklady snižování emisí s rozdílnou rychlostí a hloubkou. Modely se liší v mnoha dimenzích, jako jsou zdroje, poptávka, růst a role obnovitelných zdrojů. Tyto odhady

navíc předpokládají účinné politiky a harmonizované ceny se 100% účastí zemí. Realistické předpoklady o politikách a účasti by podstatně zvýšily náklady, možná dvakrát, v závislosti na detailech.

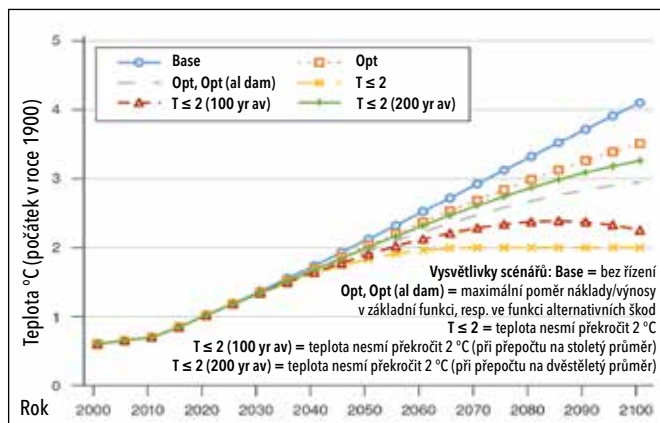
I když je možné, že přijdou nějaké zázračné technologické průlomky, které mohou dramaticky snížit náklady na snižování emisí, odborníci je nevidí v blízké budoucnosti. Nové technologie – zejména pro energetické systémy, které mají obrovské finanční a fyzické investice do kapitálu, jako jsou elektrárny, stavby, silnice, letiště a továrny – se vyvíjejí, komercializují a nasazují mnoho desetiletí.

Odhad nákladů na snížení emisí je ve srovnání s odhadem škod nebo dopadů budoucích změn klimatu jednoduchý. Dopady se mohou zdát snadnější než hluboká fyzika a chemie vědy o klimatu, protože jsou známější, ale opak je pravdou. Ve skutečnosti je projektování dopadů nejobtížnějším úkolem a má největší nejistotu ze všech procesů spojených s globálním oteplováním. Model DICE přichází s výsledkem, že náklady na snižování emisí jsou 2,4násobkem ceny odhadnutých dopadů, „léčba“ je tedy daleko nákladnější, než „nemoc“.

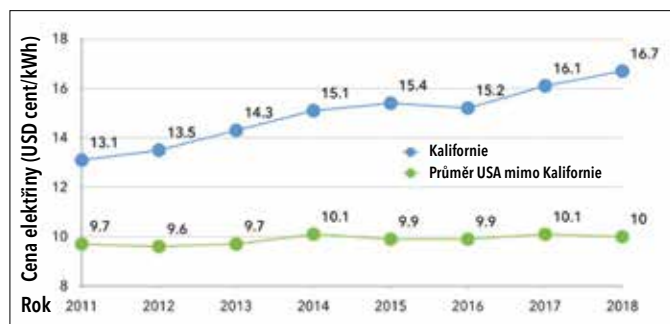
Jakkoli může být cílová teplota atraktivní jako aspirační cíl, je cílový přístup sporný, protože ignoruje náklady na dosažení cílů. Pokud by například dosažení cíle 1,5 °C vyžadovalo hluboké snížení životní úrovně



Obrázek č. 1: Uhlíková náročnost v poměru na hrubý domácí produkt od roku 1960
Zdroj: William Nordhaus, Climate Change: The Ultimate Challenge for Economics



Obrázek č. 2: Různé scénáře vývoje s pro různé klimatické cíle dekarbonizace
Zdroj: William Nordhaus, Climate Change: The Ultimate Challenge for Economics



Obrázek č. 3: Ceny elektřiny v Kalifornii vzrostly 7x oproti průměru USA.

Zdroj: US Energy Information Administration, 2011-2018

Tabulka č. 1: Celosvětové klimatické investice v letech 2011 až 2018 (mld. USD)

Zdroj: Coilín ÓhAiseadha & all Energy and Climate Policy—An Evaluation of Global Climate Change Expenditure 2011-2018; <http://dx.doi.org/10.3390/en13184839>

Sektor	Celkové výdaje 2011-2018 (mld. USD)	Průměrné roční výdaje (mld. USD)	Podíl na celkových výdajích (%)
Solár	1220	152	33
Vítr	810	101	22
Biomasa a odpad	75	9	2
Hydro elektřina	75	9	2
Biopaliva	25	3	1
Ostatní OZE	170	21	5
Udržitelná doprava	375	47	10
Energetická účinnost	250	31	7
Ostatní politiky snižování emisí	430	54	12
Politiky adaptace	180	24	5
Dvojitý výnos	40	5	1
Celkem	3660	458	100

v chudých zemích, pak by tato politika byla ekvivalentem přístupu „vypálení vesnice“ pro její záchranu.

Přístup hodnocení nákladů a přínosů představuje vážné problémy, protože vyžaduje uvedení všech změn plus a minus do společné metriky. Mnoho dopadů navíc může být obtížné měřitelných nebo takových, které bychom se zdráhali monetizovat. Podle názoru většiny ekonomů je však vyvážením nákladů a přínosů tím nejspokojivějším způsobem rozvoje politiky ochrany klimatu. Některé z otázek snižování nákladů a dopadů byly popsány výše a právě ty by vstoupily do modelu.

- **Jedním z hlavních zjištění integrovaných modelů hodnocení je, že by měly být co nejdříve zavedeny politiky na zpomalení emisí.**
- **Druhým zjištěním je jednotnost ceny, tj. že neúčinnější politiky jsou ty, které vyrovnávají přírůstkové nebo mezní náklady na snižování emisí. Ekvivalentně v tržním kontextu to znamená, že ceny uhlíku by měly být vyrovnány v každém odvětví a v každé zemi.**
- **Ekvivalentně na trhu: efektivní politiky by měly mít co nejvyšší účast. To znamená, že maximální počet zemí a odvětví by měl být zahrnut co nejdříve. Je třeba odradit černé pasažéry.**
- **Konečně, účinná politika je ta, která se časem rozběhne, a to jednak proto, aby poskytla lidem čas na přizpůsobení se světu s vysokými cenami uhlíku a jednak aby stále více „utahovala šrouby“ v oblasti emisí skleníkových plynů.**

Většina odborníků souhlasí s těmito ústředními principy: univerzální účast, vyrovnávání mezních nákladů nebo cen uhlíku při každém použití v daném roce, plná účast a zvyšující se pokrytí v průběhu času.

ZELENÝ PLÁN PRO EU NA HRANĚ UTOPIE

Zelený plán Evropské unie riskuje, že se pro planetu stane špatným plánem. Tento ambiciózní balíček politik, který byl oznámen

v prosinci 2019, si klade za cíl učinit z Evropy do roku 2050 první klimaticky neutrální kontinent. Stanovuje cíle pro snížení emisí uhlíku a zlepšení lesů, zemědělství, ekologické dopravy, recyklace a obnovitelné energie. EU chce ukázat „zbytku světa, jak být udržitelný a konkurenceschopný“, jak uvedla Ursula von der Leyen, předsedkyně Evropské komise.

Problémy se skrývají za rétorikou. Zpráve, EU do značné míry závisí na zemědělských dovozech, kdy pouze Čína dováží více. V loňském roce region koupil jednu pětinu plodin a tři pětiny masa a mléčných výrobků spotřebovaných ve společenství (118 mil. tun a 45 mil. tun).

A výsledek? Členské státy EU takto působí škody na životním prostředí v jiných zemích, přičemž si kredity ekologické politiky připisují doma. Přestože EU uznává, že v oblasti obchodu budou zapotřebí některé nové právní předpisy, v krátkodobém horizontu se v rámci Zeleného plánu nic nezmění.

Zelený plán promění evropské zemědělství v příštím desetiletí na plánované hospodářství bruselskými plánovači a s tím máme své letité zkušenosti. Pro zahraniční obchod nebyly stanoveny žádné paralelní cíle. Slátanina pravidel, z nichž některá jsou povinná a jiná dobrovolná, bude nadále určovat udržitelnost dovozu do EU. A to platí i pro dovoz energetických plodin. V tomto směru se musí dodržovat obecná politika – revidovaná směrnice o obnovitelných zdrojích z roku 2018 a není to dobrý výhled.

Ve světle výše uvedených problémů si můžeme klást otázku, zda současně navrhovaná politika přechodu na energii s „nulovým obsahem uhlíku“, založená převážně na elektřině vyrobené z větru a slunce, je skutečně všelékem, který naznačují propagátoři těchto technologií. Toto je klíčová otázka, která musí být vyřešena ve velmi krátké době. Pevně se předkládá k víře, že občané ocení „zelenou budoucnost“. A doprovodná ekonomická hodnocení to mají potvrdit. Jako všelék se označují klasické obnovitelné

zdroje a nějak se zapomíná, že výroba elektřiny zde není jediným spotřebitelem primárních zdrojů energie.

Každá technologie má ovšem své klady a zápory a tvůrci politik by si měli být vědomi nevýhod i kladů při rozhodování o energetické politice. Tvůrci politik se tímto vyzývají, aby určili, které priority jsou pro ně nejdůležitější a kterých priorit a jak jsou připraveni dosáhnout. K tomu je k dispozici užitečný rámec porovnáním pěti různých balíčků zásad energetické bezpečnosti. Jeho autoři zjistili, že všech pět balíčků má výhody a nevýhody a že „energetická bezpečnost není absolutní stav a že jeho dosažení pouze „funguje“ tím, že upřednostňuje některé dimenze, politické cíle a balíčky více než jiné a to příliš nepotěší. Náklady na dosavadní osmileté ozeleňování jsou uvedeny v tabulce 1.

Přes tyto výdaje v celkové výši 3660 miliard USD za 8 let celosvětové emise oxidu uhličitého (CO₂) v tomto období nadále rostly (tabulka 2). To dává příležitost prozkoumat výdaje, aby se zvažilo, zda současná cesta slibuje úspěch. Jedním vysvětlením by mohlo být, že celkové výdaje jsou stále příliš nízké, a někteří dokonce tvrdí, že by se globální výdaje musely zvýšit na 1,6–3,8 bilionu USD ročně, aby se podstatně snížily emise CO₂.

Dopady do cen elektřiny např. v Kalifornii uvádí obrázek 3.

Tabulka 1 také ukazuje, že 55 % výdajů v tomto období bylo na solární a větrné projekty, dalších 10 % na projekty udržitelné dopravy a 7 % na energetickou účinnost. To znamená, že většina výdajů šla na typy politik upřednostňovaných návrhy „s nulovým obsahem uhlíku“, které byly silně kritizovány a příliš obětovaly bezpečnost dodávek, zatímco někteří filozofové již začínají hovořit o skromné spotřebě, jak mají zkušenosti v rozvojových zemích, jako je Zimbabwe. Jistě, i když mohou přijmout vážné úspory téměř všeho, takový návrh prostě není přijatelný, i když ideologická příprava už probíhá.

Milion tun CO ₂	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
USA	5336,4	5090,0	5249,6	5254,6	5141,4	5042,4	4983,9	5116,8
Sev. Amerika celkem	6343,3	6090,3	6266,5	6267,7	6150,8	6049,0	6009,9	6149,0
J. a stř. Amerika celkem	1226,7	1274,7	1326,6	1348,0	1340,8	1308,4	1289,4	1263,1
Francie	334,1	335,6	334,9	301,3	306,7	312,1	318,1	307,2
Německo	763,7	773,0	797,6	751,1	755,6	770,5	760,9	731,3
Itálie	386,4	369,9	340,5	317,7	329,8	329,9	333,4	332,1
Holandsko	219,4	212,2	208,2	197,6	206,7	209,8	202,9	198,2
Polsko	324,0	308,1	310,4	293,3	293,3	306,0	315,5	319,5
Spojené království	495,6	512,1	500,0	458,1	439,7	415,8	404,1	396,9
EU Celkem	3800,4	3737,7	3653,5	3445,6	3486,9	3498,5	3527,1	3466,5
Evropa celkem	4603,7	4544,0	4437,9	4205,4	4209,5	4262,5	4305,4	4246,1
SNS celkem	2035,9	2063,1	2016,5	2028,6	1989,0	1996,7	1989,3	2095,7
Střední východ celkem	1784,6	1854,0	1918,9	1954,4	2002,1	2066,3	2077,3	2106,2
Afrika celkem	1102,6	1136,9	1162,2	1198,0	1200,9	1231,1	1250,9	1284,5
Austrálie	409,7	402,6	399,0	405,7	411,3	411,8	409,6	411,1
Čína	8824,3	9001,3	9244,0	9239,9	9186,0	9137,6	9298,0	9507,1
Indie	1735,2	1848,1	1929,4	2083,5	2149,4	2242,9	2329,8	2452,5
Japonsko	1210,3	1296,1	1282,9	1249,3	1209,9	1193,2	1187,5	1164,2
Jižní Korea	617,7	614,6	619,5	614,9	624,2	629,6	645,2	662,2
Pacif. Asie celkem	14876,6	15310,6	15666,9	15802,6	15894,1	16022,1	16357,1	16863,3
Svět celkem	31973,4	32273,5	32795,6	32804,7	32787,2	32936,1	33279,5	34007,9

Tabulka č. 2: Světové emise CO₂ v letech 2011 až 2018 (mil. t)

Zdroj: Statistika BP 2020

VÝROBA ENERGIE Z OZE A JEJÍ DOPADY

Po celém světě, od Německa a Dánska po Španělsko a jižní Austrálii, vedou i menší aplikace slunce a větru k velkému zvýšení cen ve srovnání s tím, co tvrdí zastánci dekarbonizace.

Koukněme se na příklad Španělska. Ceny elektřiny tam byly ještě v roce 2009 pod evropským průměrem. Dnes jsou jedny z nejvyšších v Evropě. Jen velmi málo se tam debatuje o tom, že to bylo výsledkem nasazení tolika solární energie a větru, že to vedlo vládu k omezení dotací a za OZE pochopitelně platí spotřebitelé.

Někteří odborníci říkají, že příspěvek solárních a větrných elektráren k vysokým cenám elektřiny byl dědictvím starších a dražších projektů, a naznačili, že rostoucí pronikání solárních a větrných elektráren v budoucnu přinese pokles cen. Tento způsob myšlení ignoruje jak fyziku, tak ekonomiku. Hodnota solární energie a větru klesá z investiční hodnoty, protože se však zvyšuje jejich dodávka do elektrické sítě, tak celkové náklady na tuto elektřinu rostou. Produkcují příliš mnoho energie, když to společnost

nepotřebuje, a málo energie, když to je potřeba.

Tento problém je dočasně vyřešen krátkodobými (ale stále nákladnými) řešeními – jako je Kalifornie (viz obrázek 3) a Německo, které platí svým sousedům, aby jim odebrali přebytečnou elektřinu. Čím více solární energie a větrné energie se přidává, tím se problém zhoršuje, a proto klesá ekonomická hodnota sluneční a větrné energie, jak se stávají větší součástí rozvodné sítě.

Kromě toho vidíme, že na místech, jako je Německo, které nyní získává sluneční energii a vítr za předpokládané nejnižší ceny, stále platí za elektřinu mnohem více. Německo utratilo v roce 2017 o 24,3 miliardy EUR více, než byly běžné tržní ceny elektřiny.

DALŠÍ FAKTORY, KTERÉ NELZE ZAPOMÍNAT

Důležité je zohlednit i hustotu výkonu. Například solární a větrné farmy vyžadují minimálně o řád, spíše o dva řády více půdy než neobnovitelné elektrárny (viz obrázek 4). Jednoduchý příklad dramaticky ilustruje rozdíl. Kalifornská solární farma Ivanpah

vyrábí 18krát méně elektřiny na půdě o rozloze 290krát větší než jaderná elektrárna Diablo Canyon. Žádný OZE nemá požadavky na půdu ve stejném řádu jako neobnovitelné zdroje.

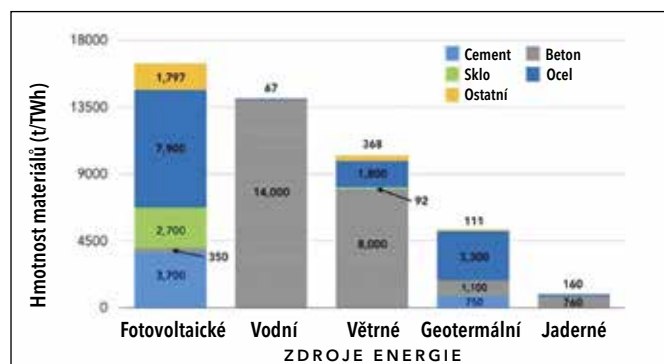
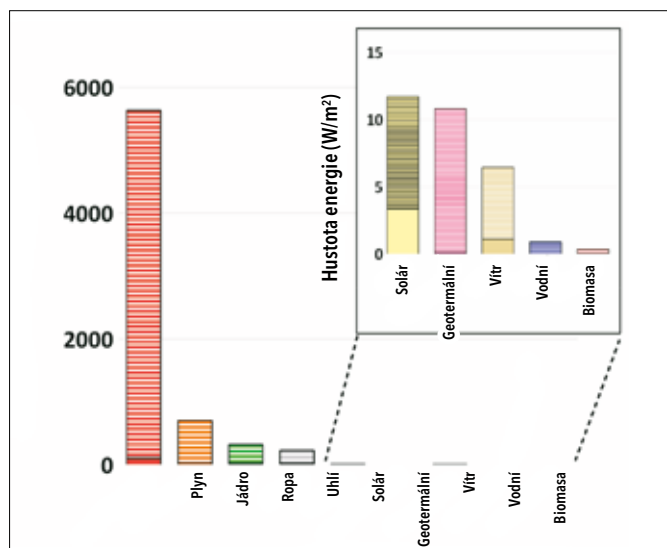
Tato realita by mohla být spolu s novými přenosovými sítěmi významným dodatečným faktorem vyšších nákladů nyní i v budoucnosti. Náklady na půdu a drahé nové přenosové linky lze eliminovat, pokud máte na střeše solární panely, říkájí solární vývojáři, ale úspory na přenosu jsou více než překryty vyššími instalačními náklady.

Všechny tyto dodatečné náklady mají společné to, že pocházejí přímo ze základních fyzikálních limitů při výrobě elektřiny ze slunečního svitu a větru. Obě „paliva“ jsou nařazená a nespolehlivá. Abychom vyrovnali tyto inherentní slabosti, vyžaduje rozšíření energie ze solárních panelů a větrných turbín masivní zvýšení fyzické stopy výroby energie.

Obnovitelné zdroje také vyžadují využití velkého množství skladování, ať už v lithiových bateriích, nových prehradách, kavernách stlačeného vzduchu apod. Všechny obnovitelné zdroje tedy mají materiálovou náročnost – od těžby přes zpracování a instalaci až po likvidaci materiálů později jako odpad – což je řádově více, než u neobnovitelných zdrojů energie (viz obrázek 5).

I když stále existuje a přetrvává složitost a nejistota ohledně konkrétních příčin, proč solární a větrná energie prodražují elektřinu, většina, ne-li všechny, pramení z jejich základních fyzikálních a environmentálních omezení, jsou kapacitně omezené, rozptýlené, zředěné a nespolehlivé v dodávkách. Mnoho kritik těchto „nulových emisí uhlíku“ vychází z jednoduchých technických a ekonomických praktických aspektů. Někteří se ptají, zda jsou navrhované „zelené technologie“ schopny uspokojit energetické nároky současné populace, natož pak rostoucí populace v budoucnu.

Například z hodnocení 24 studií 100% obnovitelné elektřiny vědci zjistili, že

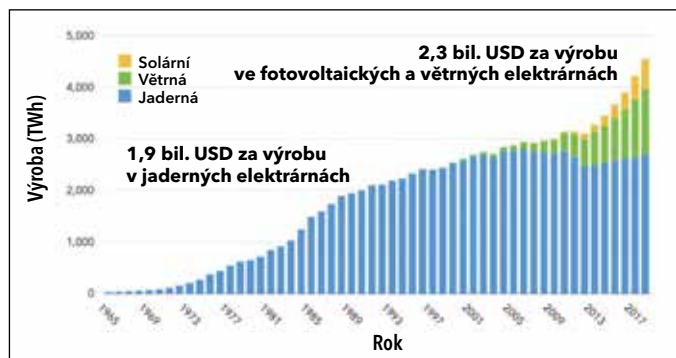


Obrázek č. 5: Potřeba materiálu pro jednotlivé typy zdrojů (t/TWh)

Zdroj: US DoE; Quadrennial Technology Review: An Assessment of Energy Technologies and Research Opportunities

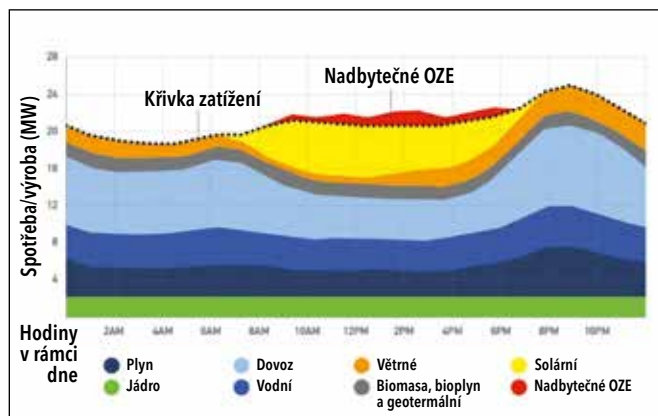
Obrázek č. 4: Hustota energie jednotlivých primárních zdrojů (W/m²)

Zdroj: Coillín ÓhAiseadha & all Energy and Climate Policy—An Evaluation of Global Climate Change Expenditure 2011–2018



Obrázek č. 6: Náklady na jednotku dodané energie nevycházejí dobře pro solární a větrnou energii v porovnání s energií jadernou.

Zdroj: BP Statistical Review, 2019, Nelson et al., „Power to Decarbonize“, EP, 2017, na údajích BNEF (solar/wind), Lovering et al., 2016, Energy Policy



Obrázek č. 7: Příklad pokrytí denního odběrového diagramu různými typy zdrojů

Zdroj: <https://environmentalprogress.org/the-complete-case-for-nuclear>

„na základě našich kritérií žádná ze zkoumaných studií 100% obnovitelné elektřiny neposkytla přesvědčivou demonstraci proveditelnosti“. Hlavním technickým problémem elektřiny vyráběné větrnou, solární a přílivovou energií je to, že se jedná o „přerušované“ nebo „variabilní“ technologie výroby elektřiny. I když se tvrdilo, že to lze v zásadě překonat kombinací skladování energie a/nebo významným rozšířením sítí pro přenos elektřiny v kontinentálním měřítku, jiní zaznamenali, že rozsah těchto projektů je obrovský a samozřejmě, roli hraje i čas pro skladování. Mnoho lidí se ptá, proč, pokud má být snížení emisí skleníkových plynů skutečně považováno za nejvyšší prioritu, jsou neustále zamítnuta nebo odsunuta na okraj řešení zahrnující zvýšení jaderné energie a/nebo přechod z uhlí/ropy na zemní plyn.

Neotřelý pohled s porovnáním je na obrázku 6.

Je ironií, že vzhledem k tomu, že tyto politiky jsou koncipovány jako environmentálně žádoucí, mnoho kritik souvisí s jejich dopady na životní prostředí, k nimž dochází jinde. Mnoho vědců se obává negativních dopadů „zelených energií“ např. na biologickou rozmanitost rozvojových zemí. Někteří si všimli, že přechod na tyto technologie by vyžadoval obrovské zvýšení těžby omezených zdrojů, například Mills tvrdí, že „ve srovnání s uhlovodíky znamenají zelené zdroje v průměru 10násobné zvýšení množství extrahovaných a zpracovaných materiálů k výrobě stejného množství energie“.

A to se nebere v úvahu, že solární a větrné kapacity je třeba pro srovnatelnou životnost (60 let) stavět třikrát až čtyřikrát ve srovnání např. s jadernou elektrárnou. Někteří také poznamenávají, že větrné farmy velkého rozsahu mohou způsobit významné místní změny klimatu na rozdíl od globální změny klimatu, kterou mají snižovat.

Pielke Jr. a mnoho dalších říkají, že obecně existují dva přístupy ke snižování dopadů budoucích změn klimatu:

- zmírňování změny klimatu a
- přizpůsobení se změně klimatu.

První přístup, zmírňování změny klimatu, předpokládá, že skleníkové plyny jsou hlavní hnací silou změny klimatu, a snaží se snížit budoucí změnu klimatu snížením emisí skleníkových plynů.

Druhý přístup, adaptace na klima, zahrnuje vývoj lepších systémů a infrastruktury pro řešení změny klimatu a klimatických extrémů. Mnoho vědců také tvrdí, že přílišným zdůrazňováním zmírňování změny klimatu UNFCCC a dohody COP, jako je Kjótský protokol (a nověji Pařížská dohoda), se vytvořila předpojatost proti investicím do přizpůsobení se změně klimatu, jimž se stejně nevyhneme – podívejte se na náklady adaptace v tabulce 1. Je to samozřejmě velmi málo a z hlediska publicity naprosto nezajímavé – politici na tom žádné body nezískají. Rovněž se tvrdí, že politiky v oblasti zmírňování změny klimatu výslovně předpokládají, že změna klimatu je primárně způsobena emisemi skleníkových plynů, zatímco politiky v oblasti přizpůsobení se změně klimatu mají často smysl bez ohledu na příčinu změny klimatu i z dlouhodobého hlediska.

S ohledem na tuto skutečnost stojí za zmínku, že několik nedávných studií tvrdí, že zprávy IPCC podcenily roli přírodních faktorů v nedávné změně klimatu (a tudíž nadhodnocovaly roli faktorů způsobených člověkem). Vědci zjistili, že i za předpokladu, že změna klimatu je primárně způsobena emisemi skleníkových plynů způsobených člověkem, je míra globálního oteplování očekávaná v rámci obvyklých politik ve velké míře určena parametrem, zvaným klimatická citlivost.

Přesná hodnota tohoto parametru je předmětem značně pokračující vědecké debaty, ale řada vědců vypočítala, že pokud je hodnota citlivosti na horním konci rozsahu odhadů IPCC, pak můžeme očekávat, že stanovený cíl Pařížské dohody, kterým je udržení globálního oteplování způsobeného člověkem pod 2 °C, bude do poloviny 21.

století narušen pokračováním podnikání obvyklým způsobem, zatímco pokud bude citlivost na klima na dolním konci odhadů IPCC, a je to velmi pravděpodobné, nebude Pařížská dohoda porušena podnikáním obvyklým způsobem přinejmenším do 22. století.

To má důsledky pro přesné stanovení náležitosti navrhovaných přechodů k „nizkouhlíkovým“ politikám. A je to i v souladu s nálezy nositele Nobelovy ceny za ekonomii (2018) Williama Nordhause. To je důležité, protože navzdory obavám o změnu klimatu, které by mohly způsobovat související emise skleníkových plynů, mají stávající energetické politiky založené na fosilních palivech mnoho výhod.

Skutečně stojí za zmínku, že hlavní problémový skleníkový plyn, oxid uhličitý (CO₂), je klíčovou složkou celého životního cyklu, založeného na uhlíku, a že zvyšování atmosférických koncentrací oxidu uhličitého přispělo k částečnému „ekologizování Země“, tj. lepšímu růstu rostlin i v zaznamenané minulosti za posledních několik desetiletí.

PROBLÉM PŘERUŠOVANOSTI - NEJDŮLEŽITĚJŠÍ INŽENÝRSKÁ HÁDANKA

Zatímco poptávka po elektřině má tendenci kolísat v různých časových úsecích, od dodavatelů elektrické energie se požaduje, aby zajišťovali stále dodávky elektřiny, aby vyhověli energetickým potřebám základního zatížení, definovaným jako „minimální požadavky založené na rozumných očekáváních požadavků zákazníků“. Nejběžnější technologie výroby elektřiny pro základní zatížení v současné době představují více než 96 % světové energie.

Na druhou stranu, jak je diskutováno v úvodu, mnoho současných navrhovaných energetických přechodů je do značné míry závislých na nějaké kombinaci tří „přerušovaných“ technologií na výrobu elektřiny, tj. větrné, solární a přílivové. Někteří dokonce tvrdili, že je možné (a žádoucí) zajistit 100 % energetické potřeby společnosti

pomocí pouze obnovitelné energie, založené převážně na větru a sluneční energii. I Evropský zelený plán se zasazuje o přechod k energetickým systémům, které generují 100 % své elektřiny z větru, vody a slunečního svitu.

Z tabulky 1 vidíme, že 55 % celkových globálních výdajů na změnu klimatu v období 2011–2018 bylo vynaloženo na dvě z těchto technologií, tj. solární a větrnou energii. Proto je nutné řešit důsledky problému přerušovanosti. Je třeba zdůraznit, že se nejedná o problém, který se v minulosti týkal elektrických sítí, využívajících hlavně fosilní zdroje.

Přerušované technologie poskytují energii pouze, když fouká vítr (pro vítr), nebo pouze když svítí slunce (pro solární energii) nebo v závislosti na přílivu a odlivu. Spotřeba elektřiny však tyto výrobní časy nedodrží. To vede k nesouladu mezi nabídkou a poptávkou po elektřině, což je čím dál tím problematictější, čím větší je počet přerušovaných výrobců elektřiny připojených k síti. Někdy se vyrábí příliš mnoho elektřiny a je třeba ji omezit (obrázek 7), jindy zase příliš málo, což vede k výpadkům proudu.

Trvalý přísun energie na 24 hodin je nezbytný pro bezpečný a spolehlivý provoz systémů, jako jsou velká průmyslová zařízení, úpravní vody, nemocnice, systémy vytápění / klimatizace pro domácnost, další výrobní závody a systémy hromadné dopravy. Kromě toho je pohotová dostupnost energie nezbytným předpokladem pro provoz záchranných služeb, např. vybavení pro lékařskou resuscitaci.

Kromě uvedené variability na škále dnů a týdnů se místní klima také rok od roku liší a změna klimatu může zavést dlouhodobé klimatické trendy, které by mohly ještě více změnit očekávanou výrobu elektřiny. A nelze pominout, že časové využití evropské fotovoltaiky je pouhých 11 % a vítr je dostupný v průměru z 30 %.

Když je procento přerušované elektřiny relativně nízké, mohou zbývající zdroje základního zatížení potlačit část problému zvýšením nebo snížením výroby v reakci na přerušovanost. Tady ovšem vzniká několik problémů. Zaprvé, elektrická síť nyní vyžaduje mnohem vyšší celkovou kapacitu,

protože stále musí mít téměř 100% kapacitu jako dříve, aby byla v pohotovostním režimu a mohla dodávat elektřinu, když přerušované zdroje nejsou v provozu. Navíc je potřeba přepínání velmi nevhodná s poklesem energetické účinnosti.

Častá regulace výkonu elektrárny zvyšuje opotřebení generátorů, snižuje jejich očekávanou životnost a zvyšuje výdaje na údržbu. Toto operační schéma také vede k nevhodnosti a ztrátě produktivity. Dále, pokud je plynová turbína navržena pro výrobu energie základního zatížení, ale následně se používá k vyrovnávání zátěže ve spojení s přerušovanými zdroji energie, neustálé zrychlování a zpomalování hřídele výrazně zkracuje životnost turbíny.

Pro řešení problému přerušovanosti byla navržena různá řešení. Společnost poskytující veřejné služby se může pokusit vyvážit napájení z přerušovaných zdrojů na velmi velkých plochách vybudováním rozšířené přenosové sítě a koordinací výroby energie z různých zdrojů, např. solárních a větrných zařízení, ale to vyžaduje značné kapitálové investice. Tento přístup zvyšuje minimální potřebnou kapacitu a může vést ke zpožděním přenosu energie do velkých center poptávky, často vzdálených od míst výroby energie. Kromě toho mají povětrnostní vzorce tendenci ovlivňovat poměrně velké geografické oblasti v obdobných časech. Mezi další možnosti patří správa na straně poptávky, skladování elektřiny a lepší koordinace nebo předpovědi elektráren. Vhodné systémy ukládání energie a její volba jsou uvedeny na obrázku 8.

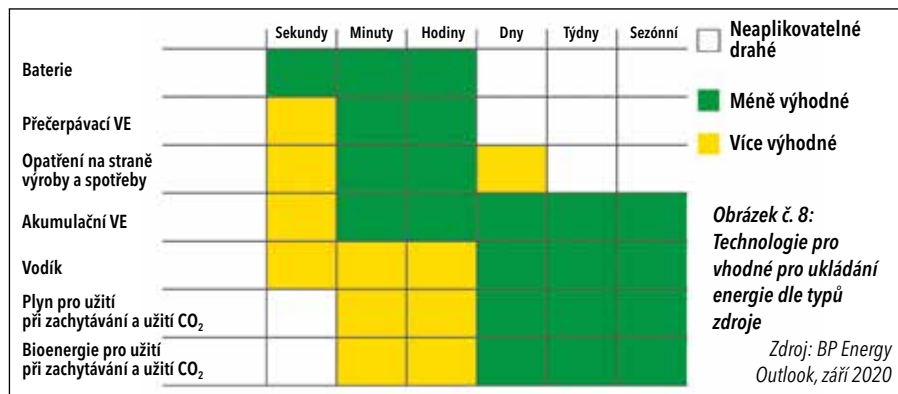
Přesné požadavky by závisely na tom, zda by byla síť většinou větrná nebo převážně sluneční. U solární soustavy by bylo zapotřebí dostatek energie k překonání denního solárního cyklu, tj. akumulace energie za 12 hodin (~ 5,4 TWh). Pro větrnou síť by to vyžadovalo kontinentální elektrickou přenosovou síť „k využití geografické rozmanitosti větru“. Ke spolehlivému uspokojení 100% celkové roční spotřeby elektřiny vyžadují sezónní cykly a nepředvídatelné povětrnostní události několik týdnů skladování energie a/nebo instalace mnohem větší kapacity solární

a větrné energie, než je běžně nutné uspokojit špičkovou poptávku. Dnes by to bylo velmi drahé. Obecněji se často kritizuje téměř naprostý nedostatek historických důkazů o technické proveditelnosti 100% systémů obnovitelné energie, které fungují v regionálním nebo větším měřítku. Dnes jediným industrializovaným národem s elektřinou ze 100% obnovitelných zdrojů je Island, a to díky jedinečnému vybavení mělkých geotermálních vodonosných vrstev, bohatství vodní energie a populací pouze 0,3 milionu lidí. Německo, Kalifornie a Jižní Austrálie jsou příklady spíše odrazující. A technologie budou vyžadovat mnoho let vývoje, což se pochopitelně nelíbí novinářům, ani politikům.

JEDE EVROPA PO SPRÁVNÉ KOLEJI?

Na základě získaných poznatků je nutno konstatovat, že navržený Zelený plán je dnes spíše z říše snů: uvažované technologie včetně vodíku jsou sotva v zárodečném stavu, solár a vítr za zenitem, spíše na hraně možností, a náklady z dosavadních zkušeností jsou enormní. Skutečně nízkouhlíkové technologie jsou z ideologických důvodů prohibitivní a nová celoulní plánovací hysterie opravdu nic dobrého nepřinese. Tak, jak vedení EU počítá s tím, že se staneme příkladem hodným následování, lze jednoznačně usoudit, že bez zcela zásadních korekcí a průlomových objevů budeme spíše příkladem ekonomického krachu a pádu do globální bezvýznamnosti.

Při tom všem se bude životní prostředí spíše zhoršovat, protože na jeho ochranu nebudou zdroje. Je tedy politováníhodné, jestliže někteří ekonomové (z akademické sféry) tvrdí, že současná koronavirová krize nám umožní dostat se na vyšší environmentálně-ekonomickou úroveň snáze! Budeme rádi, když ji s odřeným hřbetem ve zdraví přečkáme a hrabat se z ní budeme několik let. Ale to musíme opravdu vzít rozum do hrsti, a to hned.



O AUTOROVI

Ing. JOSEF ZBOŘIL pracoval celou svou profesionální kariéru v papírenském průmyslu, do roku 1997 sedm let ve funkci generálního ředitele JIP Větrní. Od roku 2004 byl členem Evropského hospodářského a sociálního výboru v Bruselu s orientací na energetiku a životní prostředí a související průmyslové změny. Je stále aktivní v příslušných orgánech Svazu průmyslu ČR a nyní v Asociaci en. manažerů.

Kontakt: josef.zboril@iol.cz