

Řekněte Baracku Obamovi pravdu – celou pravdu

Tentokrát budou uhlíky euforie volební noci žhnout déle než po kterýchkoli jiných volbách. A to z dobrého důvodu dokonce i v jiných státech. Všichni jsme, víc než kdy dřív, svázáni v celek, ať se nám to líbí, nebo ne.

Uvážená slova Baracka Obamy během volební noci, včetně výmluvného uznání historického pokroku z pohledu 106-leté dámy, ještě rozdmýchávají tyto uhlíky. Ale on již upřel pozornost na další úkoly, bez oslavných výstřelků.

A to je dobře. Problém, kterému čelí, je totiž bezprecedentní. Nepoukazují na zděděný hospodářský marasmus, jakkoli nás ohrožuje. Daň za minulá pochybení a nestřídmost může být pro lidi nakonec veliká, ale jak ekonomické recese, ba dokonce deprese přicházejí, tak i odcházejí.

Nyní je ale v ohrožení sama naše planeta. Ne samotná Země, ale osud všech na ní žijících druhů, včetně lidstva. Situaci nelze řešit tím, že si v rozpacích budeme mnout ruce, vyžaduje spíše informované jednání.

Optimismus je živěn očekáváním, že se bude rozhodovat na základě rozumu a důkazů, nikoli ideologie. Nebezpečí tkví v tom, že skupinové zájmy vládní politiku oslabí a pokrotí, čímž způsobí, že klima překročí body zvratu, což by mělo vážné důsledky pro veškerý život na planetě.

Sám zvolený prezident musí být dobře informovaný o klimatickém problému a jeho vztahu k energetickým potřebám a ekonomickým politikám. Nemůže se spolehnout na to, že mu politický systém přinese řešení – politický systém poskytuje příliš mnoho příležitostí skupinovým zájmům.

Zde je sdělení, jež by podle mého mělo být doručeno Baracku Obamovi. Kritika je vítána.

Klimatická hrozba

Teplota na Zemi se za několik posledních desetiletí zvýšila asi o 0,7 °C, nad pevninou dvojnásobně. Na další oteplování je „zaděláno“ kvůli plynům, které jsou již ve vzduchu (vzhledem k setrvačnosti klimatického systému), a nevyhnutelným dalším emisím z fosilních paliv (vinou setrvačnosti energetického systému).

Ačkoli je globální oteplování dosud menší než kolísání počasí ze dne na den, navrátilo globální teplotu přibližně na nejvyšší úroveň v éře holocénu, za posledních 10 tisíc let, za období, během něhož se vyvinula civilizace. Již patrné důsledky jsou mimo jiné tyto:

1. Horské ledovce celosvětově ustupují, a pokud emise CO₂ budou nadále růst, budou pryč během 50 let. To ohrožuje zásoby pitné vody pro miliardy lidí s tím, jak řeky pramenící v Andách, Himálajích a Skalistých horách začnou v létě a na podzim vysychat.

2. Korálové útesy, domov čtvrtiny biologických druhů v oceánu, mohou být zničeny rostoucí teplotou a okyselením oceánu vlivem zvyšujícího se obsahu CO₂.

3. Suché subtropy se s oteplováním rozšiřují směrem k pólům, což postihuje jih Spojených států, oblast Středomoří a Austrálii rostoucím množstvím such a požárů.

4. Mořský led v Arktidě během léta úplně zmizí, pokud bude CO₂ nadále v ovzduší přibývat, a to bude mít devastující účinky na divoce žijící živočichy a původní obyvatele.

5. Intenzita hydrologických extrémů, k nimž patří silné deště, bouře a záplavy na jedné straně a sucha a požáry na straně druhé, se zvyšuje.

Někteří lidé tvrdí, že se s těmito vlivy musíme naučit žít, neboť je faktem pocházejícím téměř od Boha, že musíme spálit všechna fosilní paliva. Ale my nyní z historie planety Země chápeme, že oxidace uhlíku z veškeré ropy, zemního plynu a uhlí by měla dva kolosální důsledky, důsledky tak ohavné, že je nelze připustit.

Prvním z nich by bylo vyhubení velké části druhů žijících na naší planetě. Druhým pak spuštění procesu rozpadu ledových příkrovů a růstu výšky hladiny moře neovladatelného lidstvem, který by nakonec odstranil pobřežní města a historické lokality, způsobil zkázu, stovky miliónů uprchlíků a zbídačil celé národy.

Vyhubení druhů i rozklad ledových štítů jsou „nelineární“ problémy s „body zvratu“. Pokud proces postoupí příliš daleko, zesilující zpětné vazby přivedou dynamiku systému k dalšímu vývoji i bez dodatečného lidského působení. Například biologické druhy jsou vzájemně závislé – když je jich odstraněno dostatečné množství, ekosystémy se zhroutí. Ve fyzikálním klimatickém systému takové zesilující zpětné vazby zahrnují zvýšenou absorpci slunečního světla tím, jak ubývá ledu na moři i na pevnině, a uvolňování metanu, účinného skleníkového plynu, při tání permafrostu.

Historie Země odkrývá příklady takových nelineárních kolapsů a masových vymírání. Nakonec, za desítky a stovky tisíc let, se vyvinou nové druhy a ledové štíty se obnoví.

Pokud ale budeme tak pošetilí, že dovolíme, aby byly překročeny klimatické body zvratu, zanecháme všem generacím lidstva, které si lze představit, zpustošenou a ochuzenou planetu.

Naléhavost

Nedávné doklady odhalují, že situace je naléhavější, než očekávali dokonce i ti, co byli na vnímání tohoto problému nejvíce naladěni. Doklady jsou založeny na lepších se znalostech minulosti Země – jak klima reagovalo na někdejší změny složení atmosféry – a na pozorováních toho, jak planeta Země nyní odpovídá na změny ovzduší způsobené lidmi.

Závěr – zprvu zarážející, ale při pohledu zpět zjevný – je ten, že lidmi způsobený nárůst obsahu oxidu uhličitého (CO_2) v atmosféře, z předindustriální hodnoty 280 částic na milión (ppm) na dnešních 385 ppm, již zvýšil množství CO_2 na nebezpečnou úroveň. Bude nezbytné podniknout kroky, které vrátí CO_2 na hladinu nejvýše 350 ppm, ale pravděpodobně ještě *nižší*, pokud máme odvrátit ničivé tlaky na ostatní druhy (včetně těch nám blízkých) a velký nárůst výšky hladiny moře.

Dobrou zprávou je, že takový výsledek je ještě možný, pokud budeme konat okamžitě. Okamžitý zásah dokáže nejen předejít nevratnému vymírání a rozkladu ledových štítů: může zabránit následkům, které se začínaly zdát nevyhnutelné, včetně ztráty ledu v Arktidě, okyselování oceánů, rozšiřování subtropů, zvýšené intenzity sucha, záplav a bouří – nebo jejich vývoj zvrátit.

Zásadní důsledek

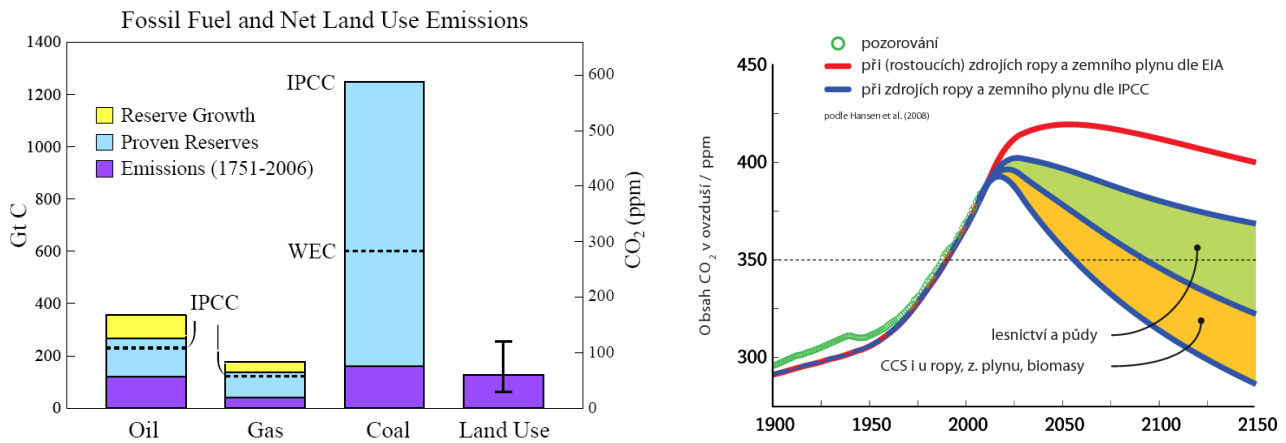
CO_2 není jediným lidmi produkovaným plynem, který přispívá ke globálnímu oteplování, ale je skleníkovým plynem rozhodujícím, s životností mnohem delší, než mají jiné důležité skleníkové plyny. Většina nárůstu CO_2 způsobená spalováním fosilních paliv zůstává ve vzduchu **déle než 1000 let**. Takže úsilí zastavit lidmi způsobenou změnu klimatu musí být zaměřeno právě na CO_2 .

Bylo by snadné přijmout závěr, že řešením globálního oteplování je postupné snižování celkových emisí z fosilních paliv o nějak určená procenta. Takový přístup nebude jako strategie fungovat. Zdůvodnění tohoto názoru a náčrt lepšího strategického přístupu vyplývají bezprostředně z geofyzikálních omezení.

Obrázek 1a ukazuje zásoby ropy, plynu a uhlí, purpurová část odpovídá množství, které už bylo spáleno a vypuštěno do atmosféry. Navzdory nepřesnosti ve velikosti neobjevených zdrojů je jejich množství jistě dostatečné na to, aby vedlo ke zvýšení podílu CO_2 v atmosféře nad úroveň 500 ppm. Taková koncentrace by byla katastrofální, jistě by vedla k nestabilitě ledových štítů, hladině moře zvyšující se lidmi neovladatelným způsobem, vyhynutí velké části biologických druhů na Zemi a vážnému prohloubení výše diskutovaných dopadů klimatu.

Ropa se používá zejména ve vozidlech, kde je nepraktické zachytávat CO_2 unikající z výfuků. Velká ložiska ropy zbývající v zemi jsou roztroušena v mnoha zemích. Spojené státy, ve kterých dříve byla některá z těchto velkých ložisek, už své největší dobře těžitelné zásoby vytěžily. Za takové situace je nerealistické si myslet, že Rusko nebo země Blízkého východu se rozhodnou ponechat svou ropu pod zemí.

„Strop“ pro roční emise CO_2 , který je zpomalí, nepomůže – z důvodu dlouhé doby života CO_2 v atmosféře. Ve skutečnosti „strop“ (angl. cap) problém zhoršuje, jestliže dovolí pokračování emisí z uhlí. [Toto nebezpečí je reálné: politikové po celém světě vyhláší cíle snižování tempa emisí CO_2 a mezitím staví nové elektrárny spalující uhlí!] Jediné řešení je vzít si za cíl ponechání (velké) části zásob fosilních paliv v zemi nebo jejich využívání takovým způsobem, při němž se CO_2 zachycuje a bezpečně ukládá.



Obrázek 1. (a) Realizované emise C z fosilních paliv a úhrnné bilance využití krajiny (purpurově) a potenciální emise z fosilních paliv (světle modře) – CO₂ je hmotnostně 3,67× více. Odhady zásob fosilních paliv od EIA, IPCC a WEC se liší, jak je patrné. (b) Množství CO₂ v atmosféře, pokud budou emise mezi lety 2010 a 2030 postupně lineárně snižovány, vypočtené pomocí verze Bernského modelu uhlíkového cyklu. Reference [EIA (Energy Information Administration), IPCC (Mezivládní panel pro změnu klimatu) a WEC (Světová energetická rada)] jsou k dispozici v publikované práci [Target Atmospheric CO₂: Where Should Humanity Aim?](#)

Uhlí je zřejmý cíl. Obrázek 1b ukazuje, že pokud by se zavedlo okamžité moratorium na výstavbu nových uhelných elektráren a pokud by ty stávající byly postupně odstavovány lineárně během období let 2010 až 2030, pak by množství CO₂ v atmosféře vrcholilo během několika málo příštích desetiletí někde mezi 400 a 425 ppm. Hodnota vrcholu je závislá na tom, který odhad neobjevených zásob je přesnější. Závisí také na tom, zda ropa z nejextrémnějších prostředí bude vytěžena nebo ponechána pod zemí, a závisí tedy na uhlíkové dani (viz níže).

Tento scénář postupného útlumu emisí z uhlí přináší možnost stabilizace klimatu. Překročení bezpečné úrovně CO₂ je dostatečně malé na to, aby vylepšené zemědělské a lesnické postupy, včetně znovuzalesňování málo výnosné půdy, mohly vrátit obsah CO₂ zpět pod 350 ppm, snad kolem poloviny století. Ale pokud bude výstavba nových uhelných elektráren pokračovat dokonce jen jediné další desetiletí, je těžké si představit praktický, přirozený způsob, jak navrátit podíl CO₂ v ovzduší pod hladinu 350 ppm.

Náčrt možných politik

Nevyhnutelnost brzy skoncovat s emisemi z uhlí (ne však nutně s jeho používáním) vyžaduje podstatný pokrok v energetických technologiích. Takový pokrok by byl potřeba v každém případě s tím, jak se tenčí zásoby fosilních paliv, ale klimatická krize si žádá, aby ho bylo dosaženo rychle. Naštěstí lze akce řešící klimatický problém navrhnout tak, aby zároveň zvýšily energetickou bezpečnost a obnovily hospodářskou prosperitu.

Seminář konaný ve Washingtonu 3. listopadu 2008 takové možnosti představil (prezentace jsou na webové stránce http://www.columbia.edu/~jeh1/2008/MiniWorkshop_all/). Seminář se zaměřil na elektřinu, protože její výroba je hlavním využitím uhlí. Elektřina je rovněž stále více užívaný způsob dodávání energie, neboť je čistý, velice žádaný v rozvojových zemích a bude pravděpodobnou náhradou nebo částečnou náhradou za ropu v dopravě.

Témata semináře, seřazená podle důležitosti, byla: (1) energetická účinnost, (2) obnovitelné zdroje, (3) zdokonalení elektrické sítě, (4) jaderná energie, (5) zachycování a ukládání uhlíku.

Zlepšení energetické účinnosti má potenciál nás zbavit potřeby dalšího zvýšení dodávek elektřiny ve všech částech naší země v období příštích několika desítek let a dokonce umožnit odstavení některých stávajících uhelných elektráren. Využití potenciálu účinnosti vyžaduje jak předpisy, tak uhlíkovou daň. Jsou potřeba národní normy pro budovy i vyšší standardy pro spotřebiče, obzvláště pro elektroniku, jejíž napájení ve stavu standby se stalo velkým zbytečným odběrem energie.

Ekonomické pobídky pro veřejné služby se musí změnit tak, aby se zisky zvyšovaly se zvětšujícími se úsporami energie, nikoli úměrně množství energie prodané.

Obnovitelné zdroje energie se již stávají úspěšné v ekonomické konkurenci s fosilními palivy, avšak bez moudrých politik je nebezpečí, že klesající ceny fosilních paliv a pokračující dotování fosilních paliv může způsobit návrat dřívějších poměrů, pro obnovitelné zdroje nevýhodných. Nejúčelnější a účinný způsob, jak podporovat obnovitelné energie, je skrze uhlíkovou daň (viz níže).

Národní elektrickou síť lze proměnit ve spolehlivější a „chytřejší“ mnoha způsoby. Pokud mají obnovitelné energie nahradit uhlí, musí se prioritou stát výstavba nízkoztrátového vedení z oblastí s vydatnými obnovitelnými zdroji energie do jiných částí země.

Energetická účinnost, obnovitelné zdroje a zdokonalená síť si zaslouží prioritu a je naděje, že by mohly zajistit veškeré naše potřeby elektřiny. Nicméně největší hrozbou pro planetu se může stát potenciální rozdíl mezi předpokladem (100% „měkké“ energie) a skutečností, vyplněný pokračujícím využíváním energie z uhelných elektráren.

Proto bychom měli rozběhnout urgentní soustředěné programy výzkumu a vývoje jak v oblasti další generace jaderné energetiky, tak v oblasti zachycování a ukládání uhlíku. Tyto programy by se co nejrychleji a nejúčinněji uskutečnily za plné spolupráce s Čínou a/nebo Indií a dalšími zeměmi.

S patřičnou prioritou a dostatečnými zdroji by technologie bezpečné čtvrté generace jaderné energetiky s malým množstvím odpadu (viz níže) mohla být k dispozici během asi deseti let. Pokud by v té době větrná, solární a jiné obnovitelné energie a zdokonalená síť prokázaly schopnost naplnit veškeré naše potřeby elektřiny, nebylo by ve Spojených státech nutné stavět jaderné elektrárny. Mnoho expertů na energetiku považuje scénář plné obnovitelnosti za nepravděpodobný v časovém rámci, během něhož musí být emise z uhlí postupně utlumeny, ale není nutné o tuto věc vést spor.

Bylo by nicméně nebezpečné postupovat dál a přitom **předpokládat**, že budeme brzy mít všichni elektřinu „obnovitelnou“. Také by nebylo vhodné klást podobný předpoklad na Čínu a Indii. Podle projekcí budou energetické potřeby obou těchto zemí silně růst, obě země mají vysoce znečištěné ovzduší především kvůli nadměrnému využívání uhlí a obě země budou mimořádně trpět, pokud bude změna klimatu pokračovat.

Celý svět získá, pokud Čína a Indie budou mít možnost snižovat své emise CO₂ a omezovat znečištění ovzduší. Například emise rtuti z jejich uhelných elektráren znečišťují globální atmosféru a oceán a ovlivňují bezpečnost potravin, zejména ryb, v téměř globálním měřítku. A pokud Čína a Indie nebudou mít „nízkouhlíkové“ a „bezuhlíkové“ energetické alternativy, je malá naděje na stabilizaci klimatu.

Měli bychom také naléhavě provádět výzkum a vývoj v oblasti zachycování a ukládání uhlíku. To je rovněž možné dělat nejrychleji a nejúčelněji skrze spolupráci s Čínou a Indií. Uvědomte si, že i pokud se rozhodneme, že uhlí může zůstat v zemi, zachycování a ukládání uhlíku z jiných paliv stále může být potřebné ke snížení množství CO₂ ve vzduchu. Účinný způsob, jak dosáhnout tohoto snížení, by bylo spalování biopaliv v elektrárnách a zachycování CO₂ – rozumí se, že by biopaliva pocházela ze zemědělského nebo komunálního odpadu nebo rostla na znehodnocených půdách s využitím žádných nebo mála fosilních paliv.

Odpůrcům jaderné energetiky a zachycování uhlíku nesmí být dovoleno zpomalit tyto projekty. V tuto chvíli nejsou potřeba žádné závazky zavádění ani čtvrté generace jaderné energetiky, ani zachycování uhlíku ve velkém rozsahu. Pokud energetická účinnost a obnovitelné energie potvrdí, že jsou dostatečné pro pokrytí energetických potřeb, některé země si budou moci zvolit, že nebudou využívat ani jadernou energii, ani uhlí. Musíme si nicméně být jistí, že ověřené možnosti úplného útlumu emisí z uhlí jsou již připraveny.

Daň a dividenda 100 %

Ke zvrácení růstu CO₂ v atmosféře je potřeba „uhlíková daň se stoprocentní návratností.“ Daň vztahující se na ropu, zemní plyn a uhlí v místě těžby nebo při vstupu do země je tím nejspravedlivějším a nejúčinnějším způsobem, jak snížit emise a přejít do postfosilní doby. Zajistila by, že nekonvenční fosilní paliva, jako živičné břidlice a živičné písky, zůstanou v zemi, pokud nebude vyvinuta ekonomická metoda zachycování CO₂.

Celá daň by se měla vracet veřejnosti, stejný podíl pro každého občana (poloviční podíl dětem, nanejvýše dva dětské podíly na rodinu), ukládaný měsíčně na jeho bankovní účet. Není potřeba žádná byrokracie.

Daň by se měla nazývat daní. Veřejnost to může pochopit a tuto daň přijme, pokud bude srozumitelně vysvětlena a pokud 100 procent z jejího výnosu bude lidem vráceno. Ani šesták by neměl jít do Washingtonu ani být přerozdělován politiky. Netřeba zaměstnávat žádné lobbisty.

Lidé podniknou kroky k omezení svých emisí, neboť na tuto věc budou průběžně upozorňováni měsíční dividendou a stoupajícími cenami fosilních paliv. Veřejnosti se musí jasně vysvětlit, že daňová sazba bude v budoucnu dále růst.

Když poklesnou ceny paliv, daň by se měla zvýšit, aby nadále podněcovala k přechodu do postfosilní doby. Důsledkem poklesu poptávky po fosilních palivech budou jejich nižší ceny, čímž se daň bude stávat větší a větší částí nákladů na energii z fosilních paliv. Tak tedy země přestane krváčet, přelévát své bohatství do států těžících ropu.

Daň a dividenda jsou progresivní. Člověk s několika velkými auty a velkým domem bude platit daň daleko přesahující jeho dividendu. Naopak rodina, která sníží svou uhlíkovou stopu pod průměr, vydělá peníze. Každý bude motivován zmenšovat svou uhlíkovou stopu. Dividenda bude stimulat ekonomiku, podněcovat inovace a poskytne lidem peníze, které jim umožní pořídit si nízkouhlíkové výrobky a nízkouhlíkový styl života.

Uhlíková daň je čestná, srozumitelná a účinná. Zvýší sice ceny energií, ale zejména lidé s nízkými a středními příjmy najdou cestu, jak snížit své emise uhlíku tak, aby byli úspěšní. Rychlost nahrazování infrastruktury, tedy ekonomickou aktivitu, bude možné upravovat tím, jak rychle sazba uhlíkové daně poroste. Výsledky prostoupí společnost. Potravinu, jejichž výroba a přeprava si žádá větší množství emisí uhlíku, podraží, a naopak, což povzbudí a podpoří místní farmy oproti dovozům přes polovinu světa.

Dejme si pozor na náhradní přístupy, jako jsou „procentuální cíle snížení emisí“ nebo systém „cap and trade.“ Jsou to úskoky navržené tak, aby umožnily pokračování „business-as-usual“ při předstírání skutečné akce, je to jen natírání nazeleno. Celé zástupy lobbistů budou argumentovat pro takové přístupy, které jim zajistí trvajícím zaměstnáním. Neúčinnost „cílů“ a „stropů“ je očividně zřejmá ze skutečnosti, že země, které je propagují, plánují výstavbu dalších uhelných elektráren.

Pokud se Spojené státy přidají k neúčinnému přístupu „cílů“ a „caps,“ pokračování přístupu ve stylu Kjótského protokolu, bude to prakticky jistě znamenat katastrofální změnu klimatu. Místo toho by měly přesvědčivě hájit to, aby ostatní země také přijaly daň s dividendou. Státy, které se shodnou na tomto přístupu, budou také souhlasit s tím, aby na dovozy ze země, která nezavede srovnatelnou uhlíkovou daň, bylo uvaleno dovozní clo. Tato dovozní daň bude pro všechny země silnou pohnutkou k tomu, aby se zapojily.

Uhlíková daň je nutná, ale nikoli postačující. Daň z uhlíku sama o sobě nemůže vyřešit problém s energií a umožnit plánovaný rychlý útlum emisí z uhlí. Nezbytné jsou také vyšší standardy účinnosti ve stavebních normách, pro vozidla, spotřebiče a elektroniku. Ziskové stimuly ve veřejných službách se musí změnit tak, aby podporovaly účinnost oproti prodeji co největšího množství energie. To jsou jen příklady z mnoha opatření, které se musí udělat. Ale všechny tyto věci se budou dělat snáze a účelněji za přítomnosti uhlíkové daně.

Uhlíková daň je opravdu nezbytná věc. Je to nástroj, který ovlivní rozhodování lidí a volbu životního stylu krátkodobě, střednědobě i dlouhodobě, což umožní, aby svět postoupil do postfosilní doby co nejelegantnějším způsobem. V takovém případě ponecháme v zemi nejhůře dosažitelná fosilní paliva s tím, jak rychle přejdeme k čistým energetickým zdrojům budoucnosti.

Jaderná energie

Jistá diskuse o jaderné energetice je nutná. Čtvrtá generace jaderné energetiky má potenciál být bezpečným a trvale využitelným zdrojem elektřiny „základního zatížení“ se zanedbatelnými emisemi CO₂.

V jádru atomu je k dispozici asi miliónkrát více energie v porovnání s chemickou energií molekul využívanou při spalování fosilních paliv. V dnešních jaderných (štěpných) reaktorech způsobují neutrony štěpení jádra, čímž uvolňují energii a zároveň další neutrony, které reakci udržují v běhu. Tyto další neutrony se „rodí“ s velkým množstvím energie a nazývají se „rychlé“ neutrony. Další reakce jsou pravděpodobnější, pokud se tyto neutrony zpomalí srážkami s neabsorbujícím materiálem a stanou se „termálními“ neboli pomalými neutrony.

Všechny jaderné elektrárny ve Spojených státech jsou dnes vybaveny reaktory s lehkou vodou (LWRs) používající obyčejnou vodu (oproti „těžké vodě“) ke zpomalování neutronů a chlazení reaktoru. Palivem ve všech těchto elektrárnách je uran. Jednou ze základních potíží tohoto způsobu je to, že více než 99% uranového paliva skončí „nespáleno“ (nerozštěpeno). Kromě toho, že „vyhazujeme z okna“ většinu potenciální energie, je zapotřebí jaderný odpad s dlouhou životností (plutonium, americium, curium aj.) geologicky izolovat v úložištích, např. Yucca Mountain.

Existují dvě zajímavé alternativy, jak k těmto problémům přistoupit, přičemž obě budou v budoucnu zapotřebí. První je výstavba reaktorů, které udržují neutrony během štěpné reakce „rychlé.“ Tyto rychlé reaktory umí „spálit“ veškerý uran. Kromě toho můžou spalovat stávající jaderný odpad s dlouhou životností a přitom produkovat malý objem odpadu s poločasem rozpadu pouze řádu desítek let, a tím z velké části vyřešit problém s dlouhodobým skladováním jaderného odpadu.

Další zajímavou možností je využití thoria jako paliva v tepelných reaktorech. Thorium lze používat způsobem, který prakticky vylučuje tvorbu jaderného odpadu s dlouhou životností.

Spojené státy si pro civilní jadernou energetiku zvolily cestu rozvoje LWR v 50. letech 20. století, protože jejich výzkum a vývoj byl již proveden námořnictvem, a z různých tehdy uvažovaných pojetí reaktorů znamenala tato technologie nejrychlejší možnost uvedení na trh. Problému jaderného odpadu se věnovala malá pozornost. Dnešní situace je velmi odlišná. Pokud má být jaderná energie široce využita jako náhrada uhlí, ve Spojených státech a/nebo v rozvojovém světě, otázky odpadu, bezpečnosti a šíření jaderných zbraní se stanou rozhodujícími.

Jaderné elektrárny, které se dnes staví nebo jsou v pokročilé fázi přípravy ve Spojených státech, Evropě, Číně nebo na jiných místech, jsou pouze vylepšené LWRs. Mají zjednodušenou obsluhu a přidané bezpečnostní prvky, ale jsou v podstatě stále stejného druhu, produkují objemný jaderný odpad a jsou pořád drahé. Zdá se pravděpodobné, že umožní pouze to, aby jaderná energie i nadále hrála roli podobnou té, kterou hraje dnes.

Na našem semináři 3. listopadu jsme diskutovali jak rychlé, tak thoriové reaktory. Koncept integrálního rychlého reaktoru (IFR) byl vyvinut v Argonnské národní laboratoři a byl postaven a je testován v národní laboratoři v Idahu. IFR udržují neutrony „rychlé“ při využití tekutého sodíku – kovu jako chladicí kapaliny namísto vody. Také usnadňují zpracování paliva použitím kovového obsahu palivových článků. IFRs můžou spalovat stávající jaderný odpad a nadbytečný uran a plutonium z jaderných hlavic a přitom vyrábět elektřinu. Veškeré přepracování paliva se děje v rámci zařízení reaktoru (odtud přívlastek „integrální“) a je přidáno a otestováno mnoho pokročilých bezpečnostních prvků, např. schopnost bezpečného vypnutí i za scénářů vážné havárie.

Thoriový reaktor s tekutými (roztavenými) fluoridy (LFTR) je koncept, jenž využívá chemicky stabilní fluoridovou sůl jako médium, ve kterém probíhají jaderné reakce. Taková forma paliva se dobře přizpůsobuje různým použitím a odstraňuje potřebu sestavovat palivové články. Tato vlastnost řeší většinu námitek, které bránily použití thoria v reaktorech na tuhé palivo. Tekuté palivo v LFTR se také snadno zpracovává a lehce se oddělují užitečné produkty štěpení, jak stabilní, tak radioaktivní. LFTR má rovněž potenciál zlikvidovat stávající jaderný odpad, třebaže s menší účinností než rychlé reaktory typu IFR.

Jak IFR, tak LFTR pracují při nízkém tlaku a vysoké teplotě, na rozdíl od dnešních LWR. Fungování za nízkých tlaků zmírňuje většinu rizika havárie u LWR. Vyšší teploty umožňují, aby se více reaktorového tepla přeměnilo na elektřinu (40 % v IFR, 50 % v LFTR versus 35 % v LWR). Jak IFR, tak LFTR mají možnost být chlazeny vzduchem a používat odpadní teplo na odsolování mořské vody.

Jak IFR, tak LFTR jsou 100× až 300× účinnější než LWR, pokud jde o palivo. Kromě toho, že řeší problém s jaderným odpadem, můžou fungovat několik století využívající pouze uran a thorium, které již byly vytěženy. Tím se vypořádávají s kritikou, že se k těžbě jaderného paliva bude používat fosilních paliv, čímž se bude zesilovat skleníkový jev.

Podle mého názoru bychom měli oponovat v současnosti navrženému „řešení“ – ukládání jaderného odpadu v Yucca Mountain. Není nutné vytvářet veliký objem odpadu s životností v řádu stovek tisíc let. Existuje daleko efektivnější způsob využití 25 miliard dolarů shromážděných za posledních 40 let od provozovatelů za účelem zacházení s odpady. Tento fond by měl být použit na vývoj rychlých reaktorů, které spotřebují jaderný odpad, a thoriových reaktorů, aby se další tvorbě jaderného odpadu s dlouhou životností zabránilo. Podle zákona musí federální vláda převzít zodpovědnost za existující vypotřebované jaderné palivo, a tedy nečinnost není možná. Urychlený vývoj rychlých a thoriových reaktorů umožní Spojeným Státům splnit svůj závazek zbavit se jaderného odpadu a zpřístupní bezuhlíkový zdroj energie, který může vydržet staletí, ba tisíciletí.

Obecně se předpokládá, že čtvrtá generace jaderné energetiky nebude připravena před rokem 2030. To je spolehlivý odhad za podmínek „business-as-usual“. Avšak je pravděpodobné, že by mohla být k dispozici dříve, pokud by měla vysokou prioritu. Je ošidné argumentovat, že si výzkum a vývoj čtvrté generace jaderné energetiky nezaslouží podporu, neboť je možné, že energetická účinnost a obnovitelné zdroje budou schopny uspokojit veškerou poptávku po elektřině ve Spojených státech. Kdo ale dá ruku do ohně za to, že energetické požadavky Číny a Indie budou zcela uspokojeny účinností a obnovitelnými zdroji?

Čína i Indie mají silné motivy docílit neznečištěného ovzduší, stejně jako odvrátit nebezpečnou změnu klimatu. Spojené státy, i kdyby jejich energetické potřeby mohly být uspokojeny vyšší účinností a obnovitelnými zdroji (což považuje mnoho odborníků na energetiku za nereálné), se musí vypořádat se svými velikými hromadami jaderného odpadu s životností přesahující 10 000 let.

Nejrychleji by vývoj prvních velkých jaderných elektráren čtvrté generace mohl jít kupředu, pokud by probíhal v Číně nebo Indii (nebo v Jižní Koreji, jež má významný program výzkumu a vývoje) za plné technické spolupráce Spojených států a/nebo Evropy. Taková spolupráce by značně zjednodušila dosažení dohody na omezení skleníkových plynů.

Závěry

Již jsme se ocitli vysoko nad bezpečnou úrovní koncentrace skleníkových plynů. Věci se začínají hroutit – taje mořský led v Arktidě, bublinky metanu unikají z permafrostu, mizejí horské ledovce. Během několika málo příštích let musíme nastoupit cestu jiným směrem, abychom se vyhnuli tomu, že planetu přivedeme na cestu urychlujících se změn klimatu, s nimiž už nebude možné nic dělat. Vypršel čas pro „cíle“, polovičatá opatření, [greenwashing \(„natírání nazeleno“\)](#) a kompromisy se skupinovými zájmy.

Geofyzikální meze jsou nad slunce jasné: emise z uhlí musejí být postupně utlumeny a emise z nekonvenčních fosilních paliv (např. živičných břidlic a písků) musejí být zakázány.

Prioritami pro řešení problémů s klimatem a energiemi při současném povzbuzení ekonomiky jsou, v tomto pořadí, kroky ku: (1) zvýšení energetické účinnosti, (2) vývoji a zavádění obnovitelných zdrojů energie, (3) modernizaci a rozšíření „chytré“ elektrorozvodné sítě, (4) vývoji čtvrté generace jaderné energetiky, (5) vývoji schopnosti zachycovat a ukládat uhlík.

Okamžitý vývoj bezpečné čtvrté generace jaderné energetiky je nezbytný jako energetická alternativa pro země typu Číny a Indie a pro západní země v případě, že energetická účinnost a obnovitelné energie nebudou schopny pokrýt veškeré energetické požadavky.

Vývoj jaderné energetiky čtvrté generace lze urychlit skrze spolupráci s Čínou, Indií a dalšími zeměmi. Je nutné nedovolit dogmatickým „environmentalistům,“ odmítajícím jakoukoli jadernou energii, zdržovat výzkum a vývoj čtvrté generace jaderné energetiky. Je tedy žádoucí vyhnout se tomu, aby do klíčových pozic v energetice byli jmenováni lidé s minulostí odporu k vývoji jaderné energetiky. Samozřejmě, že zavádění jaderné energie je jen alternativou, a některé země nebo regiony mohou dát přednost plnému spolehnutí se na jiné zdroje energie, ale neměli bychom oponentům jaderné energie dovolit upřít tuto alternativu všem.

Uhlí je nejspínavější palivo – neexistuje nic jako čisté uhlí. Odpad z uhlí, popel zbývající poté, co se uhlí spálí, způsobil daleko větší škody na životním prostředí a lidském zdraví než odpad ze všech jaderných elektráren na světě. Rtuť, která se uvolňuje při spalování uhlí, zamořuje světový oceán, stejně jako naše řeky, jezera a půdu. Znečištění vzduchu ze spalování uhlí zabíjí každý rok stovky tisíc lidí. Kdyby takové následky měla jaderná energetika, všechny jaderné elektrárny by byly uzavřeny. Těžba uhlí, především [povrchová těžba v horách](#), může za další utrpení lidí a škody na životním prostředí. Je na čase uzavřít všechny uhelné elektrárny, odvrácení klimatické katastrofy opravdu vyžaduje, abychom postupně zastavili veškeré emise z uhlí. Uhlí je nejlepší nechat v zemi.

Výzkum a vývoj zachycování a ukládání uhlíku (CCS) přesto vyžaduje silnou podporu. Je nutný, aby poskytl plnou šíři možností v oblasti energetiky zemím, které trvají na využití svých zásob uhlí. Kromě toho bude CCS hrát jinou, potenciálně ještě důležitější roli: lze jej využít v elektrárnách spalujících biopaliva, například zemědělský odpad. Tento typ „geoinženýrství“, jenž dostane přebytečný CO₂ ze vzduchu a uloží ho zpět do země, ze které přišel, bude možná nutný, abychom dostali obsah CO₂ v atmosféře zpět na bezpečnou úroveň.

Přechod do postfosilní doby s čistým ovzduším a oceánem vyžaduje uhlíkovou daň. Tato daň způsobí, že nekonvenční fosilní paliva zůstanou v zemi, stejně jako spousta uhlí a část těch zásob ropy a zemního plynu, které se nalézají ve vzdálených oblastech. Veřejnost takovou daň přijme, pokud její výnosy budou v plné míře navraceny lidem a nic z nich nepůjde do Washingtonu a jiných hlavních měst, kde by politici a lobbisté rozhodovali o jejich osudu. Daň se stoprocentní dividendou nestačí sama o sobě – jsou potřeba mnohé další akce – ale je nezbytná. Není čas na přechod pomocí neúčinných polovičatých opatření.

Základem je upřímná komunikace s veřejností. V současné době je mnoho vlád po celém světě vinno [greenwashingem](#), což je nepřijatelný způsob v podobě cílů a polovičatých opatření, která sěží zpomalit přibývání CO₂. Svět, nejen Spojené státy, potřebuje otevřenou a čestnou diskusi o tom, co je potřeba. Jde o ohromné břímě kladené na zvoleného presidenta. Jedinou nadějí se zdá být, jestliže pochopí pravdu – celou pravdu.

Mladí lidé si uvědomují, že oni, jejich děti a nenarození ponесou důsledky našich činů nebo nečinnosti. Neviní své rodiče, kteří oprávněně „nevěděli,“ co spouštějí. Mladí lidé tvrdě pracovali, aby ovlivnili demokratický proces ve volbách roku 2008. Nyní očekávají náležitá činy.

Text Jamese Hansena z 11. listopadu 2008 [revidovaný 29. prosince](#) přeložili Jiří Došek a Jan Hollan, 2009. Překlad je od 22. dubna dostupný jako hypertextový dokument na adrese <http://amper.ped.muni.cz/gw/hansen>.