Reálné cesty snižování emisí oxidu uhličitého

RNDr. Jindřiška Svobodová, PhD., PdF MU Katedra fyziky
RNDr. Jiří Svoboda, Dr.S. IPM AVČR

Úvod do situace

Časy bezstarostné spotřeby fosilních paliv se pomalu chýlí ke konci. Fosilní paliva budou hůře a hůře dostupná (nejdostupnější zdroje jsou čerpány přednostně) a vlastníci zdrojů si budou stále více uvědomovat jejich cenu. Navíc při spalování fosilních paliv vzniká oxid uhličitý – CO_2, který sice klasickou znečišťující látkou, ale zvyšování jeho koncentrace v atmosféře způsobuje globální oteplování Země provázené řadou průvodních negativních jevů.

Oxid uhličitý vypuštěný do atmosféry při spalování fosilních nezůstává všechen v atmosféře, jeho část se rozpouští v povrchových vrstvách a následně hlubinách oceánů. Ač je akumulační schopnost hlubin oceánů obrovská, přestup CO_2 do hlubin oceánů je velmi pomalý.
Potíže tedy nezpůsobí spálení veškerých dostupných fosilních paliv, ale příliš vysoká produkce CO_2, kterou nejsou schopny oceány kompenzovat. Potřebné redukce spalování fosilních paliv lze dosáhnout různými opatřeními. Technicky nejjednodušší leč málo populární je snížení energetické náročnosti našeho života. Dále je k dispozici zavádění úsporných opatření a používání zdrojů energie alternativních k fosilním palivům. V článku se chceme zabývat pravděpodobnými scénáři transformací, kterými budou muset projít jednotlivá energeticky náročná odvětví a kriticky zhodnotit legislativní nástroje pro motivaci těchto transformací.

Výroba elektřiny

Velká část fosilních paliv se spotřebuje při výrobě elektřiny. Výroba elektřiny z fosilních paliv byla donedávna atraktivní díky nízkým investičním nákladům při stavbě elektráren. Jelikož však ceny fosilních paliv stoupají, začínají být dnes ekonomicky výhodnější investičně dražší leč provozně výrazně levnější jaderné elektrárny štěpící uran 235 termickými neutrony. Světová cena uranu pro výrobu palivových článků do jaderných elektráren je dnes natolik nízká, že bude rentabilní provozovat jaderné elektrárny tohoto typu i při desetinásobném zdražení uranu. Jadernou elektrárnu lze dnes považovat za zvládnutou technologii výroby elektřiny a celosvětové zásoby ekonomicky těžitelného uranu mohou vystačit na výrobu palivových článků pro příštích 50-100 let.

Po r.2030 se počítá s výstavbou množivých reaktorů IV. generace [1] využívajících thorium ^{232} nebo uran ^{238}, kterého je v přírodě asi 140krát více než uranu ^{235}. Tyto reaktory mají být vysoce ekonomické, mít vysokou bezpečnost a spolehlivost a produkovat minimum odpadů. Jaderné palivo je v množivých jaderných reaktorech využito asi 60krát lépe než reaktorech štěpících uran 235, a proto mohou množivé reaktory zajistit výrobu elektřiny na několik tisíc let.

V souvislosti s projektem ITER (reaktor pro jadernou fúzi tritia s deuteriem) [1,2] se v poslední době hodně mluví o zvládnutí jaderné fúze jako o nutné podmínce pro přežití lidstva. Jaderná fúze tritia s deuteriem ovšem vyžaduje dosáhnout teplot kolem 20 milionů °C a k fúzi deuteria s deuteriem je třeba teplot ještě o řád vyšších. Komerční fúzní elektrárna pracující s vysokou spolehlivostí však bude pro vědce a techniky nesmírně náročným úkolem.

Rozhodně půjde o velmi drahý zdroj o vysokém výkonu s potřebou jeho zálohy pro případ poruchy. Bohužel však ani jaderná fúze tritia s deuteriem neposkytne prakticky nevyčerpatelný zdroj energie, neboť tritium se v přírodě prakticky nevyskytuje a musí se vyrábět štěpením lithia, jehož je na Zemi omezené množství, odhadem na desítky tisíc let. Až reaktor pro deuterium-deuteriovou fúzi může zajistit téměř nevyčerpatelný zdroj energie.

Dnes je jaderná energetika jistou, spolehlivou, ekologickou i ekonomicky rentabilní alternativou k výrobě elektřiny z fosilních paliv s perspektivou několika tisíc let. Je tedy nejvhodnějším kandidátem na nahrazování elektráren na fosilní paliva. Dalším neopomenutelným kandidátem pro náhradu elektráren na fosilní paliva jsou samozřejmě obnovitelné zdroje. Potenciál vodních toků je však z větší části vyčerpán a využití energie větru a moří má svá značná úskalí. Velké naděje se vkládají do fotovoltaických článků za předpokladu, že se vědcům a technikům podaří výrobu fotovoltaických článků i akumulaci elektřiny výrazně zlevnit.

Výroba elektřiny, stejně jako každé průmyslové odvětví, se řídí ekonomickými zákony, tudíž vždy využívá technologie optimální z hlediska součtu investičních a provozních nákladů. Nelze proto očekávat, že jaderná fúze vytlačí v energetice štěpné jaderné reakce před vyčerpáním dostupných zdrojů štěpných materiálů. Dá se však očekávat, že do té doby (a možná i podstatně dříve) budou obnovitelné zdroje (fotovoltaika) natolik levné a tudíž konkurenceschopné, že ke komerčnímu využití jaderné fúze vůbec nedojde.

Průmyslová výroba

Průmysl je obrovským spotřebitelem elektřiny, tepla a surovin, tedy i fosilních paliv. Těžko lze proniknout do jednotlivých technologií a ještě být schopen radit jak šetřit. Energetická náročnost při výrobě oceli, cementu či dalších energeticky náročných komodit je jistě blízko svého minima. Pak lze energii šetřit hlavně nižší spotřebou těchto energeticky náročných výrobků. Podstatnou část fosilních paliv využívaných v průmyslu lze jistě nahradit elektřinou, odpadním teplem jaderných elektráren, využíváním odpadů či syntetickým palivem – vodíkem.

Energie pro bydlení a provoz budov

Výstavba a provoz budov má dvě významná specifika.

- Budovy se stavějí na mnohonásobně delší dobu než je běžná životnost spotřebních předmětů a technologického vybavení. Je tedy při stavbě domů třeba – hlavně z energetického hlediska – myslet hodně dopředu.
- Velmi kvalitní izolací a dobrou těsností pláště budovy lze docílit několikanásobného snížení spotřeby energie na topení oproti dnes běžně stavěným budovám (viz pojem nízkoenergetický a pasivní dům [3]).

Pokud se dnes začnou stavět domy důsledně podle standardu pasivního domu, pak lze do sta let očekávat nahrazení podstatné části budov energeticky velmi úspornými budovami a problémy se spotřebou energie na provoz budov budou dobře řešitelné. Navíc na budovách je množství nevyužitých osluněných ploch, které mohou sloužit k výrobě elektřiny (pokud se podaří vyrábět levně fotovoltaické články), a tedy mohou mít v budoucnu budovy i s jejich provozem pozitivní energetickou bilanci.

Výroba i bydlení se odehrává v budovách, kam lze přivést jednotlivé druhy energie pomocí pevných rozvodů, jimiž se odebírá (odevzdává) právě potřebné (přebytečné) množství

energie. V budoucnu bude zřejmě většina budov napojena na rozvod elektřiny a vodíku nahrazujícího zemní plyn.

Pozemní doprava

Rozdělení dopravních prostředků na trolejové (napájené elektřinou z pevného vedení a tudíž do budoucna bezproblémové) a na flexibilní (schopné dojet na libovolné přístupné místo), zůstane zřejmě dlouhodobě zachováno.

Flexibilní dopravní prostředky si musejí svou zásobu energie (nejlépe ve formě kapalných paliv) vozit s sebou a její množství určuje akční rádius dopravního prostředku. Na kapalná biopaliva se v budoucnu zřejmě nebude možno spolehnout, protože zemědělských ploch asi nebude přibývat a spotřeba potravin poroste. Ideálním řešením by bylo vynalézt dostatečně levné syntetické kapalné palivo.

Již dnes jezdí řada aut na zemní plyn stlačený v nádobách. Stejně je možné použít k pohonu i stlačený vodík, který má však spalné teplo na 1 m^3 asi třikrát nižší než má zemní plyn a tedy má auto na vodík třikrát nižší akční rádius než stejné auto na zemní plyn. U vodíku však máme naději, že jej budeme schopni navázat v pevné či kapalné látce a opět ho řízeně uvolnit.

Zcela beznadějná není ani cesta elektromobilů. Zde jsou však velmi náročné požadavky na akumulátory:

- vysoký poměr kapacita/hmotnost
- rychlé nabíjení
- velký počet nabíjecích cyklů
- snadná recyklovatelnost
- dostupnost velkého množství surovin pro masovou výrobu (stovky miliónů tun).

Na vyřešení problému pohonu flexibilních dopravních prostředků je k dispozici zhruba 100 let, pokud dostatečně razantně zredukujeme používání fosilních paliv při výrobě elektřiny, v průmyslu a při provozu budov, tedy tam, kde se jeví cesta nejschůdnější.

Letecká doprava

Představa dopravního letadla letícího na jiné než kapalné palivo je zatím z říše snů. Pokud se nenajde vhodné syntetické kapalné palivo, udrží si zřejmě letecká doprava závislost na ropě nejdéle ze všech energeticky náročných odvětví. V leteckém motoru však může shořet cokoli na bázi kapalných uhlovodíků či uhlovodanů. Alespoň část paliva do leteckých motorů by mělo jít vyrábět zkapalňováním odpadků, kterých budou lidé produkovat asi stále více.

Vodíkové hospodářství

Vodíkové hospodářství dnes prakticky neexistuje. Od systému pro zásobování vodíkem se očekává, že vodík bude vyráběn vysokoteplotním rozkladem vody teplem z vysokoteplotních jaderných reaktorů [1] nebo v době přebytku elektřiny elektrolýzou vody. S velkokapacitním skladováním vodíku a jeho rozvodem by neměly být zásadní technické problémy, neboť dříve se používal svítiplyn, v němž tvoří vodík podstatnou součást. Vodíkové hospodářství by se mohlo postupně rozbíhat využitím možnosti přimíchávat vyrobený vodík do zemního plynu.

Nejaktuálnější opatření pro snižování spotřeby fosilních paliv

Co nejdříve je třeba začít uplatňovat následující opatření:

- nahrazovat elektrárny na fosilní paliva jadernými elektrárnami,
- stavět jen domy s výborně izolující obálkou,
- zintenzívnit výzkum a vývoj v oblasti obnovitelných zdrojů a úspor energie, výroby kapalných syntetických paliv a akumulace elektřiny.

Z úvah v článku vyplývá, že významná redukce spotřeby fosilních paliv je technicky proveditelná aniž by vyžadovala významné navýšení investičních prostředků do sektoru energetiky. Je jen třeba zajistit, aby obměna elektráren a domů byla provedena správně. Vše se však může výrazně urychlit, zbrzdit či dokonce zvrtnout vhodným či nevhodným legislativním prostředím.

Existující legislativní nástroje

Dnes se stále více přijímá názor, že neuvážená dotační politika prosazované věci spíše uškodí než prospěje. Úsilí příjemce dotací se totiž zpravidla zaměří na získávání dalších dotací na úkor hledání správného řešení problému. Systém dotací je vhodný pro podporu úzce specializovaných oblastí, nikoliv však pro širokou oblast energetiky, kde musí být nutně nespravedlivý. Na dotace v energetice totiž ne každý dosáhne a dotační systém vše potřebné nepokryje. Dotaci tak například dnes dostane ten, kdo se sprchuje teplou vodou ze slunečních kolektorů, ale nedostane ji ten, kdo se sprchuje studenou vodou (dopad na životní prostředí je však v druhém případě pozitivnější, neboť není třeba energie na výrobu kolektorů).

Snad největší zlo způsobuje dnešní systém povinných dotovaných výkupů případně „zelených bonusů“ na elektřinu z obnovitelných zdrojů. Asi by se dalo respektovat, kdyby každá kilowatthodina vyrobená v obnovitelném zdroji byla dotována stejně a tím byla vyjádřena podpora efektivním obnovitelným zdrojům. Rozum však zůstává stát, když jsou povinné výkupy či zelené bonusy tím vyšší, čím je druh obnovitelného zdroje neefektivnější. Dnes se totiž může klidně stát, že někdo nakoupí v Číně za miliardy Kč fotovoltaické články, pokryje jimi střechy všech vepřínů a kravínů v ČR a stát (rozuměj občané ČR) mu bude muset doplácet 13 Kč za každou vyrobenou kilowatthodinu po dobu 15 let (pro případ takového chování navrhujeme zavést pojem ekologického hyenismu).

Značné vady má i systém emisních poukázek přidělovaných podnikům podle nejasných a předem nedefinovaných pravidel. Systém emisních poukázek sice může mírně motivovat výrobce např. cementu ke snižování energetické náročnosti jeho výroby, vůbec však nemotivuje ke snižování spotřeby cementu při jeho následném používání, neboť systém neovlivní cenu cementu pro spotřebitele.

Nedávno se objevila zpráva o snaze evropských komisařů omezit emise CO_2 u nově vyráběných osobních vozů na 130 g/km. To lze považovat opět za nesystémový krok z několika důvodů:

- Přepokládá se, že CO_2 z biosložky paliva se do limitu nezapočte a pak stačí do technického průkazu jakkoli neúsporného auta předepsat palivo s dostatečně velkou biosložkou a limit je splněn.
- Toto opatření nikterak nemotivuje, aby se jezdilo méně, právě naopak, zvýšení pořizovacích nákladů na auto a snížení jeho provozních nákladů budou motivovat používat auto co nejvíce.

- Neřeší se problém starých aut s vysokou spotřebou a tudíž i vysokými emisemi CO_2. Zde je však třeba podotknout, že staré auto, s kterým majitel najede 10 000 km za rok má jistě menší emise CO_2 než nové superauto, s kterým najede majitel 50 000 km za rok.

V autodopravě není problém zavést užívání biopaliv, nýbrž zajištění jejich dostatečné produkce. Jinými slovy, jakékoli reálné množství vyrobených biopaliv je bez potíží prohnatelné výfuky aut. Mají tedy význam jen ta opatření, která efektivně snižují spotřebu paliv absolutně, což není případ zvažovaných emisních limitů. K produkci biopaliva je třeba ještě poznamenat, že biopaliva lze vyrábět z bioproduktů, na jejichž kvalitě prakticky nezáleží a tudíž se budou zemědělci snažit jejich výrobu maximálně intenzifikovat. To může způsobit značnou devastaci půd a vod hnojivy. Možná časem budeme muset zavést pojem bio-biopalivo coby analogii k bio-potravinám.

Ekologická daň na fosilní paliva

Podstatně spravedlivější a účinnější se jeví systém ekologických daní. Aby došlo k významné motivaci snižování produkce CO_2 z fosilních paliv, je třeba bezprostředně po vytěžení zatížit veškerá fosilní paliva natolik vysokou ekologickou daní, aby se přibližně vyrovnala cena energie z fosilních paliv s cenou energie z efektivních obnovitelných zdrojů. Současně je ovšem třeba zrušit veškeré dotace obnovitelných zdrojů a úsporných opatření. Takovéto prostředí by dávalo rovnou šanci úsporám a obnovitelným zdrojům a automaticky by se prosazovaly jen efektivní úsporná opatření a obnovitelné zdroje. Jinými slovy, ten, kdo by se osprchoval studenou vodou, ušetřil by stejně (cenu energie z fosilních paliv + ekologickou daň) jako ten, kdo by se osprchoval teplou vodou ze slunečních kolektorů. Navíc by byl majitel slunečních kolektorů ušetřen žádosti o dotaci na jejich instalaci.

Zavedení ekologické daně na fosilní paliva výrazně podpoří rozvoj jaderné energetiky, protože výrazně prodraží provoz elektráren spalujících fosilní paliva. Každá elektrárenská společnost bude pak výrazně motivována k rušení fosilně-palivových zdrojů a stavbě jaderných zdrojů.

Jsme přesvědčeni, že u řady čtenářů právě teď vznikl velký odpor k našim návrhům, protože ekologická daň povede k podstatnému zdražení energií a následně ke zdražení téměř všeho. Na druhé straně výběr ekologické daně by měl být kompenzován snížením jiných daní, takže ve výsledku by měl mít každý na nákupy k dispozici více peněz, za které by sice pořídil méně energeticky náročných výrobků, ale více energeticky nenáročných výrobků, než je tomu dnes. Spotřební koš každého z nás by se automaticky změnil ve prospěch energeticky nenáročných výrobků, které by v zásadě mohly uspokojit naše potřeby lépe než ty z koše původního. Stejně jako většina z nás schvaluje spotřební daně uvalené na tabák, alkohol či pohonné hmoty „trestající“ zdraví škodlivou lidskou činnost a tvořící nemalou část příjmu státního rozpočtu, mohli bychom stejně pozitivně přijmout i „trest“ za znečišťování naší planety emisemi CO_2.

Jsme si vědomi, že ekologická daň na fosilní paliva může přinést i řadu komplikací, jejichž rozbor je téma na řadu článků a vědeckých konferencí. Ekologická daň na fosilní paliva je však dosud jediný nám známý legislativní nástroj schopný efektivně motivovat ke snižování produkce CO_2 ze spalování fosilních paliv. Je to zřejmě také proto, že její důsledky prostoupí každodenním životem každého z nás a tím změní i chování každého z nás.

Shrnutí

V článku jsme se pokusili představit reálné cesty rozvoje a potřebné transformace energetiky vedoucí k výraznému snížení produkce CO_2. Z předložených argumentů vyplývá, že ekonomicky i ekologicky nejpřijatelnější cesta do nejbližší budoucnosti je postavena na dominantním využití štěpných jaderných reakcí, nízkoenergetickém stavitelství, využití potenciálu lehce dosažitelných úspor a postupném zavádění vodíkového hospodářství. Úloha obnovitelných zdrojů energie a náročnějších úsporných opatření bude tím významnější, čím více budou konkurenceschopné jaderným zdrojům. Masivní podpora výzkumu perspektivních obnovitelných zdrojů a úsporných opatření je nezbytná, stejně jako podpora výzkumu výroby kapalných syntetických paliv a akumulace elektřiny pro oblast dopravy. Snížení spotřeby fosilních paliv lze významně podpořit motivujícím legislativním prostředím. Dosavadní legislativní opatření jako dotace obnovitelných zdrojů a úsporných opatření, přidělování emisních poukázek na CO_2 nebo nově uvažované emisní limity pro osobní auta jsou zjevně prakticky neúčinná. Zavedení ekologické daně na fosilní paliva a současné zrušení dotací považujeme za nejefektivnější legislativní nástroj motivující k rozvoji jaderné energetiky, k transformacím v energeticky náročných odvětvích i k plošnému uplatnění úsporných opatření v součtu vedoucích k významnému snižování produkce CO_2.

[1] Kadrnožka J., Energie a globální oteplování, VITIUM 2006
[2] Mlynář J., Cesta jménem ITER, Vesmír 6/2006
[3] Trnka L., Pasivní dům - zkušenosti z Rakouska a české začátky**,** Veronica Brno 2004

emaily: svobj@ipm.cz nebo svobodova@ped.muni.cz

Adresa pracovišť: PdF Masarykova univerzita, Poříčí 7/9, 60300 Brno