



Energetické zamyšlení po druhé

Autor: © prof. Ing. Pavel Noskievič, CSc.

Název: Energetické zamýšlení po druhé

Vydal: prof. Ing. Pavel Noskievič, CSc.

VŠB – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

pavel.noskievic@vsb.cz

Pořadí vydání: 1. vydání

Měsíc a rok vydání: prosinec 2016



Účastníci semináře „Efektivní energetika“ v roce 2013 dostali do ruky soubor mých komentářů, psaných v letech 2008 až 2012 pro časopis Energetika s názvem „Energetická zamyšlení“. Uváděl jsem v nich fakta, zpochybňující pošetilou a nezodpovědnou koncepci plánovitého rozvoje evropské energetické politiky, nesoucí v sobě stopy flagelantství. Závěry mých úvah jsem vedle článků v časopise přednášel na energetických konferencích a ujasnil jsem si, že přesvědčuji přesvědčené. To, co se v evropské politice děje, považuji nyní poučen za přírodní proces a mýty, z nichž toto dění vychází, jsou prostě „jen“ mýty, o nichž napsal Václav Smil, že je nelze vyvrátit pouhou apelací na zdravý rozum. Je tedy zapotřebí pokoušet se o jejich dekonstrukci a jsem přesvědčen, že k tomu nestačí úsilí energetiků, či obecně techniků, ale je zapotřebí přemýšlivých lidí všech profesí a samozřejmě čas.

A tak jsem se po osobní smutné pauze vrátil od roku 2015 k psaní komentářů pro Energetiku a nadále se alespoň takto pokouším dekonstruovat energetické mýty, jichž prozatím neubývá, ale jejichž účinek, zdá se, přece jen oslabuje. Rozhodli jsme se připravit pro účastníky XVIII. ročníku semináře soubor komentářů, napsaných od vydání knížky v roce 2012 a toto je výsledek. Znovu budu přesvědčovat přesvědčené, protože se s nimi cítím dobře.

Konec ropy se (znovu) odkládá	6
Mezi uhlím a jádrem?	9
Docházejí zásoby fosilních paliv?	13
Ředitelé zeměkoule	17
Energetická evoluce.....	19
Energetický blahobyť	21
Pokus / omyl	24
Největší znečišťovatel	26
Výroba elektřiny v Čechách	28



Když byly počátkem sedmdesátých let minulého století zveřejněny důvěryhodné informace o blížícím se vyčerpání ropných ložisek, jejichž životnost byla odhadována na zhruba třicet let, nastal počátek změny v chápání energetické problematiky. Úkolem energetiky je zajišťovat společnosti spolehlivou a dostupnou energii a náhle se ukázalo, že její zdroje nejsou neomezené. Z dnešního pohledu můžeme vcelku oprávněně tehdejší zprávy o brzkém vyčerpání ropy (a rovněž tak zemního plynu) považovat za poplašné, jejich efekt však byl nepochybně kladný. Vzrostl zájem o průzkum a využívání ložisek fosilních paliv, dominantního zdroje energie, o zkoumání možností a potenciálu obnovitelných zdrojů a oprávněně se soustředila pozornost na efektivní a racionální hospodaření s energií. Byl-li toto záměr zveřejnění, pak se podařil.

Zásoby ropy v roce 2000 vyčerpány nebyly a energetickou situaci té doby popsala zpráva, zveřejněná v rámci aktivit IPCC „Climate Change 2001: Mitigation“ (Cambridge University Press, 2001) a uvádějící, že až do té doby bylo spotřebováno zhruba jedno procento známých geologických zásob fosilních paliv. Další patnáct procent je podle zprávy bez zásadních technických potíží k dispozici okamžitě a zbytek bude vyžadovat nové technologie a techniku, bude-li ještě o ně zájem. Samozřejmě bude další těžba technicky, technologicky i ekonomicky náročnější, neboť nejprve byla využívána ložiska nejpřístupnější a umožňující nejsnazší způsob těžby.

Naznačený pohled na problematiku, s důrazem na požadavek racionálního hospodaření s energií vede mimo jiné k závěru, že tolik diskutovaný, problematický a zejména v Evropě silně prosazovaný boj za snížení emisí oxidu uhličitého může přinést užitek. Jeho měrné emise (tj. množství vyprodukovaného oxidu uhličitého vztahované na množství vyrobené energie) jsou totiž nepřímo úměrné účinnosti transformace energie. Její zvyšování je jistě velice racionální opatření.

Úvahy a názory na potřebu efektivně využívat všechny dostupné zdroje energie, vyhledávat nová ložiska a inovovat používanou těžební techniku se potvrdily v posledních několika letech nevídaným rozvojem těžby zemního plynu ve Spojených státech. Zvládnutím technologie těžby tzv. břidlicového plynu a jeho širokým uplatněním se dřívější největší dovozce zemního plynu zbavil závislosti a dnes se již diskutuje o exportu a jeho vlivu na světové ceny. Podobnou revoluci lze očekávat také v těžbě ropy. V červnu letošního roku zveřejnilo Belfer Center for Science and International Affairs (Harvard Kennedy School) studii Leonarda Maugeriho s názvem „Oil: The Next Revolu-

tion“ a podtitulem „Bezprecedentní vzestup ropné produkce a co to znamená pro svět“. Obsah studie je opravdu revoluční a rozhodně stojí za to si ji celou přečíst. (Studii lze nalézt na <http://belfercenter.org>.)

Její závěry vycházejí z hluboké detailní analýzy současné situace a rozvojových projektů nejvýznamnějších světových těžebních oblastí a vedou k závěru, že v roce 2020 lze očekávat nárůst produkce ropy a ropných derivátů o více než 49 milionů barelů denně. Je to více než polovina současné světové produkce. Optimistická očekávání souvisejí s trvale rostoucím zájmem o ropu, podněcujícím potřebu podstatné modernizace těžební technologie. Potvrzením očekávání může být postupné zvyšování výtěžnosti ložisek. Současná průměrná výtěžnost je třicet pět procent, avšak v zemích, používajících zastaralé technologie bez možnosti potřebných investic do modernizace a navíc se špatnou organizací práce, klesá výtěžnost podstatně níže. Studie uvádí, že i přes dlouhodobou těžební historii je výtěžnost ložisek v Rusku, Iránu, Venezuele, Kuvajtu a dalších zemích na úrovni zhruba dvacet procent. Na druhé straně vykazují země, které jsou otevřené konkurenci mezinárodních ropných společností, jako například Spojené státy, Kanada, Norsko, Velká Británie výtěžnost přes čtyřicet pět procent.

Z uvedeného vyplývající „rezervy růstu“ se však týkají pouze stávajících ropných polí, nikoliv nově objevených. Dosud byla s použitím moderních technologií pečlivě prozkoumána zhruba jedna třetina sedimentárních pánví planety a technický pokrok dnes umožňuje těžít ze zdrojů dříve nevytěžitelných. Vedle dosavadních konvenčních zásob ropy se stále více hovoří o velmi těžké ropě, břidlicové ropě a ropných píscích, souhrnně označovaných jako nekonvenční zdroje a podle odhadů Amerického geologického průzkumu a Světové energetické rady představují zásoby nekonvenční ropy více než 9 bilionů barelů. Světová spotřeba ropy činila v roce 2011 zhruba 32 miliard barelů.

K nejvýznamnějším závěrům studie patří zejména konstatování a zjištění, (1) že nedostatek ropy není aktuálním tématem, neboť z čistě fyzikálního pohledu existují obrovské zásoby, konvenční i nekonvenční. Reálné problémy, týkající se budoucí produkce, se nachází nad povrchem a ne pod ním a pramení z politických rozhodnutí a geopolitické nestability. (2) Světová produkce konvenční ropy roste neočekávanou rychlostí, i když v některých oblastech (Kanada, Spojené státy, Severní moře)



jsme nyní svědky zdánlivě nezvratného poklesu konvenční produkce. (3) „Břidlicový boom“ ve Spojených státech není dočasnou bublinou, nýbrž nejvýznamnější revolucí v ropném sektoru za několik desetiletí. Je svázán se zvládnutím moderních extrakčních „břidlicových“ technologií (horizontální vrtání, hydraulické štěpení), jejichž použití může také dramaticky zvýšit produkci z konvenčních zásob. (4) Ropná revoluce má významné geopolitické souvislosti. Směrodatným trhem pro ropu ze Středního východu se postupně stává Asie s Čínou, jako hlavním politickým protagonistou, zatímco západní polokoule s konvenčními i nekonvenčními zásobami ve Spojených státech, Kanadě, Venezuele a Brazílii směřuje k soběstačnosti. (5) Éra „levné ropy“ je pravděpodobně za námi, budoucí cenový vývoj je však stále nejistý. Moderní technologie mohou současné vysoké ceny silně ovlivnit vyvoláním nadprodukce, která byla zaznamenána již počátkem tohoto roku.

Vyčerpání zásob ropy, a týká se to vlastně všech fosilních paliv, se tedy naštěstí nedočkáme. Naštěstí proto, že naše současná moderní civilizace je uhlíková a přechod k bezuhlíkové nebude snadný a bezbolestný. Ropa samotná pak skrývá jedno velké tajemství. Dodnes nebylo uspokojivě doloženo, jaký je její původ, zda organický, či anorganický. Spor o původ ropy se táhne již od 19. století. V roce 1877 napsal ruský chemik D.I.Mendělejev: „Nejdůležitější skutečností je, že se ropa zrodila v hlubinách země a jen tam musíme hledat její původ“. Zhruba o sto let později prohlásil prezident Královské společnosti v Londýně sir Robert Robinson: „Vlastně nelze dostatečně naléhavě zdůrazňovat, že ropa nenabízí obraz složení, jaké se očekává od modifikovaných biogenních produktů a že všechny závěry, vyvozené ze součástí starých olejů, vyhovují stejně dobře, ne-li dokonce ještě lépe představě původní uhlovodíkové směsi, k níž jsou přidány bioprodukty.“ Ropa se může spontánně tvořit z uhlovodíků při vysokých tlacích a teplotách, jaké vládou v zemském plášti v hloubkách přes sto kilometrů a je experimentálně potvrzeno, že je vysokotlakou variantou metanu. Naopak se nemůže tvořit v blízkosti zemského povrchu uložených sedimentárních pánvích a dosud se ani přes obrovskou dotační podporu výzkumu nepodařilo vyrobit laboratorně ropu z rostlinného materiálu. Nevíme tedy, jak ropa vznikla (nebo vzniká ?), po nějakou dobu však s ní můžeme počítat.

Česká energetika rozhodně nestojí na rozcestí mezi uhlím a jádrem, jak říká tučný nadpis nedávno vydané energetické přílohy Hospodářských novin o budoucnosti energetiky. Česká energetika hledá cestu ke spolehlivé a bezpečné energetické budoucnosti, která nebude ohrožovat ekonomický vývoj a pravděpodobně stojí na rozcestí mezi uplatňováním zdravého rozumu a prosazováním emotivních energetických vizí. Současná energetika je obtížně srozumitelná i těm, kteří se jí soustavně zabývají, a není divu. Stalo se z ní politikum. Protože se stále učíme demokracii, a nikdy to pořádně nebudeme umět, není až tak obtížné získávat politické sliby čisté zelené energie blízké budoucnosti. Při takovém slibování je však nutné opustit racionalitu a tak se rodí spor mezi pragmatiky a snílky. Již dlouhou dobu jsme jeho svědky, někteří křičí a jiní kroutí hlavami a již dnes začínáme počítat, kolik nás to bude stát.

Ve světovém měřítku, a my jsme toho světa součástí, je současný energetický vývoj charakteristický především strmým růstem energetických potřeb. Kvalifikované odhady hovoří o zvýšení spotřeby energie do roku 2030 o zhruba 80%. A i kdyby do té doby spotřeba energie v České republice stagnovala, což by současně znamenalo i stagnaci ekonomickou, stane se díky rostoucímu světovému „hladu po energii“ energie hůře dostupná a bude stále dražší. Snívá vize o tom, že se tomu v Evropě můžeme vyhnout využíváním volně dostupných obnovitelných zdrojů, je scestná a škodlivá. Vidíme kolem sebe, že ta velká stará energetika, která je základem moderní společnosti a u nás dnes zajišťuje zhruba 90% spotřeby, zvolna zachází na úbytě díky nekritickému očekávání „nové energie“, která by měla být čistší, bezpečnější, kapacitně neomezená, radostnější, veselejší, atd. V této souvislosti je poučné pohlédnout do nepřilíhš dávnné energetické historie.

V roce 1954 prohlásil předseda americké komise pro jadernou energii L.L.Strauss, že „naše děti si ve svých domech užijí elektřinu, která bude tak levná, že se nevyplatí ji měřit“. Nekritické nadšení z možností jaderné energetiky již od té doby vyprchalo a dnes očekáváme něco podobného od tzv. obnovitelných zdrojů. Přece jen lze upozorovat racionální posun v myšlení vizionářů, neboť již nehovoří o zanedbatelné ceně.

Současná energetická nejistota má celou řadu příčin. Mezi ně patří na prvním místě poplašná zpráva o blízkém vyčerpání zásob tradičních zdrojů energie, fosilních paliv. Skutečnost je však taková, že na konci dvacátého století bylo vyčerpáno zhruba jedno procento známých geologických zásob a nové zásoby se stále nacházejí,



dokonce v pozoruhodné míře. Patří k nim také Kjótským protokolem vyvolaný boj s emisemi oxidu uhličitého, marný boj, který stále více připomíná dřívější úsilí o to, aby se člověk stal vládcem přírody. Nikdy se nepodařilo zvítězit a člověk byl s pokorou rád za kompromis, umožňující mu využívat alespoň malou část přírodních sil. Další příčinou je pak bezmezná víra v neomezené možnosti tzv. obnovitelných zdrojů a zejména pak politické rozhodnutí o finanční podpoře a absolutním upřednostnění všech forem „zelené“ elektřiny. Důsledkem takto silné podpory je pokles ceny elektřiny na burze a nezáměr investorů o klasické zdroje, které však i při dosažení evropského energetického cíle, známého jako 20-20-20, budou muset produkovat 80% spotřeby.

Že neuvážené státní dotace deformují tržní prostředí, a rád dodávám, že taky morálku a charakter dotovaných, je již dlouho známo. Jak dotace zelené elektřiny devastují trh ukazuje příklad z konce roku 2012, kdy v Německu na severu hodně foukalo a bylo jasno, venkovní teploty byly nadprůměrné, dlouhé vánoční svátky omezily poptávku a provozovatelům tepelných elektráren připadlo neekonomické na těch pár dní zastavovat výrobu. Výsledkem byla cena elektřiny na burze -200 €/GWh, tedy „odeber a my ti za to zaplatíme“. Kdo by asi za těchto podmínek investoval vlastní peníze do zabezpečování energetických potřeb společnosti, která sama takové podmínky vytvořila? Není divu, že za takové situace nemůže existovat realizovatelná energetická koncepce, bez problémů však může vznikat a stále se rozšiřovat soubor nejrůznějších směrnic, pokynů, doporučení a opatření, týkajících se dlouhé řady pojmů z energetické problematiky.

Vezmeme-li do úvahy, že (1) spolehlivá energie je základem moderní společnosti, (2) díky ekonomickému vývoji (zejména) rozvojových zemí strmě poroste poptávka po energii a (3) v období nejméně jedné generace nelze očekávat dosažení podstatného podílu obnovitelné elektřiny na celkové produkci ani významné snížení její spotřeby, dojdeme k závěru, že (nejen) energetická budoucnost Evropy je poněkud nejistá. Vytvořila se zde nepřehledná a těžko srozumitelná situace. Budoucnost má být zajištěna obnovitelnými zdroji, které na to nemají, a i kdyby měly, neobejde se systém bez akumulátorů elektřiny s obrovskou kapacitou, které zatím neexistují a zřejmě ještě dlouho existovat nebudou.

Nejcennější energetickou surovinou je dnes ropa a zemní plyn. Jejich nejvýznamnější zásoby leží v nejproblematičtějších oblastech (příčina a důsledek) a v celé řadě zemí se již před léty museli zabývat otázkou, jak snížit narůstající dovozovou zá-

vislost na nejistých dodavatelích. Evropané se rozhodli pro obnovitelné zdroje, Američané zvládli poměrně rychle těžbu plynu a ropy z velkých hloubek (tzv. břidlicový plyn a ropa), Číňané se rozhodli ignorovat Kjótský protokol a vydali se cestou vývozu revoluce za ropu. Zatím to vypadá, že ta evropská cesta je nejproblematičtější. Nemožnost ukládat vyrobenou elektřinu (přecherpací elektrárny na všechno nestačí) je podstatným problémem zelené energetiky a spolehlivost dodávky proto vyžaduje operativní zálohování stochastických obnovitelných zdrojů zdroji klasickými. V našem případě se nabízí reálná možnost uplatnit domácí uhlí, kterého máme v České republice stále značné zásoby. Takové řešení má pozitivní dopad na státní ekonomiku, samozřejmě sníží roční využití instalovaného výkonu uhelných zdrojů, negativně ovlivní jejich ekonomiku a vyvolá tlak na zvýšení ceny elektřiny, ale klíčovým problémem je emocionální odmítání uhlí jako zdroje energie veřejností. Uhlí je přece špinavé.

Uhlí je věčné téma české energetiky (i politiky) a bylo nešťastně poznamenáno polistopadovými politiky uzákoněním územních limitů těžby. Porevoluční nadšení! Namísto zablokování významných zásob by bývalo smysluplným řešením omezení provozu nevyhovujících zdrojů a jejich modernizace. Uhlí přece za nic nemůže. Na vině je používání nevhodných a zastaralých technologií. Jenže uhlí již bylo oceňováno. Dostanou-li lidé neomezenou možnost volby při výběru osobního vozu, dají jistě přednost Audi quattro před ojetou škodovkou a stejně tak upřednostní čistý, elegantní a komfortní plynový elektrárenský blok před blokem uhelným. Pak ale přijde čas zaplatit a jak už jsme naučeni, začneme shánět půjčky a dotace. Tak to přece nemůže jít donekonečna!

Doba černě kouřících komínů uhelných kotlů je již dávno za námi. Technický pokrok (a úsilí energetiků) přinesl moderní a efektivní řešení, ať už se jedná o práškové, či fluidní kotle, nebo kombinovaný cyklus se zplyňováním uhlí, vysoce účinné systémy čištění spalin, nebo způsob využívání tuhých zbytků po spalování. Všechna tato moderní technika se začala uplatňovat v české energetice již v průběhu devadesátých let s obdivuhodnými výsledky: emise prachových částic se v období 1990 až 2000 snížily z 631 na 57 tis. tun ročně, tj. na 9%, emise oxidů síry z 1876 na 265 tis. tun (14,1%) a u oxidů dusíku to bylo snížení z 1055 na 649 tis. tun (53,5%). Od té doby technické možnosti dále pokročily a legislativní požadavky na ochranu ovzduší se opakovaně zpřísnily, ale odpor k uhelné energetice se nezměnil, uhlí je stále pasé, znečišťuje prostředí, ve kterém žijeme, a škodí zdraví.



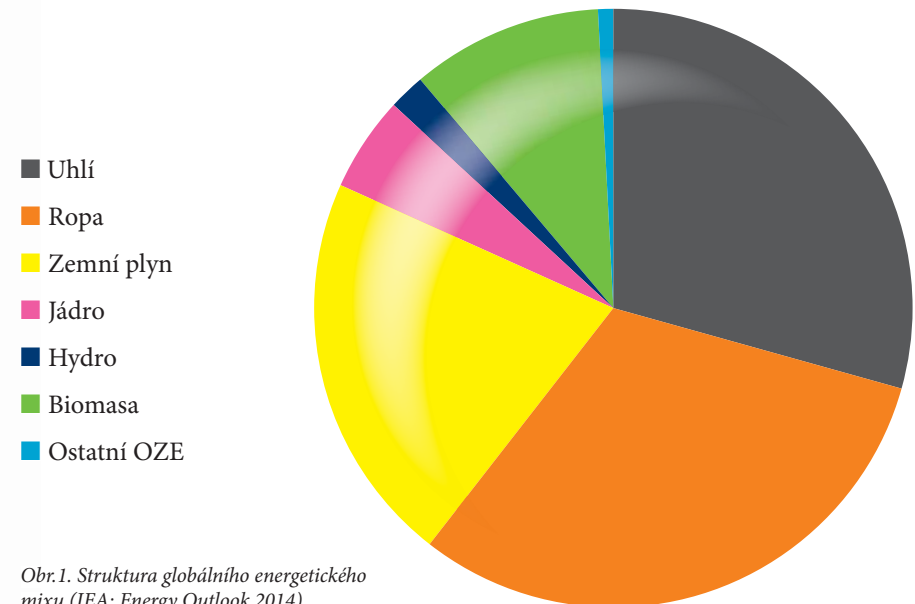
O zdravotních aspektech uhelné energetiky vypovídá rozsáhlá studie, zpracovaná na zakázku VGB PowerTech e.V. na Universitě v Güssenu (Prof. Dr. Thomas Eikmann) a TÜV Rheinland. (Studii, označenou jako „Kompendium“, lze nalézt na stránkách www.vgb.org.) Stručný závěr z více než stovky stran říká, že v Německu jsou uhelné elektrárny provozovány již dlouhou dobu, a přestože neexistují žádné reálné indikace jejich nežádoucích účinků na zdraví obyvatel v důsledku škodlivých emisí vzbuzuje každá výstavba nové, nebo modernizace stávající elektrárny značný odpor veřejnosti. Dlouholeté zkušenosti ukázaly, že při respektování platných emisních limitů zůstane úroveň znečištění ovzduší po zprovoznění elektrárny prakticky beze změny, nebo jen nepatrně vyšší a to bez ohledu na původní úroveň znečištění. Analýza dat ukazuje, že ani dlouhodobý provoz uhelných elektráren nepůsobuje žádné relevantní zvýšení úrovně znečišťujících látek prostřednictvím depozice ve sledovaných složkách životního prostředí. Opakovaně uváděné námitky, týkající se vyššího výskytu rakoviny, respiračních onemocnění a alergií nekorelují s dlouhodobě sledovanými daty.

Na zpracování studie se podílela řada expertů z oblasti ochrany životního prostředí a zdraví obyvatelstva, pracovního lékařství, environmentální toxikologie a environmentálních technologií, kteří pracovali s daty, shromažďovanými dlouhou řadu let. Jejich závěry budou nepochybně napadány odpůrci uhelné energetiky, přinejmenším však může studie sloužit jako základ pro potřebnou seriózní diskusi. Autoři studie připomínají, že pro hodnocení zdravotních rizik není podstatné množství emisí, ale množství škodlivých látek inhalovaných lidmi a jejich individuální toxicita. Například emise prachových částic z německých elektráren se na celkové produkci podílejí necelými šesti procenty, daleko méně, než ostatní průmyslové procesy, doprava, nebo zemědělství. Zkrátka, problematika znečišťování ovzduší si zaslouží systematickou a seriózní pozornost a je načase s tím začít, protože uhlí máme v České republice prozatím dost.

Závěrem zpět na začátek. Česká energetika nestojí ani na rozcestí, ani na křižovatce, nýbrž hledá cestu, jak zajistit spolehlivou cenově přístupnou dodávku energie navzdory silně uplatňované evropské energetické nekoncepci. V diskuzích o energetické situaci by také měly zaznívat, a dosti hlasitě, myšlenky o tom, že je třeba vrátit se zpátky k rozumu, nebo že věci nejsou černé nebo bílé, ale obvykle mají nejrůznější odstíny šedé.

Chaos, nejasnosti a nejistoty, které v posledních letech postihují energetiku, mají původ ve dvou všeobecně přijímaných informacích: (1) zásoby fosilních paliv se nezadržitelně vyčerpávají a brzy dojdou a (2) jejich spalování nebezpečně posiluje skleníkový efekt a způsobuje oteplování planety. O vlivu spalování fosilních paliv na zemské klima se přesvědčíme teprve v průběhu dalších desetiletí, nicméně již dnes stojí zato zvážit, zda je lidstvo vůbec schopno s tím něco udělat, zda je schopno vzdorovat přírodním silám a zda není rozumnější se připravovat na situaci v budoucnu, kdy bude, možná, svět teplejší.

K jednoznačnějším závěrům lze dojít při úvahách o vyčerpanosti zásob. Ty jsou nepochybně konečné, ale při debatách o jejich vyčerpání je zapotřebí si předem ujasnit časové období našeho zájmu. Kapacita a životnost zásob fosilních paliv (a s tím související jejich disponibilita) mají klíčový význam pro existenci současné civilizace, která spotřebovává stále větší množství energie, jež je v současné době z více než osmdesáti procent zajišťována fosilními palivy, jak ukazuje Obr. 1.



Obr. 1. Struktura globálního energetického mixu (IEA: Energy Outlook 2014)



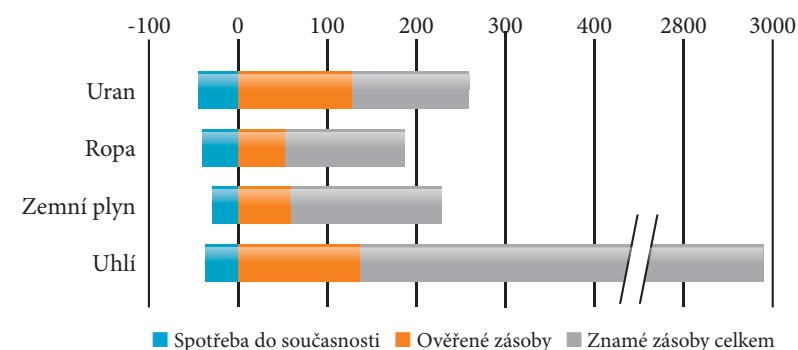
Není zde třeba příliš zdůrazňovat, že spolehlivá a dostupná energie je základním kamenem moderní společnosti, nebo že je energie nejvýznamnějším přírodním zdrojem, neboť umožňuje vytváření všech ostatních zdrojů, často se však na to zapomíná. Možná je to tím, že jsme si zvykli považovat spolehlivou dodávku energie za samozřejmost.

Právě zásadní význam energie pro existenci moderní společnosti vyvolává obavy, jak dlouho ještě nám současné zdroje vystačí (tj. jak dlouho se ještě budeme mít dobře) a předpovědi vesměs bývají chmurné. Jak jinak? Historicky poučné jsou předpovědi životnosti zásob ropy z počátku dvacátého století, tedy z doby, kdy se ropná kapalná paliva již silně etablovala jako významný, výhodný a perspektivní zdroj energie. B. Lomborg (Skeptický ekolog, 2006) uvádí, že v roce 1914 předpověděl americký důlní úřad, že zásoby ropy vystačí ještě na deset let. Stejný zdroj pak v roce 1939 odhadl zásoby na třináct let a tutéž předpověď pak zopakoval v roce 1951. Obavy z vyčerpání zdrojů energie a poplašné zprávy o jejich brzkém vyčerpání byly a jsou stále vděčným tématem, a jeho moderní aplikaci do veřejného života uplatnili manželé Meadowsovi vydáním knihy „Meze růstu“ (1972). Kniha je velice přesvědčivá, autoři v ní uvádějí, že představená data jsou výsledkem uplatnění moderní koncepce systémové analýzy a počítačové simulace a docházejí k závěru, že ropa a další zdroje energie dojdou ještě před rokem 1992. Protože se tak nestalo, vydali Meadowsovi v roce 1992 navazující knihu „Překročení mezí“, ve které došli k závěru, že ropa dojde v roce 2031 a zemní plyn v roce 2050. Nějak nevadilo, že se v tak krátké době kapacita zásob zprudka zvýšila a protože katastrofické zprávy vždy poutají pozornost médií, politiků a veřejnosti, vynořil se velký problém – hrozící brzké vyčerpání světových zásob fosilních paliv. V té době začalo období energetické nejistoty.

Stanovit životnost zásob fosilních paliv je vrcholně obtížné zadání, přesněji řečeno neřešitelné. Je totiž zapotřebí porovnat kapacitu zásob světových, neboť s energetickými surovinami se čile obchoduje a globální spotřebu energie, aby měl výpočet vůbec nějaký smysl. Spotřeba energie se vždy odvíjí od ekonomické situace (významně ji rovněž ovlivňuje dosažená technická úroveň) a tak prognózy budou vždy nejisté, nicméně lze zde alespoň tušit trendy. Globální kapacitu zásob fosilních paliv neznáme a nejspíš ji nikdy nebudeme znát, protože toho o naší modré planetě víme dosud pramálo. A tady je kámen úrazu. Nepochybně v dobrém úmyslu konající prognostici ani nemají jinou možnost, než vycházet ve svých kalkulacích z v jejich době známých ověřených zásob a neberou a ani nemohou brát do úva-

hy zásoby dosud neprozkoumané a neobjevené. Nepoučení historickou zkušeností s malthusiánstvím pak dochází k dramatickým závěrům, jejichž podstatu objasnil již před lety B. Lomborg: „Je to jako když se mi někdo podívá do ledničky a řekne: aha, má jídla jen na tři dny, za čtyři dny zemře hladý.“ Zatímco lednička se doplňuje nákupem v supermarketu, kapacita zásob fosilních paliv se rozšiřuje průzkumem nových oblastí a vyhledáváním nových ložisek. A protože geologický průzkum není právě levnou záležitostí, nebude nikdy nalézání nových ložisek příliš předbíhat těžbu. V konečném důsledku to znamená, že kapacitu zásob sice neznáme, ale bez obav můžeme do budoucna počítat s fosilními palivy jako s dominantním zdrojem energie. Jednoznačně a pragmaticky se v tom smyslu vyjádřil L. Maugeri (Oil: The Next Revolution, 2012): „Nedostatek ropy není aktuálním tématem, neboť z čistě fyzikálního pohledu existují obrovské zásoby, konvenční i nekonvenční. Reálné problémy, týkající se budoucí produkce, se nachází nad povrchem a ne pod ním a pramení z politických rozhodnutí a geopolitické nestability.“

Že není zapotřebí obávat se vyčerpání zásob fosilních paliv ukázala již v roce 2001 zpráva IPCC (Climate Change 2001: Mitigation), podle které bylo od počátku průmyslové revoluce do roku 1998 spotřebováno jedno procento světových geologických zásob fosilních paliv, další zhruba pětina je okamžitě k dispozici (o těžbě těchto zásob rozhodne především cenový vývoj na trhu) a poslední a největší část vyžaduje zdokonalení současných a vývoj nových technologií těžby. Aktuální informace o kapacitě zásob přinesla nedávno vydaná pravidelná publikace Mezinárodní energetické agentury „Energy Outlook 2014“, ze které pochází graf na Obr.2.



Obr.2. Životnost zásob fosilních paliv (EIA, 2014)



Říká nám, že s velkou pravděpodobností budou ropa a zemní plyn k dispozici ještě přinejmenším po dvě století a že dlouhodobou energetickou jistotou je uhlí. Za pozornost stojí rovněž skutečnost, že se až dosud spotřebovala jen malá část světových zásob a éra karbonské ekonomiky může nadále pokračovat. Možná ji zlatý věk teprve čeká. Tento optimistický pohled na energetickou budoucnost dozajista zakalí již vzpomenuká geopolitická nestabilita a nerovnoměrné rozmístění zdrojů na zemském povrchu. To přeje více uhlí, které podle současných vědomostí není soustředěno jen do několika málo lokalit, jako je tomu v případě ropy a zemního plynu. Pokračující průzkum však může všechno změnit, jako příklad lze uvést břidlicový plyn a metanhydrát.

Evropa nemá na svém území příliš zásob fosilních paliv a systematickému průzkumu se až dosud vzpírá. Zřejmě proto, že jsme tady vsadili na obnovitelné zdroje. Stále je třeba připomínat, že spolehlivá energetika z obnovitelných zdrojů musí nejprve vyřešit akumulaci energie (zejména elektřiny), což se dosud nedaří. Rasantní zvýšení podílu obnovitelné energie na celkové spotřebě (dnes se hovoří o padesáti procentech) je sice krásná vize, ale těžko uskutečnitelná, pochází z neinformovaného nadšení. Přesto bude energie z obnovitelných zdrojů hrát postupně a oprávněně větší roli v energetickém mixu a půjde jen o to, aby bylo jejich využívání efektivní. Prognóza IEA hovoří o poklesu podílu fosilních paliv na globální spotřebě z 86% v roce 2012 na 81% v roce 2040 na úkor obnovitelných zdrojů. Stále to však bude karbonská ekonomika a o zdroje nebude mít nouzi. V globále.

V dávné historii planety se pod jejím povrchem vytvářela dosud ne zcela poznaným procesem ložiska uhlíku v pevné, kapalně i plynné fázi a nelze ani vyloučit, že tyto procesy probíhají stále. Nahromaděné zásoby se na konci 19. století ukázaly být velice vhodným zdrojem energie pro rozvíjející se společnost s rostoucími energetickými nároky a rovněž rostoucím počtem obyvatel. Začala tak průmyslová revoluce a vzhledem ke klíčovému významu energetických potřeb pro rozvoj společnosti bylo nastartováno období karbonské ekonomiky, které trvá dodnes. Stamiliony let zakonzenované zásoby uhlíku se od té doby intenzivně spalují, přičemž spotřebovávají kyslík a produkují oxid uhličitý a přirozeně tak vyvstává otázka, zda nemůže být nerušená rovnováha celého systému planety. Zatímco úbytek kyslíku v ovzduší pozoruhodný zájem nevyvolává, zvyšování obsahu oxidu uhličitého se stalo celosvětovým problémem, neboť se tak posiluje skleníkový efekt a hrozí nám přehřátí.

Globální oteplování je fenomén současnosti. Nepochybně se v průběhu posledních desetiletí planeta otepluje, v posledním desetiletí však průměrná teplota stagnuje. Obsah oxidu uhličitého v ovzduší přitom stále roste a v současnosti dosáhl úrovně 394 ppm. Otázkou je, co je prvotním hybatelem těchto změn, zda teplota, nebo koncentrace oxidu uhličitého. Nemůže být příčinou oteplování chování slunce, kolísání jeho „energetického výkonu“? Průměrný energetický příkon celé planety od Slunce 180 000 TW kolísá v rozpětí jednoho promile, tj. 180 TW, což je zhruba třináctinásobek globální spotřeby energie. Podobných otázek a nejasností existuje celá řada: jaký je podíl antropogenního oxidu uhličitého v jeho celkovém množství v ovzduší, jaká je životnost molekuly oxidu uhličitého v ovzduší, proč v dávnějších geologických obdobích s koncentrací oxidu uhličitého dvacetkrát převyšující současnou nebylo zaznamenáno zvýšení teploty, jak probíhá a čím je řízen sluneční cyklus, je možné sestavit jeho matematický model a model procesu globálního oteplování, jak probíhá a jaká je úplná bilance uhlíkového cyklu planety, jaká je role vodní páry při vytváření skleníkového efektu a mnoho dalších. Existence těchto otázek je výzvou pro badatele a výzkumníky a současně naznačuje, jak málo toho o naší planetě dosud víme. Bylo by dobře, kdyby obrovská pozornost, věnovaná této problematice, přinesla jednoznačné odpovědi a hlubší poznatky. Není to však příliš pravděpodobné, zejména v Evropě, která se chce stát světovým lídrem v obnovitelné energetice, neboť grantový výzkum již při výběru dotovaných témat zohledňuje oficiální vládní politiku a již proto nic nového přinést nemůže. Téma je totiž silně zpolitizované.



Představitelé vlád bezmála 200 zemí se pod dohledem médií nedávno sešli v Paříži, aby společně dali najevo, že jim na osudu lidstva opravdu záleží a aby nebezpečí globálního oteplování planety definitivně odvrátili. Z poměrně omezeného počtu zveřejněných vystoupení účastníků získal pozorný posluchač uklidňující představu, že je řešení v dobrých rukou a že je to řešení náročné, ale zvládnutelné, neboť podstatná debata se týkala otázky, zda nastavit systém na oteplení o 1,5 nebo 2 °C do konce století. A tak už dovedeme řídit zemské klima a člověk se znovu stal vládcem přírody. Že by se na nás zato příroda naštvála je nepravděpodobné. Jsme jí totiž lhostejní. Neměli bychom ale být lhostejní k politizaci vědy, již jsme v tomto případě svědky. Nikdy v historii to nepřineslo nic dobrého.

Po celou dosavadní moderní historii lidstva se energetika vyvíjela směrem k vyšší účinnosti transformace, k omezování produkce škodlivých látek, k větší spolehlivosti a dostupnosti dodávky. Byla to, a je tomu tak dosud, energetika, stojící na fosilních palivech. Těch je na zeměkouli stále dostatek. Mezinárodní energetická agentura uvádí, že známé zásoby ropy a zemního plynu vystačí svou kapacitou na dalších zhruba 200 let a uhlí na téměř 3000 let. Logicky proto neexistuje žádný důvod proč nepokračovat v dosavadní cestě, dále zdokonalovat stávající systémy, vymýšlet nové a přitom zodpovědně vyhledávat a efektivně využívat rovněž další zdroje. Jenže se něco zvirtlo. Úsilí o ochranu přírody a životního prostředí postavilo energetiku na prahu jako největšího škůdce a veřejnost, zastoupená svými volenými představiteli, se dožaduje zásadní a rychlé nápravy. A tak politici slibují nemožné na počkání a zázraky do tří dnů: rychle množivé reaktory, uhelné elektrárny se zachycováním a ukládáním oxidu uhličitého, automobily s vodíkovým pohonem a palivovými články, elektromobily s minimálními provozními náklady a při stání v garáži fungujícími jako elektrárna, mikroorganismy produkující kapalná paliva, plnou náhradu fosilní energie obnovitelnou do roku 2035, atd. Slíbené platí sto let, jenže za sto let si na něj nikdo nevzpomene. Když v roce 2008 určitě nejznámější klimatický aktivista Al Gore prosazoval v Americe bezuhlíkovou energetiku během deseti let, produkovala fosilní paliva 71% americké elektřiny. Dnes je to 67%. Mezinárodní energetická agentura odhaduje pokles podílu fosilních paliv v globálním energetickém mixu z 86% v roce 2012 na 81% v roce 2040. To první jsou prázdné sliby, to druhé přirozený vývoj, evoluce.

To, co dnes vidíme v energetice, není počátek revoluce, jak se nám snaží vizionáři a nadšenci namluvit. Je to přirozený vývoj v klíčové technicko-ekonomické oblasti moderní společnosti, snažící se reagovat na aktuální potřeby a požadavky společnosti. Klíčovým požadavkem je však v současnosti především halasný boj s globálním oteplováním, což je vlastně boj s přírodou, neboť člověk je její součástí a je známo, že nad přírodou se dlouhodobě zvítězit nedá. Jestliže má energetika stát na obnovitelných zdrojích, je nezbytně nutné zvládnout akumulaci elektřiny v gigawattových kapacitách, jejímž jediným dnes realizovatelným řešením jsou přečerpávací elektrárny. Proti jejich výstavbě jsou zásadně ochránci přírody. Soustavu s dominantním podílem obnovitelných zdrojů by také bylo možné stabilizovat operativním provozem klasických fosilních zdrojů, k čemu by pak ale byly moderní nadkritické bloky, když



by hrály roli zálohových zdrojů a zřídka kdy by byly provozovány na jmenovitém výkonu? Moderní společnost je vysoce elektrifikovaná a i v období mezi odběrovými špičkami je spotřeba značná (přenosy dat, větrání a klimatizace, železniční doprava apod.), v žádném případě by se tedy nejednalo o marginální výkony.

Nejzávažnější otázkou však zůstává doba trvání takové změny. Fosilní energetika je nesmírně robustní a nákladný systém a jeho přeměna představuje nadlidský úkol. Jedná se o roční toky více než 7 miliard tun uhlí, kolem 4 miliard tun ropy a více než 3 bilionů krychlových metrů zemního plynu. Infrastruktura systému zahrnuje uhelné doly, těžební pole ropy a zemního plynu, rafinerie, potrubí, tankery, vlaky a nákladní automobily, přečerpávací a překládací stanice, elektrárny, transformátory, přenosové a distribuční sítě a stovky milionů kapalných paliv – to všechno představuje nejcennější a nejdražší zařízení, sítě a stroje, jaké kdy byly ve světě vybudovány. Přeměna takového systému nemůže být rychlá a nepochybně přinese celou řadu technických, ekonomických, legislativních a sociálních problémů. Poučení z historie hledal Václav Smil a z dostupných dat stanovil dobu, za kterou se nový zdroj energie významně uplatnil a z počátečního podílu 5% na trhu (nevýrazná tržní síla) dosáhl významného podílu 25%. V globálním měřítku to trvalo ropě 40 a zemnímu plynu 60 let, přitom v dobách těchto změn nebyly původní energetické systémy zdaleka tak robustní, jako dnes. Stojí za pozornost, že žádný z obnovitelných zdrojů se v českém energetickém mixu ani zdaleka nepřibližuje hodnotě 5%, tedy zaznamenání hodné tržní síle. Hovořit proto dnes o energetické revoluci je pošetilé, nejdříve je zapotřebí naučit se ukládat elektřinu.

Že je ekonomická vyspělost úzce svázaná s energetickou náročností je známá věc. S rostoucí ekonomickou vyspělostí rostou navzdory technickému rozvoji a inovacím, usilujících o snižování energetické náročnosti, současně také energetické potřeby a spotřeba energie. Poprvé na to upozornil v roce 1865 anglický ekonom W.S.Jevons: „Jde o naprosté zmatení pojmů, pokud si někdo myslí, že úsporným nakládáním s energií sníží její spotřebu. Opak je pravdou.“ Technický pokrok prostě zvyšuje energetickou náročnost, což je cena za poskytovaný uživatelský komfort a zvyšování energetické efektivity s tím toho příliš nenadělá. Výrobci osobních automobilů se chlubí úspornými motory, ale současně úspěšně nabízí stále těžší a výkonnější vozidla, která díky uživatelskému komfortu ujedou ročně vyšší rychlostí podstatně více kilometrů. Tepelná izolace budov snižuje ztráty tepla, ale současně roste obytná plocha bytů stále více přetápěných v zimě a klimatizovaných v létě. Roste energetická náročnost výroby běžně používaných materiálů a výrobků. Potřeba energie na ručně řezané dřevo a lomový kámen nepřevyšuje 1 MJ.kg⁻¹. Výroba speciálních druhů oceli spotřebovává 50 MJ.kg⁻¹, většina plastů 100 MJ.kg⁻¹, výroba hliníku cca 200 MJ.kg⁻¹ a ještě nákladnější jsou kompozitní materiály a například polovodiče spotřebují více než 1 GJ.kg⁻¹. Energetická potřeba na výstavbu ručně budovaného dřevěného domu představuje 10 MJ.kg⁻¹, pro moderní automobil je to kolem 100 MJ.kg⁻¹ a výroba letadel, nebo počítačů spotřebovává nejméně 300 MJ.kg⁻¹. A rostoucí populace obyvatel rozvíjejících se zemí si přirozeně přeje ten uživatelský komfort, ten energetický blahobyt, který si užíváme a s nímž jsou seznamováni prostřednictvím televize a internetu, vychutnat taky, usilovně se snaží a v průběhu příští generace to podle odhadů povede k navýšení globální spotřeby energie o 25 až 30%.

Růst spotřeby energie je přírodní zákon, který žádný parlament, komise, či výbor nemůže zneplatnit. Ke konci 19. století byla v průmyslové Anglii roční spotřeba energie na obyvatele cca 100 GJ a pocházela převážně z uhlí. O století později to bylo ve vyspělých evropských zemích 170 GJ a vedle uhlí se používala ropa a zemní plyn. Na počátku 21. století to bylo v nejvyspělejších zemích již přes 300 GJ a v nabídce zdrojů měla své pevné místo také jaderná energetika. Za necelých tři sta let se spotřeba energie více než ztrojnásobila a bylo to vyvoláno mohutným průmyslovým rozvojem, který, aniž by k tomu byl tlačěn výzkumnými granty, dbal na snižování energetické náročnosti výroby a na zvyšování účinnosti transformace energie, která se tak od roku 1900 zvýšila zhruba trojnásobně. Prostě se to vyplatilo. Exponenciálně rostoucí spotřeba energie vyvolává otázky o životnosti zásob energetických surovin a zákonitě



vede k úvahám o energetické budoucnosti. Zájem se logicky a zodpovědně také soustřeďuje na dosud málo využívané, tzv. netradiční zdroje, jejichž kapacita na první pohled vypadá jako nevyčerpatelná a obrovská. Energie slunečního záření dopadajícího na Zemi je přinejmenším o čtyři řády vyšší, než světová produkce energie, která dnes činí cca 14 TW. Tento tok nabízí k využití energetickou hustotu v řádu stovek $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ (globální průměr je zhruba $170 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$) a případné zvýšení účinnosti transformace technickou inovací může přinést navíc pouze desítky $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$. Energetická hustota toku ostatních obnovitelných zdrojů je o tři řády nižší, než energetické toky, využívané v současnosti. (Slunce je primární zdroj energie planety!) Solární energetika je z principu fixována na konkrétní místo na zemském povrchu a poskytovaný výkon je rovněž z principu náhodný, stochastický a to je její největší slabina, neboť se očekává, že bude schopna dodávat elektřinu do vyspělého systému, vyžadujícího výkonově stálou a spolehlivou dodávku podle potřeb moderní průmyslové, komerční a občanské infrastruktury.

Optimisticky nadsazené odhady hovoří o maximálně využitelném potenciálu větru 10 TW, mořských vln 5 TW, hydroelektráren 2 TW a 1 TW přidělují ostatním zdrojům. Uvedená čísla představují maxima možného a skutečné ekonomicky a environmentálně realizovatelné přínosy budou pouze jejich zlomkem. Jediným dalším přírodním zdrojem, jehož celková kapacita převyšuje globální spotřebu, je biomasa, jejíž potenciál je téměř pětikrát větší. Jenže až 40 % biomasy slouží jako zdroj potravy a krmiva, včetně dalších účelů a současně je nezbytná při recyklaci organické hmoty v půdě. Zvyšování podílu biomasy pro energetické účely může proto nenapravitelně ohrozit ekosystém planety. Využívání obnovitelných zdrojů, byť efektivnější, proto neumožní ukončit éru karbonské energetiky. Důvody jsou zřejmé. Reálné možnosti všech obnovitelných zdrojů dohromady jsou menší, než současná spotřeba a žádný z nich není schopen zajistit spolehlivou a stálou dodávku výkonu podle aktuálních potřeb.

Ekonomickou vyspělost zemí lze poměrně spolehlivě hodnotit podle spotřeby energie, připadající na jednoho obyvatele. Tento fakt je často používán jako argument, prokazující energetickou bezohlednost vyspělých zemí. Ano jednotlivé regiony a země se skutečně historicky nevyvíjely ani současně, ani stejným tempem a dokonce ani stejným směrem, současně však historie nenabízí ani příliš příkladů ohleduplného chování rozvíjející se (tj. posilující se) země ke svým sousedům. Všichni se chtějí mít lépe, tak prostě funguje svět. A tak je na počátku 21. století v nej-

chudších (a nejlidnatějších) oblastech světa spotřeba energie 0,5 GJ na obyvatele, zatímco v těch nejvyspělejších zemích je to až 330 GJ. Vyšší míra spotřeby energie nepřináší jen lepší materiální zabezpečení, ale také obecně lepší životní podmínky obyvatel, neboť kupříkladu snižuje dětskou úmrtnost, prodlužuje průměrnou délku života, anebo měřeno moderními agregátními parametry zvyšuje hodnotu Indexu lidského rozvoje a vytváří podmínky pro posilování politické svobody. Závislost všech uvedených parametrů na individuální spotřebě energie má výrazně hyperbolickejší charakter a ve všech případech se charakter křivky strmě mění při hodnotách zhruba 50 - 60 GJ na obyvatele, což je považováno za hranici, umožňující uspokojivé životní podmínky. Studie, zabývající se těmito otázkami se shodují v názoru, že pro zabezpečení dobré kvality života v současné bohaté západní společnosti je dostatečnou energetická potřeba zhruba 110 GJ na obyvatele a že se její navyšování z pohledu uvedených parametrů dále příliš významně neprojevuje.

Nejvyšší individuální spotřebu energie mají Spojené státy a Kanada, cca 330 GJ na obyvatele, zhruba poloviční, 170 GJ pak vyspělé evropské země a Japonsko a světový průměr je 65 GJ. V těchto číslech je založeno na budoucí střety, je v nich však také obsažena jistota dalšího rozvoje, protože svět nemůže být šedivý už jen proto, aby se rozvíjel. A protože nežijeme v růžovém sadu, ale spíše v džungli, bude energetika ve smyslu zajišťování a uspokojování energetických potřeb společnosti vyžadovat narůstající pozornost.

Shrnutí předchozího je prosté: (1) Ekonomický rozvoj zvyšuje spotřebu energie a individuální potřeba je spolehlivým měřítkem životní úrovně. (2) Očekávaný vývoj populace spolu s technickým rozvojem bude posilovat „hlad po energii“, který už ani v současnosti nelze globálně uspokojit využíváním netradičních zdrojů. (3) Konec karbonské ekonomiky není reálným řešením současných globálních energetických problémů.

Obyvatelé země Mitannu byli malé postavy a jejich ženy byly krásné a půvabné a jejich děti byly jako loutky. ...Starali se především o jídlo, které jedli a které připravovali rozličnými podivnými způsoby, a trávili svůj čas zkoušením nových rouch a střevíců se zahnutou špičkou a vysokých klobouků a pečlivě vybírali své šperky... Avšak mé srdce bylo těžké, když jsem na ně hleděl a byla-li pravda, co povídali o zemi Chatti, pak jejich vlastní země byla ztracena. (Mika Waltari: Egyptán Sinuhet)



Emocionální plány evropské bezuhlíkové energetiky hodlají v nepříliš vzdálené budoucnosti přeorientovat dnešní uhlíkovou energetiku na obnovitelné zdroje. Těm plánům chybí racionální porovnání energetických potřeb a možností obnovitelných zdrojů, a pokud se v úvahách vynoří problém jejich náhodného výskytu versus spolehlivost dodávky, dozvíme se, že řešením budou chytré sítě a akumulace elektřiny. Víze totální energetiky z obnovitelných zdrojů je jistě krásná, stejně krásná jako komunismus a stejně tak nenaplnitelná. Při současné úrovni technických znalostí je silně pochybné, zda by obnovitelné zdroje byly vůbec kapacitně schopné zajistit veškerou spotřebu (která navíc s ekonomickým rozvojem roste). Nejprve je však zapotřebí zabývat se jejich živelností, tj. proměnlivostí v čase a výkonu. Pro zajištění spolehlivé dodávky, bez níž si nelze moderní společnost představit, by bylo zapotřebí přebytky elektřiny uložit a mít je k dispozici při nedostatku. To mají zvládnout baterie a právě tady je kámen úrazu, srovnává se nesrovnatelné. Potřebám sítě kapacitně odpovídajícími akumulátory jsou dnes pouze přečerpávací vodní elektrárny a jako měřítko kapacitních možností obou vzpomenutých akumulátorů se nabízí srovnání přečerpávací elektrárny Dlouhé stráně (PEDS) s akumulací do standardních autobaterií: PEDS má nainstalovány dvě turbíny, tj. 2 x 325 MW a obsah horní nádrže umožňuje 6 hodin provozu, což představuje 3,9 TWh elektřiny. Průměrná kapacita dvanáctivoltové autobaterie osobního vozu je 50Ah a tak by k úplné náhradě PEDS bylo zapotřebí použít cca 6,5 mil. autobaterií. Skóre ve prospěch autobaterií by vylepšily moderní lithiové baterie, určené pro elektromobily. Zde zatím vede Tesla, která se chlubí baterií s kapacitou až 85 kWh. Těch by bylo zapotřebí necelých padesát tisíc, dosud však neexistují.

Elektromobily jsou vůbec častým argumentem v úvahách o akumulaci přebytků elektřiny v distribuční síti a zapomíná se přitom na jejich nezbytnou následnou distribuci. Pomineme-li již vzpomenutý rozdíl v kapacitách je naprosto nezbytné připojení elektromobilů k síti v době akumulace i vybíjení baterií (lze to zajistit ve městech?), ale klíčovou slabinou zůstává kritický nedostatek elektromobilů. V České republice je zaregistrováno necelých tisíc elektromobilů, což při celkovém počtu osobních automobilů něco málo přes 5 milionů představuje podíl zhruba dvě desetiny promile. Převážnou většinu z nich vlastní nejrůznější instituce, které tím především prokazují, že jsou zelené. Tudy zřejmě cesta k vyrovnávání kolísavého výkonu obnovitelných zdrojů nepovede.

Výkon, přenášený distribuční sítí ČR kolísá v průběhu roku zhruba v rozpětí 5 až 11 GW. Je to vyvoláno požadavky spotřeby a je v tom také zahrnuta dodávka z fotovoltaických elektráren s celkovou instalovanou kapacitou zhruba 2 GW, které (pomineme oblačnost!) fungují pouze ve dne. Tato čísla naznačují, o jaké výkony a jaké množství energie se ve skutečnosti jedná. Intenzivní výzkum a vývoj vysokokapacitních baterií dospěl k nabídce několika typů baterií, či akumulátorů elektřiny, fungujících na chemických, mechanických a elektrotechnických principech. Kapacitou nejvíce vyhovují potřebám distribuční sítě s obnovitelnými zdroji sodíkové (NAS) baterie, vyvíjené v Japonsku již od 80. let. (www.ngk.co.jp) Komerčně dospělá technologie již byla ve světě instalována v celkové kapacitě stovek megawatt, vyrábí se v jednotkách řádu MW, provozní teplota je cca 3000 °C, umožňuje dobu vybíjení až 10 hodin. Orientační cena technologie je zhruba 8000 Kč/kWh kapacity. Další typy „chemických“ baterií se snaží těmto parametrům více, či méně úspěšně přiblížit, setrvačníky a ultrakondenzátory poskytují značné výkony, ale pouze krátkodobě.

Se znalostí věci si nelze představit moderní energetiku, postavenou pouze na obnovitelných zdrojích bez citelného snížení kvality života. Reálné jsou představy pestřejšího a chytrého energetického mixu, v němž se budou relace jednotlivých zdrojů určovat podle lokálních podmínek, možností a potřeb a jehož bilanční rovnováhu budou udržovat moderní výkonově flexibilní fosilní zdroje. Jen obtížně si lze představit, jak tento složitý systém řídí chytrá síť. Především jsou potřební chytrí lidé a těch nebude nikdy dost. Konec fosilní energetiky je mýtus a mýty nelze vyvrátit poukazováním na zdravý rozum. Doufejme, že nebudeme jednou výsledky experimentu „bezuhlíková energetika“ ověřovat metodou pokus - omyl.



Ve veřejných debatách převládá názor, že prvořadým hlediskem při hodnocení kterékoliv lidské činnosti je její vliv na životní prostředí. Ptát se pak, kdo je jeho největším znečišťovatelem, je zcela zbytečné. Je jím přece energetika a všichni to vědí. Lidé v elektrárnách a teplárnách však nevyrábějí elektřinu a teplo pro vlastní potěšení, to by se nejspíš věnovali něčemu jinému, ale poskytují neocenitelnou a většinou nedoceňovanou službu společnosti tím, že zajišťují v množství i čase dostatek energie pro všechny činnosti, které společnost vykonává. O tom, že tuto službu berou vážně a zodpovědně, svědčí až dosud spolehlivé zásobování elektřinou a teplem navzdory současné málo srozumitelné energetické politice.

Metodika Mezinárodní energetické agentury vyjmenovává celkem šest oborů národní ekonomiky podílejících se na spotřebě energie. Jsou to (v závorce je uveden přibližný podíl na celkové spotřebě v ČR): zpracovatelský průmysl (40%), stavebnictví (2%), zemědělství (3%), doprava (21%), služby (12%) a domácnosti (22%). Vyjmenované obory jsou podstatou moderní společnosti, jejímž základem je spolehlivá a dostupná energie. Není přitom divu, že je na prvním místě zpracovatelský průmysl. Jsme přece průmyslový stát. Uvedené podíly na spotřebě současně udávají jejich podíly na znečišťování životního prostředí. Nejvýznamnějšími znečišťovateli jsou tedy zpracovatelský průmysl, doprava a domácnosti a rozhodně k nim nepatří energetika, která je „pouze“ regulovaným (!) poskytovatelem energie pro aktivity všech ostatních. Je však oblíbeným a trpělivým otloukánekem.

Znečišťování životního prostředí se stalo mantrou, zneužitelnou při kterékoliv debatě o vztahu člověka a přírody. Vcelku oprávněně, neboť člověk již samotnou svou existencí přírodu ovlivňuje a přetváří. Přetvářet však neznamená devastovat. Slovy Václava Cílka jde o to, abychom „Zničili jednu krásnou krajinu, ale na jejím místě vytvořili jinou krásnou krajinu“. Je přece srozumitelné, že se nelze vrátit zpět do stavu před jedním, či dvěma staletími. Všeobecně očekávaný rozvoj civilizace spolu s rostoucí populací to prostě neumožní. Slušné a poctivé je minimalizovat negativní vlivy a jedinou cestou je technický rozvoj. Ten se však dnes z velké části zaměřuje na využívání obnovitelných zdrojů, snižování emisí oxidu uhličitého a další podobná, politicky protěžovaná témata. To podstatné, zatím stále dobře a spolehlivě fungující karbonská energetika, ustupuje zvolna do pozadí, přestože stále zajišťuje podstatnou část energetické spotřeby a vyčerpání zásob jí ani zdaleka nehrozí a jedním z vážných důsledků tohoto stavu je klesající odborná vzdělanost.

Energetika došla na rozcestí a zřejmě se vydává málo známou a neprošlapanou cestou. Přínejmenším zde v Evropě. Bude zapotřebí, aby na tuto změnu kurzu reagovaly všechny v úvodu zmíněné obory, ať již ve věci snižování energetické náročnosti, tak i ve výzkumu a vývoji moderních energetických zdrojů, efektivních, spolehlivých a přijatelně zelených. To druhé je záležitostí energetického strojírenství, které je dnes poznamenáno nejistotami evropské energetické koncepce, na druhé straně však nabízí tato situace mnoho zajímavých příležitostí pro uplatnění technických znalostí a výrobních dovedností. Při hledání vhodných témat je zapotřebí slétnout zpátky na zem, oprostít se od nereálných vizionářských myšlenek, vzít na vědomí jak běží svět a uplatňovat vlastní názor. Nebylo to nikdy snadné a není to snadné ani dnes v prostředí dotacemi deformovaného trhu a v době, kdy nad energetickou potřebností stojí vypjatá starostlivost o životní prostředí.



Statistické údaje o hrubé výrobě elektřiny v České republice v roce 2015 (mpo.cz) hovoří jednoznačně: z celkového množství necelých 84 TWh bylo zhruba 51 % vyrobeno z uhlí, 32 % v jaderných elektrárnách, 11 % pochází z obnovitelných zdrojů a zbytek připadá na vše ostatní. Jednotlivé zdroje energie jsou ve zmíněné tabulce přehledně uvedeny a jejich výčet ukazuje, že se záměr racionálně a efektivně využívat všechny dostupné zdroje naplňuje. Pochybnosti o oprávněnosti uvedených dat vyvolávají údaje o výrobě elektřiny z vodních zdrojů: malé elektrárny vyrobily 1,02, velké 0,77 a přečerpávací 1,28 TWh, přičemž celková výroba z vody je dána součtem těchto tří údajů, 3,07 TWh. Něco tady nehraje. Klasické vodní elektrárny elektřinu vyrábějí, zatímco přečerpávací již dříve a jinak vyrobenou elektřinu akumulují a uvedených 1,28 TWh je proto v bilanci zahrnuto dvakrát. Je to sice jednoduchá administrativní cesta jak zvýšit podíl obnovitelné elektřiny v energetickém mixu, ovšem nepřilíš seriózní. Nicméně jde pouze o statistiku.

Bilance výroby elektřiny nabízí úvahy o naplňování klimaticko-energetické politiky EU, jejímž cílem je výrazně se přiblížit do roku 2050 představě nízkouhlíkové energetiky snížením produkce skleníkových plynů (prioritně oxidu uhličitého) o 80 až 95 %. Cesty k dosažení tohoto cíle by měly vést přes posílení role obnovitelných zdrojů a zvýšení energetické efektivity v celém řetězci od výroby až po spotřebu, tedy snížením energetické náročnosti. Pošetilé myšlenky o snižování spotřeby při zachování trvalého ekonomického rozvoje jsou (snad) zapomenuty a zbývá pouze tradiční cesta uplatňování výsledků výzkumu a vývoje, jak tomu bylo v celé moderní historii. Nabízí se však otázka jak se na potřebném posílení výzkumně-vývojových aktivit podepíše dotační politikou deformovaný energetický trh a jak a jakým způsobem účinně prostřednictvím dotací nasměrovat vývoj ke zvýšení energetické efektivity a posílení energetické nezávislosti.

Obnovitelnými zdroji energie naše země příliš neoplývá a jejich využívání má díky jejich nízké energetické hustotě své přirozené limity. Podle pojednávaných statistických údajů je zde největším využívaným obnovitelným zdrojem Slunce (2264 GWh) následované biomasou (2090 GWh), vodou (1790 GWh – po odečtení přečerpávacích elektráren) a větrem (572 GWh). Roční využití instalovaného výkonu je u těchto zdrojů s výjimkou biomasy nízké, což vyplývá z podstaty věci. Vzhledem k opodstatněnému zájmu o akumulaci energie stojí za pozornost, že biomasa představuje přirozený akumulátor sluneční energie použitelné, na rozdíl od Slunce, vody či větru, v případě potřeby kdykoliv. Navýšit domácí výrobu z obnovitelných zdrojů na

úroveň, požadovanou klimaticko-energetickou politikou EU, bude stále obtížnější. Nejvhodnější lokality již byly vybrány a dále to může být jen horší, přirozená omezení jsou dána vyšší produkcí biomasy, množstvím dešťových srážek a nedostatkem lokalit, vhodných pro umístění fotovoltaických panelů a větrných elektráren a ve všech případech je výroba závislá na počasí, tedy je náhodná. A elektřinu zatím stále v potřebné kapacitě ukládat nedokážeme.

Nadšení z obnovitelných zdrojů, zdá se, pozvolna vychladá. Nedá mi, abych závěrem citátem z časopisu ABC (1960) nepřipomněl dávno podobné nadšení z komunizmu: *“Budovatelé komunizmu v Sovětském svazu i u nás budou mít k dispozici moderní automatizované závody, zvládnou zemědělské práce průmyslovým způsobem, budou pracovat šest hodin denně. V té době proniknou hluboko do tajů vesmíru. To všechno se promítne do každodenního života. 250 milionů tun oceli ročně, hojnost všech prostředků, městská doprava zdarma, bezplatné stravování ve školách a závodních jídelnách, bydlení v prostorných bytech bez nájemného, levné nebo bezplatné turistické základny atd. To není začátek fantastické povídky, to je reálný program Komunistické strany Sovětského svazu, o kterém píše, mluví a přemýšlí celý svět. Bledne sláva kapitalistické techniky a výroby. Vždyť za deset let předstihne SSSR Spojené státy americké dvaapůlkrát a v roce 1980 bude jeho náskok sedminásobný. Je krásné žít v takovém světě!”* No, Ameriku jsme už u nás v EU také doháněli a předháněli, tak teď pojďme na tu bezuhlíkovou energetiku.

Nahradit výrobu více než 40 TWh elektřiny z uhlí obnovitelnými zdroji, k tomu je nutno přidat uhlíkatá kapalná a plynná paliva pro vytápění a dopravu, i když až do roku 2050 a jen z cca osmdesáti procent je nepředstavitelné zadání. Z historie energetiky je znám podobný případ počátečního nadšení, když v roce 1954 sdělil předseda americké Komise pro jadernou energetiku veřejnosti, že jejich děti budou ve svých domovech používat elektrickou energii, která bude tak levná, že náklady na měření spotřeby budou vyšší než její cena. Po fázi počátečního nadšení vždy následuje fáze vystřízlivění. Já bych uhlíkovou energetiku zachoval.





Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
VÝZKUMNÉ ENERGETICKÉ CENTRUM

17. listopadu 15/2172
708 33 Ostrava-Poruba

<http://vec.vsb.cz>
e-mail: vec@vsb.cz
tel.: +420 597 324 285



Energetické zamyšlení po druhé

prof. Ing. Pavel Noskievič, CSc.
pavel.noskievic@vsb.cz