

ENERGETICKÁ PRVOUKA

Pavel Noskivič



Energetická prvouka



Pavel Noskievič

Prvořadou potřebou každé společnosti je dostupná energie, a ta, má-li sloužit současné moderní energeticky náročné společnosti, musí také být spolehlivá. Lidská společnost je na dostupnosti energie životně závislá. Primárně i sekundárně. Primární závislost lze objasnit odkazem na definici „Energie je schopnost konat práci“, což znamená, že bez energie nejsme schopni nic dělat. Sekundární závislost souvisí s ekonomikou a říká, že bez spolehlivé a dostupné energie není možné zachovat současný stav, natož pak očekávaný a často nezbytný vývoj. O tom, jak dostupnost energie ovlivňuje hospodářství, nejlépe svědčí civilizační rozvoj po průmyslové revoluci, kdy byly do té doby dominantní přírodní zdroje energie (dnes jim říkáme obnovitelné) doplněny o energii získávanou z uhlí, posléze z ropy, zemního plynu a uranu. Koncem 19. století byla v průmyslové Anglii roční spotřeba energie na obyvatele cca 100 GJ. O století později to bylo ve vyspělých evropských zemích 170 GJ a na počátku 21. století v nejnáročnějších zemích již přes 300 GJ. Za necelých tři sta let se spotřeba energie více než ztrojnásobila. Vzrostl počet obyvatel a výrazně se zvýšil životní standard.

Současné intenzivní politické úsilí o ozelenění světa (především však Evropy) představuje návrat do doby před průmyslovou revolucí, byť s využitím dnešního stavu technické vyspělosti. Energii však nelze vytvořit z ničeho. Energie a práce jsou synonyma a lze jistě očekávat, že se díky technickému pokroku podaří zvýšit její produkci ze zdrojů, využívaných na konci 19. století. V žádném případě však nelze očekávat zachování současné úrovně spotřeby (a také životního standardu) bez fosilních paliv, jejichž světové zásoby jsou našťastí zatím docela vysoké. Toto z pohledu ozelenění světa pesimistické, ale realistické konstatování nejlépe dokládá srovnání potenciální energie vody a chemicky vázané energie uhlí, tedy obnovitelného a fosilního zdroje energie: 30 m³ vody umístěných ve výšce 100 m představuje stejné množství energie jako energie 1 kg kvalitního černého uhlí (30 MJ).

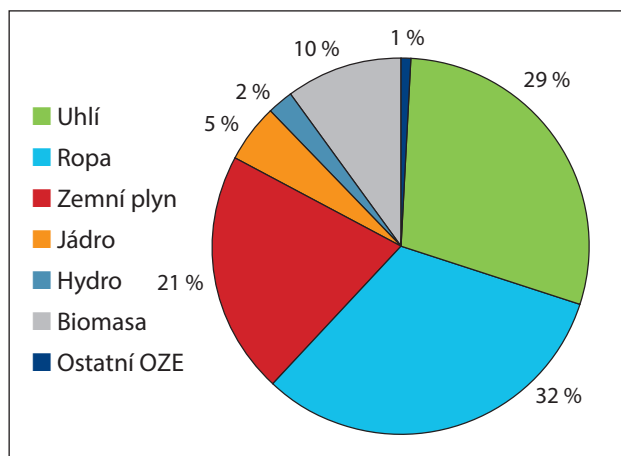
Veřejná vystoupení a rozhodná prohlášení zastánců myšlenek „zelené cesty“ především prokazují, že se tito lidé v energetické problematice příliš neorientují a že jim nedošlo, že úlohou energetiky je uspokojování energetických potřeb lidské společnosti, které trvale rostou. Energetika je komplexní disciplína, jejíž pochopení vyžaduje dlouhodobé studium, doplněné zkušenostmi. Proto jsem se rozhodl nabídnout zájemcům o její zvládnutí stručný a jednoduše formulovaný text, který jsem si pracovním nazval „Energetická prvouka“. Otázkou je, zda argumentace prostými fyzikálními zákony a matematickými pravidly může dojít sluchu i u těch, kteří nad nimi zavírají oči ve jménu ušlechtilých ideálů zeleného světa. Určitě však má smysl pokoušet se o to, ostatně zeměkoule bude zelená i bez nich.

Zamyšlení je rozděleno do celkem tří částí. První z nich se pokouší jednoduchou a nenáročnou formou objasnit význam a úlohu energie v lidské společnosti. Následuje pojednání o zdrojích energie a jejich využívání, které má také za úkol upozornit na to, že energie je nadmíru vzácná a významná komodita a zaslouží si tu nejvyšší péči. Protože je vždy zapotřebí transformovat energii prvotního zdroje na formu prakticky použitelnou, následuje pojednání o efektivitě takových transformací, která pro mnohé překvapivě není tak vysoká, jak by v 21. století, které bylo vítáno jako století efektivity, očekávali. A je třeba dodat, že nejen všechny ztráty při transformaci, ale všechna použitá energie nakonec skončí jako teplo, což nepochybně vzhledem k strmému růstu světové populace a spotřeby energie otepluje prostředí, ve kterém žijeme.

Protože je energie stále vzácnější a všude ve světě roste s civilizačním rozvojem, „hlad po energií“, je zapotřebí s ní racionálně hospodařit. V současné době energetického blahobytu tento požadavek nebude snadné naplnit.

Energie k životu

Život, jak ho známe, by nebyl možný bez energie. Lidské dějiny jsou příběhem postupného objevování zdrojů energie a jejich využívání ke zlepšení života. Energii potřebujeme jako potravu, abychom měli sílu k jakékoliv činnosti, a v dávných dobách bylo zajišťování potravin, jako zdroje síly pro lidi a domácí zvířata, spolu s vytápěním obydlí, prvořadou energetickou potřebou. Poznávání světa postupně zvyšovalo zájem o energii a lidská invence zaměřila pozornost na dostupnou energii přírodních zdrojů, proudící vody a větru. (Energie je hmota



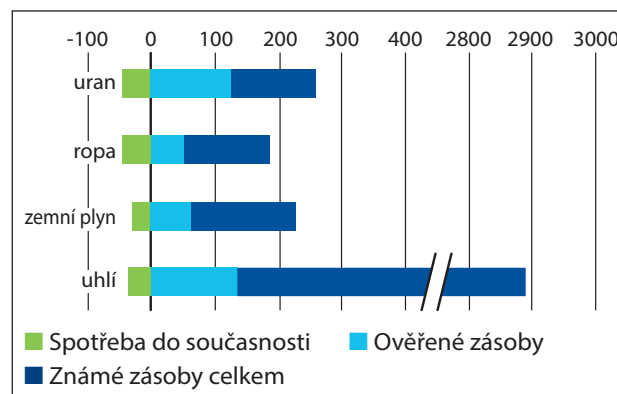
Struktura globálního energetického mixu

(IEA: Energy Outlook)

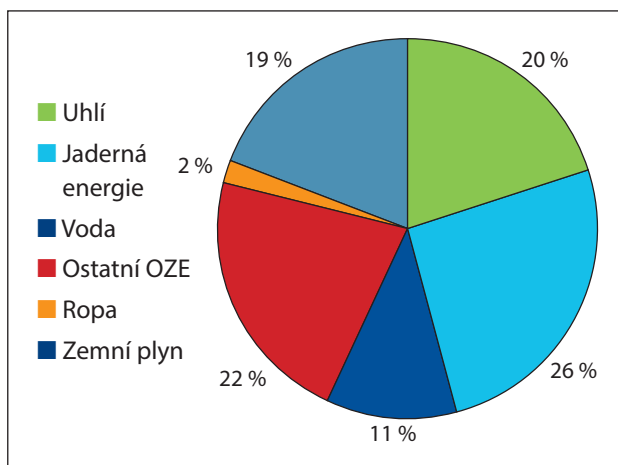
v pohybu.) Lidské možnosti se tím výrazně znásobily, což přispělo ke zvýšení kvality života a k hospodářskému rozvoji. Zásadní změnu však přineslo až dění známé jako průmyslová revoluce. Na počátku stálo zjištění, že to černé kamení docela dobře hoří a dává více tepla než do té doby používané dřevo, a spolu s novinkou, parním strojem, zde byl k dispozici „úžasný síly zdroj“. A svět se začal rychle měnit. Energie, potřebné k hospodářskému rozvoji, bylo kdykoliv k dispozici do té doby nebyvalé množství, a když to bylo málo, stačilo přikopat více uhlí. Bylo ho dost. Efekt mocného zdroje síly byl vzápětí posílen objevem elektromagnetismu, který umožnil přenos vyrobené elektřiny do míst spotřeby, a tak spalování uhlí (včetně dalších fosilních paliv) spolu s produkcí elektřiny nastolilo nový trend rozvoje energeticky vysoce náročné civilizace, zahrnující v různé míře celou planetu. Díky tomu dnes žijeme v období energetického blahobytu, který ve vyspělejších zemích považujeme za samozřejmost, zatímco obyvatelé rozvíjejících se zemí o takovém stavu sní a usilovně se o něj snaží. Průměrná roční spotřeba energie obyvatele planety byla na přelomu tisíciletí zhruba 65 GJ, což představuje více než trojnásobek spotřeby na počátku průmyslové revoluce. Planeta rozkvétá, stále více se ozeleňuje a žije se zde lépe než kdysi. Jenže blahobytný způsob života poskytuje lidem zejména v těch hospodářsky nejsilnějších zemích příležitost dávat prostřednictvím médií najevo svou nespokojenost. Je to přirozené, s dosaženým stavem nejsme nikdy spokojeni, vždycky bychom se rádi měli trochu lépe. A tak si stěžujeme, že ty komíny kouří, auta jsou hlučná, práší a je jich moc atd. Nepochybně se v dávné historii podobně ozývali odpůrci vodních kol a větrných motorů, jsou však již zapomenuti. (Nebyla doba informatiky.) Statistické údaje dokládají, že od doby průmyslové revoluce trvale a strmě roste počet obyvatel planety a současně s ním také spotřeba energie. Nejvíce roste spotřeba elektřiny, její univerzálnější a nejžádanější formy. Ekonomickou úroveň země lze spolehlivě a jednoznačně posoudit podle dosahované roční spotřeby energie,

připadající na jednoho obyvatele. Dnes se má za to, že úroveň 60 GJ zajišťuje uspokojivé životní podmínky a 110 GJ garantuje dobrou kvalitu života. Současně s růstem spotřeby energie se zlepšuje kvalita života, prodlužuje se jeho průměrná délka, klesá dětská úmrtnost, prostě se díky využívání dostupných zdrojů planety žije lépe. K zajištění života již není zapotřebí vydávat veškeré síly, neboť je k dispozici značné množství energie, která s tím pomůže. A přirozeně se objevují škarohlídské myšlenky o vyčerpání zdrojů a devastaci planety. Není to nic nového, kdysi dávno s tím začal Thomas Malthus. Skutečnost je taková, že člověk využívá všechny dostupné zdroje z nabídky ke zlepšení života, a občasná vyjádření o tom, že člověk je největším škůdcem planety, jsou krátkozraká. Je to otázka priorit. Proti Malthusovu vyčerpání zdrojů postavil Julian Simon „Největší bohatství“ lidstva, kterým je člověk, jeho invence, tvořivost a zkušenosti. Pokud jde o budoucí vyčerpání zdrojů, je na místě připomenout, že vůbec netušíme, jaké zdroje se budou v budoucnu využívat.

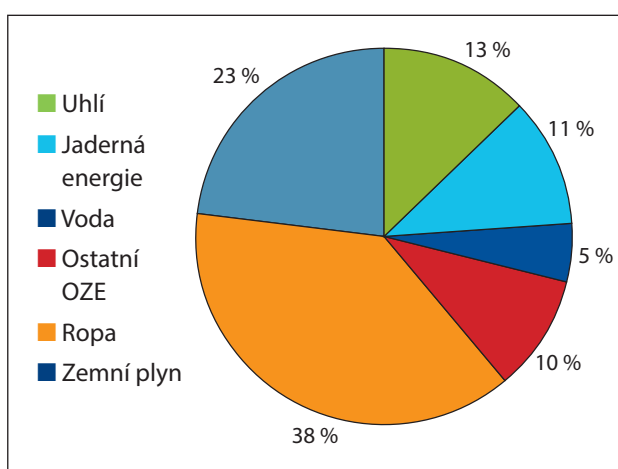
Snaha prosadit evropské úsilí o ozelenění světa je ve svých důsledcích nebezpečná. Podíl obnovitelných zdrojů na globální produkci elektřiny je necelých 30%. Z toho 16% pochází z hydroelektráren, 6% z větrných elektráren, mírně přes 3% poskytují solární zdroje a zbytek zajišťují biopaliva a geotermální zdroje. Využívání pouze obnovitelných zdrojů by navrátilo společnost spotřebou energie do počátků průmyslové revoluce, kvalitou života i hospodářsky. A nejde jen o sumární bilanci. Energetický blahobytný nás naučil, že energii, a elektřinu zvláště, máme k dispozici, kdykoliv ji potřebujeme. Jednoduše řečeno: „elektřina je přece v zásuvce.“ Jenže obnovitelné zdroje nejsou k dispozici kdykoliv. Solární elektrárna nedodává elektřinu v noci, a když je zataženo, taky toho moc nevyrobí. S větrem a tekoucí vodou je to podobné. Výstižnější by bylo říkat jim občasné zdroje energie. Energetický blahobytný nás naučil, že energie je k dispozici v kteroukoliv dobu a vždy v potřebném množství. Propagátoři šťastných zelených zítřků by si měli uvědomit, že fosilní paliva představují akumulovanou a kdykoliv podle potřeby použitelnou energii. Sluneční záření ani vítr akumulovat k produkci elektřiny



Životnost zásob fosilních paliv (IEA)



Podíl primárních zdrojů energie na produkci elektřiny EU (Elektroenergetický mix)
(Zdroj: BP Statistical Review of World Energy)



Podíl primárních zdrojů energie na celkové spotřebě energie EU (Energetický mix)
(Zdroj: BP Statistical Review of World Energy)

neumíme a ani s vodou to není tak jednoduché. Plnohodnotné a spolehlivé využívání obnovitelných zdrojů vyžaduje za současného stavu k zajištění spolehlivé dodávky zvládnutí akumulace elektřiny zhruba 30 % spotřeby, zvládnutí akumulace s nejméně GJ kapacitou. Jejich současné hlasité opěvování s velkou pravděpodobností přinese ve vyhlašovaných termínech zklamání se všemi důsledky, včetně ztráty důvěry. Význam dostupné a spolehlivé energie, která je pilířem moderní společnosti, vyžaduje racionální, a ne emocionální přístup, který by měl zdůrazňovat potřebu nediskriminační energetické politiky, racionálního hospodaření s energií a hledání úspor.

Zdroje energie

Lidské dějiny jsou příběhem postupného objevování zdrojů energie a jejich využívání ke zlepšení života. Historicky nejstaršími přírodními zdroji energie byla tekoucí voda a vítr. Jejich využívání usnadnilo život, poskytlo další sílu k nezbytné práci. Ale teprve poznání předností fosilních paliv nastartovalo prudký rozvoj lidské

civilizace. Energeticky nejhodnotnější složkou fosilních paliv je uhlík, a protože je nejjednodušším a nejspolehlivějším způsobem přeměna (transformace) chemicky vázané energie paliva na prakticky využitelnou formu, uplatnilo se jejich spalování. Spalováním uvolněné teplo lze pak využít k vytápění a k celé řadě technologických procesů, zejména k výrobě vodní páry, schopné pohánět parní stroj či turbínu. Odtud pak vede přímá cesta k výrobě elektřiny. Úspěšné zavedení tohoto principu přineslo nevídaný rozvoj, ale taky intelektuální problémy. Civilizace stále více závislá na energii si přirozeně začne brzy klást otázku, na jak dlouho ty zásoby paliva vydrží. (Zpráva IPCC z roku 2001 „Climat Change Mitigation“ uvedla, že až do té doby bylo spotřebováno zhruba jedno procento známých geologických zásob fosilních paliv a dalších patnáct procent je bez zásadních potíží k dispozici okamžitě.)

Problematiku zásob fosilních paliv lze nejnázorněji představit na příkladu ropy, dnes nejvýznamnějšího fosilního paliva, které se na produkci energie EU podílí 38 %. Počátkem sedmdesátých let byly zveřejněny informace o blížícím se vyčerpání ropných ložisek a jejich životnost byla odhadována na zhruba třicet let. V roce 2000 zásoby vyčerpány nebyly, produkce vzrostla, byla objevena nová ložiska a uplatněním moderních technologií se zvýšila jejich výtěžnost z běžných dvaceti až na čtyřicet pět procent. Vyčerpání známých ložisek není dnes aktuální hrozbou. Z té doby pochází konstatování Leonarda Maugeriho, že reálné problémy, týkající se budoucí produkce ropy, se nachází nad povrchem, a ne pod ním, a pramení z politických rozhodnutí a geopolitické nestability. Z pohledu kategorických soudů o životnosti zásob je poučné, že dodnes neexistuje jednotný názor na původ ropy. Byly zveřejněny pochybnosti o jejím organickém původu a pravděpodobně by mohlo jít o vysokotlakou variantu metanu, tvořící se z uhlovodíků při vysokých tlacích a teplotách, jaké vládou v zemském plášti ve velkých hloubkách.

Spalováním fosilních (uhlíkatých) paliv se uvolňuje do ovzduší oxid uhličitý, jako produkt dokonalého spalování uhlíku. Dnes je veřejně považován za největšího škůdce planety, jejíž současné, velkolepě propagované ozelenění je jádrem evropských aktivit v energetické politice. Cílem je zabránit globálnímu oteplování planety. Pozapomnělo se, že skleníkovému efektu, který je všeobecně uznávanou příčinou oteplování a který je způsobován obsahem tak zvaných skleníkových plynů v atmosféře (zhruba polovinu skleníkového efektu zajišťuje vodní pára, čtvrtinu oxid uhličitý), vděčíme za podmínky vhodné k životu. Bez něj by byla průměrná teplota povrchu planety o více než 30 °C nižší a Země by byla velkou zmrzlou koulí. Voda a oxid uhličitý jsou nezbytné k růstu rostlin, a tak je vlastně oxid uhličitý významnou ingrediencí při ozelenění planety. (Bývá často hodnocen jako hnojivo.)

V historii planety se klima měnilo stále. Změny klimatu přinášely často podstatné geografické, sociální, či

kulturní změny. Klima bylo většinou teplejší, než je dnes, několikrát se však objevila dlouhá období zalednění. Klima planety psalo spolu s lidskou tvořivostí dějiny. Z pohledu klimatu neexistuje a ani nemůže existovat ustálený stav, který by člověk svou činností ničil. Energetický příkon planety ze Slunce převyšuje současnou globální spotřebu energie zhruba o tři řády a za dlouhodobým kolísáním klimatu stojí změny vzájemné pozice Slunce a Země. Lidské působení bude vždy omezené a současné úsilí o opuštění fosilních paliv je krátkozraké. Jeho naplnění by přineslo závažné ekonomické a sociální problémy. Boj s globálním oteplováním je bojem s přírodou, a ten člověk nemůže vyhrát, může se však při něm hodně poučit. Přírodě je člověk lhostejný.

Jak již bylo zmíněno, v průběhu vývoje lidstva byla postupně využívána řada zdrojů energie od rostlinných zbytků a dřeva přes uhlí a fosilní paliva obecně až po uran. Na produkci energie v EU se dnes největší měrou podílí ropa (38 %), následovaná zemním plynem (23 %), uhlím (13 %) a jaderným palivem (11 %) a obnovitelné zdroje přispívají zhruba patnácti procenty. Poněkud jinou strukturu má produkce elektřiny: jaderné palivo (26 %), uhlí (20 %), zemní plyn (19 %), ropa (2 %) a obnovitelné zdroje optimistických 33 %. Primát ropy jako zdroje energie je dán snazší manipulací (ve srovnání s tuhými palivy) a především použitím jejích derivátů v dopravě.

Uvědomění si skutečnosti, že energetický příkon planety ze Slunce je nesrovnatelně vyšší než globální produkce energie, vyvolalo myšlenku na využití energie slunečního záření k produkci dnes nejžádanější formy energie – elektřiny. Na první pohled je to znamenitá myšlenka, má však dvě zásadní slabiny. Nejde pouze o to, že energie slunečního záření již více než čtyři miliardy let ohřívá planetu, zajišťuje cirkulaci vody, stará se o růst rostlin a celkově vytváří podmínky vhodné k životu. Slabina je v nemožnosti realizace, která musí respektovat přírodní zákony, a ty nezruší usnesení žádného parlamentu. Hustota energetického toku slunečního záření limituje možný energetický zisk, a na jeho přeměnu na elektřinu dnes neexistuje dostatečně efektivní technologie, což je druhá slabina.

Při propagaci „zelené budoucnosti“ hraje prim využívání energie Slunce. K nadšení solární elektřinou vede hodnota tzv. solární konstanty, udávající hustotu toku sluneční energie, dopadající kolmo čtvereční metr plochy vnějšího povrchu atmosféry. Její hodnota se v čase příliš nemění, nicméně kolísá a v současnosti se udává 1 366 W.m⁻². Pak už stačí vynásobit tuto hodnotu velikostí povrchu Země. (V období 1960 až 2000 se hodnota solární konstanty zvýšila o „nepatrných“ 1,5 W.m⁻², což představuje zvýšení příkonu planety o necelých 200 TW (0,11 %), a toto množství energie odpovídá zhruba patnáctinásobku globální produkce. Tolik ke srovnání přírodních a lidských sil. Pro další úvahy vyjděme z hodnoty solární konstanty 1 400 W.m⁻². Země obíhá kolem Slunce, a proto je vždy osvětlena pouze polovina povrchu. Celkový příkon planety bude proto určován hodnotou solární

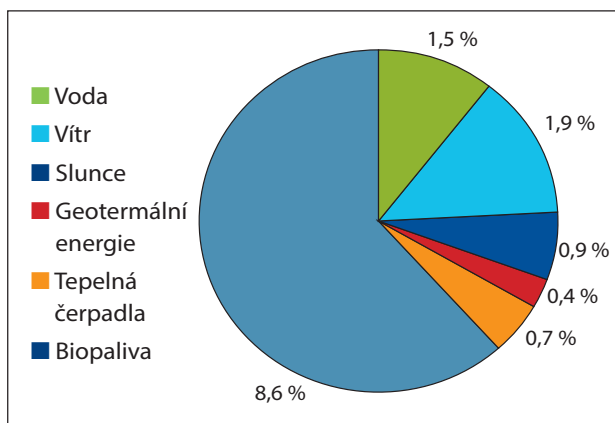
konstanty 700 W.m⁻² a dodávka nebude nepřetržitá, nýbrž občasná. Dále je nutno vzít do úvahy podmínku kolmého dopadu na povrch polokoule. Složitý výpočet snadno nahradíme představou dopadu záření na průmět polokoule, jehož plocha je ve srovnání s plochou polokoule poloviční. Tak se dostaneme na 350 W.m⁻². Atmosféra absorbuje zhruba pětinu procházejícího slunečního záření a asi 30 % se odráží zpět do vesmírného prostoru (albedo), a tak reálný časově průměrný příkon sluneční energie na zemský povrch je cca 170 W.m⁻². (Tato hodnota je geograficky proměnlivá od zhruba 100 W.m⁻² v obvykle málo slunečných severních oblastech po 230 W.m⁻² v prosluněných pouštích.) Tuto energii pak přeměňují na elektřinu fotovoltaické panely, jejichž účinnost se dnes pohybuje kolem 15 %, a tak můžeme očekávat průměrný výkon zhruba 25 W.m⁻², což je poněkud vzdálené výchozí představě.

Pro hrubou kalkulaci parametrů fotovoltaické elektrárny je možné vyjít ze statisticky ověřeného ročního využití instalovaného výkonu. To porovnává skutečnou produkci elektřiny s teoreticky maximální produkcí, vypočtenou za předpokladu, že elektrárna bude v provozu celoročně. Jeho hodnota se v našich podmínkách pohybuje na úrovni cca 11 %. Jeden MW instalovaného výkonu v klimatických podmínkách ČR vyžaduje pro instalaci FV elektrárny plochu zhruba 2 ha. Analýza statistických výsledků tuzemských solárních elektráren vede k závěru, že celoroční průměrná produkce elektřiny z FV elektráren je přibližně 5 W.m⁻². Je to celoroční hodnota a okamžité reálné hodnoty budou v průběhu roku samozřejmě výrazně odlišné a proměnlivé – den/noc, vliv oblačnosti, lokální znečištění ovzduší, znečištění panelů a jejich nasměrování atd. Z uvedených údajů je zřejmé, že solární energetika nedokáže nahradit energetiku fosilních paliv a že ani sluneční energie nedokáže zajistit provoz elektromobilů, jak se často argumentuje. (Posilování elektromobility úspory nepřinese, může jen mírně snížit dovozovou závislost a pouze přesune odpovídající spotřebu z kategorie „energie“ do kategorie „elektřina“. Spotřebu kapalných paliv je schopno, vedle zvýšení ceny paliv, omezit snížením maximální povolené rychlosti, jaké již v dobách energetické krize zavedli v USA, Austrálii, ve skandinávských zemích i jinde. S rostoucí rychlostí spotřeba paliva narůstá, což je obecně známo, přesto se dnes v českém parlamentu diskutuje o zvýšení povolené maximální rychlosti na dálnicích.)

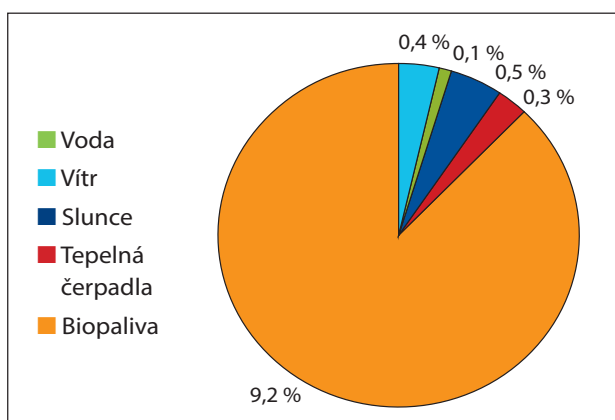
Energii nelze vymyslet, natož pak odhlasovat. Je zapotřebí hledat cesty, jak se vyrovnat s možným nedostatkem, a spolehlivým způsobem, jak napjatou situaci zvládnout, je hledání možností a uplatňování principů racionálního hospodaření s energií, zvyšování efektivity energetického hospodářství.

Energetická efektivita

Význam, jaký má spolehlivá a dostupná energie pro fungování společnosti, vyžaduje, aby s ní bylo nakládáno



Podíl OZE na produkci primární energie EU, (14%)
(Zdroj: Eurostat)



Podíl OZE na hrubé spotřebě energie ČR, (10,5%)
(Zdroj: Eurostat)

hospodárně. Jenže lidská společnost se málokdy chová racionálně, a tak není divu, že je období energetického blahobytu málo energeticky hospodárné. Je to do jisté míry pochopitelné. Energie je přece všude dost, stát garantuje cenu i dodávku, život s dostatkem energie je příjemný, a tak je hospodárné nakládání s energií málo zajímavým tématem. Existuje evropská směrnice o energetické účinnosti, snažíci se situaci zlepšit a apelující na potřebu zvýšit energetickou účinnost státu, její český text (a stejně tak související politické proklamace) je však nesrozumitelný díky záměně energetické účinnosti a hospodárnosti. Oba tyto pojmy nakonec míří ke snižování spotřeby energie, jenže zatímco účinnost je záležitostí techniky, hospodárnost se týká ekonomiky. Jak se tyto pojmy navzájem proplétají, ukazuje ilustrativní příklad hodnocení uhelné energetiky, tedy produkce elektřiny z uhlí. (Postup úvah a hodnocení lze použít pro kterékoliv fosilní palivo.)

Výtěžnost hlubinného ložiska uhlí je 40% (vytěží se necelá polovina ložiska, důvody jsou převážně ekonomické, tj. těžba je náročná a nevyplácí se), energetické náklady na úpravu a transport paliva představují 7% jeho energetického obsahu (uhlí je zapotřebí dopravit z místa těžby do elektrárny a před spalováním ho upravit), účinnost transformace energie (elektrárny) 35%, přenosové ztráty

(tj. ztráty v rozvodné síti) 10% a transformace elektřiny na žádanou formu energie včetně ztrát při konečném využití 60%. V tomto hypotetickém případě je využito zhruba 7% energie obsažené v ložisku. Některé z uvedených ztrát představují problematiku čistě technickou, jiné zase ekonomickou či uživatelskou. Podrobný rozbor všech jednotlivých ztrát ukazuje, jakou pozornost je zapotřebí věnovat jednotlivým dílčím procesům, které si zaslouží pozornost výzkumu a vývoje. Takto zaměřené analýzy se dějí nepřetržitě již od počátků průmyslové revoluce, a díky nim máme spolehlivou a dostupnou dodávku energie z fosilních zdrojů a žijeme v energetickém blahobytu. Současný stav však nemůžeme, už jen s ohledem na rostoucí energetické potřeby společnosti, považovat za konečný, výzkum a vývoj fosilní energetiky musí pokračovat, neboť pouze známé zásoby fosilních paliv svou kapacitou garantují pokračování civilizačního rozvoje. Z tohoto pohledu je současné ozelenění Evropy budoucí hrozbou, neboť zpomalí a pozastaví potřebný výzkum a vývoj moderních a akceptovatelných technologií. Samotná fosilní paliva za negativní vlivy na životní prostředí nemohou. Jsou to používané technologie, a ty bude zapotřebí inovovat a změnit, jenže v současném prostředí ozeleňování se projekty takto zaměřené nemohou úspěšně prosadit.

Účinnost transformace energie, tj. míra využití do procesu vložené energie, vyjadřuje, jakou část vložené energie se podařilo přeměnit na žádanou konečnou formu. Je to jednoznačně technická záležitost a v průběhu doby se účinnost uhelných elektráren zvýšila z původních jednotek procent v počátcích rozvoje průmyslové energetiky až na zhruba čtyřicet procent. Došlo k tomu díky technickému rozvoji a cílem bylo snížit spotřebu paliva na vyrobenou jednotku elektřiny a snížit palivové náklady provozu. (Samozřejmě platí, že zvýšení účinnosti rovněž snižuje měrnou produkci oxidu uhličitého. Spálí se méně uhlíku.) Časem se z účinnosti stalo zaklínadlo a argumentuje se jí často bez pochopení podstaty věci. A tak se dnes mluví o zvyšování energetické účinnosti státu, ovšem ve smyslu energetické hospodárnosti, a existuje jeden parametr, který umožňuje poměřovat spotřebu energie a ekonomické výsledky státu. Je jím energetická náročnost ekonomiky, která porovnává množství spotřebované energie s vytvořeným hrubým domácím produktem, tj. jaké množství energie se spotřebovalo na vytvoření jednotky HDP.

Transformace energie paliva na požadovanou formu energie zahrnuje parametr, který úzce souvisí s účinností procesu, je však zaměřen na samotné palivo, na proces jeho spalování v ohništi – využití energie paliva. Jestliže se všechno palivo dokonale spálí, lze očekávat, že byla energie paliva zcela využita a přeměněna v teplo. Uvolnilo se množství tepla odpovídající jeho výhřevnosti, efektivita provozu však vyžaduje maximální využití tohoto tepla v celém procesu transformace. A zde existují omezení, daná fyzikálními zákony. Při průchodu páry turbínou klesá její teplota, ale na konci turbíny to stále

musí být pára, která stále obsahuje jisté množství tepla (výparné teplo). Jednou z cest, jak toto ztracené teplo využít, je produkce tepla, a soustava pak produkuje současně elektřinu a teplo – kogenerace. Principu kogenerační výroby lze nejnázne porozumět na příkladu kogenerační jednotky se spalovacím motorem. Motor pohání generátor a vyrábí elektřinu, chlazení motoru produkuje horkou vodu k vytápění a ohřevu. Využití ztrát zvyšuje celkovou účinnost zařízení a dokáže lépe využít energii paliva. Kogenerační provoz umožňuje současně vyrábět (a prodávat) elektřinu a teplo a je to klasický příklad energetické a ekonomické jednoty. Základní jednotkou (nejen) v energetice je přece koruna.

Seznámení s přednostmi kogenerační výroby svádí k myšlence vyrábět elektřinu pouze v kogeneraci, s vyšší účinností. Zde se obvykle naráží na zásadní problém: co dělat s vyrobeným teplem, komu ho prodat? Jisté jsou podmínky lepší ve Švédsku než v Řecku, na severu než na jihu a objektivně správné řešení lze prosadit pouze na místě, určitě ne z centra moci.

Představy o možnostech a kapacitách zdrojů energie málokdy vycházejí z reality. Často se argumentuje účinností a environmentální výhodností, jenže podstatná je konečná produkce, protože elektrárna slouží k tomu, aby vyráběla elektřinu. Elektrárna s instalovaným výkonem 1 MW vyrobí za rok pouze polovinu množství elektřiny, které by mohla vyrobit při celoročním provozu (8 760 MWh), bude-li v provozu pouze šest měsíců (4 380 MWh). Roční využití instalovaného výkonu je tím parametrem, který podstatnou měrou rozhoduje o efektivitě provozu. Míru ročního využití lze snadno určit porovnáním skutečné produkce s teoretickou celoroční produkcí při jmenovitém výkonu. Potřeba Temelínské elektrárny byla zpochybňována poukazováním na (v té době srovnatelný) celkový instalovaný výkon fotovoltaických elektráren. Kverulantům posléze došlo, že slunce v noci nesvítlí a že to asi tak jednoduché nebude. Skutečnost je taková, že se průměrné roční využití fotovoltaických elektráren pohybuje okolo 10 %, zatímco v případě jaderné elektrárny je v rozpětí 80 až 90 %.

Je nepochybné, že řešení problému nesouladu produkce elektřiny a spotřeby by prospělo vhodné řešení její akumulace. Ve světě se vyvíjí několik systémů akumulace na principu chemickém či mechanickém, bohužel jejich kapacita vyhovuje pouze malým spotřebičům. Jediným systémem kapacitně odpovídajícím parametrům rozvodné sítě je přečerpávací vodní elektrárna. Princip je jednoduchý: když máš přebytek elektřiny, naplň čerpadlem nahoře umístěnou nádrž vodou a v případě potřeby ji prožeň turbínou do dolní nádrže. Na tomto principu pracuje více než 95 % (kapacitně) provozovaných akumulacích systémů. Nutno je dodat, že takto vyrobená elektřina je s oblibou vykazována jako elektřina „z vody“. Vypadá to zeleněji.

Do popředí zájmu se poslední dobou dostává vodík a hovoří se o něm jako o zdroji energie. Je to jinak. Dosud

nebylo objeveno žádné ložisko vodíku a vodík je nutno vyrábět, v záměrech a plánech nejčastěji elektrolýzou. Je to tedy nosič energie, který dokáže akumulovat a přenášet již dříve vyrobenou energii technologicky dosti obtížným způsobem. Existuje teorie, podle které je jádro planety tvořeno vodíkem v tuhém stavu (tzv. kovový vodík), který difunduje k povrchu a vytváří přitom uhlovodíková paliva. Stálo by za to podívat se tam, je to však zcela mimo současné technické možnosti. Nicméně úspěšná těžba „břidlicového“ plynu a ropy z velkých hloubek několika kilometrů, stejně tak jako výskyt metanhydrátu na mořském dnu, naznačuje možnou oprávněnost této teorie.

Závěr

Bylo by jistě krásné získávat energii prostou přeměnou z přírodních zdrojů, ze slunce, větru, tekoucí vody. Bohužel je naše civilizace vysoce energeticky náročná a vyjmenované zdroje na takové zadání nestačí. Nezbyvá než rozvíjet ty systémy, které se zde historicky prosadily, neustále je zdokonalovat (jak na straně produkce, tak na straně spotřeby) a stát při tom pevně na zemi. Nežijeme v rájské zahradě, žijeme v reálném světě, a ten už nás naučil, že všechno něco stojí. Za energetický blahobyt, ve kterém žijeme, platíme horšícím se životním prostředím, a kdyby bylo známo, co s tím dělat, jistě by se o to někdo pokusil.

Razantní přechod na obnovitelné zdroje by vyžadoval zcela novou energetickou infrastrukturu. 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 biliony 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. Do toho se pustit ve jménu nevěrohodné zelené vize není reálné. Tím spíše že je ta vize prosazována jen v malém kousku světa a navíc formou nařízení a směrnic.

Pro zabezpečení spolehlivé energetické budoucnosti bude zapotřebí efektivně, ohleduplně a nediskriminačně využívat všechny dostupné zdroje energie, včetně jaderných, žádné z nich neupřednostňovat a racionálně hospodařit s energií. ■■■

prof. Ing. Pavel Noskovič, CSc. – vystudoval Strojní fakultu VŠB – Technické univerzity v Ostravě. Profesorské řízení absolvoval v roce 1995 na ČVUT v Praze. Počátkem devadesátých let byl děkanem Strojní fakulty VŠB – TUO. Poté založil Výzkumné energetické centrum, vysokoškolský ústav, v jehož čele stál do roku 2008. V roce 2012 byl členem druhé Nezávislé energetické (tzv. Pačesovy) komise.