

Ing. Jiří HEJMA, CSc.

Výroba elektřiny a životní prostředí

Electricity Production and Environment

Recenzent

prof. Ing. František Drkal, CSc.

Autor porovnává výrobu elektrické energie v elektrárnách jaderných, parních, spalujících fosilní paliva, hlavně uhlí a plyn a zdrojů obnovitelných, z hlediska dopadu na složky životního prostředí. Zmíněny jsou vlivy emisí nejen CO_2 , ale i škodlivin podle zákonů ČR, tj. SO_2 , NO_x , CO a tuhých částic. Jsou zmíněna rizika provozu jednotlivých zdrojů, a hlavně náklady na výrobu, okamžité i celkové.

Klíčová slova: elektrárna, emise, náklady, životní prostředí.

The author compares the process of electric energy production in various power station types. The nuclear type, the fossil fuel burning, coal and gas type and alternative sources are mentioned. The impact of SO_2 , NO_x , CO and particle emissions, as well as CO_2 are evaluated. The economy of all types is taken as most important point of classification of all types.

Key words: power station, emission, cost, environment

Pomineme-li tření ebenové tyče liščím ocasem, lze konstatovat, že elektrická energie se vyrábí v elektrárnách různého druhu, typu, různé velikosti, s různým dopadem na složky životního prostředí, obecně s mnoha velmi odlišnými vlastnostmi.

Z hlediska historického vývoje je možno dělit elektrárny na zařízení spalující fosilní paliva (uhlí, plyn, olej), tj. elektrárny parní, dále zdroje využívající gravitace, tj. elektrárny vodní (malé i velké), elektrárny jaderné, využívající radioaktivitu některých prvků, z nichž lze dosti složitým způsobem vyrobit palivo. V poslední době je možno pozorovat nárůst výroby energie ze zdrojů obnovitelných, tj. elektráren větrných, solárních (proces fotovoltaiiky) a spalujících biomasu. Posledně uvedené sice při procesu spalování emitují podobné škodliviny jako elektrárny spalující fosilní paliva, argumentuje se však tím, že emise CO_2 při spalení je stejná jako množství CO_2 spotřebované při růstu tohoto paliva.

Všechna uvedená zařízení jsou při úrovni současné techniky použitelná, otázka je jak přínosný a efektivní jejich provoz je.

1. BILANCE

Skladbu zdrojů výrobců elektrické energie v ČR a jejich podíl na celkové výrobě ukazuje tab. 1. Představuje vývoj během desetiletí 1996–2006. Je zřejmé, že rozhodující podíl má i přes klesající tendenci, stále výroba v parních elektrárnách a současně rychle roste podíl energie vyrobené v elektrárnách jaderných. Celková výroba vzrostla v uvedeném období o cca 31%. Informačním zdrojem je zde ČSÚ [1] a pozoruhodné je, že výrobu z obnovitelných zdrojů vůbec neuvádí. Existuje však tzv. Top Energy Program České spořitelny [1], který si klade za cíl dosáhnout v r. 2010 podílu výroby v obnovitelných zdrojích ve výši 8 %.

Tab. 1 Relativní podíl zdrojů na výrobě elektrické energie v ČR v letech 1996–2006

Zdroj	1996 [%]	2006 [%]
Parní	76	65
Jaderné	20	31
Vodní	4	4

Pro ochranu ovzduší je významné, jaká paliva se na výrobě energie podílela [1]. Tuhá paliva tvořila v uvedeném období 94 % fosilních paliv, plyn 5,6 %. Při současné cenové úrovni paliv a dostupnosti jednotlivých druhů je to skladba očekávaná.

Pokud jde o tuhá paliva zde, bohužel, stále vede hnědé uhlí, jehož podíl ve skladbě tuhých paliv činil přes 86 %, černé uhlí bylo zastoupeno 12,6 %. Tento trend bude zřejmě ještě dlouho pokračovat. Svědčí o tom i údaje v grafu, kde jsou znázorněny instalované výkony v elektrické síti (ES) ČR k 31.12.2006 [2].

Konstantní podíl zdrojů vodních svědčí o tom, že jejich potenciál je na území ČR prakticky vyčerpán.

Podíl alternativních zdrojů, tedy větrných, solárních a biomasu spalujících zdrojů, je v uvedené době zatím zanedbatelný.

Skladba zdrojů výroby elektrické energie ve světě je, až na výjimky (v Evropě Francie), podobná a lze říci, že i trend rozvíjení jednotlivých zdrojů je podobný. Obecně platí, že na postupu je jaderná energetika a výroba z obnovitelných zdrojů. Výroba v parních elektrárnách je závislá na velikosti těžitelných zásob fosilních paliv.

Účinnost nových tepelných elektráren se neustále zvyšuje, což snižuje měrnou spotřebu paliva, je však zřejmé, že fosilní paliva budou v delším časovém horizontu vyčerpána. Ani zásoby surovin pro výrobu jaderného paliva nejsou nevyčerpatelné, zásoby těžitelného uranu se však odhadují na mnohem delší dobu. Perspektivou se jeví moderní způsoby přepracování vyhořelého paliva a vývoj množivých reaktorů a vývoj reaktorů na bázi jiného paliva než uranových článků. V současných reaktorech je aktivita paliva využita jen z několika %.

2. EKONOMIKA

Snad nejpodstatnějším faktorem je cena, za kterou je elektrická energie vyráběna. Cenu je možno dosti spolehlivě vyhodnotit, pokud uvažujeme momentální situaci, tj. zahrnuje-li tento výpočet náklady na provoz, tj. odpisy, palivo, mzdy, administrativní poplatky jako poplatky za znečišťování prostředí, pokuty apod.

Pokud by výpočet skutečných nákladů měl zahrnovat veškeré náklady, které bylo nutno na zdroj vynaložit, pak je třeba začít u projektu, jeho realizaci, tj. u vlastní stavby, výroby, dopravy a zpracování materiálu pro stavbu, nákladů administrativních jako je stavební řízení apod., nákladů na vlastní provoz elektrárny a nákladů na její likvidaci. Vzhledem k tomu, že životnost v současné době projektovaných jaderných elektráren je 50 až 60 let a vodních elektráren prakticky neomezená, je takové exaktní porovnání jednotlivých zdrojů téměř nemožné. Jednak nelze předvídat na tak dlouhou dobu vývoj ekonomických faktorů (cena paliva, výše úroků, atd.),

jednak ostatní zdroje, hlavně zdroje menšího výkonu, této životnosti zdaleka nedosahují.

I v této oblasti však existují studie, které na základě zkušenosti z minulého vývoje, extrapolují vývoj nákladů pro jednotlivé zdroje. Studie World Nuclear Association z roku 2005 [3] uvádí relativní náklady na výrobu, které ovšem nezahrnují rychlý růst cen ropy v poslední době. I cena uranu roste téměř strmě [4], na provozu JE se ovšem cena paliva podílí pouze cca 5 % [3]. Poměr nákladů jednotlivých typů uvádí tab. 2. Jsou zde zahrnuty náklady po dobu životnosti zdroje, současný pohyb cen ropy a plynu svědčí však o tom, že za několik let mohou se tato čísla výrazně změnit.

Tab. 2 Relativní náklady na výrobu elektřiny podle studie WNA (Studie uvažuje úrokovou míru 5 %)

Elektrárny	Náklady
Jaderné	1
Uhelné	1,4
Na zemní plyn	1,8

Vzhledem k postavení autorů studie lze mít určité pochybnosti o jejich nestrannosti, nelze však pochybovat o tom, že náklady na palivo jsou u JE relativně velmi nízké.

V r. 2004 vypracovala britská Royal Academy of Engineering studii, která porovnává náklady na výrobu elektřiny u nových britských elektráren [3]. Jsou zde zahrnuty i náklady na výrobu paliva, včetně těžby, až po likvidaci elektrárny. Porovnání jednotlivých elektráren je na tab. 3. I zde platí, že přestože autoři zahrnuli do výpočtů celý cyklus života zdroje, je třeba chápat uvedená čísla pouze jako současně platná.

Tab. 3 Relativní náklady na výrobu elektřiny v nových britských elektrárnách

Elektrárna	Náklady
Jaderná	1
Plynová s kombinovaným cyklem	0,96
Uhelná s práškovým palivem	1,09
Uhelná s fluidním ložem	1,13
Větrná na pobřeží	1,6 až 2,3 ^{x)}
Větrná na moři	2,4 až 3,1 ^{x)}

^{x)} Se započítáním nákladů zálohového zdroje v současnosti.

Dlouhodobá životnost, nízký podíl ceny paliva na provozních nákladech, jakož i obtížnost rychlé změny výkonu, staví JE do role ekonomického favorita pro výrobu základního elektrického výkonu, tj. výkonu trvale potřebného.

Měrné náklady na výrobu se snižují i u klasických parních elektráren a to díky zvýšené účinnosti cyklu, která u nových elektráren přesahuje i 40 %. Zde však bylo zřejmě dosaženo maxima, tlaky a teploty ve výrobním cyklu dosahují hodnot, které jsou na hranici možností používaných materiálů. Vzhledem k tomu, že jde o zvýšení účinnosti z cca 35 na 40 %, je zřejmé, že jde o technicky významný pokrok, vykoupený však velmi náročným a nákladným postupem. Další pozitivní vývoj v tomto směru patrně nelze čekat.

Ceny fosilních paliv, hlavně plynu, v budoucnu stále porostou, zvláště s poklesem jejich zásob. U parních elektráren tvoří náklady na palivo podstatnou část provozních nákladů, nejde zde jen o vlastní cenu uhlí či plynu, ale i o následné operace s produkty odprášení a odsiřování.

Elektrárny větrné a solární vyrábějí elektřinu za ceny několikanásobně vyšší než elektrárny uhelné a jaderné. Elektřina z větru je 3 až 5 krát draž-

ší, solární elektřina je minimálně za desetinásobek ceny ze zdrojů klasických (elektrárna v Jaroslavicích na Znojemsku o výkonu 0,9 MW produkuje elektřinu, která se vykupuje za 13,46 Kč/kWh a cena se bude nadále zvyšovat v souběhu s inflací). Tyto výroby se tedy v blízké budoucnosti nemohou stát významným výrobcem energie.

3. VLIV NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Každá výroba elektrické energie zatěžuje určitým způsobem některé složky životního prostředí. Vliv je možno posuzovat opět z hlediska okamžité činnosti zdroje nebo komplexně, tj. jak bylo životní prostředí ovlivněno od zahájení výstavby zdroje, v průběhu jeho činnosti a nakonec jeho likvidaci.

V současné době enormního zájmu o globální oteplování se neustále zdůrazňuje nutnost snížení emise CO₂ a ostatní škodliviny jsou pokládány téměř za vyřešené. Skutečnost je úplně jiná.

Porovnání emise CO₂ za celou dobu životnosti elektrárny uvádí tab. 4.

Tab. 4 Porovnání emise CO₂ z elektráren v přepočtu na jednotkový výkon za celou dobu životnosti

Elektrárny	Emise CO ₂
Jaderná	1
Větrná	2
Vodní velká	2
Vodní malá	2,25
Biomasa	4,25
Geotermální	19,75
Sluneční	33,25
Plynová	107
Olejová	207

Tato čísla uvedla vládní organizace Energy Technology Support Unit [3]. Jde o relativní hodnoty v g/kWh, vztažené na základní hodnotu 1 pro jadernou elektrárnu. Je zřejmé, že i elektrárny, které v provozu neemitují vůbec CO₂, jsou v celkové bilanci emitentem této sloučeniny.

I přes vysokou úroveň odsiřování spalín, velmi vysokou odlučivost a spoehlivost elektrostatických odlučovačů, instalaci DENOX technologie, produkují klasické tepelné elektrárny stále velké množství škodlivin, jiných než CO₂. Autoři Bezdek R.H. a Wending R.M. [5] uvádějí porovnání dopadu provozu různých elektráren na životní prostředí (tab. 5).

Tab. 5 Vliv provozu jednotlivých typů elektráren v současnostina složky životního prostředí

Elektrárna	Plocha	Vliv na ovzduší	Vliv na vody	Produkce odpadů
Jaderná	S	Z	N	N
Uhelná	S	V	V	V
Olejová	N	V	N	N
Plynová	N	V – S	N	N
Větrná	V	Z	Z	N
Biomasa	V	V	V	S
Sluneční tepelná	V	Z	Z	S
Fotovoltaická	V	Z	Z	N
Vodní	V	Z	S	N

N – nízký, S – střední, V – vysoký, Z – zanedbatelný

K porovnání konkrétních hodnot emisí škodlivin, vznikajících u elektráren různého typu provedli autoři přepočít roční emise na jednotkový výkon 1000 MW. Tyto hodnoty jsou v tab. 6. Údaje o emisích ze spalování biomasy lze pokládat za značně nadhodnocené, zvláště přihlídneme-li k tomu, že pojem biomasa může zahrnovat velmi různé palivo.

Tab. 5 Roční emise škodlivin z elektráren v 1000 t, vztažené na výkon 1000 MW.

Elektrárny	Tuhé částice	SO₂	NO_x	CO	VOC
Parní uhelné	1100 [3000 ¹⁾]	11200	10700	1900	530
Parní plynové	175	–	4300	3000	525
Biomasa	2500	600	14400	100000	Jiné ²⁾

1) Odhad autora [6].

²⁾ Při spalování biomasy dochází k emisi 2600 t methanu, a 29 000 t herbicidů.

Při spalování klasické vysušené štěpky byly naměřeny hodnoty emise TZL a CO o několik řádů nižší [6].

Elektrárny vodní, sluneční a větrné při svém provozu uvedené škodliviny neemitují, nelze však tvrdit, že nemají žádný vliv na životní prostředí.

4. RIZIKA

Zkoumáme-li otázku, který způsob výroby elektrické energie představuje riziko pro životní prostředí a jak velké toto riziko je, je třeba opět rozlišit pohled na okamžitou funkci zdroje a na jeho vliv celoživotní. Tyto dva pohledy dávají u některých výrob velmi rozdílné výsledky.

- Parní elektrárny na fosilní paliva: Je to zcela dominantní zdroj v ČR a ve většině rozvinutých zemích. Výjimkou je Francie, která vyrábí téměř 80 % elektřiny v JE.
- Účinnost cyklu u nově budovaných zdrojů se zvyšuje až na 40 %, přesto však tyto elektrárny budou i v budoucnu významným znečišťovatelem životního prostředí, hlavně ovzduší, nejen emisí CO₂, ale i emisí klasických škodlivin. Budou i významným zdrojem odpadů, tj. popílku, škváry a znečištěné vody. Světové zásoby uhlí jsou odhádovány velmi různě, rozhodně jde o několik desetiletí. V ČR jsou rovněž zásoby uhlí na řadu let, jde pouze o to zda bude možné je vytěžit. Toto je otázka spíše politická než odborná.
- Použití plynu jako paliva je ve světě stále perspektivní, v podmínkách ČR však téměř vyloučené a to z důvodů vysoké a neustále rostoucí ceny. O palivu kapalném se v ČR v budoucnosti téměř neuvažuje.
- Plynové spalovací elektrárny mají podobný vliv na životní prostředí jako elektrárny parní. Pouze produkují více NO_x a téměř žádné sloučeniny síry a tuhé částice. V ČR je jejich podíl výkonu limitován především rostoucí cenou plynu a stoprocentní závislostí na jeho dovozu.
- Vodní elektrárny jsou významným zdrojem, v ČR je však jejich potenciál vyčerpán. Riziko představují jen při výjimečných situacích jako je zemětřesení, sesuvy půdy apod. Toto riziko se sice v posledních letech zvyšuje, je však stále relativně malé. Vodní elektrárny přečerpávací nelze pokládat za zdroj přínosný, jde pouze o akumulaci energie a její pozdější využití.
- Jaderné elektrárny vykazují v dlouhodobém i okamžitém pohledu minimální negativní dopady na složky životního prostředí. Emise z provozu jsou téměř nulové, jediná ekologická námitka je co s vyhořelým palivem? To je skutečně aktuální problém, který je však ve světě řešen a zdá se, že úspěšně. Přepřacování vyhořelého paliva, jehož aktivita je v současných reaktorech využita jen z několika procent, zaznamenává pokroky. Rovněž postupuje vývoj nových typů reaktorů pracujících na bázi rychlých neutronů, ale i reaktorů s jiným palivem než je uran. V současném stavu techniky lze tvrdit, že havárie typu Černobyl je u nově budovaných zdrojů prakticky vylou-

čena [7]. Určitým rizikom je možnosť zneužití uloupených jaderných materiálov teroristy.

- V USA se pracuje na vývoji reaktorů třetí a čtvrté generace, jejichž všechny parametry budou podstatně lepší než je tomu u reaktorů současných [8].
- Větrné elektrárny jsou určitým přínosem pro přímořské státy, ale i tam dosahují ročního využití 15 až 20 %, a toto využití je rozděleno na mnoho časových úseků. Elektrárna pracuje při rychlosti větru v rozmezí 3 až 30 m/s. Zdroj musí být zálohován zdrojem klasickým, většinou motorovým, který musí naskočit ihned po zastavení vrtule. Takto nepravidelný provoz žádnému tepelnému zdroji nesvědčí. Další nevýhodou je hluk, infrazvuk, možné optické vlivy rotoru a nárazové zatěžování přenosových sítí, což vedlo k několika kolapsům [9]. V podmínkách ČR se výstavba větrných elektráren jeví spíše jako výhodný obchod pro investora, elektrický výkon a ekologický přínos se zdá nevýznamný. Vhodných lokalit pro výstavbu těchto elektráren je v ČR velmi málo.
- Spalování biomasy se zdá být přínosem pro výrobu elektřiny, ale hlavně pro výrobu tepla. Jde však opět pouze o určitý doplněk základního výkonu. Pokud by biomasa byla pěstována pro účel výroby elektrické energie, znamenalo by to enormní požadavky na plochu půdy. Pro výkon 1000 MW byla by potřebná plocha 4700 km² a to při maximálním využití výkonu elektrárny [5].
- Solární elektrárny – proces přímé přeměny záření na elektrickou energii je sice znám, zkoumán a vyvíjen už řadu let, jeho masové využití leží však stále ve velmi vzdálené budoucnosti. V současné době se v těchto zdrojích, jejichž výkon je z hlediska celostátní spotřeby téměř zanedbatelný, produkuje energie za cenu více než desetinásobnou než je cena z klasických zdrojů. Další vývoj této technologie je velmi žádoucí, je pouze otázka zda bude velmi přínosný jen v Africe nebo i v ČR. I zde je potřeba plochy velká, pro výkon 1000 MW je to asi 283 km² [5]. Významné je, že fotovoltaické články obsahují řadu toxických a karcinogenních látek. Jsou to hlavně těžké kovy, které mohou působit problémy při likvidaci zařízení a tak zvýšit cenu za produkt.

Vezme-li se v úvahu dopad na složky životního prostředí za celou dobu životnosti zdroje, je zřejmé, že ani zdroje obnovitelné, či alternativní, nejsou zdroji zcela neškodnými.

Představy a úvahy některých ekologických aktivistů o tom, že podstatný podíl energie se bude, při realizaci úsporných opatření, vyrábět tzv. ekologicky, je zcela mimo realitu. Alternativní zdroje nejen nejsou schopny i při maximálním využití vyrobit dostatek elektřiny, ale jejich maximální nasazení by vyvolalo značné ekonomické nerovnováhy, nejen v sektoru zemědělství.

5. PROGNÓZA

Jakékoliv zaručené předpovědi na několik desetiletí jsou velmi problematické. Nicméně je zřejmé, že při současných trendech spotřeby energie, rostoucí jen mírně, ale stále, a světových, klesajících zásobách paliva všeho druhu, pro blízkou budoucnost jeví se pouze energie z JE jako přínosné řešení. Směrnice EK ke snížení emise CO₂ o 20 % do r. 2020 se zdá být splnitelná jedině při výrazném omezení spalování fosilních paliv a náhradou výroby energie takto nevyrobené, výrobou z JE.

Negativní přístup k jaderné energetice, který způsobila hlavně černobylská havárie, se v Evropě i v USA začíná měnit a nové JE se plánují i staví. Světlou výjimkou je Rakousko, které se sice v Kjótském protokolu zavázalo ke snížení emisí skleníkových plynů do r. 2010 o 13 % oproti stavu v r. 1990, v r. 2005 však vyprodukovalo v porovnání s tímto rokem o 36 % těchto plynů více [10]. Rakouský odpor k jaderné energetice a hlavně k elektrárně Temelín je zřejmě původu nikoliv odborného.

Velký rozmach zažívá jaderná energetika v USA, ale i v Evropě a v Asii. Výstavbu nových, modernějších bloků připravuje Francie, dvacet nových JE chce do r. 2020 postavit Čína, rovněž Rusko chystá výstavbu dalších JE. I země s bohatými zásobami uhlí (J.A.R., Kanada, USA) plánují výstavbu JE. Podobná situace je i v jižní Americe a v Asii [10].

ČR, Francie, a Polsko jsou jediné evropské státy, kde se produkuje více elektrické energie, než činí jejich spotřeba. Francie si díky mohutné a pokračující výstavbě JE toto postavení udrží ještě delší dobu, o ČR to říci nelze.

Parní uhelné elektrárny v severních Čechách mají svá nejlepší léta za sebou, jejich rekonstrukce sice probíhá, ale přesto se velmi pravděpodobně ocitneme ve stavu energetického deficitu už během několika let. Varující je, že neexistuje ani projekt na výstavbu nového zdroje.

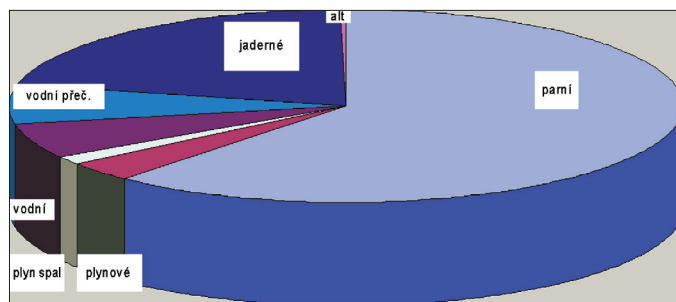
Zcela jistě se bude prosazovat i výstavba obnovitelných zdrojů, zvláště pro využití větrné a sluneční energie. Využití sluneční energie pro výrobu tepla je zcela logické a zvládnuté. V jižních státech má téměř každý dům na střeše kolektor na ohřev vody. Pro výrobu proudu však proces přeměny ještě dlouho bude spíše námětem pro výzkum.

Nevýhody výstavby větrných elektráren v ČR už byly zmíněny, jejich masové využití v přímořských státech je však pro přenosové sítě velmi problematické.

Zdá se tedy, že pro výrobu elektrické energie budou i nadále využívány převážně klasické zdroje s tím, že poroste podíl výroby v JE.

Dalším budoucím problémem energetiky bude zřejmě náhrada klasického spalovacího motoru motorem využívajícím jako palivo vodík, ať už přes palivové články nebo přímým spalováním. Je to proto, že emise z dopravy nabývají stále většího významu, a surovina pro výrobu pohonných hmot je stále dražší. Výroba vodíku je však energeticky velmi náročná, takže bude třeba dalších zdrojů. Problém výroby vodíku jako paliva je složitý a je mimo rozsah tohoto textu.

I bez zmíněného problému výroby vodíku, shodují se všechny ekonomické a energetické studie v tom, že spotřeba energie stále roste a tento trend bude i v budoucnu zachován, i když rychlost nárůstu bude klesat [11].



Obr. 1 Podíl instalovaného výkonu v elektrické síti ČR k 31. 12. 2006

Výkon v %: parní 61; plynová 3,4; plynová spalovací 1,3; vodní průtočná 5,9; vodní přečerpávací 6,5; jaderné 21, alter 0,4.

Nelze tedy brát vážně úvahy o tom, že problém výroby energie by bylo možno řešit pouze kombinací – obnovitelné zdroje a úspory.

Použité zdroje:

- [1] Vývoj energetiky od r. 1993 do roku 2006, zdroj ČSÚ, *Energetika*, 2007, roč. 57, č. 10, s. 306
- [2] Výsledky provozu ES ČR za první pololetí r. 2007, *Energetika*, 2007, roč. 57, č. 8–9, s. 266
- [3] Ekonomika jaderných elektráren, zdroj studie World Nuclear Association. *Energetika*, 2006, roč. 56, č. 11, s. 370
- [4] Michálek, B. Možnosti těžby uranu v České republice. *Energetika*, 2007, roč. 57, č. 8–9, s. 255–258
- [5] Porovnání různých typů elektráren z hlediska vlivu na životní prostředí. *Energetika*, 2007, roč. 57, č. 5, s. 166–167
- [6] Hejma, J. Spalování biomasy – odprašování. *Vytápění, větrání, instalace*, 2007, roč. 16, č. 1, s. 42–44
- [7] Drábová, D. Spolupráce a sdílení zkušeností se staly puncovními znaky jaderné bezpečnosti. *Energetika*, 2007, roč. 57, č. 6, s. 175–178
- [8] Hejzlar, P. Jaderná energetika v USA a směry jejího vývoje. *Energetika*, 2007, roč. 57, č. 11, s. 332–338
- [9] Předběžné závěry UCTE k událostem v sítích západní Evropy 4. listopadu 2006. Tisková zpráva ČEPS ze 6. 12. 2006. *Energetika*, 2007, roč. 57, č. 1, s. 5
- [10] Kadrnožka, J. Ve světě nastupuje renesance jaderné energetiky. Přidá se také Česká republika? *Energetika*, 2007, roč. 57, č. 8–9, s. 280–283
- [11] Czesany, S. Výroba, spotřeba a ceny energetických zdrojů. *Energetika*, 2007, roč. 57, č. 8–9, s. 272–274. ■