

Energetika a životné prostredie

R. Cimbal: Energetic and Environment. Život. Prostr., Vol. 38, No. 6, 314 – 319, 2004.

Air is a finite resource capable of cleansing itself of many, but not all pollutants. There are six major pollutants: carbon monoxide, sulphur oxides, nitrogen oxides, particulates, hydrocarbons, and photochemical oxidants. The major air pollutants come from transportation, stationary sources (factories and power plants), and industrial processes. Nevertheless, the absolute volume of emission is decreasing. Power engineering is still the biggest producer of air pollutants. Gray-air cities are generally located in cold, moist climates. They depend greatly on coal and oil and usually are highly industrialized. Air pollution levels are affected by numerous factors. The wind sweeps dirty air out of cities, the rain washes pollutants from the sky. These pollutants do not disappear. They are transferred from one medium to another. Airborne pollutants can travel up to thousands kilometres to other cities or unpolluted wilderness. Air pollutants may cause severe damage. The two most corrosive, and therefore harmful pollutants are the sulphur dioxide and sulphur acid. The economic damage caused by air pollution is immense, and the damage to statues and other works of art are important. Equipments in power engineering are increasingly exploited. The increasing consumption of electrical energy is covered not only by building of new supplies but also by higher efficiency of production. A decision about the change of structure of supplies has to be adopted. Fossil combustibles are exhaustible and resources of coal or oil are decreasing. Renewable energy sources are ever more extensively utilized but they are still not cost effective.

Ekológia sa v súčasnosti stala multidisciplinárnou vedou presahujúcou aj do oblasti technických vied, do ktorých patrí i energetika. *Energoekológiu* preto možno formulovať ako vedu, ktorej predmetom skúmania sú vzťahy energetiky a životného prostredia a v neposlednom rade aj ich väzby s ekonomikou. Vzťah životného prostredia a pôsobenia človeka naň, teda aj energetikou, sa riadi Zásadami štátnej environmentálnej politiky, medzi ktoré patrí:

- preferovanie preventívnych opatrení pred nápravnými,
- uplatňovanie environmentálnych hľadísk vo všetkých odvetviach hospodárstva,
- riešenie environmentálnych problémov sa považuje za ekonomické riešenie,
- súčasná generácia je zodpovedná za životné prostredie budúcich generácií,
- komplexné riešenie problémov v životnom prostredí, systémovo synergické pri pôsobení na negatívne faktory,
- náklady na odstraňovanie znečistenia životného prostredia znáša znečisťovateľ,

- pri zásahoch do životného prostredia sa musia posudzovať ich vplyvy a dôsledky na ľudské zdravie, krajinu, zložky životného prostredia, prírodné a kultúrne dedičstvo,
- starostlivosť o životné prostredie je základnou podmienkou zastavenia nepriaznivého trendu vývoja zdravotného stavu obyvateľstva,
- k lesom treba pristupovať ako k hlavnému ekostabilizačnému faktoru a k pôde ako k zložke podmienujúcej biologickú rôznorodosť, výživu a existenciu života,
- úcta k životu, k všetkým jeho formám a k všetkým prírodným a kultúrnym hodnotám.

Energetika a životné prostredie

Pri každom technologickom procese vznikajú aj odpadové látky, ktoré sa stávajú zdrojom znečistenia životného prostredia. Niektoré možno zneškodniť do takej miery, že nepredstavujú preň významnú záťaž, iné, ako napr. vyhorené jadrové palivo, treba dlhodobo skladovať a jeho bezpečná likvidácia je otázkou

Tab. 1. Emisie základných znečisťujúcich látok do ovzdušia v SR r. 2000 a 2001

Zdroje znečistenia		Tuhé látky [tis. t]		SO ₂ [tis. t]		NO _x [tis. t]		CO [tis. t]	
		2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001
Stacionárne zdroje	veľké zdroje nad 50 MW	29,92	29,72	101,96	109,82	54,49	51,65	120,61	115,18
	stredné zdroje 0,2 – 50 MW	4,96	4,41	8,08	6,66	8,05	7,75	10,78	10,28
	malé zdroje do 0,2 MW	15,20	13,09	12,98	11,15	5,55	5,61	40,76	35,33
Mobilné zdroje	cestná doprava	1,97	2,15	0,67	0,75	32,98	35,55	110,43	118,50
	ostatná doprava	0,40	0,40	0,19	0,19	4,86	4,90	1,72	1,63
Spolu		52,45	49,77	123,88	128,57	105,93	105,46	284,30	280,91

Zdroj: SHMÚ, 2002

Tab. 2. Emisie základných znečisťujúcich látok podľa odvetvovej klasifikácie ekonomickej činnosti za r. 2000

Druh výroby	Tuhé látky [tis. t]	SO ₂ [tis. t]	No _x [tis. t]	CO [tis. t]
Výroba a rozvod elektriny	9,25	43,02	23,01	2,07
Výroba a rozvod pary a teplej vody	0,44	5,43	2,39	0,87
Zariadenia lokálneho vykurovania	15,20	12,98	5,55	40,76
Priemyselné technologické procesy	21,81	53,73	28,84	115,14
Výroba a spracovanie železa a ocele	15,30	16,98	10,25	84,60
Výroba a spracovanie neželezných kovov	0,20	2,47	0,61	7,97
Výroba nekovových minerálnych produktov	1,66	1,37	6,25	10,11
Výroba motorových vozidiel	0,02	0,01	0,09	0,07
Výroba chemikálií a chemických vlákien	1,28	9,67	2,32	5,18
Výroba koksu, rafinácia ropy, jadrové palivo	0,88	13,05	4,77	0,79
Výroba papiera a celulózy	0,66	7,39	2,07	2,77
Potravinárska výroba	0,21	1,01	0,81	0,38
Iné stacionárne zdroje	3,38	7,86	8,30	13,31
Stacionárne zdroje spolu	50,08	123,02	68,09	172,15

Zdroj: SHMÚ, 2002

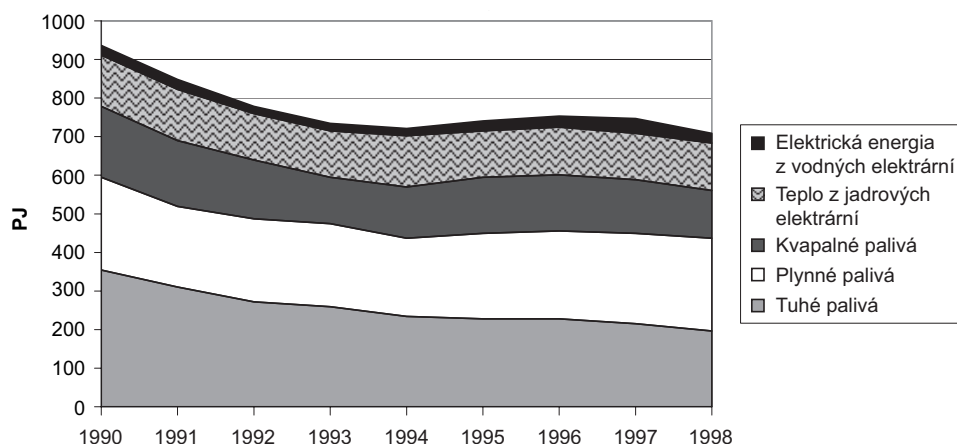
budúcnosti. Predstavuje tiež riziko z hľadiska kontaminácie pôdy, vody, živočíchov a rastlín i ovzdušia.

Energetika patrí k najväčším znečisťovateľom ovzdušia. Na jeho celkovom znečistení v SR sa energetika podieľa 64 % (vrátane vykurovania), doprava 19,5 %, metalurgia 7 % a chemický priemysel 7 %. Dlhodobý nepriaznivý vývoj, hlavne nárast emisií skleníkových plynov, sa považuje za jednu z príčin globálnej klimatickej zmeny. Vplyv globálnej klimatickej zmeny sa prejavuje aj na území Slovenska. V priebehu 20. storočia vzrástla priemerná ročná teplota vzduchu o 1 °C, priemerný ročný úhrn zrážok sa znížil o 15 % na juhu a o 5 % na severe územia, zaznamenal sa pokles relatívnej vlhkosti vzduchu a úbytok snehovej pokrývky takmer na celom území Slovenska. Koncentrácia prí-

zemného ozónu sa zdvojnásobila, čo sa odrazilo na úbytku poľnohospodárskej rastlinnej produkcie o 5 – 10 % a predstavuje aj významný stresový faktor lesných ekosystémov.

Dnes ešte nedisponujeme takými technológiami, ktoré by nezaťažovali životné prostredie, ale na druhej strane, ochrane životného prostredia sa venuje čoraz väčšia pozornosť. Oveľa viac sa vníma aj dosah elektrární a teplární na príslušný región a ich možný vplyv na väčšiu vzdialenosť. Zdroje a vstupy do technologických procesov treba využívať efektívne a minimalizovať aj týmto spôsobom produkciu odpadu.

Efektívnosť využívania primárnych energetických zdrojov a vyprodukovanej energie je v súčasnosti nízka, vzhľadom na skutočnosť, že mnohé elektrárne



1. Vývoj spotreby primárnych energetických zdrojov. Zdroj: Energetická politika SR. MH SR, 2000.

a teplárne, ako aj priemyselné prevádzky sú technologicky zastarané. Potenciál úspor energie v SR sa odhaduje až na 30 %.

• **Emisie znečisťujúcich látok.** Antropogénne emisie znečisťujúcich látok do ovzdušia sú príčinou mnohých súčasných i budúcich problémov. Tab. 1 uvádza objem emisií základných znečisťujúcich látok v SR v r. 2000 a 2001 členený podľa mobility a veľkosti zdrojov. Z tab. 2, ktorá uvádza emisie podľa odvetvovej klasifikácie, vidno, že významný podiel má na nich elektroenergetika zahrňajúca výrobu elektriny, ako aj výrobu a rozvody pary a teplej vody. Elektroenergetika má najvýznamnejší podiel na produkcii emisií SO_2 a NO_x . Vysoký podiel na produkcii emisií CO majú predovšetkým zariadenia lokálneho vykurovania. V porovnaní s predchádzajúcimi rokmi (tab. 3) však badať pokles

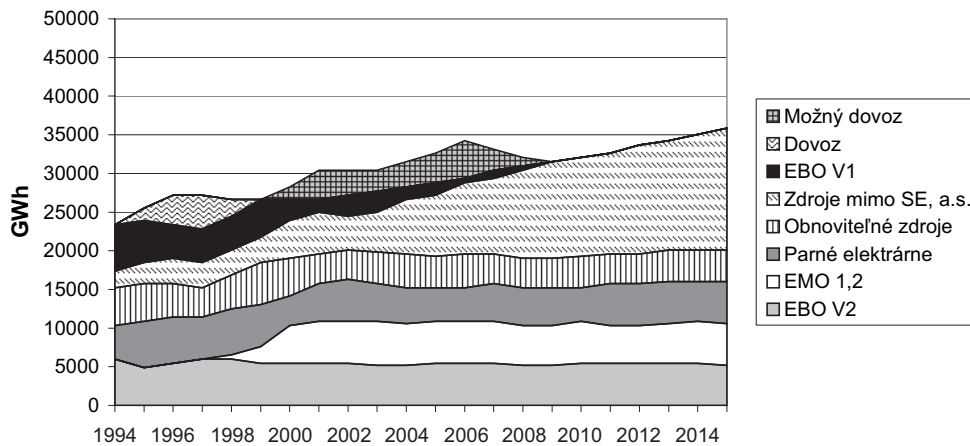
produkcie emisií väčšiny znečisťujúcich látok v členení podľa zdrojov (s výnimkou cestnej dopravy). Rastúci trend je len v prípade CO. Absolútne najväčšie množstvo emisií predstavujú emisie SO_2 . Na druhej strane ale zaznamenávame aj najväčší relatívny pokles množstva týchto emisií. Spôsobil to nasadenie moderných technológií a zmena paliva v elektrárnach. Zmena paliva má však za následok zmenu fyzikálnych parametrov emisií, čo zároveň prináša ďalšie nároky na zmenu technológie filtrov a odľučovačov.

Elektrárne a teplárne sa podieľajú na emisiách SO_2 približne 45 %, NO_x približne 35 %. Z porovnania podielu vyrobenej elektriny v SR a príslušného objemu emisií základných znečisťujúcich látok vidno, že sa znižuje produkcia emisií na vyrobenú jednotku elektrickej energie. V absolútnych číslach to znamená, že sa znižuje množstvo emisií, a zároveň zvyšuje množ-

Tab. 3. Emisie znečisťujúcich látok z energetiky a nepriemyselného spaľovania

Znečisťujúce látky	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
CO_2 [tis.t]	38 878	35 613	36 846	37 464	37 212	35 139	36 505	32 646
CH_4 [tis.t]	10,69	9,83	8,67	8,63	8,41	7,74	8,21	7,1
N_2O [tis.t]	0,43	0,40	0,40	0,39	0,38	0,35	0,37	0,3
SO_2 [t]	219 750	163 293	166 722	167 929	151 760	135 339	76 872	48 450
NO_x [t]	99 415	91 059	96 129	56 433	51 283	55 248	27 830	25 400
CO [t]	8 620	8 106	10 853	24 632	21 977	19 064	2 908	2 940
PCB [kg]			19,502		30,454	16,738	16,738	16,738
Vyrobena elektrina [GWh]				25 290	24 547	26 017	27 893	30 877

Zdroj: SHMÚ, 2002



2. Vývoj spotreby elektrickej energie a jej pokrytia z jednotlivých zdrojov. Zdroj: Energetická politika SR. MH SR, 2000.

stvo vyrobenej elektrickej energie (SHMÚ, 2001; SE, 1998, 1999, 2000).

Tento trend je priaznivý, z celospoločenského hľadiska je však potrebné stanoviť efektívnosť využitia energie, resp. definovať mieru energetickej náročnosti hospodárstva. Jednou z možností je stanoviť podiel konečnej spotreby energie na vytvorenom hrubom domácom produkte.

Perspektívy elektroenergetiky

V súčasnosti najväčšiu časť zdrojov energie u nás predstavujú fosílna palivá. Aj v prípade fosílnych palív možno už dnes znížiť objem emisií znečisťujúcich látok zmenou ich skladby (pri rovnakej výhrevnosti). Napr. pri prechode z hnedého uhlia na vykurovací olej poklesne emisia CO₂ na 75 % a v prípade prechodu na zemný plyn až na 60 %. Použitie tekutých palív a zemného plynu je navyše z hľadiska energetickej premeny efektívnejšie. Preto sa aj štruktúra primárnych zdrojov mení v prospech týchto palív (Jílek, 1991). Vývoj spotreby primárnych energetických zdrojov dokumentuje obr. 1.

Možno teda predpokladať, že štruktúra spotreby primárnych energetických zdrojov sa bude meniť v prospech využitia zemného plynu v priemysle aj v domácnostiach, ako aj na výrobu elektriny a tepla. Tento trend zaznamenávame aj v okolitých krajinách. Spotreba pevných palív bude stagnovať až klesať v dôsledku sprísnených emisných limitov (týka sa to najmä hnedého uhlia). Podiel jadrovej energie na celkovej spotrebe primárnych energetických zdrojov sa zvýši po predpokladanom spustení 3. a 4. bloku Jadrovej elektrárne Mochovce.

Dominantným výrobcou elektriny sú Slovenské elektrárne, a. s., pokrývajú takmer 80 % tuzemskej spotreby, pričom prevádzkujú zhruba 86 % inštalovaného výkonu domácich zdrojov, ako aj prenosovú sústavu. Štruktúra zdrojov je znázornená na obr. 2. Tri regionálne štátne rozvodné podniky – Západoslovenské elektrárne, Stredoslovenské elektrárne a Východoslovenské elektrárne – zásobujú elektrinou celé územie SR (s výnimkou 5 priamych odberateľov Slovenských elektrární, a. s.), okrem toho pokrývajú aj významnú časť dodávok tepla pre bytovo-komunálny sektor a priemysel. Očakáva sa, že rozhodujúcu časť prírastku spotreby elektriny zabezpečí rozvíjajúca sa produkcia nezávislých výrobcov (predovšetkým na báze efektívneho a environmentálne prijateľného paroplynového cyklu a v prípadoch rekonštrukcie existujúcich zdrojov aj so združenou výrobou elektriny a tepla). Ich podiel na domácom trhu by mohol vzrásť z dnešných 13 % na približne 23 % r. 2010 v závislosti od skutočného vývoja domácej spotreby. Prenosová sústava SR je prepojená so sústavami susedných krajín, s výnimkou Rakúska a úspešne pracuje v rámci elektrizačnej sústavy stredoeurópskych energetických spoločností CENTREL, aj v rámci západoeurópskeho systému UCTE (MH SR, 2000).

Z hľadiska spotreby energie dominuje priemysel, príznačná je relatívne nízka spotreba obyvateľstva v porovnaní s vyspelými krajinami. Energetický systém je do značnej miery determinovaný prírodnými podmienkami a predovšetkým jeho historickým, spoločenským a ekonomickým vývojom, najmä zdedenou nevyhovujúcou, materiálno, energeticky a surovinovo náročnou štruktúrou hospodárstva.

Opatrenia na znižovanie nepriaznivého vplyvu elektroenergetiky na životné prostredie

• **Technické a technologické opatrenia.** Z hľadiska znižovania nepriaznivého vplyvu elektroenergetiky na životné prostredie patria k najdôležitejším technické a technologické opatrenia na:

- zníženie vzniku emisií (voľba optimálneho paliva a jeho odsírenie, zdokonalenie technológie výroby, zdokonalenie procesov pri premene, rozvoje a akumulácii energie),
- zachytávanie škodlivín a čistenie odpadov,
- znižovanie vplyvu elektromagnetických polí,
- elimináciu radiačného žiarenia,
- obmedzovanie záberu pôdy,
- znižovanie hluku,
- zvýšenie spoľahlivosti čistiacich zariadení,
- využívanie a likvidáciu jadrového paliva atď.

• **Rozšírenie využívania obnoviteľných zdrojov energie.** Obnoviteľné zdroje sú vo svojej podstate nevyčerpatelné, lebo nie sú založené na fosílnych alebo jadrových palivách. Patrí k nim energia slnečná, veterná, vodná (vodné toky, morské vlny, príliv a odliv), geotermálna a energia z biomasy. Štruktúru a potenciálne využitie obnoviteľných zdrojov energie v SR uvádza tab. 4. Obnoviteľné zdroje energie majú v porovnaní s klasickými zdrojmi (fosílnymi a jadrovými palivami) veľa výhod. Ich zásoba nie je limitovaná, nehrozí ich vyčerpanie, nevyvolávajú produkciu CO_2 , SO_2 , NO_x a ďalších skleníkových plynov, sú vo všeobecnosti dostupné a majú aj rad ďalších výhod (pozri napr. Šúri, 2004).

Medzi nevýhody patrí nízka energetická výdatnosť týchto zdrojov, rozdielna dostupnosť a možnosti využitia, priama závislosť od hydrometeorologických podmienok, vysoká finančná náročnosť technologických procesov a pod., čo spôsobuje, že z hľadiska economic-

kej efektívnosti nie sú schopné konkurovať klasickým zdrojom. Obnoviteľné zdroje energie majú tiež rad nevýhod vo vzťahu k životnému prostrediu:

- **Vodné elektrárne.** Pri ich výstavbe ide zväčša o veľké zásahy do životného prostredia. Nejde len o prehradenie vodných tokov, ale aj o výstavbu prírodných a odpadových zariadení, derivačných kanálov a akumuláčnych nádrží. Pritom treba zatopiť rozsiahle územia, zväčša s poľnohospodárskou pôdou, čo spôsobí miestne klimatické zmeny, ako aj narušenie režimu spodných vôd. Prejaví sa to aj na rastlinných a živočíšnych spoločenstvách ovplyvnených teplotnými zmenami vody, zmenou v chemickom a biologickom režime. Počas prevádzky vodných elektrární treba pravidelne odstraňovať nánosy v nádržiach, ktoré vznikajú spomalením rýchlosti prúdenia vody, čo je značne nákladné. Nánosy okrem toho obsahujú toxické látky a ťažké kovy. Na zachovanie migrácie rýb sa často musia vybudovať rybochody. V bezprostrednej blízkosti priehrad hrozí riziko zosuvu pôdy a vlny vznikajúce pôsobením silného vetra spôsobujú eróziu pobrežia.

- **Veterné elektrárne.** Slovensko nemá vhodné podmienky na využívanie veternej energie vo väčšom rozsahu. Veľké veterné farmy však spôsobujú hluk a vibrácie a konštrukcie veterných veží esteticky rušia okolité prostredie. Okrem toho predstavujú prekážku pre voľný pohyb vtákov i malých lietadiel a rušia telekomunikačné zariadenia v ich blízkosti.

- **Geotermálne zdroje** sa využívajú na Slovensku len v obmedzenom rozsahu. Rušivo pôsobí hluk a vibrácie pri vrtoch, aj skládky kalov a hlušiny z vrtovej negatívne pôsobia na životné prostredie. Minerálne látky prítomné v odpadovej termálnej vode zafažujú okolie a otepľujú povrchové vody. V okolí vrtu sa uvoľňujú plyny, ktoré môžu byť toxické. Je prítomné sadanie a zosuv pôdy. Agresivita termálnej vody spôsobuje rýchlu koróziu technologických zariadení.

Tab. 4. Technicky využiteľný potenciál obnoviteľných zdrojov energie v SR

Zdroj	Výroba energie spolu			Z toho elektrickej
	[GWh.r ⁻¹]	[TJ.r ⁻¹]	[%]	[GWh.r ⁻¹]
Biomasa	2 727	9 817	39,7	5
Vodná energia:	3 800	13 680	55,3	3 800
Malé vodné elektrárne [do 10 MWe]	202	727	3	202
Geotermálna energia	338	1 217	4,9	0
Slnečná energia	7	25	0,1	0
Veterná energia	0	0	0	0
Spolu	6 872	24 740	100	3 805

Zdroj: Knápek, Geus, 2000

– *Biomasa*. Vplyv na životné prostredie závisí od spôsobu získania biomasy a technológie jej energetického spracovania. Pestovanie rastlín na energetické účely je zároveň náročné na plochu, ktorá by sa mohla využiť na produkciu kultúrnych rastlín. Pri priamom spaľovaní je aj biomasa producentom CO₂ a uhlíkov. Preferuje sa preto využívanie bioplynu alebo destiláciou získaného kvapalného paliva.

– *Slnečné elektrárne*. Okrem rozsiahleho záberu pôdy a negatívnych estetických účinkov majú slnečné elektrárne minimálny vplyv na životné prostredie. Avšak freón, čpavok, olej a glykol, ktoré sa používajú v týchto systémoch, predstavujú potenciálne nebezpečenstvo v prípade poruchy. Vzhľadom na ich rozľahlosť sú slnečné elektrárne zväčša situované v menej obývaných oblastiach.

Napriek všetkým spomínaným nevýhodám i z hľadiska životného prostredia sú obnoviteľné zdroje energie v centre ekonomickej i politickej pozornosti (Šúri, 2004) a predstavujú perspektívnu energetickú alternatívu, ktorá vhodne dopĺňa základné zdroje elektrickej energie.

Reštrukturalizácia a privatizácia energetiky

Sektor energetiky má monopolizovanú štruktúru, ktorá je bez primeranej regulácie prirodzene neefektívna, čo často vedie k nesprávnym rozhodnutiam. Napríklad v oblasti elektroenergetiky nedokázal doterajší systém regulácie zabrániť neprimeranej úverovej zaťaženosti. Bola tu snaha prenášať ťažkosti a úverové zaťaženie z výstavby nových výrobných kapacít na prenosovú sústavu a distribučné podniky. Takéto konanie je v rozpore s pravidlami vnútorného trhu s elektrinou v Európskej únii. V oblasti plynárenstva je situácia opačná, rozvoj distribučnej siete sa realizuje zo zdrojov získaných z tranzitu plynu.

Najvhodnejším riešením v oblasti elektroenergetiky, ku ktorému pristúpili aj vo všetkých okolitých krajinách, je oddeliť distribúciu (čo sme už realizovali) i prenosovú sústavu od výroby. Distribučné podniky sa transformovali na akciové spoločnosti, z ktorých sa vyčleňujú aktivity nesúvisiace s distribúciou elektriny. Ďalším krokom je otvorenie trhu pre tzv. "oprávnených zákazníkov". V oblasti plynárenstva ceny plynu pre odberateľov ešte stále nepokrývajú náklady na rozvoj plynofikácie. Treba vykonať podobné opatrenia ako v oblasti elektroenergetiky, teda oddeliť distribúciu, tranzit a ďalšie činnosti.

Efektívny regulačný rámec pre elektroenergetiku sa však nedosiahol ani zákonom č. 70/1998 Z. z. o energetike. Podľa neho reguláciu cien vykonávalo Ministerstvo financií SR, reguláciu licencií, povoľovanie nových zdrojov a dozor v podnikoch vo vlastníctve štátu

vykonávalo Ministerstvo hospodárstva SR a dozor nad ochranou pred zneužitím monopolného postavenia mal Protimonopolný úrad SR. Dôležitým prvkom reštrukturalizácie energetiky bolo založenie nezávislého regulačného orgánu, ktorým je Úrad pre riadenie sieťových odvetví. Tento úrad sústredil všetky spomínané kompetencie v regulácii, ktoré boli predtým v pôsobnosti troch rezortov.

* * *

Napriek tomu, že sme v ostatných rokoch zaznamenali pozitívny trend v znižovaní produkcie emisií a zvyšovaní efektívnosti výroby elektrickej energie, štruktúra zdrojov nie je z hľadiska životného prostredia uspokojivá. Extenzívny prístup k získavaniu nových zdrojov dnes nahradila snaha o maximálne využitie súčasných, s čím súvisí aj pravidelné monitorovanie ich prevádzky a vplyvu na životné prostredie. Návratnosť vložených prostriedkov do inovácie a vývoja nových technológií sa síce nedá vyčíslieť okamžite, zvýši sa však environmentálna bezpečnosť a spoľahlivosť prevádzkovania elektroenergetických zariadení.

Príspevok vznikol s podporou grantovej agentúry VEGA č. 4 1/0383/2003.

Literatúra

- Energetická politika SR. Ministerstvo hospodárstva SR Bratislava, 2000.
- Energy and Environment Policy Overview, OECD/IEA, 1989. <http://www.infelen.sk/INFELLEN/Eneko10.shtml>
- Jílek, P.: Problém oxidu uhličitého. Ochrana ovzduší, 5, 1991, 5.
- Knápek, J., Geuss, E.: Životní prostředí a ekonomika. ČVUT Praha, 2000.
- Ročenky spotreby elektrickej energie na Slovensku v rokoch 1998, 1999, 2000. Slovenské elektrárne, a. s., Bratislava, 1999, 2000, 2001.
- Správa o kvalite ovzdušia a podiele jednotlivých zdrojov na jeho znečisťovaní v SR v roku 2001. SHMÚ Bratislava, 2002.
- Štatistická ročenka SR 1997, 1998, 2000, 2001. Štatistický úrad SR Bratislava.
- Šúri, M.: Výroba elektriny z hľadiska obnoviteľných zdrojov energie. Život. Prostr., 38, 2000, 5, s. 242 – 249.
- Tretia národná správa o zmene klímy. Slovenský hydrometeorologický ústav Bratislava, 2001.
- Vybrané ukazovatele ekonomického vývoja SR v rokoch 1991 – 2001, Inštitút informatiky a štatistiky, Bratislava, 2002.

Doc. Ing. Roman Cimbala, PhD., Katedra elektroenergetiky Fakulty elektrotechniky a informatiky Technickej univerzity, Mäsiarska 74, 040 01 Košice, roman.cimbala@tuke.sk