

## Vzťah klimatickej zmeny a energetiky

*M. Lapin, I. Damborská: Connections between Climate Change and Energetics. Život. Prostr., Vol. 38, No. 5, 237 – 241, 2004.*

The UN Framework Convention on Climate Change (FCCC) was adopted in the UNCED Conference (Rio de Janeiro, 1992). It supposes a global effort in greenhouse gases (GHGs) emission reduction (mainly CO<sub>2</sub>) at the 1990 reference level at least. The energy sector (including transport, heating, and cooling) contributes by more than two thirds to the total GHGs emission into the atmosphere. Without a serious change in the energy generation and consumption patterns all over the world and without international assistance to developing countries this goal is not possible to meet until 2010. The paper deals with possibilities of the GHGs emission reduction based on the IPCC TAR (2001), the 3rd Slovak National Communication on Climate Change (2001) and other sources (e.g. Conferences of Parties FCCC).

Globálne a lokálne problémy životného prostredia predstavujú jednu z najnaliehavejších výziev ľudskej spoločnosti v 21. storočí, ale aj príležitosť formovať a ovplyvňovať svoju budúcnosť žiaducim smerom. *Energetika* súvisí so životným prostredím, ochranou atmosféry a klimatickými zmenami vo viacerých oblastiach. Tu sa budeme zaoberať hlavne požiadavkami na redukciiu emisie tzv. skleníkových plynov (GHGs) do atmosféry, alternatívnymi zdrojmi energie a dôsledkami klimatickej zmeny na energetiku. Ak hovoríme o *klimatickej zmene* (ŽP 2/2000), ide predovšetkým o emisiu CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O a prízemného ozónu do atmosféry, teda skleníkových plynov s kladnou spätnou väzbou a vytváranie aerosólov zo zlúčenín síry v horných vrstvách troposféry so zápornou spätnou väzbou. Ešte významnejšou je skutočnosť, že viaceré skleníkové plyny (a iné škodlivé emisie – napr. freóny a halóny), ktoré sa do r. 1990 považovali za takmer neškodné, majú dlhé priemerné zotrvanie v atmosfére (často viac ako 100 rokov) a navyše môžu zapríčiniť aj deštrukciu stratosférickej ozonosféry. Dôsledky klimatických zmien sa stali predmetom medzinárodných rokovaní už od r. 1979, teda od založenia Svetového klimatického programu (WCP) a ešte intenzívnejšie od r. 1988 (od založenia Medzivládneho panelu pre klimatickú zmenu – IPCC) všetko pod patronátom OSN. Od r. 1995 (1. COP FCCC) sa svetové spoločenstvo zaoberá konkrétnymi problémami redukcie emisie GHGs (hlavne CO<sub>2</sub>) do atmosféry.

Vláda SR prijala r. 1999 v oblasti ochrany ovzdušia a ozónovej vrstvy 5 cieľov so 185 opatreniami s dobou realizácie 2000 – 2003 a neskôr a uložila ich plnenie príslušným ministerstvám, r. 2001 prijala *Národnú stratégiu trvalo udržateľného rozvoja* a zaviazala sa plniť aj úlohy v oblasti ochrany atmosféry a redukcie emisie GHGs. Okrem toho vláda prijala *I., II. a III. Národnú správu SR o klimatickej zmene* (1995, 1997 a 2001), ktoré obsahujú konkrétne opatrenia aj na redukciiu emisie GHGs pre sektor energetiky (v rámci všetkých ministerstiev), pričom pojem energetika tu treba chápať v širších súvislostiach.

V duchu integrácie environmentálnych kritérií do všetkých rozvojových koncepcií a ich implementácie v zmysle koncepcie udržateľného rozvoja bol vypracovaný i základný dokument environmentálnej politiky Európskej únie – 6. *environmentálny akčný program* s názvom *Environment 2010: Our future our choice*, ktorý obsahuje 7 hlavných okruhov problémov: klimatické zmeny, ochrana prírody a biodiverzity, životné prostredie a zdravie, prírodné zdroje a odpad. S uvedenými cieľmi je v súlade aj *Environmentálna stratégia a politika SR*, v ktorej je deklarovaných päť priorít: 1. ochrana ovzdušia a globálna environmentálna bezpečnosť, 2. zabezpečenie dostatku pitnej vody a zníženie znečistenia ostatných vôd pod prípustnú hranicu, 3. ochrana pôdy pred degradáciou a zabezpečenie nezávadnosti potravín, 4. minimalizácia vzniku odpadov a ich vyu-

žívanie a správne zneškodňovanie, 5. zachovanie biologickej rozmanitosti, racionálne využívanie prírodných zdrojov, optimalizácia priestorovej štruktúry a využívania krajiny. Problematika klimatickej zmeny a z nej vyplývajúce riziká sú v strategických zámeroch ministerstiev vyjadrené väčšinou iba rámcovo.

Pri riešení problémov súvisiacich s klimatickou zmenou a ochranou atmosféry sa vedecká sféra opiera predovšetkým o dokumenty OSN: *Montrealský protokol o ochrane ozonoféry* (a jeho dodatky – *Viedenský, Kodanský* a i. protokoly), *Rámcový dohovor OSN o klimatickej zmene* (FCCC a jeho dodatky alebo vykonávacie dokumenty, napríklad *Kjótsky protokol*), *Agenda 21, Dohovory o cezhraničnom prenose škodlivých emisií* a i.). Nemenej závažná je aj skutočnosť, že emisie poškodzujúce atmosféru a ovplyvňujúce rast skleníkového efektu môžu sekundárne (alebo terciárne) spôsobiť aj poškodenie kvality života človeka, môžu závažne poškodzovať integritu a stabilitu ekosystémov, negatívne ovplyvniť ekonomiku celého sveta a spôsobiť sociálne, etnické a vojensko-politické problémy.

Problematiku klimatickej zmeny môžeme stručne rozvrhnúť do niekoľkých okruhov:

- redukcia emisie skleníkových plynov do atmosféry,
- zvýšenie biosférického záchytu (sinkov)  $\text{CO}_2$ ,
- monitoring a výskum zmien a premenlivosti klímy,
- príprava scenárov zmeny klímy a metód ich použitia,
- identifikácia zraniteľných komponentov socioekonomickej sféry a prírodného prostredia na klimatickú zmenu,
- ocenenie možných dôsledkov klimatickej zmeny,
- príprava, realizácia a ekonomické oceňovanie adaptačných opatrení na zmiernenie možných negatívnych a využitie možných pozitívnych dôsledkov klimatickej zmeny,
- informovanie verejnosti vedecky podloženými prostriedkami,
- medzinárodná spolupráca.

Vidno, že viaceré z týchto okruhov sa s energetikou a opatreniami vyplývajúcimi z Environmentálnej stratégie a politiky SR do určitej miery prekrývajú. Ďalej sa budeme venovať týmto otázkam rozvrhnutým podľa jednotlivých problémových oblastí vrátane adaptačných a zmiernujúcich opatrení.

• **Redukcia emisie  $\text{CO}_2$  do atmosféry.** Emisia  $\text{CO}_2$  sa stále u nás nepovažuje za znečistenie atmosféry, a teda nevzťahujú sa na ňu opatrenia prijaté pre iné znečisťujúce látky ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ , CO, VOC, POP, ťažké kovy,  $\text{O}_3$  a pod.). Keďže ide o značný objem emisií (pred

r. 1990 až 60 mil. t  $\text{CO}_2$  ročne, potom významný pokles a po r. 2004 už bude opäť vyše 45 mil. t), ktorý je navyše naviazaný na najcitlivejšie socioekonomické aktivity (výrobu energie, dopravu, priemysel, vykurovanie interierov), nie je jeho riešenie jednoduché a ani krátkodobé. Najzávažnejšie ovplyvní vývoj emisie  $\text{CO}_2$  koncepcia výroby elektrickej energie a tepla. Ďalším významným zdrojom emisie  $\text{CO}_2$  je doprava (vrátane leteckej). Ani tu nie je možné jednoduché, a najmä rýchle riešenie redukcie. Efektívny rozvoj hromadnej verejnej dopravy, ako aj nákladnej (diaľničnej i železničnej) dopravy, môže znamenať značné zníženie emisie  $\text{CO}_2$ .

Tretím významným zdrojom je dodávka tepla do domácností a iným odberateľom. Okrem zatepľovania budov tu má veľký význam aj modernizácia systémov výroby tepla. Takáto koncepcia musí byť rozložená na desiatky rokov, čo je pri terajšom systéme plánovania verejných výdavkov na Slovensku takmer neriešiteľný problém. Treba očakávať, že redukcia emisie  $\text{CO}_2$  požadovaná Kjótskym protokolom nie je pre krajiny OECD konečná. Svetové spoločenstvo sa určite rozhodne stabilizovať celosvetovú emisiu  $\text{CO}_2$  na nejakej nižšej úrovni. Keďže rozvojové krajiny budú s veľkou pravdepodobnosťou zvyšovať emisiu  $\text{CO}_2$  najmenej do r. 2050, štáty OECD budú musieť svoje emisie  $\text{CO}_2$  znížiť asi o 50 %. Obchodovanie s emisiami  $\text{CO}_2$  je vlastne podvodom ako obísť ich redukciu v priemyselne najrozvinutejších krajinách a nezohľadňuje sa pritom dostatočne potreba globálnej redukcie týchto emisií.

• **Riešenie biosférického záchytu (sinkov)  $\text{CO}_2$ .** Najväčším zdrojom biosférického záchytu atmosférického  $\text{CO}_2$  je fotosyntéza v lesoch a poľnohospodárstve. Ak sa biomasa ako produkt fotosyntézy spotrebuje tak, že sa  $\text{CO}_2$  opäť uvoľní do atmosféry (napríklad horením), ide vlastne o jeho recykláciu, ktorá neprispieva k rastu koncentrácie v atmosfére. Preto je energetické využitie biomasy (namiesto fosílnych palív) významným príspevkom k redukcii  $\text{CO}_2$  v atmosfére. V SR takto možno „recyklovať“ aj viac ako 4 mil. t  $\text{CO}_2$  ročne. Po biosférickom záchyte možno viazaný uhlík aj dlhodobo ukladať, napríklad v drevnej hmote a iných tovaroch a nerecyklovať ho.

• **Emisia iných skleníkových plynov.** Rast koncentrácie  $\text{CO}_2$  v atmosfére Zeme sa podieľa o čosi viac ako 50 % na globálnom otepľovaní, zvyšok pripadá na ďalšie skleníkové plyny. Slovensko neprispieva významnejšie k emisii iných GHGs. Pri metáne, oxidoch dusíka, prízemnom ozóne a chlórfluórokarbónoch (CFCs – freóny a halóny, ktoré nezakazuje Montrealský protokol) sa robí inventarizácia a prijímajú sa aj zmiernujúce opatrenia (I., II. a III. Národná správa SR

o klimatickej zmene). Inventarizácia emisie i riešenie zmiernujúcich opatrení je pri týchto GHGs komplikovanejšie ako v prípade CO<sub>2</sub>. Navyše, cez prekursorov alebo vzájomne podmienené chemické reakcie sú prepojené aj s viacerými inými škodlivými látkami emitovanými do atmosféry, a preto ich treba riešiť ako komplexný environmentálny problém. Väčšina emisií týchto GHGs s energetikou čiastočne súvisí (CFCs sa napríklad používajú aj v chladiacich zariadeniach, CH<sub>4</sub> sa emituje aj pri ťažbe plynu, ropy a uhlia, O<sub>3</sub> môže súvisieť so spaľovaním fosílnych palív atď.).

- **Alternatívne zdroje energie v SR.** Ide o problém, o ktorom sa pomerne často diskutuje, pričom sa iba málokedy uvádzajú konkrétne hodnoty potenciálu alternatívnych a obnoviteľných zdrojov energie v podmienkach Slovenska ako celku. Na prvé miesto asi patrí *využitie biomasy*, kde možno predpokladať aspoň 20 % podiel na celkovej spotrebe energie v cieľovom roku 2100. Ďalej je to *využitie hydroenergetického potenciálu* (asi 15 % z celkovo spotrebovanej energie v cieľovom r. 2100), potom *využitie geotermálnej a slnečnej energie*. Kým využitie hydroenergetického potenciálu je doriešené pri veľkých hydrocentrálach, malé vodné elektrárne sú stále predmetom diskusie (pre vysoké náklady i možné environmentálne konflikty). Do r. 2100 sa počíta s rastom zimných úhrnov zrážok i zimných prítokov riek aspoň o 15 %, čo môže zvýšiť atraktivnosť tejto energie. Využitie geotermálnej a slnečnej energie na výrobu elektrickej energie a tepla naráža aj na cenovú nevýhodnosť, čo sa u nás rieši žiadnym kompenzačným (dotačným) opatrením. Potenciálny podiel týchto obnoviteľných zdrojov na celkovej spotrebe energie je spolu určite menší ako 10 %. *Veterná energia* je síce z hľadiska nákladov perspektívna, v podmienkach Slovenska však nebude mať nikdy vyšší podiel ako 3 % z celkovej spotreby. Napriek uvedeným nevýhodám sú celkové prínosy z využitia obnoviteľných zdrojov energie v absolútnych hodnotách na úrovni miliárd Sk, čo je nepochybne zaujímavé. Oveľa dôležitejšie je však to, že pri výrobe a spotrebe tejto energie sa neprodukuje prakticky žiadne škodlivé látky, ani skleníkové plyny.

- **Využitie jadrovej energie.** Pri tomto druhu energie ide istotne o najzaujímavejšiu alternatívu k využívaniu fosílnych palív. Fosílna palivá vznikli počas niekoľkých desiatok miliónov rokov a je v nich uložený uhlík, ktorý bol biosféricky zachytený z atmosféry. Teraz sa ho pokúšame počas niekoľkých storočí vrátiť do atmosféry, čo je zrejme príliš krátka doba na to, aby sa tento experiment skončil bez závažných dôsledkov. V prípade využitia jadrovej (atómovej) energie je jediným konečným produktom tepelná energia (ak ne-

počítame rádioaktívny odpad). V procese výroby a spotreby jadrovej energie nevznikajú žiadne ďalšie škodlivé látky ani GHGs. Závažným problémom sú však bezpečnostné riziká. Na ich eliminovanie treba vynaložiť veľa prostriedkov. V konečnom dôsledku cena takejto energie nemusí byť výhodnejšia ako energie z klasických tepelných elektrární.

Zdá sa, že až doriešenie civilného využitia termojadrovej reakcie (fúzie vodíka) môže priniesť zásadný obrat. Vznikne dostatok energie na výrobu vodíka priamo disociáciou vody, pričom vodík môže efektívne nahradiť klasické tekuté a plynné pohonné zmesi v doprave (aj automobilovej). Efektívna výroba vodíka ako paliva aj prostredníctvom iných metód bude prioritou 21. storočia.

- **Tepelné elektrárne a klasické teplárne.** Ešte veľmi dlho budú významným zdrojom energie fosílna palivá, najmä uhlie, ropa a zemný plyn. Výroba elektrickej energie a tepla patrí medzi najvýznamnejšie „spotrebiče“ fosílnych palív, pričom všetky takéto zariadenia majú niekoľko spoločných znakov. Výroba energie je pomerne málo účinná, vzniká a uniká do atmosféry veľké množstvo škodlivého odpadu (vrátane emisií GHGs), tepla a aerosólov, takmer všetky zariadenia na výrobu elektrickej energie a tepla sú u nás pomerne zastarané a cena fosílnych palív bude nepochybne rásť v súvislosti s hrozbou ich úplného vyčerpania v najbližších dvoch storočiach. Napriek uvedeným nedostatkom, týmto zariadeniam treba venovať trvalú pozornosť. Cieľom by malo byť zvýšenie účinnosti a efektívnosti využitia energie fosílnych palív a zníženie emisií škodlivých látok do atmosféry. Dnes je už prakticky povinné odsírenie fosílnych palív pred použitím, odprašenie a denitrifikácia odpadov. Zostáva iba emisia CO<sub>2</sub> a niekoľkých ďalších menej škodlivých látok. Zvýši sa tým cena takto získanej energie, ale na jednotku energie sa relatívne zníži emisia všetkých škodlivých látok vrátane GHGs.

- **Likvidácia odpadu.** Likvidácia komunálneho a priemyselného odpadu má viacero úrovní a používa sa na to veľa nezávislých technológií. Viaceré sú založené na spaľovaní a energetickom využití odpadu, pričom vznikajú emisie plyných škodlivín (vrátane GHGs) alebo aerosóly, ktoré sa dostávajú do atmosféry.

- **Monitoring a analýza zmien a premenlivosti klímy.** Na monitorovanie zmeny klímy do ďalekej budúcnosti (do r. 2100) sa v SR predbežne vybralo asi 190 zrážkomerných a 30 klimatologických staníc. Popri tom sa v súlade s odporúčaním OSN (WMO, UNEP, UNESCO, FAO) má robiť tzv. monitoring zmeny klímy v systéme GCOS (Svetového klimatického pozorova-

vacieho systému), kde by mali byť zahrnuté aj hydrologické a biosférické pozorovania, prípadne aj iné – environmentálne a socioekonomické – ktoré so zmenou klímy akokoľvek kvantitatívne súvisia. Takéto pozorovania a merania sa majú medzinárodne dohodnutými metodikami analyzovať a poskytovať pre WCP a IPCC na globálnu a regionálnu identifikáciu „nezvyčajných/atypických“ zmien a kolísania klímy. V jednotlivých regiónoch sa majú používať regionálne modifikované výstupy globálnych a regionálnych modelov všeobecnej cirkulácie atmosféry (GCMs, RCMs, pozri ŽP 2/2000) aj na základe údajov GCOS a monitoringu zmien klímy.

• **Identifikácia citlivosti na zmenené klimatické podmienky.** Ekosystémy i socioekonomická sféra sú nastavené na charakteristický režim klimatických podmienok na danom mieste (v konkrétnej oblasti). Skúsenosti naznačujú, že ak nastane len nepatrný, ale dlhodobý posun charakteristického režimu klimatických prvkov (aspoň za desaťročné obdobie), nastávajú konfliktné situácie vyvolávajúce nestabilitu v ekosystémoch a problémy v iných oblastiach (napr. v energetike, doprave, zásobovaní vodou, protipovodňovej ochrane atď.). Identifikácia zraniteľnosti sa robí prioritne pre také odvetvia a spoločnosti v prírodnom prostredí, o ktorých je známe, že majú relatívne úzke limity bezproblémovej existencie a veľký ekonomický alebo celospoločenský význam.

• **Riešenie možných dôsledkov klimatickej zmeny.** Ak máme podozrenie, že môže dôjsť k zmene režimu klimatických podmienok a ak vieme, že niektoré socioekonomické a environmentálne subsystémy sú takouto zmenou potenciálne zraniteľné, je prospešné riešiť problém možných dôsledkov zmeny klímy aj s kvantitatívnym vyjadrením. Používa sa pritom väčšinou nasledujúci postup:

- pripraví sa alternatívne scenáre najpravdepodobnejšej zmeny klímy na obdobie najmenej 50 rokov,
- navrhne sa matematicko-fyzikálny model procesu, ktorý sa bude v zmenených klimatických pomeroch posudzovať,
- modelové riešenie sa odskúša (kalibruje) na nejakom reprezentatívnom období v nedávnej minulosti (pre ktoré máme kvalitné pozorované údaje a kde dobre poznáme skutočné výsledky sledovaného procesu),
- spracuje sa modelové riešenie procesu v zmenených klimatických podmienkach podľa scenárov a pokúsime sa identifikovať a kvantitatívne oceniť závažné dôsledky zmenenej klímy.

Návrh alternatívnych klimatických a iných scenárov charakterizujúcich budúce podmienky a výber

správneho modelu sledovaného procesu hrajú kľúčovú úlohu. Možné dôsledky klimatickej zmeny na energetiku patria medzi veľmi významné.

• **Adaptačné stratégie.** Zmenené klimatické podmienky môžu mať pozitívne aj negatívne dôsledky na niektoré vybrané environmentálne a socioekonomické subsystémy. Doterajšie výsledky potvrdzujú, že v celom komplexe dôsledkov budú vysoko prevažovať negatívne efekty. Cieľom adaptačných stratégií je pripraviť také technicko-organizačné opatrenia, aby sa negatívne dôsledky čo najviac zredukovali a aby sa prípadné pozitívne vplyvy čo najviac využili. Celý systém adaptačných stratégií by sa mal riešiť tak, aby bol konzistentný so zmiernovacími (mitigačnými) opatreniami, teda tými, ktoré majú za cieľ redukovať vplyvy vyvolávajúce zmenu klímy (napríklad znižovanie emisie GHGs do atmosféry). Okrem toho by adaptačné stratégie nemali ohroziť udržateľný rozvoj a potravinovú bezpečnosť nielen vo vlastnej krajine, ale ani v širšom okolí. Dôležitá je aj analýza nákladovosti a ziskovosti adaptačných a mitigačných opatrení, tzv. *cost-benefit assessment*. Keďže energetika je v širšom chápaní kľúčovým odvetvím redukcie emisie GHGs, je zrejmé, že všetky mitigačné a adaptačné opatrenia sú tu v absolútnom vyjadrení nákladovo veľmi významné. Nesporne pozitívnym dôsledkom bude pokles nákladov na vykurovanie (oteplenie klímy, nové technológie a zateplovanie budov), no značne vzrastú náklady na klimatizáciu (teplejšie letá, rast nárokov na tepelný komfort), na chladenie v potravinárskom priemysle, na zabezpečenie zdrojov vody, a predovšetkým na získavanie energie environmentálne šetrnejšími metódami. Okrem toho sa v súvislosti s rastom životnej úrovne obyvateľstva objavia nové položky v spotrebe tovarov a služieb, ktoré budú náročné aj na spotrebu energie.

### Vzťah energie a klimatickej zmeny

*Tretia správa IPCC (2001) venuje značnú pozornosť súvislosti energie s klimatickou zmenou. Venuje sa jej v 3. – 5. kapitole (uhlíkový cyklus, atmosférická chémia a aerosóly), 7. kapitola je venovaná ľudským sídlam, energetike a priemyslu: „Zatiaľ nie je možné poskytnúť spoľahlivé predpovede týkajúce sa zmeny vodného režimu celosvetového riečného systému v dôsledku klimatických zmien, očakávajú sa intenzívnejšie zrážky (čo by vyžadovalo stratégie ako predchádzať povodňovým škodám), väčšie sucho (teda aj menšia produkcia vodnej energie) a menej zrážok vo forme sneženia (aj menej vody dostupnej počas teplých mesiacov). Všetky tieto faktory naznačujú menšiu využiteľnosť hydroelektrární. V oblastiach, kde sa znížia prietoky riek, možno očakávať negatívne dôsledky na produkciu vodnej energie a, naopak, rast prieto-*

kov by mohol viesť k zvýšenej výrobe vodnej energie. V niektorých regiónoch môže sezónna zmena atmosférickej cirkulácie zvýšiť hydroenergetický potenciál výraznejšie v zime a znížiť na jar a v lete, ale vynára sa otázka, či elektrický systém môže výhodne využiť zlepšenie prietokov v zimnom období a či by aj zásoby boli postačujúce. ... Zvýšenie oblačnosti môže viesť k poklesu využitia slnečnej energie. Veterná energia by sa mohla viac alebo menej uplatniť vďaka zvýšeniu rýchlosti vetra nad alebo poklesu rýchlosti pod prijateľný operačný rozsah podľa použitej technológie. Aj zmeny v pestovateľských podmienkach by mohli negatívne ovplyvniť produkciu biomasy, rovnako, ako očakávaný pokles obsahu uhlíka v pôde a lesných porastoch. ... Podiel celkových zásob energie z obnoviteľných zdrojov koliduje medzi jednotlivými krajinami. Hoci alternatívne zdroje sa môžu adaptovať na nové klimatické podmienky, vyššie percento obnoviteľných (zvlášť hydroenergetických) zdrojov energie v krajine by ju mohlo urobiť citlivejšou na zmeny a variabilitu klímy. Ťažbu fosílnych palív môže nepriaznivo ovplyvniť zosilnený účinok vetra a morských vln, výdatné zrážky, erózia na pobreží a topenie dlhodobu zamrznutej pôdy v oblastiach, kde sa ťažba realizuje. ... Ak charakterizujú teplejšiu klímu aj extrémnejšie poveternostné javy, ako silné víchrice, povodne, tornáda a krupobitie, prenosné systémy elektrických obslužných programov sú zaťažené väčším počtom chýb, čo môže byť mimoriadne nákladné. Horúce počasie tiež prispieva k zvýšenému odberu a menej optimálnym prevádzkovým podmienkam káblov v dôsledku vysokej teploty pôdy, ale aj sucha. Očakáva sa, že v teplejších oblastiach požiadavky na elektrickú energiu určite vzrastú (aj náklady na energiu celkovo). Urbanizácia a teplejšie podnebie môžu viesť k rastúcej spotrebe energie aj v súvislosti s klimatizáciou. Okrem hlavných dôsledkov na energetický sektor by klimatizácia mohla viesť k zosilneniu účinkov mestských ostrovov tepla kvôli spotrebe energie. Výskum potvrdil, že klimatizácia je štatisticky významným faktorom v poklese úmrtnosti v súvislosti s vlnami horúčov. ... Pokiaľ ide o komerčný sektor, odhaduje sa, že r. 2030 sa zredukuje celková spotreba energie pri predpokladanom zvýšení teploty o 2,5 °C približne do 5 %. Spotreba energie by vzrástla aj v súvislosti so zavlažovaním. Štúdie naznačujú, že zmena klímy by spôsobila nárast energetických vstupov potrebných na produkciu daného množstva kukurice, sóje a arašidov.“

Správa tretej pracovnej skupiny IPCC sa zaoberá predovšetkým redukciami emisíi GHGs do atmosféry a súvisiacimi problémami v rôznych krajinách. „Akékoľvek medzinárodné a národné politické nástroje sa môžu stať efektívne iba za predpokladu, že ich sprevádzanie adekvátnym systémom monitoringu a legislatívneho donucovania.“ Ekonomická sféra totiž nikdy dobrovoľne nepripustí, že redukcia emisíi GHGs je pre ňu výhodná, ak nemá z toho primeraný zisk v dohľadnej dobe. Podob-

ný cieľ si kladie aj stručnejšia Syntéza správa (SYR) TAR IPCC, rozvrhnutá do 9 otázok a odpovedí (ŽP 2/2002) a je určená predovšetkým politikom a manažérom (s energetikou súvisia najmä kapitoly 6 a 7).

\* \* \*

Nekládli sme si za cieľ zhodnotiť všetky aspekty vzťahu energetiky a klimatickej zmeny. Snažili sme sa naznačiť rozsah a štruktúru problémov na vedeckú analýzu a praktické riešenie. V našich predchádzajúcich článkoch uverejnených v ŽP, aj v príspevkoch iných autorov (napr. Szolgay et al., 2002), sa občas spomína energetika ako závažný sektor v problematike klimatickej zmeny. Najbližšie roky určite prinesú v tomto smere viacero prekvapujúcich obrátov. Najočakávanejšia je zmena postoja administratívy USA po prezidentských voľbách.

#### Literatúra

- IPCC 2001. The Third Assessment Report – TAR (WG.1, WG.2, WG.3, SYR). IPCC Geneva, 2001.
- Lapin, M., Závodský, D.: Medzinárodné súvislosti problému „zmena klímy“. Život. Prostr., 34, 2000, 2, s. 61 – 63.
- Lapin, M., Melo, M.: Zmeny a variabilita klímy, scenáre zmeny klímy. Život. Prostr., 34, 2000, 2, s. 69 – 74.
- Lapin, M., Damborská, I., Tomlain, J.: Voda v atmosfére. Život. Prostr., 35, 2000, 3, s. 117 – 122.
- Lapin, M.: K tretej správe Medzivládneho panelu pre klimatickú zmenu. Život. Prostr., 36, 2, 2002 s 82 – 86.
- Szolgay, J., Hlavčová, K., Kalaš, M.: Assessment of the Potential Impacts of Climate Change on River Runoff. Journal of Hydrology and Hydromechanics, 50, 4, p. 341 – 371.
- Tretia národná správa o zmene klímy. MŽP SR Bratislava, 2001, 110 s.
- Webové stránky Ministerstva školstva SR [www.education.gov.sk](http://www.education.gov.sk), Ministerstva životného prostredia SR [www.enviro.gov.sk](http://www.enviro.gov.sk), Medzivládneho panelu pre klimatickú zmenu [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch) a Svetovej meteorologickej organizácie [www.wmo.ch](http://www.wmo.ch)

**Doc. RNDr. Milan Lapin, PhD., Katedra astronómie, fyziky Zeme a meteorológie Fakulty matematiky, fyziky a informatiky UK, Mlynská dolina F1, 842 48 Bratislava, [lapin@fmph.uniba.sk](mailto:lapin@fmph.uniba.sk)**

**RNDr. Ingrid Damborská, PhD., Katedra astronómie, fyziky Zeme a meteorológie Fakulty matematiky, fyziky a informatiky UK, Mlynská dolina F1, 842 48 Bratislava, [damborská@fmph.uniba.sk](mailto:damborská@fmph.uniba.sk)**