

Zdroje znečisťovania ovzdušia a emisná situácia na Slovensku

Jozef Mačala¹

The air pollution sources and emission situation in Slovakia

The Slovak emission monitoring system is currently represented by the Emission and air pollution source inventory (EAPSI). The Emission Inventory is divided according to the output, size and type of sources into 4 parts. EAPSI 1 – stationary sources of heating output over 5 MW and selected technologies, EAPSI 2 – stationary sources of heating output 0,2 – 5 MW, EAPSI 3 – stationary (local) sources of output below 0,2 MW, EAPSI 4 – mobile sources regardless of output. In the paper, trends of development in basic pollutants (particulate matter, sulphur dioxide, oxides of nitrogen and carbon monoxide), emissions of heavy metals, verification of the results and assessment of data quality, are presented.

Key words: emission monitoring, inventory sources, EAPSI, heavy metals, basic pollutants.

Úvod

Slovenský emisný monitorovací systém v súčasnosti predstavuje Register emisií a zdrojov znečisťovania ovzdušia (REZZO) (Správa, 1996), ktorý spravuje Slovenský hydrometeorologický ústav SHMÚ. Register emisií je členený podľa výkonu, veľkosti a druhu zdrojov na 4 časti:

- REZZO 1 - stacionárne zdroje s tepelným výkonom väčším ako 5 MW a vybrané technológie,
- REZZO 2 - stacionárne zdroje s tepelným výkonom 0,2 - 5 MW a vybrané technológie,
- REZZO 3 - stacionárne (lokálne) zdroje s výkonom menším ako 0,2 MW,
- REZZO 4 - mobilné zdroje.

Databáza REZZO 1 predstavuje súvislý rad údajov od roku 1985 (Sedlák a kol., 1987). V súčasnosti je v nej evidovaných 987 zdrojov znečisťovania ovzdušia, t.j. územnosprávnych jednotiek, registrovaných pomocou IČO. Pre každú z nich sa každoročne aktualizujú údaje o množstve, druhu a kvalite spotrebovaného paliva a o technických a technologických údajoch spaľovacích a odlučovacích zariadení. Z týchto údajov sa pre jednotlivé zdroje pomocou emisných faktorov počítajú emisie CO, NO_x, SO₂ a tuhých látok. Od roku 1996 sú pre vybrané zdroje tieto hodnoty nahradené údajmi, ktoré uvádzajú prevádzkovatelia na základe prepočtu z výsledkov meraní (Správa, 1993-97). Údaje o emisiách z technológií poskytujú jednotlivé zdroje na základe vlastných zistení. Emisie zo spaľovacích procesov a technológií z jednotlivých zdrojov sa ďalej sumarizujú na úrovni územnosprávnych jednotiek. Zdroje evidované v REZZO 1 majú priradené aj geografické súradnice, čo umožňuje ich zobrazenie v geografickom informačnom systéme.

Aktualizácia údajov REZZO 2 sa vykonáva vo viacročnom cykle. Registrácia a zber údajov z jednotlivých zdrojov sa vykonávali priebežne. Sumarizácia sa uskutočnila v rokoch 1985 a 1989. Počet evidovaných zdrojov sa však v čase aktualizácie natoľko zvýšil, že údaje nie sú porovnateľné.

Tretia aktualizácia sa uskutočnila v spolupráci SHMÚ s úradmi životného prostredia (ÚŽP) v období rokov 1993 - 1996 (Správa, 1996).

Databáza REZZO 3 sa aktualizuje každoročne. Lokálne kúreniská sú hodnotené ako plošné zdroje na úrovni okresu. Emisie sa počítajú na základe emisných faktorov a údajov o sumárnej spotrebe paliva maloodberateľmi.

Databáza REZZO 4 sa aktualizuje podľa požiadaviek MŽP SR. Výpočet emisií sa robí metódou COPERT, ktorá je odporúčaná pre účastníkov Dohovoru EHK OSN o diaľkovom znečisťovaní ovzdušia, prechádzajúcom hranicami štátov. Vychádza z počtu jednotlivých typov automobilov, množstva najazdených kilometrov a zo spotreby jednotlivých druhov pohonných hmôt. Okrem cestnej dopravy zahŕňa aj železničnú, leteckú a lodnú dopravu.

Spôsob registrácie zdrojov a súborov evidovaných za jednotlivé zdroje, umožňuje využívanie národného emisného monitorovacieho systému REZZO, ako aj podpornej databázy pre medzinárodné emisné inventúry, resp. na kompilovanie špeciálnych emisných inventúr.

Vývojové trendy základných znečisťujúcich látok

Vývojové trendy základných znečisťujúcich látok sú uvedené v tabuľke 1 a na obrázkoch 1 - 4. Emisie tuhých látok, ale aj oxidu siričitého sa v období rokov 1987 až 1994 plynule znižovali, čo bolo okrem poklesu

¹ Doc.Ing. Jozef Mačala, CSc., Katedra mineralurgie a environmentálnych technológií, Fakulta BERG, Technická univerzita, Letná 9, 042 00 Košice
(Recenzovali: Doc.Ing. Terézia Szabová, CSc. a RNDr. Milan Bobro, CSc.)

výroby a spotreby energie spôsobené predovšetkým zmenou palivovej základne v prospech ušľachtilých palív a zlepšovaním kvalitatívnych znakov používaných palív obr. 5. Na redukcii emisií tuhých častíc sa podieľalo aj ďalšie rozširovanie používania odlučovacej techniky, resp. zvyšovanie jej účinnosti. Od roku 1995 bol zaznamenaný mierny nárast emisií: tuhé látky (+ 6,5 %) a SO₂ (+ 3,2 %) (Správa, 1996). Podiel na tomto zvýšení majú najmä zdroje REZZO 1, a to v stredoslovenskom a východoslovenskom regióne. V niekoľkých zdrojoch, ktoré sú zaradené medzi najvýznamnejšie v SR, došlo k zvýšeniu spotreby pevných palív, čo sa prejavilo aj zvýšením emisií. Tento trend zostal pre emisie SO₂ zachovaný aj v roku 1996. Vzhľadom na pokles emisií SO₂ zo zdrojov REZZO 2, celkové antropogénne emisie SO₂ majú mierne klesajúcu tendenciu. Vzhľadom na zmenu emisných faktorov, emisie tuhých látok majú klesajúci trend.

Tabuľka 1. Vývojové trendy základných znečisťujúcich látok v SR [tis.ton] (Správa o kvalite ovzdušia a podiele jednotlivých zdrojov na jeho znečisťovaní v SR *1997)

Emisie tuhých látok									
	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
REZZO 1	226.925	208.075	153.59	110.545	79.925	52.335	55.770	38.461	36.646
REZZO 2	*36.425	36.425	*36.425	*36.425	*36.425	*17.097	*17.097	9.478	**9.478
REZZO 3	57.641	54.868	39.593	30.511	26.968	17.869	16.111	19.038	14.166
Spolu	320.991	299.368	229.608	177.481	143.318	87.301	88.978	66.977	60.290
Emisie SO ₂									
	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
REZZO 1	447.784	421.981	347.083	296.034	246.411	182.746	188.589	197.308	176.564
REZZO 2	*37.509	37.509	*37.509	*37.509	*37.509	*27.091	*27.091	10.577	**10.577
REZZO 3	83.729	79.487	57.298	44.091	39.255	25.926	20.706	16.314	12.087
Spolu	569.022	538.977	441.189	377.634	323.175	235.763	236.386	224.199	199.228
Emisie NO _x									
	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
REZZO 1	146.800	146.474	135.389	127.454	122.169	111.615	118.039	76.853	70.583
REZZO 2	*4.961	4.961	*4.961	*4.961	*4.961	*5.193	*5.193	3.960	**3.960
REZZO 3	6.610	6.783	5.352	4.639	4.218	3.692	5.203	5.852	5.177
REZZO 4	*68.521	68.521	66.278	54.655	52.515	52.515	52.886	43.403	**43.403
Spolu	226.622	226.739	211.980	191.709	183.863	173.015	181.321	130.068	123.123
Emisie CO									
	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
REZZO 1	162.699	162.047	160.591	132.874	160.112	168.561	165.715	129.387	141.636
REZZO 2	*27.307	27.307	*27.307	*27.307	*27.307	*11.409	*11.409	12.037	**12.037
REZZO 3	150.022	143.633	103.121	78.846	70.107	46.712	42.594	50.794	38.029
REZZO 4	*151.000	155.711	148.091	142.915	150.880	184.956	181.097	154.273	**154.273
Spolu	491.028	488.698	439.110	381.942	408.406	411.638	400.815	346.491	345.975

* údaje získané odborným odhadom ** údaje sú za rok 1996

Emisie oxidov dusíka vykazovali v období rokov 1989 až 1994 mierny pokles. Mierne (4,5 %) zvýšenie emisií v roku 1995 súvisí so zvýšením spotreby zemného plynu, obr. 5 a 6. Pokles emisií oxidov dusíka v roku 1996 bol zapríčinený zmenou emisného faktora, zohľadňujúc súčasný stav techniky a technológie spaľovacích procesov (Správa, 1996).

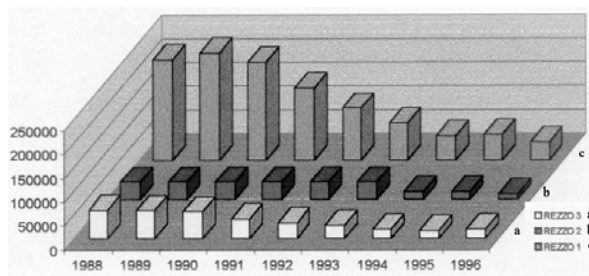
Emisie CO mali od roku 1989 klesajúcu tendenciu, ktorá bola spôsobená najmä znížením spotreby a zmenou zloženia paliva (obr. 6) vo sfére malospotrebiteľov (REZZO 3). Emisie CO zo spaľovacích procesov vo veľkých zdrojoch tiež mierne klesajú. Na celkových emisiách CO z veľkých zdrojov sa najvýznamnejšie podieľa priemysel železa a ocele. Pokles emisií CO v roku 1992 bol spôsobený poklesom objemu výroby železa a ocele. Po jej náraste v roku 1993 na úroveň z roku 1989 sa úmerne zvýšili aj emisie CO. Pokles emisií CO v roku 1996 je dôsledkom účinných opatrení na obmedzovanie emisií CO v najvýznamnejšom zdroji tohoto sektoru (VSŽ, a.s., Košice) (Správa, 1996).

Bilancia emisií REZZO nezohľadňuje výsledky meraní emisií znečisťujúcich látok, preto skutočné hodnoty emisií niektorých zdrojov nemôžu byť porovnané.

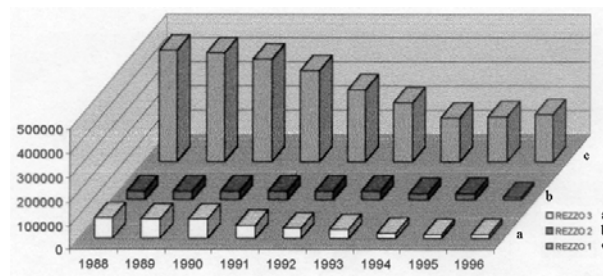
Podiel dopravy je významný pri znečisťovaní ovzdušia oxidmi dusíka a oxidom uhľnatým. Spaľovacie procesy a priemysel sú hlavnými prispievateľmi znečisťovania ovzdušia oxidmi síry a tuhými látkami. Obrázky 7 - 10 znázorňujú podiel jednotlivých druhov výroby na celkových emisiách zo zdrojov registrovaných v REZZO 1.

Hlavným prispievateľom k emisiám oxidov síry, tuhých častíc a oxidov dusíka je energetický priemysel, ktorý je rozčlenený na kategórie:

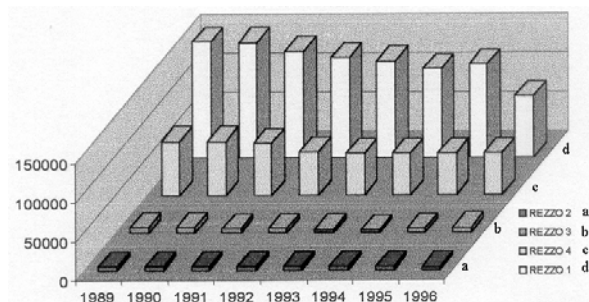
- systémová energetika (výroba tepla a energie v elektrárnach, kogeneračných jednotkách a verejných teplárnach),
- priemyselná energetika (tepelné zariadenia na výrobu energie pre technologické procesy a administratívne budovy, ktoré sú súčasťou príslušného zdroja),
- komunálna energetika (ostatné tepelné zariadenia, slúžiace na zásobovanie teplom pre zariadenia obytné, školské, sociálne, zdravotnícke, sektor služieb a objekty nevýrobnej sféry).



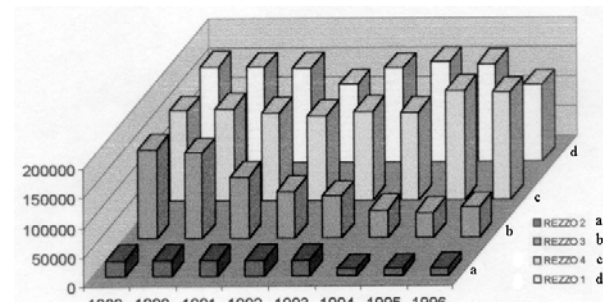
Obr.1. Emisie tuhých látok [t/tr].



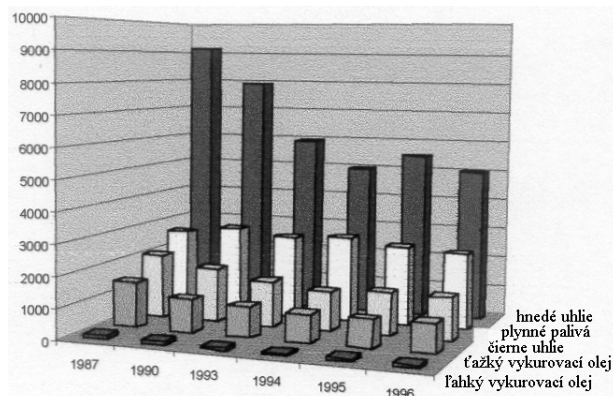
Obr.2. Emisie SO₂ [t/tr].



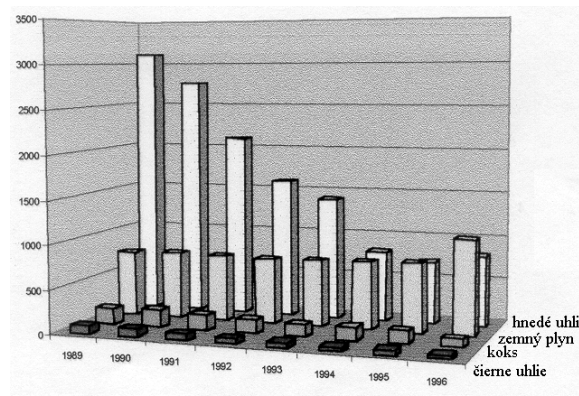
Obr.3. Emisie NO_x [t/tr].



Obr.4. Emisie CO [t/tr].

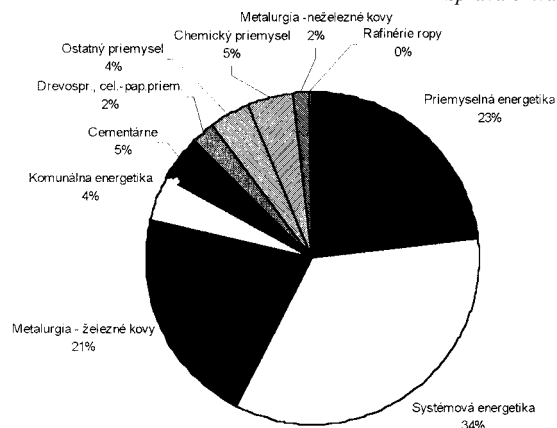


Obr.5. Vývoj spotreby jednotlivých druhov paliva v energetike (REZZO 1) [tis.t/rok], resp. [mil. m³/rok].

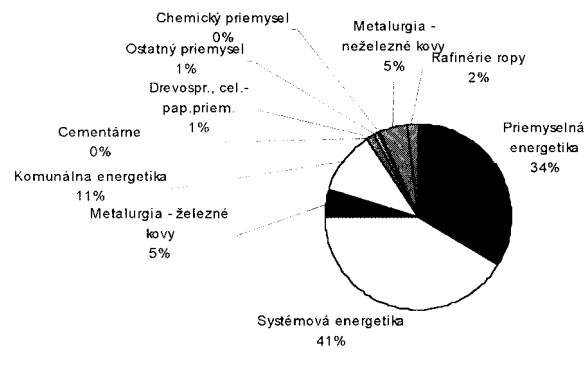


Obr.6. Vývoj spotreby jednotlivých druhov paliva v lokálnych kúreniskách (REZZO 3) [tis.t/rok], resp. [mil. m³/rok].

Správa o kvalite ovzdušia a podiele jednotlivých zdrojov na jeho znečisťovaní v SR, 1997.

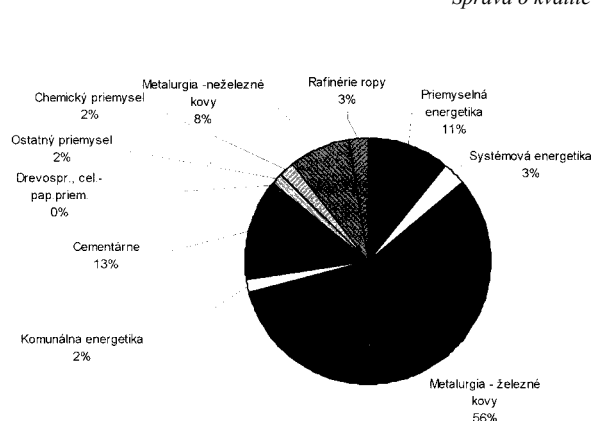


Obr.7. Emisie tuhých látok – REZZO 1

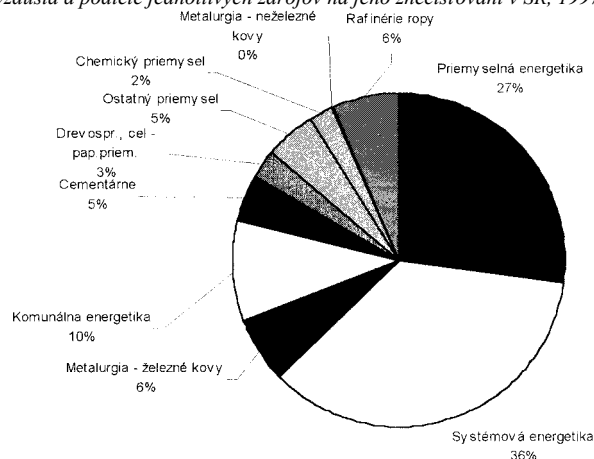


Obr.8. Emisie SO₂ – REZZO 1

Správa o kvalite ovzdušia a podiele jednotlivých zdrojov na jeho znečisťovaní v SR, 1997.



Obr.9. Emisie CO – REZZO 1.



Obr.10. Emisie NO_x – REZZO 1.

Najväčší podiel emisií oxidu uhoľnatého patrí metalurgii železných kovov.

Trend emisií ťažkých kovov v Slovenskej republike v rokoch 1992 - 1996 je v tabuľke 2. Ako z tabuľky vyplýva, v roku 1994 emisie všetkých sledovaných ťažkých kovov poklesli oproti roku 1992 (Správa, 1996). V roku 1996 v porovnaní s rokom 1992 emisie ťažkých kovov (okrem chrómu, selénu a mangánu) stúpili. Trend emisií ťažkých kovov od roku 1992 nie je jednoznačný a závisí od charakteru výroby priemyselných závodov.

Tabuľka 2 Emisie ťažkých kovov v Slovenskej republike za rok 1992 a 1996 [t] (Správa o kvalite ovzdušia a podiele jednotlivých zdrojov na jeho znečisťovaní v SR * 1997).

Sektor/kvalita údajov		Pb	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Se	Zn	Sn	Mn
Spaľovanie fosilných palív/B	1992	10,141	39,320	0,404	14,881	13,610	0,518	18,940	1,471	22,645	3,235	133,469
	1994	6,234	20,936	0,251	7,470	6,811	0,294	9,169	0,696	13,139	1,678	68,246
	1996	5,214	12,339	0,237	5,805	4,782	0,391	24,397	0,975	9,169	1,015	40,585
Výroba železa a ocele/B	1992	30,435	0,776	0,199	5,044	11,636	2,072	5,410	1,383	26,660	1,122	10,624
	1994	28,220	0,576	0,214	3,869	11,125	1,571	5,856	1,287	27,070	1,044	10,485
	1996	32,627	0,406	0,191	2,175	12,250	1,121	5,203	1,501	27,180	1,215	5,732
Výroba neželezných kovov/C	1992	14,775	53,955	1,045	50,179	51,272	0,833	21,916	4,943	30,036	3,641	0,023
	1994	9,197	32,124	0,655	0,320	30,862	0,064	2,637	3,000	24,064	2,280	0,041
	1996	19,101	76,933	0,298	0,976	69,703	0,015	6,266	3,263	33,707	4,042	0,113
Anorganický chem. priemysel/B	1992			0,0003			0,140					
	1994			0,0002			0,030					
	1996						0,043					
Výroba cementu/B	1992	3,075	0,038	0,009	0,337		0,631	0,357	0,005	0,785		
	1994	1,057	0,013	0,003	0,116		0,217	0,123	0,002	0,269		
	1996	0,474	0,006	0,001	0,052		0,097	0,055	0,121	0,001		
Výroba skla/B	1992	14,668	2,007	9,029	0,681	0,170	0,014	0,539	5,105	3,230		
	1994	11,494	1,240	5,100	0,594	0,149	0,012	0,470	4,464	2,723		
	1996	12,830	1,921	7,835	0,586	0,146	0,012	0,464	2,685	4,393		
Výroba magnezitu/B	1992	0,009	0,214	0,015	0,048	0,031	0,001	0,021		0,048		
	1994	0,004	0,094	0,007	0,021	0,013	0,0003	0,009		0,021		
	1996	0,004	0,081	0,006	0,018	0,012	0,0003	0,008	0,004	0,018	0,028	0,0004
Spaľovanie odpadu/D	1992	12,111	0,015	0,850	0,701	1,361	0,754	0,389	0,012	5,887		
	1994	13,226	0,016	0,914	0,809	1,512	0,801	0,453	0,012	6,318		
	1996	25,008	0,032	1,807	1,305	2,724	1,634	0,709	0,027	12,527		
Kremácia/D	1992						0,003					
	1994						0,003					
	1996						0,003					
Doprava/C	1992	96,800		0,527	0,239	6,472		5,281	0,024	7,425		
	1994	21,100		0,569	0,267	5,093		3,757	0,027	6,162		
	1996	2,238		0,539	0,249	5,649		4,405	0,025	6,644		
Spolu	1992	182,014	96,325	12,0783	72,110	84,552	4,966	52,853	12,943	96,716	7,998	144,116
	1994	90,532	54,999	7,713	13,466	55,565	2,992	22,474	9,488	79,766	5,002	78,772
	1996	97,596	91,718	10,914	11,166	95,266	3,316	41,507	8,601	93,639	6,300	46,430

Verifikácia výsledkov

Verifikácia údajov, zistených emisnou inventúrou sa realizovala porovnaním aktuálnych údajov s údajmi za predchádzajúce roky a overením príčin ich zmien (napr. zmenou palivovej základne, resp. kvalitatívnych znakov palív, technológie, odľučovacej techniky a pod.). Ďalej sa porovnávali údaje uvedené v dotazníkoch REZZO 1 z vybraných zdrojov s údajmi poskytnutými ÚŽP. Rozdiely boli najmä v kvalitatívnych znakoch palív, čo v závislosti od množstva spotrebovaného paliva môže významne ovplyvniť množstvo vypočítaných emisií. Ďalšie odlišnosti vznikali v dôsledku toho, že ÚŽP umožnili zdrojom nahlásiť emisie vypočítané na základe výsledkov meraní. V niektorých prípadoch dochádzalo k značným rozdielom medzi hodnotami zistenými bilančným výpočtom a prepočtom z výsledkov meraní. V bilancii REZZO za rok 1996 boli pre vybrané zdroje zohľadnené výsledky meraní, kde bola úroveň výsledkov a postupu prepočtu vyhovujúca. Predpokladá sa, že vzhľadom na prijatie Vyhlášky MŽP SR č. 41/1997 Z.z. o zisťovaní množstva vypúšťaných znečisťujúcich látok a údajov o dodržaní určených limitov znečisťovania, sa postupne budú bilančné výpočty nahrádzať výpočtami na základe výsledkov meraní na danom zdroji. Z praktických skúseností však vyplýva nutnosť zabezpečiť šandardizáciu týchto prepočtov záväzným predpisom ako aj metodikou.

Posledným spôsobom bola porovnávaná hodnota spotreby zemného plynu, získaná agregovaním údajov REZZO 1 + REZZO 2 + REZZO 3 (6 336 mil.m³) s hodnotou, ktorú poskytol Slovenský plynárenský priemysel, š.p. (6 307 mil.m³). Z porovnania obidvoch hodnôt vyplýva, že rozdiel je minimálny. Aj keď išlo len o porovnanie údajov, týkajúcich sa zemného plynu, možno predpokladať, že údaje o spotrebe ďalších druhov paliva sú evidované s podobnou presnosťou.

Porovnaním údajov emisií CO z metalurgie železných kovov s hodnotou získanou na základe množstva vyrobeného železa a ocele a emisného faktora sa zistil významný nepomer, nasvedčujúci, že údaje v REZZO 1 sú podhodnotené. Sumárne emisie CO za celé Slovensko (tab. 1) boli v rokoch 1991 až 1995 korigované na základe údajov o množstve vyrobeného železa a ocele a emisného faktora, odvodeného z údajov VSŽ, a.s., Košice z roku 1989. Komplexným meraním na zdroji boli zistené reálne hodnoty emisií CO a údaj za rok 1996 už nie je korigovaný.

Verifikačné postupy nemajú za cieľ iba verifikovať, t.j. overiť správnosť výsledkov, ale aj ich korigovať, pokiaľ sa pri verifikácii získal presnejší a správnejší údaj. Z toho dôvodu sa po každej verifikácii môžu výsledky emisných inventúr líšiť.

Záver

Každá emisná inventúra poskytuje len určité priblíženie sa ku skutočným hodnotám množstiev emitovaných škodlivých látok. Úroveň reprezentatívnosti výsledkov je možné ohodnotiť medzinárodne uznávanou stupnicou podľa US EPA – Americká agentúra pre ochranu prírodného prostredia (tab. 3). Tento spôsob bol odporúčaný na ostatnom pracovnom zasadnutí Pracovnej skupiny emisnej inventarizácie, pracujúcej v rámci Dohovoru EHK OSN o diaľkovom znečisťovaní ovzdušia, prechádzajúcim hranicami štátov. V súlade s ňou sú zhodnotené aj výsledky emisnej inventúry.

Tabuľka 3. Definícia kvality údajov podľa US-EPA (Správa o kvalite ovzdušia a podiele jednotlivých zdrojov na jeho znečisťovaní v SR * 1995).

Kvalita údajov	Charakteristika údajov
A	Súbor údajov, založený na výsledkoch množstva pokusov s použitím analytickej techniky úrovne GC/MS, ktoré môžu byť pokladané za repre- zentatívne pre celú populáciu.
B	Súbor údajov, založený na výsledkoch množstva pokusov s použitím analytickej techniky úrovne GC/MS, ktoré môžu byť pokladané za repre- zentatívne pre významné percento celej populácie.
C	Súbor údajov, založený na malom počte pokusov s použitím analytickej techniky úrovne GC/MS, ktoré môžu byť pokladané za pomerne repre- zentatívne pe celú populáciu.
D	Súbor údajov, založený na meraniach z jedného zdroja s použitím analytickej techniky úrovne GC/MS, alebo súbor údajov, získaný inžinierskymi výpočtami z množstva zdrojov.
E	Súbor údajov, založený na inžinierskych výpočtoch z jedného zdroja, súbory údajov založené na inžinierskom odhade, súbory údajov bez potrebnej dokumentácie, ktoré nemôžu byť pokladané za reprezentatívne pre celú populáciu.

Kritériom hodnotenia nie je len kompletnosť údajov, ale aj ich technická úroveň. Z toho dôvodu sú údaje REZZO 1, emisie tuhých látok a SO₂ hodnotené ako významne reprezentatívne (B) a údaje emisií NO_x a CO ako pomerne reprezentatívne (C). Hoci základné údaje majú rovnakú úroveň, emisné faktory pre tuhé látky a SO₂ sú stanovené exaktnejšie ako emisné faktory pre NO_x a CO. Pokiaľ prvé údaje sú závislé od akostných znakov paliva, ktoré možno pomerne presne stanoviť, druhé sú závislé od režimu spaľovania, takže môžu mať aj pre totožné technické zariadenia rozdielne hodnoty.

Údaje zo zdrojov REZZO 2 sú hodnotené ako pomerne reprezentatívne (C), nakoľko je predpoklad, že v roku 1989 neboli zaevidované všetky potenciálne zdroje a údaje za rok 1995 sú predbežné. Ide o veľký počet zdrojov (približne 8900) a bilanciu nie je možné vykonať v priebehu jedného roka. Počet zdrojov sa neustále mení. Vznikajú nové zdroje, niektoré zdroje sa delia, iné zanikajú. Je predpoklad, že v súčasnosti evidencia zdrojov REZZO 2 nie je kompletná. Bilancia emisií zo zdrojov REZZO 2 je možná len v spolupráci SHMÚ a ÚŽP.

Údaje emisií z lokálnych zdrojov (REZZO 3) sú hodnotené ako pomerne reprezentatívne (C). Predpokladá sa, že okrem paliva nakúpeného v distribučnej sieti, spaľuje sa aj palivo získané iným spôsobom, resp. že nie všetko palivo predané v určitom období sa v tom období aj spáli.

Emisie z mobilných zdrojov boli vypočítané pomocou medzinárodne uznávanej a odporúčanej metodiky na odbornom pracovisku (VÚDI Žilina), ktoré malo k dispozícii potrebné vstupné údaje, a preto sú hodnotené ako významne reprezentatívne (B).

Literatúra

- Bocko, J.: Zisťovanie množstva vypúšťania znečisťujúcich látok a údajov o dodržaní určených limitov znečisťovania ovzdušia. In: *Emisné limity*. Bratislava, DT ZSVTS, 1997, s. 3 – 13.
- Brežná, M., Ondášová, M. a Ronchetti, L.: Ťažké kovy v ovzduší vybraných priemyselných oblastí a miest SSR. In: *Práce a štúdie č. 39*, Bratislava, SHMÚ, 1987, s. 91 – 102.
- Brežná, M., a Závodský, D.: Ťažké kovy v atmosferickom aerosóle na území SSR. *Ochrana ovzduší 6/89*, s. 144 – 148.
- Institoris, A.: Ochrana ovzdušia z pohľadu nových pripravovaných legislatívnych predpisov. In: *Emisné limity*. Bratislava, DT ZSVTS, 1997, s. 14 – 24.
- Mačala, J.: Vývoj emisnej situácie zo zdrojov znečisťovania ovzdušia po uplatnení požiadavky na emisné limity. In: *Emisné limity*, Bratislava, DT ZSVTS, 1997, s. 170-174.
- Marečková, K.: Inventarizácia emisií skleníkových plynov na Slovensku. In: *Národný klimatický program 2/94*. Bratislava, MŽP, SHMÚ, 1994, s. 81 – 105.
- Pintér, J. a kol.: Emisie zo železničnej a vodnej dopravy. (*Správa pre MŽP SR*) VÚDI Žilina, 1992, 1990.
- Sedlák, M., Bobák, P., Bodor, J., Delmárová, V. a Mačala, J.: Register emisií a zdrojov znečistenia ovzdušia SSR. In: *Práce a štúdie č. 39*. Bratislava, SHMÚ, 1987, s. 79 – 83.
- Správy o kvalite ovzdušia a podiele jednotlivých zdrojov na jeho znečisťovaní v Slovenskej republike. Bratislava, MŽP, SHMÚ, 1994, 1995, 1996.
- Szabó, G., Ondášová, M., Mačala, J. a Timko, L.: Výskum znečistenia prízemnej vrstvy ovzdušia vo vybraných lokalitách Východoslovenského kraja. Bratislava, SHMÚ, 1984.
- U.S. Country Studies Program. Guidance for Vulnerability and Adaptation Assessments. *U.S. Country Studies Management Team (PO-63)*, Washington, D.C., Oct. 1994.
- Szabó, G.: Zníženie emisií z prevádzkovania energetických zariadení. *Slovenská energetická agentúra Bratislava*, 1996.
- Závodský, D. a Brežná, M.: Ťažké kovy v atmosfére, zdroje, transport a depozícia. *Čistota ovzdušia 5/1989*, s. 275 – 289.