Výpočet koncentrácie NO_2 v ovzduší zo zdroja Tepláreň Košice

Viliam Carach*[1] *a Jozef Mačala

Calculation of NO_2 concentration in air from the point source Tepláreň Košice

The most threatened part of environment is air and its pollution increases rapidly. In the local rate, the weight of air pollution increases by reason of a more intensive influence on the human population. The problem is significant mostly in urban areas, places with the biggest concentration of peoples, industry and transport. The greatest producers of air pollution are various parts of industry, heat production and traffic. For a complex valuation, the influence of particular parts of industry is needed to know the sources of air pollution in the specific area. Only with a knowledge, it is possible to evaluate a spotted area in terms of air quality.

***Key words**: air pollution, point source, nitrogen oxides*

Úvod

Znečistenie ovzdušia v mestskom meradle škodlivými emisiami je v súčasnosti veľmi aktuálny a stále sa zväčšujúci problém. Veľké priemyselné podniky sústredené v mestách majú spolu s dopravou najväčší vplyv na lokálne a regionálne znečistenie ovzdušia.

V Košiciach sú to hlavne Tepláreň Košice (TEKO) a US Steel Košice. Sú to najväčšie bodové zdroje v tomto lokálnom meradle. Svojou polohou má TEKO väčší význam na znečistenie ovzdušia ako závod US Steel Košice. Z tohto dôvodu je potrebné poznať množstvo znečisťujúcich látok (ZL) emitovaných z najvýznamnejších zdrojov znečisťovania ovzdušia. Len pomocou výpočtov pre jednotlivé zdroje znečistenia ovzdušia je možné správne a čo najpresnejšie zhodnotiť celkovú kvalitu ovzdušia v danom mieste.

Množstvo emisií emitovaných zo zdroja TEKO

Údaje o množstvách ZL emitovaných zo zdroja TEKO sú spracované v *tabuľke 1*. Podkladom pre ich spracovanie boli hodnoty získané z denných, mesačných a ročných protokolov emisného monitoringu jednotlivých ZL. Údaje eviduje SHMÚ prostredníctvom Národného emisného inventarizačného systému (NEIS).

V tabuľke 1 je uvedené celkové emitované množstvo NO_x za obdobie rokov 2000 – 2005 a vypočítaný aj ich percentuálny podiel v rámci všetkých bodových zdrojov NO_x v Košiciach a v rámci mestskej časti Košice IV [4].

Tab. 1. Množstvo emisií Nox.
Tab. 1. NOx Rate.

Rok	**Emisie NO_x** [t.rok^{-1}]	**Podiel na celkových emisiách NO_x** [%]	
		v rámci mesta Košice	**v rámci Košice IV.**
2000	1600,69	12,95	92,11
2001	1209,10	9,98	89,52
2002	1404,60	11,57	93,25
2003	1466,02	11,91	93,39
2004	1570,18	12,03	94,02
2005	1519,20	11,78	93,77

Z údajov v tabuľke je zrejmé, že TEKO patri k významným emitentom NO_x v Košiciach celkovo ako v časti mesta Košice IV.

Charakteristika matematického modelu pre výpočet koncentrácie NO_2

Výber vhodného modelu silne determinovalo typ a veľkosť zdroja, charakter modelovaného terénu, náročnosť na vstupné meteorologické údaje a presnosť výstupných údajov z použitého modelu. Dôležitým faktorom je aj cena programu, ktorý umožňuje výpočet podľa danej metodiky [3].

[1] *Ing. Viliam Carach, doc. Ing. Jozef Mačala, CSc.,* Katedra Mineralurgie a environmentálnych technológií, Park Komenského 19, 043 84 Košice, Slovenská Republika, viliam.carach@tuke.sk, jozef.macala@tuke.sk
(Recenzovaná a revidovaná verzia dodaná 29. 6. 2007)

Na základe týchto uvedených faktorov boli vybrané tieto modely:

- Gauss,
- ISC3.

Gaussov model je jednoduchý lokálny model znečisťovania ovzdušia určený na simuláciu disperzných procesov v atmosfére v priestorovom meradle od 10 metrov do niekoľkých kilometrov, t.j. v meradle, v ktorom spravidla netreba uvažovať chemickú transformáciu ani depozíciu znečisťujúcich látok.

Model ISC 3 je model, ktorý kombinuje a zdokonaľuje algoritmy rôznych disperzných modelov pre odhad dopadu emisií na kvalitu ovzdušia z jedného alebo viacerých zdrojov. Pracuje na podobnej báze ako Gaussov model.

Vstupné údaje pre výpočet koncentrácie NO_2 v ovzduší

Zvolené modely znečistenia ovdzušia vyžadujú pomerne malé množstvo vstupných údajov týkajúcich sa zdroja znečisťovania, poveternostných podmienok, topografie a pod. [1], [2].

Pre výpočet boli použité tieto údaje:

- výška komína 100 m,
- vnútorný priemer komína 4,1 m,
- priemerné množstvo emisie NO_x 47,7 $g.s^{-1}$,
- teplota vypúšťaných spalín 105,5 °C = 378,65 K,
- rýchlosť vypúšťaných spalín 12 $m.s^{-1}$,
- teplota v korune komína 20 °C = 293,15 K,
- južný smer vetra (zvolený),
- rýchlosť vetra (podľa jednotlivých stupňov stability atmosféry):
  - stabilita A 1 $m.s^{-1}$,
  - stabilita B 2 $m.s^{-1}$,
  - stabilita C 4,4 $m.s^{-1}$
  - stabilita D 6 $m.s^{-1}$,
  - stabilita E 3 $m.s^{-1}$.

Pre modelovanie bola vytvorená sieť receptorov, ktorá obsahuje [1], [2]:

- 30 bodov (receptorov) vo vzdialenosti od 100 m do 3000 m od zdroja v smere osi x, vzdialenosť medzi jednotlivými bodmi je 100 m,
- 14 bodov vo vzdialenosti od 3000 do 10000 m od zdroja v smere osi x, vzdialenosť medzi bodmi je 500 m,
- po 10 bodov vo vzdialenosti od 100 m do 1000 m od zdroja v smere osi y a - y, vzdialenosť medzi týmito bodmi predstavuje 100 m.

Výstupné hodnoty koncentrácií NO2

Pomocou vhodného modelu vypočítame približné koncentrácie NO_2 do určitej vzdialenosti od zdroja znečisťovania. Vo výpočtoch v modeloch neuvažujeme chemickú transformáciu NO_x na NO, resp. NO_2. V skutočnosti sa transformuje približne 40 až 70 % NO_x na NO_2. V tomto prípade predpokladáme, že koncentrácie vypočítané z modelov predstavujú len koncentrácie NO_2 (100 %-ná transformácia NO_x na NO_2). Týmto zjednodušením získame, tzv. konzervatívny odhad. Tento odhad predstavuje najvyššie možné hodnoty koncentrácií pre NO_2.

Tab. 2. Koncentrácie NO_2 vypočítané Gaussovým modelom.
Tab. 2. NO_2 concentrations calculated using the Gauss model.

Vzdialenosť od zdroja [m]	**Koncentrácia NO_2 v jednotlivých triedach stability atmosféry** [μg.m^{-3}]				
	A	**B**	**C**	**D**	**E**
100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
200	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
300	0,00	0,21	2,14	0,14	0,00
400	0,00	5,82	15,16	3,26	0,00
500	0,33	20,45	31,59	12,33	0,00
600	2,96	34,06	41,79	23,09	0,00
700	9,43	41,19	45,87	31,44	0,00
800	17,85	42,78	45,67	36,46	0,01
900	25,46	41,15	43,40	38,73	0,03
1000	30,85	38,05	40,27	39,14	0,11
2000	22,58	13,12	16,82	23,70	6,57
3000	11,20	5,89	8,88	14,56	14,36
4000	6,39	3,27	5,57	10,11	17,97
5000	4,08	2,06	3,87	7,61	19,02
6000	2,81	1,42	2,88	6,05	18,88
7000	2,05	1,03	2,25	5,00	18,23
8000	1,56	0,78	1,81	4,25	17,39
9000	1,22	0,61	1,50	3,68	16,49
10000	0,99	0,49	1,27	3,25	15,62

Tab. 3. Koncentrácie NO2 vypočítané modelom ISC 3.
Tab. 3. NO_2 concentrations calculated using the ISC 3 model.

Vzdialenosť od zdroja [m]	**Koncentrácia NO_2 v jednotlivých triedach stability atmosféry** [μg.m^{-3}]				
	A	**B**	**C**	**D**	**E**
100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
200	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
300	0,00	0,80	3,32	0,57	0,00
400	0,50	9,83	18,44	6,80	0,00
500	5,25	25,74	34,89	18,80	0,02
600	17,57	37,71	44,23	29,75	0,10
700	33,83	42,83	47,13	36,65	0,34
800	48,20	43,21	46,25	39,81	0,84
900	58,39	41,42	43,63	40,47	1,69
1000	65,00	38,88	40,33	39,67	2,87
2000	51,69	22,92	16,78	21,89	19,61
3000	38,70	16,96	8,87	13,22	26,93
4000	31,76	13,85	5,65	9,12	27,81
5000	27,39	11,91	4,21	6,84	26,55
6000	24,35	10,57	3,51	5,43	24,71
7000	22,09	9,59	3,12	4,48	22,84
8000	20,34	8,82	2,86	3,80	21,11
9000	18,94	8,21	2,66	3,29	19,55
10000	17,78	7,71	2,51	2,91	18,17

Záver

Výpočet emisného ako aj imisného znečistenia z jednotlivých bodových zdrojov prostredníctvom modelov je dôležitým nástrojom pre hodnotenie stavu znečistenia ovzdušia v lokálnom aj regionálnom meradle. Tieto modely naberajú význam hlavne tam, kde nie je možné určiť znečistenie ovzdušia pomocou priameho merania príslušných znečisťujúcich látok. Konkrétny model určuje znečistenie ovzdušia z bodového zdroja TEKO pri jeho optimálnej prevádzke počas rôznych meteorologických podmienok vyjadrených pomocou jednotlivých tried stability. Údaje takto vypočítané tvoria vstup pre ďalšie praktické použitie, či už orgánmi štátnej správy alebo úradmi ochrany životného prostredia.

Literatúra - References

[1] Carach, V., Mačala, J.: Model znečistenia ovzdušia pre bodový zdroj. *In: Acta Montanistica Slovaca. roč. 11, č. 4 (2006), s. 251-257.*

[2] Carach, V.: Modelovanie šírenia škodlivín v ovzduší. *Diplomová práca, F BERG TU. Košice, 2005.*

[3] Moussiopoulos, N., Berge, E., Bohler, T., de Leeuw F., Gronske, K, E., Mylona, S., Tombrou, M.: Ambient air quality pollutant dispersion and transport models. Copenhagen: EEA. *1996.*

[4] Interné dokumenty, Tepláreň Košice, *1990 – 2005.*