

Biomonitorovanie znečistenia ovzdušia v okolí spaľovne komunálneho odpadu Košice-Krásna

I. Burčík, J. Hronský: *Biomonitoring of Air Pollution in the Surroundings of the Waste Incinerating Plant Košice-Krásna. Život. Prostr. Vol. 33, No. 6, 320–322, 1999.*

For the purpose of evaluation the influence of Košice municipal waste incinerator plant on the quality of air in adjacent villages an analysis of leaves from deciduous trees was applied. Common arboreous species in this region growing open such as lime-tree (*Tilia cordata*), birch-tree (*Betula pendula*), poplar-tree (*Populus nigra*) and walnut-tree (*Jugland regia*) were sampled in June, August and October for analysis of elements Tl, Ni, Cd, Cr, Pb, S, Hg, Cu, As, Mn and Co. Results from the 23 points on the area of about 50 km² were analysed with aim to ascertain range of waste incinerator flue gas influence. In a course of measurements it was observed that there are another important air pollution sources in this region. The highest concentration of As and S in surroundings point out at sedimentation pond of fly ash from coal fired thermal power plant Košice as their source, Cd, Cu, Cr, Hg, Pb, and Tl high concentrations were measured in the vicinity of communal waste incineration plant. Immission of Cr, Ni and Mn sustain influence of the East Slovak Ironworks. For the time being it looks like that the heaviest pollution burden is laden on nearest villages around municipal incineration plant Valaliky and Kokšov-Bakša.

Napriek zníženej výkonnosti hospodárstva má produkcia komunálnych odpadov vzostupný trend. Ich likvidácia je všeobecným problémom, ktorý sa v Bratislave a v Košiciach rieši spaľovaním. V súčasnosti sú však už obe spaľovne TKO opotrebované z technického i morálneho hľadiska. Objektívne hodnotenie vplyvu spaľovní na životné prostredie by malo vychádzať z údajov o skutočnej úrovni znečistenia všetkými zdrojmi v blízkom okolí. V mestských aglomeráciach, ako sú aj Košice, existuje vždy viacero zdrojov emisií. Napriek tomu, že vplyv veľkých zdrojov sa sleduje dlhodobo, väčšinou sa údaje týkajú koncentrácií tuhých látok, oxidov dusíka a síry. Koncentrácie ťažkých kovov v emisiách sa ešte len začínajú sledovať, ako to vyžaduje Nariadenie vlády SR č. 92/1996 Z. z., ktorým sa vykonáva Zákon NR SR č. 309/1991 Zb. o ochrane ovzdušia pred znečisťujúcimi látkami. Sledovanie koncentrácií polychlórovaných organických látok v ovzduší je v súčasnosti predmetom úvah v legislatívnej rovine. Pri spaľovaní TKO sa uvoľňujú plynné i tuhé látky, podstatnú časť emisií tvoria

oxidy síry, dusíka, uhlíka a halogenidy. Látky najviac zaťažujúce životné prostredie majú tendenciu koncentrovať sa na najjemnejších časticách. S aerosólovými časticami sú tak unášané prvky Sb, As, B, Cd, Cr, Co, Cu, Pb, Hg, Ni, Se, Ag, Zn, ale aj organické látky zo skupiny dioxínov, polychlórovaných organických látok a aromatických uhľovodíkov (Taylor, 1995; Sawell, Constable, 1993). Niektoré prvky sa v úletovom popolčeku koncentrujú, najmä Au, Se, Ag, Cd, menej Hg, Pb, Zn, Cu (Kirby, Rimstid, 1993). V spomínanom nariadení vlády SR sú stanovené limity vypúšťania najproblémovnejších látok do ovzdušia. Najprísnejšie limity sa týkajú tália, ortuti a kadmia (0,2 mg.m⁻³), arzénu, niklu, chrómu a kobaltu (2,0 mg.m⁻³) a olova, medi, mangánu (5,0 mg.m⁻³ vzduchu).

Meteorologické vplyvy

Z komína unikajúce látky sa rozptyľujú do okolia v závislosti od technologických parametrov prevádzky a me-

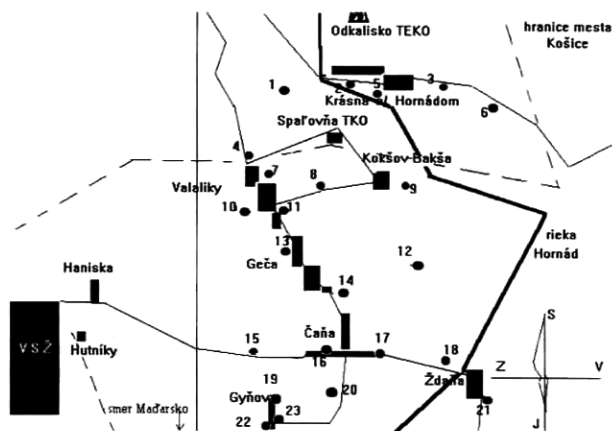
teorologických podmienok. Bezprostredné okolie spaľovne je zaťažené najmä tuhým spadom. Avšak častice deponované na pôdu sa pôsobením vetra a ľudskej činnosti rozptýlia na väčšie plochy i ďalej od zdroja. Transport znečisťujúcich látok na väčšie vzdialenosti významne ovplyvňujú prevládajúce smery vetrov. Z lokálneho hľadiska je však nemenej dôležité šírenie znečisťujúcich látok za bezvetria a slabej veternosti, keď ich rozptýl ovplyvňuje tepelné prúdenie vzduchu, ktoré závisí aj od relatívnej vlhkosti jeho prízemnej vrstvy. Rozdiely v rozptyle a koncentrácii chemických látok nastávajú počas dňa, ale najmä ráno a večer, keď sa významne mení teplota i vlhkosť vzduchu. Pôsobením slnečného svetla nastáva premena niektorých organických látok, ktorá môže byť za určitých podmienok pre čistotu ovzdušia priaznivá.

Vegetácia ako indikátor znečistenia ovzdušia

Pri nehodách a jednorazových únikoch škodlivých látok do ovzdušia sa pozorovalo, že 60–90 % atmosférického spadu sa zachytáva v nadzemnej časti lesnej vegetácie. Počas zadržania v nadzemnej časti lesných drevín sa pohyboval v prípade rádioaktívnych kontaminantov od jedného do ôsmich mesiacov, v závislosti od podmienok prostredia a fyzikálno-chemických vlastností kontaminantu (Myttenaere a kol., 1993). Analýzou asimilačných orgánov rastlín možno zistiť strednodobé i dlhodobé vplyvy znečistenia a ich dynamiku. Zaťaženia prostredia možno hodnotiť na základe preukázateľného vplyvu cudzorodých látok na listy a ihličie stromov (Maňkovská, Steinnes, 1997). Prírodný obsah prvkov v asimilačných orgánoch drevín mimo zasiahnutých oblastí (Maňkovská, 1980) v porovnaní s koncentráciami týchto prvkov v zasiahnutých oblastiach, môže byť prvým indikátorom znečistenia ovzdušia. Vzhľadom na výraznejšie zastúpenie ihličnatých drevín na Slovensku i vďaka ich lepšej odozve na vonkajšie vplyvy, na monitorovanie sa častejšie využíva meranie koncentrácií kontaminantov v ihličí. V južných oblastiach a v oblastiach s nižšou nadmorskou výškou však treba vybrať druhy, ktoré sú pre ne charakteristické. Ale aj listnaté dreviny zachytávajú významné množstvá kontaminantov z ovzdušia, nie sú však na ne také citlivé ako ihličnaté. I pri pomerne vysokej koncentrácii cudzorodých látok v ovzduší proces ich záchytu prebieha zväčša bez zmien receptorových tkanív.

Hodnotenie znečistenia ovzdušia v okolí spaľovne TKO Košice-Krásna

Okolie spaľovne TKO Košice-Krásna je vetrná oblasť s prevládajúcimi severnými až severozápadnými vetrami (45 %). Druhý najvýznamnejší smer vetra je od juhu



Štátna hranica

0 5 km

1. Rozmiestnenie odberových miest

(20 %). Stav bezvetria je zastúpený 30 %. Priemerná rýchlosť vetra pri severnom a severozápadnom prúdení sa pohybuje 5–8 m.s⁻¹. Slabá veternosť (do 2,5 m.s⁻¹) má asi 47 % zastúpenie. Priemerná denná relatívna vlhkosť vzduchu je tu nižšia ako 40 %.

Vzorky listov sa odobrali za suchého bezveterného počasia v dopoludňajších hodinách zo strednej časti koruny stromov orecha vlašského (*Juglans regia*), brezy bielej (*Betula pendula*), lipy malolistej (*Tilia cordata*) a topoľa čierneho (*Populus nigra*) do papierových vrecúšok. Odber vzoriek sa uskutočnil v júni, auguste a v októbri. Rozmiestnenie 23 miest odberu je na (obr. 1). Táto oblasť predstavuje plochu asi 50 km².

S ohľadom na požiadavky starostov dotknutých obcí, miesta odberu boli vybrané hlavne v ich intravilánoch. Koncentrácie prvkov Tl, Ni, Cd, Cr, Pb, S, Hg, Cu, As, Mn a Co sa stanovili spektrometricky na zariadení s plazmovým budením ICP-GBS a na atómovom absorpčnom spektrometri Varian Spectra AA-30, po predchádzajúcej mineralizácii.

Koncentrácie prvkov boli prepočítané na hmotnosť sušiny. Najvyššie priemerné koncentrácie arzenu (2,9 ± 2,4 μg/g), kadmia (1,1 ± 0,9 μg/g) a síry (4153 ± 284 μg/g) boli zistené na stanoviskách 3 a 6 (obr. 1), ktoré ležia v smere prevládajúcich vetrov od úložiska popolčeka. V okolí spaľovne TKO boli namerané najvyššie priemerné koncentrácie olova (26,6 ± 23,2 μg/g) ortuti (0,4 ± 0,4 μg/g) tália (1,0 ± 0,3 μg/g) a medi (98,8 ± 127,7 μg/g), na stanoviskách 7, 8, 9 a 10. Najvyššie koncentrácie spadu by mali byť podľa prepočtu vo vzdialenosti asi 1,2 km

od spaľovne (pri rýchlosti vetra 4 km.hod⁻¹). Na stanoviškách 13 a 14, dosť vzdialených od úložiska popolčiek i od spaľovne, boli namerané najvyššie priemerné koncentrácie chrómu ($9,1 \pm 6,6 \mu\text{g/g}$), mangánu ($183 \pm 45 \mu\text{g/g}$) a niklu ($7,4 \pm 4,7 \mu\text{g/g}$), tieto prvky však sprevádzajú hutnícku výrobu a ich zvýšené koncentrácie poukazujú na vplyv Východoslovenských železiární.

Vo vegetačnom období sa vykonali tri merania (v júni, auguste a októbri) v rôznych fázach vývoja listov. Napriek tomu porovnanie koncentrácií v rovnakom čase na rôznych miestach umožnilo zistiť rozdelenie sledovaných prvkov v okolí spaľovne. Z tohto porovnania vyplýva, že **začiatkom leta** sa najvyššie koncentrácie prvkov vyskytujú južne od spaľovne, s výnimkou síry a kadmia, ktoré sa vo zvýšenej miere vyskytujú v severnej časti regiónu. Pravdepodobne pochádzajú najmä z resuspenzácie častíc zachytených na rôznych povrchoch v predchádzajúcom období. **Koncom leta** v plnom vegetačnom rozvoji je rýchlosť príjmu látok z ovzdušia ustálená a namerané obsahy predstavujú v určitom zmysle integrovaný príjem. Pri tomto meraní sa zistili v okolí spaľovne najvyššie koncentrácie tália, kadmia, chrómu, olova a medi. Koncentrácie síry, niklu a ortute boli zvýšené južne od spaľovne TKO, pravdepodobne sa akumulovali zo spaľovne a železiární. Najvyššie koncentrácie arzénu boli namerané v blízkosti odkaliska teplárne Košice v okolí obce Krásna nad Hornádom.

Koncom vegetačného obdobia boli koncentrácie väčšiny prvkov zachytené na listoch najvyššie, poklesli iba v prípade medi a olova. Prakticky počas celého vegetačného obdobia je povrch listov schopný zachytávať častice unášané v prúde vzduchu. V tomto období boli namerané najvyššie koncentrácie ortuti, tália, kadmia a medi v okolí spaľovne s vyšším zastúpením južným smerom. Rozdelenie koncentrácií ortuti sa trochu líšilo a najvyššie boli pri rieke Hornád, ktorá tečie v blízkosti spaľovne. Záchyt ortuti môže byť do značnej miery ovplyvnený relatívnou vlhkosťou vzduchu. Ak zvažíme, že v emisiách sa môže nachádzať ortuť v molekulovej forme i vo forme zlúčenín adsorbovaných na aerosólových časticiach, bude sa jej záchyt na povrchu listov riadiť viacerými mechanizmami v porovnaní s ostatnými ťažkými kovmi. Ortuť sa môže vplyvom slnečného žiarenia fotochemickou reakciou zlučovať s organickými radikálmi a vytvárať organické zlúčeniny. Z týchto dôvodov musíme namerané koncentrácie ortuti v listoch posudzovať konzervatívnejšie i kvôli tomu, že v prízemnej vrstve vzduchu prevládajú plynné formy ortuti. V dôsledku toho by mali byť koncentrácie ortuti v ovzduší a jej rozdelenie v priestore vyššie než na listoch. Koncentrácie olova, síry, mangánu, chrómu, niklu a arzénu boli zvýšené koncom vegetačného obdobia v oblastiach južne od spaľovne. Vzdialenosť by naznačovala väčší podiel VSŽ na ich celkovom obsahu.

Výsledky analýz vzoriek listov odobraných v troch fázach vegetačného obdobia na dvadsiatich troch stanovištiach v okolí spaľovne tuhých komunálnych odpadov Košice-Krásna poukazujú na to, že táto oblasť leží v území ovplyvňovanom nielen touto prevádzkou, ale i Východoslovenskými železiarňami, a. s. a teplárňou Košice. Situácia je najnepriaznivejšia v okolí spaľovne, v obciach Valaliky a Kokšov-Bakša, kde sa tieto vplyvy prekrývajú. V ich okolí sa vyskytujú najvyššie koncentrácie ortuti, tália a kadmia, ktoré sú z hľadiska možnosti poškodenia ľudského organizmu najnebezpečnejšie, predovšetkým preto, lebo tieto látky majú karcinogénny vplyv, pôsobia negatívne na nervový, imunitný a reprodukčný systém človeka (Gruško, 1987).

Na porovnanie – v okolí Žiaru nad Hronom boli namerané nižšie maximálne koncentrácie arzénu, kadmia, medi, niklu, olova, síry a ortuti v dvojročnom ihličí, ako v okolí spaľovne TKO Košice. Koncentrácie ťažkých kovov vo vegetačných orgánoch drevín boli vyššie len v takých zafažených oblastiach, ako je Nižná Slaná, Rudňany a Kropachy.

Literatúra

- Kirby, C. S., Rimstidt, J. D., 1993: Mineralogy and Surface Properties of Municipal Solid Waste Ash, Environ. Sci. Technol., 27, p. 652–660.
- Maňkovská, B., 1980: The Natural Content of F, As, Pb and Cd in Forest Trees, Biológia, 35, 4, p. 267–274.
- Maňkovská, B., Steinnes, E., 1997: Multivariate Analysis of Element Data from Needles of *Pinus Silvestris* L. and *Picea Abies* Samples Used to Monitor Atmospheric Deposition in Area of Aluminium Plant. Ekológia (Bratislava), 16, 2, p. 213–223.
- Myttenaere, C., Sombre, L., Thiry, Y., De Brouwer, S., Ronneau, C., 1993: Cycling of Radiocesium in Forest Ecosystems. Journal of Radioecology, 1, 1, p. 7–146.
- Sawell, S. E., Constable, T. W., 1993: The National Incinerator Testing and Evaluation Program, rep. EPS 3/UP/8, Quebec.
- Taylor, R., 1995: Waste Incineration after the Royal Commission's Report. IWM Proceedings. London.
- Gruško, J. M., 1987: Vrednyje neorganičeskije sojedinenija v promyšlennych vybrosach v atmosfere. Chimija, Leningrad.

RNDr. Ivan Burčík, CSc. (1948), BROS, spol. s r. o., Mlynská 4, 040 01 Košice. E-mail: iburcik@elt.sk

Ing. Ján Hronský (1959), APS-ECOS, spol. s r. o., Pražská 4, 040 11 Košice