VÝVOJOVÉ TRENDY V ZNEČISTENÍ OVZDUŠIA OXIDOM SIRIČITÝM V OBLASTI ŠALE

Melánia Feszterová

Abstract

Monitoring of current state and evaluation of observed pollution concentrations (sulphur dioxides) allows to assume different forms and degrees of damage which should have adverse effects on humans, living organisms and the environment that surrounds us. This contribution presents the status of selected pollutant - sulphur dioxide in Šal'a's area. We would like to present negative factors, which lower the quality of the air in this area.

Keywords: air, environment, stationary and mobile source, emissions, imissions, sulphur dioxides (SO₂)

Úvod

Emisie chemických zlúčenín unikajúce do životného prostredia prírodnými a antropogénnymi aktivitami vedú k procesom znečistenia zložiek životného prostredia (Hreško et al., 2008). Zvyšuje sa množstvo znečisťujúcich látok unikajúcich do ovzdušia, vody a pôdy (Csuros, 1997a, 1997b; Vollmannová et al., 2011). Rôzne štúdie naznačujú, že skupiny chemických látok v prostredí, ako sú organochlórované pesticídy, polychlórované bifenyly a iné xenoestrogény môžu ovplyvniť riziko vzniku rakoviny prsníka, poruchu plodnosti u človeka, predčasnú pubertu alebo iné ochorenie (Charlier, 2005; Charlier & Plomteux, 2002; Vilinová, 2012). Chemický priemysel patrí do skupiny priemyselných odborov spojených s únikom rozličných látok a plynov, ktoré nie sú prirodzenou zložkou vzduchu. Znečisťovanie prostredia vplyvom chemického priemyslu je témou prác mnohých autorov (Bartkowski, 1981; Blažej et al., 1981; Bobro & Matanin, 1992; Hronec, 1996; Macho & Sivaková, 1996; Prousek, 2001; Quarg et al., 1985; Tölgyessy, Piatrik & Tölgyessy, 1989; Tölgyessy et al., 2000). Je potrebné venovať stále väčšiu pozornosť ochrane prírodných zdrojov – najmä pôde, vode a ovzdušiu a tým si zabezpečiť rozvoj zdravého životného prostredia (Kontrišová, et al. 1997; Rózová et al., 2010). Slovenská republika sa nachádza v oblasti s najväčším regionálnym znečistením ovzdušia a kyslosťou zrážkových vôd v Európe (Klinda et al., 1993).

Rýchle rastúca populácia, potreba zabezpečenia dostatočného množstva potravín, snaha o dosiahnutie vysokej životnej úrovne, rast dopravy a výroba energie, to sú faktory, ktoré ovplyvňujú život ľudí na Zemi. Súčasný rozvoj vedy a techniky poskytuje prostriedky na uspokojovanie našich potrieb, čo sa však prejavuje v zásahoch do životného prostredia. Všetky zložky životného prostredia, poznačila priemyselná expanzia, či sa to týka kvality ovzdušia a vody, hromadenia

sa odpadov, ale aj množstva a úrodnosti pôdy. Neustále zvyšovanie množstva znečisťujúcich látok je výsledkom stúpajúcej hustoty osídlenia, zvyšujúcej životnej úrovne, ktorá sa následne premieta do zvýšenej spotreby energie.

Na území Slovenska sa citelne prejavili následky kontaminácie prírodného prostredia s negatívnymi dopadmi na prírodu (Valach & Dubcová, 2009). Naše územie poznačili vplyvy kontaminácie, ktoré sa odrazili na zvyšovaní znečistenia ovzdušia polutantami, zanášani prírodných vodných zdrojov z dôvodu vypúšťania odpadov do ich recipientov, znižovaní kvality a množstva pôdy z dôvodu výstavby urbanizačných sídiel, premyslených celkov a diaľnic (Dubcová et al., 2013). Je preto pochopiteľné, že sa snažíme sledovať toto znečistenie monitorovaním oblastí, kde môže dôjsť k prekročeniu povolených limitov, či už v ovzduší, vo vode alebo v pôde. Pretože jednotlivé zložky životného prostredia sú previazané, vzájomne na seba pôsobia, nie je možné sledovať stav ovzdušia, vody a pôdy oddelene.

Príspevok identifikuje vplyvy kontaminácie na vybranú zložku životného prostredia – ovzdušie na modeli regiónu Šaľa. Sledoval sa: *stav emisií a imisií oxidu siričitého, vzťah „emisie – klimatické podmienky – tvar terénu“*. Navrhol a otestoval sa model kontaminácie využívajúci Czekanowského metódu kvantitatívnej analýzy s využitím optickej škály. Model zohľadnil vplyv vybraných faktorov na druhotnú krajinnú štruktúru vo forme mapových podkladov a bol verifikovaný porovnaním vypočítaných a experimentálne stanovených hodnôt pre oxid siričitý (SO_2) v ovzduší v okolí chemického závodu Duslo, a. s. Šaľa.

Ovzdušie

Kvalita ovzdušia významnou mierou ovplyvňuje nielen stav životného prostredia, jednotlivé ekosystémy, ale predovšetkým ľudské zdravie (Stredánský, 1989). Rôznymi druhmi ľudskej činnosti (ľudskou aktivitou) sa dostávajú do ovzdušia globálne zdroje emisií znečisťujúcich látok, ktoré sa líšia v charaktere znečisťujúcich látok. Priemyselné procesy (poľnohospodárstvo, doprava, baníctvo, energetika) sú antropogénnymi zdrojmi emisií (Bhumralkar et al., 1981; Brunereef & Holgate, 2002; Khlaifi et al., 2008; Prousek, 2001). Jednou zo zložiek prírodného prostredia nepriaznivo ovplyvňovanou priemyselnou činnosťou je ovzdušie. Ovzdušie je vystavované mnohým vplyvom a tlakom, ktoré sa negatívne odrážajú nielen na ňom samotnom, ale aj na ostatných zložkách životného prostredia. Stúpajúca koncentrácia znečisťujúcich látok v ovzduší má svoj dopad aj na vodu, pôdu, flóru a faunu. Priemyselná činnosť, pri ktorej sú vypúšťané do ovzdušia škodlivé exhaláty zapríčiňuje stresovú záťaž a vplýva na ekologickú stabilitu krajiny.

Hlavné zdroje, ktoré znečisťujú ovzdušie mnohých regiónov Slovenska sú unikajúce exhaláty z rôznych priemyselných odvetví, energetiky a dopravy (Dubcová et al., 2008), ktoré zapríčiňuje obrovský nárast emisií plyných a tuhých látok (Fabiánová, 2002). Zdrojmi znečistenia atmosféry v mestských oblastiach sú: elektrárne a teplárne, doprava, priemysel, vykurovanie bytov a spaľovanie odpadov

a ďalšie zdroje, ktoré sú závislé od fosílnych palív. Zhoršená kvalita ovzdušia je spôsobená plynými znečisťujúcimi látkami (Demo et al., 1999) ako napr. oxid siričitý (Ayres et al., 1998). Distribúcia koncentrácií znečisťujúcich látok má priamy vzťah so zdrojom znečistenia a jeho intenzitou (Yang, Yuesia & Changchun, 2009). Úzko súvisí s poveternostnými podmienkami (MacDougall et al., 2005; Mao et al., 2006; Speidel et al., 2007). Monitorovanie plyných emisií umožňuje nielen determinovať reálny prístupový kanál a sledovať koncentrácie znečisťujúcich látok, ale aj hľadať a uplatňovať možnosti ich eliminácie (Yang, Yuesia, & Changchun, 2009). Pokročilé techniky modelovania otvorili nové možnosti pri štúdiu znečistenia ovzdušia (Astitha et al., 2008). Atmosférické modely rozptylu sú čoraz častejšie využívané pri riadení kvality, napr. mestského ovzdušia (Arciszewska & McClatchey, 2001).

Znečisťovanie a znečistenie ovzdušia

Znečisťovanie ovzdušia označuje prítomnosť znečisťujúcich látok v ovzduší v takej miere a dobe trvania, že sa prejaví ich nepriaznivý vplyv na životné prostredie (Quarg et al. 1985; Stred'anský, 1989). Znečistenie ovzdušia označuje prítomnosť znečisťujúcich látok v ovzduší, ktorých hodnoty sa využívajú na účely hodnotenia a riadenia kvality ovzdušia. Sú to znečisťujúce látky: oxidy síry (vyjadrené ako SO_2), oxidy dusíka (vyjadrené ako NO_2), tuhé znečisťujúce látky, CO , pachové látky, organické látky (celkový C_{org}), dibenzodioxíny, dibenzofurány. V súčasnej dobe sa hľadajú optimálne riešenia problémov kvality ovzdušia, ktoré sa orientujú napr. pri SO_2 na minimalizáciu nasledovných cieľov: cena paliva, cena kontroly znečistenia, priemerná dlhodobá koncentrácia SO_2 , najvyššia krátkodobá koncentrácia SO_2 , priemerná hodnota zotrvania dlhodobej koncentrácie a najvyššia krátkodobá koncentrácia výskytu (Hati & Lamb, 1987).

Znečistenie ovzdušia pôsobí negatívne na celú biosféru, ale tiež aj na výsledky materiálnej ľudskej práce, prispieva k zvýšeniu počtu prípadov kardiovaskulárnych a respiračných chorôb.

Oxidy síry

Dôležitosť sledovania koncentrácií oxidu siričitého je najmä pre výrazný synergický vplyv v spojení s ďalšími emitovanými látkami. Atmosférická siera v oboch plyných a aerosólových formách, má vplyv na nadregionálne a globálne prostredie, klimatické zmeny ako aj zdravie rôznych živých organizmov (Eisinger, Burrows, 1998; Krotkov et al., 2006; Krotkov et al., 2008; Matsumi et al., 2005). Oxid siričitý je hlavným prekursorom kyslých dažďov a kyseliny sírovej tzv. smog (Inomata et al., 2006; Matsumi et al., 2005). V rovnakom čase, môže byť oxidovaný v atmosfére na formu síranového aerosólu (Krotkov et al., 2006), ktorý je dôležitou súčasťou jemné rozptýlených častíc v mestskej atmosfére (Verheggen, Mozurkewich, 2002). Oxidy síry (SO_x) – vytvárajú zložitú zmes znečisťujúcich látok. Medzi najvýznamnejších predstaviteľov zaradujeme SO_2 – vznikajúci pri

spaľovaní fosílnych palív obsahujúcich síru (Prousek, 1991), tavením nerastných surovín a pri iných procesoch (Allard et al., 1994; Howarth et al., 1992; Matsumi et al., 2005). Patrí medzi základné látky, ktoré znečisťujú ovzdušie (Lazor et al., 2007) v prímestských oblastiach. Zdrojom emisií SO_2 je aj vykurovanie domácností. Stredánsky (1989), Lazor et al. (2004) udávajú, že z celkového množstva plyných exhalátov je u nás 91 % SO_2 . V posledných rokoch došlo však k poklesu emisií v dôsledku zmien druhov a množstva používaných palív.

Charakteristika územia

Hlavným cieľom ochrany ovzdušia v každom regióne je sledovanie kvality ovzdušia. Simultánne pozorovanie a analýza vzťahov medzi koncentraciami znečisťujúcich látok a meteorologickými faktormi umožňuje štúdium vonkajších podmienok v konkrétnom regióne, ktoré zhoršujú kvalitu ovzdušia (Yang, Yuesia & Changchun, 2009). Takáto analýza je základom pre stanovenie kvality ovzdušia a reguláciu zmien súvisiacu so stavom znečistenia ovzdušia (Meng & Chen, 2002). Problematika čistoty ovzdušia v priemyselných regiónoch s poľnohospodárskou výrobou je v súčasnosti vysoko aktuálna (Lazor, Tomáš & Tóth, 2001).

Sledované územie sa nachádza v strednej časti Podunajskej nížiny, ktorá má ťažisko v Podunajskej rovine. V zmysle klimatickej klasifikácie patrí okres Šaľa do teplej klimatickej oblasti s počtom letných dní v roku nad 50 s teplotou $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ a viac, do okrsku teplého, suchého alebo mierne suchého, s miernou zimou, s teplotou v januári nad $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Podľa klimaticko – geografického členenia ide o typ nížinnej klímy teplej, resp. v oblasti pahorkatín prevažne teplej s ročnou amplitúdou priemerných mesačných teplôt vzduchu $22 - 24\text{ }^{\circ}\text{C}$ a s ročným úhrnom zrážok okolo 530 – 650 (700) mm.

Priemerná ročná teplota v rokoch 1971 – 1994 bola $9,50\text{ }^{\circ}\text{C}$, v rokoch 1999 – 2002 bola $10,68\text{ }^{\circ}\text{C}$ (VÚVH Žiharec, 2000 – 2003). Priemerná ročná teplota za roky 2003 – 2006 bola $11,47\text{ }^{\circ}\text{C}$ a za roky 2008 – 2012 mala hodnotu $11,81\text{ }^{\circ}\text{C}$ (OŽP OZ Duslo, a. s. Šaľa, 2013).

Podľa množstva *atmosferických zrážok* táto oblasť patrí medzi suchšie a to nie len na základe nízkeho úhrnu zrážok, ale aj z dôvodu vysokých teplôt vzduchu (priemerné ročné teploty boli v intervale od $t_{1999}=10,06\text{ }^{\circ}\text{C}$ do t_{2006} až $13,79\text{ }^{\circ}\text{C}$). Podľa ročného množstva zrážok pripadá najväčšie množstvo zrážok na mesiace jún – júl (25 – 158 mm), najmenšie množstvo zrážok na mesiac január (13,8 – 14 mm). V letnom polroku spadne 57 – 59 % z celoročných zrážok.

Materiál a metódy práce

V práci sme sa orientovali na vplyv negatívnych faktorov, ktoré znižujú kvalitu ovzdušia. Zamerali sme sa na zhodnotenie stavu znečistenia ovzdušia s SO_2 a následne na sledovanie jeho rozptylu do okolia. Základným materiálom pre zvolené metodické postupy výskumu a vyhodnocovanie procesov antropizácie vo

sledovanej oblasti s ohľadom na vybranú zložku životného prostredia – ovzdušie boli dokumenty mapového a písomného charakteru, plány a štúdie a výsledky hodnôt z vlastných analýz.

Vlastné komplexné vedecko – výskumné hodnotenie zložky životného prostredia v modelovom území bolo uskutočnené nasledovne:

1. odberom a analýzou vzoriek vzduchu zo zvoleného územia a ich chemickými analýzami, spracovaním hodnôt koncentrácie z požadovej meracej stanice v Trnovci nad Váhom,
2. zohľadnením vzájomného vzťahu súvisiaceho s množstvom vypúšťaných emisií SO₂ do ovzdušia z chemického závod Duslo, a. s. Šaľa,
3. softvérovým spracovaním zvoleného územia, vyhodnotením máp,
4. návrhom opatrení zameraných na znižovanie koncentrácií znečisťujúcich látok v prostredí.

Kontaminácia ovzdušia vybranou znečisťujúcou látkou

Kvalitu ovzdušia vo všeobecnosti určuje obsah znečisťujúcich látok t. j. imisie, ktoré sa nachádzajú vo vonkajšom ovzduší. Sú to látky, ktoré sú bezprostredne v kontakte so živou zložkou a môžu ju vo zvýšených koncentráciách ohroziť (Kolektív, 2006). V § 7 zákona č. 478/2002 Z. z. o ovzduší v znení neskorších predpisov je stanovený postup pre jej hodnotenie. Kritériami kvality ovzdušia sa zaoberá vyhláška MŽP SR č. 705/2002 Z. z. o kvalite ovzdušia v znení vyhlášky MŽP SR č. 351/2007 Z. z., v ktorej sú uvedené limitné hodnoty, medze tolerancie, horné a dolné medze na hodnotenie úrovne znečistenia a ďalšie.

Koncentrácia oxidu siričitého analyzovaná v mieste zdroja (chemický závod Duslo, a. s., Šaľa) ako aj v oblasti urbanizovaného prostredia (Trnovec nad Váhom, Šaľa – Veča) významne ovplyvňuje životné prostredie, tak obytné ako aj pracovné. Hodnotenie kvality ovzdušia sa vykonáva pre znečisťujúcu látku, pre ktorú sú určené limitné hodnoty alebo cieľové hodnoty. Územie je ovplyvnené negatívnymi procesmi z priemyslu a z ďalších odvetví (dopravy, energetiky), ktoré spôsobujú celý rad zmien v sledovanej oblasti v charakteristických meteorologických situáciách.

Metódy merania a analýzy SO₂ v ovzduší počas rokov 1999 – 2003 boli sledované analýzou vzduchu v laboratórnych podmienkach. Od konca roku 2004 v hodnotení územia boli spracované údaje z požadovej meracej stanice v Trnovci nad Váhom (SK405001), zo stacionárnej stanice pre predmestskú oblasť (zem. dl. 17°55'44", zem. šírka 48°09'00") umiestnenej v nadmorskej výške 122 m.

Kartografické spracovanie a tvorba matrice územia

Hodnotené územie sa nachádza na 4 mapových listoch v mierke 1:10 000 a tvorí plochu 7 104 ha. Pri analýze a syntéze bol využitý geodetický softvér. Vybraté atribúty boli hodnotené v rastrovom poli rozdelenom na štvorce 200 x 200 m o počte 1 776 štvorcov. Takto vytvorená matica slúžila pre charakterizáciu

celého územia podľa zvolených kategórií. Digitalizáciou vznikli čiarové prvky (napr.: cesty, potoky, prechody medzi lesom a poľom, hranice medzi pozemkami, domy). Hranice vytvorené čiarami boli využité pre tvorbu plošných prvkov (napr.: polia, záhrady, lesy, domy), ktoré boli odlišené medzi sebou farbou resp. značkou. Takto vytvorená mapa poslúžila ako podklad pre charakteristiku územia.

Metóda odlišnosti a podobnosti

Socio – ekonomické javy boli hodnotené na základe optickej škály Czekanowského metódy, ktorá vyjadruje intenzitu sledovaného fenoménu vo zvolených kategóriách. Ide o vyčleňovanie vnútorne homogénnych celkov predstavujúcich určitý súhrn hodnôt. Stupnice vyjadrovali intenzitu sledovaného fenoménu v závislosti na výbere ukazovateľov. V našej konkrétnej oblasti sme spracovali také ukazovatele, z hľadiska ktorých sa územie rozčlenilo na vnútorne rovnorodé celky, ktoré sú vnútorne podobnejšie ako susedné, resp. ostatné celky územia.

Analýza relácie kvality vzduchu pri sledovaní antropických vplyvov v krajinnoekologickom hodnotení územia

Mapa 1: Ohrozenie druhotnej krajinnej štruktúry

Map 1: Treats to secondary landscape structure

Legenda k mape 1

Doprava	
	dôležité cesty
	vedľajšie cesty
	ostatné cesty
	mosty a lávky
	účelové cesty sprevnené
	účelové cesty nesprevnené
	dôležité chodníky
Voda	
	vodné plochy
	vodné toky
	občasnne vodné toky
	kandy
Prvky drevinovej vegetácie	
	les listnatý
	líniavá vegetácia
Trvalé trávne porasty	
	pasienky
	lúky
	porasty trstie
Poľnohospodárske kultúry	
	poľia
	vinohrady
	ovocné sady
	zahradiarske osady
Sídlné prvky	
	intravilán
	slavby
	parky
	zahrady
	dvory
Technické prvky	
	priemyselné areály
	poľnohospodárske objekty

Relácia bola hodnotená parametrickou analýzou s geodetickým softvérom. Analyzovaná súčinnosť vzťahov bola natransformovaná do štyroch tematických máp (mapa 1 Ohrozenie druhotnej krajinskej štruktúry).

Výsledky a diskusia

Podľa sledovaných oblastí a dosiahnutých výsledkov boli získané poznatky zaradené do dvoch tematických okruhov:

1. stav emisií a imisií oxidu siričitého,
2. modelovanie vzťahu „emisie – klimatické podmienky – tvar terénu“.

Stav emisií a imisií oxidu siričitého

Hodnoty vypúšťaných emisií a koncentrácia imisií hodnotené v modelovom území Šale boli dôležité pre bezprostrednú blízkosť chemického závodu Duslo, a. s., Šaľa. V súvislosti s touto skutočnosťou boli sledované zmeny, ktoré súvisia so znížením produkcie emisií (tab. 1) zo závodu a s klimatickými pomermi územia a tak ovplyvňujú rozptyl sledovaných znečisťujúcich látok do prostredia. Ohrozené je nielen životné prostredie, ale aj zdravie ľudí. Do ovzdušia sa dostáva síra obsiahnutá v palive vo forme oxidu siričitého, ktorý v dôsledku reakcie s atmosférickou vlhkosťou vedie k vzniku tzv. kyslých dažďov. Oxid siričitý je pre človeka toxický, pôsobí na tkanivá v ústnej dutine, v nose a pľúcach, jeho vdychovanie zužuje priedušky, pôsobí dráždivo na dýchacie cesty a očné spojivky.

Tab. 1: Vývoj produkcie emisií vybranej znečisťujúcej látky z chemického závodu Duslo, a. s., Šaľa [10^3 kg.rok^{-1}]

Table 1: Development of emissions production of selected pollutant from chemistry combine Duslo Šaľa, Ltd. [10^3 kg.rok^{-1}]

Rok	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
SO ₂	1407,70	1503,50	1506,47	1148,82	1196,76	1050,79	1082,61
Rok	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
SO ₂	812,32	5,88	5,28	3,97	2,34	2,16	1,99

Zdroj: OŽP OZ Duslo, a. s., Šaľa, 2013

Emisie síry z dopravy vznikajú hlavne pri spaľovaní nafty (nákladné vozidlá, traktory, lokomotívy, stavebné stroje). Množstvo oxidu siričitého emitovaného z výfukov motorových vozidiel je rôzne a závisí na použiteľnej palive.

Rozdiely počas rokov 1999 – 2003 v hodnotách koncentrácií SO_2 boli zistené medzi monitorovacími miestami ako aj v jednotlivých rokoch (Trnovec nad Váhom (2001) max. SO_2 – 12,62 $\mu\text{g.m}^{-3}$, Duslo, a. s. (2001) max. SO_2 – 5,60 $\mu\text{g.m}^{-3}$, Trnovec nad Váhom (1999) min. SO_2 – 1,13 $\mu\text{g.m}^{-3}$, Duslo, a. s. (1999) min. SO_2 – 1,52 $\mu\text{g.m}^{-3}$).

Porovnaním hodnôt analyzovaných koncentrácií SO_2 na monitorovacích miestach sme potvrdili, že priemerné hodnoty koncentrácií v sledovaných rokoch sa znižujú s rastúcou vzdialenosťou od zdroja, ako aj vplyvom klimatických podmienok (smer a rýchlosť vetra, teplota, zrážky, vlhkosť, oblačnosť, slnečné žiarenie). Zosumarizované hodnoty koncentrácií SO_2 z pozadovej meracej stanice v Trnenci nad Váhom počas rokov 2003 – 2012 boli v intervale od 4,54 $\mu\text{g.m}^{-3}$ do 27,78 $\mu\text{g.m}^{-3}$ (tab. 2).

Tab. 2: Koncentrácia SO_2 (1999 – 2012)

Table 2: Concentration of SO_2 (1999 – 2012)

Namerané hodnoty [$\mu\text{g.m}^{-3}$]	1999	2000	2001	2002	2003
Trnovec n. Váh.	1,13 ^a	6,17 ^a	12,62 ^b	7,83 ^b	12,51 ^c
Duslo, a. S., Šaľa	1,52 ^a	5,27 ^a	5,60 ^b	3,33 ^b	-
	2004	2005	2006	2007	2008
Trnovec n. Váh	6,09 ^e	10,02 ^e	6,62 ^e	27,78 ^d	7,65 ^e
	2009	2010	2011	2012	
Trnovec n. Váh.	17,24 ^e	8,75 ^e	4,54 ^e	8,89 ^e	

Zdroj:

^a – M. Feszterová, 2003a

^c – KÚŽP, Nitra, 2010

^b – M. Feszterová, 2003

^d – Odd. kvality a živ. Prostredia,

^e – OŽP OZ Duslo, a. s., Šaľa, 2013

Duslo, a. s., Šaľa, 2010

Modelovanie vzťahu „emisie – klimatické podmienky – tvar terénu“

V sledovanej oblasti krajinnokoekologické hodnotenie druhotnej krajiny štruktúry je zasiahnuté koncentraciami znečisťujúcich látok. Ich hodnoty rastú vplyvom zvyšujúcej sa frekvencie dopravy a urbanizácie v území. Uvedenú skutočnosť potvrdzujú predpokladané i nami potvrdené koncentrácie znečisťujúcich látok, ktoré sa sústreďujú v oblasti urbanizovaného prostredia. Hodnotenie množstva imisí bolo spracované štvorcovou metódou a vyhodnotené

Czekanowského optickou škálou. Vybrané socio – ekonomické stavy: intenzita dopravy, výskyt a intenzita sídelných prvkov a hodnotenie druhotnej krajiny štruktúry boli spracované do mapovej podoby.

Mapa 2: Distribúcia priemernej ročnej koncentrácie SO_2 [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]

Map 2: Distribution of average year's concentration SO_2 [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]

S cieľom vyvodit' závery pre prax, boli porovnané výsledky hodnôt krátkodobej koncentrácie SO_2 získané výpočtom s nameranými hodnotami v okolitých obciach (Trnovec nad Váhom, Duslo, a. s., Šaľa, Šaľa – Veča, Kľučiareň, Horný Jatov, Gorazdov, Nový Dvor, Sládečkovce, Kenderes) zistené pomocou rozptylovej štúdie.

Hodnoty dlhodobéj koncentrácie SO_2 (mapa 2) z bodového priemyselného zdroja boli vypočítané ako matematický model znečistenia ovzdušia založený na empirickom vzťahu, vyjadrujúcom koncentráciu znečisťujúcej látky ako funkciu vzdialenosti od zdroja, parametrov zdroja (výška komína, emisia znečisťujúcej látky a iné) a meteorologických podmienok. S ohľadom na výrobu a s tým súvisiace hodnoty množstva vypúšťaných znečisťujúcich látok ani v jednom zo sledovaných rokov nebol presiahnutý imisný limit priemernej ročnej koncentrácie SO_2 .

Hodnotenie koncentrácií imisií ovplyvnili zdroje podieľajúce sa na zvyšovaní znečisťujúcej látky, medzi ktoré boli zaradené reálne zdroje SO_2 (z bodového stacionárneho zdroja – Duslo, a. s., Šaľa, z a iných lokálnych imisných zdrojov intravilánu). V interpretácii druhotnej krajiny štruktúry bola zohľadnená čiastková syntéza dvoch navzájom integrujúcich procesov – prírodných a antropických. Analytické mapy boli spracované metódou parametrickej analýzy, zohľadňujúcej koncentráciu SO_2 digitálne spracované geodetickým softvérom. Intenzita sledovaných vplyvov bola usporiadaná do určitých kategórií, ktoré vyjadrovali poradie stúpania kumulovaných hodnôt (mapa 3).

V krajinoekologickej syntéze s ohľadom na ohrozenie vybranými znečisťujúcimi látkami boli vyčlenené krajinné prvky (voda, prvky drevinovej vegetácie, trvalé trávne porasty, poľnohospodárske kultúry, sídelné prvky, technické prvky, doprava, stabilizačné prvky) ako jednotky druhotnej krajinnej štruktúry – javy ohrozené. Interpretovanie priestorových javov z aspektu javovo ohrozených a javov ohrozujúcich tvorili priestorové strety ohrozenia druhotnej krajinnej štruktúry s modelom imisií SO_2 .

Mapa 3: Výrez – Šaľa – Veča

Map 3: Section – Šaľa – Veča

Záver

Sledovaná oblasť chemického závodu Duslo, a. s., Šaľa, v ktorej sú do ovzdušia vypúšťané anorganické zlúčeniny síry, vyvoláva stresovú záťaž a ovplyvňuje ekologickú stabilitu sledovaného katastrálneho územia. Analyzovali sme hodnoty koncentrácií vypúšťaných emisií (oxid siričitý) znečisťujúcich ovzdušie v oblasti chemického závodu Duslo, a. s., Šaľa a ich vplyv na životné

prostredie. Sumarizované hodnoty za sledované obdobie sú dôkazom toho, že monitorovanie stavu ovzdušia v danej lokalite je dôležité. Pri porovnaní hodnôt koncentrácií oxidu siričitého priamo pri zdroji (Duslo, a. s.) a v oblasti urbanizovaného prostredia (Trnovec nad Váhom) sa potvrdil náš predpoklad, že územie je ovplyvnené nielen procesmi z priemyslu, ale predovšetkým z ďalších odvetví ako napr. z dopravy a energetiky. V sledovanej oblasti dochádza v charakteristických meteorologických podmienkach a v závislosti na vlastnostiach znečisťujúcich látok k celému radu zmien. Z výsledkov uskutočnených analýz územia z aspektu ohrozenia krajiny štruktúry vyplynulo, že zvýšené hodnoty imisí oxidu siričitého si vyžadujú vyššie nároky na ochranu životného prostredia v tomto regióne.

Získané výsledky tiež dokázali, že došlo k postupným zmenám, pričom pokleslo znečistenie ovzdušia z lokálnej energetiky, priemyslu a vykurovania. Poukázali sme na klesajúcu tendenciu emisií, ktorú ovplyvnil pokles výroby ako aj zmeny v palivovo – energetickej základni a prijaté legislatívne zákony a opatrenia. Súčasne sme získanými údajmi potvrdili, že zásluhou environmentálneho programu zameraného na ochranu vybraných zložiek životného prostredia, zvýšením kvality odlučovacích zariadení ako aj zmenou palivovo – energetickej základne podiel stacionárneho zdroja chemického závodu Duslo, a. s. výrazne poklesol.

Táto práca bola pripravená s pomocou projektu KEGA č. 041UKF-4/2011.

Literatúra

- Allard, P. – Carbonnelle, J. – Metrich, N. – Loyer, H. – Zettwoog, P. 1994.** Sulphur output and magna degassing budget of Stromboli volcano. In *Nature*. 1994, vol. 368, p. 326–328.
- Arciszewska, Ch. – McClatchey, J. 2001.** The importance of meteorological data for $\square$ ntelige air pollution using ADMS-Urban. In *Meteorological Applications*. ISSN 1469-8080, 2001, 8: p. 345-350.
- Astitha, M. – Kallos, G. – Katsafados, P. 2008.** Air pollution modeling in the Mediterranean Region: Analysis and forecasting of episodes. In *Atmospheric Research*. ISSN 0169-8095, 2008, vol. 89, issue 4, p. 358-364, 7p.
- Ayers, G.P. – Keywood, M.D. – Gillett, R. – Manins, P.C. – Malfroy, H. – Bardsley, T. 1998.** Validation of passive diffusion samplers for SO₂ and NO₂. In *Atmospheric Environment*. 1998, vol. 32, p. 3587–3592.
- Bartkowski, T. 1981.** Kształtowanie i ochrona środowiska. Warszawa : Państwowe wydawnictwo naukowe, 1981. 454 s. ISBN 83-01-00953-5.
- Bhumralkar, CH. M. – Mancuso, R. L. – Wolf, D. E. – Johnson, W. B. 1981.** Regional air pollution model for calculating short-term (daily) patterns and transfrontier exchanges of airborne sulfur in Europe. In *Tellus*. 1981, vol.

33,(2), pp. 142-161. **Blažej, A. – Töölgyessy, J. – Hal'ama, D. – Bátor, V. – Rosival, L. – Rak, J. 1981.** Chemické aspekty životného prostredia. Bratislava, Praha : ALFA, SNTL, 1981. 600 s.

Bobro, M. – Matanin, J. 1992. Čistota ovzdušia v oblasti Národný park Slovenský raj a zhodnotenie antropogénnej činnosti na jeho kvalitu. In: Ochrana ovzduší. ISSN 1211-0337, 1992, roč.6, 5, s. 129-134.

Brunereef, B. – Holgate, S. T. 2002. Air pollution and health. The Lancet. London, 2002; 360, (9341), p. 1233-1242.

Csuros, M. 1997a. Environmental Sampling and Analysis for Technicians. Boca Raton; Ann Arbor; London; Tokyo : Lewis Publishers CRC Press, 1997. 189 s. ISBN 0-87371-8356.

Csuros, M. 1997b. Environmental Sampling and Analysis. Boca Raton; New York : Lewis Publishers CRC Press, 1997. S. 305- 311. ISBN 1-56670-178-3.

Demo, M. – Bielek, P. – Hronec, O. 1999. Trvaloudržateľný rozvoj. Nitra, Bratislava : SPU, 1999. 325 s. ISBN 80-7137-611-6.

Dubcová, A. – Lauko, V. – Tolmáči, L. – Cimra, J. – Kramáreková, H. – Krogmann, A. – Nemčíková, M. – Némethová, J. – Oremusová, D. – Gurňák, D. – Križan, F. 2008. Geografia Slovenska. Nitra : UKF, 2008. CD ROM. ISBN 978-80-8094-422-3.

Dubcová, A. – Kramáreková, H. – Nemčíková, M. – Némethová, J., Oremusová, D. – Repaská, G. – Rampašeková, Z. – Šolcová, L., Trembošová, M. – Vilinová, K. 2013. Didaktika geografie v teréne. 1 vyd. Nitra : UKF, 2013. 395 s.- ISBN 978-80-558-0297-8.3

Eisinger, M. – Burrows, J. P. 1998. Tropospheric sulfur dioxide observed by the ERS-2 GOME instrument. In Geophysical Research Letters. 1998, vol. 25 (22), pp. 4177 –4180.

Fabiánová, E. 2002. Požiadavky na zdravé životné prostredie. In Životné prostredie. ISSN 0044 – 4863, 2002, roč. XXXVI, 3, s 140.

Hati, S. K. – Robert, G. – Lamb, R. G. 1987. An application of game theory in the design of optimal air pollution control measures. In Environmental Modelling & Software. 1987, vol. 21, issue 8, pp. 1833-1841.

Howarth, R. W. - Stewart, J. W. B. - Ivanov, M. V. 1992. Sulfur Cycling on the Continents: Wetlands, Terrestrial Ecosystems and Associated Water Bodies. New York : Wiley,1992.

Hreško, J. – Bugár, G. – Fehér, A. – Jakabová, S. – Petrović, F. –Pucherová, Z. – Tuhárska, K. – Vanková, V. – Zorád, L. 2008. Natural Resources (Air, Water, Soils, Biota, Ecosystems). Nitra : UKF. Prírodovedec č. 351. 2008 ISBN 978-80-8094-458-2, s. 140.

Hronec, O. 1996. Exhaláty – pôda – vegetácia. (monografia) Prešov, Bratislava : TOP, s.r.o., Slovenská poľnohospodárska a potravinárska komora, 1996. 325 s. ISBN 80-967523-0-8.

Charlier, C. 2005. Endocrine effects of environmental pollutants. In Bull Mem Acad R Med Belg. 2005, 160 (5-6), pp. 301 – 310.

Charlier, C. – Plomteux, G. 2002. Environmental chemical pollution and toxic risk for humans: the particular role of organochlorine pesticides. In Ann Biol Clin (Paris). 2002, 60 (1), pp. 37 – 46.

Inomata, Y. – Iwasaka, Y. – Osada, K. – Hayashi, M. – Mori, I. – Mizuka, K. – Hara, K. – Sakai, T. 2006. Vertical distributions of particles and sulfur gases (volatile sulfur compounds and SO₂) over East Asia: comparison with two aircraft-borne measurements under the Asian continental outflow in spring and winter. In Atmospheric Environment. 2006, vol. 40 (3), pp. 430 – 444.

Khlaifi, A. – Dahech, S. – Beltrando, G. – Ionescu, A. – Candau, Y. 2008. Spatial dispersion Modeling of SO₂ according to the atmospheric circulation in a coastal city: Sfax (Tunisia). In Meteorological. Application. ISSN 1350-4827, 2008, 15: 513–522. ID 25635065300.

Klinda, J. et al. 1993. Stratégia, zásady a priority štátnej environmentálnej politiky. 2.vydanie. Bratislava: MŽP SR, 1993. 136 s. ISBN 80-88833-00-0.

Kolektív, 2006. Informácia o kvalite ovzdušia a o podiele jednotlivých zdrojov na jeho znečisťovaní. Nitra : KÚŽP, 2006, s. 12.

Kontrišová, O. et al. 1997. Globálne problémy životného prostredia. Zvolen: Vydavateľstvo TU vo Zvolene, 1997, 100 s. ISBN 80-228-0709-5.

Krotkov, N. A. – Carn, S. A. – Krueger, A. J. – Bhartia, P.K. – Yang, K. 2006. Band residual difference algorithm for retrieval of SO₂ from the AURA Ozone Monitoring Instrument (OMI) In IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 2006. Vol. 44, no. 5, pp. 1259 – 1266.

Krotkov, N. A. – McClure, B. – Dickerson, R. R. – Carn, S. – Li, C. – Bhartia, P. K. – Yang, K. – Krueger, A. – Li, Z. – Levelt, P. F. – Chen, Hongbin – Wang, Pucui – Lu, Daren. 2008. Validation of SO₂ retrievals from the Ozone Monitoring Instrument (OMI) over NE China. In Journal of Geophysical Research. 2008. Pp. 1 – 52.

Lazor, P. – Škvarenina, J. – Tóth, T. – Tomáš, J. 2004. Imisie zlúčenín síry v lesných ekosystémoch CHKO POĽANA. In Veda mladých 2004 : II. medzinárodná vedecká konferencia, Topoľčianky 7.-8. Október 2004.- Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2004. ISBN 80-8069-419-2, s. 108 –117.

Lazor, P. – Tomáš, J. – Tóth, T. 2001. Dlhodobé zmeny imisných koncentrácií síry hornonitrianskeho typu v súvislosti s meteorologickou situáciou. [cit. 2011-03-12]. Dostupné na internete:

<www.cbks.cz/sbornikRackova01/contrib/s5/Lazor.doc>.

Lazor, P. – Tóth, T. – Tomáš, J. – Melicháčová, S. 2007. Imisná záťaž lesných ekosystémov Slovenska zlúčeninami síry. In Rožnovský, J., Litschmann, T., Vyskot, I. (Eds): „Klima lesa“, Křtiny 11. – 12.4.2007, ISBN 978-80-86690-40-7

- MacDonald, W. N. - Zak, R. D. - Pregitzer, S. K. 1995.** Temperature effects on kinetics of microbial respiration and net nitrogen and sulfur mineralization. In Soil Science Society of America Journal. 1995, vol. 59, p. 233 – 240.
- MacDougall, M. – Smith, R. I. et al. 2005.** Comprehensive sensitivity analysis of an SO₂ deposition model for three measurement sites: consequences for SO₂ deposition fluxes. In Atmospheric Environment. 2005, vol. 39 (28), pp. 5025 – 5039.
- Macho, V. – Siváková, M. 1996.** Chemický priemysel SR. Bratislava: Štátny pedagogický ústav ; Nadácia vzdelávanie učiteľa, 1996. S. 39 – 41. ISBN 80-85756-29-3.
- Mao, Q. – Gautney, L. L. - Cook, T. M. – Jacobs, M. E. – Smith, S. N. - Kelsoe, J. J. 2006.** Numerical experiments on MM5–CMAQ sensitivity to various PBL schemes. In Atmospheric Environment. 2006, vol. 40 (17), pp. 3092 – 3110.
- Matsumi, Y. – Shigemori, H. et al. 2005.** Laser-induced fluorescence instrument for measuring atmospheric SO₂. In Atmospheric Environment 39 (17) (2005), pp. 3177 – 3185.
- Meng, Y. – Chen, C. 2002.** Impact of surface synoptic situations on air pollution in Beijing area. In Meteorologica. 2002, vol. 4 (28), pp. 42–46.
- Prousek, J. 1991.** Chemické a fotochemické reakce probíhající v atmosféře. In Chemické listy. 1991, č. 10, s. 260 – 263.
- Prousek, J. 2001.** Rizikové vlastnosti látok. Bratislava : Vydavateľstvo STU, 2001. 247 s. ISBN 80-227-1497-6.
- Quarg, M et al. 1985.** Ochrana životního prostředí. Praha : SNTL, 1985. 223 s.
- Rózová, Z. – Petluš, P. – Mikulová, E. – Vanková, V. – Korčušková, L. 2010.** Vizuálna kvalita krajiny. Nitra : FPV UKF v Nitre, 2010. S. 109. ISBN 978-80-8094-707-1.
- Speidel, M. – Nau, R. et al. 2007.** Sulfur dioxide measurements in the lower, middle and upper troposphere: deployment of an aircraft-based chemical ionization mass spectrometer with permanent in-flight calibration. In Atmospheric Environment. 2007, vol. 41 (11), pp. 2427 – 2437.
- Stred'anský, J. 1989.** Ochrana životného prostredia a tvorba krajiny. II. vydanie. Bratislava: Príroda, 1989. 117-119, 191 – 219 s. ISBN 80-07-00202-2.
- Tölgyessy, J. – Piatrik, M. – Tölgyessy, J. 1989.** Ochrana prostredia v priemysle. Bratislava: Alfa, 1989, 376 s. ISBN 80-05-00135-5.
- Tölgyessy, J. – Ružicka, I. – Harangozó, M. – Tomeček, O. 2000.** Ekochémia a ekochemické pokusy. Banská Bystrica: FPV UMB, 2000. 125 s. ISBN 80–967826–9.
- Valach, M. – Dubcová, A. 2009.** Vplyv priemyslu na životné prostredia na príklade okresu Prievidza. In Geografické štúdie. ISSN 1337-9445, 2009, vol. 13, 2/2009, s. 110-121.
- Vilínová, K. 2012.** Zdravotný stav obyvateľstva Slovenska. Nitra : FPV UKF v Nitre, 2012, 124 s. ISBN 978-80-558-0058-5.

Verheggen, B. - Mozurkewich, M. 2002. Determination of nucleation and growth rates from observation of a SO₂ induced atmospheric nucleation event. In Journal of Geophysical Research. 2002, vol. 107 (D11), p. 4123.

Vollmannová, A. - Kujovsky, M. - Arvay, J. - Harangozo, E. - Toth, J. 2011. Heavy Metals in Middle Nitra Riverside. In Ochrana šrodoviska i zasobów naturalnych, Nr. 49, 2011, s. 365 – 373.

Vyhláška MŽP SR č. 351/2007 Z. z. ktorou sa mení a dopĺňa vyhláška Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky č. 705/2002 Z.z. o kvalite ovzdušia. Účinnosť do: 31.5.2010

Vyhláška MŽP SR č. 705/2002 Z. z. o kvalite ovzdušia

Yang, S. - Yuesi, W. - Changchun, Z. 2009. Measurement of the vertical profile of atmospheric SO₂ during the heating period in Beijing on days of high air pollution. In Atmospheric Environment. ISSN: 13522310, 2009, vol. 43, issue 2, pp. 468-472. DOI: 10.1016/j.atmosenv.2008.09.057

Zákon MŽP SR č. 478/2002 Z. z. o ochrane ovzdušia a ktorým sa dopĺňa zákon č. 401/1998 Z. z. o poplatkoch za znečisťovanie ovzdušia v znení neskorších predpisov (zákon o ovzduší)

DEVELOPMENT TRENDS IN AIR POLLUTION WITH SULPHUR DIOXIDES IN AREA OF ŠAĽA

Summary

The air is the most endangered component of the environment. It relates with production, fast increase of energy requirement, exploitation of raw materials, industrial activities, transport and requirement of growing population. The anthropisation has influenced in live and non-live nature in a negative way in Slovakia. The pollutants coming from the factory chimneys together with the traffic pollutants and residential density has the most negative influence on the environment. Therefore it is very important to monitor the air quality. We would like to present Šaľa area, which has the best conditions for agricultural production. Here are the most productive soils of the highest quality with the best conditions for growing cereals. This production is influenced by the air quality in this area. It is important to follow the amount of the pollutant (sulphur dioxides) coming from stationary and mobile sources. The air as a one of primary components of the environment is essential for existence of life on the Earth.

doc. Ing. Melánia Feszterová, PhD.

Katedra chémie FPV UKF v Nitre

Trieda A. Hlinku 1, 949 74 Nitra

E-mail: mfeszterova@ukf.sk