

IMISNÁ ZÁŤAŽ LESNÝCH EKOSYSTÉMOV SLOVENSKA ZLÚČE- NINAMI SÍRY

Peter Lazor, Tomáš Tóth, Ján Tomáš, Silvia Melicháčová

Abstract:

The effects of polluted atmosphere on forest vesture and trees have been the subject of interest, re- search and analyses for decades. By the emission - immission situation in exact area the meteorologic and climatic conditions play significant role in transport and dynamics of pollutants in atmosphere. These influence by definitive range the immission deposition on exact land, or they contribute to strenghten of inversion, or to weaken the unfavourable effects of polluted atmosphere. The main cause of acidification in forests are the anthropogenic depositions of sulphur and nitrogen.

Immissions concentrations of sulphur compounds in forest vestures CHKO Poľana we measured in years 2003 - 2005 on sites Kyslinsky > Húkavský Grúň > Arborétum > Brestová > Predsuchá > Predná Poľana by sorption cumulative method. The principle is in sorption of SO₂ and SO₃, or of anions SO₄²⁻, resp. aerosols H₂SO₃ and H₂SO₄ on alkali filter surface. After expozition in terrene the adsorbed compounds from filter are determined by volumetric analysis by using of ethanol solution Ba(ClO₄)₂.

The results were expressed as local gradient, which was presented in average for whole monitored period on site Kyslinsky 17,9 mg.m⁻².d⁻¹; Húkavský Grúň 17,6 mg.m⁻².d⁻¹; Arborétum 17,3 mg.m⁻².d⁻¹; Brestová 16,4 mg.m⁻².d⁻¹; Predsuchá 17,2 mg.m⁻².d⁻¹ and Predná Poľana 17,3 mg SO₂ . m⁻².d⁻¹.

Experimentally gained values of local gradient were calculated on the content concentration in atmosphere, which was in average on site Kyslinsky 23,4 µg.m⁻³; Húkavský Grúň 22,9 µg.m⁻³; Arborétum 22,5 µg.m⁻³; Brestová 22,0 µg.m⁻³; Predsuchá 22,2 µg.m⁻³ and Predná Poľana 22,4 µg SO₂ .m⁻³.

The results of sulphur compounds concentrations in key areas of CHKO Poľana refer about the fact, that individual sites were contaminated in concentration increase: Kyslinsky > Húkavský Grúň > Arborétum > Predná Poľana > Predsuchá > Brestová.

After comparison of critical value of SO₂ for forest and natural vegetation with measured values during individual years we can make a statement, that there was an enhancement at 7,4 µg.m⁻³ on Predná Poľana site, at 8,4 µg in Kyslinsky, at 7,2 µg in Predsuchá, at 7,0 µg in Brestová, at 7,5 µg in Arborétum and at 7,9 µg.m⁻³ in Húkavský Grúň.

By enhancing of critical levels of immissions concentrations in atmosphere, autoregenerative and autoregulative processes are not able to convert the forest ecosystem into origin state, which is degraded and changed on other, to which it is not possible for exact conditions to admit the character of typical forest ecosystem.

Keywords: Keywords: forest ecosystem, sulphur immissions, Slovakia

ÚVOD

Účinky znečisteného ovzdušia na lesné porasty a dreviny sú predmetom záujmu, výskumu a analýz už desaťročia. Popri emisno – imisnej situácii v danej oblasti nezanedbateľnú úlohu v transporte a dynamike polutantov v atmosfére zohrávajú meteorologické a klimatické podmienky. Tie rozhodujúcou mierou ovplyvňujú

imisnú depozíciu v danom území, prípadne prispievajú k zosilovaniu inverzie, alebo k zoslabovaniu nepriaznivých účinkov znečisteného ovzdušia. Hlavnou príčinou acidifikácie lesov sú antropogénne depozície zlúčenín síry a dusíka.

Prekročením kritických úrovní koncentrácií imisií v atmosfére, autoregeneračné a autoregulačné procesy už nie sú schopné uviesť lesný ekosystém do pôvodného

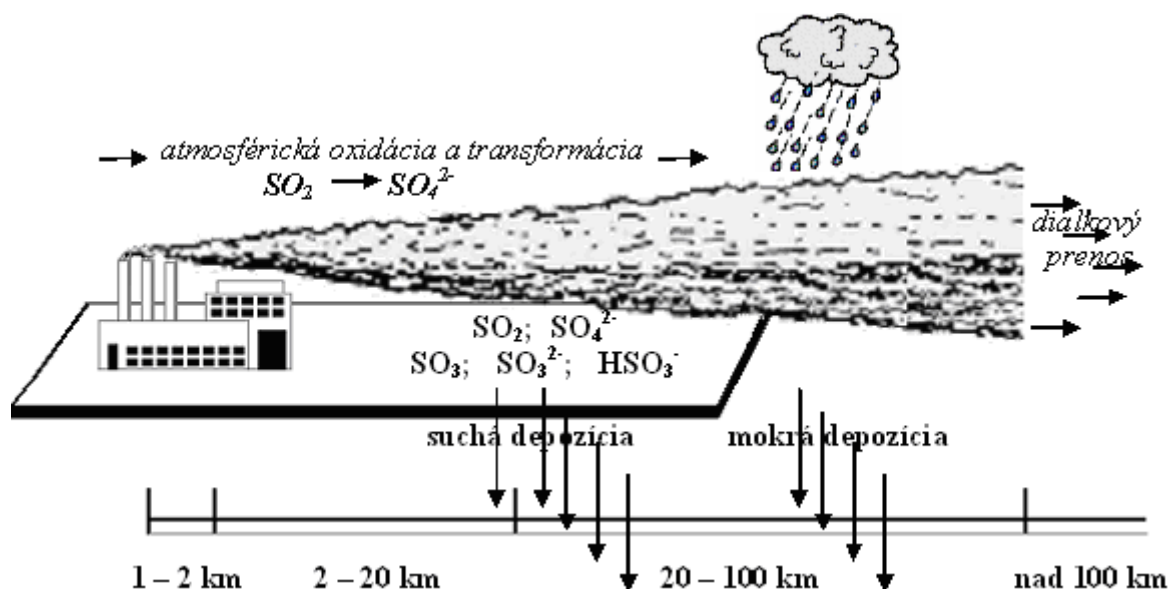
stavu, ktorý sa degraduje a mení na iný, ktorému už nemožno pre konkrétne podmienky priznať charakter typického lesného ekosystému.

Cieľom práce bolo meranie prízemných koncentrácií imisií zlúčenín síry v lesných porastoch CHKO Poľana v období 2003 – 2005 na stanovištiach Kyslinky, Húkavský Grúň, Arborétum, Brestová, Predsuchá a Predná Poľana sorpčno kumulatívnou metódou.

PREHLAD LITERATÚRY

Oxid siričitý patrí k typickým a najčastejším zložkám emisií. Najväčšie množstvá vznikajú pri spaľovaní fosílnych palív, v ktorých obsah síry sa mení v závislosti od pôvodu a kolíše v rozsahu 0,3 – 6 % /LAZOR, TOMÁŠ, TÓTH, 2001/.

Stredný čas zotrvania SO_2 v atmosfére je 2 - 6 dní, pričom sa môže premiestniť až na vzdialenosť 1000 km. Väčšina okamžite potom, čo sa dostáva do ovzdušia začína reagovať s prítomnými komponentami. V procese chemotransformácie následne dochádza aj k jeho odstraňovaniu z atmosféry, resp. diaľkovému prenosu čo dokumentuje obrázok 1.



Obrázok 1 : Chemotransformácia SO_2 v atmosfére v závislosti od vzdialenosti zdroja

Atmosférické reakcie /VÍDEN, 2005/ možno v podstate rozdeliť do štyroch typov:

1. fytolýza SO_2
2. reakcie voľných radikálov s SO_2
3. reakcie na povrchu tuhých častíc
4. rozpúšťanie SO_2 v kvapkách vody a nasledujúca reakcia vo vodnej fáze

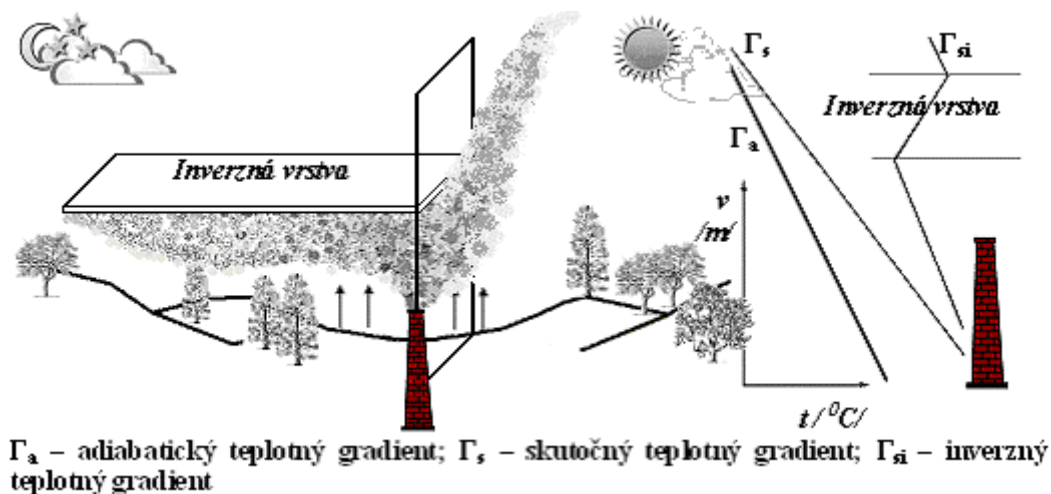
Základným parametrom pohybu exhalátov v ovzduší a atmosfére je vietor, jeho rýchlosť a smer. Rýchlosť a smer vetra so svojimi zmenami je vo vzájomnom vzťahu s vertikálnym a horizontálnym teplotným gradientom ovzdušia /MAČALA, 2000/.

Typický denný chod teplotného gradientu (zmena teploty na určitej vzdialenosti, vyjadrená ako $^{\circ}C / m$) v krajine za jasného dňa začína tvorbou nestabilného zvrstvenia, ktoré narastá v priebehu dňa (vplyvom slnečného ohrievania) a je spojené s dobre vyvinutou turbulenciou. Pred a krátko po západe Slnka sa začína vzduch pri zemi rýchlo ochladzovať. Na základe toho dochádza k stabilnému zvrstveniu (teplota s výškou narastá) a vzniku tzv. teplotnej inverzii, ktorá je jednou z významných príčin poškodzovania lesných ekosystémov

/LUPINI, PELLACANI, RAMBALDI, 1984/.

Teplotná inverzia je meteorologický jav, keď teplota vzduchu v niektorej vrstve dolnej atmosféry s výškou stúpa (teplý

vzduch sa nachádza vyššie od zemského povrchu a studený nižšie), čo názorne vidieť na obrázku 2. Je to veľmi stabilný stav, pretože teplý vzduch má nižšiu hustotu, teda nemôže klesať dole.



Obrázok 2 : Princíp vzniku inverzie v porovnaní s teplotnými gradientami v atmosfére

Prízemné inverzie vznikajú za jasných a pokojných nocí, inverzné vrstvy sa tvoria vo výškach do 1000 m (v zime za jasného počasia, keď je bezvetrie). S príchodom dňa sa začína pôda ohrievať a inverzia postupne zaniká.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Výsledky meraní prízemných koncentrácií zlúčenín síry na šiestich stanovištiach v CHKO Poľana v 2003 – 2005 sme zhrnuli do tabuľky 1 - 3.

Stanovište Kyslinky:

Počas experimentálnych meraní v 2003 sme zaznamenali priemernú plošnú depozíciu $18,8 \text{ mg.m}^{-2}.\text{d}^{-1} \text{ SO}_2$, čo v prepočítaní znamená $69 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ SO}_2$, resp. $103 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ H}_2\text{SO}_4$. Najnižší spad bol od 1.7. – 14.8. v priemere $10,9 \text{ mg.m}^{-2}.\text{d}^{-1} \text{ SO}_2$ za 45 dní. Najvyšší spad sme zaznamenali v období 16.2. – 31.3. s hodnotou $26,4 \text{ mg.m}^{-2}.\text{d}^{-1} \text{ SO}_2$. Obsahová koncentrácia zlúčenín síry v prízemnej atmosfére predstavovala počas

sledovaného roku v priemere $24,6 \text{ }\mu\text{g.m}^{-3} \text{ SO}_2$.

Suchý a mokrý plošný spad zlúčenín SO_2 bol v priemere počas sledovaného obdobia 2004 na stanovišti $17,2 \text{ mg.m}^{-2}.\text{d}^{-1} \text{ SO}_2$, čo zodpovedá $63 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ SO}_2$, resp. $94 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ H}_2\text{SO}_4$. Najnižší spad bol od 15.8. – 30.9. v priemere $6,8 \text{ mg.m}^{-2}.\text{d}^{-1} \text{ SO}_2$ za 45 dní. Najvyšší spad sme zaznamenali v období 1.4. – 15.5. s priemernou hodnotou $25,4 \text{ mg.m}^{-2}.\text{d}^{-1} \text{ SO}_2$. Obsahová koncentrácia zlúčenín síry v prízemnej atmosfére predstavovala počas sledovaného roku v priemere $22,5 \text{ }\mu\text{g.m}^{-3} \text{ SO}_2$.

V roku 2005 plošná depozícia zlúčenín síry predstavovala $17,6 \text{ mg.m}^{-2}.\text{d}^{-1} \text{ SO}_2$. V prepočte to znamená $64 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ SO}_2$, alebo takmer $96 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ H}_2\text{SO}_4$. Najvyššiu hodnotu spadu – $27,6 \text{ mg.m}^{-2}.\text{d}^{-1} \text{ SO}_2$ sme namerali od 16.2. – 31.3. Najnižší spad zlúčenín síry sme zaznamenali 1.7. - 14.8. s hodnotou $8,2 \text{ mg.m}^{-2}.\text{d}^{-1} \text{ SO}_2$. Spriemerovaním hodnôt obsahových koncentrácií zlúčenín SO_2 dostaneme hodnotu $23,0 \text{ }\mu\text{g.m}^{-3} \text{ SO}_2$.

Obdobie		I	II	III	IV	V	VI	Obdobie	I	II	III	IV	V	VI
1.1. -	mg	26,2	25,5	24,0	25,3	25,6	24,9	1.7. -	10,9	10,1	9,3	9,4	9,4	9,1
15.2.	µg	34,4	33,3	31,1	33,0	33,5	32,5	14.8.	14,5	13,5	12,4	12,5	12,5	12,3
16.2. -	mg	26,4	26,1	24,4	23,8	24,8	24,4	15.8. -	15,8	14,6	17,9	13,8	12,5	11,6
31.3.	µg	34,7	33,9	31,7	30,9	32,3	31,7	30.9.	18,8	19,4	21,9	18,4	16,7	15,4
1.4. -	mg	20,8	20,2	19,7	21,6	19,9	20,1	1.10. -	12,2	11,3	10,8	11,6	12,1	11,6
15.5.	µg	26,2	25,3	24,6	27,4	24,9	25,1	15.11.	16,1	15,1	14,3	15,4	16,1	15,4
16.5. -	mg	17,6	18,3	17,0	17,2	15,4	15,7	16.11. -	20,8	21,2	21,7	21,4	20,2	21,5
30.6.	µg	21,4	22,5	20,5	20,8	18,3	18,7	31.12.	26,2	26,9	27,7	27,1	25,3	27,3

Tabuľka 1 : Prízemné koncentrácie zlúčenín SO₂ namerané na stanovištiach CHKO Poľana v 2003

Stanovište Húkavský grúň:

Priemerný spad zlúčenín síry v období 1.1. - 31.12. **2003** bol na stanovišti 18,4 mg.m⁻².d⁻¹ SO₂, to v prepočítaní znamená 67 kg.ha⁻¹ SO₂, resp. 100 kg.ha⁻¹ H₂SO₄. Najvyššiu hodnotu spadu – 26,1 mg.m⁻².d⁻¹ SO₂ sme namerali od 16.2. – 31.3. Najnižší spad zlúčenín síry bol od 1.7. – 14.8. hodnotou 10,1 mg.m⁻².d⁻¹ SO₂. Spriemerovaním hodnôt obsahových koncentrácií zlúčenín SO₂ dostaneme hodnotu **24,1 µg.m⁻³ SO₂**.

Plošný spad zlúčenín síry v období 1.1. - 31.12. **2004** bol na stanovišti Húkavský Grúň v priemere 17,2 mg.m⁻².d⁻¹ SO₂, to v prepočítaní znamená 63 kg.ha⁻¹ SO₂, resp. 94 kg.ha⁻¹ H₂SO₄. Najvyššiu hodnotu spadu – 25,6 mg.m⁻².d⁻¹ SO₂ sme namerali od 1.4. - 15.5. Najnižší spad zlúčenín síry bol od 15.8. – 30.9. s hodnotou 7,0 mg.m⁻².d⁻¹ SO₂. Spriemerovaním hodnôt obsahových koncentrácií zlúčenín SO₂ odčítaných z grafu a vypočítaných z regresnej rovnice podľa normy, dostaneme nasledovnú hodnotu: **22,4 µg.m⁻³ SO₂**.

Počas sledovaného obdobia **2005** bola priemerná plošná depozícia 17,1 mg.m⁻².d⁻¹ SO₂, to v prepočítaní znamená 62 kg.ha⁻¹ SO₂, resp. 94 kg.ha⁻¹ H₂SO₄. Najnižší spad bol od 1.7. – 14.8. v priemere 8,1 mg.m⁻².d⁻¹ SO₂. Najvyšší spad sme zaznamenali v

období 16.2. – 31.3. s priemernou hodnotou 26,5 mg.m⁻².d⁻¹ SO₂. Priemerná obsahová koncentrácia zlúčenín SO_x v prízemnej atmosfére bola počas roku 2005 v priemere **22,3 µg.m⁻³ SO₂**.

Stanovište Brestová:

V **2003** plošná depozícia zlúčenín síry predstavovala 15,1 mg.m⁻².d⁻¹ SO₂. V prepočte to znamená 55 kg.ha⁻¹ SO₂, alebo takmer 83 kg.ha⁻¹ H₂SO₄. Najvyššiu hodnotu spadu – 24,4 mg.m⁻².d⁻¹ SO₂ sme namerali od 16.2. – 31.3. Najnižší spad zlúčenín síry sme zaznamenali 1.10. - 15.11. s hodnotou 10,8 mg.m⁻².d⁻¹ SO₂. Spriemerovaním hodnôt obsahových koncentrácií zlúčenín SO₂ dostaneme hodnotu **21,6 µg.m⁻³ SO₂**.

Suchý a mokrý plošný spad zlúčenín SO₂ bol v priemere počas sledovaného obdobia **2004** na stanovišti 17,1 mg.m⁻².d⁻¹ SO₂, čo zodpovedá 62 kg.ha⁻¹ SO₂, resp. 94 kg.ha⁻¹ H₂SO₄. Najnižší spad bol od 15.8. – 30.9. v priemere 6,3 mg.m⁻².d⁻¹ SO₂ za 45 dní. Najvyšší spad sme zaznamenali v období 16.2. - 31.3. s priemernou hodnotou 23,4 mg.m⁻².d⁻¹ SO₂. Obsahová koncentrácia zlúčenín síry v prízemnej atmosfére predstavovala počas sledovaného roku v priemere **22,3 µg.m⁻³ SO₂**.

Obdobie		I	II	III	IV	V	VI	Obdobie	I	II	III	IV	V	VI
1.1. -	mg	23,3	23,1	22,0	23,6	22,5	22,7	1.7. -	9,1	8,3	9,9	8,9	8,3	8,0
15.2.	µg	30,1	29,8	28,1	30,5	28,9	29,2	14.8.	12,2	11,0	13,0	12,0	11,0	10,5
16.2. -	mg	24,3	24,1	23,4	24,1	23,5	22,5	15.8. -	6,8	7,0	6,3	6,1	6,9	6,2
31.3.	µg	31,5	31,2	30,2	31,2	31,0	28,9	30.9.	9,1	9,3	8,4	8,1	9,2	8,2
1.4. -	mg	25,4	25,6	23,3	24,2	22,5	23,7	1.10. -	13,3	12,3	16,3	14,2	16,0	17,7
15.5.	µg	33,2	33,5	31,6	31,4	28,9	30,7	15.11.	17,8	16,4	21,7	19,0	19,1	21,6
16.5. -	mg	17,3	16,2	16,3	16,7	16,9	15,8	16.11. -	19,7	21,1	19,0	19,9	20,3	20,6
30.6.	µg	21,0	19,4	19,5	22,6	20,4	18,8	31.12.	24,7	26,1	23,6	24,9	25,5	25,9

Tabuľka 2 : Prízemné koncentrácie zlúčenín SO₂ namerané na stanovištiach CHKO Poľana v 2004

Na stanovišti Brestová 1.1. - 31.12. **2005** sme namerali plošný spad v priemere 22,0 mg.m⁻².d⁻¹ SO₂. V prepočítaní to znamená 80 kg.ha⁻¹ SO₂, resp. takmer 120 kg.ha⁻¹ H₂SO₄. Najvyššiu hodnotu spadu – 24,9 mg.m⁻².d⁻¹ SO₂ sme namerali od 16.2. – 31.3. Najnižší spad zlúčenín síry bol od 1.7. – 14.8. v priemere 8,5 mg.m⁻².d⁻¹ SO₂. Priemerná hodnota obsahovej koncentrácie zlúčenín SO₂ odčítaná z grafu a vypočítaná z regresnej rovnice podľa STN predstavuje **22,0 µg.m⁻³ SO₂**.

Stanovište Arborétum Borová Hora:

Suchý a mokrý plošný spad zlúčenín SO₂ bol v priemere počas sledovaného obdobia **2003** na stanovišti 18,0 mg.m⁻².d⁻¹ SO₂, čo zodpovedá 66 kg.ha⁻¹ SO₂, resp. 99 kg.ha⁻¹ H₂SO₄. Najnižší spad bol od 1.7. – 14.8. v priemere 9,4 mg.m⁻².d⁻¹ SO₂ za 45 dní. Najvyšší spad sme zaznamenali v období 1.1. – 15.2. s priemernou hodnotou 25,3 mg.m⁻².d⁻¹ SO₂. Obsahová koncentrácia zlúčenín síry v prízemnej atmosfére predstavovala počas sledovaného roku v priemere **23,6 µg.m⁻³ SO₂**.

Plošný spad zlúčenín síry v období 1.1. - 31.12. **2004** bol na stanovišti Arborétum v priemere 17,2 mg.m⁻².d⁻¹ SO₂, to v prepočítaní znamená 63 kg.ha⁻¹ SO₂, resp. 94 kg.ha⁻¹ H₂SO₄. Najvyššiu hodnotu spadu –

24,2 mg.m⁻².d⁻¹ SO₂ sme namerali od 1.4. – 15.5. Najnižší spad zlúčenín síry bol od 15.8. – 30.9. hodnotou 6,1 mg.m⁻².d⁻¹ SO₂. Spriemerovaním hodnôt obsahových koncentrácií zlúčenín SO₂ dostaneme hodnotu **22,2 µg.m⁻³ SO₂**.

Počas experimentálnych meraní v **2005** sme zaznamenali priemernú plošnú depozíciu 21,7 mg.m⁻².d⁻¹ SO₂, čo v prepočítaní znamená 74 kg.ha⁻¹ SO₂, resp. 111 kg.ha⁻¹ H₂SO₄. Najnižší spad bol od 1.7. – 14.8. v priemere 7,1 mg.m⁻².d⁻¹ SO₂ za 45 dní. Najvyšší spad sme zaznamenali v období 16.2. – 31.3. s hodnotou 24,5 mg.m⁻².d⁻¹ SO₂. Obsahová koncentrácia zlúčenín síry v prízemnej atmosfére predstavovala počas sledovaného roku v priemere **21,7 µg.m⁻³ SO₂**.

Stanovište Predná Poľana:

Suchý a mokrý plošný spad zlúčenín SO₂ bol v priemere počas sledovaného obdobia **2003** na stanovišti 17,5 mg.m⁻².d⁻¹ SO₂, čo zodpovedá 64 kg.ha⁻¹ SO₂, resp. 96 kg.ha⁻¹ H₂SO₄. Najnižší spad bol od 1.7. – 14.8. v priemere 9,4 mg.m⁻².d⁻¹ SO₂ za 45 dní. Najvyšší spad sme zaznamenali v období 1.1. - 15.2. s priemernou hodnotou 25,6 mg.m⁻².d⁻¹ SO₂. Obsahová koncentrácia zlúčenín síry v prízemnej atmosfére predstavovala počas sledovaného roku v priemere **22,9 µg.m⁻³ SO₂**.

Obdobie		I	II	III	IV	V	VI	Obdobie	I	II	III	IV	V	VI
1.1. -	mg	23,7	22,9	24,5	23,5	23,1	24,5	1.7. -	8,2	8,1	8,5	7,1	7,8	7,6
15.2.	µg	30,7	29,4	31,9	30,3	29,8	31,9	14.8.	10,9	10,8	11,3	9,5	10,3	10,1
16.2. -	mg	27,6	26,5	24,9	24,5	25,4	25,8	15.8. -	13,9	12,8	13,2	12,0	12,2	11,4
31.3.	µg	36,5	34,8	32,5	31,9	33,2	33,8	30.9.	18,5	17,0	18,2	16,0	16,3	15,1
1.4. -	mg	22,9	22,0	20,8	20,9	21,4	20,0	1.10. -	14,6	13,1	14,4	15,3	15,9	16,6
15.5.	µg	29,4	28,0	27,7	26,4	27,1	25,1	15.11.	19,4	17,5	18,7	18,2	19,4	20,0
16.5. -	mg	11,3	10,5	10,9	11,1	10,2	9,8	16.11. -	18,9	20,6	18,6	20,2	21,2	19,4
30.6.	µg	15,1	14,0	14,5	15,6	13,6	15,0	31.12.	23,5	26,0	24,8	25,4	26,9	24,2

Tabuľka 3 : Prízemné koncentrácie zlúčenín SO₂ namerané na stanovištiach CHKO Poľana v 2005

mg = mg.m⁻².d⁻¹ SO₂; µg = µg.m⁻³ SO₂

I - Kyslinky; II - Húkavský Grúň; III - Brestová; IV - Arborétum; V - Predná Poľana; VI - Predsuchá

Suchý a mokrý plošný spad zlúčenín SO₂ bol v priemere počas sledovaného obdobia **2004** – 17,1 mg.m⁻².d⁻¹ SO₂, čo zodpovedá 62 kg.ha⁻¹ SO₂, resp. 94 kg.ha⁻¹ H₂SO₄. Najnižší spad bol od 15.8. – 30.9. v priemere 6,9 mg.m⁻².d⁻¹ SO₂ za 45 dní. Najvyšší spad sme zaznamenali 16.2. – 31.3. s priemernou hodnotou 23,5 mg.m⁻².d⁻¹ SO₂. Obsahová koncentrácia zlúčenín síry v prízemnej atmosfére predstavovala počas sledovaného roku v priemere **22,2 µg.m⁻³ SO₂**.

V roku **2005** na stanovišti Poľana priemerný plošný spad zlúčenín SO_x predstavoval 17,2 mg.m⁻².d⁻¹ SO₂. V prepočítaní to znamená 62 kg.ha⁻¹ SO₂, resp. 94 kg.ha⁻¹ H₂SO₄. Najvyššiu hodnotu spadu – 25,4 mg.m⁻².d⁻¹ SO₂ sme namerali od 16.2. – 31.3. Najnižší spad zlúčenín síry bol od 1.7. - 14.8. s hodnotou 7,1 mg.m⁻².d⁻¹ SO₂. Spriemerovaním obsahových koncentrácií dostaneme hodnotu **22,2 µg.m⁻³ SO₂**.

Stanovište Predsuchá:

Počas experimentálnych meraní v **2003** sme zaznamenali priemernú plošnú depozíciu 17,3 mg.m⁻².d⁻¹ SO₂, čo v prepočítaní znamená 63 kg.ha⁻¹ SO₂, resp. 95 kg.ha⁻¹

H₂SO₄. Najnižší spad bol od 1.7. – 14.8. v priemere 9,1 mg.m⁻².d⁻¹ SO₂ za 45 dní. Najvyšší spad sme zaznamenali v období 1.1. – 15.2. 24,9 mg.m⁻².d⁻¹ SO₂. Obsahová koncentrácia zlúčenín síry v prízemnej atmosfére predstavovala počas sledovaného roku v priemere **26,5 µg.m⁻³ SO₂**.

Plošný spad zlúčenín síry v období 1.1. - 31.12. **2004** bol na stanovišti Predsuchá v priemere 17,2 mg.m⁻².d⁻¹ SO₂, to v prepočítaní znamená 63 kg.ha⁻¹ SO₂, resp. 94 kg.ha⁻¹ H₂SO₄. Najvyššiu hodnotu spadu – 22,7 mg.m⁻².d⁻¹ SO₂ sme namerali od 1.1. - 15.2. Najnižší spad zlúčenín síry bol 15.8. – 30.9. s hodnotou 6,2 mg.m⁻².d⁻¹ SO₂. Spriemerovaním hodnôt obsahových koncentrácií zlúčenín SO₂ odčítaných z grafu a vypočítaných z regresnej rovnice podľa normy, dostaneme nasledovnú hodnotu: **22,4 µg.m⁻³ SO₂**.

V **2005** plošná depozícia zlúčenín síry predstavovala 16,9 mg.m⁻².d⁻¹ SO₂. V prepočte to znamená 62 kg.ha⁻¹ SO₂, alebo takmer 93 kg.ha⁻¹ H₂SO₄. Najvyššiu hodnotu spadu – 25,8 mg.m⁻².d⁻¹ SO₂ sme namerali od 16.2. – 31.3. Najnižší spad zlúčenín síry sme zaznamenali 1.7. - 14.8. s hodnotou 7,6 mg.m⁻².d⁻¹ SO₂. Spriemerovaním hodnôt obsahových koncentrácií

zlúčenín SO₂ dostaneme hodnotu **21,9 µg.m⁻³ SO₂**.

Pri zhodnotení experimentálnych výsledkov počas celého sledovaného obdobia suchá a mokrá depozícia zlúčenín síry (SO_x) predstavovala v 2003 – 17,5; 2004 – 17,2 a 2005 – 17,1 mg.m⁻².d⁻¹ SO₂, čo zodpovedá 64; 63 a 62 kg.ha⁻¹ SO₂ za rok. I keď sú tieto rozdiely nevelké, predsa ich možno dať do súvislosti s emisnými podmienkami a meteorologickou situáciou (priemerné mesačné teploty, smer a rýchlosť prevládajúcich vetrov, intenzita zrážok) v danej oblasti. Spriemerované výsledky obsahových koncentrácií (µg.m⁻³) nám dokazujú, že jednotlivé stanovišťa boli kontaminované v 2003 – 23,1; 2004 – 22,5 a 2005 – 22,2 µg.m⁻³ SO₂. Tieto skutočnosti môžeme dať do súvisu s viacerými faktormi vplyvu na zákonitosti plošnej depozície ako i obsahových koncentrácií zlúčenín síry.

Pripomíname, že imisie zlúčenín síry majú v ekosystémoch spoločný (acidifikačný, fytotoxický) vplyv. To znamená, že ich pôsobenie je v prostredí synergické, najmä na poľnohospodárske plodiny, fytocenózy a v neposlednom rade aj na zoocenózy. Preto pri hodnotení veľkosti ich koncentrácií vo vzťahu k účinkom v daných ekosystémoch ich treba hodnotiť sumačne, čo potvrdzuje aj nami zvolená sorpčno – kumulatívna metóda.

Ak tieto skutočnosti dáme do súvisu s kritickou úrovňou síry (10 µg.m⁻³ SO₂ - S) pre prirodzenú vegetáciu i les zistíme, že dochádza k jej prekročovaniu. Rozdiely prekročenia tohto ekologického sekundárneho limitu v sledovaných rokoch na vybraných stanovištiach sa pohybovali v priemere 4,4 – 6,2 µg.m⁻³ SO₂ – S. V konečnom dôsledku pri spoločnom acidifikačnom vplyve imisií síry ale aj emisí dusíka v daných podmienkach je tento fakt zne-

pokojujúci. Z tohto pohľadu by bolo zaujímavé zhodnotiť dané výsledky k reálnej ploche lesných ekosystémov v danej oblasti. Podľa dostupnej literatúry možno za najpresnejšie hodnoty o takejto reálnej výmere hraníc lesov pokladať údaje z digitálnych ortofotomáp /KLIMENT, MATIÁŠOVÁ, 2004/.

ZÁVER

Meranie koncentrácií zlúčenín SO₂ sme realizovali sorpčno - kumulatívnu metódou v okolí mesta Zvolen (Kyslínky, Húkavský Grúň, Brestová, Arborétum, Predsuchá a Poľana) počas obdobia 2003 – 2005. Údaje o veľkosti spadu zlúčenín síry sú priamo použiteľné v praxi a zaujímavé pre poľnohospodárske podniky realizujúce výrobu v záujmovej oblasti. Exhaláty svojimi toxickými účinkami pôsobia na plodiny, lesné ekosystémy, ale aj vegetáciu a pôdu cestou suchej a mokrej atmosférickej depozície.

Výsledky meraní koncentrácií SO₂ v sledovanom období na stanovištiach v CHKO Poľana sme vyjadrili ako plošný spad SO₂ ktorý predstavoval za obdobie 2003 v priemere 17,5; v roku 2004 – 17,2 a v 2005 – 17,1 mg . m⁻² . d⁻¹ SO₂. Najvyššie hodnoty sme zaznamenali na stanovišti Kyslínky a naopak najnižšie výsledky boli z lokality Prednej Poľany. Hodnoty spadu SO₂ sme prepočítali na obsahovú koncentráciu, čo v sledovanom období 2003 bolo v priemere na všetkých stanovištiach 23,1; v 2004 – 22,5 a 2005 – 22,2 µg.m⁻³ SO₂. Z pohľadu kritickej úrovne síry pre lesné ekosystémy môžeme konštatovať že došlo k jej prekročovaniu. Pre pracovníkov v lesnom hospodárstve ale i poľnohospodárstve je treba túto skutočnosť zohľadňovať.

LITERATÚRA

1. KLIMENT, M., MATIÁŠOVÁ, Z. 2004. Uplatnenie digitálnych ortofotomáp pri identifikácii hraníc lesnej a poľnohospodárskej pôdy. In: Monitorovanie a hodnotenie stavu životného prostredia V. – A. Výsledky výskumu. Zvolen : TU vo Zvolene, 2004. s. 225 – 231. ISBN 80-228-1332-X.
2. LAZOR, P, TOMÁŠ, J., TÓTH, T. 2001. Ekochemické hľadiská znečisťovania ovzdušia zlúčeninami síry. Aktuálne problémy riešené v poľnohospodárstve. Nitra : SPU, 2001. s. 156 – 158. ISBN 80-7137-947-6.
3. LUPINI, R., PELLACANI, C., RAMBALDI, S. 1984. A short comment on the modelling of the growth of atmospheric inversion layers. In : Meteorology and atmospheric physics, 33, (1), s. 49 – 53. 1984.
4. MAČALA, J. 2000. Zdroje znečisťovania ovzdušia a emisná situácia na Slovensku. In: Acta Montanistica Slovaca. 5, (1), s. 27-32. 2000.
5. VÍDEN, I. 2005. Chemie ovzduší. Praha : VŠCHT. 98s. 2005.

Pod'akovanie:

Práca vznikla podporou a spolufinancovaním projektom VEGA 1/4435/07

Adresa autorov:

Peter Lazor, Tomáš Tóth, Ján Tomáš, Silvia Melicháčová:
Katedra chémie, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 01
Nitra