

Acta horticulturae et regiotecturae 2
Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae, 2009, s. 54–56

URČOVANIE INTENZITY ACIDIFIKAČNÉHO ÚČINKU IMISIÍ NA PÔDY DETERMINATION OF ACIDIFICATION EFFECT INTENSITY OF POLLUTANTS ON SOILS

Jozefína POKRÝVKOVÁ, Karol KALÚZ
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

The solution emanates from the principle of substitution of actual SO₂ (perspectively NO_x) concentrations with damaging effect to agricultural crops in particular territory by critical load, or, more precisely, by actual load compared to critical load. The new solution is in the way of determination of the real load, i.e., by definition of real SO₂ concentrations with the modeling method based on the dispersion model of air pollutants and then from the concentration by definition of deposition velocity (conversion from μg SO₂.m⁻³ to mg.m⁻².year⁻¹). This status is compared to buffering ability of the soil (basic cation production) and the exceeding borders of critical load in the model territory are determined.

Key words: pollutants concentration, critical load, deposition velocity

Priaznivý trend znižovania imisných koncentrácií znečisťujúcich látok v ovzduší evokuje domnienku, že škody pôsobením imisí, v ich aktuálnych koncentráciách, už nevznikajú. Problémom, podľa tohto názoru, zostávajú už len staré záťaže na dlhovekých kultúrach, ktorých významným predstaviteľom je les. Detekované je však jeho ďalšie poškodzovanie, aj keď regenerácia lesov je nesporná. Pozornosť sa teda obracia na nevratne poškodený substrát minimálne ovplyvnený mimo-imisnými antropogénnymi zásahmi.

Zložitejšia je situácia v prípade jednoročných (sezónnych), v menšej miere viacročných) poľnohospodárskych plodín, ktorých substrát je permanentne ovplyvňovaný agrotechnickými zásahmi a vnášaním melioračných hmôt a agrochemikálií. Aktuálne koncentrácie znečistenín v ovzduší izolovane ani synergicky nedosahujú limitné hodnoty pre poškodzovanie poľnohospodárskych plodín a problematika kritických záťaží pre nelesnú vegetáciu nie je riešená (Kalúz, 2009).

Kritická úroveň (KÚ) je najvyššie tolerovateľná koncentrácia škodliviny, ktorá ešte nespôsobuje poškodzovanie ekosystému. Kritické úrovne sa líšia pre rôzne škodliviny a rôzne ekosystémy. Draft Manual for Mapping Critical Levels/Loads, UN ECE, 1990 navrhuje tieto kritické úrovne (tabuľka 1).

Tabuľka 1 Kritická úroveň škodlivín

Škodlivina (1)	Ekosystém (2)	KÚ* v μg.m ⁻³	Obdobie (3)
SO ₂ – S	les (4)	10	ročný priemer (8)
	prírodná vegetácia (5)	10	
	poľnohos. plodiny (6)	15	
NO _x – N	všetky kategórie (7)	9	ročný priemer (8)

* KÚ – kritická úroveň

* KÚ – critical level

Table 1

Critical levels of pollution

(1) pollutant, (2) ecosystem, (3) period, (4) forest, (5) natural vegetation, (6) agricultural crops, (7) all categories, (8) annual average

Kritická záťaž je depozičný ekologický limit, ktorý predstavuje maximálne prípustnú depozičnú škodlivinu v ekosystéme. Vyjadruje sa v hmotnosti deponovanej škodliviny alebo v jej ekvivalente, na jednotku plochy za jednotku času (napr. g.m⁻².r⁻¹, kg.ha⁻¹.r⁻¹ alebo ekvivalent kg.ha⁻¹.r⁻¹). Je funkciou citlivosti ekosystému. Celková depozičia sa skladá zo suchej, mokrej a skrytej. Pod pojmom suchá depozičia sa rozumie zachyt ply-

nov a častíc na povrchu, hlavne vegetáciou a mokrá reprezentuje látky, nachádzajúce sa v zrážkovej vode. Skrytá depozičia je zachyt kvapiek oblakov a hmiel na povrchu, hlavne vegetácie, čo sa významne uplatňuje najmä v horách. Suchá depozičia sa počíta na základe regionálnych koncentrácií príslušnej látky a vlastností povrchu, mokrá na základe ročných koncentrácií príslušnej látky v zrážkovej vode a ročných úhrnov zrážok. Skrytá z rozdielu hodnôt zo zrážkomerov umiestnených pod korunami stromov a zrážkomerov z voľného priestranstva.

Územie Slovenskej republiky je stredne ekologicky citlivé na depozičnú síru. Hodnota kritickej depozičie síry (kritická záťaž síry, korigovaná na neutralizačný vplyv bázických kationov) na území SR predstavuje 1–3 g S.m⁻².r⁻¹ alebo 10–30 kg S.ha⁻¹.r⁻¹ (SHMÚ – MŽP SR, 2003).

Zámerom predkladaného riešenia nie je exaktné stanovenie kritickej záťaže, resp. kritickej úrovne pre indikovanú škodlivinu a konkrétny ekosystém, ale demonštrácia metodického postupu stanovenia záťaže stanovišťa a následne porovnávanú s pufrujúcou schopnosťou pôdy.

Materiál a metódy

Materiál práce tvorí imisná oblasť SE, a.s. ENO, o.z. Zemianske Kostofany so svojimi charakteristikami súvisiacimi s modelovým zaťažením územia imisiami (SO₂).

Metodika vychádza z princípu nahradenia aktuálnych koncentrácií SO₂ (perspektívne NO_x) s účinkom poškodzujúcim poľnohospodárske plodiny na konkrétnom stanovišti kritickou záťažou, resp. aktuálnou záťažou porovnanou so záťažou kritickou. Nóvmu spočíva v spôsobe stanovenia tejto reálnej záťaže. A síce určením reálnych koncentrácií SO₂ modelovým spôsobom na základe modelu rozptylu znečisťujúcich látok v ovzduší a následne z koncentrácie stanovením depozičnej rýchlosti (prevod z μg SO₂.m⁻³ na jednotku mg.m⁻².rok⁻¹). Tento stav sa porovná s pufrovacou schopnosťou pôdy (produkciou bázických kationov) a určia sa hranice prekračovania kritickej záťaže v modelovom území.

Vzhľadom na rozsah záujmového územia (imisná oblasť SE, a. s. z. ENO) a počet meracích staníc ASM (Priedviza, Handlová, Bystričany), pre určenie imisnej situácie prevládajúcej škodliviny – SO₂, je potrebné použiť rozptylový model (ISC 2)

Tabuľka 2 Aktuálna záťaž sýrou v zúčujmovej oblasti

Súradnice (1)		Podielová konc. SO ₂ v µg.m ⁻³ (2)	Celková konc. SO ₂ v µg.m ⁻³ (3)	Depozit SO ₂ v µg.m ⁻² .d ⁻¹ (4)	Depozit S v kg.ha ⁻¹ .r ⁻¹ (5)	Záťaž S v kekv.ha ⁻¹ .r ⁻¹ (6)
X (m)	Y (m)					
0	0	1,11	1,46	1,17	10,68	0,7
0	5 000	3,31	4,37	3,50	31,94	2,0
0	10 000	0,58	0,77	0,62	5,66	0,4
0	15 000	0,42	0,55	0,44	4,02	0,3
0	20 000	0,30	0,40	0,32	2,92	0,2
0	25 000	0,22	0,29	0,23	2,10	0,1
0	30 000	0,14	0,18	0,14	1,28	0,1
5 000	0	1,51	1,99	1,59	14,51	0,9
5 000	5 000	4,01	5,29	4,23	38,60	2,4
5 000	10 000	2,75	3,63	2,90	26,46	1,7
5 000	15 000	0,96	1,27	1,02	9,31	0,6
5 000	20 000	0,78	1,03	0,82	7,48	0,5
5 000	25 000	0,72	0,95	0,76	6,94	0,4
5 000	30 000	0,55	0,73	0,58	5,30	0,3
10 000	0	2,42	3,19	2,55	23,27	1,5
10 000	5 000	6,16	8,26	6,61	60,32	3,8
10 000	10 000	13,00	17,16	13,73	125,29	7,8
10 000	15 000	2,68	3,54	2,83	25,82	1,6
10 000	20 000	1,74	2,30	1,84	16,79	1,0
10 000	25 000	0,90	1,19	0,95	8,67	0,5
10 000	30 000	0,27	0,36	0,29	2,65	0,2
15 000	0	0,86	1,14	0,91	8,30	0,5
15 000	5 000	1,82	2,44	1,95	17,79	1,1
15 000	10 000	5,20	6,86	5,49	50,10	3,1
15 000	15 000	0	0	0	0	0
15 000	20 000	3,35	4,42	3,54	32,30	2,0
15 000	25 000	1,28	1,70	1,36	12,41	0,8
15 000	30 000	0,62	0,82	0,66	6,02	0,4
20 000	0	0,42	0,55	0,44	4,20	0,3
20 000	5 000	0,94	1,24	0,99	9,03	0,6
20 000	10 000	1,86	2,46	1,97	17,98	1,1
20 000	15 000	5,17	6,83	5,46	49,82	3,1
20 000	20 000	4,60	6,07	4,86	44,35	2,8
20 000	25 000	2,74	3,62	2,90	26,46	1,7
20 000	30 000	0,66	0,87	0,70	6,39	0,4
25 000	0	0,23	0,30	0,24	2,19	0,1
25 000	5 000	0,56	0,74	0,59	5,38	0,3
25 000	10 000	1,24	1,64	1,31	11,95	0,7
25 000	15 000	2,19	2,89	2,31	21,08	1,3
25 000	20 000	2,01	2,65	2,12	19,35	1,2
25 000	25 000	1,53	2,02	1,62	14,78	0,9
25 000	30 000	0,67	0,88	0,70	6,39	0,4
30 000	0	0,21	0,28	0,22	2,01	0,1
30 000	5 000	0,30	0,40	0,32	2,92	0,2
30 000	10 000	1,11	1,47	1,18	10,77	0,7
30 000	15 000	0,95	1,25	1,00	9,13	0,6
30 000	20 000	0,99	1,31	1,05	9,58	0,6
30 000	25 000	0,74	0,98	0,78	7,12	0,4
30 000	30 000	0,51	0,67	0,54	4,93	0,3

Table 2 The current sulfur burden in the area of interest

(1) coordinates, (2) share of SO₂ concentration in µg.m⁻³, (3) The total SO₂ concentration in µg.m⁻³, (4) SO₂ deposit in µg.m⁻².d⁻¹, (5) S deposit in kg.ha⁻¹.r⁻¹, (6) load of S in kekv.ha⁻¹.r⁻¹

pre dominantný zdroj s kalibráciou pozadia na stanicu Bystričany (ďalšie dve stanice, Prievidza a Handlová, sú umiestnené v intraviláne a sú ovplyvnené miestnymi zdrojmi). Modelový rok pre výpočet je 2007.

Prevod (prepočet) objemovej koncentrácie SO_2 v $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ na depozičnú rýchlosť (plošný spad) v $\text{mg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ (v miligramoch na meter štvorcový za deň) možno vykonať pomocou regresných rovníc alebo grafov uvedených v ČSN 038203 a ST SEV 991-78. Prevodné rovnice sú nasledovné:

$$Y = 0,8 : C \text{ (podľa ISO/DIS 9223)} \quad (1)$$

$$Y = (C+10)/1,674 \text{ (ČSN 838211)} \quad (2)$$

kde:

Y – depozičná rýchlosť, $\text{mg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$

C – objemová koncentrácia SO_2 , $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$

Depozičná rýchlosť sa potom porovná s kritickou záťažou, resp. s rezistenciou pôd (málo-, stredne rezistentné a rezistentné) podľa Němčček a Hraško (1981), Tomášek (1985) alebo Bedrna (1994).

Výsledky a diskusia

Aktuálna imisná situácia SO_2 na záujmovom území

Táto bola pre SO_2 stanovená rozptylovým modelom ISC2 (WinMODIM v. 4.1.) podľa parametrov zdroja, konkrétnych podmienok a charakteristiky územia.

Určenie celkovej koncentrácie SO_2

Z rozptylovej štúdie sú zrejme podielové koncentrácie zdroja ENO. Z nich pre lokalizáciu stanice Bystričany vyplýva koncentrácia SO_2 23,7 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, pritom nameraná koncentrácia na stanici AMS je 16,2 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, t. j. 68,4%. Pre stanicu Oslany je vypočítaná koncentrácia 7,23 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ a nameraná 8,7 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, t. j. 83,1%. Bez ďalšieho rozboru priemerná vypočítaná koncentrácia SO_2 je 75,75% nameranej koncentrácie SO_2 .

Prepočet koncentrácie SO_2 na depozit síry

Prepočet koncentrácie SO_2 ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) je riešený rovnicou 1 na depozit SO_2 ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$) a číselným vyrovnaním na uzančnú hodnotu depozície síry ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{r}^{-1}$) s ekvivalentom $16 \text{ kg}\cdot\text{S}\cdot\text{ha}^{-1} = 1 \text{ kekv S}\cdot\text{ha}^{-1}$ (Kunca, 2008). Výpočet je v tabuľke 2.

Vymedzenie územia s prekročením kritickej záťaže sírou

Východiskovým pracovným materiálom je pôdna mapa záujmovej oblasti. Identifikované pôdne typy boli podľa rezistencie voči acidifikácii rozdelené do troch skupín:

- rezistentné: čiernice, fluvizeme, rendziny,
- stredne rezistentné: kambizeme, luvizeme, pseudogleje,
- málo rezistentné: gleje, litozeme a rankere, regozeme.

Základom pre takéto delenie je pedologická charakteristika jednotlivých pôdnych typov (Šustýkovičová, 1998).

Medzikrokom je aplikácia schémy záťaže sírou na konkrétne pôdne podmienky zjednotenia rezistencie stanovišta podľa Bedrna (1994) a Němččka a Hraška (1981). Táto klasifikácia zodpovedá Skoklosterskej klasifikácii uvoľňovania báz z materského pôdnotvorného substrátu (Kunca, 2008). Výsledkom je určenie najzafťaženejších pôd s určením ich rezistencie. Námetom na diskusiu zostáva výška kritickej záťaže acidity – celkove 4,0 kekv. $\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ (Kanianska, 2000), keď vplyv nitrózneho acidifikantu nie je kvantifikovaný. Na zväzovanie zostáva veľmi hmlistý odhad pomeru 3 : 1, SO_2 a NO_x t. j. kritická záťaž síry

3,0 kekv. $\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ zodpovedá kritickej záťaži síry a dusika sumárne. To znamená, že bez ohľadu na rezistenciu pôd, je územie ohraničené izolíniou 3,0 kekv $\text{S}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ považované za extrémne ohrozené.

Záver

Určovanie intenzity acidifikačného účinku imisí na pôdy ako záťaž stanovišta pestovaných plodín nahrádza priame pôsobenie imisnej koncentrácie znečistenia v ovzduší na plodiny. Navyše komplexnejšie zahŕňa vplyv jednotlivých foriem a druhov exhalátov na ekosystém v kontexte s vlastnosťami stanovišta.

Navrhnutý spôsob predstavuje zjednodušený orientačný spôsob určovania imisnej acidifikačnej záťaže s využitím počítačového modelu rozptylu znečistení v ovzduší pre imisie všeobecného typu.

Súhrn

Riešenie vychádza z princípu nahradenia aktuálnych koncentrácií SO_2 (perspektívne NO_x) s účinkom poškodzujúcim poľnohospodárske plodiny na konkrétnom stanovišti kritickou záťažou, resp. aktuálnou záťažou porovnanou so záťažou kritickou. Nôvum spočíva v spôsobe stanovenia tejto reálnej záťaže – určením reálnych koncentrácií SO_2 modelovým spôsobom na základe modelu rozptylu znečisťujúcich látok v ovzduší a následne z koncentrácie stanovením depozičnej rýchlosti (prevod z $\mu\text{g SO}_2\cdot\text{m}^{-3}$ na jednotku $\text{mg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$). Tento stav sa porovná s pufrovacou schopnosťou pôdy (produkciami bázických kationov) a určia sa hranice prekročovania kritickej záťaže v modelovom území.

Kľúčové slová: imisná koncentrácia, kritická záťaž, depozičná rýchlosť

Príspevok vznikol vďaka podpore Grantu VEGA č. 1/0681/10 „Pôsobenie imisí na poľnohospodárske plodiny záťaž stanovišta“.

Literatúra

- Air pollution in the Slovak Republic. 2003. SHMÚ – MŽP SR Bratislava, 2004.
- BEDRNA, Z. 1994. Resistibility of Landscape to acidification. In: Ekológia, 13, 1994, s. 77–86.
- ČSN 038203 (eqv ST SEV 991-78) Klasifikace korozní agresivity atmosféry.
- ČSN 038211 (Ev ST SEV 5292-85 Korozní agresivita atmosféry. Metody měření znečištění oxidem siřičitým. 1984, 1988.
- Draft Manual for Mapping Acidic levels/lands, UN ECE, 1990.
- KALÚZ, P. 2009. Pôsobenie imisí na poľnohospodárske plodiny v aktuálnych imisných podmienkach, Dizertačná práca, Nitra : SPU, 84 s.
- KANIANSKA, R. 2000. Acidifikácia pôd vplyvom kyslých atmosférických polutantov. Ed. Pedodisertationes, Bratislava : VÚPOP, 95 s.
- KUNCA, V. 2008. Imisné ekologické limity z pohľadu hodnotenia stability vybraných ekosystémov na Slovensku, hab. práca, Nitra : SPU, 85 s.
- NĚMČČEK, J. – HRAŠKO, J. 1981. Pôdny fond ČSSR a jeho acidita, ZB. ref. z II. celoštátnej konferencie „Optimalizácia pôdnej reakcie“, Štrbské Pleso, s. 3–21.
- ŠUSTÝKOVIČOVÁ, O. 1998. Pôdoznalecký slovník, Bratislava : VÚPOP. ISBN 80-85361-43-4.
- TOMÁŠEK, M. 1985. Odolnosť pôd proti účinku kyslých zrážok, In: Úroda, roč. 3, 1985, č. 11, s. 1179–1186.

Kontaktná adresa:

Ing. Jozefína Pokrývková, Katedra krajinného inžinierstva FZKI SPU v Nitre, Hospodárska 7, Nitra 949 76 Slovakia, tel: +421 (37) 641 52 28, e-mail: jozefina.paulovicova@uniag.sk