

# VPLYV POĽNOHOSPODÁRSTVA NA EMISIE N<sub>2</sub>O Z POĽNOHOSPODÁRSKY VYUŽÍVANÝCH PÔD NA SLOVENSKU V ROKoch 1990-98

## THE INFLUENCE OF AGRICULTURE ON N<sub>2</sub>O EMISSIONS FROM AGRICULTURAL SOILS IN SLOVAKIA DURING YEARS 1990-98

Šiška, B.

Katedra biometeorológie a hydrológie, FZKI SPU v Nitre, Mariánska 10, 949 01 Nitra, SR

### Abstract

The study presents a balance of N<sub>2</sub>O emissions from agricultural soils of SR over the years 1990-98. The evaluation is based on the data from Statistical Yearbooks of SR, the Green Report for agriculture of SR and IPCC methodology (Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories) and Emission Inventory Guidebook, (1998).

Emissions of greenhouse gases from agriculture (including N<sub>2</sub>O from agricultural soils) are influenced first of all by the number of livestock and also by consumption of fertilisers. Both the number of animals and consumption of fertilisers have decreased over the last decade (only the consumption of synthetic fertilisers has increased in the recent years). This fact influenced positively the agricultural emissions of the evaluated gases. Total emissions of N<sub>2</sub>O decreased from 11770 t in 1990 to 6755 t in 1998, i.e. by about 43%.

### 1. Úvod

Poľnohospodárstvo je významným producentom skleníkovovo-aktívnych plynov niektorých plynov, čím priamo prispieva k zmenám ich prirodzenej koncentrácie v atmosfére. V tejto štúdií sú spracované priame emisie N<sub>2</sub>O z poľnohospodársky využívaných pôd na Slovensku v rokoch 1990-1998.

Emisie N<sub>2</sub>O z obrábania poľnohospodárskych pôd a hospodárenia so živočíšnymi odpadmi sa na celkovej produkcii N<sub>2</sub>O sa poľnohospodárstvo podieľa asi na úrovni 76 % (*Emissions of Greenhouse Gases in the SR 1990-94*). Emisie možno rozdeliť na:

***-priame emisie N<sub>2</sub>O z hospodárenia na poľnohospodársky využívaných pôdach***

Priame emisie N<sub>2</sub>O z poľnohospodársky využívaných pôd sú dôsledkom prirodzených mikrobiálnych procesov - nitrifikácie a denitrifikácie. Priame emisie N<sub>2</sub>O z pôdy sú závislé od vstupov látok obsahujúcich dusík (syntetické hnojivá, živočíšne odpady, pozberové zvyšky), resp. procesov prebiehajúcich v niektorých typov porastov (biologická fixácia dusíka) (Bouwman, 1990, cit. in IPCC 1996).

#### ***-emisie N<sub>2</sub>O z hospodárenia zo živočíšnymi odpadmi***

Počas skladovania maštalného hnoja sa uvoľňuje tiež určité množstvo N<sub>2</sub>O. Toto množstvo závisí predovšetkým od spôsobu a dĺžky uskladnenia živočíšnych odpadov.

#### ***-nepriame emisie N<sub>2</sub>O***

Vznikajú v dôsledku atmosférickej depozície amoniaku a NO<sub>x</sub>, ako aj transformácie z vyplavovaného dusíka a strát dusíka odtokom

V tejto práci sú analyzované len emisie N<sub>2</sub>O z hospodárenia na poľnohospodársky využívaných pôdach (v podmienkach SR neboli definované emisie zo spaľovania pozberových zvyškov, nakoľko takéto formy hospodárenia na pôde sú u nás zakázané) podľa revidovanej metodológie IPCC (1996), pričom boli brané do úvahy zásady *Good practice in GHGs inventory in agriculture* (1999).

## **2. Metodické postupy a vstupné údaje**

Celkové emisie N<sub>2</sub>O z poľnohospodárstva sú dané priamymi emisiami z pôd, priamymi emisiami zo živočíšnej výroby a nepriamymi emisiami z vyplavovania a depozície amoniaku a dusičnanov podľa vzťahu:

$$\Sigma N_2O = N_2O_{DIRECT} + N_2O_{ANIMALS} + N_2O_{INDIRECT} \quad [kg \cdot rok^{-1}]$$

kde:  $N_2O_{DIRECT}$  = priame emisie N<sub>2</sub>O  
 $N_2O_{ANIMALS}$  = N<sub>2</sub>O emisie zo živočíšnej výroby  
 $N_2O_{INDIRECT}$  = nepriame emisie N<sub>2</sub>O

Antropogénnym vplyvom sa dusík dostáva do poľnohospodárskych systémov hlavne prostredníctvom syntetických hnojív, odpadov zo živočíšnej výroby, zvýšenej biologickej fixácie dusíka niektorých porastov, skleníkového hospodárstva a obrábania organicky bohatých pôd, kde dochádza k zvýšenej mineralizácii organického materiálu.

Pre výpočet priamych emisií N<sub>2</sub>O z poľnohospodársky využívaných pôd bol použitý vzťah:

$$N_2O_{DIRECT} = [(F_{SN} + F_{AW} + F_{BN} + F_{CR}) \times EF_1] + F_{OS} \times EF_2 \quad [\text{kg} \cdot \text{rok}^{-1}]$$

kde:  $N_2O_{DIRECT}$  = priame emisie N<sub>2</sub>O z poľnohospodárskych pôd

$EF_1$  = emisný faktor pre priame pôdne emisie (0.0125)

$EF_2$  = emisný faktor pre priame pôdne emisie z kultivovaných organických pôd (0.05)

$F_{SN}$  = dusík z minerálnych (syntetických) hnojív redukovaný o emisie NH<sub>3</sub> a NO<sub>x</sub> [kg N.rok<sup>-1</sup>]

$F_{AW}$  = aplikované organické hnojivá zo živočíšnej výroby redukované o emisie NH<sub>3</sub> a NO<sub>x</sub> a hnojivá produkované pasúcimi sa zvieratami [kg N.rok<sup>-1</sup>]

$F_{BN}$  = dusík fixovaný porastami [kg N.rok<sup>-1</sup>]

$F_{CR}$  = dusík viazaný v pozberových zvyškoch [kg N.rok<sup>-1</sup>]

$F_{OS}$  = plocha obhospodarovaných organických pôd [ha]

Údaje o dávkach čistých živín v syntetických hnojivách aplikovaných na území SR boli čerpané zo štatistických ročeniek SR, údaje o množstvách organických hnojív zo živočíšnej výroby boli dopočítané podľa počtu hospodárskych zvierat a metodológie IPCC.

Aplikované dusíkaté syntetické hnojivá strácajú určité množstvo dusíka volatilizáciou a premenou na N-NO<sub>x</sub>. Pre syntetické hnojivá táto strata predstavuje do 10% a pre organické hnojivá až do 20 % (Bielek, 1998, Asman, 1992, ECOTEC a i.). Preto pre konverziu dusíka na N<sub>2</sub>O tak zostáva len 80 % aplikovaných živočíšnych hnojív a 90 % syntetických hnojív a pre výpočet boli použité vzťahy:

$$F_{SN} = N_{FERT} \times (1 - \text{Frac}_{GASF}) \quad [\text{kg N.rok}^{-1}]$$

kde:  $N_{FERT}$  = množstvo čistého dusíka viazaného v aplikovaných syntetických hnojivách [kg N.rok<sup>-1</sup>]

$Frac_{GASF}$  = frakcia dusíka zo syntetických hnojív, ktorá sa volatilizuje ako NH<sub>3</sub> a NO<sub>x</sub>

Vstupy dusíka zo živočíšnych odpadov ( $F_{AW}$ ) boli spočítané podľa vzťahu:

$$F_{AW} = N_{EX} \times (1 - Frac_{GRAZ} - Frac_{GASM}) \quad [\text{kg N.rok}^{-1}]$$

kde:  $N_{EX}$  = množstvo čistého dusíka viazaného v organických hnojivách zo živočíšnej výroby [kg N.rok<sup>-1</sup>]

$Frac_{GRAZ}$  = frakcia dusíka z organických hnojív živočíšneho pôvodu, ktorá sa počas pasenia dostáva priamo na pôdu

$Frac_{GASM}$  = frakcia dusíka z organických hnojív živočíšneho pôvodu, ktorá sa volatilizuje ako NH<sub>3</sub> a NO<sub>x</sub>

Údaje pre stanovenie vstupov dusíka z biologickej fixácie leguminóz ( $F_{BN}$ ) pre naše podmienky sú udávané v rozsahu 20-30 kg.ha<sup>-1</sup> (Bielek,1998). Je dostatok dôvodov akceptovať hodnotu 26 kg N.ha<sup>-1</sup> – biologická fixácia rizóbiami Vostál a kol (cit. in Bielek, 1998).

Podľa doterajších poznatkov od množstva rastlinných zvyškov a od obsahu živín v nich a rýchlosti ich rozkladu v pôde v značnej miere závisí aj rast a tvorba nasledujúcej plodiny. Po zaoraní vstupujú tieto zvyšky do interakcií ako s minerálnymi komponentmi pôdy, tak aj humusovými látkami.

Pre stanovenie pozberových zvyškov a obsahu dusíkatých látok v nich sa vychádzalo z plôch osiatych poľnohospodárskymi plodinami podľa ŠR SR a z experimentálnych výsledkov Výskumného ústavu pôdnej úrodnosti (Jurčová, O., Torna, S., 1998). Údaje o celkovom vstupe dusíka z pozberových zvyškov boli vypočítané na základe osevných plôch a úrodách

poľných plodín v rokoch 1990-98 uvedených v Štatistických ročenkách SR, Zelenej správe SR pre poľnohospodárstvo a súpisoch plôch osiatych poľnohospodárskymi plodinami..

Pozberové zvyšky boli spresnené podľa konkrétnych úrod v jednotlivých rokoch lineárnou interpoláciou podľa odchýliek od priemerných úrod. Pozberové zvyšky z jedného roku boli potom použité ako zdroj pre emisie N<sub>2</sub>O v roku nasledujúcom.

Podiel organicky bohatých pôd, ktoré sú využívané pre poľnohospodárske účely, je v SR malý. Ich celková výmera je len 4893 ha a podľa metodiky IPCC (Revised 1996) sa predpokladá 5 kg uvoľneného N<sub>2</sub>O na ha za jeden rok.

### **3. Výsledky a diskusia**

Priame emisie N<sub>2</sub>O z hospodárenia na poľnohospodársky využívaných pôdach sú v zmysle metodiky IPCC priamo úmerné vstupom dusíka z minerálnych a organických hnojív, symbiotickej fixácie dusíka, pozberových zvyškov a hospodárenia na organicky bohatých pôdach.

Tendencia v spotrebe priemyselných hnojív v SR mala v prvej polovici 90-tych rokov klesajúci trend (pokles z 222255 t na úrovne do 70000 t), čo sa prejavuje aj v príspevku emisií N<sub>2</sub>O z tohto zdroja. V nasledujúcich rokoch však spotreba týchto hnojív začala stúpať a tento trend bude veľmi pravdepodobne zachovaný aj naďalej. Preto je pokles emisií N<sub>2</sub>O z tohto zdroja potrebné považovať za dočasný a v budúcnosti bude rásť.

Množstvo dusíka dostávajúce sa do pôdy koreluje s produkciou biomasy, a v rámci nej aj hospodárskej úrody a pozberových zvyškov. Okrem toho výrazne závisí od atmosférických vplyvov jednotlivých ročníkov. Výsledný trend sa prejavuje v poklese produkcie pozberových zvyškov a následne aj množstva viazaného dusíka v nich. Produkcia dusíku viazaného v pozberových zvyškoch je ovplyvňovaná aj druhovou štruktúrou plôch osiatych poľnohospodárskymi plodinami. Preto je výraznejší pokles produkcie (z 36216 na 17500 t, to je viac ako o 50 %) zaznamenaný v kategórii N-fixujúcich porastov, zatiaľ pre ostatné porasty je zaznamenaný v rokoch 1990 – 98 len približne 20 %-ný pokles (zo 199673 na 151521 t) Následne aj emisie N<sub>2</sub>O z tohto zdroja klesajú. V ďalších rokoch však v dôsledku

predpokladanej zvýšenej spotreby priemyselných hnojív možno predpokladať zastavenie ďalšieho poklesu a stabilizáciu produkcie pozberových zvyškov a v nich viazaného dusíka.

Emisia  $N_2O$  z poľnohospodárskych pôd je ovplyvňovaná okrem priamych, či nepriamych vstupov dusíkatých látok aj rôznorodosťou porastov a v neposlednom rade aj poveternostnými vplyvmi, ktoré môžu proces uvoľňovania  $N_2O$  výrazne urýchliť, alebo spomaliť. Vzhľadom k nedostatku dát tohto charakteru, sú z ďalších faktorov zohľadnené len pozberové zvyšky vypočítané podľa konkrétnych úrod a zastúpenia porastov na poľnohospodárskych pôdach.

Určitým zdrojom neistoty produkcie N v pozberových zvyškoch a následne tiež emisií  $N_2O$  sú pôdy využívané pre záhradnícke účely a chmeľnice, ktoré sú zatiaľ spracované nedostatočne (veľký počet veľmi rozmanitých druhov). V súčasnosti nie je dostatok materiálu k presnejšiemu zhodnoteniu produkcie pozberových zvyškov z tejto časti poľnohospodárskej produkcie.

Odhad pozberových zvyškov podľa hospodárskej úrody publikovanej v štatistických ročenkách môže byť tiež zdrojom nepresností. Napr. u hustosiatych obilnín dochádza v záverečných fázach zretia k transportu asimilátov z tela rastliny do generatívnych orgánov a keď je toto obdobie poznačené výskytom vysokých teplôt, dochádza k predčasnemu prerušeniu tohto transportu a tým k znižovaniu hospodárskej úrody aj napriek tomu, že produkcia sušiny mohla byť vysoká.

Priame emisie  $N_2O$  z poľnohospodárskych pôd sú odrazom vývoja ich zdrojov. Ak pozorujeme v posledných rokoch nárast spotreby priemyselných hnojív, tak následne rastú aj úrody a z nich odvodené pozberové zvyšky. Tento trend bude veľmi pravdepodobne pokračovať aj v najbližších rokoch a možno predpokladať rast emisií  $N_2O$  a do roku 2005 úroveň emisií z priemyselných hnojív a pozberových zvyškov dosiahne úroveň emisií z roku 1990. Vzhľadom ku klesajúcim výmerám poľnohospodárskych pôd osiatych N-fixujúcimi porastami možno však očakávať zníženie emisií z tohto zdroja ako aj zníženie emisií z organických odpadov živočíšneho pôvodu. Celkové priame emisie  $N_2O$  budú preto rásť pomalšie ako spotreba priemyselných hnojív a tvorba pozberových zvyškov.

Vstupy organického dusíka po prepočte na 1 ha sú vyššie ako udávajú niektoré domáce zdroje (Bielek, 1998). To ovplyvňuje aj celkovú úroveň priamych emisií  $N_2O$  z

poľnohospodárstva. Rozdiely je možné pripočítať na vrub použitého metodického prístupu k stanoveniu organického dusíka.

Trendy celkových vstupov dusíka priamych emisií N<sub>2</sub>O z poľnohospodársky využívaných pôd podľa kategórií zdrojov od roku 1990 do roku 1998 sú uvedené v tabuľkách 1 a 2..

*Tab. 1 Celkové priame vstupy dusíka v t v rokoch 1990-98 do poľnohospodárskych pôd SR z poľnohospodárstva*

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
<b>Pozberové zvyšky</b>									
<b>N-fixujúce porasty</b>	36216	31553	34646	31864	25447	28249	21700	20259	17500
<b>Ostatné</b>	199673	178148	185621	148494	129876	140261	143895	146095	151521
<b>Symbiotická fixácia N</b>	5295	5361	5587	5114	4505	4128	3701	3271	3155
<b>Priemyselné hnojivá</b>	222255	146341	90186	64852	68669	69587	74464	88017	97000*
<b>Exkrementy</b>	176129	160679	143305	126291	119217	120535	116293	106976	94143
<b>SPOLU</b>	176129	160679	143305	126291	119217	120535	116293	106976	94143

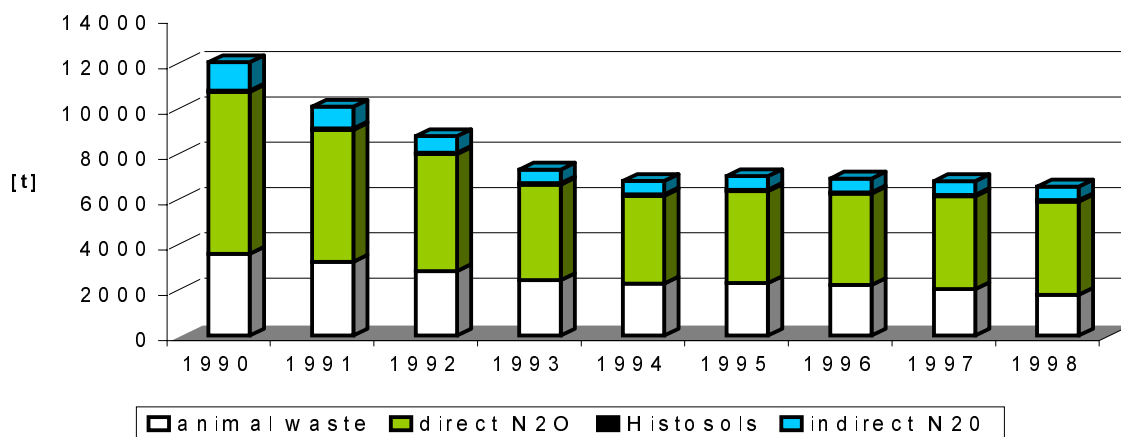
\*odhad

*Tab. 2 Priame emisie N<sub>2</sub>O v t z poľnohospodárskych pôd podľa zdrojov v rokoch 1990-98 v SR*

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
<b>Pozberové zvyšky</b>	4634	4119	4327	3543	3051	3310	3253	3268	3320
<b>Priemyselné hnojivá</b>	3929	2587	1594	1146	1214	1230	1316	1556	1715
<b>Exkrementy</b>	3114	2841	2533	2233	2108	2131	2056	1891	1664
<b>Biologická fixácia N</b>	94	95	99	90	80	73	65	58	56
<b>SPOLU</b>	11770	9642	8553	7012	6452	6744	6690	6773	6755

Podiel priamych emisií z poľnohospodársky využívaných pôd na celkových emisiách N<sub>2</sub>O z poľnohospodárstva udáva obr. 1

Obr. 1 Emisie N<sub>2</sub>O z poľnohospodárstva SR (1990-98)  
N<sub>2</sub>O Emissions from agriculture of SR (1990-98)



## Záver

Trendy vo vývoji emisií N<sub>2</sub>O sú dané hlavne vývojom stavov hospodárskych zvierat a spotrebou priemyselných hnojív v poľnohospodárstve. Tieto v poslednej dekáde vzhľadom k výraznému poklesu produkcie v poľnohospodárstve mali na výšku emisií priaznivý dopad.

Celkove bol zaznamenaný pokles emisií N<sub>2</sub>O z poľnohospodárstva zo 11770 t v roku 1990 na 6755 t v roku 1998, to je o 43%

Veľkým zdrojom nepresností pre hodnotenie emisií skleníkovu aktívnych plynov môžu byť použité emisné koeficienty, kde pre priame emisie N<sub>2</sub>O z poľnohospodársky využívaných plôch sa môže vypočítaná hodnota líšiť od skutočnosti v rozpätí 20- 200 %. Pre elimináciu vplyvu výpočtov podľa medzinárodne platných kritérií boli použité niektoré výsledky z experimentálnych podkladov pracovísk na Slovensku (Bielek, 1998, Jurčová, Torna, 1998).

Z opatrení na zníženie emisií N<sub>2</sub>O z poľnohospodársky využívaných pôd treba zdôrazniť:

- používanie vhodných typov a množstva hnojív ako aj vhodný spôsob ich aplikácie
- udržiavanie trvalých porastov
- používanie inhibítorov ureázy a nitrifikácie
- vhodný spôsob obhospodarovania pôdy



Podľa zásad *Good Practice in Greenhouse Gases Inventory* sú nevyhnutné aj priame merania emisií plynov z poľnohospodárstva. V podmienkach SR tieto údaje zatiaľ absentujú.

klúčové slová: N<sub>2</sub>O emisie, pôda,

### **Literatúra**

1. Asman, V.A.H. – Van Jaarsved, H.A.: A variable resolution transport model applied for NH<sub>3</sub> in Europe. *Atmos. Environ.* 26 A, 1992: 59-66.
2. Bielek, P.: Dusík v poľnohospodárskych pôdach Slovenska, Bratislava 1998, 256s.
3. Emission Inventory Guidebook, 1998
4. Emission of Greenhouse Gases in the Slovak Republic 1990-1994. Country Study Slovakia, Final report, Bratislava, 1997, 54 s.
5. Jurčová, O., Toma, S.: Metodika kvantifikácie živinového potenciálu rastlinných zvyškov, VÚPÚ, Bratislava, 1998, 25s.
6. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Reference Manual, 1996, 1-140 s.
7. Správa o poľnohospodárstve a potravinárstve v Slovenskej republike 1998 (Zelená správa), MP SR, 1998, 392 s.
8. Súpis plôch osiatych poľnohospodárskymi plodinami k 31.V.1998, Štatistické čísla a grafy, ŠÚ SR, 1998, 33s
9. Súpis hospodárskych zvierat k 31.XII.1998, Štatistické čísla a grafy, ŠÚ SR, 1999, 33s
10. Šiška, B., Miňďáš, J., Priwitzer, T.: Bilancia emisií skleníkových plynov v sektore lesného hospodárstva a poľnohospodárstva na Slovensku v rokoch 1990-98, Štúdiá SBkS SAV, Bratislava, Nitra, 13, 1999, 16, 1-74.
11. Štatistická ročenka 1990 - 1998

Adresa autora: *doc. RNDr. Bernard Šiška, PhD*

*Katedra biometeorológie a hydrológie, FZKI SPU v Nitre,*

*Mariánska 10, 949 01 Nitra, SR*