

# MOŽNÝ VÝVOJ EMISÍ N<sub>2</sub>O V SEKTORE POĽNOHOSPODÁRSTVA Z POHĽADU LIMITOV POĽNOHOSPODÁRSKEJ PRODUKCIE PO VSTUPE SLOVENSKEJ REPUBLIKY DO EÚ

## POSSIBLE TRENDS OF N<sub>2</sub>O EMISSION IN AGRICULTURAL SECTOR ON THE BACKGROUND OF LIMITS OF AGRICULTURAL PRODUCTION AFTER ENTER OF SLOVAKIA INTO EU

Bernard Šiška, Dušan Igaz

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Katedra biometeorológie a hydrológie

*Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, SR*

There are published N<sub>2</sub>O emissions from agriculture during years 1990-2002 with estimation up to time horizon of eneter of Slovak republic into EU. N<sub>2</sub>O emission sources are defined according to Revised IPCC methodology for GHGs inventory (1996). The rules of Good practice in GHGs inventory in agriculture (1999) were taken account.

Reference scenario (business as usual) for N<sub>2</sub>O emissions is based upon conception of growth of animal and crop productions in dependence on limits of SR, where parameters of agriculture recommended by Common agricultural policy of EC are accepted. Trend of total N<sub>2</sub>O emissions from agriculture reflects their elementary sources and so next decrease in emissions of N<sub>2</sub>O is supposed. Uncertainties are defined by emission coefficients. According to recommendation in Good Practice in Greenhouse Gases Inventory (1999) there are necessary also direct measurements gases emissions in agriculture. These data are absent in condition of SR now.

**Key words:** *N<sub>2</sub>O emissions, agriculture, inventory*

### Úvod

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 závisia od vstupov látok obsahujúcich dusík (hnojivá, rastlinné zvyšky), resp. procesov prebiehajúcich v niektorých typoch porastov (biologická fixácia dusíka) (Bouwman, 1990, cit. in IPCC 1996). 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.

Poľnohospodárstvo tvorilo v rámci negociačného procesu najzložitejšiu kapitolu v prístupových rokovaníach s EU. Už v predstihu bolo spracovaných niekoľko koncepcií rozvoja tohto výrobného odvetvia, s ktorých niektoré boli akceptované, iné modifikované, resp kvóty budú ešte prerokované v rámci štandardnej procedúry v Riadiacich výboroch Európskej komisie a Rady. V záverečnej etape rokovaní uplatňovala SR 24 požiadaviek, z ktorých nasledovné majú dosah aj na vývoj emisí N<sub>2</sub>O z poľnohospodárstva:

Výmera ornej pôdy pre obilniny, olejninu, bielkovinové plodiny a ľan – 1003453 ha

Obilninový ekvivalent – 4,06 t/ha

Produkcija cukru – 207432 t

Produkcija mlieka – 1013316 t

Zemiakový škrob 729 t

Na základe rozvojových štúdií spracovaných MP SR je možné zohľadniť nasledovné parametre poľnohospodárstva potrebné k výpočtu emisií N<sub>2</sub>O z tohto sektoru:

V oblasti živočíšnej výroby sa predpokladala stabilizácia sektoru, keď v období rokov 2000 – 2002 sa zvýši ročná dojnosť kráv na úroveň 5130 kg mlieka na dojnicu k roku 2005, resp 5800 kg k roku 2010, čo povedie k zníženiu stavov dojníc a celkove aj hovädzieho dobytku.

Stav ošípaných sa nebudú v najbližších rokoch zásadne meniť

Stavy oviec budú rásť na 400000 k roku 2005

Stavy hydiny narastú o 14 % k roku 2005 a nebudú sa výrazne meniť v nasledujúcich časových horizontoch.

V oblasti rastlinnej výroby sa očakávala po rokoch útlmu vstupov do tohto odvetvia intenzifikácia rastlinnej a živočíšnej výroby. V programovom horizonte do obdobia vstupu do EÚ sa predpokladal v rastlinnej výrobe rast hektárových úrod v porovnaní s rokom 1998:

pre olejninu cca 40 %, na 2,5 t/ha

pre zemiaky cca 43 % na 21 t/ha

pre cukrovú repu cca 20 % na 45,5 t/ha a 5,9 t cukru/ha, nákupnú cukornatosť z 15,6 na 16,6 %, výťažnosť cukru z 11,5 až na 12,3 %.

V príspevku sú spracované emisie N<sub>2</sub>O v časovom rade rokov 1990-2000 s výhľadom do roku 2004 - 2005,

Vonkajšie faktory budúceho vývoja sú koncentrovaným výsledkom zahraničných zdrojov, hlavne prognóz agropotravinárskeho trhu OECD, Komisie EÚ, Ekonomickej výskumnej služby Ministerstva poľnohospodárstva USA (ERS USDA), Inštitútu pre agropotravinársky výskum Univerzity Iowa (EAPRI) a Svetovej obchodnej organizácie (WTO)

## Metodické postupy

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

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

kde:  $N_2O_{DIRECT}$  = emisie N<sub>2</sub>O z priamych vstupov dusíka [kg.rok<sup>-1</sup>]

$N_2O_{AWMS}$  = N<sub>2</sub>O emisie z hospodárenia s odpadmi živočíšnej výroby [kg.rok<sup>-1</sup>]

$N_2O_{INDIRECT}$  = nepriame emisie N<sub>2</sub>O [kg N.rok<sup>-1</sup>]

### • Priame emisie N<sub>2</sub>O z hospodárenia na poľnohospodársky využívaných pôdach

Antropogénnym vplyvom sa dusík dostáva do poľnohospodárskych systémov hlavne prostredníctvom priemyselných 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:

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

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

$EF_1$  = emisný faktor pre priame pôdne emisie (ta. 2.7.)

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

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

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

Aplikované dusíkaté priemyselné hnojivá strácajú určité množstvo dusíka volatilizáciou NH<sub>3</sub> 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.). 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:

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

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

$\text{Frac}_{GASF}$  = 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:

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

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

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

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

Vstupy dusíka z biologickej fixácie leguminóz ( $F_{BN}$ ) boli počítané podľa vzťahu ich osevnej plochy a hodnoty symbiotickej fixácie 26 kg N.ha<sup>-1</sup> za rok :

$$F_{BN} = 26 \times SA_{BN} \quad [\text{kg.rok}^{-1}]$$

Kde:  $SA_{BN}$  = osevná plocha osiata N-fixujúcimi porastami

Rastlinné zvyšky a obsah dusíkatých látok v nich boli stanovené na základe experimentálnych výsledkov Výskumného ústavu pôdnej úrodnosti (Jurčová, Torna, 1999) a plôch osiatych poľnohospodárskymi plodinami (Green Reort SR.) podľa vzťahu:

$$F_{CR} = CR_T \times \%N_B \times SA_T \quad [t/ha]$$

Kde:  $CR_T$  = rastlinné zvyšky daného porastu T [t/ha]

$\%N_B$  = % N v 1kg sušiny (tab. 2.7)

$SA_T$  = osevná plocha osiata porastom T [ha] (tab. 2.6)

#### • Emisie $N_2O$ z hospodárenia zo živočíšnymi odpadmi

Podľa metodológie IPCC (1996) sú z definovaných spôsobov hospodárenia s odpadmi zo živočíšnej výroby v našich podmienkach používané:

- Mokrý spôsob uskladnenia odpadov
- Suché uskladnenie
- Pasienkárstvo

Emisie  $N_2O$  z hospodárenia zo živočíšnymi odpadmi boli potom počítané pre vyššie uvedené spôsoby hospodárenia pre každú kategóriu zvierat podľa vzťahu:

$$N_2O_{AWMS} = \sum [N_{(T)} \times N_{ex(T)} \times AWMS_{(T)} \times EF_{3(AWMS)}] \quad [kg.rok^{-1}]$$

Kde:  $N_2O_{AWMS}$  = emisie  $N_2O$  z odpadového hospodárstva zo živočíšnej výroby [kg.rok<sup>-1</sup>]

$N_{(T)}$  = celkový počet zvierat v kategórii (tab. 2.1)

$N_{ex(T)}$  = produkcia exkrementov na jedno zviera príslušnej kategórie T [kg.rok<sup>-1</sup>] (tab. 2.5)

$AWMS_{(T)}$  = časť pripadajúca na spôsob hospodárenia s odpadmi zo živočíšnej výroby pre kategóriu zvierat v % (tab. 2.8)

$EF_{3(AWMS)}$  = emisný koeficient pre jednotlivé spôsoby hospodárenia s odpadom zo živočíšnej výroby (tab. 2.9)

#### • Nepriame emisie $N_2O$ z poľnohospodárstva ( $N_2O_{INDIRECT}$ )

Nepriame emisie sú dané vzťahom (IPCC, 1996):

$$N_2O_{INDIRECT} = N_2O_{(G)} + N_2O_{(L)} \quad [kg.rok^{-1}]$$

$$N_2O_{(G)} = (N_{(FERT)} \times Frac_{GASF} + N_{ex} \times Frac_{GASM}) \times EF_4 \quad [\text{kg.rok}^{-1}]$$

$$N_2O_{(L)} = (N_{(FERT)} + N_{EX}) \times Frac_{LEACH} \times EF_5 \quad [\text{kg.rok}^{-1}]$$

Kde:  $N_2O_{(G)}$  = emisia  $N_2O$  z atmosferickej depozície  $NH_3$  a  $NO_x$   
 $N_2O_{(L)}$  = emisia  $N_2O$  z vyplavovaného dusíku  
 $Frac_{LEACH}$  = strata dusíku vyplavovaním a odtokom

Priemerné hodnoty vyplaveného dusíka pre pôdy kolíšu v rozpätí 7-10 kg na 1 ha za rok (to je 7% vstupov). Ďalšie straty dusíka 5 – 10 (7% vstupov) kg na ha za rok sú spôsobené v dôsledku erózie pôdy odtekajúcou vodou (tab. 1.1 - Bielek, 1998). Celkove sa stráca s pôd Slovenska v priemer asi 14% celkových vstupov dusíka v dôsledku vyplavovania a erózie pôdy.

#### 4. Bilancie emisií $N_2O$

Veľkým zdrojom neistôt pre stanovenie emisií  $N_2O$  sú použité emisné koeficienty, kde pre priame emisie  $N_2O$  z poľnohospodársky využívaných plôch sa môže vypočítaná hodnota líšiť od skutočnosti v rozpätí 20-200%, pre priame emisie  $N_2O$  z hospodárenia zo živočíšnymi zvyškami v rozpätí 25-150 %, pre nepriame emisie  $N_2O$  z depozície  $NH_3$  a  $NO_x$  v rozpätí 20-200% a pre nepriame emisie  $N_2O$  z vyplavovania N v rozpätí 10-500 % (IPCC, 1996).

Tendencia v spotrebe priemyselných hnojív v SR mala v prvej polovici 90-tych rokov klesajúci trend (pokles z 222 255 t na úroveň 65 000 t), čo sa prejavuje aj v príspevku emisií  $N_2O$  z tohto zdroja. V nasledujúcich rokoch však spotreba týchto hnojív začala stúpať a tento trend bude pokračovať. Preto aj pokles emisií  $N_2O$  z tohto zdroja je potrebné považovať za dočasný a v budúcnosti (v dôsledku plnenia cieľov agrárnej politiky SR do roku 2010) bude rásť.

Množstvo dusíka dostávajúce sa do pôdy koreluje s produkciou biomasy, a v rámci nej aj hospodárskej úrody a rastlinných zvyškov. Výsledný trend v dôsledku znížených vstupov dusíka z hnojív sa potom prejavuje v poklese produkcie rastlinných zvyškov a následne aj množstva viazaného dusíka v nich. Pretože koncepcia rozvoja rastlinnej výroby predpokladá v budúcnosti mierny rast úrod, predpokladá sa i zvýšená tvorba rastlinných zvyškov až na úroveň dosahovanú v roku 1990.

K najväčším produktom v živočíšnej výrobe okrem hlavných produktov (mlieka, vajec, mäsa a i.) patria exkrementy zvierat, ktoré predstavujú až 75% z celkovej sušiny vyprodukovanej biomasy hospodárskymi zvieratami.

Na základe spracovania výsledkov odpadov zo živočíšnej výroby metodikou IPCC pripadá na poľnohospodársky využívané územie Slovenskej republiky stále menšie množstvo exkrementov. Celková produkcia 176 000 t organického odpadu (maštalného hnoja, močovky a hnojovice), v roku 1990 klesla na 90 000 t v roku 1999. Pokles produkcie hnoja sa zaznamenal pre všetky kategórie hospodárskych zvierat, čo súvisí s ich klesajúcimi počtami. Predpokladaný výrazný rast niektorých kategórií hospodárskych zvierat (najmä ošípané, ovce) však opäť povedie k rastu tohto zdroja emisií.

Priame emisie  $N_2O$  z poľnohospodárskych pôd sú odzrkadlením vývoja ich zdrojov. Ak sa pozoruje nárast spotreby priemyselných hnojív, tak následne rastú aj úrody a z nich odvodené rastlinné zvyšky. Tento trend bude veľmi pravdepodobne pokračovať aj v najbližších rokoch a možno predpokladať rast emisií  $N_2O$ . Do roku 2005 úroveň sa však emisií z priemyselných hnojív a rastlinných zvyškov nebude podstatne meniť a možno očakávať mierny pokles najmä v dôsledku ďalšieho poklesu stavov hovädzieho dobytku. Vzhľadom na klesajúce výmery poľnohospodárskych pôd osiatych N-fixujúcimi porastami možno však očakávať zníženie emisií z tohto zdroja ako aj zníženie emisií z organických odpadov živočíšneho pôvodu. Preto budú celkové priame emisie  $N_2O$  vyrovnané aj napriek vyššej spotrebe priemyselných hnojív a následne tvorby rastlinných zvyškov.

Vývoj nepriamych emisií prejavuje klesajúcu tendenciu z celkovej hodnoty 1250 t v roku 1990 na 490 t v roku 1998. Ak nebudú prijaté účinné opatrenia smerujúce k lepšiemu skladovaniu odpadov zo živočíšnej výroby, ďalšia redukcia emisií bude problematická.

V 65% hodnotených podnikov sa prevádzkovalo 53% hnojísk bez záchytného systému na odtekajúcu hnojovicu (Brestenský a kol., 1998). Tieto spôsoby uskladnenia nevyhovujú súčasným vodohospodárskym predpisom. Podľa spracovaných kalkulácií by bolo potrebné pre súčasné stavy ošipovaných vybudovať približne 769 000 m<sup>3</sup> skladovacej kapacity nádrží na hnojovicu.

Z tab. 1 vyplýva, že tekuté skladovanie odpadov zo živočíšnej výroby je pre emisie N<sub>2</sub>O vhodnejšie ako tuhé, pričom aj definovanie emisií je presnejšie. Trendy celkových emisií N<sub>2</sub>O z poľnohospodárstva sú odzrkadlením trendov jednotlivých zdrojov. Od roku 1990 do roku 1999 sa zaznamenal pokles zo 17 000 na 8 700 t N<sub>2</sub>O ročne. V roku 2005 však možno očakávať ich nárast približne na úroveň začiatku 90-tych rokov, ktorý bude pokračovať aj v ďalšom období.

## Záver

V príspevku sú spracované emisie N<sub>2</sub>O v časovom rade rokov 1990-2000 s výhľadom do roku 2005. Zdroje emisií N<sub>2</sub>O sa analyzovali podľa revidovanej metodológie IPCC (1996), pričom sa brali do úvahy zásady Good practice in GHGs inventory in agriculture (1999). Podkladové materiály sa vyhodnotili v 2 variantoch s výhľadom k rokom 2005, 2010 a 2015.

Trendy celkových emisií N<sub>2</sub>O z poľnohospodárstva sú odzrkadlením trendov jednotlivých zdrojov. Od roku 1990 do roku 1999 sa zaznamenal pokles z 17 000 na 8700 t emisií N<sub>2</sub>O ročne. V horizonte rokov platnosti kvót platných pre slovenské poľnohospodárstvo nemožno očakávať zásadné zmeny u v úrovni emisií N<sub>2</sub>O z tohto zdroja.

Na elimináciu vplyvu výpočtov podľa medzinárodne platných kritérií sa použili niektoré výsledky z experimentálnych podkladov pracovísk na Slovensku (Bielek, 1998; Jurčová, Torna, 1998; Brestenský a kol., 1998). Podľa zásad Good Practice in Greenhouse Gases Inventory sú nevyhnutné aj priame merania emisií plynov z poľnohospodárstva. V podmienkach SR tieto údaje zatiaľ chýbajú.

Tab. 1 Emisné faktory pre výpočet emisií N<sub>2</sub>O z poľnohospodárstva (IPCC, 1996)

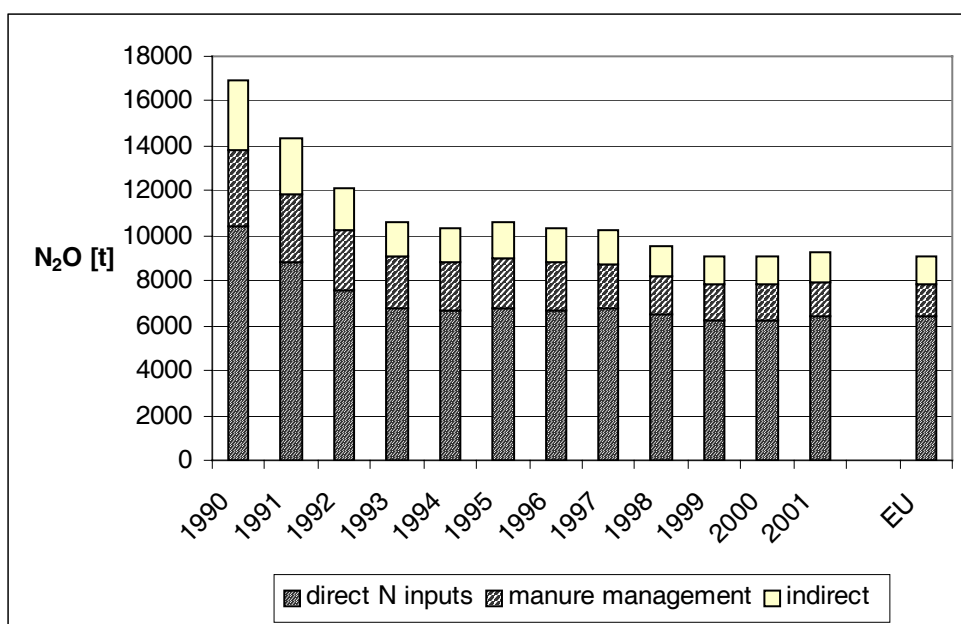
Tab. 1 Emission factors for calculation N<sub>2</sub>O emissions from agriculture (IPCC, 1996)

<b>EF<sub>1</sub></b>		0,0125 (0,0025-0,0225) kg N <sub>2</sub> O-N/kg
<b>EF<sub>3</sub></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mokré skladovanie odpadov</li> <li>• (Liquid storage)</li> </ul>	0,001 (0,001) kg N <sub>2</sub> O-N/kg
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suché skladovanie odpadov</li> <li>• (Dry storage)</li> </ul>	0,02 (0,005-0,03) kg N <sub>2</sub> O-N/kg
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pásenie</li> <li>• (Pasture)</li> </ul>	0,02 (0,005-0,03) kg N <sub>2</sub> O-N/kg
<b>EF<sub>4</sub></b>		0,01 (0,002-0,02) kg N <sub>2</sub> O-na kg emitovaného NH <sub>3</sub> a NO <sub>x</sub> (per kg emitted NH <sub>3</sub> a NO <sub>x</sub> )
<b>EF<sub>5</sub></b>		0,025 (0,002-0,12) kg N <sub>2</sub> O-na kg vyplaveného N

Tab. 2 Priame vstupy dusíka v tonách podľa jednotlivých zdrojov

Tab. 2 Direct N inputs in tons according to different sources

Zdroj (Source)		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2005
<b>Hnojivá</b> (fertilizers)		222255	146341	90186	64852	68669	69587	74464	88017	81843	65393	72653	81345
<b>Exkrementy</b> (excreta)	Pasenie (pasture)	21253	19107	17357	14335	13446	14032	13203	12456	11003	10413	10271	10382
	Tuhé (soilid)	106092	95626	83293	71665	67228	70477	65476	59963	52800	50104	49086	49056
	Tekuté (liquid)	49506	46634	43320	40903	39143	39655	38230	35304	31256	30354	29615	29343
<b>Rastlinné zvyšky</b> (crop residuals)	N-fix	38817	38330	39324	35392	32415	30616	28522	26501	26201	24068	24928	20017
	Ostatné (other)	140952	141836	140502	142349	143258	145477	147399	147448	148353	156802	152732	155603
<b>Biologická fixácia</b> (symbiotic fixation)		6770	6637	6640	7089	6551	5985	5657	5265	4889	4907	4394	4645



Obr. 1 Celkové emisie N<sub>2</sub>O z poľnohospodárstva v rokoch 1990 – 2001 s výhľadom do roku 2005 na Slovensku

Fig. 1 Total N<sub>2</sub>O emissions from agriculture during years 1990 – 2001 in Slovakia with estimation up to year 2005

## Literatúra

1. Bielek, P.: Dusík v poľnohospodárskych pôdach Slovenska, Bratislava 1998, 256s.
2. Brestenský, V., Mihina, Š., Szabová, G., Botto, L.: Produkcia a skladovanie hnoja a hnojovice. Slovenský chov 9, 1998, 33-34.
3. Emission Inventory Guidebook, CORINAIR, 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 1997,1998, 1999, 2000, 2001 (Zelená správa), MP SR, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002.
8. Súpis hospodárskych zvierat k 31.XII.2000, Štatistické čísla a grafy, ŠÚ SR, 2000, 19s
9. Súpis plôch osiatych poľnohospodárskymi plodinami k 20.5.2001. Štatistické čísla a grafy, ŠÚ SR, 2000, 43s
10. Šiška B.: Vývoj emisií N<sub>2</sub>O z poľnohospodárstva v rokoch 1990–2000 s výhľadom do roku 2015 In: Acta Horticulture et regio tecturae, roč. 4, 2001, mimoriadne číslo s.60-64. ISSN 1335-2563
11. Šiška B., Igaz D.: Zdroje emisií CH<sub>4</sub> v poľnohospodárstve a možnosti ich redukcie na Slovensku. In: Acta Horticulture et regio tecturae, roč. 5, 2002, č.1 s.20-23.
12. Šiška B. – Igaz D.: Emisie amoniaku z priemyselných hnojív aplikovaných na poľnohospodárske pôdy a možnosti ich znižovania v zmysle Gothenburského protokolu na Slovensku. In: Bioklima-prostředí-hospodářství XIV Česko-slovenská biolimatologická konference. Lednice na Moravě: ČHMÚ, 2002. (CD ISBN 80-85813-99-8)
13. Šiška, B.: Vývoj emisií skleníkového aktívnych plynov (CH<sub>4</sub> a N<sub>2</sub>O) z poľnohospodárstva s výhľadom do roku 2015, Nitra, 2000, 1-32
14. Štatistická ročenka 1990 – 2000, ŠÚ SR

Tento príspevok vznikol vďaka podpore grantových projektov VEGA No 2/3073/23, No 1/8177/01, No 1/8174/01 a No 1/0622/03.

Kontaktná adresa:

doc. RNDr. Bernard Šiška, PhD. Katedra biometeorológie a hydrológie FZKI, Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Mariánska 10, 949 01 Nitra, tel.: 037/6516527, [Bernard.Siska@uniag.sk](mailto:Bernard.Siska@uniag.sk)