

METODY STANOVENÍ EMISÍ AMONIAKU Z PŮDY METHODS FOR DETERMINATION OF AMMONIA EMISSIONS FROM SOIL

M. Češpiva, P. Zabloudilová
Výzkumný ústav zemědělské techniky v.v.i., Praha

Abstract

The article describes the determination of ammonia emissions from soil after spading of manure by various methods. We compared results obtained using a wind tunnel, using the collection chamber with forced air flow, using the record of ammonia concentration over time in the airtight chamber and using the concentrations measured in the free space at different heights above the soil surface.

Keywords: ammonia diffusion, sampling equipment, determining of emissions, manure spading

ÚVOD

Zemědělství je v Evropě považováno za největšího producenta emisí amoniaku. V rámci ochrany životního prostředí jsou patrné tlaky na snižování emisí amoniaku z objektů pro chov hospodářských zvířat, ze skladování statkových hnojiv a kejdy i ze zemědělské půdy po aplikaci hnojiv. Právě emise z půdy po aplikaci hnojiv se na celkových emisích podílí rozhodujícím způsobem. Koncentrace amoniaku ve vzduchu nad povrchem půdy jsou bezprostředně po aplikaci poměrně vysoké, ale poměrně rychle klesají na relativně nízké hodnoty. Přesto jsou vzhledem k rozsáhlým plochám při aplikaci výsledné emise amoniaku velice vysoké. Emise lze ovlivnit zejména výběrem vhodné techniky zapravení hnojiv do půdy. V poslední době je patrný nárůst využívání zapravení hnojiv pod povrch půdy různými typy aplikátorů. To má pozitivní dopad nejen na snížení emisí amoniaku z pohledu ochrany životního prostředí, ale současně i na lepší využití dusíku rostlinami z aplikovaného hnojiva. Snížení ztrát dusíku má významný pozitivní dopad na ekonomiku rostlinné výroby.

Metody pro stanovení emisí amoniaku jsou poměrně dobře propracovány pro chovy hospodářských zvířat ustájených v objektech s nucenou ventilací. Metody stanovení emisí amoniaku z půdy po aplikaci hnojiv nejsou jednotné a různá pracoviště využívají rozdílné postupy. Prakticky se využívají metody stanovení emisí amoniaku pomocí dlouhodobé expozice selektivních sorbentů umístěných v různých výškách s jejich následnou chemickou analýzou, stanovení emisí s využitím větrných tunelů nebo komor s nuceným průtokem vzduchu nad povrchem nebo metody záznamu koncentrací v uzavřené komoře nad povrchem v čase a stanovením rychlosti úniku amoniaku z půdy. Tato rozdílnost má za následek nemožnost porovnání výsledků měření, pokud byly získány rozdílnými metodami. Článek popisuje pokus o porovnání výsledků stanovení emisí různými metodami z pokusného pozemku za stejných podmínek.

MATERIÁL A METODY

Podle metodiky, používané při většině obdobných měření v rámci EU, byla zhotovena konstrukce pro upevnění odběrových sond, eventuelně sorbentů. Konstrukce je řešena jako skládací pro snadnou přepravu. Ráhna, na kterých jsou umístěny sondy a anemometry, jsou posuvná a umožňují jejich nastavení do libovolné výšky. Pro měření bylo zvoleno umístění ráhna ve výškách 20, 60, 120 a 240 cm nad měřeným povrchem. Stožár s ráhny je fixován ve svislé poloze 3 kolíky s lanky po 120°. Stožár s osazenými držáky sorbentů a anemometrem je na obrázku 1. Z obrázku je patrná konstrukce anemometru, sestávajícího z otočného křídla, kyvně zavěšené krabičky s náklonovým snímačem a řídicí jednotky.



Obr. 1: Stožár pro umístění sond

Na sklonku letního období 2015 bylo ve dnech 8. – 11. 9. 2015 uskutečněno měření na pokusné parcelce v areálu VÚRV, v.v.i.. Hlavním důvodem pro měření na pokusné parcelce bylo lepší definování podmínek měření, zejména co se týče rovnoměrnosti aplikace použitého statkového hnojiva. Na plochu 4 x 4 m byla rovnoměrně rozmístěna kejda skotu a posléze byla ručně zapravena do hloubky cca 5 cm s dávkováním 3,6 kg kejdy na 1 m². Bezprostředně po aplikaci byla na parcele umístěna měřicí komora s odtahovým ventilátorem, větrný tunel, uzavřená měřicí komora pro stanovení rychlosti difúze amoniaku z půdy a stožár pro umístění odběrových sond s anemometrem). Do proudu vzduchu z odtahových ventilátorů v odběrové komoře a větrném tunelu byly před vyústěním umístěny odběrové sondy plynového analyzátoru INNOVA 1312, doplněného o přepínač odběrových míst INNOVA 1309. Další sondy byly umístěny ve výšce 20, 60, 120 a 240 cm na stožáru. Koncentrace amoniaku v uzavřené komoře, ve které se sledovala rychlost nárůstu koncentrace, byla měřena dalším plynovým analyzátozem INNOVA 1412. Vstup i výstup tohoto analyzátoru byl propojen s vnitřním objemem komory, aby odběr vzorků pro analýzu analyzátozem neovlivňoval koncentraci uvnitř komory.

Na stejné pokusné parcele v areálu VÚRV, v.v.i. bylo ve dnech 24. – 27. 11. 2015 provedeno obdobné měření jako v letním období se stejným dávkováním a zapravením kejdy skotu. Cílem bylo porovnat emise z teplého a chladného období za srovnatelných podmínek.

Při měření s využitím stožáru s odběrovými sondami byla stanovena celková emise z dílčích přírůstků emisí v narůstajících výškách nad povrchem půdy na základě naměřených koncentrací amoniaku z jednotlivých sond a z průběhu rychlosti proudění větru, zaznamenané anemometrem. Výškový profil byl rozdělen na 4 pásma: 0 – 0,4 m, 0,4 – 0,8 m, 0,8 – 1,6 m a 1,6 – 3,2 m. Tomu odpovídalo umístění sond ve středu těchto pásem, tedy ve výškách 20, 60, 120 a 240 cm. Celková emise se stanovila jako součet emisí z jednotlivých pásem. Emise se udává na jednotku plochy za jednotku času, proto se při výpočtu emise používá šířka výškového profilu 1 m a výška 3,2 m.

Při měření s využitím větrného tunelu se výsledná emise stanoví z průběhu koncentrace amoniaku na výstupu z tunelu a ze známé konstantní rychlosti proudění vzduchu nad povrchem. Obdobně se postupuje při měření s využitím odběrové komory, kde je sonda umístěna na vyústění odtahového ventilátoru.

Při výpočtu emise z uzavřené komory o objemu 0,06 m³, ve které koncentrace amoniaku stoupá

do nasyceného stavu, se pro výpočet emise použil model pro časovou závislost přechodových dějů prvního řádu ve tvaru

$$k = K * (1 - e^{-t/T})$$

k... okamžitá koncentrace

K... maximální hodnota koncentrace

t... čas

T... časová konstanta, při které koncentrace dosáhne 64 % maximální hodnoty

Z průběhu funkce modelu vyplývá, že za dobu $t = 5 * T$ dosáhne koncentrace amoniaku 99 % maximální hodnoty. Z naměřených hodnot po ustálení koncentrace lze stanovit časovou konstantu T a z průměrné hodnoty koncentrace, času a objemu komory je vypočtena celková emise amoniaku.

VÝSLEDKY A DISKUZE

V tabulce 1, 2 a 3 jsou shrnuty naměřené a vypočtené hodnoty z provedených měření. Z vypočtených hodnot je patrné, že při použití odběrové komory s relativně nízkou rychlostí vzduchu nad povrchem jsou vypočtené emise výrazně nižší, než při použití větrného tunelu. Důvodem bude zřejmě to, že rychleji proudící vzduch usnadňuje difúzi na rozhraní půdy a vzduchu a také to, že rychleji proudící vzduch strhává plynný amoniak z větší hloubky pod povrchem půdy. Poměrně vyrovnaných výsledků bylo dosaženo při použití uzavřené komory. Při této metodě není v průběhu měření difúze amoniaku ovlivněna rychlostí proudění a při znalosti časového průběhu rychlosti větru nad povrchem lze při znalosti rychlosti difúze zjistit celkovou emisi.

Z porovnání hodnot získaných na pokusné parcele v září a v listopadu je patrný vliv teploty na emise z půdy.

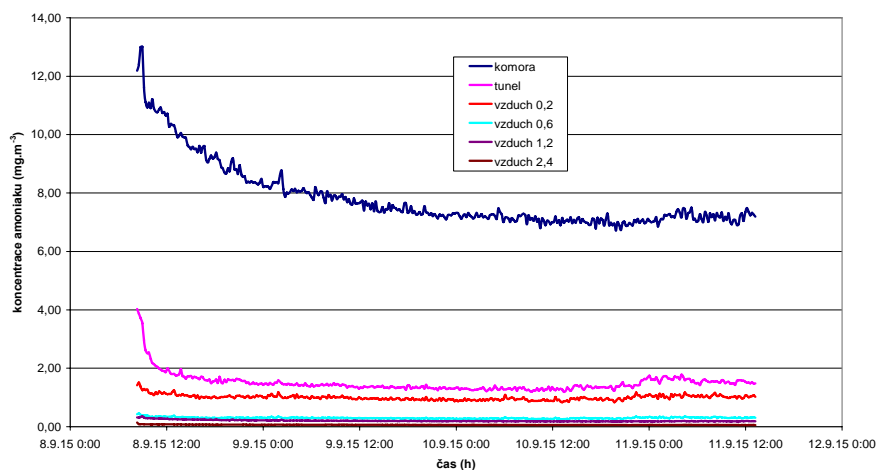
Z grafu je patrný téměř ideální exponenciální průběh závislosti koncentrace na čase s využitím odběrové komory. Hodnoty naměřené v tunelu se snížily výrazně rychleji, protože v tunelu je vyšší rychlost proudění a amoniak je rychleji odváděn z půdy vlivem snadnějších podmínek difúze při současném pronikání vzduchu do hlubších vrstev povrchu půdy. Na obrázku 4 je grafický záznam naměřených koncentrací na pokusné parcele ve dnech 24. - 27. 11. Z grafu jsou patrné výrazně nižší koncentrace amoniaku než v předchozím období s vyšší teplotou vzduchu. Nízké koncentrace ve větších výškách nad povrchem jsou dané jednak nižší difúzí z povrchu vlivem nízké teploty, ale také malou plochou parcely s porovnáním k výšce odběrových sond nad povrchem.

Tab. 1: Naměřené a vypočtené hodnoty na pokusné parcele 8. – 11. 9.

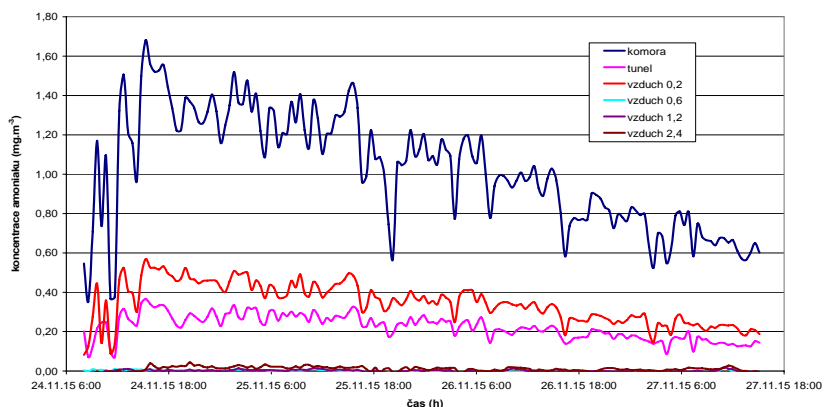
8. - 11. 9.	průměrná rychlost proudění nad povrchem (m.s ⁻¹)	průměrná koncentrace NH ₃ (mg.m ⁻³)	vypočtená emise NH ₃ za 24 hodin (g.m ⁻²)	průměrná teplota vzduchu (°C)	průměrná relativní vlhkost vzduchu (%)
Odběrová komora	0,10	7,8	33	12,4	76
větrný tunel	1,20	1,5	76		
vzduch 0,2 m	1,53	1,0	53		
vzduch 0,6 m	1,53	0,3	16		
vzduch 1,2 m	1,53	0,2	21		
vzduch 2,4 m	1,53	0,0	0		
vzduch celkem	1,53	0,4	90		
Uzavřená komora		12,0	192		

Tab. 2: Naměřené a vypočtené hodnoty na pokusné parcele 24 - 27. 11.

24. – 27. 11.	průměrná rychlost proudění nad povrchem (m.s ⁻¹)	průměrná koncentrace NH ₃ (mg.m ⁻³)	vypočtená emise NH ₃ za 24 hodin (g.m ⁻²)	průměrná teplota vzduchu (°C)	průměrná relativní vlhkost vzduchu (%)
Odběrová komora	0,10	0,9	4	1,0	90
větrný tunel	1,20	0,2	10		
vzduch 0,2 m	0,92	0,3	12		
vzduch 0,6 m	0,92	0,1	4		
vzduch 1,2 m	0,92	0,0	0		
vzduch 2,4 m	0,92	0,0	0		
vzduch celkem	0,92	0,1	16		
Uzavřená komora		9,5	152		

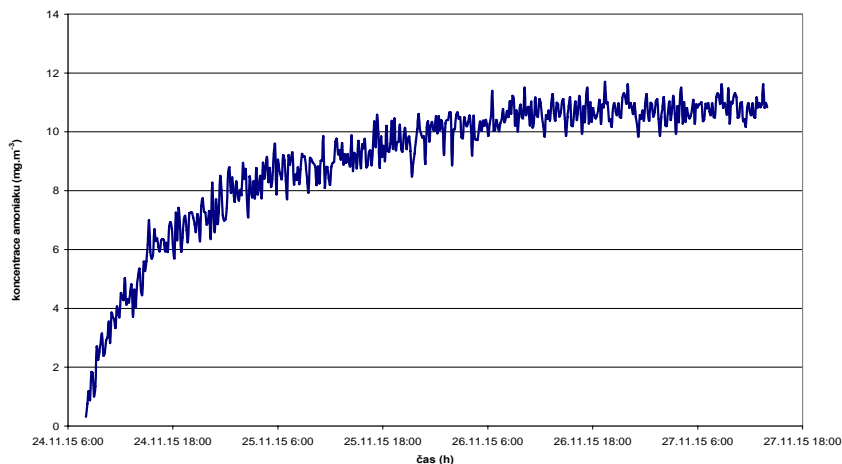


Obr. 3: Grafický záznam koncentrací amoniaku na pokusné parcele ve dnech 8. – 12. 9.



Obr. 4: Grafický záznam koncentrací amoniaku na pokusné parcele ve dnech 24. – 27. 11.

Na obrázku 5 je záznam koncentrace amoniaku v uzavřené komoře na pokusné parcele.



Obr. 5: Graf závislosti koncentrace amoniaku na čase v uzavřené komoře na pokusné parcele

Na grafu je patrné ustálení hodnoty koncentrací na maximální hodnotě v poslední třetině měření. Lze tak stanovit časovou konstantu T , na základě které můžeme vypočítat emisní tok amoniaku z půdy.

ZÁVĚR

Z naměřených koncentrací a vypočtených hodnot emisí amoniaku porovnanými metodami je patrné, že výsledné hodnoty vykazují značný rozptyl. Je proto vždy nutné při prezentaci výsledků uvádět jakým postupem a jakou metodou byly výsledky získány. Je také nezbytné při posuzování stanovených emisí zvážit teplotu okolního vzduchu a teplotu půdy, protože tyto faktory mají významný vliv na rychlost uvolňování amoniaku z půdy a zásadně ovlivňují hodnotu emisí. Stejně tak má na emise vliv rychlost proudění vzduchu

nad povrchem půdy, protože s vyšší rychlostí se zvyšuje i rychlost difúze amoniaku z půdy. Tento jev je eliminován při stanovení emise s využitím uzavřené komory a měřením rychlosti nárůstu koncentrace.

DEDIKACE

Příspěvek byl zpracován s využitím institucionální podpory MZe ČR číslo RO 0614 5113 na dlouhodobý rozvoj VÚZT, v.v.i. Praha.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

INTEGROVANÝ REGISTR ZNEČIŠŤOVÁNÍ ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ Výpočet roční emise amoniaku u zemědělských provozoven [online]. Praha: Odbor posuzování vlivů na životní prostředí

a integrované prevence, Ministerstvo životního prostředí, Praha, 2012. [cit. 27.10.2015]. Dostupné z:

http://www.irz.cz/sites/default/files/IRZ_ohlasovani_2011_amoniak_vypocet.pdf

MISSELBROOK, T.H. et al. Measuring ammonia emissions from land applied manure. [online]. Institute of Grassland and Environmental Research, Devon, UK, 2004. [cit. 15.10.2015]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/7983727_Measuring_ammonia_emissions_from_land_applied_manure_An_intercomparison_of_commonly_used_samplers_and_techniques

ZAPLETAL, M. a CHROUST, P. Hodnocení efektivnosti snižování emisí amoniaku, přístupy a zkušenosti u nás a v zahraničí [online]. EKOTOXA, s.r.o., Opava, 2008. [cit. 27.10.2015]. Dostupné z:

http://www.ekomonitor.cz/sites/default/files/23_Zapletal.pdf

SOMMER, S.G. a HUTCHINGS, N.J. Ammonia emission from field applied manure and its reduction [online]. Danish Institute of Agricultural Sciences. Tjele, Dánsko, 2001. [cit. 20.10.2015]. Dostupné z:

<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.457.7652&rep=rep1&type=pdf>

Abstrakt

Článek popisuje stanovení emisí amoniaku z půdy po zapravení statkových hnojiv různými metodami. Jsou porovnány výsledky získané pomocí větrného tunelu, odběrové komory s nuceným průtokem vzduchu, uzavřené komory se záznamem nárůstu koncentrace amoniaku v čase a pomocí koncentrací naměřených ve volném prostoru v různých výškách nad povrchem půdy.

Klíčová slova: difúze amoniaku, odběrové zařízení, stanovení emise, zapravení hnoje

Kontaktní adresa:

Ing. Miroslav Čěpiva

tel.: 233022496

miroslav.cespiva@vuzt.cz

Ing. Petra Zabloudilová

tel.: 233022496

petra.zabloudilova@vuzt.cz

Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i.

Drnovská 507

161 01 Praha 6 – Ruzyně

Recenzovali: doc. Ing. J. Pecen, CSc., Ing. J. Frydrych