

FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ STANOVENÍ EMISE AMONIAKU

Jan Dolejš
Oldřich Toufar
Tomáš Adamec

Summary

FACTORS THAT AFFECT AMMONIA EMISSIONS ASSESSMENT

Analysis is based on NH₃ emission measuring during c. 5 year. The necessity to measure emissions during 24 hours minimally, eventually during multiples of 24 hours (48, 72 hours), has resulted from analysis of NH₃ concentration course in stable. The reason for to record of cyclical fluctuation in concentration that are due to practised technology of animal housing. With regard to measuring results comparison for ambient temperature range c. 20 K, it is suggested to re-count the results into the temperature of 16°C, especially in cattle. NH₃ emissions, that are measured in stables with regime „all in – all out“ (large capacity pig fattening stations). Would be suitable to re-count the into the NH₃ production of pigs weighted 70 kg.head⁻¹.

Keywords: ammonia, pigs, fattening buls, emission factor, temperature.

Abstrakt:

Analýza vychází z měření emisí NH₃ za dobu cca 5 let. Z analýzy průběhu koncentrace NH₃ ve stáji vyplynula nutnost měřit emise minimálně po dobu 24 h, případně násobků (48,72 h), aby byly zachyceny cyklické výkyvy v koncentraci, které jsou dané používanou technologií ustájení zvířat. S ohledem na porovnání výsledků měření při rozsahu teplot prostředí cca 20 K se navrhuje přepočítat výsledky na teplotu 16°C, především u skotu.. Emise NH₃ měřené ve stájích s turnusovým režimem (velkovýkrmny prasat) by bylo vhodné přepočítat na produkci NH₃ u prasat s hmotností 70 kg.ks⁻¹.

Klíčová slova: amoniak, prasata, býci/výkrm, emisní faktor, teplota.

Úvod

Opatření proti znečištění životního prostředí legislativně řeší Směrnice Rady 96/61 EC a od ní odvozených právních norem jednotlivých států EU. V našem případě se jedná o Zákon č.76/2002 Sb. o integrované prevenci – IPPC. Uvedený zákon se v chovu hospodářských zvířat týká pouze intenzivních chovů drůbeže a prasat, které jsou v něm kapacitně vymezené. Ostatní chovatelské podniky uplatňují Plán správné zemědělské praxe, který vychází ze zákona o ochraně ovzduší č.86/2002 Sb. a z Nařízení vlády č.353/2002 Sb.

Pro potřebu státních orgánů je třeba kvantifikovat jednak emise škodlivých plynů, jednak ověřovat fyzikální, chemické a biologické prostředky určené pro eliminaci těchto plynů. Úspěšné ověření prostředky jsou pak zařazeny do BAT technologií (Best Available

Technique) a jsou ze státních institucí preferovány různými opatřeními.

Od roku 2000 byla uskutečněna řada experimentů, jejichž cílem bylo v modelových i provozních podmínkách stanovit účinnost prostředků pro eliminaci emisí škodlivých plynů, zejména amoniaku, s ohledem na vedlejší účinky a ekonomiku jejich použití. Cílem předkládaného materiálu je zhodnotit některé aspekty vyplývající z této činnosti. Zejména se to týká průběhu koncentrace NH₃ ve stáji, vlivu prostředí při měření a aplikace výstupních parametrů měření.

Materiál a metodika

Pro tuto práci byly použity podklady z řady měření (protokoly) za dobu cca 5 let. Za tuto dobu je k dispozici řada poznatků. Analýza se zaměřila na 3 aspekty:

1. **Průběh koncentrace NH₃-** V úvahu byly brány cyklické i necyklické změny

v průběhu denní koncentrace NH_3 . Bylo přihlíženo i k etologickým snímkům chování zvířat během měření emisí.

2. **Podmínky měření** – Se zaměřením především na teplotu prostředí (=denní průměr teploty ve stáji), která vlastně zahrnuje i historii teploty (vliv radiační teploty). Při zpracování závislosti emise NH_3 , vyjádřené emisním faktorem (EF) ve tvaru $\text{kgNH}_3 \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ jako závisle proměnné a průměrné teploty během měření, jako nezávislá proměnná, byly použity lineárně regresní modely a výpočet korelace mezi proměnnými. Lineární člen regresní rovnice (ax) byl testován t-testem.

3. **Výstupní parametry měření** - Byly porovnávány výsledky měření v kontinuálních a turnusových režimech. V případě turnusového režimu (velkovýkrmný prasat) byl použit lineárně regresní model závislosti mezi EF a hmotností prasat ($\text{kg} \cdot \text{ks}^{-1}$).

Výsledky a diskuse

Analýza křivek koncentrace NH_3 ve stáji

Na variabilitě koncentrace NH_3 působí řada vlivů:

• Cyklické - technologické operace ve stáji

Jsou spojeny s intenzivním pohybem zvířat, při kterém se uvolňuje z ležících výkalů a moče na podlaze krmíště a hnojné chodby emise NH_3 a dostávají se tak do prostoru stáje. Výrazně se projevují pravidelné cyklické jevy spojené s ošetřováním zvířat. Jak vyplývá z analýzy etologických snímků, vlivem návyku zvířat na denní cyklus se zvyšuje pohybová aktivita již 0,5 – 1 h před zakládáním krmné dávky, případně dojením. Začíná časový úsek se zvýšenou defekací a urinací, který trvá cca 3 h pak nastává útlum pohybové činnosti, zvířata začínají zaléhávat do boxů, nebo na rošty. Tento úsek je spojen s poklesem koncentrace NH_3 s menšími výkyvy až do následující směny. Vzhledem k tomu, že tato období nejsou v běžné praxi

vyvážena (12/12 h) trvá časový úsek po večerním (odpoledním) ošetřování déle než v ranním cyklu (poměr 10/14 h). Koncentrace NH_3 v této době klesá na denní minimum.

• Necyklické (nárazové vlivy)

Zvýšená koncentrace NH_3 se objevuje i v souvislosti s určitými nárazovými jevy, jako je např. vyskladnění zvířat na porážku, veterinární zákroky aj., které se projeví porušením pohody zvířat a tím i k vyšší pohybové aktivitě.

Enterogastrická onemocnění zvířat

Onemocnění zvířat vlivem nevhodného, nebo nakaženého krmiva, které se projeví průjmy zvířat. Při výskytu této situace se zvyšuje koncentrace NH_3 až 3 – 4 násobek běžného stavu. Je proto nutné se při začátku měření přesvědčit o zdravotním stavu zvířat.

S ohledem na výše uvedené skutečnosti vyplývá, trvání měření by mělo být minimálně 24 h, nebo jeho násobky, aby bylo možné zachytit průběh koncentrace. Pokud je měření pouze výsečí ze 24 h doby, např. v dopoledních hodinách, výsledky dosahují poměrně vysokou hodnotu produkce, které se značně liší od hodnot naměřených v průběhu 24 h.

Vliv podmínek měření

Nejdůležitějším parametrem se jeví teplota vzduchu, která základní podmínkou rozvoje mikroorganismů vytvářejících NH_3 . Ve výsledcích a modelových propočtech je chápána jako určitá teplotní úroveň, která v sobě obsahuje historii teploty prostředí v předcházejících dnech. Současně působí radiační teplota ze stěn, stropu a konstrukčních prvků stáje. Jeví se jako akumulovaná energie. Amplituda teploty během měření za 24 h ($\pm 2\text{K}$) nemůže významně změnit produkci NH_3 .

Z uvedené tabulky jednoznačně vyplývá vysoký až velmi těsný vztah závislosti produkce NH_3 na teplotě vzduchu.

Tabulka 1: Závislost produkce NH₃ na úrovni teploty
(Dependence of NH₃ production on temperature level)

druh/kategorie ¹⁾	Technologie ²⁾	model regresní závislosti ³⁾	Korelace ⁴⁾	stat.významnost ⁵⁾
skot/dojnice ⁶⁾	Volné,boxové ⁹⁾	$y = 7,77 + 0,332x$	0,931	P≤0,01
skot/býci výkrm ⁷⁾	Roštové ¹⁰⁾	$y = 4,93 + 0,280x$	0,988	P≤0,01
prasata/výkrm ⁸⁾	hlub.podest. ¹¹⁾	$y = 2,18 + 0,031x$	0,742	P≤0,05
prasata/výkrm	Stelivové ¹²⁾	$y = 1,96 + 0,028x$	0,845	P≤0,05
prasata/výkrm	roštové	$y = 1,80 + 0,021x$	0,832	P≤0,05

Key: ¹⁾kind/category, ²⁾technology, ³⁾regress dependence model, ⁴⁾correlation, ⁵⁾statistical significance, ⁶⁾cattle/dairy cows, ⁷⁾cattle/fattening bulls, ⁸⁾fattening pigs, ⁹⁾common straw-bedded boxes, ¹⁰⁾grid, ¹¹⁾straw bedding

Během řady měření emisí NH₃ v běžných stájích byly následující vnitřní a venkovní teploty:

Tabulka 2: Teploty při měření emisí NH₃
(Ambient temperature during NH₃ emisses measuring)

x	Objekt(stáj) ¹⁾	Druh/kateg.zvířat	Teplota ve stáji (°C)	ΔK	Min.	Max.
A	Uzavřené haly ²⁾	Prasata/výkrm	12,7 – 22,4	9,7	-12,5	32,0
B	Adaptovaná st. ³⁾	Prasata/výkrm	6,4 – 26,8	20,4	-5,5	33,6
C	Stáj pro skot ⁴⁾	Dojnice,býci/výkrm	7,3 – 26,8	19,5	-4,8	31,5

Key: ¹⁾properte/stable, ²⁾closed stable, ³⁾rebuild stable, ⁴⁾stable for cattle

Pokud by byla měřena emise NH₃ na stejném objektu v různou dobu (zima,léto), dosáhlo by se při stejných hmotnostních kategoriích, při stejném krmení a ošetřování zcela rozdílných výsledků:

Tabulka 3: Rozdíl ve výsledcích měření
(Difference of measuring results)

objekt	produkce při nízké teplotě ¹⁾		Produkce při vysoké teplotě ²⁾		index max/min
	°C	EF(kg/ks/rok)	°C	EF(kg/ks/rok)	
A	13	2,073	22	2,262	1,091
B	7	2,397	26	2,986	1,246
C	7	6,890	26	12,210	1,772

Key: ¹⁾NH₃ production during low ambient temperaturám, ²⁾NH₃ production during high temperature

Z tabulky vyplývá, že u prasat ve výkrmu nejsou rozdíly ve stanovení EF tak výrazné, zvláště u objektů s řízenou ventilací (A), které jsou typické pro velkovýkrmy. Rozdíl by byl jen 9,1 %. Ani u měření v adaptovaných objektech by nebyl rozdíl příliš velký (do 25 %). Podstatně k vyššímu rozdílu může dojít u skotu, až 77,2 %. Při měření v těchto objektech musíme počítat s tím, že teplotní rozsah cca 20 K může být i vyšší (teploty ve stáji 3 – 30°C), tj. 27 K. S ohledem na tuto skutečnost se jeví jako racionální zavedení standardní teplotní úrovně, na kterou by se měla produkce NH₃ přepočítávat podle uvedené regresní rovnice. Tento požadavek je

aktuální především u skotu. Navrhuje se standardní teplotní úroveň cca 16°C.

Výsledný parametr měření

•Primární parametr

Jedná se o stanovení emisního toku NH₃ z měřeného objektu. Tento parametr má tvar **mgNH₃.ks.h⁻¹**. Získá se podílem celkové emise NH₃ z měřené stáje a počtu zvířat. Celková emise NH₃ je součin koncentrace NH₃ v **mg.m⁻³** a průtoku vzduchu v **m³.h⁻¹**. Celková emise NH₃ může být dělena počtem DJ (živ.hmotnost=500 kg) pro výpočet specifické

produkce NH₃ ve tvaru $\text{mgNH}_3 \cdot \text{DJ}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$, které se používá pro další specifické výpočty.

Pro některá vyjádření vlivu určitých podmínek na emisi NH₃ ze stáje (eliminace vysokých teplot ve stáji, onemocnění zvířat aj.) můžeme použít parametr $\text{g} \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$, případně $\text{g} \cdot \text{DJ}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$, který se získá vynásobením výše uvedeného primárního ukazatele emisního toku (x24).

• Emisní faktor (EF)

Jedná se o výsledný parametr, který je určen především pro státní instituce pro řízení ochrany ovzduší. Jeho tvar je: $\text{kgNH}_3 \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$. Je to součin primárního parametru

($\text{mgNH}_3 \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$) a součinitele 8760 (=24x365). Celková emise NH₃ z daného objektu se musí násobit jeho jmenovitou kapacitou. Podobný výpočet se udělá i v případě specifické produkce NH₃. Výpočet parametru EF může ovlivnit i typ režimu provozované stáje:

* kontinuální

Průběžné vyskladňování zvířat na porážku po dosažení porážkové hmotnosti a nastájení mladého zástavu k výkrmu. Tyto operace se uskutečňují po skupinách zvířat. Průměrná živá hmotnost ve stáji by měla reprezentovat střed výkrmu:

Tabulka 4: Hmotnost zvířat ve výkrmu

(Fattening animals weight)

druh	rozsah výkrmu ¹⁾	střed výkrmu ²⁾	trvání výkrmu ³⁾	prům.přírůstek hmotnosti ⁴⁾
	kg.ks ⁻¹	kg.ks ⁻¹	den ⁵⁾	g.ks ⁻¹ .den ⁻¹
prasata ⁶⁾	30 – 110	65 – 75	130 – 140	600
býci ⁷⁾	180 – 580	400 – 440	360 – 480	1200

Legend: ¹⁾fattening range, ²⁾mean of fattening, ³⁾fattening duration, ⁴⁾weight gain average, ⁵⁾day, ⁶⁾pigs, ⁷⁾bulls

Při případném měření emisí v objektech s tímto režimem by měla být teoretická hmotnost prasat 65 – 75 kg/ks (vážený průměr) a u býků 400 – 440 kg/ks. V případě měření těsně před vystájením, nebo naopak až po vystájení zvířat na porážku mohou vznikat rozdíly v průměrné hmotnosti. Totéž se týká i doby zástavu zvířat do stáje ve vztahu k době měření.

*turnusový

Zvířata se najednou nastájí a najednou vystájí (all in – all out). Časový termín „najednou“ je období 2 – 3 dny pro uvedené logistické operace. Prakticky se používá pouze u prasat. V okamžiku měření zachytíme pouze produkci NH₃ v určitém stádiu výkrmu. Vztah mezi EF ($\text{kg} \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$) a hmotností prasat (roštové ustájení) je dle lineární regresní následující:

$$y = 1,316 + 0,0141x \quad (r = 0,979, P \leq 0,05)$$

Teoreticky může být dosaženo rozdílu v produkci NH₃:

$$\text{Hmotnost} : 30 \text{ kg} \cdot \text{ks}^{-1} \quad 1,779 \text{ kgNH}_3 \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$$

$$110 \text{ kg} \cdot \text{ks}^{-1} \quad 2,867 \text{ kgNH}_3 \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$$

$$\text{Poměr max/min} = 1,649$$

S ohledem na tuto skutečnost by měl být výsledek měření přepočítán na hmotnost 70 $\text{kg} \cdot \text{ks}^{-1}$.

*přibližně stabilní stav

Vyskytuje se u dojnic a chovných zvířat. Počet zvířat v objektu je relativně stabilní, mění se pouze brakací, případně náhlým úhynem. U dojnic se může projevit v souvislosti se šlechtitelským záměrem zvětšování tělesného rámce, které se projeví i postupným zvyšováním hmotnosti. Běžně se mohou vyskytnout průměrná hmotnost od 580 do 850 kg. Uvedená skutečnost se primárně projeví zvýšením produkce výkalů a moči, sekundárně vyšší produkcí NH₃.

Závěr

Měření emisí NH₃ a ostatních plynů by mělo mít trvání minimálně 24 h, případně jeho násobky (48, 72 h), aby byl zachycen průběh koncentrace NH₃, která je určena především pracovními operacemi ve stáji. Stanovení EF především u skotu by mělo být vztaženo k určité standardní teplotě prostředí, aby bylo možné údaje porovnávat. Pro tento účel by byla optimální teplota 16 °C. Emise v halách s turnusovým režimem (velkovýkrmný prasat) by bylo vhodné přepočítat na produkci NH₃ o hmotnosti 70 $\text{kg} \cdot \text{ks}^{-1}$.

Literatura

- Dolejš,J.,Toufar,O., Adamec,T.,(2003): Omezení produkce amoniaku ve výkrmu prasat.
Agromagazin, 7, 2003, p.52-54
- Toufar,O., Dolejš,J.,(2003): Teplota prostředí ovlivňuje emisi amoniaku. *Náš Chov*,9,
2003, p.31-35
- Toufar,O., Dolejš,J.,(2004): Produkce amoniaku u nejčastějších chovů hospodářských
Zvířat. In *Sborník- Ochrana zvířat a welfare 2004, část B, 22.9.2004 - VFU Brno,*
ISBN 80-7305-500-7, p.168-172

Příspěvek je zpracován na základě výsledků řešení projektu NAZV č. QF 3140 za finančního
příspěví MZe ČR.