



www.emu.ee

# Eesti Maaülikool

Estonian University of Life Sciences

Veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut

Institute of Veterinary Medicine and Animal Sciences

Looma tervise ja keskkonna osakond

## Sõnnikuhoidlatest välisõhku lenduvate lämmastik- (NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>) ja väävlüühendite (H<sub>2</sub>S) emissioonifaktorite määramine

SA Keskkonnainvesteeringute Keskuse 2010.a. keskkonnakorralduse alamprogrammi  
projekt nr. 5 (sihtfinantseerimise leping nr. 10-10-1/583)

### Aruanne



KESKKONNAINVESTEERINGUTE  
KESKUS

Tartu 2012

## Sisukord

Sisukord .....	2
1. Sissejuhatus .....	3
2. Metoodika .....	4
2.1. Testfarmid .....	4
2.2. Aparatuur ja mõõtmiste teostamine.....	4
3. Tulemused.....	5
4. Summaarne saasteaine emissioon ning emissioonifaktorid .....	8
4.1. Arvutuslik ammoniaagi ja dilämmastikoksiidi koguemissioon sõnnikuhoidlast (määrus nr. 48)	8
4.2. Ammoniaagi, dilämmastikoksiidi ja väävelvesiniku emissioon fikseeritud õhuvoo tingimustes.	9
4.2. Ammoniaagi emissioon fikseerimata õhuvoo tingimustes.....	11
4.3. Ammoniaagi, dilämmastikoksiidi ja väävelvesiniku emissioon tahesõnniku pinnakihi.....	12
5. Arutelu ja järeldused .....	13
6. Kokkuvõte ja soovitused.....	14

## 1. Sissejuhatus

Loomakasvatusest lendub välisõhku süsihappegaasi (CO<sub>2</sub>), metaani (CH<sub>4</sub>), ammoniaaki (NH<sub>3</sub>), dilämmastikoksiidi (N<sub>2</sub>O) ja väävelvesinikku (H<sub>2</sub>S). Vastavalt Välisõhu kaitse seadusele (RT I 2004, 43, 298) on saasteainete atmosfääri viija kohustatud maksma saastetasu. Loomakasvatuses on käesoleval ajal suurimaks kuluallikaks saastetasu, mida makstakse ammoniaagi ning vähemal määral dilämmastikoksiidi õhkupaiskamise eest. Saasteainete koguste kalkuleerimiseks kasutatakse keskkonnaministri määruses nr. 48 (RTL 2008, 99, 1390) „Looma- ja linnukasvatusest välisõhku eralduvate saasteainete heitkoguste määramismeetodid“ toodud meetodikaid ning emissioonifaktoreid. Nimetatud määruse vastuvõtmise vajadus tulenes Saastuse komplekse vältimise ja kontrollimise seadusest (RT I 2001, 85, 512), mis kohustas künnisvõimsusi ületavaid loomakasvatustevõtteid taotlema keskkonna kompleksluba. Kompleksloa üheks osaks on saasteainete emissiooni arvutused, mis on ka saastetasude maksmise aluseks. Määrusest nr. 48 tulenevalt on peamine saasteainete lendumise allikas sõnnikuhoidla. Hoidlatest lenduvate saasteainete emissioonifaktorid on üle võetud Euroopa Liidu vastavatest dokumentidest, peamiselt kasutati IPPC BREF materjale. Kuna Eestis on vedelsõnnikutehnoloogiat laialdasemalt kasutatud alles viimasel kümnendil, siis puuduvad ka saasteainete emissioonifaktorite osas meie kliimatilistele tingimustele vastavad võrdlusandmed.

Käesoleva uuringu eesmärkideks oli:

- 1) Hinnata tegelikku saasteainete (ammoniaak, väävelvesinik ja dilämmastikoksiid) lendumist erinevat tüüpi sõnnikuhoidlatest;
- 2) Vastavate (olemasolevate) emissioonifaktorite täpsustamine;
- 3) Pindalaühikust lähtuvate emissioonifaktorite leidmine. Määruses 48 on emissioonifaktorid esitatud protsendina potentsiaalse saasteaine hoidlasse ladustatud kogusest.

## 2. Metoodika

Usaldusväärsete andmete saamiseks toimusid mõõtmised aprillist 2010 märtsini 2012. a. üks kord kuus viiel erinevat tüüpi sõnnikuhoidlal (4 vedelsõnniku, 1 tahesõnnikuhoidla).

### 2.1. Testfarmid

Testfarmide kirjeldus on toodud tabelis 1. Esitatud on näitajad (Jõudluskontrolli aastaraamatute 2010 ja 2011 andmetel), millest lähtub määruses nr. 48 toodud arvutusmetoodika ning ka vedelsõnnikuhoidlate parameetrid.

Tabel 1. Testfarmide kirjeldus ning vedelsõnnikuhoidlate parameetrid

Nr	Farm	Loomade arv			Piimatoodang kg/lehm/aasta		Sõnnikuhoidla tüüp	Sõnniku- hoidla avatud pindala m <sup>2</sup>
		Vanuse- rühm	2010	2011	2010	2011		
1	Eesti Maaülikooli Märja katsefarm (Eerika farm OÜ) <sup>1</sup>	Lehmad	131	128	8612	8761	Ringja põhiplaaniga, betoonelementidest, permanentse betoon- katusega suletud hoidla	3,9
		Mullikad	80	74				
		Vasikad	40	35				
2	Tartu Agro AS Rahinge farm	Lehmad	523	524	10 495	10 502	Ringja põhiplaaniga, betoonelementidest, kõrge seinaga avatud hoidla	1047
3	Tartu Agro AS Vorbuse farm	Lehmad	670	672	10 495	10 502	Ringja põhiplaaniga, betoonelementidest, madala seinaga avatud hoidlad (2 tk)	2287
4	Põlva Agro OÜ Aarna farm	Lehmad	1117	1121	11 013	11 076	Plastikmaterjalist laguuntüüpi, avatud hoidla	4100

<sup>1</sup> Hoidlasse kogutakse kõikide vanuserühmade sõnnik. Ülejäänud testfarmides ladustati uurimisalustesse hoidlatesse ainult piimalehmadelt pärinev sõnnik.

Testfarmide (sõnnikuhoidlate) valikukriteeriumiks oli kõikide peamiste vedelsõnniku hoidlatüüpide esindatus.

### 2.2. Aparatuur ja mõõtmiste teostamine

Kasutatud aparatuuri loend ja seadmete kirjeldus on toodud tabelis 2. Mõõtmised viidi läbi üks kord kuus kõikidel ülalmainitud hoidlatel. Hoidlatelt saadi emissioone iseloomustavad andmerekad kahe aasta lõikes. Ühe mõõteperioodi pikkuseks kujunes keskmiselt 18 tundi, tulenevalt peamise gaasianalüsaatori

(Dräger X-am 7000) akude vastupidavusest. Andmed s.t. gaaside kontsentratsioonid (ppm), õhu temperatuur (C°) ja -relatiivne niiskus (%), fikseeriti 1 min. intervalliga.

Tabel 2. Kasutatud aparatuur

Nimetus	Kirjeldus
Tuuletunnel	Pindala 0,5 m <sup>2</sup> , õhu läbivoolu kiirus 6 m <sup>3</sup> /h, maht 0,075 m <sup>3</sup>
Dräger X-am 7000	Andmete salvestusseadmega varustatud gaasianalüsaator. Mõõdetavad gaasid: metaan (CH <sub>4</sub> ), süsihappegaas (CO <sub>2</sub> ), <b>ammoniaak (NH<sub>3</sub>)</b> , vingugaas (CO), <b>väävelvesinik (H<sub>2</sub>S)</b> .
Jerome 631-x	Andmete salvestusseadmega varustatud gaasianalüsaator. Mõõdetavad gaasid: <b>väävelvesinik (H<sub>2</sub>S)</b>
Gasmet DX-4010	Andmete salvestusseadmega varustatud FT-IR spektroskoop. Mõõdetavad gaasid: <b>naerugaas (N<sub>2</sub>O)</b>
Rotronic HygroLog	Andmete salvestusseadmega varustatud seade õhu temperatuuri ja niiskusesisalduse mõõtmiseks.

### 3. Tulemused

Tabelis 3 on toodud mõõtmistulemused vedelsõnnikuhoidlate ja kuude keskmiste lõikes. Hoidlate numeratsioon vastavalt tabelile 1. Esialgsed mõõtmistulemused (andmereal) hoidlate ja kuude lõikes on toodud aruande lisa 1 (ainult CD-1).

Tabel 3. Keskmised mõõtmistulemused hoidlate ja kuude lõikes

Hoidla	Kuu/aasta	NH <sub>3</sub> ppm	H <sub>2</sub> S ppm		N <sub>2</sub> O <sup>3</sup> ppm	Temp °C	RH %
			1 <sup>1</sup>	2 <sup>2</sup>			
1	04.2010	8,6	0,00			10,8	73,3
	05.2010	23,7	0,00				
	06.2010	12,4	0,00			17,8	85,0
	07.2010	19,2	0,02			30,2	76,4
	08.2010	14,4	0,00			24,6	99,3
	09.2010	12,4	0,00			18,5	92,3
	10.2010	5,5	0,34			6,3	91,8
	11.2010	3,1	0,04		1,03	5,0	100,0
	12.2010	0,0	0,00			-2,7	99,8
	01.2011	0,0	0,00			-0,7	47,5
	02.2011	0,0	0,00			-8,0	91,3
	03.2011	0,0	0,00			0,3	77,5
	<b>Keskmine</b>	<b>8,3</b>	<b>0,03</b>		<b>0,69</b>	<b>9,3</b>	<b>84,9</b>
	04.2011	0,7	0,00			4,0	99,9
	05.2011	15,1	0,00			19,1	53,2
	06.2011						
	07.2011	5,2	0,01			23,5	76,0
	08.2011	33,4	0,19			22,3	97,0
	09.2011	33,5	0,00			20,3	71,2

	10.2011	7,7	0,00			11,5	81,8
	11.2011	6,9	0,00			-2,8	82,1
	12.2011	1,2	0,00			-3,4	83,9
	01.2012	0,0	0,00			2,0	94,9
	02.2012	0,0	0,00			-8,1	54,6
	03.2012	0,0	0,00			-10,2	57,2
	<b>Keskmine</b>	<b>9,4</b>	<b>0,02</b>			<b>7,1</b>	<b>77,4</b>
2	04.2010	4,9	0,00			17,7	33,0
	05.2010						
	06.2010	5,9	0,00			31,0	53,0
	07.2010	18,9	1,95	0,044		28,9	68,5
	08.2010	5,0	0,00			14,8	83,3
	09.2010	5,4	0,00			13,9	79,6
	10.2010	1,7	0,00			11,5	
	11.2010	0,0	0,00			-4,8	99,9
	12.2010	0,0	0,00			-6,0	57,2
	01.2011	0,0	0,00			-5,3	47,8
	02.2011	0,0	0,00			-19,2	52,6
	03.2011	0,0	0,00			2,6	36,9
	<b>Keskmine</b>	<b>3,8</b>	<b>0,18</b>	<b>0,044</b>		<b>7,7</b>	<b>61,2</b>
	04.2011	25,8	0,00			20,6	37,3
	05.2011	0,03	0,00			12,9	55,9
	06.2011						
	07.2011	13,9	0,01			22,3	75,9
	08.2011	6,0	0,08			18,4	79,1
	09.2011	8,7	0,05			12,6	89,4
	10.2011	0,8	0,00			5,0	85,9
	11.2011	5,0	0,00			4,1	99,0
	12.2011	4,9	0,00			2,0	99,3
	01.2012	0,0	0,00			-3,7	79,2
	02.2012	0,0	0,00			-2,0	74,4
	03.2012	0,0	0,00			-12,2	53,8
	<b>Keskmine</b>	<b>5,9</b>	<b>0,01</b>			<b>7,3</b>	<b>75,4</b>
3	05.2010						
	06.2010	4,0	0,00			18,9	72,9
	07.2010	7,9	0,04			26,8	58,6
	08.2010	12,0	1,76			21,0	92,2
	09.2010	4,5	0,00	0,0409		14,9	86,1
	10.2010	0,7	0,00			5,2	83,5
	11.2010	0,0	0,00			5,5	99,6
	12.2010	0,0	0,00			-11,9	64,9
	01.2011	0,0	0,00			-5,7	68,4
	02.2011	0,0	0,00			1,4	90,8
	03.2011	0,0	0,00			-3,6	75,9
	04.2011	0,4	0,00			7,9	63,0
	<b>Keskmine</b>	<b>2,7</b>	<b>0,16</b>	<b>0,041</b>		<b>7,3</b>	<b>77,8</b>
	05.2011	2,5	0,00			9,5	65,0
	06.2011	11,3	0,28			27,5	45,1

	07.2011	5,1	0,22			19,5	87,1
	08.2011	6,2	0,00			20,1	78,3
	09.2011	4,4	0,09			18,1	84,1
	10.2011	3,0	0,00			5,4	93,9
	11.2011	2,3	0,00			6,9	95,7
	12.2011	3,6	0,00			1,5	96,3
	01.2012	12,8	0,00			-0,6	97,5
	02.2012	0,0	0,00			-11,2	59,0
	03.2012	0,0	0,00			-7,0	61,0
	04.2012						
	<b>Keskmine</b>	<b>4,6</b>	<b>0,05</b>			<b>8,2</b>	<b>78,5</b>
4							
	05.2010	5,0	0,007			14,3	85,7
	07.2010	6,4	0,492			19,2	76,4
	08.2010	6,3	0,079	0,045		23,7	81,0
	09.2010	2,0	0,029	0,043		9,3	
	10.2010	3,2	0,003			5,3	84,9
	11.2010	0,0	0,000			0,7	100,0
	12.2010	0,0	0,000			-2,5	91,5
	01.2011	0,0	0,000			-0,7	97,4
	02.2011	0,0	0,000			0,4	75,2
	03.2011	0,0	0,000			-2,1	48,7
	<b>Keskmine</b>	<b>2,3</b>	<b>0,061</b>	<b>0,044</b>		<b>6,8</b>	<b>82,3</b>
	04.2011						
	05.2011	0,9	0,00			11,1	79,5
	06.2011	8,6	0,00			14,4	81,6
	07.2011	15,3	0,00			24,1	84,6
	08.2011	0,6	0,00			16,6	96,3
	09.2011	3,8	0,05			17,2	63,9
	10.2011	3,7	0,00			6,1	95,7
	11.2011	2,7	0,00			4,2	92,0
	12.2011	1,8	0,00			3,1	100,0
	01.2012	0,0	0,00			-3,1	63,8
	02.2012	0,0	0,00			-6,6	44,2
	03.2012	0,0	0,00			3,8	67,4
	<b>Keskmine</b>	<b>3,4</b>	<b>0,004</b>			<b>8,3</b>	<b>79,0</b>
<b>Hoidlate</b>	<b>keskmine</b>	<b>5,1</b>	<b>0,065</b>	<b>0,043</b>	<b>0,69</b>	<b>7,7</b>	<b>77,1</b>

<sup>1</sup> mõõdetud Dräger X-am 7000-ga

<sup>2</sup> mõõdetud Jerome 631-x- ga

<sup>3</sup> mõõtmise keerukuse tõttu teostati 2 mõõtmist (üks kord vedel- ja üks kord tahesõnnikuhoidlal)

## 4. Summaarne saasteaine emissioon ning emissioonifaktorid

### 4.1. Arvutuslik ammoniaagi ja dilämmastikoksiidi koguemissioon sõnnikuhoidlast (määrus nr. 48)

Tabelis 4 on toodud arvutuslik ammoniaagi ja dilämmastikoksiidi emissioon (tonni aastas) vastavalt keskkonnaministri määruks nr. 48 toodud metoodikale.

Tabel 4. Arvutuslik NH<sub>3</sub> ja N<sub>2</sub>O emissioon (t/aasta) testfarmide vedelsõnnikuhoidlatest 2010. ja 2011.a.

Farm/ hoidla	Aasta	Väljaheidetes lämmastikku (M 48, tabel 10)		NH <sub>3</sub> eriheide laudas (M 48, tabel 2)		NH <sub>3</sub> eriheide hoidlas (M 48, tabel 7) %	NH <sub>3</sub> emissioon hoidlast t	N <sub>2</sub> O eriheide hoidlast (M 48, tabel 9) %	N <sub>2</sub> O emissioon hoidlast t
		kg/loom	Kokku, t	kg/loom	Kokku, t				
1 <sup>1</sup>	2010	151,0	19,8	11,3	1,5	5,0	0,92	0,1	0,017
		28,0	2,2	2,1	0,2	5,0	0,10	0,1	0,002
		9,1	0,4	0,7	0,03	5,0	0,02	0,1	0,000
						Kokku	<b>1,04</b>		<b>0,020</b>
	2011	153,6	19,7	11,5	1,5	5,0	0,91	0,1	0,017
		28,0	2,1	2,1	0,2	5,0	0,10	0,1	0,002
		9,1	0,3	0,7	0,02	5,0	0,01	0,1	0,000
					Kokku	<b>1,02</b>		<b>0,019</b>	
2	2010	173,3	90,6	13,0	6,8	40,0	<b>33,5</b>	0,1	<b>0,050</b>
	2011	173,4	90,6	13,0	6,8	40,0	<b>33,6</b>	0,1	<b>0,050</b>
3	2010	173,3	116,1	13,9	9,3	40,0	<b>42,7</b>	0,1	<b>0,064</b>
	2011	173,4	116,5	13,9	9,3	40,0	<b>42,9</b>	0,1	<b>0,064</b>
4	2010	181,8	203,1	14,5	16,2	60,0	<b>112,1</b>	0,1	<b>0,075</b>
	2011	182,9	205,0	14,6	16,4	60,0	<b>113,2</b>	0,1	<b>0,075</b>

<sup>1</sup> Andmed 3 vanuserühma kohta eraldi vt. tabel 1

Tabelist nähtub, et erinevused kahe aasta lõikes ei ole märkimisväärsed (sõltub antud arvutusskeemis aastakeskmisest loomade arvust ning –toodangust). Suurimaks kujunevad emissioonid laguuntüüpi hoidlast. Keskmised emissioonid lehma kohta aastas hoidlate lõikes on toodud tabelis 5.

Tabel 5. Keskmise NH<sub>3</sub> ja N<sub>2</sub>O emissioon lehma kohta aastas vastavalt määruse nr. 48 arvutusskeemile

Farm/hoidla	Emissioon, kg/loom/aasta	
	Ammoniaak (NH <sub>3</sub> )	Dilämmastikoksiid (N <sub>2</sub> O)
1	7,1	0,13
2	64,1	0,10
3	63,8	0,10
4	100,7	0,07

## 4.2. Ammoniaagi, dilämmastikoksiidi ja väävelvesiniku emissioon fikseeritud õhuvoo tingimustes.

Fikseeritud intensiivsusega õhuvoo sõnnikuhoidla pinna kohal saavutati tuuletunneli kasutamisega. Tuuletunneli pindala oli 0,5 m<sup>2</sup> ning ventilaatorite võimsus 6 m<sup>3</sup> õhku tunnis. Tabelis 6 on esitatud saasteainete keskmine koguemissioon, emissioon hoidla avatud pinna 1m<sup>2</sup> ning looma kohta aastas. Ööpäeva keskmine saasteainete emissioon arvutati järgmise valemi alusel:

Lendunud saasteaine kogus (g/24 h) = A x k<sub>1</sub> x k<sub>2</sub> x 24 x 2, kus:

A – mõõdetud saasteaine kontsentratsioon (ppm),

k<sub>1</sub> – kordaja üleminekuks ppm/m<sup>3</sup> sisalduselt mg/m<sup>3</sup> sisaldusele,

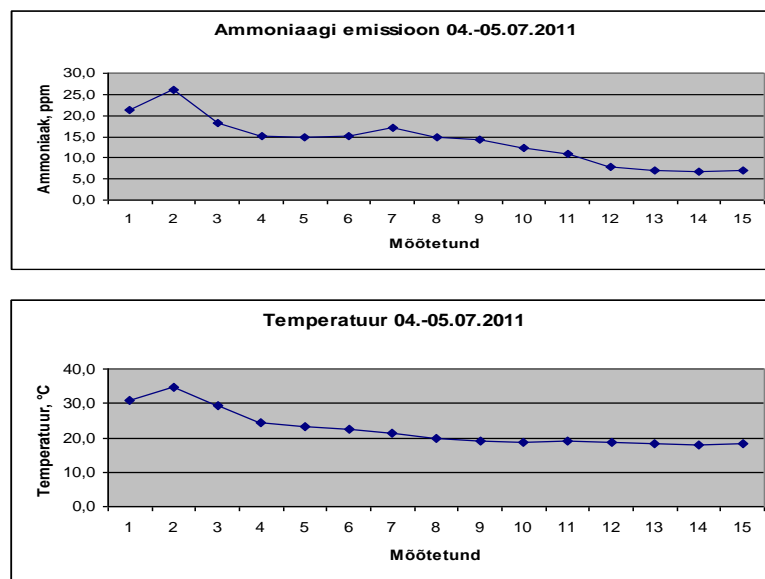
k<sub>2</sub> – ventilatsiooni maht, 6 m<sup>3</sup>/h.

Tabel 6. Keskmine saasteainete emissioon fikseeritud mahuga õhuvoo korral

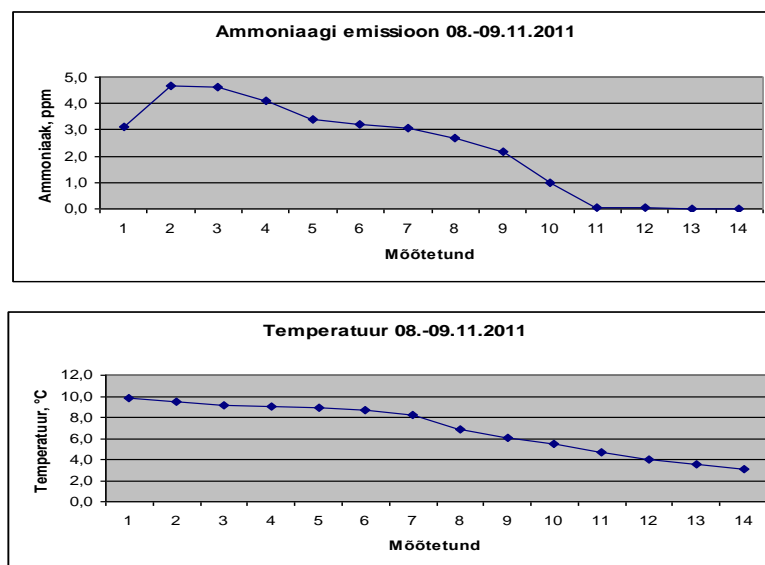
Farm/hoidla		Saasteainete emissioon aastas								
		NH <sub>3</sub>			H <sub>2</sub> S			N <sub>2</sub> O		
		kokku kg	m <sup>2</sup> kg	lehm kg	kokku, kg	m <sup>2</sup> g	lehm g	kokku, kg	m <sup>2</sup> g	lehm g
1	2010	2,42	0,62	0,019	0,02	5,29	0,16	0,55	140,4	4,18
	2011	2,86	0,73	0,022	0,01	2,81	0,09	0,62	158,3	4,82
	<b>Keskmine</b>	<b>2,64</b>	<b>0,68</b>	<b>0,020</b>	<b>0,02</b>	<b>4,05</b>	<b>0,12</b>	<b>0,58</b>	<b>149,3</b>	<b>4,50</b>
2	2010	306,4	0,29	0,59	27,3	26,1	52,2			
	2011	449,1	0,43	0,86	2,1	2,0	3,9			
	<b>Keskmine</b>	<b>377,7</b>	<b>0,36</b>	<b>0,72</b>	<b>14,7</b>	<b>14,0</b>	<b>28,0</b>			
3	2010	482,4	0,21	0,72	56,4	24,7	84,2			
	2011	547,7	0,24	0,82	19,9	7,8	26,6			
	<b>Keskmine</b>	<b>515,1</b>	<b>0,23</b>	<b>0,77</b>	<b>37,2</b>	<b>16,3</b>	<b>55,4</b>			
4	2010	850,4	0,21	0,76	33,2	8,1	29,8			
	2011	956,5	0,23	0,85	2,5	0,6	2,2			
	<b>Keskmine</b>	<b>903,4</b>	<b>0,22</b>	<b>0,81</b>	<b>33,2</b>	<b>4,4</b>	<b>16,0</b>			

Projekti raames uuritud saasteainete emissiooni üheks peamiseks mõjutajaks on hapniku olemasolu keskkonnas. Ammoniaagi (NH<sub>3</sub>) tekke eelduseks on hapniku olemasolu, anaeroobsetes tingimustes ammoniaagi teke väheneb oluliselt. Seevastu väävelvesinik (H<sub>2</sub>S) tekibki peamiselt anaeroobses s.o.

hapnikuvabas keskkonnas. Dilämmastikoksiidi ( $N_2O$ ) teke on mitmeastmeline protsess, vajades nii aeroobset kui ka hapnikuvaba keskkonda. Samuti mõjutavad nimetatud gaaside teket õhu temperatuur ( $^{\circ}C$ ) ning ammoniaagi emissiooni ka õhu liikumise kiirus (m/s) sõnniku pinnakihi kohal. Sellest tulenevalt on edasistes arvutustes ammoniaagi heitkoguste kalkuleerimisel arvestatud ka mõõteperioodi tegeliku õhu liikumise kiirusega (m/s). Kuna ammoniaagi ( $NH_3$ ), väävelvesiniku ( $H_2S$ ) ning naerugaasi ( $N_2O$ ) teke sõnnikus on mikrobiaalne protsess, siis temperatuuri alanedes mikroobide aktiivsus väheneb ning langeb ka gaaside emissioon. Temperatuuri langedes miinuspoolele mikroobide elutegevus lakkab ning gaaside lendumine lõpeb. Joonisel 1 ja 2 on näiteks esitatud ammoniaagi emissiooni (ppm) sõltuvus temperatuuri ( $^{\circ}C$ ) muutusest.



Joonis 1. Ammoniaagi emissiooni sõltuvus temperatuurist (04.-05.07. 2011.a., Vedelsõnnikuhoidla nr.2)



Joonis 2. Ammoniaagi emissiooni sõltuvus temperatuurist (08.-09.11.2011.a., Vedelsõnnikuhoidla nr.3)

## 4.2. Ammoniaagi emissioon fikseerimata õhuvoo tingimustes

Ammoniaagi tegelik emissioon saasteallika (sõnnikuhoidla) pinnalt sõltub suurel määral õhu liikumise kiirusest (õhuvoo liikumise intensiivsus ei ole fikseeritud). Ajaühikus vahetunud õhukogus sõnnikukihi pinna kohal leiti valemiga:

$\tilde{O}_v = T_k \times 6/0,0022 \times 2$ , kus:

$\tilde{O}_v$  – Vahetunud õhu kogus sõnnikukihi pinna kohal,  $m^3/h/m^2$ ;

$T_k$  – Õhu liikumise kiirus (m/s);

6 – tuuletunnelis vahetunud õhu kogus  $m^3/h$ ;

0,0022- Õhu liikumise kiirus tuuletunnelis (m/s).

Tegelik õhu keskmine liikumise kiirus konkreetsel määraajal leiti lähima Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituudi määraaja andmete põhjal. Ammoniaagi emissioon fikseerimata mahuga õhuvoo korral on toodud tabelis 7.

Tabel 7. Keskmine ammoniaagi emissioon fikseerimata mahuga õhuvoo korral

Farm/hoidla		Saasteainete emissioon aastas		
		NH <sub>3</sub>		
		kokku t	m <sup>2</sup> kg	lehm kg
1	2010	0,25	63,2	1,9
	2011	0,27	68,0	2,1
	<b>Keskmine</b>	<b>0,26</b>	<b>65,6</b>	<b>2,0</b>
2	2010	22,8	39,7	43,6
	2011	41,5	21,8	79,2
	<b>Keskmine</b>	<b>32,2</b>	<b>30,7</b>	<b>61,4</b>
3	2010	37,1	16,2	55,3
	2011	50,5	22,1	75,2
	<b>Keskmine</b>	<b>43,8</b>	<b>19,2</b>	<b>65,3</b>
4	2010	64,5	15,7	57,8
	2011	126,6	30,9	113,0
	<b>Keskmine</b>	<b>95,6</b>	<b>23,3</b>	<b>85,4</b>

### 4.3. Ammoniaagi, dilämmastikoksiidi ja väävelvesiniku emissioon tahesõnniku pinnakihilt

Tahesõnniku puhul on tulemused välja toodud ainult sõnnikukihi pindalaühiku (m<sup>2</sup>) kohta. Tahesõnnikuhooldlate puhul ei toimu kogu hoidla mahu täitumine isevoolu teel s.t. hoidla võib olla täidetud ebaühtlaselt, samuti lubatakse tahesõnnikut lühiajaliselt ladustada ka põllule auna. Sellest lähtuvalt tuleb koguemissiooni kalkuleerimiseks mõõta tahesõnnikuga kaetud ala pind. Oluliseks erinevuseks võrreldes vedelsõnnikuga on ka erineva vanusega sõnnikukihtide segunemine. Kui vedelsõnniku puhul uue koguse hoidlasse pumpamisel toimub suhteliselt kiire ja ühtlane segunemine, siis tahesõnniku puhul ladustatakse uus kogus kas vana peale või kõrvale s.t. segunemist praktiliselt ei toimu. Sellest tulenevalt on tahesõnniku puhul emissioonide arvutamise juures vajalik arvestada ka säilitusperioodi pikkusega s.t sõnnikukihi või -auna vanusega.

Projekti esimesel aastal (2010) mõõdeti saasteainete emissioone värske tahesõnniku pinnakihilt. Projekti teisel aastal (2011) moodustati sõnnikuaun selgitamaks säilitusperioodi pikkuse mõju saasteainete lendumisele. Mõõtmised toimusid vastavalt p. 2.2. toodud meetodikale, keskmised tulemused on esitatud tabelis 8. . Esialgsed mõõtmistulemused (andmereal) kuude lõikes on toodud aruande lisas 1 (ainult CD-1).

Tabel 8. Keskmise saasteainete emissioon tahesõnniku pinnakihilt

Aasta/kuu	Saasteainete emissioon aastas (m <sup>2</sup> )			
	Fikseeritud õhuvoog			Fikseerimata õhuvoog
	NH <sub>3</sub> kg	H <sub>2</sub> S kg	N <sub>2</sub> O kg	NH <sub>3</sub> kg
Keskmine 2010/2011	<b>1,44</b>	<b>0,0</b>		<b>168,1</b>
2011/apr.	0,164	0,0		17,9
2011/mai	0,107	0,0		15,7
2011/juuni	0,039	0,0		5,3
2011/juuli	0,008	0,0		1,2
2011/aug.	0,007	0,0		0,3
2011/sept.	0,00	0,0	0,10	0,0
2011/okt.	0,00	0,0		0,0
2011/nov.	0,00	0,0		0,0
2011/dets.	0,00	0,0		0,0
2012/jaan.	0,00	0,0		0,0
2012/veebr.	0,00	0,0		0,0
2012/märts	0,00	0,0		0,0
Keskmine 2011/2012	<b>0,325</b>	<b>0,0</b>	<b>0,612</b>	<b>40,4</b>

Mõõtmistulemustest nähtub, et ammoniaagi emissioon tahesõnniku pinnalt sõltub olulisel määral ladustamisperioodi pikkusest. Värskest, äsja ladustatud tahesõnnikust on ammoniaagi emissioon tulenevalt aktiivsetest mikrobiaalsetest protsessidest intensiivne. Komposteerumisprotsessi (käärimise) edenedes ammoniaagi emissioon väheneb. Täielikult komposteerunud tahesõnnikust ammoniaaki ei lendu. Komposteerumisprotsess lõpeb tavaliselt 5-6 kuul pärast tahesõnniku ladustamist. Kuna tahesõnniku puhul on keskkond kas aeroobne või tingimisi aeroobne, siis ei fikseeritud ka väävelvesiniku emissiooni.

## 5. Arutelu ja järeldused

Tabelis 9 on esitatud mõõtmiste tulemusel saadud ning määruse nr. 48 alusel kalkuleeritud ammoniaagi aasta keskmiste heitkoguste võrdlus.

Tabel 9. Arvutatud (määrus nr. 48) ning mõõtmiste tulemusel saadud ammoniaagi keskmine heitkogus

Farm/hoidla	Määrus nr.48			Mõõtmistulemused			Keskmine erinevus %
	kokku t	loom kg	m <sup>2</sup> kg	kokku t	loom kg	m <sup>2</sup> kg	
1	1,03	7,1	264,1	0,26	2,0	65,6	<b>26,1</b>
2	33,6	64,1	32,0	32,2	61,4	30,7	<b>95,9</b>
3	42,8	63,8	18,7	43,8	65,3	19,2	<b>102,5</b>
4	112,7	100,7	27,5	95,6	85,4	23,3	<b>84,8</b>

Tabelis 10 on esitatud mõõtmiste tulemusel saadud ning määruse nr. 48 alusel kalkuleeritud dilämmastikoksiidi aasta keskmiste heitkoguste võrdlus.

Tabel 10. Arvutatud (määrus nr. 48) ning mõõtmiste tulemusel saadud dilämmastikoksiidi keskmine heitkogus

Farm/hoidla	Määrus nr.48			Mõõtmistulemused			Keskmine erinevus %
	kokku t	loom kg	m <sup>2</sup> kg	kokku t	loom kg	m <sup>2</sup> kg	
1	0,020	0,13	5,1	0,00058	0,0045	0,149	<b>3,1</b>
2 <sup>1</sup>	0,050	0,10	0,05	0,156	0,30	0,149	<b>307,5</b>
2 <sup>2</sup>	1,008	1,92	0,96	0,64	1,22	0,612	<b>63,6</b>

<sup>1</sup> Hoidalalt 1 (betoonkatusega suletud hoidla) saadud mõõtmistulemused on ülekantud hoidlale 2 (avatud hoidla). Andmete ülekandmise vajadus tulenes asjaolust, et määruses 48 ei arvestata dilämmastikoksiidi heitkoguse kalkuleerimisel hoidla katmist.

<sup>2</sup> Kalkulatsioon on tehtud eeldusel, et tegemist on tahesõnnikuhoidlaga. Määrus nr. 48 tabel 9, ladustatud tehesõnniku lämmastikust lendub dilämmastikoksiidina 2 %.

Tabeli 9 põhjal võib järeldada, et määruses nr. 48 (tabel 7) toodud NH<sub>3</sub> eriheide (emissioonifaktor) jäiga kattega vedelsõnnikuhoidlatele (5 %) on ülehinnatud ca 4 korda. Ringja põhiplaaniga katteta (avatud) hoidlate puhul tuleks emissioonifaktoreid diferentseerida vastavalt hoidlate sügavusele. Sügavamatest hoidlatest (hoidla 2), nagu nähtub tabelist 9, on ammoniaagi eriheide (40 %) mõnevõrra ülehinnatud. Sarnase konstruktsiooniga, aga madalamatest hoidlatest on ammoniaagi emissioon määruses tooduga sarnane, või ületab seda mõne protsendi võrra. Laguuntüüpi avatud hoidlatest on ammoniaagi eriheide (60 %) aga ca 15 % ülehinnatud.

Määruses 48 on N<sub>2</sub>O eriheide (tabel 9) seotud ainult sõnnikuliigiga, sõnnikuhoidla katmist arvestatud ei ole. Tabelist 10 nähtub, et vedelsõnniku (avatud hoidla) puhul kasutatav emissioonifaktor (0,1 %) on ca 3 korda allahinnatud, tahesõnniku emissioonifaktor (2,0 %) aga ca 35 % ülehinnatud.

Vedelsõnniku hoidla tüüpi (vt. tabel 1) iseloomustab ka avatud pindala ühe looma kohta (m<sup>2</sup>/loom). Käesolevas uuringus olid vastavad näitajad järgmised: Hoidla nr. 1 – 0,03 m<sup>2</sup>; hoidla nr. 2 – 2,0 m<sup>2</sup>; hoidla nr. 3 – 3,4 m<sup>2</sup>; hoidla nr. 4 – 3,7 m<sup>2</sup>.

## 6. Kokkuvõtte ja soovitused

Tulenevalt Eesti kliimatilistest tingimustest ning lähtuvalt projekti raames läbi viidud mõõtmiste tulemustest võib soovitada määruses nr. 48 teha järgmised muudatused ja täpsustused:

1. Ammoniaagi emissioonifaktorit jäiga kattega vedelsõnnikuhoidlatele tuleks vähendada 5-lt 2-e protsendini, ringja põhiplaaniga madala seinaga avatud hoidlatele jätta samaks (40 %) ning laguuntüüpi avatud hoidlatele vähendada 60-lt 45-e protsendini. Lisada määrusesse emissioonifaktor ringja põhiplaaniga kõrge seinaga avatud hoidlatele – 35 %.
2. Dilämmastikoksiidi emissioonifaktorit katmata vedelsõnnikuhoidlatele suurendada 0,1-lt 0,3 protsendini, tahesõnnikuhoidlatele vähendada 2,0-lt 1,4 protsendini. Lisada määrusesse emissioonifaktor jäiga kattega vedelsõnnikuhoidlatele – 0,003 %.
3. Lisada määrusesse ammoniaagi emissioonifaktorid avatud pindalaühiku kohta aastas (kg/m<sup>2</sup>) vastavalt vedelsõnnikuhoidla tüübile järgnevalt: jäiga kattega vedelsõnnikuhoidla (avatud pindala looma kohta maksimaalselt 0,05 m<sup>2</sup>) – 65 kg/m<sup>2</sup>; ringja põhiplaaniga kõrge seinaga avatud hoidla (avatud pindala looma kohta maksimaalselt 2,5 m<sup>2</sup>) – 30 kg/m<sup>2</sup>; ringja

põhiplaaniga madal seinaga ning laguuntüüpi avatud hoidla (avatud pindala looma kohta alates  $3,5 \text{ m}^2$ ) –  $21 \text{ kg/m}^2$ .

4. Lisada määrusesse ammoniaagi emissioonifaktorid tahesõnniku pindalaühiku kohta aastas ( $\text{kg/m}^2$ ) vastavalt sõnniku säilitusperioodi pikkusele: 0...1 aasta –  $40 \text{ kg/m}^2$ ; rohkem kui 1 aasta – emissiooni mitte arvestada.
5. Lisada määrusesse dilämmastikoksiidi emissioonifaktorid avatud pindalaühiku kohta aastas ( $\text{kg/m}^2$ ) vastavalt sõnniku liigile järgnevalt: vedelsõnnik –  $0,15 \text{ kg/m}^2$ ; tahesõnnik –  $0,61 \text{ kg/m}^2$ .
6. Lisada määrusesse väävelvesiniku emissioonifaktor vedelsõnnikuhoidla avatud pindalaühiku kohta aastas -  $10 \text{ g/m}^2$ .
7. Käesoleval ajal toimub saastetasu maksmine loomakasvatusevõtete poolt kvartali põhiselt. Tulenevalt asjaolust, et sügis-talvisel perioodil kui õhutemperatuur on nulli lähedane või alla selle ning saasteainete emissiooni ei toimu tuleks ka saastetasu maksmine vastavalt sellele diferentseerida.