



www.emu.ee

Eesti Maaülikool

Estonian University of Life Sciences

Veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut

Institute of Veterinary Medicine and Animal Sciences

Veterinaaria alusteaduste ja populatsioonimeditsiini osakond

Veisekasvatuses kasutatavate sõnnikustandardite uuendamine ja täiendamine

SA Keskkonnainvesteeringute Keskuse 2012.a. keskkonnakorralduse
alamprogrammi projekt nr. 2686 (sihtfinantseerimise leping nr. 3-2_1/4-7/2012)

Aruanne



KESKKONNAINVESTEERINGUTE
KESKUS

Tartu 2014

Sisukord

1. Sissejuhatus	3
2. Metoodika.....	4
2.1. Testfarmid ja loomarühmad	4
2.2. Väljaheidete produktsioon ja keemiline koostis.....	4
2.3. Saasteainete emissioon	5
4. Tulemused	7
4.1. Väljaheidete produktsioon ja keemiline koostis looma tasemel	7
4.2. Ammoniaagi (NH ₃) ja väävelvesiniku (H ₂ S) emissioon vabapidamisega soojustamata või osaliselt soojustatud loomapidamishoonest	9
5. Kokkuvõtte	12
6. Kasutatud kirjandus	14
Lisa 1. Ex animal.....	15
Lisa 2. Ex housing.....	31

1. Sissejuhatus

Viimasel kümnendil on Eesti piimakarjakasvatustes toimunud suured muutused. Kui 2003. aastal oli keskmine piima aastatoodang jõudluskontrolli alustes karjades 5693 kg, siis 2013. aastal juba 8416 kg lehma kohta (Eesti jõudluskontrolli aastaraamat 2003 ja 2013). Veiste lõaspidamine, mis oli eelmisel sajandil intensiivses suurtootmises valdav, on asendunud vabapidamisega. Üleminek vabapidamisele on omakorda kaasa toonud tahesõnniku tehnoloogia asendumise vedelsõnniku tehnoloogiaga. Kuna aretustöö tulemusena on loomade keskmine kehamass ja toodangu tase oluliselt kasvanud, siis on suurenenud ka loomade väljaheidete produktsioon. Samuti sõltub saasteainete emissioon pidamisviisist.

Käesoleva projekti peamiseks eesmärgiks oli veiste keskmise väljaheidete produktsiooni ja selle keemilise koostise selgitamine erinevate vanuse ja toodangurühmade lõikes looma tasemel. Samuti eesti kliimatilistele tingimustele vastavate saasteainete emissioonifaktorite (ammoniaak ja väävelvesinik) määramine vabapidamisega soojustamata või osaliselt soojustatud veiste pidamiseks ettenähtud loomapidamishoones. Projekti teiseks eesmärgiks oli vastavate kalkulatsioonide lihtsustamiseks tarkvararakenduse loomine.

Saasteainete koguste kalkuleerimiseks kasutatakse käesoleval ajal keskkonnaministri määruses nr. 8 (RTI, 28.03.2014, 33) „Looma- ja linnukasvatusest välisõhku eralduvate saasteainete heitkoguste määramismeetodid“ (määruse nr. 48 uus redaktsioon) toodud meetodikaid ning emissioonifaktoreid. Nimetatud määruses on juba rakendatud käesoleva projekti tulemusena leitud väljaheidete produktsiooni ja keemilise koostise keskmisi näitajaid (Tabel 9. Väljaheidetes sisalduva lämmastiku eriheide kg/aastaloom või aastalind) erinevate veise toodangu- ja vanuserühmade lõikes. Kompleksselt kajastatakse erinevate veiserühmade keskmist väljaheidete produktsiooni ja selle keemilise koostise näitajaid koostamisel olevas põllumajandusministri nn. „Sõnnikustandardite“ määruse eelnõus. Projekti üheks eesmärgiks olnud tarkvara testversioon on leitav Põllumajandusministeeriumi kodulehelt (<http://msr.agri.ee:8888/>). Tarkvara hõlbustab sõnnikumajandust käsitlevate kalkulatsioonide tegemist (kogused, koostis, emissioonid, sõnnikuhoidla mahutavus).

2. Metoodika

2.1. Testfarmid ja loomarühmad

Mõõtmised teostati kolmes soojustamata (2) või osaliselt soojustatud (1) vabapidamisega piimakarja farmis. Farmides kasutati mikserisöötmise (TRSS) tehnoloogiat, lehmad lüpsiti lüpsiplatsil. Kõikide testfarmide piimalehmade sektsioonidest eemaldati sõnnik skreepereadmetega, allapanu kasutati minimaalselt või ei kasutatud üldse. Noorloomade sektsioonides kasutati rühmasulgudes ka allapanu. Tabelis 1 on esitatud uuritud vanuse- ja toodangurühmad testfarmide lõikes.

Tabel 1

Vanuse- ja toodangurühmad testfarmide lõikes

Toodangu- või vanuserühm	Farm 1 (M)	Farm 2 (R)	Farm 3 (T)
Lehmad	*	*	*
Vasikad (0-3 kuud)	*		
Lehmvasikad (3-6 kuud)	*	*	*
Pullvasikad (3-6 kuud)		*	
Lehmmullikad (6-12 kuud)	*	*	*
Pullmullikad (6-12 kuud)		*	
Lehmmullikad (üle 12 kuu)	*	*	*
Pullmullikad (üle 12 kuu)		*	

Mõõtmised viidi läbi ja andmed koguti perioodil oktoober 2012.a. kuni detsember 2013.a. üks kord kuus kõikide tabelis 1 toodud loomarühmade kohta.

2.2. Väljaheidete produktsioon ja keemiline koostis

Väljaheidete koguse leidmiseks kasutati üldlevinud võrrandeid (Poulsen ja Kristensen; 1997):

$$\text{Roe (kg)} = \text{sööda kuivaine (kg)} \times [1 - \text{seeduvus (\%)} / 100] / [\text{sõnniku kuivaine (\%)} / 100];$$

$$\text{Uriin (kg)} = \text{Roe (kg)} / k, \text{ kus } k - \text{koefitsient (vt. tabel 2);}$$

$$\text{Väljaheidet (kg)} = \text{Roe (kg)} + \text{Uriin (kg)}$$

Tabel 2

Koefitsient k vanuserühmade lõikes

Vanuserühm	k
Lehmad	2,2
Vasikad (0 – 6 kuud)	1,5
Mullikad (6 kuud – poegimine)	2,0
Pullikud (6 kuud – realiseerimine)	2,0

Väljaheidete lämmastiku (N) ja fosfori (P) sisalduse leidmiseks kasutati järgmist võrrandit (Poulsen ja Kristensen; 1997):

$N,P \text{ väljaheidet (kg)} = N,P \text{ sööt (kg)} - N,P \text{ piim (kg)} - N,P \text{ juurdekasv (kg)} - N,P \text{ loode (kg)}$;

Keskmine lämmastiku ja fosfori sisaldus (g/kg) piimas, kehamassi juurdekasvus ning lootes on toodud tabelis 3.

Tabel 3

Piima, kehamassi juurdekasvu ja loote keskmine lämmastiku ja fosfori sisaldus

Loomarühm	Piim, g/kg		Juurdekasv, g/kg		Loode, g/kg	
	N	P	N	P	N	P
Piimalehmad	Valgusisaldus/6,38	0,68	25,6	8,0	29,6	8,0
Vasikad			21,2	7,3		
Mullikad			28,5	7,3	29,6	8,0

Kaaliumit söödaratsioonides otseselt ei normeerita, kuna selle sisaldus on tavapäraustes veiste söötades piisav (defitsiiti ei teki) ning ka vajadusest suurem kaaliumi kogus ei põhjusta mingeid ainevahetuse- jms. terviseprobleeme. Sellest tulenevalt määrati kaaliumi kogused vahetult sõnnikuanalüüsi tulemuste põhjal.

Igal mõõtmiskorral fikseeriti ööpäeva keskmine loomade arv, reaalselt söödud sööda ning kasutatud allapanu kogus loomarühmade lõikes. Registreeriti loomade jõudlusnäitajad (piima kogus ööpäevas ning kehamassi muutus). Kehamassi muutus kalkuleeriti järgmise valemi abil:

Kehamassi muutus (kg) = Kehamass (kg) järgneval mõõtmiskorral – Kehamass (kg) eelneval mõõtmiskorral.

Igal mõõtmiskorral võeti sõnnikuproovid, sööda- ja allapanu proove võeti vastavalt vajadusele. Sõnniku- ja allapanu keemilisel analüüsil määrati proovidest kuivaine, lämmastiku, fosfori ja kaaliumisisaldus. Söödaproovidele lisandus ka orgaanilise aine seeduvuse näitaja. Keemilise analüüsi teostas Saku Põllumajandusuuringute Keskuse akrediteeritud agrookeemia (sõnnik) või taimse materjali (söödad, allapanu) labor.

2.3. Saasteainete emissioon

Saasteainetest määrati ammoniaagi (NH₃), väävelvesiniku (H₂S) ja süsihappegaasi (CO₂) kontsentratsioonid (ppm), samuti mõõdeti õhutemperatuuri (°C) ning relatiivset niiskust (%). Mõõtmised viidi läbi 1 kord kuus omavahel isoleeritud loomaruumides. Mõõteperioodi kestus oli 24 h, ammoniaagi, väävelvesiniku ja süsihappegaasi kontsentratsioonid fikseeriti ühe minuti ning temperatuuri ja õhu niiskuse näit ühe tunni intervalliga. Mõõteaparatuuri loend ning parameetrid on toodud tabelis 4.

Saasteainete koguse kalkuleerimiseks vajaliku ventilatsiooni mahu arvutamiseks kasutati süsihappegaasi massi tasakaalu meetodit, valemina:

$$q_v = \frac{P}{C_{in} - C_{out}}, \text{ kus}$$

P – gaasi emissioon g/h, milleks süsihappegaasi (CO_2) puhul on 330 g looma kohta (CIGR,1984);

C_{in} ja C_{out} – vastavalt sise- ja välisõhu süsihappegaasi kontsentratsioon g/m^3

Aasta keskmise ammoniaagina lendunud lämmastiku emissioonifaktori leidmiseks loomapidamishoones kasutati järgmist valemit:

Emissioonifaktor (%) = Lendunud ammoniaagi kogus (kg/aasta) x 0,824 / väljaheidetega eritunud lämmastiku kogus (kg/aasta) x 100, kus 0,824 – lämmastiku osakaal ammoniaagis.

Tabel 4

Mõõteseadmete loend

Nr	Nimetus	Mõõdetav gaas/näitaja	Kirjeldus
2	Dräger X-am 7000	CO_2 ; NH_3 ; H_2S	(Dräger Safety GmbH) Andmete salvestusseadmega varustatud mõõteseade. Elektrokeemiline NH_3 analüsaator, mõõtepiirkond 0...200 ppm; elektrokeemiline H_2S analüsaator, mõõtepiirkond 0...20 ppm.
3	Jerome 631-x	H_2S	Andmete salvestusseadmega varustatud mõõteseade, mõõtepiirkond 0,003-50 ppm.
4	Rotronic HygroLog	Temperatuur; õhu niiskus	(Rotronic AG) Andmete salvestusseadmega varustatud mõõteseade.

4. Tulemused

4.1. Väljaheidete tootmine ja keemiline koostis looma tasemel

Tabelis 5 on esitatud aasta keskmine kuivaine-, lämmastiku- ja fosfori söömus; väljaheidete tootmine ja keemiline koostis looma kohta testfarmide ning uuritud vanuse- ja tootmisühikute lõikes. Vastavad näitajad kuude ja testfarmide lõikes on toodud aruande lisal. „Ex animal“.

Tabel 5

Toitefaktorite söömus ja väljaheidete kogus ja keemiline koostis loomarühmade lõikes

Farm nr.	Loomarühm/toodang aastas	Söömus			Väljaheidet				
		k.a kg	N kg	P kg	Kogus t	k.a %	N kg	P kg	K kg
1	Lehmad, 8 985 kg	7792	192	36	25,0	15,8	140	29	
2	Lehmad, 10 198 kg	7823	211	45	26,0	14,3	155	38	
3	Lehmad, 9 871 kg	7603	206	41	25,1	15,5	152	33	
Keskmine	Lehmad, 9 685 kg	7739	203	41	25,4	15,2	149	33	112
1	Vasikad (0-3 kuud)	258	6,9	0,5	0,5	12,9	5,0	0,1	
1	Lehmvasikad (3-6 kuud)	486	12,7	2,5	1,8	10,5	11,1	2,1	
2	Lehmvasikad (3-6 kuud)	531	13,0	1,9	1,9	12,3	11,5	1,8	
3	Lehmvasikad (3-6 kuud)	593	15,4	3,1	2,5	12,7	13,6	2,6	
Keskmine	Lehmvasikad (0-6 kuud)	795	20,6	3,0	2,6	12,9	17,0	2,1	17,1
2	Pullvasikad (3-6 kuud)	433	10,5	1,6	1,8	12,1	8,9	1,2	
Keskmine	Pullvasikad (0-6 kuud)	692	17,4	2,1	2,4	12,5	13,9	1,3	8,9
1	Lehmmullikad (6-12 kuud)	719	15,1	2,1	3,8	10,7	11,5	1,2	
2	Lehmmullikad (6-12 kuud)	1517	35,3	6,9	4,7	14,6	32,0	6,1	
3	Lehmmullikad (6-12 kuud)	1489	28,1	6,8	6,1	13,4	24,8	5,9	
1	Lehmmullikad (üle 12 kuu)*	3000	63,1	8,6	12,9	13,0	53,3	6,0	
2	Lehmmullikad (üle 12 kuu)*	4551	105,0	24,0	12,5	16,8	96,7	21,5	
3	Lehmmullikad (üle 12 kuu)*	3303	71,3	15,3	13,5	13,6	62,0	12,9	
Keskmine	Lehmmullikad (6 kuud- poegimine)*	3051	66,1	13,2	11,4	13,7	58,1	11,1	48,7
2	Pullmullikad (6-12 kuud)	1628	36,9	6,3	5,2	17,0	30,8	5,1	
Keskmine	Pullmullikad (6 kuud- realiseerimine)	2183	49,4	8,5	7,0	17,0	41,3	6,8	24,8

* Söömus ja väljaheidete kogus ning koostis aastas

** Realiseerimine ca 440 kg raskuselt, juurdekasv 900...1000 g päevas

Tabelis 6 on toodud toitainete keskmised kontsentratsioonimäärad tonni väljaheidete kohta loomarühmade lõikes.

Viimasel kümnel aastal toimunud muutused veiste tootangu ja vanuserühmade väljaheidete tootmisel ja keemilises koostises on esitatud tabelis 7. Võrdlusena on toodud taani vastavad näitajad (Normtal, 2012). Muutuste põhjused on mitmekesised. Pika aja vältel on piimaveiste aretuse peamiseks eesmärgiks olnud tootangu suurendamine, millega paratamatult kaasneb loomade keskmise kehamassi ja ka väljaheidete tootmise kasv.

Tabel 6

Väljaheidete keskmised toitainete kontsentratsioonimäärad loomarühmade lõikes

Loomarühm	Toitainete kontsentratsioon, kg/t		
	N	P	K
Lehmad	5,9	1,3	4,4
Lehmvasikad (0-6 kuud)	6,7	0,8	6,7
Pullvasikad (0-6 kuud)	5,9	0,6	3,8
Lehmmullikad (6 kuud-poegimine)	5,1	1,0	4,3
Pullmullikad (6 kuud- realiseerimine)	6,2	1,0	3,7

Seoses uute teadmistega loomade söötmise ja seedefüsioloogia vallas on muutunud söötmise ja ratsioonide koostamise põhimõtted. Intensiivses piimakarjakasvatuses kasutatakse praegusel ajal silol põhinevaid söödaratsioone, laialdaselt rakendatakse mikserisöötamise tehnoloogiat. Samuti on oluliselt paranenud söötade, eeskätt silo kvaliteet. Ratsioonid koostatakse enamasti vastavalt loomade füsioloogilise toitefaktorite tarbele, lähtuvalt söötade keemilise analüüsi tulemustest.

Tabel 7

Muutused väljaheidete produktsioonis ja keemilises koostises

Lehmad (9000 kg)					
Allikas	Kogus, t	K. a. %	N, kg	P, kg	K, kg
Projekt	23,6	15,2	138	31	104
Määrus 48*	24,6		153		
Normtal 2012	21,2		138	20	98
Lehmvasikad (0-6 kuud)					
Allikas	Kogus, t	K. a. %	N, kg	P, kg	K, kg
Projekt	2,6	12,9	17,0	2,1	17,1
Määrus 48*	2,4		9,1		
Normtal 2012	2,5		27,0	3,0	17,1
Pullvasikad (0-6 kuud)					
Allikas	Kogus, t	K. a. %	N, kg	P, kg	K, kg
Projekt	2,4	12,5	13,9	1,3	8,9
Määrus 48*	2,4		9,1		
Normtal 2012	1,3		11,6	1,2	8,9
Lehmmullikad (6 kuud - poegimine)					
Allikas	Kogus, t	K. a. %	N, kg	P, kg	K, kg
Projekt	11,4	13,7	58,1	11,1	48,7
Määrus 48*	8,0		28,0		
Normtal 2012	5,7		50,4	6,6	48,7
Pullmullikad (6 kuud - realiseerimine)					
Allikas	Kogus, t	K. a. %	N, kg	P, kg	K, kg
Projekt	7,0	17,0	41,3	6,8	24,8
Määrus 48*	12,5		61,3		
Normtal 2012	2,8		24,3	3,8	12,4

* Määruse nr. 8 (RTI, 28.03.2014, 33) „Looma- ja linnukasvatusest välisõhku eralduvate saasteainete heitkoguste määramismeetodid“ eelmine redaktsioon.

Tabelist nähtub, et piimalehmade söötmine on muutunud efektiivsemaks, paranenud on eeskätt põhisöötade kvaliteet s.t. seeduvus ja ratsioonide koostamise täpsus. Selle tulemusena keskmine väljaheidete produktsioon on vähenenud. Lehmnoorkarja plaanipärasele söötmisele pöörati varem (määruse 8 eelmise redaktsiooni eelnõu koostamise ajal kättesaadavad materjalid) suhteliselt vähe tähelepanu. Loomi söödeti suhteliselt madal kvaliteediga söötadega. Kuna see on üks karja taastootmise põhialuseid, siis praeguseks on ka mullikate söötmine oluliselt paranenud, tulemused kajastuvad ülaltoodud tabelis. Lihaks kasvatatavate pullmullikate söötmine on samuti muutunud oluliselt intensiivsemaks ja täpsemaks. Võrreldes taani vastavate näitajatega nähtub, et kuigi söötade kvaliteet ja söötmine vastavus looma vajadustele on viimasel kümnendil oluliselt paranenud, jätkub parendamisruumi veel küllaga.

4.2. Ammoniaagi (NH₃) ja väävelvesiniku (H₂S) emissioon vabapidamisega soojustamata või osaliselt soojustatud loomapidamishoonest

Saasteainete emissioon loomapidamishoonest sõltub paljudest väga erinevatest teguritest.

* *Söötade kvaliteet ja ratsiooni vastavus looma füsioloogilistele vajadustele.* Madala seeduvuse ja toitefaktoritega kontsentratsiooniga söötasid vajab loom oma vajaduste katmiseks koguseliselt rohkem. Selle tõttu suureneb ka väljaheidete produktsioon. Ammoniaagi lendumise ulatust mõjutab otseselt söödaratsiooni proteiini (lämmastiku) ja eriti proteiini ning teiste toitefaktorite (energia) tasakaalustatud sisaldus. Juhul kui ratsioonis on proteiini liiaga, siis looma organism seda ei omasta ning see väljutatakse peamiselt uriini koostises.

* *Pidamisviis ja sõnniku koristamise tehnoloogia.* Pidamisviisist sõltub väljaheidetega saastuva pindala suurus. Mida suurem on sõnnikuga saastuva pindala suurus, seda suurem on ka saasteainete emissioon. Lõaspidamisega laudas on selline pind suhteliselt väike, kuna loomad ei puudub liikumise võimalus ning lehma lüpstakse tavaliselt asetel (torusselüps). Lõaspidamisega laudas saastub väljaheidetega sõnnikukäik ja mõnevõrra ka looma ase. Tavapäraselt kasutatakse lõaspidamisega laudas ka rohkelt allapanu (tahesõnnik), mis omakorda vähendab saasteainete emissiooni. Vabapidamisega laudas on väljaheidetega saastuva pinna suurus kordades suurem: söötamis-puhkeala, liikumiskäigud lüpsiplatsile, lüpsiplatsi eelooteala. Allapanu kasutatakse vähe või ei kasutata üldse (vedelsõnnik). Saasteainete emissioon loomapidamishoonest sõltub sõnniku koristamise sagedusest, mida sagedasem see on, seda vähem saasteaineid lendub.

* *Mikrokliima ja ventilatsioon.* Mikrokliima parameetritest mõjutab saasteainete emissiooni eeskätt lauda sisetemperatuur. Kuna saasteainete emissioon on peamiselt mikroobsete protsesside tagajärg, siis madalatel temperatuuridel (mikroorganismide elutegevus väheneb või lakkab sootuks) on lendumine oluliselt väiksem. Tavapäraselt on vanad lõaspidamisega laudad soojustatud ehitised, kus ka külmal aastaajal temperatuur ei lange alla 0°C. Seevastu uued vabapidamisega loomapidamishooned on kas osaliselt või ka täielikult soojustamata ehitised. Eriti viimastes sõltub sisetemperatuur otseselt välistemperatuurist ning külmal aastaajal ei ole null kraadist madalamad temperatuurid harulduseks. Teiseks oluliseks füüsikaliseks emissiooni mõjutajaks on õhu liikumise kiirus väljaheidetega saastunud pinna kohal. Mida rohkem ajaühikus õhku vahetub, seda suurem on ka summaarne saasteainete

lendumine, samal ajal saasteainete kontsentratsioon väheneb. Lõaspidamise soojustatud veiselaudad on reeglina sundventilatsiooniga, vabapidamisega soojustamata ja osaliselt soojustatud veiselaudad aga loomuliku ventilatsiooniga. Sellest tulenevalt on ventilatsiooni mahud soojustamata või osaliselt soojustatud veiselaudades kümnetes kordades suuremad.

Tabelis 8 on esitatud ammoniaagi (NH₃) ja väävelvesiniku (H₂S) lendumine loomaruumides veiste toodangu ja vanuserühmade lõikes.

Tabel 8

Ammoniaaklämmastiku ja väävelvesiniku lendumine loomaruumidest aastas või üleskasvatamisperioodis

Lehmad			
Testfarm	NH ₃		H ₂ S
	Kg/loom	Emissioonifaktor, %	Kg/loom
1	5,8	3,4	0,13
2	8,5	4,5	0,48
2	3,1	1,7	0,31
Keskmine	5,8	3,2	0,31
Vasikad (0-3 kuud)			
1	0,09	1,4	0,001
Lehmvasikad (3-6 kuud)			
1	0,8	5,3	0,013
2	0,8	4,7	0,002
3	1,3	7,8	0,014
Keskmine	1,0	5,9	0,010
Lehmvasikad (0-6 kuud)			
Keskmine	1,1	4,7	0,010
Lehmmullikad (6-12 kuud)			
1	1,5	9,5	0,028
2	1,6	3,5	0,003
3	2,6	8,6	0,028
Keskmine	1,9	6,3	0,020
Lehmmullikad (üle 12 kuu)			
1	3,1	4,5	0,053
2	3,2	2,5	0,006
3	5,2	6,9	0,056
Keskmine	3,8	4,2	0,039
Lehmmullikad (6 kuud - poegimine)			
Keskmine	3,8	5,0	0,039
Pullvasikad (3-6 kuud)			
2	1,3	9,7	0,045
Pullvasikad (0-6 kuud)			
Keskmine	1,4	7,2	0,046
Pullmullikad (6-12 kuud)			
2	2,7	6,2	0,090
Pullmullikad (6 kuud - realiseerimine)			
Keskmine	2,0	6,2	0,067

Kui piimakarja peetakse tavaliselt soojustamata ehitistes ning allapanu ei kasutata, siis noorkarja laudad on sageli osaliselt soojustatud ning kasutatakse ka mõningast kogust allapanu. Allapanuna kasutatakse saepuru (hõövlilaaste), turvast või peenestatud põhku. Keskmiseks allapanu koguseks kõikide testfarmide ja noorkarja vanuserühmade lõikes kujunes 2,4 kg looma kohta päevas. Rakendatakse tehnoloogiaid, mille puhul sõnnikut noorkarja rühmasulgudest (eriti lihaks kasvatatavad pullmullikad) ei koristata igapäevaselt. Sellest tulenevalt (osaliselt soojustatud loomapidamishoone, sõnniku koristamise sagedus) on noorkarja pidamist iseloomustavad emissioonifaktorid võrreldes piimalehmade vastavate näitajatega suuremad. Tabelis 9 on ülaltoodud emissioonifaktoreid võrreldud määruses nr. 8 (RTI, 28.03.2014, 33) „Looma- ja linnukasvatusest välisõhku eralduvate saasteainete heitkoguste määramismeetodid“ tooduga. Võrdlusena on esitatud taani vastavad näitajad (Normtal, 2012).

Tabel 9

Ammoniaaklämmastiku emissioonifaktorite võrdlus

Vanuse- või toodangurühm	Pidamisviis, sõnniku eemaldamise tehnoloogia	Projekt		Määrus nr. 8 (48)		Normtal 2012	
		kg	%	kg	%	kg	%
Piimalehmad (9000 kg)	Vabapidamine, skreeper, allapanuta	5,8	3,2	11,5	7,5	5,4	3,8
Lehmvasikad (0 – 6 kuud)	Vabapidamine, rühmasulud, skreeper, vähene allapanu	1,1	4,7	0,7	7,5	1,6	6,0
Lehmmullikad (6 kuud – poegimine)	Vabapidamine, rühmasulud, skreeper, vähene allapanu	3,8	5,0	2,1	7,5	2,7	5,4
Pullvasikad (0 – 6 kuud)	Vabapidamine, rühmasulud, skreeper, vähene allapanu	1,4	7,2	0,7	7,5	0,7	6,0
Pullmullikad (6 kuud – realiseerimine)	Vabapidamine, rühmasulud, skreeper, vähene allapanu	2,0	6,2	4,6	7,5	1,3	5,3

Tabelist nähtub, et määruses nr. 8 on enim ülehinnatud piimalehmade soojustamata vabapidamisega vähese allapanuga (allapanuta) lauda ammoniaaklämmastiku lendumist käsitlev emissioonifaktor. Eeldatavasti on selle põhjuseks asjaolu, et praegused emissioonifaktorid baseeruvad kirjanduse allikatele s.t vastavad mõõtmised on tehtud soojema kliimaga piirkondades. Kuna soojustamata lauda sisetemperatuur sõltub otseselt välistemperatuurist, siis sügis-talvisel madala temperatuuriga perioodil väheneb saasteainete emissioon oluliselt. Keskmise sisetemperatuur testfarmide soojustamata piimakarja lautades oli uurimisperiodil 11°C, varieerudes kuude lõikes –5,8°C kuni 22,6°C-ni. Osaliselt soojustatud noorkarja sektsioonides oli keskmine sisetemperatuur veidi kõrgem 13,4°C, varieerudes kuude lõikes vahemikus 3,4 kuni 23,0°C. Täpsem ülevaade mõõtmiskordade ja testfarmide lõikes on toodud aruande lisas 2 „Ex housing“.

5. Kokkuvõtte

Käesoleva projekti raames leitud keskmise väljaheidete produktsiooni ja keemiline koostise näitajad veise kohta vastavate vanuse- ja toodangurühmade lõikes on juba kajastatud keskkonnaministri määruse „Looma- ja linnukasvatusest välisõhku eralduvate saasteainete heitkoguste määramismeetodid“ uues redaktsioonis. Projekti tulemustele tuginedes tuleks järgnevas redaktsioonis korrigeerida määruse tabelit 2 „Lämmastiku lendumine ammoniaagina veisekasvatushoonest eri pidamisviiside ja vanuserühmade kaupa“ (tabel 10).

Tabel 10

Lämmastiku lendumine ammoniaagina veisekasvatushoonest eri pidamisviiside ja vanuserühmade kaupa. *Täiendused on märgitud kaldkirjas.*

	Pidamisviis, sõnniku eemaldamise süsteem	Lendumine klaut, % <i>vana</i>	Lendumine klaut, % <i>uus</i>
Piima- või ammlehm, lehm- või pullmullikad, muud veised	Lõaspidamine, sõnnikueemaldus mobiilse vahendiga 2-3 korda päevas, rohke allapanu (avatud süsteem)	5,0	5,0
	Lõaspidamine, kraapkonveierid, sõnnikueemaldus >3 korda päevas, rohke allapanu (avatud süsteem)	4,5	4,5
	Lõaspidamine, skreepersedmed, sõnnikueemaldus 2-3 korda päevas, rohke allapanu (suletud süsteem)	4,0	4,0
	Lõaspidamine, skreepersedmed, sõnnikueemaldus >3 korda päevas, rohke allapanu (suletud süsteem)	3,5	3,5
	Vabapidamine (<i>soojustamata laut</i>) skreepersedmed, sõnnikueemaldus mobiilse vahendiga 2-3 korda päevas, vähene allapanu	8,0	3,5
	Vabapidamine (<i>soojustamata laut</i>) skreepersedmed, sõnnikueemaldus mobiilse vahendiga >3 korda päevas, vähene allapanu	7,5	3,2
	Vabapidamine sõnnikukanalid (<i>soojustamata laut</i>), vähene allapanu	10,0	5,0
	Vabapidamine (<i>soojustamata laut</i>), sügavallapanu	7,5	3,2
	Vabapidamine (<i>osaliselt soojustatud laut</i>) skreepersedmed, sõnnikueemaldus mobiilse vahendiga 2-3 korda päevas, vähene allapanu		5,5
	Vabapidamine (<i>osaliselt soojustatud laut</i>) skreepersedmed, sõnnikueemaldus mobiilse vahendiga >3 korda päevas, vähene allapanu		5,0
	Vabapidamine sõnnikukanalid (<i>osaliselt soojustatud laut</i>), vähene allapanu		6,5
	Vabapidamine (<i>osaliselt soojustatud laut</i>), sügavallapanu		5,0

Tabel 10 järg

Vasikad	Vabapidamine (<i>osaliselt soojustatud laut</i>), sügavallapanu	5,0	4,0
	Vabapidamine (<i>osaliselt soojustatud laut</i>), vähene allapanu	7,5	6,0

Lendunud saasteainete koguste kalkuleerimisel tuleks väävelvesiniku veisekasvatust puudutavas osas kasutada tabelis 11 toodud näitajaid.

Tabel 11

Väävelvesiniku lendumine looma kohta veisekasvatuses aastas või üleskasvatamisperioodis

Vanuse- ja toodangurühm	Lendumine, kg/loom
Lehmad	0,310
Lehmvasikad (0 – 6 kuud)	0,010
Lehmmullikad (6 kuud – poegimine)	0,039
Pullvasikad (0 – 6 kuud)	0,046
Pullmullikad (6 kuud – realiseerimine)	0,067

6. Kasutatud kirjandus

CIGR, Climatization of Animal Houses, Report of working group on climatisation of animal houses, Report of working group, Aberdeen, Scotland, 1984.

Eesti jõudluskontrolli aastaraamat 2003 -

https://www.jkkeskus.ee/assets/tekstid/aastaraamatud/aastaraamat_2003.pdf

Eesti jõudluskontrolli aastaraamat 2013 -

https://www.jkkeskus.ee/assets/tekstid/aastaraamatud/aastaraamat_2013.pdf

Looma- ja linnukasvatusest välisõhku eralduvate saasteainete heitkoguste määramismeetodid, keskkonnaministri määruses nr. 8 (RTI, 28.03.2014, 33) -

https://www.riigiteataja.ee/otsingu_tulemus.html?sakk=kehtivad&otsisona=Looma-+ja+linnukasvatusest+v%C3%A4lis%C3%B5hku

Poulsen, H.D., Kristensen, V.F. (eds.) Standard Values for Farm Manure. DIAS report No. 7, 1997. - Danish Institute of Agricultural Sciences

Taani sõnnikustandard, Normtal 2012; Hanne Damgaard Poulsen (ed.): Normtal for husdyrgodning – 2012;

http://anis.au.dk/fileadmin/DJF/Anis/Normtal_2012_august_ny_2012.pdf

Kuupäev	Farm	EX ANIMAL				LEHMULLIKAD üle 12 kuu								
		Söödas kg/päev/loom				live päev/loom			Sõnnik päev, loom				Sõnnik, kg/t	
		Kuivaine	N	P	Org.aine seeduvus, %	Kogus, kg	N, g	P, g	Kogus, kg	kuivaine, %	N, kg	P, kg	N	P
27.11.2012	3	8,8	0,17	0,03	62,0	0,65	18,5	4,7	33,6	14,9	0,15	0,03	4,4	0,8
		8,2	0,15	0,03	60,4	0,80	22,8	5,8	32,7	14,9	0,13	0,02	3,9	0,7
		14,0	0,35	0,05	65,5	0,80	22,8	5,8	47,9	15,1	0,32	0,05	6,7	1,0
17.12.2012	3	8,8	0,17	0,03	62,0	0,65	18,5	4,7	37,2	13,5	0,15	0,03	4,0	0,8
		8,2	0,15	0,03	60,4	0,80	22,8	5,8	36,1	13,5	0,13	0,02	3,5	0,6
		14,0	0,35	0,05	65,5	0,80	22,8	5,8	53,2	13,6	0,32	0,05	6,1	0,9
15.01.2013	3	6,7	0,12	0,03	62,3	0,65	18,5	4,7	28,5	13,3	0,10	0,02	3,6	0,7
		7,1	0,12	0,02	59,7	0,80	22,8	5,8	31,9	13,4	0,10	0,02	3,2	0,6
		14,0	0,35	0,05	65,5	0,80	22,8	5,8	53,2	13,6	0,32	0,05	6,1	0,9
11.02.2013	3	6,2	0,09	0,03	63,0	0,65	18,5	4,7	27,4	12,6	0,07	0,02	2,7	0,7
		6,5	0,08	0,02	58,1	0,80	22,8	5,8	32,5	12,7	0,06	0,02	1,9	0,5
		13,7	0,33	0,06	65,3	0,80	22,8	5,8	55,4	12,9	0,31	0,05	5,6	1,0
25.03.2013	3	9,2	0,19	0,04	66,5	0,65	18,5	4,7	34,1	13,6	0,17	0,03	4,9	1,0
		8,5	0,16	0,03	62,9	0,80	22,8	5,8	34,8	13,6	0,13	0,03	3,8	0,8
		14,2	0,35	0,07	67,9	0,80	22,8	5,8	49,5	13,8	0,33	0,06	6,6	1,2
18.04.2013	3	9,3	0,16	0,04	66,8	0,65	18,5	4,7	30,7	15,1	0,14	0,04	4,6	1,2
		8,6	0,15	0,04	62,9	0,80	22,8	5,8	31,7	15,1	0,13	0,03	4,1	1,1
		13,7	0,32	0,07	67,7	0,80	22,8	5,8	43,4	15,3	0,30	0,06	6,8	1,4
23.05.2013	3	9,3	0,16	0,04	66,8	0,65	18,5	4,7	34,3	13,5	0,14	0,04	4,1	1,1
		8,6	0,15	0,04	62,9	0,80	22,8	5,8	35,3	13,5	0,13	0,03	3,7	0,9
		13,7	0,32	0,07	67,7	0,80	22,8	5,8	48,4	13,7	0,30	0,06	6,1	1,2
16.06.2013	3	6,7	0,13	0,03	59,7	0,65	18,5	4,7	29,5	13,8	0,11	0,03	3,8	0,9
		6,3	0,12	0,03	58,2	0,80	22,8	5,8	28,8	14,0	0,10	0,02	3,4	0,8
		8,8	0,21	0,04	59,3	0,80	22,8	5,8	38,6	14,0	0,18	0,04	4,8	1,0
19.07.2013	3	6,6	0,12	0,03	59,7	0,65	18,5	4,7	31,7	12,5	0,10	0,02	3,1	0,7
		5,7	0,10	0,02	57,8	0,80	22,8	5,8	29,0	12,5	0,08	0,02	2,7	0,7
		9,9	0,27	0,05	61,0	0,80	22,8	5,8	45,5	12,7	0,25	0,04	5,5	0,9
21.08.2013	3	6,6	0,12	0,03	59,7	0,65	18,5	4,7	30,5	13,0	0,10	0,03	3,3	0,8
		5,7	0,10	0,03	57,8	0,80	22,8	5,8	27,9	13,0	0,08	0,02	2,8	0,8
		9,9	0,27	0,05	60,4	0,80	22,8	5,8	44,5	13,2	0,25	0,05	5,7	1,1
26.09.2013	3	7,2	0,18	0,04	62,0	0,65	18,5	4,7	34,2	12,0	0,16	0,04	4,7	1,1
		6,3	0,14	0,03	57,3	0,80	22,8	5,8	33,5	12,0	0,11	0,03	3,4	0,8
		9,7	0,24	0,05	61,7	0,80	22,8	5,8	45,8	12,2	0,22	0,05	4,7	1,0
23.10.2013	3	7,8	0,18	0,05	61,7	0,85	24,2	6,2	34,4	13,0	0,15	0,04	4,5	1,1
		7,0	0,15	0,04	58,4	0,90	25,7	6,6	33,5	13,0	0,13	0,03	3,8	0,9
		9,8	0,23	0,06	62,4	0,90	25,7	6,6	42,0	13,1	0,21	0,05	4,9	1,2

29.11.2013	3	7,9	0,18	0,05	61,8	0,85	24,2	6,2	31,0	14,6	0,16	0,04	5,1	1,3
		9,0	0,21	0,05	58,1	0,90	25,7	6,6	38,5	14,7	0,18	0,04	4,7	1,1
		13,2	0,32	0,07	63,8	0,90	25,7	6,6	48,2	14,8	0,29	0,07	6,1	1,4
18.12.2013	3	8,2	0,19	0,04	62,4	0,85	24,2	6,2	33,1	14,0	0,16	0,04	4,9	1,1
		6,1	0,13	0,03	57,7	0,90	25,7	6,6	27,7	13,9	0,10	0,02	3,7	0,8
		10,1	0,25	0,05	63,2	0,90	25,7	6,6	39,6	14,1	0,22	0,05	5,6	1,2
		kg	kg	kg	%	kg	kg	kg	t	%	kg	kg	kg/t	kg/t
Aasta/kg		3302,9	71,3	15,3	62,1	284,2	8,1	2,1	13,5	13,6	62,0	12,9	4,6	1,0

		EX HOUSING							LEHMULLIKAD üle 12 kuu							EX HOUSING					
Kuupäev	Farm	NH3 kg/24h	NH3 g/24h/loom	Allapanu/loompäev					Sõnnik päev, loom				Sõnnik kg/t		Emissioonifaktor NH3 %	Temp		RH		H2S	
				kg	kg/k.a	N/g	P/g	K/g	Kogus, kg	kuivaine, %	N, kg	P, kg	N	P		°C	%	g/24h	g/24h/loom		
27.11.2012	3	5,7	9,5	0,50	0,29	0,3	0,02	0,04	34,1	15,59	0,139	0,03	4,1	0,8		5,5	75,9	73,3	0,122		
		5,7	9,5	0,50	0,29	0,3	0,02	0,04	33,2	15,59	0,118	0,02	3,6	0,7		5,5	75,9	73,3	0,122		
		5,7	9,5	0,50	0,29	0,3	0,02	0,04	48,4	15,59	0,313	0,05	6,5	1,0		5,5	75,9	73,3	0,122		
17.12.2012	3	2,3	3,7	0,48	0,24	0,3	0,04	0,13	37,7	13,97	0,145	0,03	3,8	0,8		6,9	88,1	3,2	0,005		
		2,3	3,7	0,48	0,24	0,3	0,04	0,13	36,6	13,97	0,124	0,02	3,4	0,6		6,9	88,1	3,2	0,005		
		2,3	3,7	0,48	0,24	0,3	0,04	0,13	53,6	13,97	0,319	0,05	5,9	0,9		6,9	88,1	3,2	0,005		
15.01.2013	3	6,2	9,7	0,48	0,24	0,3	0,04	0,13	29,0	13,95	0,092	0,02	3,2	0,7							
		6,2	9,7	0,48	0,24	0,3	0,04	0,13	32,3	13,95	0,091	0,02	2,8	0,6							
		6,2	9,7	0,48	0,24	0,3	0,04	0,13	53,7	13,95	0,313	0,05	5,8	0,9							
11.02.2013	3			0,48	0,24	0,3	0,04	0,13	27,9	13,20	0,073	0,02	2,6	0,7							
				0,48	0,24	0,3	0,04	0,13	33,0	13,20	0,062	0,02	1,9	0,5							
				0,48	0,24	0,3	0,04	0,13	55,9	13,20	0,310	0,05	5,5	1,0							
25.03.2013	3			0,48	0,24	0,3	0,04	0,13	34,5	14,10	0,168	0,03	4,9	1,0		12,2	71,8				
				0,48	0,24	0,3	0,04	0,13	35,3	14,10	0,134	0,03	3,8	0,8		12,2	71,8				
				0,48	0,24	0,3	0,04	0,13	50,0	14,10	0,328	0,06	6,6	1,2		12,2	71,8				
18.04.2013	3	6,2	9,8	0,48	0,27	0,5	0,05	0,19	31,2	15,70	0,132	0,04	4,2	1,2		13,3	67,8	91,3	0,145		
		6,2	9,8	0,48	0,27	0,5	0,05	0,19	32,2	15,70	0,120	0,03	3,7	1,0		13,3	67,8	91,3	0,145		
		6,2	9,8	0,48	0,27	0,5	0,05	0,19	43,9	15,70	0,287	0,06	6,5	1,4		13,3	67,8	91,3	0,145		
23.05.2013	3	12,7	19,4	0,48	0,27	0,5	0,05	0,19	34,8	14,10	0,123	0,04	3,5	1,1		20,9	78,6				
		12,7	19,4	0,48	0,27	0,5	0,05	0,19	35,8	14,10	0,111	0,03	3,1	0,9		20,9	78,6				
		12,7	19,4	0,48	0,27	0,5	0,05	0,19	48,9	14,10	0,277	0,06	5,7	1,2		20,9	78,6				
16.06.2013	3	2,2	5,9	0,48	0,27	0,5	0,05	0,19	30,0	14,50	0,105	0,03	3,5	0,9		17,6	72,6	134,3	0,362		
		2,2	5,9	0,48	0,27	0,5	0,05	0,19	29,3	14,50	0,091	0,02	3,1	0,8		17,6	72,6	134,3	0,362		
		2,2	5,9	0,48	0,27	0,5	0,05	0,19	39,0	14,50	0,179	0,04	4,6	1,0		17,6	72,6	134,3	0,362		
19.07.2013	3	0,1	0,3	0,48	0,27	0,5	0,05	0,19	32,1	13,20	0,099	0,02	3,1	0,7		19,8	62,9				
		0,1	0,3	0,48	0,27	0,5	0,05	0,19	29,5	13,20	0,077	0,02	2,6	0,6		19,8	62,9				
		0,1	0,3	0,48	0,27	0,5	0,05	0,19	46,0	13,20	0,252	0,04	5,5	0,9		19,8	62,9				
21.08.2013	3	16,1	26,1	0,48	0,27	0,5	0,05	0,19	31,0	13,70	0,074	0,03	2,4	0,8		20,7	89,9	96,5	0,156		
		16,1	26,1	0,48	0,27	0,5	0,05	0,19	28,4	13,70	0,051	0,02	1,8	0,8		20,7	89,9	96,5	0,156		
		16,1	26,1	0,48	0,27	0,5	0,05	0,19	44,9	13,70	0,226	0,05	5,0	1,1		20,7	89,9	96,5	0,156		
26.09.2013	3	14,2	22,9	0,48	0,26	0,7	0,07	0,32	34,6	12,60	0,139	0,04	4,0	1,1		14,3	82,1				
		14,2	22,9	0,48	0,26	0,7	0,07	0,32	34,0	12,60	0,092	0,03	2,7	0,8		14,3	82,1				
		14,2	22,9	0,48	0,26	0,7	0,07	0,32	46,2	12,60	0,193	0,05	4,2	1,0		14,3	82,1				
23.10.2013	3	13,5	22,2	0,48	0,26	0,7	0,07	0,32	34,9	13,60	0,132	0,04	3,8	1,1		14,3	74,7	119,3	0,196		
		13,5	22,2	0,48	0,26	0,7	0,07	0,32	33,9	13,60	0,106	0,03	3,1	0,9		14,3	74,7	119,3	0,196		
		13,5	22,2	0,48	0,26	0,7	0,07	0,32	42,4	13,60	0,185	0,05	4,3	1,2		14,3	74,7	119,3	0,196		

