



MÅNEGRISEN

PARTNERSKAB OM FREMTIDENS BÆREDYGTIGE OG EFFEKTIVE SVINESTALDE

KLIMAGAS EMISSION FRA DANSKE SLAGTESVINESTALDE

Michael Holm, SEGES Videncenter for Svineproduktion

30.06.2016

INSTITUTIONER
I NETVÆRKET:



AgroTech*



Dansk
Agroindustri



Notatet er udarbejdet i regi af månegris netværksprojekt, som er støttet af Grønt Udviklings- og Demonstrations Program, GUDP under Fødevareministeriet.



MÅNEGRISEN

Månegrisen er et offentlig-privat-partnerskab – med deltagelse af flere ministerier, partnere fra erhvervet, interesseorganisationer og videninstitutioner – igangsat af Fødevareministeriet i december 2012.

Visionen er at ophæve modsætningen mellem udvidelse af svineproduktionen og hensyn til miljø, klima og dyr. Målet er via nye teknologiske løsninger at opføre en modelstald, som sikrer en rentabel produktion af svin med minimal belastning af miljø, klima, dyr og omgivelser. Stalden forventes stå færdig i 2017.

Månegris netværksprojekt

GUDP har støttet månegris netværk, bestående af 8 videninstitutioner og interesseinstitutioner, der alle besidder væsentlige og relevante ressourcer i og omkring udvikling af den danske slagtesvineproduktion.

Idéen med samarbejdet er at tænke og udrede innovative teknologiske løsninger, som både er rentable og samtidig kan indgå i fremtidens moderne konkurrencedygtige svinestald. Sigtet er – ud over minimal belastning af miljø, klima og – et styrket fokus på dyrevelfærd, dyresundhed, arbejdsmiljø samt effektiv ressourceudnyttelse, herunder udnyttelse af gyllen som en ressource.

Output af netværkssamarbejdet er en række notater med konkrete løsningsforslag samt forslag til nye emner, der har behov for yderligere udredning, før løsningsforslag kan implementeres genereret.

Netværket består af følgende institutioner:

- SEGES Videncenter for Svineproduktion (VSP)
- Teknologisk Institut, AgroTech
- Københavns Universitet, Department of Large Animal Science (KU)
- Dansk Agroindustri
- Aarhus Universitet, Institut for Ingeniørvidenskab samt Institut for Husdyrvidenskab (AU)
- Teknologisk Institut, Danish Meat Research Institute (DMRI)
- Danmarks Teknologiske Universitet, Veterinærinstituttet (DTU)
- Agro Business Park

KLIMAGAS EMISSION FRA DANSKE SLAGTESVINESTALDE

Michael Holm og Rune Røjgaard Andreasen, SEGES Videncenter for Svineproduktion

Klimagas emission fra danske slagtesvinestalde

Slagtesvineproduktion medfører en emission af klimagasserne metan (CH₄) og lattergas (N₂O) [1]. Forskellige miljøteknologier til slagtesvinestalde er i stand til at øge/reducere disse emissioner. I dette notat opsummeres målte emissioner i danske slagtesvinestalde samt de observerede effekter af fire forskellige miljøteknologier: Luftrensning, forsuring, hyppig gylleudslusning og punktudsugning.

Tilgængelige data

SEGES Videncenter for Svineproduktion har gennem de seneste 10 år testet miljøteknologier til slagtesvinestalde som dokumentation af teknologiers effekt på ammoniakemissionen. Flere af disse afprøvninger er gennemført ved brug af fotoakustik i form af INNOVA. Ved måling med INNOVA måles udover ammoniak også både metan og lattergas. SEGES Videncenter for Svineproduktion har derved flere afsluttede datasæt fra afprøvninger, hvor der løbende er målt både metan og lattergas. Det skal nævnes, at disse stoffer ikke har været i fokus, hvorfor der ikke er kalibreret med henblik på at optimere målenøjagtigheden af disse stoffer.

Udstyr

Målinger på INNOVA med syntetisk luft viser et vist udsving mht. både metan og lattergas, da INNOVA som tidligere nævnt ikke har været kalibreret med henblik på bestemmelse af disse stoffer. Ved måling på O₂ gas svingede metan-signalet mellem ± 23 til 7 ppm_v, mens lattergas svingede mellem $\pm 0,1$ til 0,2 ppm_v for 4 forskellige INNOVA'er målt på 9 måledage, ved 2 forskellige vandindhold (ca. 10.000 og 23.000 ppm_v). Alle middelkoncentrationer er baseret på 10 efterfølgende målinger. Tidligere test af INNOVA imod en gaschromatograf viste dog god overensstemmelse mellem INNOVA og gaschromatograf ved estimering af metan- og lattergaskoncentrationer i staldluft. Den målte fejlværdi vurderes derfor at være nogenlunde stabil for det enkelte instrument mellem kalibreringerne. Ved estimering af korrekt metan- og lattergaskoncentration/-emission bør der derfor kompenseres for denne fejl i form af et off-set punkt eller lignende. Under ovenstående målinger blev ligeledes beregnet en LOQ værdi for de forskellige målinger. LOQ blev beregnet som $10 \times$ standardafvigelsen på de målte data. Middel LOQ (Limit of Quantification) for alle målingerne på O₂ gas hhv. metan og lattergas blev beregnet til hhv. 2,8 og 0,15 ppm_v.

Ekstrahering og korrigerings af data

Den daglige middelemmission af metan og lattergas er beregnet ud fra kontinuert målte luftflows og gaskoncentrationer i staldenes/rensernes afkast og udsugningskanaler. Sideløbende er målt udekonzentrations således, at middelkoncentrationerne ude såvel som i diverse afkast er kendt. Ved beregning af nettoemissionen fra en svinestald skal evt. gaskoncentration i indløb trækkes fra, således at det kun er klimagas produceret i stalden, der indgår i beregning af staldens emission af metan og lattergas.

I nedenstående data er den målte udekonzentrations anvendt som off-set punkt ved estimering af staldens endelige klimagasemission. Derved korrigeres de målte data både for off-set værdi og for et evt. indhold af klimagas i indløbsluften til stalden.

Middelforskellen på koncentrationer målt hhv. ude og i afkast var for metan ca. 31 ppm_v, imens den for lattergas var omkring 0,134 ppm_v. Med en LOQ værdi på hhv. 2,8 og 0,15 ppm_v betyder dette, at nøjagtigheden ved de estimerede metanemissioner er fornuftig, mens den er usikker for de estimerede lattergasemissioner.

Nedenstående data er baseret på i alt 10 afprøvninger af forskellige miljøteknologier. Emissionen af klimagasser i standard slagtesvinestalde er således baseret på kontrolstalde fra i alt 10 afprøvninger, mens effekter af de forskellige miljøteknologier kun er baseret på mellem 1 og 3 kontrol- og forsøgsstalde for hver enkelt type miljøteknologi.

Resultat/diskussion

Ud fra de ekstraherede data blev i gennemsnit udledt hhv. 17,7 g metan og 0,07 g lattergas pr. gris pr. dag (Tabel 1). Ifølge IPCC har metan og lattergas et GWP (global warming potential) svarende til hhv. 25 og 298 kg CO₂ kg gas⁻¹ set over en 100 års periode (typisk anvendte tidsramme). Det gør, at der til produktion af et slagtesvin fra 30-110 kg (antages at tage 12 uger) udledes metan og lattergas svarende til hhv. 37 og 2 kg CO₂. Metan er således umiddelbart den dominerende drivhusgas af de to i produktionen af slagtesvin.

Tabel 1. Daglig emission af CH₄ og N₂O samt emission pr. produceret slagtesvin (30-110 kg)

	Daglig emission		Daglig emission		Emission/produceret slagtesvin	
	Emission (g gris ⁻¹ dag ⁻¹)	+/-	GWP (g CO ₂ gris ⁻¹ dag ⁻¹)	+/-	Emission (kg gris ⁻¹)	GWP (kg CO ₂ gris ⁻¹)
CH₄	17,7	9	442	215	1,5	37
N₂O	0,07	0,14	21	43	0,0	2
Total			463			39

Sammenholdes de fundne værdier med opgørelsen lavet af Van Ransbeeck et al. (2013) (Tabel 2), ses det, at emission af metan og lattergas er på niveau med, hvad der er fundet i andre studier. Det skal nævnes, at disse har et forholdsvist stort spænd selv inden for Europa (metan 8-53 g gris⁻¹ dag⁻¹ og lattergas 0,01- 0,85 g gris⁻¹ dag⁻¹).

Tabel 2. Årsmiddel daglig emission af CH₄ og CO₂ fra 7 studier, samlet af Van Ransbeeck et al. [1]

Original reference	Område	CH ₄ emission (g gris ⁻¹ dag ⁻¹)	N ₂ O emission (g gris ⁻¹ dag ⁻¹)
[2]	Belgien	16	0,54
[3]	Sverige	7,95-38,9	0,01-0,32
[4]	Italien	21,4-44,9	0,37-0,77
[5]	USA	1,1-9,9	-
[6]	Holland	43	0,02
[7]	USA	23	0,03
[7]	Europa	10	0,85
[7]	Asien	4,1	0,22
[1]	Belgien	28	0,42
[1]	Belgien	53	0,37

De i Tabel 1 angivne emissioner var alle målt i forbindelse med afprøvninger af miljøteknologier i slagtesvinestalde, enten som en emission før en renser eller som emission fra en kontrolstald. Målinger efter luftrenser/i forsøgsstalden muliggør et estimat for miljøteknologiens påvirkning af klimagasemissionen. Dog er der her tale om et reduceret antal gentagelser for de enkelte teknologier. Observerede og ikke statistisk testede effekter er vist i Tabel 3.

Tabel 3. Observerede reduktioner i klimagasudledning ved forskellige miljøteknologier. % angiver reduktion af målt emission i procent, mens +/- angiver standardafvigelsen. Reduktionernes signifikans er ikke testet statistisk.

	Luftrenser (Biologisk)		Luftrenser (Kemisk)		Forsuring		Hyppig udslusning		Punkt-udsugning	
	(%)	+/-	(%)	+/-	(%)	+/-	(%)	+/-	(%)	+/-
CH₄	5	1	18	-	60	12	55	-	2	5
N₂O	-595*	371	0**	-	22	9	20	-	1	12
GWP	-19*	13	18	-	59	15	53	-	3	4
Antal test	2		1		3		1		3	

*) Reduktion på -595% betyder at emissionen af lattergas blev forøget ca. 6 gange. Samlet medførte det, at de biologiske filtre øgede GWP med 19%.

**) Effekten af kemisk luftrenser blev sat til 0, da ind- og udløbskoncentrationerne vurderedes at være ens, og begge var tæt på 0.

Ifølge tabel 3 medfører både forsuring og hyppig udslusning en væsentlig reduktion i staldens udledning af metan og lattergas. At forsuring har en reducerende effekt på metan og lattergas på ca. 50 % er tidligere vist i kostalde [8]. Dette underbygger den observerede middelreduktion på 59 %.

Hyppig udslusning opnår næsten samme reduktionsniveau. Dette er dog kun observeret i en enkelt afprøvning. Reduktion af metan ligger i den høje ende sammenlignet med beregninger af Sommer et al. [9], der estimerede hurtig udslusning af gylle i svinestalde til en reduktion på 40 %.

Modsat forsuring og hyppig udslusning har biologiske luftrensere tendens til en øget klimagasemission i form af en øget lattergasproduktion. Det stemmer godt overens med andre studier af klimagasemissioner, hvor biologiske luftrensere har omdannet ca. 4 % af indløbets ammoniak til lattergas [10]. Til sammenligning blev der i de biologiske luftrensere i dette studie omdannet hhv. 2 og 12 % af indløbets ammoniak til lattergas.

En netop afsluttet test af gyllekøling viste en metanreduktion på 0,75 % pr. W/m^2 , der køles med [11]. Dvs. en reduktion på 15 % i metanemission ved køling med $20 W/m^2$.

Konklusion

Ti afprøvninger har lagt data til ovenstående estimater om klimagasemission fra danske slagtesvinestalde. Danske slagtesvinestalde vurderes at have en klimagasemission svarende til ca. 39 kg CO_2 pr. produceret slagtesvin, heraf vurderes metan at udgøre ca. 37 kg CO_2 , mens de sidste 2 kg CO_2 er fra lattergas. Lattergasemissionen er dog usikkert bestemt, da målingerne lå omkring eller under LOQ værdien for INNOVA måleapparatet.

Der opnås ca. 50 % reduktion i klimagasemissionen fra stalde med enten gylleforsuring eller hyppig udslusning, hvilket stemmer godt overens med litteraturen. Samtidig er der observeret en lille nettostigning i klimagasemissionen fra biologiske luftrensere pga. en øget lattergasproduktion.

Referencer

[1]	Van Ransbeeck, N., H. Van Langenhove, and P. Demeyer, Indoor concentrations and emissions factors of particulate matter, ammonia and greenhouse gases for pig fattening facilities. <i>Biosystems Engineering</i> , 2013. 116 (4): p. 518-528.
[2]	Philippe, F.X., et al., Comparison of ammonia and greenhouse gas emissions during the fattening of pigs, kept either on fully slatted floor or on deep litter. <i>Livestock Science</i> , 2007. 111 (1): p. 144-152.
[3]	Ngwabie, N., et al., Effects of animal and climate parameters on gas emissions from a barn for fattening pigs. <i>Applied engineering in agriculture</i> , 2011.
[4]	Costa, A. and M. Guarino, Emission factors of dust, and ghg gases in swine and poultry housing. Part i: Swine husbandries, 2007, Internal Report. Italian Agency for Environmental Protection.
[5]	Ni, J.-Q., et al., Methane and carbon dioxide emission from two pig finishing barns. <i>Journal of Environmental Quality</i> , 2008. 37 (6): p. 2001-2011.
[6]	Mosquera, J., et al., Dust emission from animal houses: Growing and finishing pigs., 2011, Wageningen University.
[7]	Liu, Z., W. Powers, and H. Liu, Meta-analysis of greenhouse gas emissions from swine operations. St. Joseph, Mich.: ASABE. Technical Paper, 2011(1111369).
[8]	Zhang, G.-Q., et al. Emission af ammoniak og drivhusgasser fra naturligt ventilerede kvægstalde. <i>Kvæg</i> , 2004. 21
[9]	Sommer, S.G., et al., Region-specific assessment of greenhouse gas mitigation with different manure management strategies in four agroecological zones. <i>Global Change Biology</i> , 2009. 15 (12): p. 2825-2837.
[10]	Melse, R.W., J.P.M. Ploegaert, and N.W.M. Ogink, Biotrickling filter for the treatment of exhaust air from a pig rearing building: Ammonia removal performance and its fluctuations. <i>Biosystems Engineering</i> , 2012. 113 (3): p. 242-252.
[11]	Afprøvning 1295. Effekt af gyllekøling i slagtesvinestald. Endnu ikke publicerede resultater.

SEGES P/S skaber løsninger til fremtidens landbrugs- og fødevarerhverv. Vi udvikler forretningsmuligheder og serviceydelser i tæt samarbejde med vores kunder, forskningsinstitutioner og virksomheder over hele verden.

SEGES P/S
Axeltorv 3
DK 1609 København V

T +45 3339 4500
E vsp-info@seges.dk
W seges.dk

