

Test af opdelt linespil og opdelt linespil med skrå kummesider i farestald til løse diegivende søer

Stine Grønborg og Claus Vestergaard

SEGES Innovation P/S, Den rullende Afprøvning

STØTTET AF

Svineafgiftsfonden

Hovedkonklusion

Gylleudslusning i en farestald til løse diegivende søer med opdelt linespil med skrå kummesider reducerede emissionen af ammoniak, metan og lugt med hhv. 39, 77 og 22 %, mens opdelt linespil udelukkende havde reducerende effekt på metanemissionen (68 %) sammenlignet med kontrolsektionen med traditionel rørudslusning.

Sammendrag

Afprøvningen blev gennemført i tre sektioner i en farestald til løse, diegivende søer. Sektionerne var indrettet med 24 stier fordelt med 12 stier på hver side af inspektionsgangen. Stierne var indrettet med fulddrænet gulv og søerne stod i boks fire dage omkring faring.

Der indgik tre grupper i afprøvningen. I kontrolgruppen var gyllekummen indrettet med fuld kumme under stien og rørudslusning. Her blev der sluset ud i forbindelse med vask og indsættelse af nyt hold. I forsøgssektionerne var gyllekummen indrettet med hhv. opdelt linespil og opdelt linespil med skrå kummesider. Her blev der sluset ud mandag, onsdag og fredag.

Afprøvningen forløb over et år og blev gennemført fra april 2023 til maj 2024. Der blev gennemført 11 måleperioder, hvor der blev målt koncentration af ammoniak og metan med Cavity Ring-Down Spectroscopy (CRDS). Derudover blev der lavet kemiske målinger af lugt med Proton-Transfer-Reaction – Mass Spectrometry (PTR-MS).

Det opdelte linespil havde udelukkende en signifikant reduktion af metanemissionen, mens opdelt linespil med skrå kummesider havde signifikant effekt på både ammoniak-, metan- og lugtemissionen.

Baggrund

Griseerhvervet kigger ind i en fremtid med flere løsgående søer i farestalden. Når søerne er løsgående, tilgodeses den naturlige adfærd i højere grad end i konventionelle systemer. Stier til løse diegivende søer er større end traditionelle farestier med opboksning af soen og giver derfor – alt andet lige – anledning til højere emission af ammoniak sammenlignet med kassestier. Dette resulterer i højere grad til krav om anvendelse af miljøteknologier, der kan mindske udledning af ammoniak og lugt ved etablering af nye anlæg.

Dertil er der i Trepartsaftalen (Aftale om et Grønt Danmark, 24. juni 2024) aftalt en fremtidig CO₂e-afgift på udledninger fra husdyrfordøjelse og gødning på den del af CO₂e-udledningen, der ligger over produktionssystemets bundfradrag. Derved forventes landmændene at anvende virkemidler til reduktion af CO₂e-udledningen fra bedriften; en del af reduktionen forventes at kunne hentes ved at tænke hyppigere udslusning ind i farestalde med løsgående søer. Det store areal komplicerer hyppig udslusning, da det traditionelle rørudslusningssystem kræver en vis gyllestand for at sikre effektiv udslusning [1]. Derfor er det nødvendigt at undersøge alternative udslusningsmetoder, der kan imødekomme hyppigere udslusning samt reducere emissionen af ammoniak, lugt og metan.

Linespil er en udbredt teknologi til udslusning i drægtighedsstalde og kan være en løsning til at fjerne gyllen fra farestalden hyppigt. En udfordring ved brug af linespil kan være ammoniakemissionen, da linespillet laver forstyrrelser i gylleoverfladen og derfor kan resultere i øget ammoniakfordampning.

Formålet med nærværende afprøvning var at teste og dokumentere effekten på emission af ammoniak, metan og lugt ved brug af opdelt linespil og opdelt linespil med skrå kummesider i en farestald til løse søer.

Materialer og metoder

Besætningsbeskrivelse

Afprøvningen blev gennemført i en nybygget farestald til løsgående, diegivende søer. Farestalden bestod af fire identiske sektioner, hvoraf tre indgik i denne afprøvning. Målene på sektionen var 6 m i bredden og 32,5 m i længden. Sektionerne var indrettet med 24 stier fordelt med 12 stier på hver side af inspektionsgangen. Stierne var kvadratiske og målte 2,6 m x 2,6 m og var indrettet med fulddrænet gulv i soens område, fast gulv i pattegrisehulerne og fast gulv i inspektionsgangen (se figur 1 for stiindretning). Der var gyllekumme under hele stien. Der blev brugt farebøjler fire dage omkring faring. Der blev fodret med tørfoder to gange i døgnet ved indsættelse i sektionen, dette blev øget til fire fodringer to uger efter indsættelse. Der blev tildelt halm i halmhæk.

Sektionerne var identiske over gulvet og varierede udelukkende i udformningen på gyllekummen. I kontrolsektionen var der en gyllekumme pr. stirække, der blev udsluset med rørudslusning med seks propper pr. kumme. Forsøgssektionerne var indrettet med to forskellige udformninger af linespil hhv. opdelt linespil og opdelt linespil med skrå kummesider.

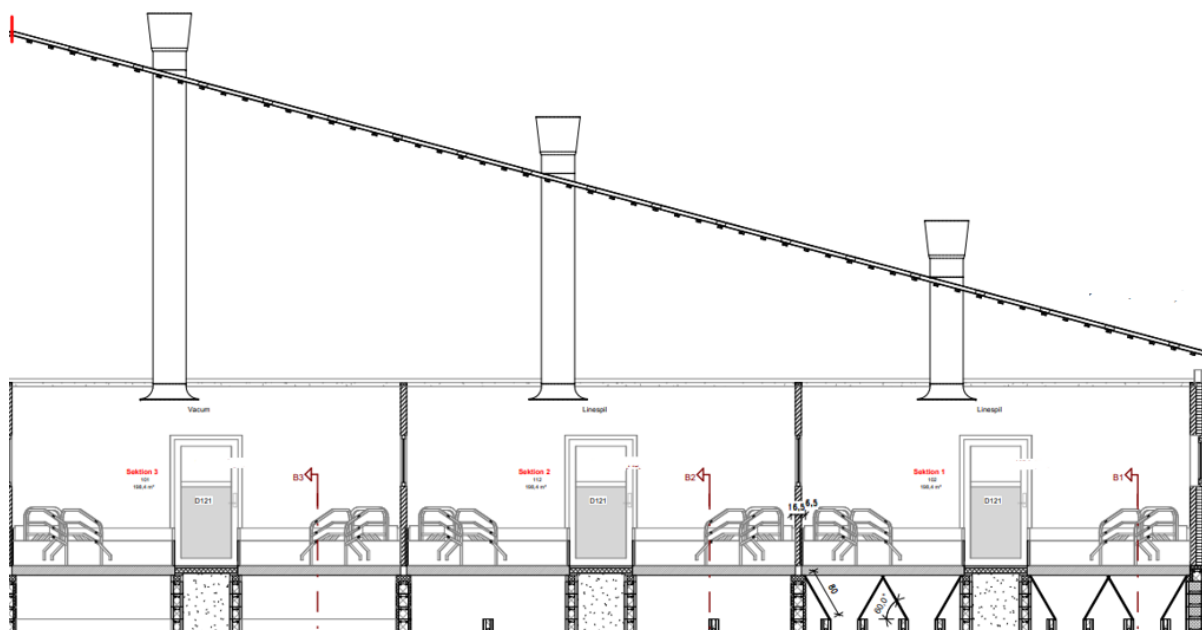


Figur 1. Overblik over stiindretning. Kvadratisk fulddrænet sti 2,6 m x 2,6 m med plade i pattegrisehulerne og fast gulv i inspektionsgangen.

Linespil

Linespil er en oplagt teknologi til at opfylde kravet om hyppig udslusning i stalde, hvor der er en lille gødningsmængde i forhold til gyllekummens areal, da den traditionelle rørudslusning kræver en vis gyllestand for at sikre effektiv udslusning. Linespil har dog den udfordring, at den hyppige skrabning kan resultere i større ammoniakemission, da gylleoverfladen forstyrres, hvilket kan medvirke til øget ammoniakfordampning. Der blev derfor lavet to alternativer til et traditionelt linespil. Den ene løsning var at opdele gyllekummen i to i længderetningen med fundablokke og en skovl i hver opdeling af kummen. Den anden løsning var ligeledes at dele kummen op i to, men med den tilføjelse, at hver opdeling fik skrå kummesider med en 60 graders hældning på kummesiden (figur 2). Udfordringen med denne tilføjelse til kummen er, at der er behov for en ekstra dyb kumme for at opnå hældningen på kummesiderne, hvilket kan betyde øgede omkostninger til etablering af dette system.

Fælles for de to løsninger var, at gyllekummen blev opdelt i to kanaler i sektionens længde på baggrund af soens forventede gødeadfærd. Når soen står i boks omkring faring, forventes gyllen at falde i den yderste kanal. Når soen går løs, var forventningen, at den vender hovedet væk fra krybben og gøder i den inderste kumme. Ved at dele kummen i to, var forventningen derfor, at gylleoverfladen kunne reduceres. Derudover skulle de skrå kummesider fungere som en yderligere reduktion af overfladearealet. I den traditionelle gyllekumme målte overfladearealet pr. sti således 6,7 m², hvor det opdelte linespil havde et samlet overfladeareal på 6 m² for de to opdelinger, mens opdelte linespil med skrå kummesider havde et samlet overfladeareal på 2 m². Det vil sige en reduktion i overfladearealet med hhv. 10 og 69 % i forhold til den traditionelle gyllekumme. Såfremt gyllen udelukkende blev afsat i den ene opdeling af kummerne, var overfladearealet for den opdelte kumme og kummen med skrå sider i stedet hhv. 3 m² og 1 m², det vil sige en reduktion i overfladearealet på 55 og 84 % i forhold til den traditionelle gyllekumme.



Figur 2. Snittegning af kontrol og forsøgssektioner. Fra venstre kontrolsektion med rørudslusning, opdelt linespil og opdelt linespil med skrå kummesider.

Ventilation

Stalden blev ventileret via combi diffust luftindtag, ventilationsanlægget var fra ROTOR A/S. Sektionerne var indrettet med to Ø50 afkast pr. sektion og med loftventiler fordelt med en ventil pr. sti over den ene stirække.

Gennemførelse

Afprøvningen blev gennemført i en farestald til løse, diegivende søer i tre sektioner, der over gulvet var identiske. Sektionerne havde forskellig udformning i gyllekummen hhv. traditionel rørudslusning, opdelt linespil og opdelt linespil med skrå kummesider. Målingerne blev gennemført i henhold til VERA protokollen [2].

Tabel 1. De tre grupper i forsøget.

	Behandling	Udslusning
Kontrol	Gyllekumme med rørudslusning	Udslusning ifm. vask
Forsøg 1	Opdelt linespil	Udslusning man-, ons- og fredag
Forsøg 2	Opdelt linespil med skrå kummesider	Udslusning man-, ons- og fredag

Dataindsamlingen forløb over et år og blev gennemført fra april 2023 til maj 2024. Der blev gennemført 11 måleperioder af i gennemsnit 12 dage, med måling af ammoniak og metan, og heraf inkluderede 8 af måleperioderne kemiske lugtmålinger.

Målinger af ammoniak, metan og lugt

Koncentrationen af ammoniak, metan og kuldioxid blev målt med Cavity Ring-Down Spectroscopy (Picarro). Koncentrationen blev målt i seks målepunkter: et målepunkt i hvert af de to afkast i sektionerne og et punkt udenfor stalden til måling af baggrundskoncentration. Ved opstart og afslutning af måleperiode blev der foretaget kontrolmålinger af Picarro med kontrolgas med en kendt sammensætning af metan og kuldioxid. Ved udregning af metanemissionen blev udekonzentrationsen

fratrullet staldens koncentration, da metankoncentrationen i atmosfæren er cirka 1,85 ppm [3], og kan være højere omkring et staldanlæg.

Lugtmålingerne blev udført med PTR-TOF-MS, Proton Transfer Reaction -Time of Flight - Mass Spectrometry, med et PTR-TOF-1000 instrument (IONICON Analytik G.m.b.H) i de samme målepunkter som for ammoniak og metan. Udstyret var indstillet til at måle i ti minutter fra hvert målepunkt. Lugtemissionen blev bestemt med metoden OAV (Odor Activity Values). Her antages, at lugtbidragene fra de enkelte lugtstoffer er additive, og et samlet lugttal (SOAV) kan angives ved summen af OAV for hvert enkelt stof.

Temperatur, luftfugtighed og luftmængde

Temperatur og relativ luftfugtighed blev målt udendørs samt i ventilationsafkastet med hhv. VE10 og VE14 sensorer (VengSystems A/S). Ventilationsydelsen i afkast blev logget med målevinge af fabrikatet Fancom. Data blev logget hvert 5. minut via PC-log (VengSystems A/S).

Supplerende registreringer

Antallet af søer og pattegrise i sektionerne blev registreret ved opstart og afslutning af hver måleperiode. Medarbejderne i besætningen registrerede, hvis der blev flyttet søer eller pattegrise ud af eller ind i sektionerne i løbet af måleperioden. Søernes fodertildeling blev registreret ved opstart og afslutning af måleperiode. Søerne blev indsat i kontrolsektionen en uge før der blev sat søer ind i forsøgssektionerne. Der blev byttet om på indsættelsesrækkefølgen mellem målerunde 6 og 7.

I forbindelse med opstart og afslutning af måleperioder blev der lavet registreringer af svineri. Stien blev opdelt i fem felter og svineri blev scoret (-, 1, 2) hhv. område rent, gødningsafsætning på gulv og svineri på gulvet.

Statistik

Ammoniak- og metanemissioner blev beregnet ud fra de målte koncentrationer, ventilationsydelsen og antallet af søer med pattegrise i sektionerne. Formel for beregning af emissioner findes i appendiks 1.

Fra hver måling af ammoniak og metan blev de sidste tre minutter (undtaget de sidste ti sekunder inden kanalskifte) udvalgt, hvorefter der blev beregnet en middelværdi af koncentrationen, som indgik i timemiddelberegningen. Der blev ud fra timemiddelværdierne beregnet en døgnmiddelværdi, som blev anvendt i de statistiske beregninger. Emissionerne er analyseret i en lineær model (normalfordelte), hvor gruppe indgår som systematisk variabel og hold som tilfældig effekt.

Resultater og diskussion

Antal grise og ventilationsydelse

Antal søer og pattegrise i sektionerne blev registreret ved opstart og afslutning af de 11 måleperioder. Hold 8 udgik, da der var en udfordring med logning af ventilationsdata i denne periode. Hold 11 udgik, da der i kontrolsektionen ikke var blevet sluset gylle ud fra forrige hold, hvilket resulterede i høj gyllestand og emissioner, der ikke var repræsentative for sektionen. De hold, der blev medtaget i dataanalysen, fremgår af tabel 2. Antallet af søer i sektionen er beregnet som et gennemsnit af antallet af søer i sektionen hhv. ved måleperiodens start og afslutning.

Tabel 2. Gennemsnit, antal søer og pattegrise i forsøgs- og kontrolsektion (stk.).

Målerunde		1	2	3	4	5	6	7	9	10
		apr.	jul.	aug.	sep.	okt.	nov.	dec.	feb.	mar.
Gyllekumme m. rørudslusning (Kontrol)	Søer	22,8	23	24	24	23	23	22,5	24	24
	Pattegrise	323	329	339	332	316	311	320	341	325
Opdelt linespil	Søer	23,5	24	23	22	24	24	22,5	20	24
	Pattegrise	320	350	333	347	318	340	355	334	359
Opdelt linespil m. skrå kummesider	Søer	23	24	24	24	23,5	23,5	23,5	22,5	24
	Pattegrise	310	359	342	357	334	335	339	328	359

Ventilationsydelsen fra kontrol- og forsøgssektionerne er opgjort i tabel 3. Da der var to afkast i sektionen er ventilationen her beregnet som samlet ventilation for sektionerne. Ventilationsydelsen fra de enkelte sektioner i måleperioderne er her anvendt til at lave et årsgennemsnit.

Tabel 3. Årsgennemsnit for ventilationsydelsen, samlet for sektionen m³/time [95 %-konfidensintervaller].

	Traditionel gyllekumme med rørudslusning (Kontrol)	Opdelt linespil	Opdelt linespil m. skrå kummesider
Antal måledage	95	95	95
Samlet ventilation pr. sektion, m ³ /time	5702 [3338; 8065]	5671 [3307; 8034]	5168 [2804; 7531]

Ammoniak

Der blev i sektionen med opdelt linespil med skrå kummesider opnået en gennemsnitlig ammoniakreduktion på 39 % sammenlignet med kontrolsektionen med rørudslusning. Reduktionen af ammoniak i sektionen med opdelt linespil med skrå kummesider skal tilskrives den store reduktion i gylleoverfladearealet sammenlignet med kontrolsektionen.

I sektionen med opdelt linespil blev der ikke fundet nogen signifikant effekt på ammoniakemissionen. Den hyppige kørsel af linespillet forstyrrer overfladen af gyllen, hvilket kan resultere i øget ammoniakfordampning [4]. Årsagen til, at ammoniakemissionen i det opdelt linespil her ikke overstiger emissionen fra kontrolsektionen, skal formegentlig tilskrives opdelingen af gyllekummen.

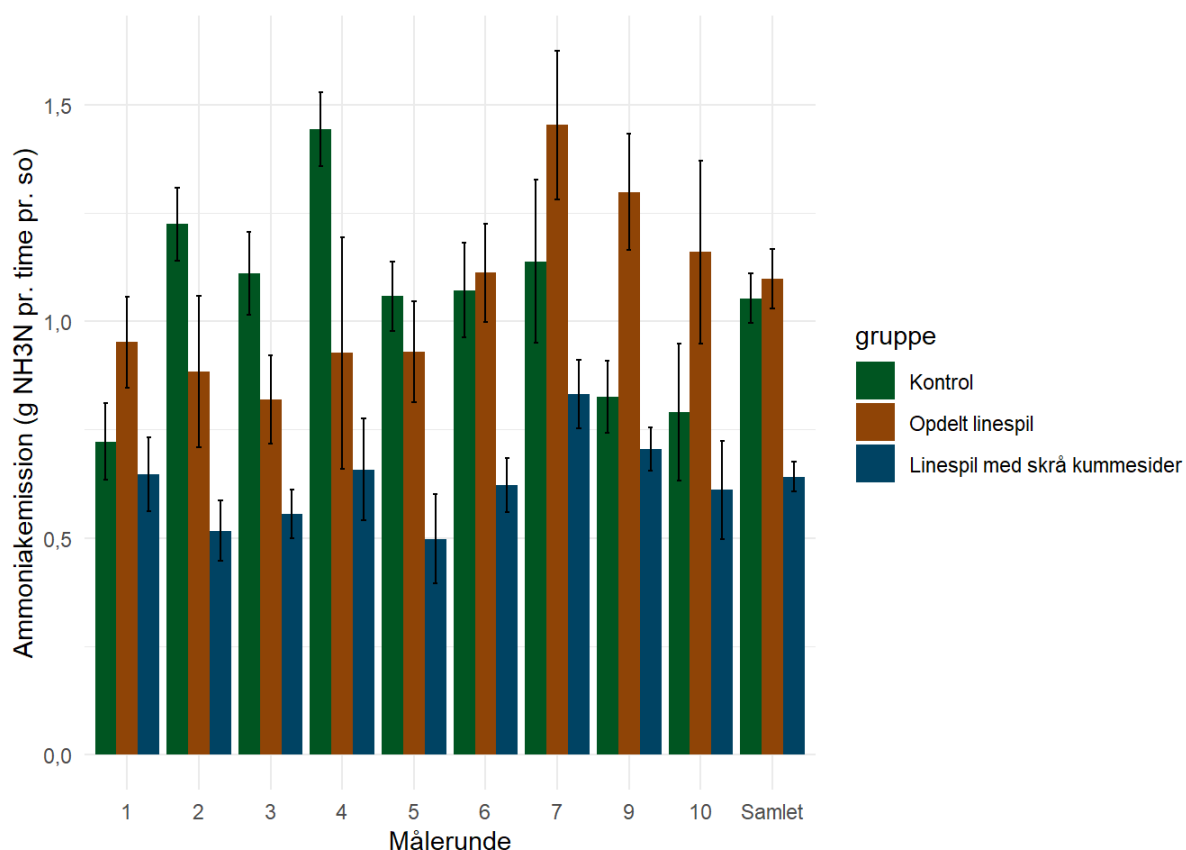
Ammoniakemissionen pr. m² produktionsareal for kontrolsektionen med rørudslusning lå på 0,16 g NH₃-N pr. time svarende til 1,4 kg NH₃-N/år. Dette niveau svarede til emissionsfaktoren for ammoniakemission for diegivende søer i kassestier med fuldspaltegulv [5]. Indholdet af råprotein i foderblandingen brugt i afprøvningsperioden stemmer overens med anbefalingerne i normtallene.

I tabel 4 er vist de beregnede middelværdier af ammoniakemissionen fra kontrol- og forsøgssektionerne.

Tabel 4. Middelværdier af ammoniakemission i g/time/so [95%-konfidensintervaller].

	Traditionel gyllekumme med rørudslusning (Kontrol)	Opdelt linespil	Opdelt linespil m. skrå kummesider
Måledage, stk.	95	95	95
Ammoniakemission, g NH ₃ -N /time/so	1,044 [0,971; 1,117]	1,090 [1,017; 1,163]	0,633 [0,559; 0,706]
P-værdi, sammenlignet med kontrol		NS	<0,0001
Reduktion af ammoniak emission, %		-	39

Figur 3 illustrerer ammoniakemissionen fordelt på måleperioder og den samlede ammoniakemission over hele perioden.

**Figur 3.** Ammoniakemission ved brug af rørudslusning, opdelt linespil og linespil med skrå kummesider for måleperioderne, samt den samlede ammoniakemission over hele perioden. Errorbars er 95 %-konfidensintervaller.

Forskellen i ammoniakemissionen for kontrolsektionen og opdelt linespil med skrå kummesider varierer mellem måleperioder, dog er tendensen i alle perioder, at kontrolsektionen har højere ammoniakemission end linespillet med skrå kummesider. For kontrolsektionen og det opdelt linespil er denne tendens ikke helt så konsekvent. I måleperiode 2-5 ligger kontrollen højere end linespillet, men denne tendens ændres efter hold 6. Dette skyldes muligvis ændring i indsættelsesrækkefølgen, hvor der mellem hold 6 og 7 blev byttet om, således sektionerne med linespil blev fyldt en uge før kontrolsektionen. Ammoniakemissionen stiger generelt gennem vækstperioden for smågrisene og

sørerne har ligeledes et stigende foderoptag efter faring. Et stigende foderforbrug resulterer i et større proteinoptag og dermed øget ammoniakfordampning.

Metan

Metanemissionen blev ved brug af opdelt linespil og linespil med skrå kummesider reduceret med hhv. 68 og 77 % sammenlignet med kontrolsektionen. Resultaterne afspejler effekten af at få gyllen ud af stalden hyppigere og dermed minimere, at der opstår iltfri områder i gyllen, hvor anaerobe mikroorganismer kan danne metan. Der var ingen signifikant effekt af typen af linespil på metanemissionen. Der var markant større variation i metanemissionen i kontrolsektionen end i forsøgssektionerne. Det skyldes sandsynligvis, at gyllen opholder sig længere i kontrolstalden. Når gyllen står stille i længere tid, opstår der iltfri forhold, hvor metan dannes og frigives. Metanen frigives ikke som en lineær fordampning og derfor vil der i perioder være større emission end andre tidspunkter, hvilket resulterer i en større variation.

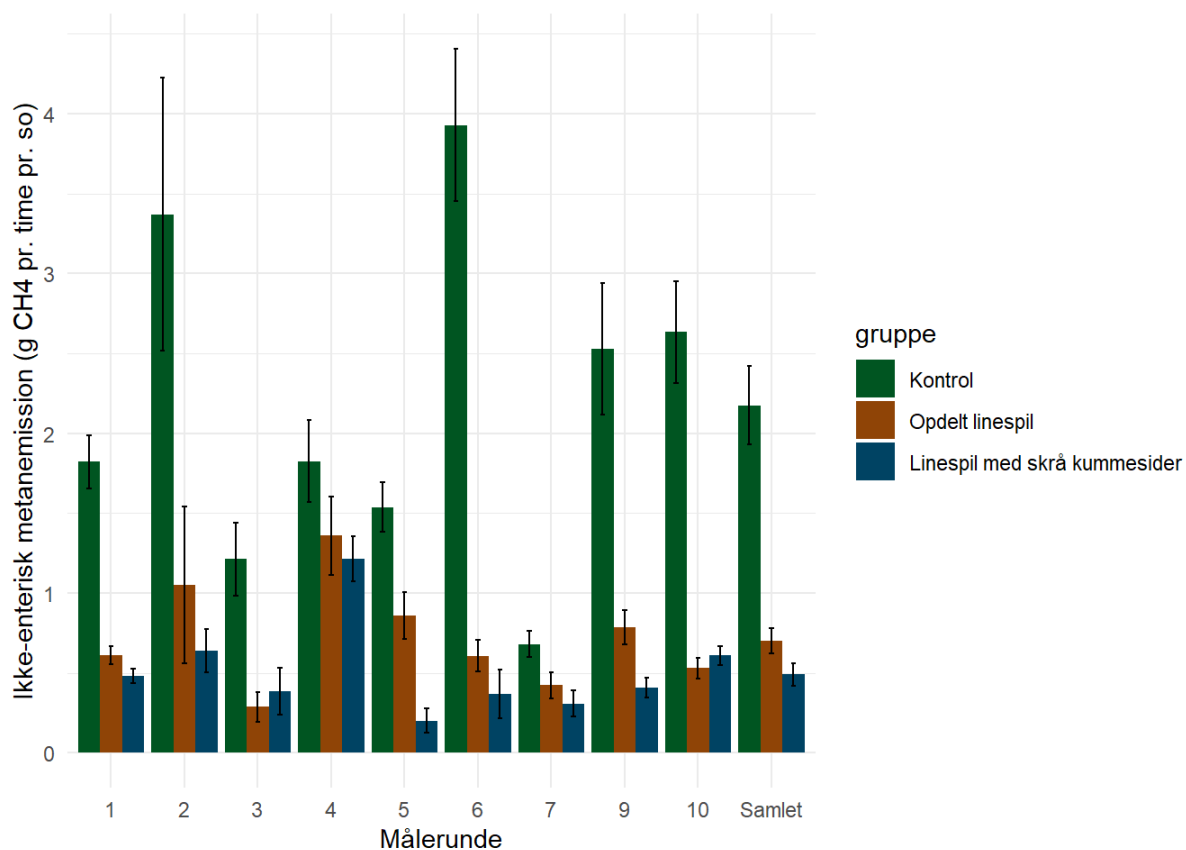
Metan dannes primært i gyllen, men dannes også i soens fordøjelseskanal (forgæring i tarmen), den enteriske metanproduktion. I tabel 5 er andelen af metanemissionen, der stammer fra gyllen angivet som metanemissionen korregeret for enterisk metan (se beregning af enterisk metan i appendiks 2). I appendiks 3 findes metanemissionen fra sektionerne uden korrigering for det enteriske bidrag.

Den enteriske produktion af metan er i denne afprøvning beregnet ud fra registrering af fodringer, fodertildeling og -sammensætning. Energiindholdet i de anvendte foderblandinger er beregnet til 16,5 MJ/FEso. Metans energiniveau ligger på 55,65 MJ pr. kg, og det forudsættes, at 0,6 % af bruttoenergien i foderet omsættes til metan i soens tyktarm [6]. Den enteriske metanproduktion blev beregnet for hvert hold og sektion. Det beregnede gennemsnitlige enteriske bidrag fra soen var 0,58 g CH₄/time/so for kontrolsektionen og 0,50 g CH₄/time/so for forsøgssektionerne. Forskellen i det enteriske metanbidrag mellem forsøgssektionerne og kontrolsektionerne skyldes forskel i indsættelsestidspunkt. Kontrolsektionen blev fyldt en uge før forsøgssektionerne i det første halve år af afprøvningen. Dog blev der mellem hold 6 og 7 byttet om på indsættelsesrækkefølgen.

Tabel 5. Middelværdier af metanemission i g/time/so [95%-konfidensintervaller].

	Traditionel gyllekumme med rørudslusning (Kontrol)	Opdelt linespil	Opdelt linespil m. skrå kummesider
Måledage, stk.	95	95	95
Metanemission korregeret for enterisk metan, g CH ₄ /time/so	2,177 [1,891; 2,464]	0,704 [0,418; 0,991]	0,493 [0,207; 0,780]
P-værdi, sammenlignet med kontrol		<0,0001	<0,0001
Reduktion af metanemission, korregeret for enterisk metan, %.		68	77

Figur 4 illustrerer metanemissionen fratrasket det enteriske bidrag fordelt på måleperioder samt den samlede metanemission over hele perioden.



Figur 4. Metanemission ved brug af rørdslusning, opdelt linespil og opdelt linespil med skrå kummesider for måleperioderne, samt den samlede metanemission over hele perioden. Errorbars er 95 %-konfidensintervaller.

Effekten af testen afspejler udelukkende effekten i stalden. Effekten i lageret ved brug af teknologierne er ikke undersøgt.

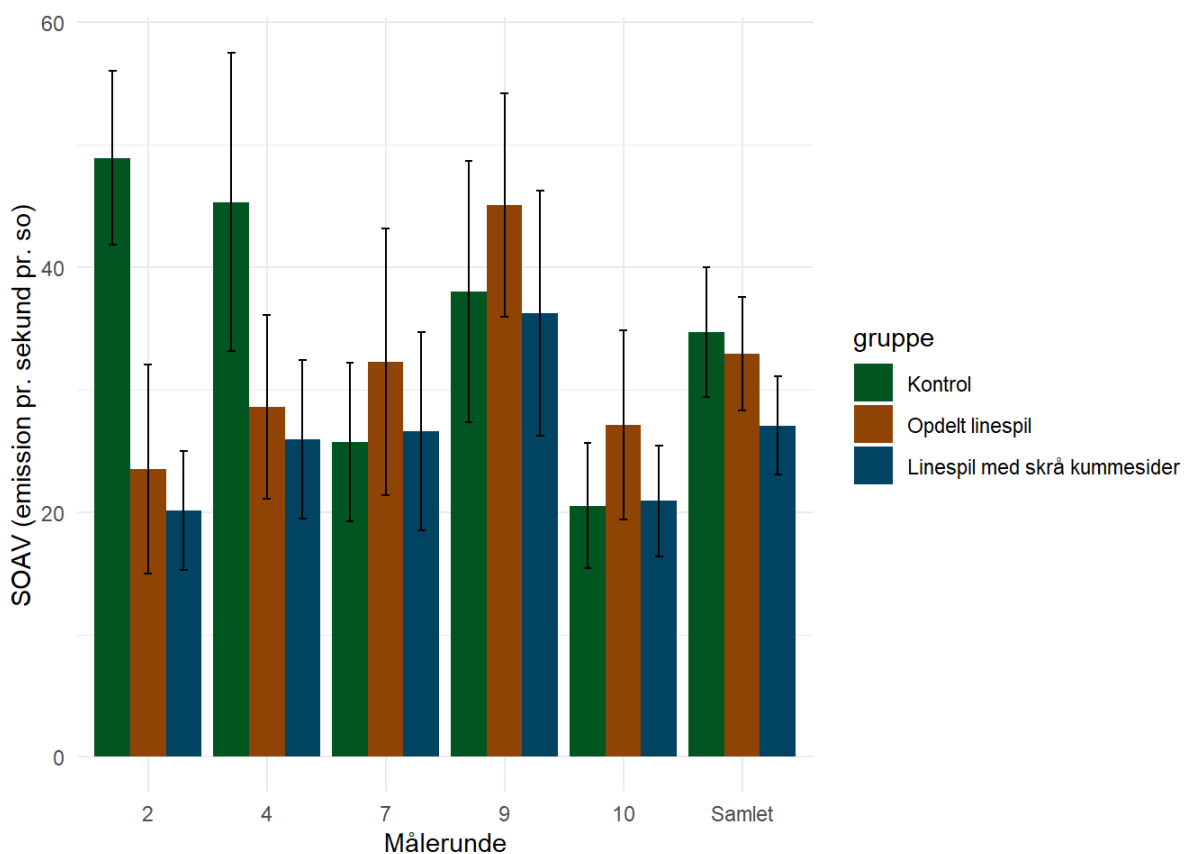
Lugt

Den gennemsnitlige reduktion i lugt - beregnet som SOAV - var 22 % for opdelt linespil med skrå kummesider, hvor der for sektionen med opdelt linespil var en numerisk reduktion på 5 %, denne var dog ikke signifikant. Tabel 6 viser emissionen og reduktionen i SOAV.

Tabel 6. Lugtemissioner, SOAV-emission pr. sek. pr. so [95%-konfidensintervaller].

	Traditionel gyllekumme med rørdslusning (Kontrol)	Opdelt linespil	Opdelt linespil m. skrå kummesider
Måledage, stk.	38	38	38
Lugtemission, SOAV-emission pr. sek./so	34,2 [26,1; 42,3]	32,4 [24,3; 40,8]	26,5 [18,4; 34,7]
P-værdi, sammenlignet med kontrol		NS	0,020
Reduktion af lugtemission, %		-	22

Figur 5 illustrerer lugtemissionen fordelt på måleperioder samt den samlede lugtemission over hele perioden.



Figur 5. Lugtemission ved brug af rørudslusning, opdelt linespil og opdelt linespil med skrå kummesider for måleperioderne, samt den samlede lugtemission over hele perioden. Errorbars er 95 %-konfidensintervaller.

Konklusion

Opdelt linespil og opdelt linespil med skrå kummesider blev afprøvet igennem en 1-årig periode i henhold til VERA-protokollen. Afprøvningen blev gennemført i tre sektioner i en farestald med 24 stier pr. sektion.

Der var statistisk sikker reduktion af metanemissionen for begge sektionerne med linespil. Det opdelte linespil og linespillet med skrå kummesider reducerede metanemissionen med hhv. 68 og 77 % sammenlignet med kontrolsektionen med rørudslusning. Dog var det kun linespillet med skrå kummesider, der reducerede ammoniak- og lugtemissionen signifikant med hhv. 39 og 22 %. Lugtemissionen i sektionen med det opdelte linespil var numerisk lavere end ved rørudslusning, men effekten var ikke signifikant.

Opdelt linespil og opdelt linespil med skrå kummesider kan være én af løsningerne til at reducere emission samt opfylde kravet om hyppig udslusning i farestalde til løse, diegivende søer. Dog er der flere parametre, der er behov for yderligere undersøgelser af, for at afklare effekten. Dels er der usikkerhed om andelen af metanemissionen, der udgør det enteriske bidrag, og dels er der stor forskel i emissionerne for både ammoniak, metan og lugt i perioderne.

Referencer

- [1] Svineproduktion.dk (2011) <https://svineproduktion.dk/Viden/I-stalden/Staldsystem/Goedning/Anlaeg>
- [2] VERA protocol "Livestock Housing and Management Systems" version 3:2018-09
https://www.vera-verification.eu/app/uploads/sites/9/2019/05/VERA_Testprotocol_Housing_v3_2018.pdf
- [3] Sommer, S.G., Petersen, S.O. & Møller, H.B. 2004. Algorithms for calculating methane and nitrous oxide emissions from manure management. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 69, 143-154
- [4] Chowdhury, M. A., Rong, L., Feilberg, A., & Adamsen, A. (2014). Review of ammonia emissions from a pig house slurry pit and outside storage: Effects of emitting surface and slurry depth. The Danish Environmental Protection Agency. Environmental project No. 1611, 2014.
- [5] Bekendtgørelse om godkendelse og tilladelse m.v. af husdyrbrug, Ministeriet for Grøn Trepert, BEK nr. 1089 af 16/10/2024, [Husdyrgodkendelsesbekendtgørelsen](#)
- [6] Dalby, F.R., Hansen, M.J., Guldborg, L.B., Hafner, S.D., Feilberg, A. 2023. Simple Management Changes Drastically Reduce Pig House Methane Emission in Combined Experimental and Modeling Study. [Vol 57/Issue 9Environmental Science & Technology](#)

Deltagere

Tekniker: Hans Peter Thomsen

Statistikere: Claus Vestergaard, Søren Kærgaard Boldsen

Andre deltagere: Michael Holm

Øvrig information

Afprøvning nr. 1836

BC nr.: 101466

//JAHP / LATO//

Appendiks 1

Beregning af emissioner

Metan- og ammoniakemissioner blev beregnet ud fra koncentrationer, ventilationsydelse og antallet af grise i sektionen, ved følgende formel:

$$g / \text{gris} / \text{time} : \frac{M * C * V * P}{R * T * N * 1.000}$$

Hvor:

M: Molvægtens af N-NH₃ eller C i CH₄ (14,01 g/mol eller 16,04 g/mol)

C: Koncentration, ppm

V: Ventilationsydelsen, m³/time

P: Tryk, 1 atm

R: Gaskonstanten, 0,0821 L atm mol⁻¹ K⁻¹

T: Temperatur i Kelvin

N: Antal dyr i sektionen

Appendiks 2

Beregning af enterisk metan

Beregning af den enteriske metan er foretaget på baggrund af registreringer i besætningen samt på baggrund af nedenstående antagelser:

FEso	1,119	Kg/FEso
Anslået bruttoenergi i foderet ud fra foderblandingen	16,5	MJ/FEso
Andel af bruttoenergi som omsættes til metan	0,6	Pct
Metans energiindhold	55,65	MJ pr. kg

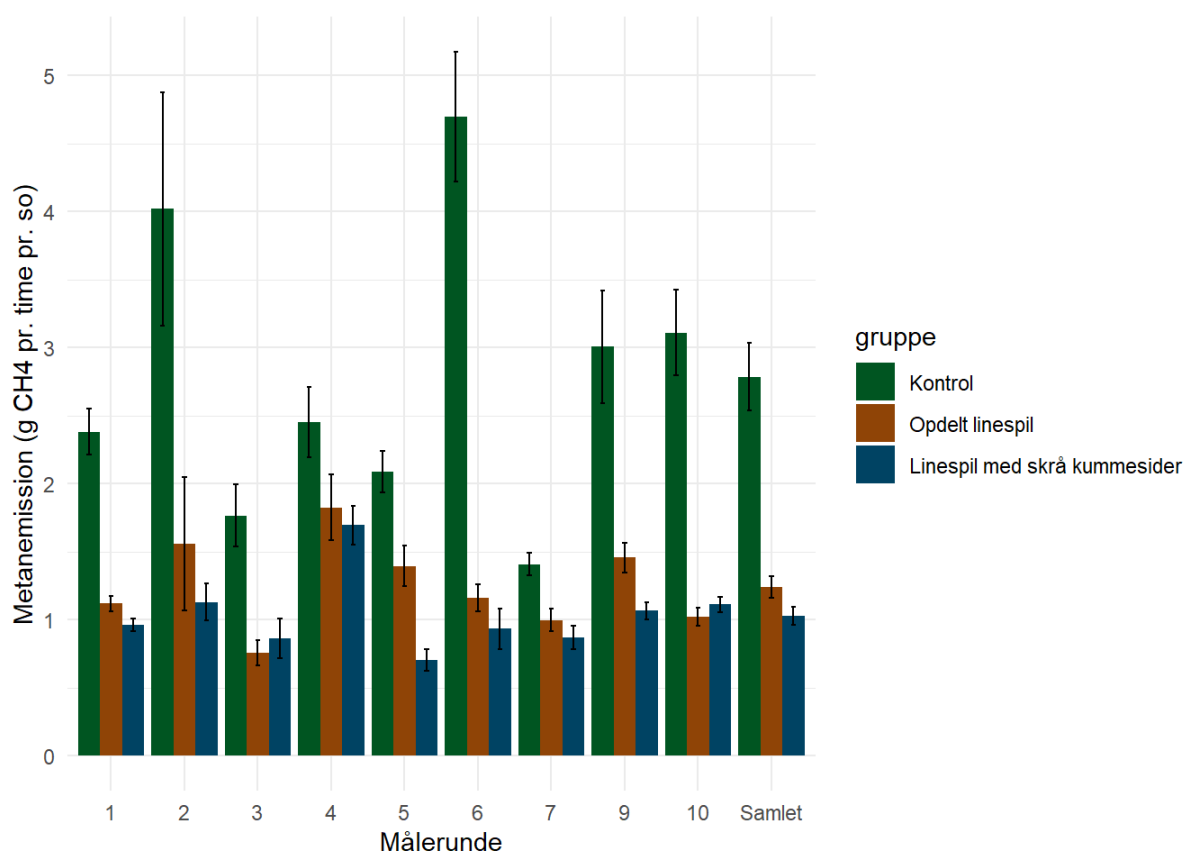
Hold	Sektion	Antal fodringer	L pr. fodring	Foder kg/liter	FEso pr. dag	Enterisk metan g/so/dag	Enterisk metan g/so/time
1	Kontrol	4	3,5	0,49	7,6	13,5	0,56
	Opdelt linespil	4	3,1	0,49	6,9	12,2	0,51
	Linespil m. skrå kummesider	4	3,0	0,49	6,5	11,6	0,48
2	Kontrol	4	3,7	0,53	8,8	15,7	0,65
	Opdelt linespil	3	3,6	0,53	6,4	11,3	0,47
	Linespil m. skrå kummesider	3	3,5	0,53	6,2	11,0	0,46
3	Kontrol	3	3,2	0,60	6,4	11,3	0,47
	Opdelt linespil	3	3,1	0,60	6,1	10,9	0,45
	Linespil m. skrå kummesider	3	3,2	0,60	6,4	11,4	0,47
4	Kontrol	4	3,2	0,60	8,5	15,1	0,63
	Opdelt linespil	3	3,1	0,60	6,2	11,1	0,46
	Linespil m. skrå kummesider	3	3,1	0,60	6,3	11,2	0,47
5	Kontrol	3	3,5	0,63	7,4	13,2	0,55
	Opdelt linespil	3	3,4	0,63	7,3	13,0	0,54
	Linespil m. skrå kummesider	3	3,2	0,63	6,8	12,1	0,50
6	Kontrol	4	3,7	0,63	10,4	18,4	0,77
	Opdelt linespil	3	3,5	0,63	7,4	13,2	0,55
	Linespil m. skrå kummesider	3	3,6	0,63	7,5	13,3	0,55
7	Kontrol	4	3,5	0,63	9,8	17,4	0,73
	Opdelt linespil	3	3,6	0,63	7,6	13,5	0,56
	Linespil m. skrå kummesider	3	3,5	0,63	7,5	13,3	0,56
8	Kontrol	4	3,4	0,62	9,4	16,7	0,69
	Opdelt linespil	3	3,5	0,62	7,3	13,0	0,54
	Linespil m. skrå kummesider	3	3,5	0,62	7,2	12,9	0,54
9	Kontrol	3	3,0	0,63	6,4	11,4	0,48
	Opdelt linespil	4	3,2	0,63	9,0	16,1	0,67
	Linespil m. skrå kummesider	4	3,1	0,63	8,8	15,7	0,65
10	Kontrol	3	3,0	0,62	6,3	11,2	0,47
	Opdelt linespil	3	3,1	0,62	6,4	11,3	0,47
	Linespil m. skrå kummesider	3	3,1	0,62	6,5	11,6	0,48
11	Kontrol	2	3,0	0,61	4,1	7,2	0,30
	Opdelt linespil	2	3,0	0,61	4,1	7,3	0,31
	Linespil m. skrå kummesider	2	3,0	0,61	4,1	7,3	0,31

Appendiks 3

Metanemission uden korrigering for enterisk bidrag

Tabel 7. Middelværdier af metanemission i g/time/so [95%-konfidensintervaller].

	Traditionel gyllekumme med rørudslusning (Kontrol)	Opdelt linespil	Linespil m. skrå kummesider
Måledage, stk.	95	95	95
Metanemission, g CH ₄ /time/so	2,778 [2,484; 3,073]	1,235 [0,941; 1,530]	1,020 [0,725; 1,314]
P-værdi, sammenlignet med kontrol		<0,0001	<0,0001
Reduktion af metanemission, %		55	63



Figur 6. Metanemission ved brug af rørudslusning, opdelt linespil og opdelt linespil med skrå kummesider for måleperioderne, samt den samlede metanemission over hele perioden. Errorbars er 95 %-konfidensintervaller.