

Rengøring af gyllekummer – betydning for emission af metan, ammoniak og lugt

Torben Jensen, Søren Kjærgaard Boldsen, Michael Jørgen Hansen¹ og Anne Lindstrøm Hansen

SEGES Innovation P/S, Den rullende Afprøvning, 1) Aarhus Universitet



Hovedkonklusion

Metanemissionen fra en slagtegrisestald blev reduceret med over 75 %, når gyllekummerne blev rengjort. Der var en varierende og begrænset effekt på ammoniakemissionen og ingen statistisk sikker effekt på lugtemissionen. Rengøringseffekten oversteg effekten af hyppig gylleudslusning. Vandforbruget til rengøringen udgjorde 24-35 l pr. gris.

Sammendrag

Betydningen af rengøring af gyllekummer for metan-, ammoniak- og lugtemissionen blev undersøgt i en slagtegrisestald i løbet af produktionsperioden for to hold slagtegrise. Målingerne foregik i perioden fra maj til september. Der indgik fire grupper i forsøget: i) kontrolgruppe med ingen vask af gyllekummer med ugentlig udslusning, ii) rengøring mellem hvert hold med to gylleudslusninger pr. hold, iii) rengøring mellem hvert hold med ugentlig gylleudslusning samt iv) rengøring kun før første hold med to gylleudslusninger pr. hold. Gyllekummerne blev rengjort ved hjælp af en vaskerobot udviklet af firmaet Washpower.

Rengøring af gyllekummerne mellem hvert hold medførte en reduktion på 81 og 79 % i metanemissionen ved henholdsvis ugentlig udslusning og to gange udslusning sammenlignet med en staldsektion, hvor gyllekummerne ikke blev rengjort. Der var således stort set ikke effekt af hyppig udslusning, når gyllekummerne blev rengjort mellem hvert hold. Effekten af rengøringen syntes at vare længere end ét hold, da staldsektionen med rengøring mellem hvert andet hold opnåede en reduktion på 75 % i metanudledning sammenlignet med kontrolsektionen.

Effekten på ammoniakemissionen var svingende. I de tre forsøgsgrupper varierede effekten numerisk mellem 12 og 24 %. Det var i gruppen med rengøring mellem hvert hold og ugentlig udslusning og gruppen med rengøring før første hold og to gange udslusning, at der blev set en statistisk sikker

reduktion på 24 %. Der er umiddelbart ikke nogen god forklaring på den store variation mellem holdene og på, at rengøring mellem hvert hold og to gange udslusning gav den mindste og ikke statistisk sikre effekt.

Lugtmålingerne viste også svingende resultater. Specielt emission fra kontrolgruppen lå på meget forskelligt niveau i henholdsvis hold 1 og 2, hvorimod niveauerne i forsøgsgrupperne var mere sammenlignelige. I hold 1 blev der udtaget lugtprøver i poser og her viste alle forsøgsgrupper en numerisk stigning i lugtemissionen sammenlignet med kontrolgruppen. I hold 2 blev der foretaget kontinuerlige lugtmålinger og her viste resultaterne et numerisk fald i lugtemissionen, når der blev sammenlignet med kontrolgruppen. Hverken de målte forskelle i hold 1 eller 2 var statistisk sikre.

Det tog ca. 10-12 minutter at vaske gyllekummen under en sti (5,10 m x 2,40 m). Derudover skulle der bruges ca. 3 minutter på at flytte rengøringsudstyret mellem stier. Vandforbruget var ca. 35 l pr. gris ved første vask af gyllekummerne og 24-28 l pr. gris ved de efterfølgende rengøringer.

Baggrund

Projektets formål var at undersøge, om rengøring af gyllekummerne mellem holdene i en slagtegrise-stald kunne reducere emissionen af metan, ammoniak og lugt.

Metan dannes ved mikroorganismers nedbrydning af organisk materiale under iltfrie forhold, når gyllen lagres i gyllekummen. Når gyllekummen eller gyllelageret tømmes på almindelig vis, er der typisk en lille mængde restgylle, som forbliver i gyllekummen. Efterhånden som gyllekummen genopfyldes med frisk gylle, bliver den friske gylle podet med tilpassede metanogener fra restgyllen (inokulum). Det fører til en hurtig vækst i den mikrobielle population og dermed øget omsætning af organisk materiale til metan.

Hvis gylleudslusning kan fjerne restgyllen fuldstændigt, og dermed mikroorganismer, som er tilpasset temperaturen og miljøet, resulterer det i forlængelse af lagfasen i mikroorganismernes kolonisering i den friske gylle. Ved introduktion af mikroorganismer, som f.eks. metanproducerende mikroorganismer (metanogener) til et nyt miljø, ses typisk en tilpasningsfase, hvor de udvikler og tilpasser sig, men uden, at populationen vokser i antal og uden, at metanproduktionen stiger. Reduktion i udledning af metan fra husdyrgødning kan dermed opnås ved grundigere rensning af gyllekummen, hvorved antallet af metanproducerende mikroorganismer (metanogener) reduceres [1, 2, 3].

I nuværende produktionssystemer er det endnu ikke praktisk muligt at vaske gyllekummerne mellem hvert hold grise. Det skyldes dels, at der ikke findes egnet vaskeudstyr og dernæst, at adgangen til gyllekummerne er meget vanskelig. Vaskeroboter er efterhånden ved at opnå en stor udbredelse i griseproduktionen, da de forbedrer arbejdsmiljøet og er tidsbesparende for landmanden. Formålet med dette projekt var at videreudvikle vaskerobotteknologien, således at vaskerobotten også kan vaske gyllekummen, og dermed undgå, at der tilbageholdes inokulum, som kan overføres mellem holdene. Teknologien blev desuden kombineret med hyppig udslusning af gylle for at opnå en kombineret virkning mellem reduceret inokulum og hyppig fjernelse af organisk materiale. Det er kendt, at hyppig udslusning af gylle fra stald til lager kan reducere metanemissionen, fordi gyllen flyttes fra et varmt miljø med høj mikrobiel aktivitet til et koldere med lavere aktivitet [4,5]. En vaskerobotteknologi, som udvikles til også at rengøre gyllekummerne, vil kunne anvendes i både eksisterende og i nye stalde.

Til rengøringen blev benyttet en vaskerobot fra Washpower A/S med en nyudviklet dyse til rengøring af gyllekummen.

Projektet var støttet af GUDP og blev udført i samarbejde med Washpower A/S og Aarhus Universitet.

Materialer og metoder

Besætningsbeskrivelse

Afprøvningen blev gennemført i en slagtegrisestald indrettet med seks identiske sektioner med 16 stier i hver. Der var 272 stipladser pr. sektion, og fire sektioner indgik i undersøgelsen. Dertil var der sygestier i en buffersektion, som var halvt så stor som sektionerne.

Sektionerne målte 19,2 m i længden og 11,2 m i bredden. Loftshøjden var 2,90 meter. Alle stier var indrettet med drænet gulv i lejearealet (33 %) og stierne målte 5,11 m i længden og 2,40 m i bredden. Gangbredden var 1,02 meter. Stierne var indrettet med langkrybbe og der blev anvendt vådfodring med et vådfoderanlæg fra Big Dutchman. Der blev anvendt én foderblanding fra 30 til 115 kg (se indhold i foderblandingen i Appendiks A). Grisene blev fodret på følgende tidspunkter: kl. 7.00; kl. 13.00; kl. 19.00 og kl. 01.00.

Træ i kæde eller i holder udgjorde rode- og beskæftigelsesmateriale.

Ventilationsprincippet var combi-diffus ventilation med diffust luftindtag over loftet. Ventilationen bestod af to stk. Ø600 ventilatorer (én trinløs og én on/off ventilator) fra SKOV A/S med tilhørende loftsventiler. Der var placeret en loftventil tre meter fra bagvæggen over hver sti, som åbnede ved en udetemperatur på over 19 °C.

Der var otte gyllekummer pr. sektion og gyllekummerne var 40 cm dybe. Der var gyllekumme under gangen. Der var én gylleprop pr. gyllekumme og gylleproppen var placeret under spaltegulvet på gangen. Gyllen blev kørt til et nærtliggende biogasanlæg, som afhentede gyllen umiddelbart efter gylleudslusningen. Gyllen blev udsluset fra én sektion ad gangen. De otte propper blev løftet og hang herefter i "løftestangen" i cirka 10 minutter, inden propperne blev lagt tilbage.

Grisene blev indsat ved ca. 25 kg, og der var 1-3 ugers interval mellem indsættelsen af grise i de enkelte sektioner. Der blev anvendt 12-ugers drift efterfulgt af en uges tomperiode (rengøring og udtørring) inden nye grise blev sat ind i sektionen.



Figur 1. Staldsektionernes indretning i afprøvningsbesætningen.

Gennemførelse

I afprøvningen indgik fire sektioner og afprøvningen omfattede én kontrolgruppe og tre forsøgsgrupper:

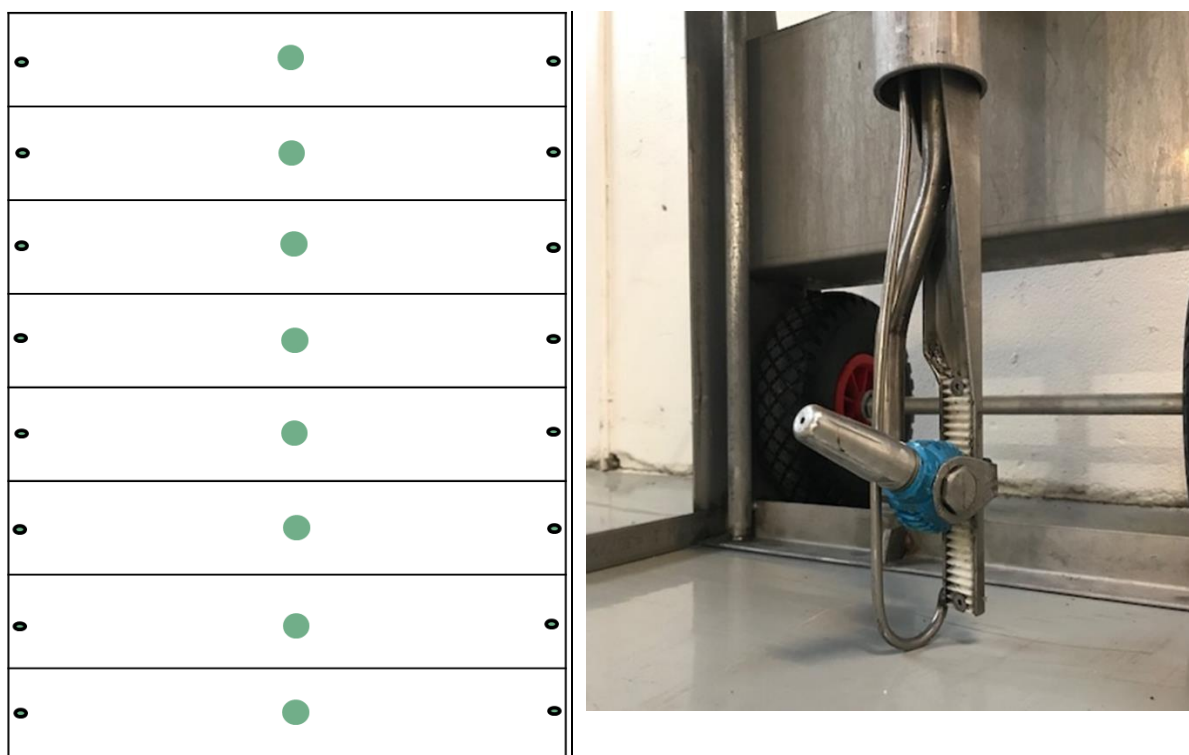
Kontrolgruppe:	Ugentlig gylleudslusning
Forsøgsgruppe 1:	Vask af gyllekummer mellem hvert hold med to gylleudslusninger i produktionsperioden
Forsøgsgruppe 2:	Vask af gyllekummer mellem hvert hold med ugentlig gylleudslusning i produktionsperioden
Forsøgsgruppe 3:	Vask af gyllekummer kun før indsættelse af første hold med to gylleudslusninger i forsøgsperioden

Antal grise samt driftsparametre i de fire sektioner var sammenlignelige, og det var kun hyppighed af vask og udslusning, som varierede. De fire sektioner blev i første runde fyldt med grise over to uger og i anden runde blev de fyldt over tre uger, dvs. at der var aldersforskel mellem grisene i de forskellige sektioner og dermed også på grisenes vægt i måleperioderne. Der var samme indsættelsesrækkefølge i begge runder. Der blev først indsat grise i forsøgsgrupperne 3, 2 og 1 og grisene i sektionen med kontrolgruppen blev indsat sidst. Der blev typisk sat lidt flere grise ind i stierne end der kunne gå i stien frem til slagtning. Disse grise blev udtaget i løbet af vækstperioden og overført til andre stalde, så arealkravene kunne overholdes.

Afprøvningen blev gennemført i løbet af ét halvt år, hvor en tekniker fra Den rullende Afprøvning, SEGES Innovation, aflagde besøg i besætningen cirka hver 14. dag.

Vask af gyllekummer

Gyllekummerne i forsøgssektionerne blev rengjort med de intervaller, som var beskrevet for den pågældende forsøgsgruppe. I praksis foregik rengøringen ved, at der blev boret et hul i spaltegulvet (Ø 80 mm) ca. 0,5 m fra stiens endevæg. Her blev en dyse fra en vaskerobot ført ned i kummen og en medarbejder fra Washpower styrede dysen ved hjælp af et "joystick" og spulede gyllekummen indtil den var ren. For bedre at lede vaskevandet til gylleproppen blev der stukket "pizzaspader" ned i gyllekummen omkring udslusningsstedet, hvilket hindrede, at vaskevandet skyllede over i modsatte gyllekumme. Hullet i gulvet blev lukket med en metalplade, som blev holdt fast af et spalteanker, når der var grise i stien. Placeringen af hullerne i spaltegulvet og dysens udformning fremgår af figur 2.



Figur 2. Gyllekummer med placering af gylleprop/udslusningshul (grøn) og placering af dysehul (sort) samt dysens udformning.

Gylleudslusning og måleperioder

I kontrolsektionen og i en af forsøgssektionerne blev der sluset gylle ud ugentligt (kontrolgruppe og forsøgsgruppe 2) og i to forsøgssektioner blev der udsluset gylle to gange i produktionsperioden (forsøgsgruppe 1 og 3).

Der blev gennemført to måleperioder i hvert hold. I hold 1 var første måleperiode 2-4 uger efter, at grisene var blevet indsat og anden måleperiode lå 6-10 uger efter indsættelse. I hold 2 var første måleperiode 1-4 uger efter indsættelse og anden måleperiode lå 4-7 uger efter indsættelse. Måleperioderne inkluderede målinger før og efter en gylleudslusning i begge måleperioder.

Den første af de to måleperioder i hold 2 måtte kasseres, da den on/off regulerede ventilator i en af sektionerne var ude af drift i perioder og det var dermed i disse perioder ikke muligt at få det ønskede luftskifte, hvis ventilationsbehovet var større end den trinløst regulerede ventilator havde kapacitet til.

Metan- og ammoniakmåling

Gaskoncentrationsmålinger blev foretaget med Cavity Ring-Down Spektroskopi (CRDS, Picarro G2509). Hvert målepunkt blev målt i 7 minutter. Af de 7 minutters målinger blev de første 4 minutter og sidste 10 sekunder frasorteret for at undgå krydskontaminering mellem målepunkter.

Der blev beregnet en middelværdi for den 7 minutters måleperiode, som indgik i timemiddelberegningen. Der blev ud fra timemiddelværdierne beregnet en døgnmiddelværdi, som blev anvendt i de statistiske beregninger.

Målepunktet var placeret ved afkastet med den trinløst styrede ventilator i både kontrol- og forsøgssektioner. Derudover blev metanen målt i udeluften, som var et punkt placeret ved udhænget udenfor stalden. I hver måleperiode blev der målt kontinuerligt i 24 timer i 7-19 dage. Emissionerne blev beregnet ud fra den målte koncentration (timemiddel), ventilationsydelse, temperatur i staldluften og antallet af grise i sektionen. Ved udregning af metanemissionen blev udekonzentrationen fratrasket staldens koncentration, da metankonzentrationen i atmosfæren er cirka 1,85 ppm [5], og kan være højere omkring et staldanlæg.

Den on/off regulerede ventilator i kontrolsektionen virkede ikke på nogle af måledagene, hvilket sandsynligvis har bevirket, at metan- og ammoniakkoncentrationen i afgangsluften i den trinløst regulerede ventilationsskorsten, hvor måleudstyret var placeret, var højere end hvis begge ventilatorer havde været i gang. Omvendt så var spjældet i den on/off regulerede ventilator på de fleste af dagene også åbent, selvom ventilatoren ikke var i drift. Dermed er der trukket frisk udeluft ind via ventilationsskorstenen, og da den var placeret tæt på den trinløst regulerede ventilationsskorsten, kan dette have været med til at fortynde metan- og ammoniakkoncentrationen i afgangsluften. Det blev derfor besluttet at holde målingerne, hvor den on/off regulerede ventilator var ude af drift, ude af dataopgørelsen. Det bevirkede, at antallet af måledage, som indgik i dataopgørelsen i hold 2, blev reduceret fra 19 til 8.

Metan dannes primært fra gyllen, men en mindre del af metanen dannes også i grisens fordøjelseskanal (forgæring i tarmen), hvilket kaldes enterisk metanproduktion. I denne afprøvning kan der ikke skelnes imellem, hvilken mængde metan, der stammer fra gyllen eller fra grisens enteriske produktion. Den enteriske produktion af metan fra grisen er ikke målt særskilt, da det krævede, at grisen var i et klimakammer, hvor input og output registreres præcist. I stedet er der beregnet et estimat for metanemissionen baseret på normtal [6].

Det blev beregnet, at energiindholdet i de anvendte foderblandinger lå på 15,5 MJ/FEsv. Metans energiniveau er 55,65 MJ pr. kg, og det forudsættes, at 0,28 % af bruttoenergien i foderet omsættes til metan i slagtegrisens tyktarm [6]. Ud fra de tildelte foder mængder af den anvendte foderblanding (se Appendiks A) i de pågældende sektioner i måleperioderne i afprøvningen, er der beregnet en middelværdi af den enteriske produktion af metan for at kunne sammenligne metanemission fra grisene i de enkelte sektioner. Der er beregnet en middelværdi for enterisk metan i hver gruppe i hver måleperiode.

Lugt

I hold 1 blev der udtaget poser med staldluft, som efterfølgende blev analyseret på laboratorie med Proton-Transfer-Reaction Time of Flight - Mass Spektrometre (PTR-TOF-MS), som beskrevet nedenfor. Der blev to gange i hvert hold opsamlet luft fra de fire sektioner. Hver gang blev der i løbet af en dag opsamlet luft 3 x 30 minutter samtidig i hver af de fire sektioner. I hold 1 måtte målingerne fra første udtagning kasseres, da det viste sig, at ventilationsydelsen i kontrolsektionen havde ligget ca. 40 %

lavere end i forsøgsgrupperne. Det er derfor kun lugtprøverne fra anden udtagningsdag, som indgik i dataopgørelsen.

Lugtmålingerne i hold 2 blev udført med on-site PTR-TOF-MS. (T-1000, IONICON Analytik G.m.b.H) og med samme målepunkter som for ammoniak og metan. Lugtmålingerne forløb over to målerunder, i alt 12 dage, men pga. nedbrud af den on/off regulerede ventilator var det kun de dage, hvor den var i drift, som kunne benyttes. Derfor indgik der kun fire dage i dataopgørelsen.

Lugtemissionerne 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. [7]

Luftskifte og temperatur

Klimaet i sektionerne blev styret via en klimacomputer fra SKOV A/S (DOL 234F). Luftydelsen blev målt kontinuerligt hvert 2. minut med Dynamic Air fra SKOV A/S tilkoblet Vengsystem. Luftydelsen blev kontrolmålt med målevinger af fabrikatet Fancor AM-63 placeret øverst i de trinkløst regulerede afkast inden afprøvningens start. En kontrol af denne placering med målevinger under spjæld og ventilator viste imidlertid en afvigelse mellem de to målevinger. Det blev besluttet at hæve ventilationsvinger og spjæld, således der blev plads til en permanent monteret målevinge under spjæld og ventilator. Efter flytningen blev der foretaget en ny kontrolmåling med målevinge, som var retvisende og denne blev benyttet til beregning af ventilationsydelse også i de målerunder, som var blevet gennemført før, målevingerne blev flyttet.

Temperaturen blev registreret via Veng system. Der blev målt i afkast i samme målepunkter, som måling af metan og ammoniak blev foretaget.

Temperaturen blev desuden målt udenfor.

Gyllehøjde

Gyllehøjden blev registreret af besætningens personale før og efter gylleudslusning i hver kumme i hver af de fire sektioner. I den første målerunde i hold 1 blev der kun målt gyllehøjder i en tilfældig kumme i sektionen før og efter udslusning. Dette blev for de efterfølgende målerunder ændret til, at der blev målt gyllehøjder i alle gyllekummer i sektionerne, for at få et større og mere sikkert datagrundlag for gyllehøjden i sektionerne, da der blev observeret variation i gyllehøjden mellem gyllekummerne.

Stalddrift

Antallet af grise i de fire sektioner blev registreret løbende, og dato for indsættelse og udtagning af grise blev noteret.

Statistik

Ammoniak- og metanemissioner blev beregnet ud fra de målte koncentrationer, ventilationsydelsen, temperatur og antallet af grise i sektionerne. Lugtemissioner blev beregnet ud fra lugtkoncentrationer med SOAV-metoden [7]. Efterfølgende blev der udregnet et døgnmiddel af emissionerne. Formel for beregning af emissioner kan findes i Appendiks B.

Emissionerne blev analyseret i en generaliseret lineær REML-model, hvor gruppe og målerunde indgik som systematiske variable og hold som tilfældig, samtidig med, at der blev korrigeret for udetemperatur og grisenes vægt.

Resultater og diskussion

Metan

Der blev gennemført to måleperioder med 19 dage i hold 1 og 8 dage i hold 2 hvert hold, dvs. der var 27 måledage pr. gruppe. Resultatet af målinger af metanemission er vist i tabel 1.

I tabel 1 ses den samlede udledning (fra gødning og enterisk) fra staldsektionerne fratrasket den enteriske metandannelse for at vise effekten af forsøgsbehandlingerne.

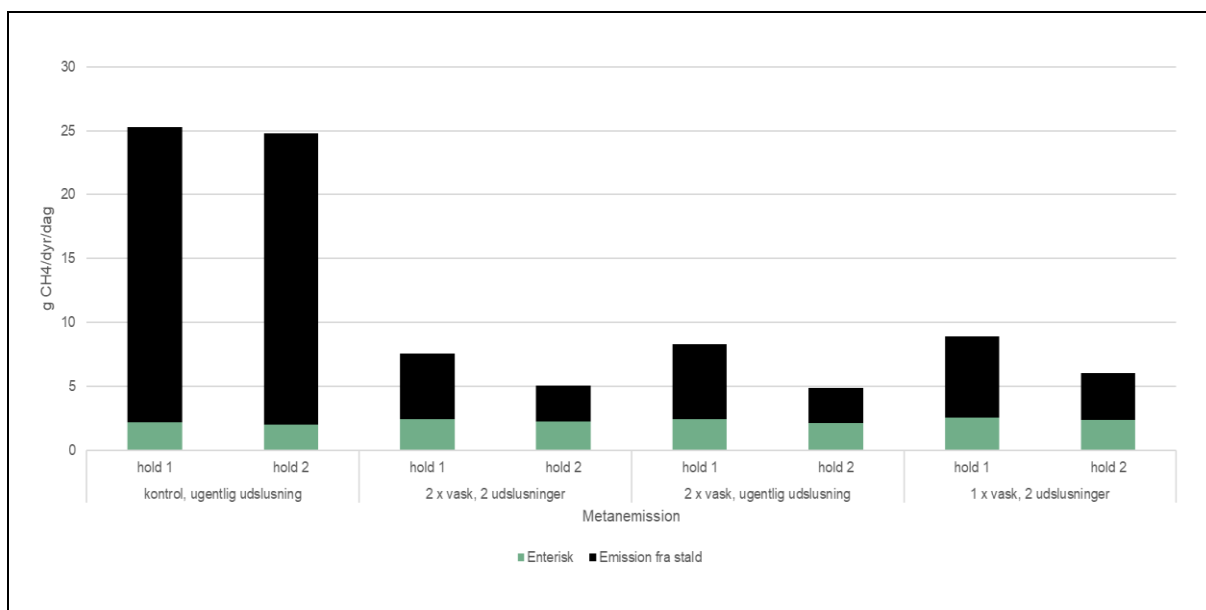
Tabel 1. Gennemsnitlig metankoncentration og metanemission fra henholdsvis kontrol- og forsøgsgrupperne igennem afprøvningsperioden. 95 % konfidensintervallet er angivet i firkantet parentes.

	Ingen vask Ugentlig gylleudslusning (kontrol)	Vask mellem hvert hold To gange gylleudslusning (gruppe 1)	Vask mellem hvert hold Ugentlig gylleudslusning (gruppe 2)	Vask før første hold To gange gylleudslusning (gruppe 3)	P-værdi
Måledage, stk.	27	27	27	27	
Metankonc., ppm	18,5	6,3	6,2	7,2	
Metanemission fratrasket enterisk metan, g CH ₄ døgn ⁻¹ gris ⁻¹	23,0 [20,9;24,7]	4,9 [3,8;6,6]	4,4 [2,2;6,0]	5,7 [3,5;7,6]	<0,0001
Reduktion af metanemissionen, pct.		79	81	75	

Som det fremgår af tabel 1, blev der opnået store metanreduktioner ved at gøre gyllekummerne rene. Effekten af rengøringen havde langt større betydning end udslusningshyppigheden. Der sås kun små forskelle i metanemissionen mellem ugentlig udslusning og udslusning to gange i vækstforløbet. Rengøring mellem hvert hold, dvs. to rengøringer, reducerede metan med 81 %, når der blev udsluset gylle ugentlig og med 79 %, når der blev udsluset gylle to gange i vækstforløbet.

Effekten af rengøringen syntes at vare længere end ét hold, da staldsektionen med rengøring mellem hvert andet hold opnåede en reduktion på 75 % i metanudledning sammenlignet med kontrolsektionen.

Som det fremgår af figur 3, sås de største metanreduktioner i forsøgsgrupperne i hold 2, og den største reduktion blev opnået i grupperne med vask af gyllekummer mellem hvert hold. I gruppen, hvor der kun blev rengjort gyllekummer før indsættelse af første hold, var effekten lidt lavere, hvilket sandsynligvis skyldes, at der har været lidt restgylle i kummen, som har dannet podemedie for de metandannende mikroorganismer i gødningen fra næste hold grise.



Figur 3. Gennemsnitlig metanemission i hold 1 og hold 2 fra henholdsvis kontrol- og forsøgsgrupperne.

Ammoniak

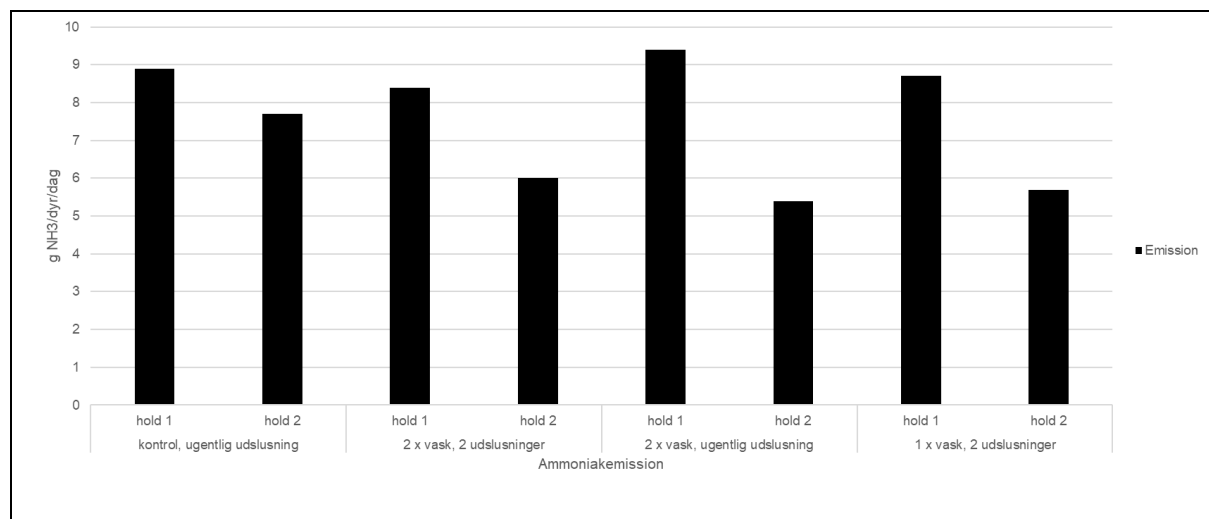
Effekten på ammoniakemission var svingende, idet der ikke var effekt af rengøringen i hold 1, mens der i hold 2 blev opnået en reduktion på godt 30 %. Effekten i de tre forsøgsgrupper varierede mellem 33 og 39 % i hold 2. Samlet set var der en effekt på 24 % ammoniakreduktion både ved rengøring af gyllekummerne mellem hvert hold og ugentlig udslusning og ved rengøring før første hold og to gange udslusning. Der var en numerisk og ikke statistisk sikker forskel på 12 % mellem rengøring mellem hvert hold og to gange udslusning og kontrolgruppen. Der er ikke umiddelbart gode forklaringer på, hvorfor der var den store variation mellem holdene og at rengøring mellem hvert hold og to gange udslusning gav den mindste effekt.

Tabel 2. Gennemsnitlig ammoniakkoncentration og ammoniakemission målt med Picarro fra henholdsvis kontrol- og forsøgsgrupperne igennem afprøvningsperioden. 95 % konfidensintervallet er angivet i firkantet parentes.

	Ingen vask Ugentlig gylleudslus- ning (kontrol)	Vask mellem hvert hold To gange gylleudslusning (gruppe 1)	Vask mellem hvert hold Ugentlig gylleudslusning (gruppe 2)	Vask før første hold To gange gylleudslusning (gruppe 3)	P- værdi
Måledage, stk.	27	27	27	27	
Ammoniak- koncentration, ppm	6,4	5,2	5,3	5,4	
Ammoniakemission, g NH ₃ -N døgn ⁻¹ 1000 kg gris ⁻¹	131	115a [83;153]	100b [63;133]	100b [67;136]	a:<0,1 b:<0,05
Reduktion af ammoniakemissionen, pct.		12	24	24	
Ammoniakemission, g NH ₃ -N døgn ⁻¹ gris ⁻¹	8,6 [5,8;10,7]	8,2 [5,5;10,4]	7,4 [4,4;9,7]	7,8 [5,1;10,3]	>0,1
Reduktion af ammoniakemissionen, pct.		4	13	9	

a,b: p-værdi for den anførte værdi.

Figur 4 viser den gennemsnitlige ammoniakemission, og som det fremgår af figuren, var det primært i hold 2, at der forekom en reduktion. Måleperioderne i hold 1 blev gennemført i maj og juni og i hold 2 i august og september. Der var 1-1,5 °C forskel i staldtemperaturen mellem de to hold i de enkelte sektioner (Appendiks C).



Figur 4. Gennemsnitlig ammoniakemission i hold 1 og hold 2 fra henholdsvis kontrol- og forsøgsgrupperne.

Lugt

Resultatet af posemålingerne er vist i tabel 3. Der blev udtaget lugtprøver to gange i hold 1, men på grund af lav ventilationsydelse i kontrolsektionen ved den første prøvetagning er resultaterne for disse prøver ikke vist i tabellen. Som det fremgår af tabellen, var der en numerisk forøgelse af lugtemissionen

fra de tre forsøgsgrupper sammenlignet med kontrolgruppen. Der blev dog ikke fundet statistisk sikre forskelle.

Tabel 3. Lugtemissioner (posemålinger), SOAV-emission pr. 1.000 kg gris pr. sekund samt SOAV-emission pr. gris pr. sekund.

	Ingen vask Ugentlig gylleudslusning (kontrol)	Vask mellem hvert hold To gange gylleudslusning (gruppe 1)	Vask mellem hvert hold Ugentlig gylleudslusning (gruppe 2)	Vask før første hold To gange gylleudslusning (gruppe 3)	P-værdi
Antal måledage	1	1	1	1	
Lugt, SOAV- emission 1.000 kg gris ⁻¹ sek. ⁻¹	240	255	268	280	>0,1
Reduktion af lugtemissionen, pct.		÷6	÷12	÷17	
Lugt, SOAV- emission gris ⁻¹ sek. ⁻¹	17,2	19,2	21,4	22,9	>0,1
Reduktion af lugtemissionen, pct.		÷12	÷24	÷33	

Resultatet af de kontinuerlige målinger er vist i tabel 4.

Tabel 4. Lugtemissioner (kontinuerlige PTR-MS-målinger), SOAV-emission pr. 1.000 kg gris pr. sekund samt SOAV-emission pr. m² pr. sekund. 95 % konfidensintervallet er angivet i firkantet parentes.

	Ingen vask Ugentlig gylleudslusning (kontrol)	Vask mellem hvert hold To gange gylleudslusning (gruppe 1)	Vask mellem hvert hold Ugentlig gylleudslusning (gruppe 2)	Vask før første hold To gange gylleudslusning (gruppe 3)	P- værdi
Måledage, stk.	4	4	4	4	
Lugt, SOAV- emission 1.000 kg gris ⁻¹ sek. ⁻¹	401 [289;501]	271 [182;357]	306 [215;395]	252 [150;350]	>0,1
Reduktion af lugtemissionen, pct.		32	24	37	
Lugt, SOAV- emission m ² ⁻¹ sek. ⁻¹	31,8 [24,2;39,1]	23,7 [16,2;31,4]	24,1 [16,7;31,4]	23,3 [16,1;30,3]	>0,1
Reduktion af lugtemissionen, pct.		25	24	27	

I hold to blev lugtemissionen målt med det mobile PTR-MS-udstyr over en periode på fire dage. Målingerne viste numeriske forskelle mellem grupperne, men ikke en statistisk sikker forskel, hverken når det gjaldt lugtemissionen pr. 1000 kg gris eller pr. kvadratmeter.

Samlet set og vurderet på baggrund af posemålingerne og de kontinuerlige målinger af lugtemissionen, har rengøring af gyllekummerne ikke givet anledning til en lugtreduktion. Lugtemissionen fra

kontrolsektionen lå på meget forskellige niveauer ved henholdsvis posemålingerne og de kontinuerlige målinger, hvorimod niveauerne i de øvrige grupper var mere sammenlignelige.

Vasketid og vandforbrug

Det tog ca. 10-12 minutter at vaske gyllekummen under en sti med målene 5,10 m x 2,40 m. Derudover skulle der bruges ca. 3 minutter på at flytte udstyret mellem stier. Der kunne spares ca. 1-2 min. i vasketid pr. sti, hvis gyllen blev sluset ud lige før, stien blev vasket, da vandforbruget blev større, hvis der var tørre gødningsrester i gyllekummen. Første gang gyllekummerne blev rengjort, var vandforbruget ca. 600 l pr. sti. Det samlede vandforbrug var ved de efterfølgende rengøringer mellem 400-480 l pr. sti og gyllemængden øgedes med ca. 5 %, som følge af rengøringen af gyllekummerne.

Vasketid pr. sti

- **Vask: 10-12 min.**
- **Flytning af udstyr: 3 min.**

Vandforbrug

- **Første vask: 600 l/sti – 35 l/gris**
- **Anden vask: 400-480 l/sti – 24-28 l/gris**

Supplerende målinger

Det blev tilstræbt, at der var ensartede forhold i de fire grupper. Dette var ikke helt muligt, da grisene blev indsat over to-tre uger, hvorfor kravene til temperatur og luftskifte varierede.

I tabel 5 er de supplerende registreringer vist som en gennemsnitlig værdi for måledagene i hver gruppe. Der var små variationer mellem grupperne, men der var ikke tegn på, at variationerne var systematiske. Eksempelvis tydede variationerne ikke på, at ventilationen gennemsnitligt har været mindre i kontrolsektionen, selvom den on/off regulerede ventilator i kontrolsektionen i en del af produktionsperioden i hold 2 var ude af drift. Gennemsnitlige værdier pr. hold er vist i Appendiks C.

Tabel 5. Gennemsnitlige værdier på måledagene for hhv. antal grise, grisenes vægt, ventilationsydelse, kuldioxidkoncentration og staldtemperaturen for de fire grupper.

	Ingen vask Ugentlig gylleudslusning (kontrol)	Vask mellem hvert hold To gange gylleudslusning (gruppe 1)	Vask mellem hvert hold Ugentlig gylleudslusning (gruppe 2)	Vask før første hold To gange gylleudslusning (gruppe 3)
Måledage, stk.	27	27	27	27
Antal grise, stk.	273	265	274	266
Vægt grise, kg	66	69	71	74
Ventilationsydelse, m ³ /time	26622	27521	25968	25818
Kuldioxidkoncentration, ppm	1047	990	1031	1005
Staldtemperatur, °C	20,1	20,4	20,1	20,5

Konklusion

Rengøring af gyllekummerne mellem hvert hold medførte mellem 81 og 79 % reduktion i metanemissionen ved henholdsvis ugentlig udslusning og to gange udslusning sammenlignet med en staldsektion, hvor gyllekummerne ikke blev rengjort. Der var således stort set ikke effekt af hyppig udslusning, når gyllekummerne blev rengjort imellem hvert hold. Effekten af rengøringen syntes at være længere end ét hold, da staldsektionen med rengøring mellem hvert andet hold opnåede en 75 % reduktion i metanudledning sammenlignet med kontrolsektionen.

Effekten på ammoniakemissionen var svingende. I de tre forsøgsgrupper varierede effekten numerisk mellem 12 og 24 %. Det var i gruppen med rengøring mellem hvert hold og ugentlig udslusning og gruppen med rengøring før første hold og to gange udslusning at der blev set en statistisk sikker reduktion på 24 %. Der er umiddelbart ikke nogen god forklaring på den store variation mellem holdene og på, at rengøring mellem hvert hold og to gange udslusning gav den mindste og ikke statistisk sikre effekt.

Lugtmålingerne viste ligeledes svingende resultater. Specielt emission fra kontrolgruppen lå på meget forskelligt niveau i henholdsvis hold 1 og 2, hvorimod niveauerne i forsøgsgrupperne var mere sammenlignelige. I hold 1 blev der udtaget lugtprøver i poser og her viste alle forsøgsgrupper en numerisk stigning i lugtemissionen sammenlignet med kontrolgruppen. I hold 2 blev der foretaget kontinuerlige lugtmålinger og her viste resultaterne et numerisk fald i lugtemissionen, når der blev sammenlignet med kontrolgruppen. Hverken de målte forskelle i hold 1 eller 2 var statistisk sikre.

Det tog ca. 10-12 minutter at vaske gyllekummen under en sti som målte 5,10 m x 2,40 m. Derudover skulle der bruges ca. 3 minutter på at flytte udstyret mellem stier. Vandforbruget var ca. 35 l pr. gris ved første vask af gyllekummerne og 24-28 l pr. gris ved de efterfølgende rengøringer.

Referencer

- [1] Haeussermann A., Hartung E., Gallmann E. & Jungbluth T. 2006. Influence of season, ventilation strategy, and slurry removal on methane emissions from pig houses. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 112, 115-121
- [2] Sokolov, V.K, VanderZaag, A., Habtewold J., Dunfield, K., Wagner-Riddle, C., Venkiteswaran, J.J., Crolla, A. & Gordon R. 2020. Dairy manure acidification reduces CH₄ emissions over short and long-term, *Environmental Technology*, DOI: 10.1080/09593330.2020.1714744
- [3] Wood, J.D., Vanderzaag, A.C., Wagner-Riddle, C., Smith, E.L. & Gordon, R.J 2014. Gas emissions from liquid dairy manure: Complete versus partial storage emptying. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 99, 95– 105
- [4] 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
- [5] Jørgensen, M., Bache, J. K., Granath, S.W.Y. (2022) Gylleudslusning ugentlig samt hver 14. dag i en slagtegrisestald med drænet gulv. Meddelelse 1253, SEGES Innovation, Den rullende Afprøvning.

- [6] Jørgensen, H. (2011): Methane emission from pigs. Report. Aarhus Universitet. Link: [764414 Foelgebrev DJF rapport Methane emission from pigs 2 incl f lgebrev.pdf \(au.dk\)](https://pure.au.dk/ws/files/146927961/Method_description_chemical_measurements_of_odour_110319.pdf)
- [7] Ammendrup, A.-C., Hansen, M.J. and Feilberg, A., 2019. *Method description: Chemical measurements of odour*. Version 11-03-19. Aarhus Universitet. Available at: https://pure.au.dk/ws/files/146927961/Method_description_chemical_measurements_of_odour_110319.pdf [tilgået 21 Maj 2025].

Deltagere

Tekniker: Jens Bonefeld Møller, Hans Peter Thomsen, Tommy Nielsen

Statistikere: Søren Kjærgaard Boldsen

Andre deltagere: Lise Bonne Guldborg, AU og Stefan Bendsen Washpower

Øvrig information

Afprøvning nr. 1933

BC nr.: 1436

Journalnummer fra bevillingsgiver: 34009-20-1725

Besætningen/besætningerne, som denne afprøvning er gennemført i, er godkendt i DANISH-ordningen i 2024.

//JAHP / LATO//

Appendiks A: Fodersammensætning

Tabel A1. Fodersammensætning i foderblanding 30-115 kg.

Indhold	Mængde, pct.
Blandet korn (50 % hvede; 40 % byg; 10 % Havre)	76,5
Gris Tilskud 688256 Våd	23,5

Tabel A2. Næringsstofindhold i foderblanding 30-115 kg.

Næringsstof	Pr. kg	Pr. energi
Tørstof, %	87,1	82,8
Råprotein, %	16,9	16,0
Råfedt, %	2,9	2,7
Råaske, %	4,4	4,2
Træstof, %	4,2	4,0
FE _{Svin} , FE _{SV}	1,05	1,0

Appendiks B: Beregning af emissioner

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

$$g / \text{gris} / \text{time} : \frac{M * C * V * P}{R * T * N * 1000}$$

Hvor:

M: Molvægtens af N-NH₃ eller 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 C: Gennemsnitlige værdier pr. målerunde

Gennemsnitlige værdier pr. hold for hhv. antal grise, grisenes vægt, ventilationsydelse, kuldioxidkoncentration og staldtemperaturen for de fire grupper.

	Ingen vask Ugentlig gylleudslusning (kontrol)	Vask mellem hvert hold To gange gylleudslusning (gruppe 1)	Vask mellem hvert hold Ugentlig gylleudslusning (gruppe 2)	Vask før første hold To gange gylleudslusning (gruppe 3)
Hold 1				
Måledage, stk.	19	19	19	19
Antal grise, stk.	268	258	268	256
Vægt grise, kg	66	67	72	76
Ventilationsydelse, m ³ /time	30766	31186	29457	29111
Kuldioxidkoncentration, ppm	966	1000	1033	991
Staldtemperatur, °C	20,5	20,9	20,6	20,6
Hold 2				
Måledage, stk.	8	8	8	8
Antal grise, stk.	282	281	288	285
Vægt grise, kg	66	71	69	72
Ventilationsydelse, m ³ /time	21224	24004	22441	22151
Kuldioxidkoncentration, ppm	1209	969	1027	1034
Staldtemperatur, °C	19,5	19,4	19,2	20,5