

# AFPRØVNING AF PUNKTUDSUGNING I EN KVÆGSTALD MED HYBRIDVENTILATION

Malene Myllerup og Mai Britt Friis Nielsen

SEGES Innovation P/S

STØTTET AF:

STØTTET AF  
**Kvæg**afgiftsfonden

STØTTET AF  
**Mælke**afgiftsfonden

## Hovedkonklusion

Foreløbige resultater viser, at det var muligt at samle 39,6 % af den samlede ammoniakemission i et punktudsugningsanlæg i en kvægstald.

## Sammendrag

Opsamlingsgraden af ammoniak i et punktudsugningsanlæg blev undersøgt i en kvægstald igennem ét år. Der blev gennemført fire måleperioder i en kvægstald indrettet med 389 sengebåse, hvor der kun var opstaldet malkekøer.

Resultaterne viser, at det var muligt at opsamle 39,6 % af den samlede ammoniakemission, som blev ledt ud af punktudsugningsanlægget.

## Baggrund

Der er i dag kun få muligheder for at reducere emissionen af ammoniak og lugt fra kvægstalde. I arbejdet med at reducere emissionen fra kvægstalde er der et stort potentiale i at inddrage viden om de teknologier, der er udviklet til at reducere emissionen fra svinestalde. Særligt på ventilationsområdet er det dokumenteret, at punktudsugningsanlæg etableret under spaltegulvet i grisestalde kan have store fordele, hvilket også kan være relevant at anvende i den fremtidige indretning af kvægstalde.

Punktudsugningsanlægget med sugepunkter etableres i en kanal under sengebåsene. Sugepunkterne etableres i overgangen mellem spaltegulv og sengebåse. Herved suges der tæt ved køernes lejeareal (sengebåse), og luften ledes fra denne kanal videre til hovedkanalen, som er tilkoblet en luftrenser. Der er på nuværende tidspunkt ingen godkendte luftrensere til kvægstalde på Miljøstyrelsens Teknologiliste.

Tidligere resultater fra svinestalde har vist, at punktudsugning placeret under spaltegulvet tæt ved grisenes lejeareal kan opsamle 65 % af ammoniakemissionen og 47 % af lugtemissionen fra stalden i en luftmængde svarende til 10 m<sup>3</sup>/time/gris af maksimumsventilationskapaciteten [1]. Der er i en dansk kvægstald etableret et punktudsugningsanlæg i en stald med hybridventilation, som er et koncept med en kombination af punktudsugning og styret naturlig ventilation. Der er tidligere lavet flere målinger i stalden gennemført af Aarhus Universitet (AU). Resultaterne viste, at det var muligt at opsamle mellem 64-83 % af ammoniakemissionen og 10-50 % af metanemissionen i en luftmængde ledt ud via punktudsugningen svarende til 147 m<sup>3</sup>/time pr. ko om vinteren og 118 m<sup>3</sup>/time pr. ko om sommeren. Dette svarer til 30 % og 24 % af koens maksimumsventilationskapacitet (hvis koens maksimumsventilationskapacitet sættes til 500 m<sup>3</sup>/time/ko) [2]. Staldkonceptet forhandles af AgriFarm A/S.

Afprøvningens formål var at klarlægge, hvor stor en andel af ammoniak-, lugt- og metanemissionen der kan opsamles i et punktudsug med en kapacitet på 125 m<sup>3</sup>/time/ko (svarende til 25 % af maksimumsventilation på 500 m<sup>3</sup>/time/ko) etableret i overgangen mellem sengebåse og spalter i en kvægstald under almindelige praktiske forhold. Resultaterne sammenholdes med kontrolgruppen uden punktudsugning.

## Materialer og metoder

Testen blev gennemført i en kvægstald med 359 sengebåse, som blev etableret i 2011. Beskrivelse af stalden er angivet i Tabel 1.

**Table 1.** Beskrivelse af teststalden.

Parameter	Egenskaber
Dimension af stalde (længde; bredde; højde, m)	41,5 m; 74,2 m; 9,0 m
Ventilationssystem	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hybrid ventilation bestående af naturlig ventilation med åbningsareal i facaderne med manuelt regulerbare ventilationsåbninger.</li> <li>Punktudsugningskanal under sengebåse med sugepunkter placeret i overgangen mellem sengebåse og spalter.</li> <li>Hver anden række er etableret med indblæsningsluft, men dette vil blive lukket i afprøvningsperioden.</li> </ul>
Staldtype	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sengebåsestald med spaltegulv i gangarealerne, linespil i gyllekanalerne, robotskraber på spalter.</li> <li>Malkegrav er placeret i stald, som er placeret i forlængelse af teststalden.</li> </ul>
Bruttoareal af stalde, (m <sup>2</sup> )	<p>3.079 m<sup>2</sup> bestående af:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>2.664 m<sup>2</sup> primært staldareal inkl. sengebåse og spalter</li> <li>415 m<sup>2</sup> foderbord</li> <li>371 m<sup>2</sup> forbindelsesgang-areal (er ikke med i de 3.079 m<sup>2</sup>)</li> </ul>
Indvendig volumen af stalden, (m <sup>3</sup> )	27.714
Produktionsareal, sengebåseafsnit til køer (m <sup>2</sup> )	2.664
Produktionsareal, kælvningsbokse (m <sup>2</sup> )	0 (der er ingen kælvningsbokse i stalden)
Totalt produktionsareal, køer (m <sup>2</sup> )	2.664
Produktionsareal, sengebåseafsnit til ungdyr (m <sup>2</sup> )	De er opstaldet i en anden stald ved siden af teststalden. Der er fire malkehold i teststalden, som er en blanding mellem førstegangskælvare og flergangskælvare.
Produktionsareal, dybstrøelsesbokse (m <sup>2</sup> )	
Totalt produktionsareal, ungdyr (m <sup>2</sup> )	
Forhold produktionsareal køer:ungdyr	100:0
Staldens længderetning (°)	+5° C i forhold til nord:syd-aksen
Antal koplader i sengebåseafsnit	389
Antal koplader i kælvningsbokse	0
Antal koplader i alt	389
Sengebåse, strøelse/måtte	Sand
Malkning	Malkestald, tre gange daglig malkning
Mælkeproduktion (kg dag <sup>-1</sup> ko <sup>-1</sup> )	32,6
<b>Foder</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Der fodres to gange dagligt</li> <li>TMR<sup>1</sup> med &gt;50 % grovfoder og et råproteinindhold på ca. 184 g/kg TS jf. aktuel foderplan</li> </ul>

<sup>1</sup> Total mixed ration = fuldfoder

Staldens længderetning var næsten nord/syd. Fire hold malkekøer var opstaldet i stalden, og de blev malket i en malkestald, der lå sydøst for kostalden, tre gange dagligt. Køerne blev fodret to gange dagligt med en fuldfoderblanding til lakterende køer og blev ikke lukket på afgræsning i løbet af året.

Der var etableret skraber/linespil i gyllekummen, som kørte én gang i døgnet. Der blev desuden anvendt spalteskraberrobot til skrabning af spalterne.

Der findes tre gyllebeholdere på ejendommen (Figur 1). De to gyllebeholdere mod nordøst var hhv. overdækket og ikke overdækket. Gyllebeholderene lå ca. 100 meter fra teststalden og gav ikke læ for sydvestenvinden. Gyllebeholderen øst for teststalden er ikke overdækket og lå ca. 70 meter fra teststalden. Syd for kostalden blev der i 2021 opført en stald med plads til malkekøer og kvier (taget i brug før første testperiode startede). Stalden var indrettet med fast drænet gulv med deltaskraber og naturlig ventilation. Når køerne i denne stald skulle malkes, gik de igennem teststalden for at komme over i malkestalden.



**Figur 1.** Teststalden er markeret med rød cirkel. Den nye stald (taget i brug i 2021) er markeret med grønt og ligger syd for teststalden. Den ene ikke-overdækkede gylletank ligger ved siden af en overdækket tank (nordøst for teststalden) – markeret med den brune cirkel. Den røde pil peger mod nord.

## Ventilation

Kvægstalden adskilte sig fra en kvægstald med naturlig ventilation ved at være indrettet med hybridventilation. Hybridventilation er en kombination af naturlig og mekanisk ventilation. Den mekaniske ventilation bestod i dette tilfælde af et mekanisk punktudsugningsanlæg placeret i en kanal under sengebåsene med sugepunkter placeret i overgangen mellem sengebåsene og spalterne.

Luften fra punktudsugningsanlægget blev herefter ledt igennem en luftrensner med en kapacitet på ca. 25.000 m<sup>3</sup>/time. I forsøgsperioderne blev ventilationen indstillet, så det svarede til 125 m<sup>3</sup>/time/ko (svarende til 25 % af maksimum ventilation på 500 m<sup>3</sup>/time/ko). Der var etableret punktudsug under de seks rækker sengebåse, som var i stalden. Alle punktudsugningskanaler var i drift i forsøgsperioderne, men der blev kun målt på de to midterste punktudsugningskanaler i stalden. Punktudsugningshullerne blev manuelt gjort rene i alle seks punktudsugningskanaler inden afprøvningens start.

Hybridventilationen blev styret, så ventilationsåbningerne i staldens facader blev reguleret manuelt, mens det mekaniske punktudsug kørte konstant og med samme ydelse i forsøgsperioderne. Det var aftalt med kvægproducenten, at stalden og hermed portåbninger mm. blev anvendt som normalt i både kontrol- og forsøgsperioderne.

## Testdesign

Testen blev gennemført med udgangspunkt i VERA-protokollen for test af staldsystemet: VERA test protocol for Livestock Housing and Management Systems vers. 3:2018-09 [3].

Testen havde opstart i juli 2021 og blev afsluttet i juli 2022. Testen blev gennemført i løbet af ét år i besætningen efter case-control-proceduren. Stalden anvendes derfor som kontrolstald uden punktudsug og som forsøgsstald med punktudsug (se Tabel 2 for behandling af de to grupper). Det var tilsigtet at måle syv dage i kontrol og efterfølgende syv dage i forsøg. Målet var at gennemføre seks måleperioder svarende til en måleperiode ca. hver anden måned fordelt over ét år for at medtage effekten af årstidsvariationen i data. I kontrolperioden blev punktudsugningen manuelt slukket.

**Tabel 2.** Oversigt over kontrol- og forsøg.

Kontrol	Forsøg
Naturlig ventilation uden punktudsugning. Den naturlige ventilation blev manuelt reguleret.	Punktudsugning med 125 m <sup>3</sup> /time/ko i kombination med naturlig ventilation (hybrid ventilation). Den naturlige ventilation blev manuelt reguleret.

## Målinger og registreringer

De primære registreringsparametre var ammoniak-, metan- og lugtkoncentration. De sekundære måleparametre var luftskifte, kuldioxid, vindhastighed og retning, temperatur og relativ luftfugtighed. Der blev desuden udtaget gylle- og foderprøver.

I besætningen blev der etableret fem målepunkter i staldens længde samt to målepunkter i punktudsugningen. De fem målepunkter i staldens længde var placeret som følgende: et stk. i hver side af stalden; et stk. midt i stalden (ca. tre meter over gulvet); et stk. ved kip og den sidste i portåbningerne i enden af stalden, der vender mod syd.

Uden for staldene blev der placeret tre målepunkter (ude) i ca. fem meters afstand nord, øst og vest for stalden, ca. midt i forhold til staldens længde og bredde. Vindsiden defineres relativt til staldens

længderetning, i målepunkt(er) øst for stalden benyttes ved vindretninger i området 0-180° relativt til staldens længderetning, og målepunkt(er) vest for stalden benyttes ved vindretninger i området 181-360° relativt til staldens længderetning. En vejrstation blev placeret på gavlen (nord). Der blev anvendt PTFE-slanger i dimensionen 8/6 mm (udvendig/indvendig diameter). På de fem slangetræk i stalden blev der monteret en kritisk dyse (luftflow på ca. fem liter pr. minut) for hver ti meter slange for at sikre ensartet opsamling af luften i staldens længde.

## Ammoniak, metan og kuldioxid

Luften i og uden for stalden blev opsamlet kontinuerligt i måleslangerne med membranpumper (PTFE-membraner) af typen Charles Austen Pumps Ltd. Til at måle gaskoncentrationerne blev der anvendt et Picarro-målesystem. Forbindelsen mellem måleslangerne og måleinstrumenterne blev kontrolleret med en multiposition ventil (VICI Valco Instruments).

Et Picarro-instrument af typen G2508 blev anvendt til at bestemme ammoniak-, kuldioxid og metankoncentrationerne under testen. Den analytiske metode byggede på Cavity-Ring-Down Spektroskopi (CRDS), som er en direkte absorptionsteknik, hvor der anvendes lysdiode til at bestemme henfaldsraten af lyset i det optiske hulrum. Den observerede tid anvendes til at beregne koncentrationen af det absorberende stof (ammoniak, kuldioxid og metan) i gasblandingen i hulrummet/målekammeret. Ved at anvende et meget smalt lysspektrum mindskes risikoen for interferens fra andre stoffer i prøven.

I hver måleperiode blev der lavet kontrolmålinger af målesystemet med referencegas. Målingerne blev udført ved at sammenligne koncentrationen målt af måleinstrumentet og gaskoncentrationen i standardgassen. Kontrolmålingerne blev udført for at identificere eventuel lækage i slangerne, tilstopning af filtre eller fejlmåling af instrumenter.

Ammoniak var den primære måleparameter, og koncentrationen ved hver observation blev bestemt ved konstant måling over syv minutter i hvert målepunkt. Kuldioxid- og metankoncentrationen blev ligeledes målt over syv minutter i hvert målepunkt. Ved hvert besøg af en tekniker fra Den rullende Afprøvning blev koncentrationen af ammoniak og kuldioxid desuden kontrolmålt med sporgasrør (Kitagawa 105 SD og 126 SF) som en kontrolmåling af Picarro.

## Lugtkoncentration

Lugtmålingerne blev foretaget med PTR-TOF-MS (Proton Transfer Reaction – Time of Flight – Mass Spectrometry) med et TOF-1000 instrument (IONICON Analytik G.m.b.H).

Transmission og svovlbrintekorrektion er bestemt ved afslutningen af hver måleperiode. PTR-MS-instrumentet var tilkoblet en opvarmet ventilboks (40° C), og hvert målepunkt (de samme målepunkter, som ved måling af metan) blev målt med ventilskifte hvert tiende minut. I hver måleperiode blev der desuden målt på et filter med aktivt kul til bestemmelse af den instrumentelle baggrund.

Lugtreduktionen blev bestemt med "OAV-metoden". I denne metode antages det, at lugtbidragene fra de enkelte lugtstoffer er additive, og et samlet lugttal (SOAV) kan angives ved summen af OAV (Odor Activity Values) for hvert enkelt stof. OAV er givet ved lugtstoffernes koncentration divideret med lugttærskelværdien, som bestemmes med dynamisk olfaktometri (lugtkoncentrationsbestemmelse med den menneskelige næse). Metoden er godkendt af Miljøstyrelsen til dokumentation af lugtreducerende miljøteknologier til Teknologilisten [4], og den dertilhørende protokol blev fulgt i denne afprøvning [5].

## Temperatur, vindretning og fugtighed

Ude- og staldtemperaturen, ude- og staldfugtighed samt vindretning og -hastighed blev logget hvert femte minut via PC-log (VengSystem A/S). Til temperatur- og luftfugtighedsmålingerne blev der benyttet en VE10-sensor og en fugtføler VE14. Følerne var placeret midt i stalden, midt i punkudsugningen samt en kontrol uden for stalden. Herudover blev der i hver kontrol- og forsøgsperiode foretaget en kontrolmåling af temperatur og relativ fugtighed i de enkelte målepunkter med et multimeter af typen Testo 435. Der blev opsat en vejrstation og lufthastighedsføler på gavlen af stalden til at måle vindhastigheden og -retningen.

## Luftydelse i punkudsugning og luftskifte i stalden

I punkudsugningskanalen blev luftydelsen målt med en målevinge (Ø800) i hver kanal (fire stk. i alt). Der blev desuden placeret en målevinge i de to kanaler (yderst i hver side af stalden) for at kende luftydelsen fra disse kanaler også.

Til bestemmelse af luftskifte i stalden blev der brugt sporgas-ratio-metoden som nævnt i VERA-protokollens afsnit 7.4.2.3 [3], dog suppleret med gasdensitet faktor for omregning fra liter gas pr. time til masse pr. time. Som sporgas anvendes den naturlige produktion af CO<sub>2</sub> i stalden, dvs. CO<sub>2</sub> produceret af dyrene og af gødningen, som er lagret i stalden. Produktionen af CO<sub>2</sub> fra dyrene afhænger af dyrenes størrelse, produktion og aktivitet, hvilket kan udtrykkes i relation til dyrenes varmeproduktion med tillæg for produktion af CO<sub>2</sub> fra gødningen i stalden.

## Antal dyr, foderregistrering og mælkeproduktion

Antallet af dyr blev registreret af en tekniker én gang i hver måleperiode. Samtidigt blev der også foretaget foderregistrering, og i hver måleperiode blev der udtaget en foderprøve til analyse. Mælkeproduktionsdata blev anvendt til at bestemme dyrenes egen kuldioxidproduktion.

## Gylle

Som tidligere nævnt var der etableret linespil i gyllekummerne, som blev anvendt dagligt. I hver måleperiode blev der udtaget gylleprøver, som blev opbevaret på frost indtil analyse. Gylleprøverne blev udtaget i fortanken under omrøring for at sikre en opblandet prøve.

## Databehandling og statistik

Databehandlingen og den statistiske analyse er foretaget i SAS baggrund af seks måleperioder i testbesætningen. Databehandlingen blev foretaget i henhold til VERA-protokollen (ver. 3:2018-09). På grund af fejl i datalogningen er måleperiode 1 og 3 ikke medtaget i dataopgørelsen. Der indgår derfor fire måleperioder i stedet for seks i dataopgørelsen.

## Beregning af emissionen

Ammoniak- og metanemissionen fra stalden blev beregnet ved sporgas-ratio-metoden, som angivet i VERA-protokollen. Luftskiftet i stalden beregnes på baggrund af den naturlige frigivelse af CO<sub>2</sub> i stalden og fortyndingen heraf. CO<sub>2</sub>-udskillelsen fra køerne i stalden er relateret til deres varmeproduktion og afhænger af faktorer såsom køernes størrelse, mælkeydelse og aktivitet. Køernes CO<sub>2</sub>-produktion bestemmes via følgende ligning (OBS: stalden omfatter udelukkende malkekøer):

$$E_{CO_2}(\text{malkekøer}) = 0,2 \cdot \frac{5,6 m^{0,75} + 22 \cdot Y_1 + 1,6 \cdot 10^{-5} \cdot p^3}{1000}$$

Hvor nedenstående gælder:

- m: køernes vægt, kg



- $Y_1$ : mælkeydelse, kg/dag
- $p$ : antal dage drægtighed, dage

De 0,2 angiver om der er spaltegulv i stalden og enheden bliver:  $L CO_2 h^{-1} w^{-1}$ . Herefter ganges med antallet af køer. Ud over køernes  $CO_2$ -produktion er der også et bidrag fra gyllen, som normalt fastsættes til at udgøre 10 % af køernes  $CO_2$ -produktion. I denne stald var der som tidligere nævnt linespil, og det vurderes at 10 % er overestimeret. Den samlede  $CO_2$ -produktion fra stalden beregnes ved følgende ligning:

$$P_{CO_2} = \sum_{i=1}^2 N_i (E_{CO_2,d,i} + E_{CO_2,g,i})$$

Hvor nedenstående gælder:

- $P_{CO_2}$  = Total  $CO_2$  produktion i stalden [ $L CO_2 time^{-1}$ ]
- $i$  = dyretype (malkekøer)
- $N$  = antal malkekøer
- $E_{CO_2,d,i}$  =  $CO_2$  produktion relateret til køernes varmeproduktion [ $L CO_2 W^{-1}$ ]
- $E_{CO_2,g,i}$  =  $CO_2$  produktion fra gylle lagret i stalden [ $L CO_2 W^{-1}$ ]

Ammoniak- og metanemissionen i stalddrummet beregnes ved hjælp af nedenstående ligning:

$$E_{NH_3/CH_4} = P_{sporgas} \cdot \frac{[C_{NH_3/CH_4}]_{stald} - [C_{NH_3/CH_4}]_{ude}}{[C_{sporgas}]_{stald} - [C_{sporgas}]_{ude}} \cdot \rho_{NH_3/CH_4}$$

Hvor nedenstående gælder:

- $E_{NH_3/CH_4}$  er ammoniak eller metanemissionen ( $g time^{-1}$ ),
- $P_{sporgas}$  er produktionen af sporgas,  $CO_2$  ( $L time^{-1}$ ),
- $[C_{NH_3/CH_4}]_{stald}$  er ammoniakkoncentrationen målt i stalden (ppm),
- $[C_{NH_3/CH_4}]_{ude}$  er ammoniakkoncentrationen i udeluft (ppm),
- $[C_{sporgas}]_{stald}$  er sporgaskoncentrationen målt i stalden samme sted og på samme tid som ammoniak (ppm),
- $[C_{sporgas}]_{ude}$  er sporgaskoncentrationen i udeluft målt samme sted og på samme tid som ammoniak (ppm),
- $\rho_{NH_3/CH_4}$  er densiteten af ammoniak eller metan ved målt temperatur og lufttryk ( $g L^{-1}$ ).

For udekonzentrationen af ammoniak og kuldioxid anvendes målepunktet, som var placeret i vindretningen. Ude-målepunktet øst for stalden blev antaget at være repræsentativ ved vindretninger mellem  $0^\circ$ - $180^\circ$  (relativ til stalddretningen), mens ude-målepunktet vest for stalden blev antaget at være repræsentativt for vindretninger mellem  $180^\circ$ - $360^\circ$ .

Alle emissioner blev beregnet med vindbestemt baggrund, som betyder, at det baggrundsmålepunkt, som til enhver tid lå i vindretningen, blev anvendt som baggrund i beregningerne.

Beregningen af ammoniakemissionen blev gennemført på følgende måde: for hver måleperiode på syv minutter blev de første tre minutters koncentrationsmålinger frasorteret for at undgå adsorptionseffekt i slanger og måleinstrument. Derudover blev det sidste halve minut frasorteret for at undgå eventuel effekt af overlap og trykudligninger ved ventilskifte. De resterende 3,5 minutters



målinger blev midlet. Emissionen blev beregnet ud fra hver enkelt målerunde på ventilen. Disse data blev midlet til timegennemsnit. Døgn-gennemsnit blev derefter bestemt som summen af timegennemsnit fra midnat til midnat. Dage, hvor måleudstyret blev flyttet mellem besætningerne, eller hvor grupper blev skiftet, blev ikke inkluderet. Målinger, hvor CO<sub>2</sub>-koncentrationen i målepunktet inde i stalden ikke oversteg baggrundsniveauet med mere end tre gange standardafvigelsen på en blind prøve (kulfilter) for instrumentet, blev ekskluderet (CO<sub>2</sub> cut-off value). Kun måledage, hvor > 80 % af de registrerede timegennemsnit indeholdt brugbare data, er medregnet.

Emissionen blev udtrykt dels som den totale ammoniakemission fra hver stald (kg NH<sub>3</sub>-N pr. dag) og dels som ammoniakemissionen pr. m<sup>2</sup> produktionsareal pr. dag.

Metanemissionen fra stalden blev beregnet med samme metode som ammoniakemissionen.

Ammoniak- og metanemissionen i punktudsugningen blev bestemt via følgende ligning:

$$E(\text{punktudsugning})_{\frac{NH_3}{CH_4}} = \frac{M \cdot \left[ C_{\frac{NH_3}{CH_4}} \right]_{\text{punktudsugning}} \cdot Q \cdot P}{R \cdot T}$$

Hvor nedenstående gælder:

- M: Molvægten af N, 14,007 g/mol eller CH<sub>4</sub>, 16,04 g/mol
- V: Koncentration, ppm = ml/m<sup>3</sup>
- Q: Ventilationsydelsen, m<sup>3</sup>/time
- P: Tryk, 1 atm.
- R: Gaskonstanten, 0,0821 liter × atm/(mol × K)
- T: Temperaturen i Kelvin.

Emissionen angives i g time<sup>-1</sup> enten pr. ko eller produktionsareal (m<sup>2</sup>).

## Resultater og diskussion

### Ammoniak

Resultaterne for de gennemsnitlige ammoniakkoncentrationer og -emissioner for både kontrol- og forsøgsgruppen er vist i Tabel 2.

**Tabel 2.** Gennemsnitsværdier af ammoniakkoncentration og -emission.

	Kontrol		Forsøg	
	Staldrum	Punktudsugning	Staldrum	Punktudsugning
N				
Ammoniakconc., ppm				
Ammoniakemission, g time <sup>-1</sup>	742,5	76,5	540,4	292,4

Den totale ammoniakemission i kontrolgruppen lå på 687 g time<sup>-1</sup> og i forsøgsgruppen på 736,9 g time<sup>-1</sup>. Ud af den samlede ammoniakemission blev 39,6 % samlet i punktudsugningen i forsøgsgruppen. På trods af at ventilatorerne var stoppet i kontrolgruppen, blev der alligevel registreret

en ventilationsydelse. Andelen af ammoniak, der blev ledt ud via punktudsugning i kontrolgruppen, lå på 11 %.

## Konklusion

I en afprøvning af punktudsugning i en kvægstald igennem et år blev det fundet at 39,6 % af den samlede ammoniakemission blev ledt ud af punktudsugningsanlægget. Afprøvningen blev gennemført i en kvægstald med hybrid ventilation og punktudsugning.

## Referencer

- [1] Riis, A. L., M. Jørgensen & P. Hansen (2014): 10 % punktudsugning via sugepunkt midt under lejeareal i slagtesvinestald med drænet gulv i lejearealet. Videncenter for Svineproduktion. Den rullende afprøvning. Meddelelse nr. 998
- [2] Rong, L., D. Liu, E. F. Pedersen & G. Zhang (2014): Effect of climate parameters on air exchange rate and ammonia and methane emissions from a hybrid ventilated dairy cow building. Energy and Buildings, Volume 82, October 2014, Pages 632-643.
- [3] VERA test protocol for Livestock Housing and Management Systems version. 3:2018-09.  
[VERA\\_Testprotocol\\_Housing\\_v3\\_2018.pdf \(vera-verification.eu\)](#)
- [4] Pedersen S., Sällvik K. 2002. Climatization of Animal Houses. Heat and moisture production at animal and house levels. 4th report of working group. Int. commission of agricultural Engineering, section II.
- [5] Bekendtgørelse om godkendelse og tilladelse m.v. af husdyrbrug BEK nr. 1261 af 29/11 2019. Hente fra: <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=211472>

## Deltagere

Tekniker: Hans Peter Thomsen og Nina Thue Charles

Statistikere: Mai Britt Friis Nielsen

Evt. andre deltagere:

Afprøvning nr. 1700

NAV nr.: 7867

Journalnr.: xxxx-x-xx-xxxxxx

//din afdelingsleders initialer//

Dyregruppe: Kvæg

Fagområde: Miljøteknologi

Nøgleord: Ammoniak, lugt, metan, ventilation

# Appendiks 1

## Foderanalyser

**Tabel A1.** Foderanalyser.

	Måleperiode 1	Måleperiode 2	Måleperiode 3	Måleperiode 4
	Malkekøer	Malkekøer	Malkekøer	Malkekøer
Tørstof, g kg <sup>-1</sup>	432	412	438	413
Råprotein, g kg TS <sup>-1</sup>	207	169	187	174
Opl. Råprot, g kg TS <sup>-1</sup>	71	60	68	65
Stivelse, g kg TS <sup>-1</sup>	160	199	174	184
NDF, g kg TS <sup>-1</sup>	282	300	298	316
Træstof, g kg TS <sup>-1</sup>	154	161	162	172
Råfedt, g kg TS <sup>-1</sup>	48	43	46	49
FK org stof [%]	83	82	81	81
NEL20, MJ/10 kg TS	69	68	68	68
AAT20, g kg TS <sup>-1</sup>	103	97	98	95
FE skand./100 kg TS	106	101	100	100
TMR score	3	3	2	2
Græsbolde	2	1	2	1
Partikeltab	5	2	5	5
Sukker, g kg TS <sup>-1</sup>	49	41	44	27
Aske, g kg TS <sup>-1</sup>	81	69	78	74
CAB, meq./kg TS	158	170	154	187
pH ekstrakt (x10)	49	46	46	45
Mælkesyre g kg TS <sup>-1</sup>	51	51	52	56

## Appendiks 2

### Gylleanalyser

**Tabel A2.** Gylleanalyser

Måle- periode	TS[%]	Total N [kg ton <sup>-1</sup> ]	NH <sub>4</sub> -N [kg ton <sup>-1</sup> ]	pH [-]	P [kg ton <sup>-1</sup> ]	K [kg ton <sup>-1</sup> ]	S [kg ton <sup>-1</sup> ]	C/N forhold
1	17,3	3,7	1,7	7,3	0,70	2,7	0,56	13,1
2	21,2	4,1	2,0	7,3	0,77	2,5	0,54	10,3
3	16,6	4,1	2,3	7,1	0,71	2,8	0,59	10,5
4	17,7	3,9	1,7	7,2	0,78	2,7	0,58	7,3

**SEGES**  
INNOVATION

Tlf.: 87 40 50 00

[info@seg.es.dk](mailto:info@seg.es.dk)

Ophavsretten tilhører SEGES Innovation P/S. Informationerne fra denne hjemmeside må anvendes i anden sammenhæng med kildeangivelse.

Ansvar: Informationerne på denne side er af generel karakter og søger ikke at løse individuelle eller konkrete rådgivningsbehov.

SEGES Innovation P/S er således i intet tilfælde ansvarlig for tab, direkte såvel som indirekte, som brugere måtte lide ved at anvende de indlagte informationer.