



PLACERING AF LOFTSVENTILER I KOMBINATION MED PUNKTUDSUGNING

ERFARING NR. 1505

Når punktudsugning anvendes har loftsventiler placeret over grisenes lejeareal ingen indvirkning på andelen af den ammoniakemission, som ledes ud via punktudsugningsanlægget. Totalemmissionen blev øget, når ventilerne var åbne pga. større luftskifte.

INSTITUTION: VIDENCENTER FOR SVINEPRODUKTION, DEN RULLENDE AFPRØVNING

FORFATTER: MALENE JØRGENSEN
ANDERS LEEGAARD RIIS

UDGIVET: 24. JUNI 2015

Dyregruppe: Slagtesvin

Fagområde: Stalde & Miljø

Sammendrag

Formålet med denne afprøvning var at undersøge, om loftsventiler, placeret ved bagvæggen i en slagtesvinesektion og med åbning direkte ned i lejet, reducerede andelen af ammoniakemissionen, som udledes via punktudsugningsanlægget sammenlignet med sektion med punktudsugning og ingen loftsventiler.

Andelen af ammoniakemissionen, som blev ledt ud via punktudsugningsanlægget, var den samme fra sektionen med loftsventiler placeret ved bagvæggen og med luftstrømmen ledt direkte ned i grisenes lejeareal som fra kontrolsektionen uden loftsventiler. Der var dog en forøget ammoniakemission fra forsøgssektionen i det tidsrum, hvor loftsventilerne var åbne, sammenlignet med kontrolsektionen, hvilket formentlig kan tilskrives den merventilation, der sker, når loftsventiler åbner. Det er dog kun i ca. 4 % af årets timer, at der er behov for supplerende luftindtag i slagtesvinestalde. Resultaterne er fremkommet på baggrund af ét hold slagtesvin i en sommerperiode i klimakamre på Forsøgsstation Grønhøj. Der skal tages forbehold for, at resultaterne kan være anderledes i fuldskala.

Baggrund

Resultaterne fra flere afprøvninger gennemført i slagtesvinestalde i fuldskala har vist, at det via et effektivt punktudsugningsanlæg er muligt at samle en stor del af ammoniak- og lugtemissionen i en begrænset del af ventilationsluften [1], [2], [3]. I forhold til de traditionelle ventilationsprincipper adskiller det nye ventilationsprincip punktudsugning sig på nogle områder. Ved punktudsugning udsuges en mindre del af den samlede ventilationsluft fra punkter under gulvet i stalden, hvor koncentrationerne af ammoniak og lugt er højest, mens den resterende del af ventilationsluften ledes ud af stalden via loftsudsugninger. En rensning af luften, der ledes ud via punktudsugning, vil derfor kunne reducere omkostningerne til luftrensning. I slagtesvinestalde placeres sugepunktet under eller tæt på grisenes lejeareal for at opnå den mest optimale effekt [1], [2].

Om sommeren kan der være behov for at køle grisene ekstra, hvorfor der i slagtesvinestalde med diffus ventilation ofte etableres loftsventiler, der giver ekstra luft. Efter anbefaling åbner ventilerne, når udetemperaturen er over 19 °C [4]. Det betyder, at loftsventilerne derfor kun er åbne i ca. 4 % af driftstiden i løbet af et år [5]. Ofte placeres loftsventilerne i overgangen mellem gødeareal og aktivitetsområde således, at frisk luft strømmer ned i grisenes lejeareal, når ventilkappen åbnes. I de indledende undersøgelser af ventilationsprincippet punktudsugning har det vist sig, at når loftsventilerne åbnes, kan det påvirke luftstrømmen hen til sugepunktet i punktudsugningen. Der sker dermed en "kortslutning" af luftstrømningen, og luften fra loftsventilerne strømmer direkte ned i sugepunktet i punktudsugningen. Der var derfor et behov for at se nærmere på loftsventilers placering, hvis denne kølingsmetode anvendes i slagtesvinestalde med diffust luftindtag og punktudsugningsanlæg.

Formålet med denne afprøvning var at undersøge om loftsventiler, placeret ved bagvæggen og med åbning direkte ned i lejet i en slagtesvinesektion, reducerede andelen af ammoniakemissionen som blev ledt ud via punktudsugningsanlægget, sammenlignet med en sektion med punktudsugning uden loftsventiler.

Materiale og metode

Afprøvningen blev gennemført i to klimakamre til slagtesvin på Videncenter for Svineproduktions forsøgsstation Grønhøj. Dataindsamlingen blev foretaget i perioden juni til august for ét hold grise.

Klimakamre

Hvert klimakammer var indrettet med to stier med 15 stipladser til slagtesvin. Stierne målte 4,8 m gange 2,4 m. I hver sti var der monteret en simpel foderautomat, og modsat foderautomaten var en drikkekop monteret. Der var en ca. 60 cm dyb gyllekumme under hver sti. Overbrusningsanlæg var monteret med én dyse pr. sti over gødearealet. Der var etableret 1/3 drænet gulv i grisenes lejeareal, mens den resterende del af stien var spaltegulv.

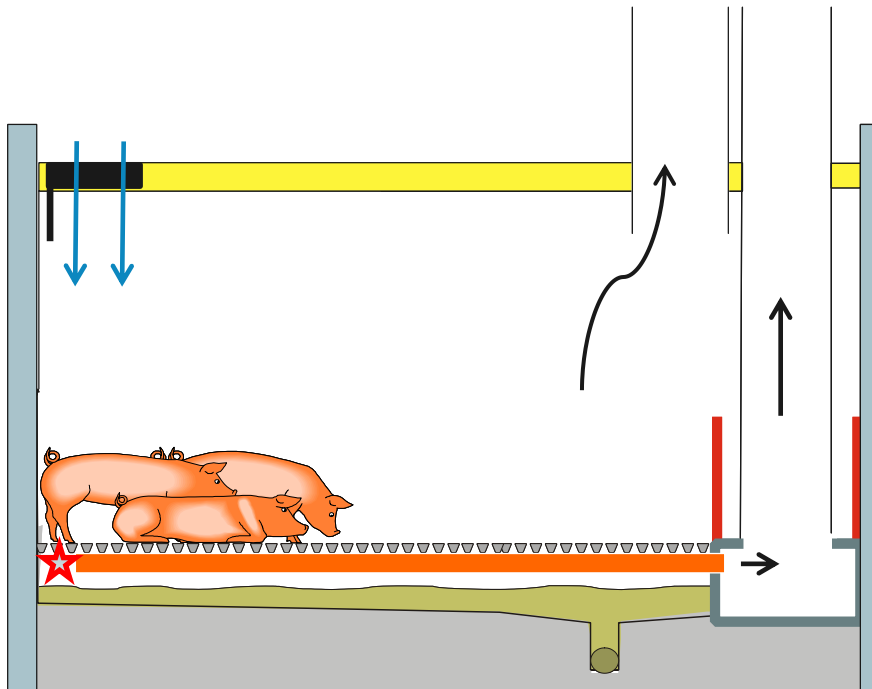
Ventilation og loftsventiler

Ventilationsprincippet var undertryksventilation med diffust luftindtag. I både kontrol- og forsøgssektionen var der etableret punktudsugning, hvor der var ét sugepunkt for hver sti placeret lige under lejearealet. Punktudsugningskanalen bestod af et Ø160 mm rør, som ledte luften ind i en gulvudsugningskanal placeret under inspektionsgangen. Den præcise placering af sugepunktet er vist i figur 1.

Ventilationssystemet var indstillet således, at punktudsugningen havde første prioritet.

Loftsudsugningen startede, når punktudsugningen var nået op på den indstillede ydelse, og der var behov for yderligere ventilation for at holde den ønskede staldtemperatur. Den samlede maksimale ventilationskapacitet var ca. 100 m³ pr. gris/time. Den maksimale indstillede værdi for ventilationsydelsen på punktudsugningsanlægget blev indstillet til ca. 10 m³ pr. gris/time.

Over begge stier i forsøgssektionen blev der etableret en loftsventil med målene 50 cm gange 40 cm (indvendige mål). Loftsventilerne blev placeret ved bagvæggen, således at luftstrømmen ved åbning blev ledt direkte ned i lejearealet (se figur 1).



Figur 1. Loftsventil med 90 graders åbning og placeret ved bagvæggen. Herved rettes luftstrømningen direkte ned i grisenes lejeareal. Herudover ses placeringen af punktudsugningsanlægget med ét sugepunkt (markeret med rød stjerne på figuren) pr. sti under grisenes lejeareal.

Loftsventilerne var indstillet til at åbne, når udetemperaturen oversteg en given udetemperatur afhængig af grisenes størrelse, som angivet i tabel 1. Loftsventilerne åbnede helt op, når de var åbne.

Tabel 1. Angivelse af hvornår loftsventilerne åbnede i forhold til udetemperatur og grisenes vægt.

	30 kg	35 kg	40 kg	45 kg-110 kg
Udetemperatur	22 °C	21 °C	20 °C	19 °C

Produktion og fodring

Der indgik et hold grise, hvor indgangs- og afgangsvægt blev registreret. Grisene blev kønssorteret således, at der i hver sektion var en sti med henholdsvis 15 sogrise og 15 galtgrise. Grisene blev vejede ved indsættelse og ved levering. Ved indsættelse af grisene vejede de i gennemsnit ca. 30 kg. Når en gris blev udtaget af sektionen, blev dette noteret således, at antallet af grise var kendt gennem hele forsøget. Grisene blev fodret ad libitum med pelleteret tørfoder.

Registreringer

Den primære registreringsparameter var ammoniakkoncentrationen i ventilationsluften. De sekundære måleparametre var ventilationsydelse, temperatur, antal grise, gylledybde og kuldioxidkoncentration.

Ammoniak og kuldioxid

Ammoniak- og kuldioxidkoncentration blev målt i begge sektioner i punkt- og loftsudsugningen med en VE18 MultiSensor fra VengSystem A/S. I hvert målested var der placeret pumper, som via Teflon™-slanger pumpede ca. 0,6-1,2 liter luft pr. minut til VE18 MultiSensoren. En ventilblok skiftede hvert 10. minut mellem de enkelte pumper, og hver anden gang blev der ledt udeluft gennem måleapparatet i VE18 MultiSensoren. Luften blev i ventilblokken forvarmet til 34 °C, inden den blev pumpet ind til måleapparatet. Umiddelbart før der blev skiftet målested, blev ammoniak- og kuldioxidkoncentrationen registreret. Ammoniakkoncentrationen blev i VE18 MultiSensor målt med en Dräger Polytron 1 med måleområdet 0-50 ppm, mens kuldioxidkoncentrationen blev målt med en Vaisala i måleområdet 100-5.000 ppm. Der blev seks gange gennem afprøvningsperioden foretaget kontrolmålinger af både ammoniak- og kuldioxidkoncentrationen med sporgasrør af mærket Kitagawa 105SD og 126SF.

Temperaturer og luftmængder

Ventilationsydelsen blev målt med en målevinge af typen Fancor AT(M) unit 40 på hver af udsugningsenhederne. Hvert 5. minut blev ventilationsydelsen elektronisk registreret. Ude- og staldtemperaturen samt temperaturen i gulvudsugningen blev registreret elektronisk hvert 5. minut med en VE10 Temperature Sensor fra VengSystem A/S.

Gylledybde og -udslusning

Gylledybden blev målt i hver sti i forbindelse med hvert teknikerbesøg hver 14. dag. Der blev udsluset gylle midtvejs i hver produktionsperiode.

Statistik

Ammoniakkoncentrationer og -emissioner blev analyseret i en variansanalyse med proceduren MIXED i SAS under hensyn til gentagne målinger pr. dag. Formler til beregning af emissioner er angivet i appendiks.

Resultater og diskussion

For at punktudsugningen virker effektivt, er det vigtigt, at grisene benytter stiens tiltænkte lejeareal, da sugepunktet er placeret under stiens lejeareal [1], [2].

Ammoniak

I tabel 2 er angivet resultaterne for den gennemsnitlige ammoniakkoncentration og -emission for kontrol- og forsøgssektionen i de perioder, hvor loftsventilerne i forsøgssektionen var åbne.

Resultaterne viste, at der blev ledt henholdsvis 28 % og 30 % af den samlede ammoniakemission ud via punktudsugningen i henholdsvis kontrol- og forsøgssektionen, når loftsventilerne var åbne om sommeren.

I de perioder, hvor loftsventilerne var åbne i forsøgssektionen, var der en signifikant højere total ammoniakemission fra forsøgssektionen (0,44 g NH₃-N/t pr. dyr) sammenlignet med kontrolsektionen (0,39 g NH₃-N/t pr. dyr) (P<0,001). Den forøgede emission svarer til ca. 11 %. Den forøgede emission kan forklares ved, at der blev ventileret signifikant mere i forsøgs- end kontrolsektionen (jf. tabel 4), når loftsventilerne var åbne. Når loftsventilerne åbner, resulterer det i et lavere undertryk, hvorved ventilatoren kan yde en højere ydelse og dermed en højere ammoniakemission. Hvis der udelukkende ses på den andel af ammoniakemissionen, som blev samlet i punktudsugningsanlægget, når loftsventilerne var åbne, så var der ikke statistisk sikker forskel på kontrol- og forsøgssektionen (P=0,09).

Tabel 2. Den gennemsnitlige ammoniakkoncentration og -emission er angivet for henholdsvis kontrol- og forsøgssektion målt med Veng-udstyr, når loftsventilerne var åbne (N=39 dage). 95 % konfidensinterval er angivet i parentes.

Ammoniakkoncentration, ppm				Ammoniakemission, g NH ₃ -N/t pr. dyr			
Kontrol		Forsøg		Kontrol		Forsøg	
Punktudsugning	Loft	Punktudsugning	Loft	Punktudsugning	Loft	Punktudsugning	Loft
17,9 (16,2-19,6)	5,3 (3,6-7,0)	17,6 (15,9-19,3)	6,3 (4,5-7,9)	0,11 (0,089-0,13)	0,28 (0,26-0,30)	0,13 (0,11-0,15)	0,31 (0,29-0,33)

Loftsventilerne var kun åbne, når udetemperaturen oversteg den givne udetemperatur i forhold til grisenes vægt (se tabel 1). I resten af perioden var loftsventilerne lukkede. I tabel 3 er resultaterne angivet for perioden, hvor loftsventilerne var lukkede. Resultaterne viste, at der ikke var statistisk forskel på den samlede ammoniakemission i kontrol- og forsøgssektionen (p=0,59), men der var statistisk forskel på målested (lofts- eller punktudsugning). Den samlede ammoniakemission fra kontrol- og forsøgssektionen var gennemsnitlig 0,34 g NH₃-N/time pr. dyr, når loftsventilerne var lukkede. Andelen af ammoniakemissionen, som blev ledt ud via punktudsugningsanlægget var gennemsnitlig 53 % og 59 % i henholdsvis kontrol- og forsøgssektionen. Der var ikke signifikant forskel på ventilationsydelsen fra kontrol- og forsøgssektionen, når loftsventilerne var lukkede (jf. tabel 5).

Tabel 3. Den gennemsnitlige ammoniakkoncentration og -emission er angivet for henholdsvis kontrol- og forsøgssektion målt med Veng-udstyr, når loftsventilerne var lukkede (N=67 dage). 95 % konfidensinterval er angivet i parentes.

Ammoniakkoncentration, ppm				Ammoniakemission, g NH ₃ -N/t pr. dyr			
Kontrol		Forsøg		Kontrol		Forsøg	
Punktudsugning	Loft	Punktudsugning	Loft	Punktudsugning	Loft	Punktudsugning	Loft
12,2 (10,4-13,9)	9,6 (7,8-11,5)	13,3 (11,5-15,1)	9,3 (7,5-11,1)	0,18 (0,17-0,19)	0,16 (0,14-0,17)	0,20 (0,19-0,21)	0,14 (0,13-0,15)

Ventilation, kuldioxidkoncentration og staldtemperatur

I tabel 4 og 5 er gennemsnittet af ventilationsydelsen, kuldioxidkoncentration og staldtemperatur angivet for perioderne, hvor loftsventilerne var henholdsvis åbne og lukkede. Der blev, som tidligere nævnt, ventileret mere i forsøgssektionen på grund af et lavere tryktab, når loftsventilerne var åbne, hvilket var årsagen til en øget ammoniakemission i forsøgsgruppen. Når der ses på kuldioxidkoncentrationen, som primært fremkommer af dyrenes udåndingsluft, så blev der ikke samlet nær så meget kuldioxid i den luft, som ledes ud via punktudsugningen, når loftsventilerne var åbne. Dette skyldes formentlig den øgede ventilationsydelse og dermed kraftigere luftstrøm omkring dyrene i stien, når loftsventilerne var åbne. Generelt anvendte grisene lejearealet i stien tilfredsstillende.

Tabel 4. Middelværdi beregnet for ventilationsydelse, kuldioxidkoncentration og temperatur angivet for perioden, hvor loftsventilerne var åbne. 95 % konfidensinterval er angivet i parentes. (N=39 dage)

	Kontrolsektion		Forsøgssektion	
	Punktudsugning	Loftsudsugning	Punktudsugning	Loftsudsugning
Ventilationsydelse (m ³ /time)	340 (199-481)	2.479 (2.338-2.619)	404 (263-545)	2.786 (2.644-2.926)
Kuldioxidkoncentration (ppm)	1.310 (1.257-1.356)	700 (652-751)	860 (808-907)	710 (656-755)
Staldtemperatur (°C)	-	23,6 (23,2-24,0)	-	24,5 (24,1-24,9)

Når loftsventilerne var lukkede, blev der ventileret ens i både kontrol- og forsøgssektionen (se tabel 5). Både kuldioxidkoncentrationen og staldtemperaturen lå på samme niveau i både kontrol- og forsøgssektionen.

Tabel 5. Middelværdi beregnet for ventilationsydelse, kuldioxidkoncentration og temperatur angivet for perioden, hvor loftsventilerne var lukkede. 95 % konfidensinterval er angivet i parentes. (N=67 dage)

	Kontrolsektion		Forsøgssektion	
	Punktudsugning	Loftsudsugning	Punktudsugning	Loftsudsugning
Ventilationsydelse (m ³ /time)	331 (194-468)	2.032 (1.895-2.170)	362 (225-499)	2.051 (1.913-2.188)
Kuldioxidkoncentration (ppm)	1.140 (1.000-1.182)	760 (720-801)	1.130 (1.088-1.170)	730 (691-772)
Staldtemperatur (°C)	-	19,9 (19,5-20,2)	-	19,9 (19,6-20,3)

Generelt kommer hovedparten af ammoniakfordampningen fra en slagtesvinestald fra gyllen opbevaret i gyllekummerne under spaltegulvet. Resultaterne viste, at loftsventiler placeret ved bagvæggen med åbning direkte ned over dyrenes lejeareal ikke påvirkede den procentdel af ammoniakemissionen, der blev ledt ud via punktudsugningen i forhold til den samlede ammoniakudledning fra staldsektionen, når resultaterne sammenlignes med en staldsektion med punktudsugning uden brug af loftsventiler. Den procentdel af ammoniakemissionen, der kommer fra gyllen opbevaret under spaltegulvet, blev således opsamlet på tilsvarende niveau, uanset om der blev anvendt loftsventiler eller ej. Der blev imidlertid observeret en stigende ventilationsydelse fra forsøgssektionen som følge af lavere tryktab over luftindtaget, når loftsventilerne blev anvendt, i forhold til kontrolsektionen uden loftsventiler. Brugen af loftsventilerne i forsøgssektionen indvirkede også på den andel af kuldioxidkoncentrationen, som blev opsamlet i punktudsugningsluften. Det skyldes formentlig den øgede luftstrøm omkring dyrene, når loftsventilerne var åbne, som resulterede i, at dyrenes kuldioxidproduktion blev ventileret ud via loftsudsugningen i forhold til i højere grad at blive opsamlet i punktudsugningsluften, når loftsventilerne var lukkede.

Konklusion

Afprøvningen viste, at når loftsventilerne var åbne i forsøgssektionen, var der ikke signifikant forskel på andelen af ammoniakemissionen, som blev ledt ud via punktudsugningsanlægget i henholdsvis kontrol- og forsøgssektionen. Til gengæld var der en forøget ammoniakemission (ca. 11 %) fra forsøgssektionen sammenlignet med kontrolsektionen i de perioder, hvor loftsventilerne i forsøgssektionen var åbne, hvilket formentlig skyldes den øgede ventilationsydelse i forsøgssektionen, når ventilerne var åbne. Det er dog kun i 4 % af årets timer, at der er behov for øget luftindtag i stalden i form af loftsventiler.

Sammenlignes resultaterne med tidligere erfaringer med loftsventiler placeret over aktivitets- og gødeareal i stierne, så ændres andelen af ammoniak, der ledes ud via punktudsugningsanlægget, ikke i samme grad, når loftsventilerne er placeret over lejearealet og med en luftstrøm, som peger direkte ned i dyrenes lejeareal. Afprøvningen er gennemført for et hold slagtesvin i klimakamre på

Forsøgsstation Grønhøj, og der bør derfor tages forbehold for, at resultaterne kan se anderledes ud i fuldskala.

Referencer

- [1] Riis, A.L., Jørgensen, M., Hansen, P., 2014: 10 % punktudsugning via sugepunkt midt under lejeareal i slagtesvinestald med drænet gulv i lejearealet. [Meddelelse 998, Videncenter for Svineproduktion.](#)
- [2] Jørgensen, M. & A. L. Riis, 2014: 10 % punktudsugning via sugepunkt midt under lejeareal i slagtesvinestald med fast gulv i lejearealet. [Meddelelse 1.000, Videncenter for Svineproduktion.](#)
- [3] Riis, A.L., Jørgensen, M., Hansen, P., 2014: 10 % punktudsugning via sugepunkt under hver 2. stiadskillelse i slagtesvinestald med drænet gulv i lejearealet. [Meddelelse 999, Videncenter for Svineproduktion.](#)
- [4] Riis, A. L., Jensen, T. L., 2011: Optimeret klimastyring og anvendelse af loftsventiler i diffusventileret slagtesvinestald med delvist fast gulv. [Erfaring nr. 1101, Videncenter for Svineproduktion.](#)
- [5] Simulering ved programmet StaldVent version 4.0. Danish Exergy Technology, DXT.

Deltagere

Tekniker: Peter Hansen og Thomas Lund Sørensen, Videncenter for Svineproduktion

Statistikker: Mai Britt Friis Nielsen, Videncenter for Svineproduktion

Afprøvning nr. 1277

Aktivitetsnr.: 060-354000

LD Journalnr.: 32101-U-13-00235

//ANR//

Appendiks



Figur A1. Klimakammer med både gulv- og loftsudsugning.

Anvendt temperaturstrategi

Tabel A1. Følgende temperaturstrategi blev anvendt.

Vægt, kg	30	40	50	60	70	80	90	100
Diffust luftindtag	19	18	18	17	16	16	15	15

Beregning af emission

Ammoniakemissionen blev beregnet ud fra ammoniakkoncentration, ventilationsydelse og antallet af grise i sektionerne ved følgende formel:

$$\text{g NH}_3\text{-N/t pr. gris} = (M \times V \times Q \times P) / (R \times T \times N \times 1000)$$

Hvor:

M: Molvægten af N, 14,007 g/mol

V: Koncentration, ppm = ml/m³

Q: Ventilationsydelsen, m³/time

P: Tryk, 1 atm.

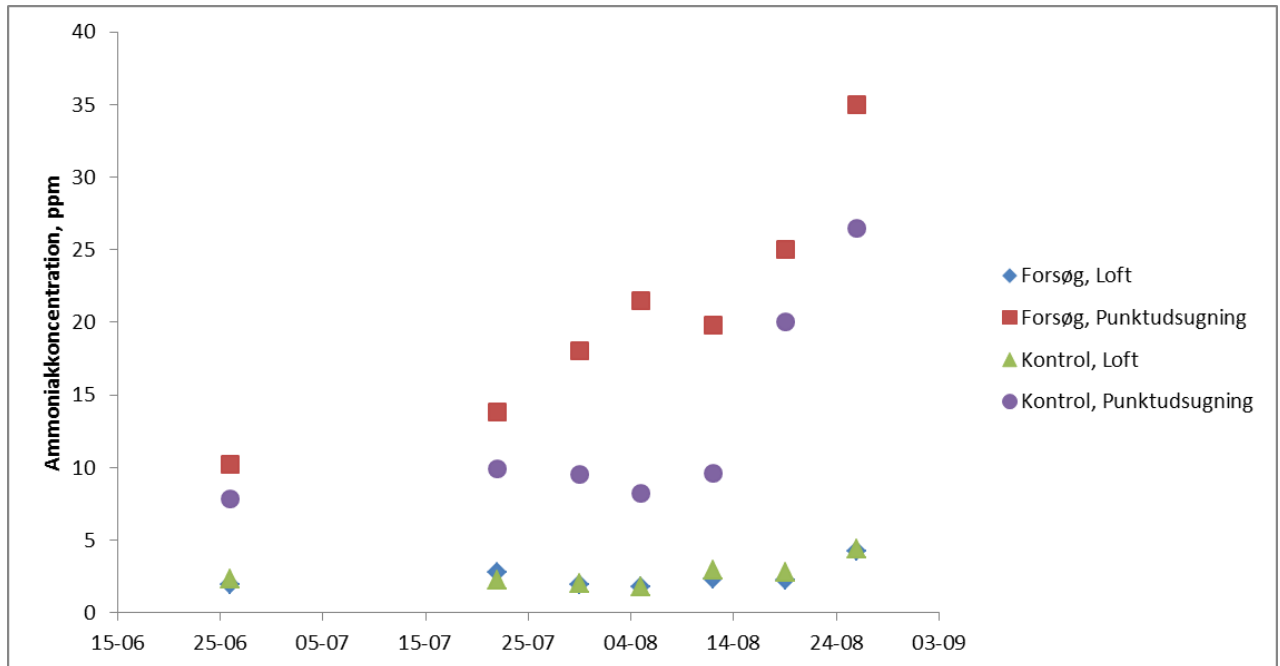
R: Gaskonstanten, 0,0821 liter × atm/(mol × K)

T: Temperaturen i Kelvin

N: Antal dyr

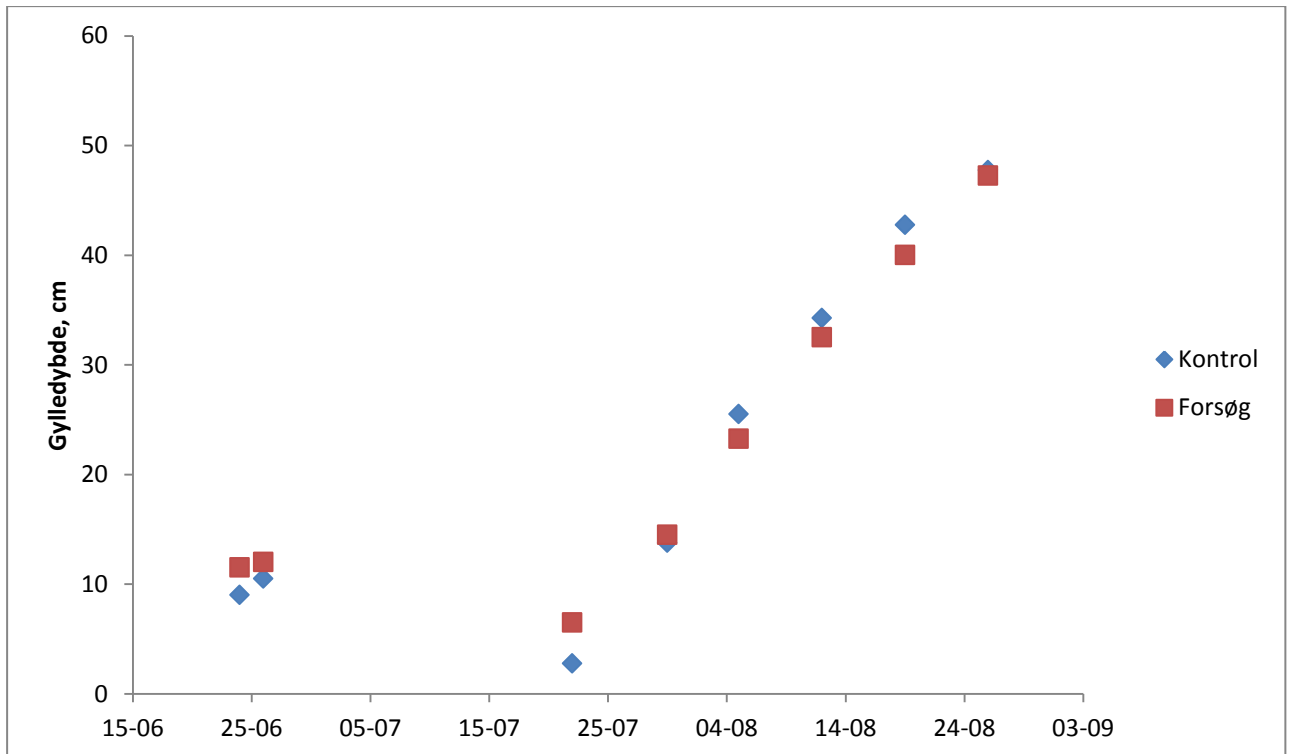
Supplerende registreringer

Ammoniak



Figur A2. Ammoniakkoncentration målt med Kitagawa sporgasrør i henholdsvis lofts- og punktudsugningen i kontrol- og forsøgssektionen.

Gylledybde



Figur A3. Gylledybde i kontrol- og forsøgssektionen i afprøvningsperioden.

VIDENCENTER FOR SVINEPRODUKTION

Tlf.: 33 39 45 00

Fax: 33 11 25 45

vsp-info@seges.dk

ISO 9001
Management System Certification
BUREAU VERITAS
Certification Denmark A/S



Ophavsretten tilhører Videncenter for Svineproduktion. 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.

Videncenter for Svineproduktion er således i intet tilfælde ansvarlig for tab, direkte såvel som indirekte, som brugere måtte lide ved at anvende de indlagte informationer.