

# PUNKTUDSUGNING I SLAGTESVINESTALD MED 70 % FAST GULV

MEDDELELSE NR. 1072

Punktudsugning med en luftydelse på i gennemsnit 12 m<sup>3</sup>/time pr. gris i en slagtesvinestald med en stor andel fast gulv samlede 38 % af ammoniakemissionen og 30 % af lugtemissionen i den ventilationsluft, der blev ledt ud via punktudsugningsanlægget.

---

INSTITUTION: VIDENCENTER FOR SVINEPRODUKTION, DEN RULLENDE AFPRØVNING

FORFATTER: MICHAEL HOLM

UDGIVET: 26. APRIL 2016

Dyregruppe: Slagtesvin

Fagområde: Stalde og Miljø

## Sammendrag

Ventilationsprincippet punktudsugning blev med en luftydelse på 12 m<sup>3</sup>/time pr. gris afprøvet i en slagtesvinestald med 70 % fast gulv og 30 % spaltegulv. I forsøgssektion 1 blev der målt på fordelingen af både ammoniak- og lugtemissionen, mens der i forsøgssektion 2 kun blev målt på fordelingen af ammoniakemissionen.

Målingerne viste, at der i måleperioderne blev samlet 38 % af den totale ammoniakemission fra både forsøgssektion 1 og forsøgssektion 2, samt 30 % af den totale lugtemission fra forsøgssektion 1 via punktudsugningsanlægget.

Den totale ammoniak- og lugtemission fra forsøgssektionerne blev sammenlignet med emissionen fra en kontrolsektion uden punktudsugning i de samme måleperioder. Der var ikke statistisk forskel på ammoniakemissionen imellem de to forsøgssektioner og kontrolsektionen, og der var heller ikke forskel på lugtemissionen imellem forsøgssektion 1 og kontrolsektionen.

Staldsektionerne var indrettet med to stirækker à 3 stier i hver række svarende til 7,2 meter i længden. I forsøgssektion 1 var der placeret et sugepunkt for enden af hver stirække ved indgangen til sektionen, mens sugepunkterne i forsøgssektion 2 var placeret midt i hver stirække. Sugepunkterne var placeret under spaltegulvet ved overgangen mellem fast gulv og spaltegulv.

Det primære formål med afprøvningen var at teste ventilationsprincippet punktudsugning opsat i en eksisterende stald med en stor andel fast gulv. Det kan konkluderes, at den andel af staldens samlede ammoniak- og lugtemission, der bliver samlet i punktudsugningen, er lavere med denne stiindretning sammenlignet med stalde, hvor der er en større andel af spaltegulv i stierne og drænet gulv eller 25 % fast gulv plus drænet gulv i lejet. Årsagen til dette er sandsynligvis, at sugepunkterne, pga. den store andel fast gulv, var placeret længere væk fra grisenes leje, samt at den store andel fast gulv medførte en del svineri i stierne, hvilket øgede ammoniak- og lugtemissionen fra staldrummet. Endvidere var den samlede ventilation fra staldene relativt høj igennem afprøvningsperioden, hvilket betyder, at punktudsugningens andel af den samlede ventilation i gennemsnit kun udgjorde 12-14 % i måleperioderne.

For at få den miljømæssige effekt af punktudsugningen var der tilkoblet en biologisk luftrensere til punktudsugningsanlægget (BIO 2U fra SKOV A/S). Luftrenserens renseseffektivitet blev ikke målt i denne afprøvning, men den forventede reduktion fra staldanlægget via luftrenseren vil være ca. 33 % af ammoniakemissionen og ca. 22 % af lugtemissionen, jf. den renseseffektivitet luftrenseren er godkendt til på Miljøstyrelsens Teknologiliste [1].

## Baggrund

I forhold til traditionel ventilation adskiller ventilationsprincippet punktudsugning sig ved, at en del af den samlede ventilationsluft ledes ud via punkter under stierne lejeareal i stalden, mens den resterende del af ventilationsluften ledes ud af stalden via loftsudsugninger.

Tidligere afprøvninger har vist, at punktudsugning med 10 m<sup>3</sup>/t pr. gris fra slagtesvinestalde kan samle mellem 52 % og 65 % af ammoniakemissionen og mellem 44 % og 53 % af lugtemissionen i punktudsugningsluften [2], [3], [4]. Derved kan der, afhængig af luftrensertype, opnås en betydelig reduktion af ammoniak- og/eller lugtemissionen ved kun at rense ventilationsluften fra punktudsugningsanlægget, og omkostningen til luftrensning vil dermed blive reduceret.

De tre afprøvninger af punktudsugningsanlæg [2], [3], [4] er gennemført i slagtesvinestalde med stor andel af spaltegulv i stierne og med sugepunkt under eller tæt på lejet. Ved at placere sugepunktet tæt på grisenes leje forventes det, at man opnår den mest optimale effekt af punktudsugningen. I en modelberegning af luftstrømme og fordeling af emissioner ved hjælp af såkaldt CFD-simuleringer blev det antydnet, at effektiviteten af gulvudsugningsanlæg kan optimeres ved at placere udsugningspunktet under grisenes lejeareal for at udnytte den naturlige luftstrøm over gyllen i gyllekummen, hvor luften går ned gennem spaltegulvet i de kolde områder og stiger op gennem spaltegulvet i området med varmeproduktion [5]. I en afprøvning blev det senere fundet, at effekten af punktudsugningen blev forøget, når der blev suget under lejearealet frem for under gødearealet [6]. Dog var gulvtypen ikke fuldstændig ens i de to grupper i undersøgelsen.

Formålet med denne afprøvning var at undersøge, hvor stor andel af ammoniak- og lugtemissionen man kan opsamle via et punktudsugningsanlæg, som var eftermonteret i en eksisterende slagtesvinestald, og hvor stiindretningen var etableret med 70 % fast gulv. Sugepunkterne var etableret under spaltegulvet ved overgang mellem det faste gulv og spaltegulvet. Det var endvidere formålet at vurdere anlæggets driftssikkerhed.

## Materiale og metode

### Staldindretning og produktion

Afprøvningen blev gennemført i en slagtesvinestald med i alt 7 sektioner samt 1 sygesektion. Sektionerne var indrettet med 6 stier (2 rækker à 3 stier) med plads til 16 grise i hver sti, i alt 96 grise pr. sektion. Stierne målte 4,8 m i længden x 2,4 m i bredden og var indrettet med 3,4 m fast gulv bagerst i stien samt 1,4 m spaltegulv i gødeområdet ud mod inspektionsgangen. Der var etableret overbrusning i overgangen mellem spaltegulvet og det faste gulv. Inspektionsgangen var ligeledes med fast gulv, og der var ikke gyllekumme under gangarealet. Gyllekummen var 60 cm dyb og gyllekummernes rumfang var således kun ca. 11 m<sup>3</sup> pr. sektion. Der blev udsluset gylle hver 14. dag.

Der blev anvendt tre sektioner til afprøvningen, og de udgjorde henholdsvis én kontrolsektion og to forsøgssektioner. Afprøvningen blev igangsat ultimo juli måned og sluttede primo august måned det efterfølgende år. Der indgik i alt 6 hold slagtesvin i afprøvningsperioden. Grisenes vægt ved indsættelse varierede en del igennem afprøvningen, da stalden blev anvendt som bufferstald på ejendommen, dvs. til de grise der var i overskud i forbindelse med salg af smågrise til fast aftager. I gennemsnit var indsættelsesvægten 48 kg i de tre sektioner, der blev anvendt til afprøvningen.

Grisene fik tildelt hjemmeblandet tørfoder efter ædelyst i rørfoderautomater. Foderet bestod af hvede, byg, sojaskrå og en mineral/vitamin-blanding. Der blev anvendt halm som rode- og beskæftigelsesmateriale.

## Beskrivelse af ventilation og punktudsugningsanlæg

Stalden var etableret med diffust luftindtag gennem loftsarealet via 2 x 50 mm mineraluld på udspændt net. Udsugningen fra staldsektionerne var etableret med 1 stk. Ø600 mm ventilationsafkast med drejespjæld, som var placeret over midtergangen nogenlunde midt i hver sektion. Ventilationen blev reguleret via en Dol 34-2 styring fra SKOV A/S. Sugepunkterne til punktudsugningen var i forsøgssektion 1 placeret lige under spaltegulvet via et lodret Ø315 mm PVC-rør, som var monteret ned langs væggen ind mod staldens midtergang (se figur 1). Røret gik igennem spaltegulvet ved overgangen til det faste gulv. Der var et rør pr. stirække, dvs. to rør pr. sektion. I forsøgssektion 2 var der lavet en 90° bøjning på røret under spaltegulvet, og røret var derefter ført frem til et sugepunkt midt i stirækken. Forsøgsopstillingen fremgår af tabel 1.

**Tabel 1.** Forsøgsopstilling i afprøvningen.

	Ventilation	Sugepunkt
Kontrolsektion	Udelukkende loftsudsugning	--
Forsøgssektion 1	Både punkt*- og loftsudsugning	Under spaltegulvet i hver stirække umiddelbart inden for døren til sektionen.
Forsøgssektion 2	Både punkt*- og loftsudsugning	Under spaltegulvet i hver stirække midt i stirækken.

\*Punktudsugning var indstillet til ca. 1.000 m<sup>3</sup>/time pr. staldsektion i hele afprøvningsperioden uanset grisenes alder og vægt.

Der var placeret et manuelt drejespjæld i hvert af de lodrette PVC-rør, således at ventilationsydelsen gennem punktudsugningen kunne indstilles til den enkelte sektion. På loftet var PVC-røret isoleret og ført op til et vandret liggende Ø640 mm PUR-rør (se figur 1). Der var ført 4 stk. PVC-rør op til hvert PUR-rør, dvs. punktudsugningsluften fra to staldsektioner og PUR-røret ledte luften til en BIO 2U biologisk luftrensere fra SKOV A/S. Luftrenseren var placeret ved staldens gavl. Der blev ledt punktudsugningsluft fra i alt 6 staldsektioner, dvs. fra 3 PUR-rør til luftrenseren. Luftrenseren havde en max. kapacitet på 20.000 m<sup>3</sup>/t og var således dimensioneret til ca. 35 m<sup>3</sup>/t pr. stiplads fra de 6 staldsektioner, der var tilkoblet punktudsugningsanlægget. Luftrenserens ventilationsydelse blev derfor droslet ned til ca. 6.000 m<sup>3</sup>/t, således at det passede med de ønskede 10 m<sup>3</sup>/t pr. stiplads fra stalden via punktudsugningen. Luftrenserens kapacitet blev således ikke udnyttet fuldt ud, og der blev derfor ikke foretaget målinger på luftrenserens renseseffektivitet i denne afprøvning.



**Billede 1.** Punktudsugningsanlægget i staldrummet og på loftet.

PVC-rørene havde et åbningsareal på  $0,07 \text{ m}^2$  og med to sugepunkter pr. sektion gav det et åbningsareal på  $0,14 \text{ m}^2$ . Punktudsugningen blev via målevinger, som var monteret i PUR-røret på loftet, indstillet til ca.  $1.000 \text{ m}^3/\text{t}$  pr. staldsektion via drejespjældene, hvilket svarede til en lufthastighed på  $2 \text{ m/s}$  i punktudsugningsrørene. Spalteåbningerne i en sektion udgjorde ca.  $3,6 \text{ m}^2$ , som svarede til  $0,038 \text{ m}^2$  spalteåbning pr. stiplads. Det gav en teoretisk lufthastighed gennem spalteåbningerne på i gennemsnit  $0,08 \text{ m/s}$  ved en punktudsugningsydelse på  $1.000 \text{ m}^3/\text{t}$  pr. staldsektion. Spaltegulvet i gødeområdet vil samtidig aldrig være helt rent, og ved for eksempel  $20 \%$  tilkitning af spalteåbningerne giver det en lufthastighed på i gennemsnit  $0,1 \text{ m/s}$  ned gennem spalteåbningerne.

## Registreringer

De primære registreringsparametre var ammoniak- og lugtkoncentration samt ventilationsydelsen. De sekundære måleparametre var temperatur, kuldioxidkoncentration, svovlbrintekoncentration, gylledybde, svineri på det faste gulv samt antallet af dyr og deres vægt, som blev visuelt vurderet i forbindelse med lugtmålingerne, mens grisene blev vejede ved indsættelse i stalden.

## Ammoniak og kuldioxid

Koncentrationen af ammoniak og kuldioxid i luften blev målt med infrarød spektrometri (INNOVA 1412 Photoakustiks gasanalyser og 1309 Multipoint sampler fra LumaSense Technologies A/S) i 120 dage fordelt over afprøvningsperioden på ca. 12 måneder. Ammoniakkoncentrationen blev målt i PUR-rørene på loftet fra de to forsøgssektioner, samt ved indløbet til loftsudsugningen i kontrol- og forsøgssektionerne. Der blev foretaget 10 gentagne målinger på hver kanal, hvoraf den sidst loggede værdi i hver målerunde blev anvendt. Ved hvert teknikerbesøg (ca. hver 14. dag) blev koncentrationen

af ammoniak og kuldioxid desuden målt i de samme målepunkter med sporgasrør (Kitagawa 105 SD og 126 SF) som kontrolmåling af INNOVA.

## Lugt

Der blev udtaget luftprøver til olfaktometrisk lugtbestemmelse på 14 måledage fordelt gennem afprøvningsperioden fra loftudsugningen i kontrolsektionen og forsøgssektion 1, samt fra PUR-røret fra punktudsugningen fra forsøgssektion 1.

Luftprøverne blev opsamlet ved at indsætte en Teflon-slange i ventilationsrøret således, at luften blev opsamlet i luftstrømmen midt i ventilationsrøret. Teflonslangen med en længde på ca. 4 m var forbundet med en 30 liter Nalophan®-pose, som var placeret i en tæt, lukket kasse. Kassen var tilkoblet en pumpe, som dannede undertryk i kassen, hvorved posen blev fyldt med luft fra ventilationsafkastet. Inden prøverne blev udtaget, blev poserne konditioneret, hvorved poserne blev fyldt med staldluft/punktudsugningsluft og tømt igen, før den endelige opsamling af prøven.

Opsamlingsperioden var 30 minutter med et flow på 0,9 liter pr. minut. Der blev opsamlet tre prøver pr. målested pr. måledag. Luftprøverne blev opsamlet i tidsrummet kl. 11.00-11.30, kl. 12.00-12.30 og 13.00-13.30. Udtagningen af luftprøverne foregik på staldens loft, så grisene ikke blev forstyrret under prøveudtagningen.

Luftprøverne blev udtaget efter den europæiske CEN standard, som er effektueret til Dansk Standard [7]. Prøverne blev efterfølgende sendt til lugtlaboratoriet DMRI i Tåstrup, hvor de blev analyseret den følgende dag ved olfaktometri i henhold til Dansk Standard [7].

## Svovlbrinte

Svovlbrintekonzentrationen blev målt med en svovlbrintemåler af typen Jerome 631 XE samtidig med lugtprøveudtagningen og i de samme målepunkter. Der blev foretaget 4 registreringer efter hinanden i hvert ventilationsafkast, hvoraf den første måling konsekvent blev kasseret.

## Temperaturer og luftmængder

Gennem hele afprøvningsperioden blev ventilationsydelsen målt med målevinger af typen Fancom AT(M) unit 63 på loftudsugningen i kontrolsektionen og i de to forsøgssektioner samt i PUR-røret på loftet fra punktudsugningen fra de to forsøgssektioner. Hvert 5. minut blev ventilationsydelsen elektronisk logget via PC-log 8.0 fra VengSystem. Ude- og staldtemperaturen samt temperaturen over isoleringen ved kontrolsektionen og forsøgssektion 1 blev ligeledes registreret elektronisk hvert 5. minut med en VE10 Temperatur Sensor fra VengSystem gennem hele afprøvningsperioden. Herudover blev der under hver lugtprøveudtagning foretaget en måling af temperatur og relativ luftfugtighed med et multimeter af typen TSI VelociCalc 9555 i samme målepunkt som lugtprøveudtagningen.

## Gylledybde og -udslusning samt svineri

Gylledybden blev registreret ca. hver 14. dag samt på de dage, hvor der blev udtaget lugtprøver. På hver måledag blev andelen af svineri på det faste gulv registreret i både kontrol- og forsøgssektionerne.

## Antal grise og vægt

På hver måledag samt ved hvert teknikerbesøg ca. hver 14. dag blev antallet af grise registreret. Grisenes vægt ved indgang blev endvidere registreret.

## Statistik

Koncentration og emission af ammoniak (se appendiks 1) blev analyseret i en variansanalyse med proceduren MIXED i SAS under hensyn til gentagne målinger pr. dag. Hold (årstid) indgik som blokeffekt. Koncentrationen og emissionen af lugt og svovlbrinte (se appendiks 1) blev ligeledes analyseret i en variansanalyse med proceduren MIXED i SAS under hensyn til gentagne målinger pr. dag.

# Resultater og diskussion

Forsøgssektion 1 blev sammenlignet med kontrolsektionen ved alle 6 hold grise i afprøvningsperioden. Der blev i alt indsat 550 grise på i gennemsnit 47 kg i forsøgssektion 1 og 559 grise på i gennemsnit 46 kg i kontrolsektionen i perioden. Men da grisene i forsøgssektion 1 i gennemsnit blev indsat 5 dage før grisene i kontrolsektionen, var grisene i forsøgssektion 1 i gennemsnit ca. 5 kg større end grisene i kontrolsektionen på måledagene i måleperioderne.

Forsøgssektion 2 blev kun sammenlignet med kontrolsektionen ved 4 hold grise, da ikke alle hold passede med et samtidigt indsættelsestidspunkt i de to sektioner. Der blev sammenlignet ved hold 1, 4, 5 og 6, hvilket var i perioderne juli-september og igen februar-august. Der blev indsat 386 grise på i gennemsnit 53 kg i forsøgssektion 2, mens der blev indsat 374 grise på i gennemsnit 45 kg i kontrolsektionen. Grisene i kontrolsektionen blev i gennemsnit indsat 12 dage før grisene i forsøgssektion 2, men da grisene i kontrolsektionen var mindre ved indsættelse, var de i gennemsnit kun ca. 3 kg større end grisene i forsøgssektion 2 i måleperioderne.

## Ammoniak

De målte ammoniakkoncentrationer samt de beregnede ammoniakemissioner er angivet i tabel 2 og tabel 3. Den gennemsnitlige udetemperatur var 13,2 °C for de 120 måledage, hvor forsøgssektion 1 blev sammenlignet med kontrolsektionen, mens den gennemsnitlige udetemperatur var 14,7 °C for de 64 måledage, hv forsøgssektion 2 blev sammenlignet med kontrolsektionen.

**Tabel 2.** De gennemsnitlige ammoniakkoncentrationer og -emissioner er angivet for henholdsvis kontrol og forsøgssektion 1 målt med INNOVA 1412 over 120 måledage. 95 % konfidensinterval er angivet i parentes.

Ammoniakkoncentration, ppm			Ammoniakemission, g NH <sub>3</sub> -N/t pr. gris		
Kontrol	Forsøgssektion 1		Kontrol	Forsøgssektion 1	
Loft	Punktudsugning	Loft	Loft	Punktudsugning	Loft
6,01 (5,55-6,46)	12,5 (12,0-12,9)	3,75 (3,29-4,20)	0,226 (0,214-0,238)	0,083 (0,071-0,096)	0,135 (0,123-0,147)

**Tabel 3.** De gennemsnitlige ammoniakkoncentrationer og -emissioner er angivet for henholdsvis kontrol og forsøgssektion 2 målt med INNOVA 1412 over 64 måledage. 95 % konfidensinterval er angivet i parentes.

Ammoniakkoncentration, ppm			Ammoniakemission, g NH <sub>3</sub> -N/t pr. gris		
Kontrol	Forsøgssektion 2		Kontrol	Forsøgssektion 2	
Loft	Punktudsugning	Loft	Loft	Punktudsugning	Loft
4,51 (3,69-5,33)	13,9 (13,0-14,7)	3,43 (2,61-4,25)	0,227 (0,205-0,248)	0,092 (0,070-0,113)	0,151 (0,130-0,173)

Resultaterne viser, som forventet, at den højeste ammoniakkoncentration blev målt i punktudsugningsluften fra staldene. Der blev for de 6 hold grise fra forsøgssektion 1 udledt i gennemsnit 38 % af den samlede ammoniakemission via punktudsugningsanlægget og ligeledes 38 % fra de 4 hold grise fra forsøgssektion 2. Der var altså ikke forskel på, om sugepunktet var placeret i enden af stirækken eller midt i stirækken, men stirækken var også kun 7,2 meter lang. Andelen af ammoniakemissionen udledt via punktudsugningen var noget mindre end tidligere resultater [2], [3], [4]. En del af årsagen til den lavere andel af ammoniakemission i punktudsugningen i denne stald var sandsynligvis, at sugepunkterne var placeret væsentligt anderledes, nemlig under spaltegulvet i overgangen mellem fast gulv og spaltegulv tæt på gødeområdet, mens sugepunkterne i de tidligere afprøvninger var placeret under spaltegulvet i lejeområdet.

Endvidere har grisenes størrelse ved indsættelse indvirket på luftmængdens fordeling imellem punktudsugning og loftudsugning, da punktudsugningens andel af den samlede luftmængde fra sektionen reduceres, når grisene bliver større, pga. det større ventilationsbehov i stalden. Desuden var staldens maksimale ventilation indstillet til 120 m<sup>3</sup>/gris pr. time, og samtidig blev temperaturstrategien holdt 1-2 °C lavere end i stalde med 1/3 drænet gulv og 2/3 spaltegulv. Besætningsejeren ønskede den relativt høje maksimale ventilationsmængde og denne temperaturstrategi i stalden på grund af stiernes indretning med 70 % fast gulv. I tabel 4 og 5 ses ventilationsydelse og staldtemperatur for dagene med ammoniakemissionsmålingerne.



**Table 4.** Den gennemsnitlige ventilationsydelse og staldtemperatur for henholdsvis kontrol- og forsøgssektion 1 over de 120 måledage af ammoniakemissionen. Minimum- og maksimumværdier af dagsværdierne er angivet i parentes.

	Kontrolsektion	Forsøgssektion 1	
		Punktudsugning	Loftsudsugning
Ventilationsydelse (m <sup>3</sup> /time)	7.215 (2.236 – 11.240)	1.040 (646 – 1.330)	6.441 (1.800 – 10.390)
Kuldioxidkoncentration (ppm)	1.156 (656 – 2.376)	1.230 (666 – 1.990)	1.099 (629 – 1.934)
Antal grise	87 (80 – 94)	88 (74 – 96)	
Staldtemperatur (°C)	18,8 (13,2 – 25,9)	19,2 (13,4 – 27,2)	
Udetemperatur (°C)	13,2 (0,0 – 24,0)		

**Table 5.** Den gennemsnitlige ventilationsydelse og staldtemperatur for henholdsvis kontrol- og forsøgssektion 2 over de 64 måledage af ammoniakemissionen. Minimum- og maksimumværdier af dagsværdierne er angivet i parentes.

	Kontrolsektion	Forsøgssektion 2	
		Punktudsugning	Loftsudsugning
Ventilationsydelse (m <sup>3</sup> /time)	8.313 (2.938 – 11.082)	1.014 (580 – 1.343)	6.643 (1.375 – 10.019)
Kuldioxidkoncentration (ppm)	1.049 (677 – 1.732)	1.375 (870 – 1.917)	1.049 (655 – 1.639)
Antal grise	88 (80 – 94)	87 (74 – 92)	
Staldtemperatur (°C)	19,5 (13,2 – 25,9)	19,7 (14,9 – 25,8)	
Udetemperatur (°C)	14,7 (2,6 – 24,0)		

Den gennemsnitlige luftydelse fra punktudsugningen var 12 m<sup>3</sup>/gris pr. time fra både forsøgssektion 1 og forsøgssektion 2 i måleperioderne, hvilket skyldes, at belægningen i staldene var forholdsvis lav, og punktudsugningen var sat til ca. 1.000 m<sup>3</sup>/time pr. stald. Punktudsugningens andel af den samlede ventilation fra forsøgssektion 1 var i gennemsnit 14 % for de 120 måledage, mens den var 13 % for de 64 måledage i forsøgssektion 2. Det kan beregnes (i programmet StaldVent), at i en stald, hvor den maksimale ventilationsydelse er 100 m<sup>3</sup>/gris pr. time, og indsættelsesvægten er 30 kg, vil punktudsugningen med 10 m<sup>3</sup>/gris pr. time i gennemsnit over året udgøre 24-25 % af den samlede luftmængde fra stalden. Driftsformen og management af den afprøvede stald har altså medført en noget mindre andel af luften udtaget via punktudsugningen, end det kan forventes i en slagtesvinestald med indsættelsesvægt på 30 kg og maksimal ventilation svarende til 100 m<sup>3</sup>/gris pr. time.

Den gennemsnitlige ammoniakemission fra forsøgssektion 1 var numerisk lavere end fra kontrolsektionen, mens den var numerisk højere fra forsøgssektion 2 end fra kontrolsektionen, men forskellene var ikke statistiske sikre. Det var forventet, at punktudsugningen ville resultere i en marginalt højere fordampning af ammoniak fra gyllekummen, da der er et højere luftskifte hen over gylleoverfladen, og der er tidligere vist en øget ammoniakemission fra stalde med punktudsugning [4].

I stalden var der 70 % fast gulv, hvilket jf. normtal 2014 [8] giver en forventelig ammoniakemission på 0,12 g NH<sub>3</sub>-N/t pr. gris ved en daglig tilvækst på 900 g. Den målte ammoniakemission fra denne stald var altså noget højere end den forventede ammoniakemission ud fra normtallene. En del af forklaringen er, at grisene var forholdsvis store ved indsættelse, og der derfor var en højere daglig ammoniakemission i grisenes vækstperiode. Det er tidligere vist, at ammoniakemissionen øges med grisenes størrelse [9]. En anden del af forklaringen er, at svineriet på det faste gulv i stierne i denne afprøvning (se tabel 6 og 7) kan have medvirket til en øget ammoniakemission.

**Tabel 6.** Svineri på det faste gulv henholdsvis sommer og vinter for henholdsvis kontrol- og forsøgssektion 1.

	Kontrol		Forsøgssektion 1	
	Lejeområde (bagerste 1/3 af stien)	Aktivitetsområde (Midterste 1/3 af stien)	Lejeområde (bagerste 1/3 af stien)	Aktivitetsområde (Midterste 1/3 af stien)
Sommer (Hold 1, 5 og 6)	22 %	47 %	20 %	45 %
Vinter (Hold 2, 3 og 4)	9 %	42 %	3 %	26 %

**Tabel 7.** Svineri på det faste gulv henholdsvis sommer og vinter (kun hold 4) for henholdsvis kontrol- og forsøgssektion 2.

	Kontrol		Forsøgssektion 2	
	Lejeområde (bagerste 1/3 af stien)	Aktivitetsområde (Midterste 1/3 af stien)	Lejeområde (bagerste 1/3 af stien)	Aktivitetsområde (Midterste 1/3 af stien)
Sommer (Hold 1, 5 og 6)	22 %	47 %	15 %	28 %
Vinter (Hold 4)	6 %	22 %	1 %	17 %

## Lugt

Resultaterne for lugtkoncentrationer og -emissioner for kontrolsektionen og forsøgssektion 1 er opgjort i tabel 8 for de 14 dage med lugtmålinger.

**Tabel 8.** De gennemsnitlige lugtkoncentrationer og -emissioner for henholdsvis kontrol og forsøgssektion 1 (N=42, dvs. 14 måledage à 3 lugtprøver pr. dag pr. målested). 95 % konfidensinterval er angivet i parentes.

Lugtkoncentration, OU <sub>E</sub> /m <sup>3</sup>			Lugtemission, OU <sub>E</sub> /s pr. 1.000 kg dyr		
Kontrol	Forsøgssektion 1		Kontrol	Forsøgssektion 1	
Loft	Punktudsugning	Loft	Loft	Punktudsugning	Loft
392 (288 - 534)	875 (643 - 1.191)	307 (225 - 417)	147 (94 - 231)	45 (29 - 70)	103 (65 - 161)

I appendiks 2 er lugtemissionen vist på de enkelte måledage. Lugtemissionen var ikke signifikant forskellig imellem kontrol- og forsøgssektionen. Af resultaterne fremgår det, at 30 % af den samlede lugtemission blev ledt ud via punktudsugningen i forsøgssektion 1. Andelen af lugtemissionen udledt via punktudsugningen er således noget mindre end tidligere resultater [2], [3], [4]. Igen forventes årsagen til den relativt lave andel af lugtemissionen udledt via punktudsugningen at skyldes dels placeringen af punktudsugningen under spaltegulvet i overgangen imellem fast gulv og spaltegulv tæt på gødeområdet, dels den forholdsvis lille andel af luften der blev udledt via punktudsugningen i denne stald. Ventilationsydelsen under udtagningen af lugtprøverne, samt målingerne af temperatur, antal dyr mv., fremgår af tabel 9.

**Tabel 9.** Gennemsnitlige værdier af supplerende registreringsparametre på de 14 dage med lugtmålinger. (Minimum- og maksimumværdier er angivet i parentes).

	Kontrolsektion	Forsøgssektion 1	
		Punktudsugning	Loftsudsugning
Ventilationsydelse (m <sup>3</sup> /time)	8.305 (3.790 – 11.057)	1.043 (827 – 1.281)	7.596 (2.621 – 10.490)
Staldtemperatur (°C)	21,0 (14,3 – 27,2)	21,5 (13,4 – 28,8)	
Udetemperatur (°C)	16,5 (4,8 – 26,1)	16,5 (4,8 – 26,1)	
Lofttemperatur <sup>1</sup> (°C)	16,7 (4,2 – 26,7)	17,3 (4,4 – 28,8)	
Antal dyr (stk.)	92 (86 – 97)	86 (74 – 96)	
Vægt (kg)	64 (45 – 82)	69 (50 – 88)	
Gyllehøjde i kummerne (cm)	16 (4 – 43)	18 (3 – 43)	
Andel af svineri, fast gulv (%)	26 (3 – 84)	22 (2 – 89)	

<sup>1</sup> Temperatur på loftrummet lige over sektionens isolering.

Den gennemsnitlige ventilation ledt ud via punktudsugningsanlægget var 12 m<sup>3</sup>/time pr. gris under lugtprøveudtagningerne, mens den samlede gennemsnitlige ventilation var 100 m<sup>3</sup>/time pr. gris fra forsøgssektion 1. Punktudsugningen udgjorde således 12 % af den samlede ventilation i forsøgssektionen under prøveudtagningerne. Det ses, at ventilationsydelsen samlet set var højere i forsøgssektion 1 end i kontrolsektionen, hvilket skyldtes, at forsøgssektion 1 vendte mod syd i stalden, hvor kontrolsektionen vendte mod nord, og der derfor var en lidt højere temperatur på loftet over forsøgssektionen specielt i sommerperioden. Denne temperaturforskel blev forstærket af, at der var anvendt stålplader som tag på stalden.

De 14 lugtprøvedage var fordelt med 8 måledage ved udetemperatur over 16 °C (sommerperiode) og de resterende 6 måledage ved udetemperatur under 16 °C (vinterperiode). Den gennemsnitlige udetemperatur på måledagene var 22,0 °C for sommerperioden og 9,2 °C for vinterperioden. Lugtkoncentrationerne og -emissionerne fra sommerperioden og vinterperioden fremgår af tabel 10.

**Tabel 10.** De gennemsnitlige lugtkoncentrationer og -emissioner for henholdsvis kontrol- og forsøgssektion 1, når udetemperaturen var over 16 °C (N=24, dvs. 8 måledage à 3 lugtprøver pr. dag pr. målested) og under 16 °C (N=18, dvs. 6 måledage à 3 lugtprøver pr. dag pr. målested). 95 % konfidensinterval er angivet i parentes.

	Lugtkoncentration, OUE/m <sup>3</sup>			Lugtemission, OUE/s pr. 1000 kg dyr		
	Kontrol	Forsøg		Kontrol	Forsøg	
	Loft	Punktudsugning	Loft	Loft	Punktudsugning	Loft
Over 16 °C	479 (332 – 691)	1.319 (914 – 1.903)	403 (280 – 582)	261 (180 – 378)	68 (47 – 98)	200 (138 – 290)
Under 16 °C	300 (214 – 421)	507 (361 – 710)	213 (152 – 298)	69 (44 – 107)	25 (17 – 40)	42 (27 – 65)

Lugtemissionen var som forventet væsentligt højere i sommerperioden end i vinterperioden, hvilket skyldes den højere temperatur og ventilationsgrad i sommerperioden. Pga. den højere temperatur var svineriet på det faste gulv også øget i sommerperioden, se tabel 5, hvilket har medvirket til den højere lugtemission.

Der var forskel på, hvor stor andel af lugtemissionen, der blev udledt via punktudsugningsanlægget i de 8 måledage i sommerperioden og de 6 måledage i vinterperioden. Der blev i gennemsnit udledt 25 % i sommerperioden og 37 % i vinterperioden via punktudsugningsanlægget. Punktudsugningen udgjorde 9 % af den samlede ventilation fra forsøgssektion 1 i sommerperioden og 15 % i vinterperioden på tidspunkterne for lugtprøveudtagningerne.

Emissionen af svovlbrinte under udtagningen af lugtprøverne, dvs. i tidsrummet kl. 11.00-13.30, på de 14 lugtmåledage fremgår af tabel 11.

**Tabel 11.** De gennemsnitlige koncentrationer og emissioner af svovlbrinte målt med Jerome 451 for henholdsvis kontrol- og forsøgssektion 1 (N=42, dvs. 14 måledage à 3 målinger pr. dag pr. målested). 95 % konfidensinterval er angivet i parentes.

Svovlbrintekonzentration, ppm			Svovlbrinteemission, mg H <sub>2</sub> S/time/dyr		
Kontrol	Forsøgssektion 1		Kontrol	Forsøgssektion 1	
Loft	Punktudsugning	Loft	Loft	Punktudsugning	Loft
0,201 (0,114 - 0,289)	0,447 (0,359 - 0,535)	0,131 (0,044-0,219)	23,9 (17,8 - 30,0)	7,73 (1,59 - 13,9)	15,9 (9,7 - 22,0)

Resultaterne viser, at 33 % af den samlede svovlbrinteemission fra forsøgssektionen blev samlet i den luftmængde, som blev ledt ud via punktudsugningen. Der var ikke signifikant forskel på svovlbrinteemissionen mellem kontrol- og forsøgssektion.

Af tabel 2, 3, 8 og 10-11 fremgår det, at for både ammoniak, lugt og svovlbrinte blev den laveste koncentration målt i loftudsugningen i forsøgssektionen, hvilket understreger, at punktudsugningen opsamler den del af luften fra stalden med de højeste koncentrationer, hvilket giver en lavere koncentration i staldrummet og dermed et forbedret arbejdsmiljø.

## Drift af punktudsugningsanlægget

For at punktudsugningsanlægget virker optimalt, er det vigtigt, at gyllen ikke blokerer for sugepunkterne, da effektiviteten af punktudsugningsanlægget reduceres, hvis der kommer gylle i punktudsugningsrøret. Udslusningen af gylle minimum hver 14. dag kunne ikke helt forhindre en svingende ventilationsydelse fra punktudsugningen i forsøgssektion 2 med sugepunktet midt i stirækken, da det vandrette Ø315 mm PVC-rør under spalten reducerede gyllekummens rumfang til kun ca. 5,5 m<sup>3</sup> pr. sektion op til sugepunktet, og der derfor af og til løb gylle ind i punktudsugningsrøret. Fordelen ved opbygningen af punktudsugningen med samlingen på loftet var, at røret tømte sig selv, når der blev udsluset gylle. I forsøgssektion 1, hvor sugepunktet kun var ført ned til lige under spaltegulvet, var der ikke problemer med gylle, der dækkede for sugepunktet.

Den varme udsugningsluft har i andre afprøvninger givet problemer med kondens i udsugningskanalerne på det kolde stalld loft i vinterperioden. I denne afprøvning blev luften fra punktudsugningen ført op på loftet til vandretliggende Ø640 mm PUR-rør, som ledte luften ud til luftrenseren. Der blev ikke konstateret problemer med kondens i denne afprøvning.

Der blev ikke målt energiforbrug til ventilation i denne afprøvning, da den biologiske luftrenser fra SKOV A/S ikke var udnyttet fuldt ud.

## Konklusion

Der blev udledt 38 % af ammoniakemissionen via punktudsugningsanlægget fra de to forsøgssektioner. I den første forsøgssektion blev lugtemissionen målt og viste, at i gennemsnit over året blev 30 % af lugtemissionen udledt via punktudsugningsanlægget. I de to forsøgssektioner var den samlede ammoniak- og lugtemission fra punktudsugningen og loftudsugningen ikke forskellig fra kontrolsektionen, som kun havde loftudsugning. Punktudsugningsanlægget ventilerede i måleperioderne i gennemsnit 12 m<sup>3</sup>/time/gris i de to forsøgssektioner, hvilket svarede til henholdsvis 14 % og 13 % af den samlede ventilation fra sektionerne.

Andelen af ammoniak og lugt udledt via punktudsugningen var lavere end fundet ved tidligere afprøvninger, hvilket sandsynligvis skal forklares ved, at sugepunkterne, pga. det faste gulv, var placeret længere væk fra grisenes lege. Samtidig medførte den store andel faste gulv en del svineri i stierne, hvilket øgede ammoniak- og lugtemissionen fra staldrummet, og endelig var punktudsugningens andel af den samlede ventilation mindre i denne stald, da grisene blev indsat ved

en højere vægt og den maksimale ventilation var, pga. den høje andel faste gulv, indstillet til 120 m<sup>3</sup>/time/gris.

For at få den miljømæssige effekt af punktudsugningen var der tilkoblet en biologisk luftrensere fra SKOV A/S (BIO 2U) til punktudsugningsanlægget. Luftrensersens renseseffektivitet blev ikke målt i denne afprøvning, da den ikke var belastet fuldt ud. Den forventede reduktion af ammoniak- og lugtemissionen fra staldanlægget via luftrenseren vil dog tilsvarende være lavere end fra stalde med sugepunkterne placeret under eller tæt på lejet. For eksempel ville punktudsugningsanlægget i ovenstående stald i kombination med den tilkoblede biologiske luftrensere kun kunne reducere ammoniakemissionen fra staldanlægget med ca. 32 % og lugtemissionen med ca. 22 %, jf. den renseseffektivitet luftrenseren er godkendt til på Miljøstyrelsens Teknologiliste.

Det er vigtigt at være opmærksom på, at effekten af punktudsugningsanlægget reduceres, hvis gyllehøjden bliver så høj, at der løber gylle ind i punktudsugningsanlægget via sugepunkterne. Derfor fungerede sugepunktet med et lodret rør, der var ført ned til lige under spaltegulvet bedst, da sugepunktet i denne sektion ikke blev blokeret af gylle, før gyllen nåede helt op til spaltegulvet. De tre PUR-rør på loftrummet, som ledte punktudsugningsluften ud til luftrenseren, fungerede uden problemer med kondens i afprøvningsperioden.

# Referencer

[1]	Miljøstyrelsens Teknologiliste, 2015. <a href="http://mst.dk/virksomhed-myndighed/landbrug/miljoeteknologi-og-bat/teknologilisten/teknologilisten/">http://mst.dk/virksomhed-myndighed/landbrug/miljoeteknologi-og-bat/teknologilisten/teknologilisten/</a>
[2]	Riis, A.L., M. Jørgensen & P. Hansen, 2014: 10 % punktudsugning via sugepunkt midt under lejeareal i slagtesvinestald med drænet gulv i lejearealet. <b>Meddelelse 998, SEGES Videncenter for Svineproduktion.</b>
[3]	Riis, A.L., M. Jørgensen & P. Hansen, 2014: 10 % punktudsugning via sugepunkt under hver 2. stiadskillelse i slagtesvinestald med drænet gulv i lejearealet. <b>Meddelelse 999, SEGES Videncenter for Svineproduktion.</b>
[4]	M. Jørgensen & Riis, A.L., 2014: 10 % punktudsugning via sugepunkt midt under lejeareal i slagtesvinestald med fast gulv i lejearealet. <b>Meddelelse 1.000, SEGES Videncenter for Svineproduktion.</b>
[5]	Bjerg, B.S., Zhang, G.Q. & Kai, P., 2008. CFD Investigation of a Partly Pit Ventilation System as Method to reduce Ammonia Emission from Pig Production. Proceedings of the 8 <sup>th</sup> International Livestock and Environmental Symposium. Iguassu Falls Brasillien.
[6]	Pedersen, P. & Jensen, T.L., 2010: Forskellige gulvtyper med og uden gulvudsugning til slagtesvin i en sommerperiode. <b>Meddelelse 883, SEGES Videncenter for Svineproduktion.</b>
[7]	Dansk standard (2003): Luftundersøgelse – Bestemmelse af lugtkoncentration ved brug af dynamisk olfaktometri. DS/EN 13725: 2003.
[8]	Normtal for husdyrgødning 2015. <a href="http://anis.au.dk/normtal/">http://anis.au.dk/normtal/</a>
[9]	Holm, M., 2010: Effekt af fibre og reduceret svovlindhold på lugt fra slagtesvin. <b>Meddelelse 889, SEGES Videncenter for Svineproduktion.</b>

## Deltagere

Anders Leegaard Riis, Thomas Ladegaard Jensen, Peter Hansen, Helle Loft Hansen, Mai Britt Friis Nielsen.

Afprøvning nr. 1271

Aktivitetsnr.: 060-354000

GUDP Journalnr.: 3405-10-0172

//ANR//

# Appendiks 1

## Beregning af emissioner

### Lugt

Lugtemissionen pr. 1.000 kg dyr blev beregnet ud fra lugtkoncentration, ventilationsydelse samt gennemsnitlig vægt og antallet af grise i staldsektionerne ved følgende formel:

$$OU_E \text{ pr. sekund pr. 1.000 kg dyr} = (L \times Q \times 1.000) / (W \times N \times 3.600)$$

Hvor:

L: Lugtkoncentrationen,  $OU_E/m^3$

Q: Ventilationsydelsen,  $m^3/time$

W: Gennemsnitsvægt pr. dyr på måledagen, kg

N: Antal dyr i sektionerne, stk.

De målte lugtkoncentrationer var lognormal fordelt, og lugtdata blev derfor logaritmetransformerede, inden de indgik i den statistiske analyse.

### Ammoniak

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

$$g \text{ NH}_3\text{-N pr. time pr. gris} = (M \times V \times Q \times P) / (R \times T \times N \times 1.000)$$

Hvor:

M: Molvægten af N, 14,007 g/mol

V: Koncentration, ppm =  $ml/m^3$

Q: Ventilationsydelsen,  $m^3/time$

P: Tryk, 1 atm.

R: Gaskonstanten, 0,0821 liter  $\times$  atm/(mol  $\times$  K)

T: Temperaturen i Kelvin

N: Antal dyr

### Svovlbrinte

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

$$mg \text{ H}_2\text{S pr. time pr. gris} = (M \times V \times Q \times P) / (R \times T \times N)$$



Hvor:

M: Molvægten af  $\text{H}_2\text{S}$ , 34,08 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)

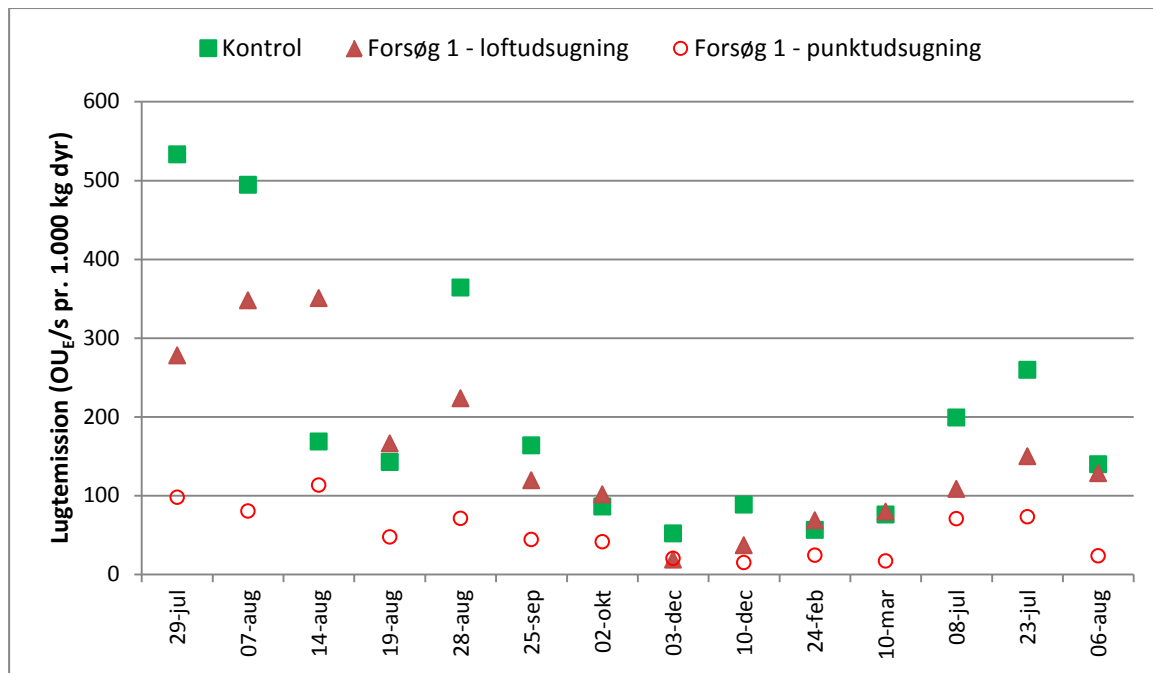
T: Temperaturen i Kelvin

N: Antal dyr



# Appendiks 3

## Lugtemission



Lugtemissionen målt i henholdsvis loftsudsugning i kontrolsektionen og forsøgssektion 1 samt i punktudsugningen i forsøgssektion 1 på de 14 lugtmåledage.

---

### VIDENCENTER FOR SVINEPRODUKTION

Tlf.: 33 39 45 00

Fax: 33 11 25 45

[vsp-info@seges.dk](mailto:vsp-info@seges.dk)

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.