



# PUNKTUDSUGNING VED FORSKELLIGE GULVTYPER TIL SLAGTESVIN I EN VINTERPERIODE

MEDDELELSE NR. NR. 940

Punktudsugning med en luftydelse på ca. 10 m<sup>3</sup>/t pr. gris medførte en markant forbedret luftkvalitet i slagtesvinestier med drænet gulv i lejearealet. En yderligere forbedring blev opnået ved at reducere åbningsarealet af spaltegulvet med 40 %.

---

INSTITUTION: VIDENCENTER FOR SVINEPRODUKTION, DEN RULLENDE AFPRØVNING

FORFATTER: POUL PEDERSEN

THOMAS LADEGAARD JENSEN

UDGIVET: 15. JUNI 2012

Dyregruppe: Slagtesvin

Fagområde: Stalde og Miljø

## Sammendrag

Forskellige gulvtyper og indretning af ventilationssystemet blev afprøvet på Forsøgsstation Grønhøj i fire klimakamre til slagtesvin for at afklare, hvilke forbedringer i arbejdsmiljø samt mulighed for ammoniak- og lugtreduktion, der kunne opnås med et punktudsugningsanlæg:

Gruppe 1: Kontrol: Delvist fast gulv i lejearealet (58 % fast gulv) – udelukkende loftudsugning.

Gruppe 2: Kontrol: Drænet gulv i lejearealet - udelukkende loftudsugning.

Gruppe 3: Drænet gulv i lejearealet, punktudsugning med sugepunkt under lejearealet.

Gruppe 4: Drænet gulv med 40 % mindre spalteåbningsareal, punktudsugning med sugepunkt unnder lejearealet.

Som forventet var der ved en punktudsugningsydelse på ca. 10 m<sup>3</sup>/t pr. gris en markant forskel mellem koncentrationen af ammoniak, lugt og svovlbrinte i mellem loftudsugningen og punktudsugningen i gruppe 3 og 4 (p<0,001).

Sammenlignet med kontrolgruppe 2 gav punktudsugning en markant forbedring af luftkvaliteten i både gruppe 3 med et traditionelt drænet gulv i lejearealet og gruppe 4, hvor åbningsarealet i spaltegulvet var reduceret med 40 % i forhold til kontrolgruppe 2. Punktudsugningen reducerede koncentrationen af ammoniak i loftudsugningen i gruppe 3 og 4 med hhv. 51 % og 63 % i forhold til kontrolgruppe 2 (p<0,001).

Punktudsugningsanlæggets effektivitet blev forøget ved at reducere åbningsarealet af spaltegulvet med 40 % vurderet på de målte ammoniak- og svovlbrintekoncentrationer. Sammenlignes gruppe 4 med reduceret spaltegulvsareal med gruppe 3 med traditionel drænet gulv i lejearealet, så var koncentrationen af svovlbrinte reduceret med 62 % (p<0,001) og ammoniak med 24 % (p<0,01).

Det vurderes, at punktudsugningsanlægget under praktiske forhold kan anvendes til begge de anvendte gulvtyper i gruppe 3 og 4. Den største effekt af punktudsugningsanlægget opnås dog i stalde, hvor også åbningsarealet af spaltegulvet reduceres.

#### TILSKUD

"Projektet har fået tilskud fra Svineafgiftsfonden samt EU og Fødevareministeriets Landdistriktprogram og har Projekt ID: 0910/61 samt journalnr.: 3663-D-09-00365

## Baggrund

En måde til at begrænse omkostningerne til luftrensning er at lave delrensning, hvor kun en del af ventilationsluften renses [1]. En yderligere optimering og reduktion af luftrensningsanlæggets størrelse kan forventes ved at tilslutte luftrenseren til et effektivt gulvudsugningsanlæg. Dette kunne blandt andet konkluderes ud fra resultater af en afprøvning i en slagtesvinestald med delvist fast gulv og varierende grad af gulvudsugning [2].

Ud fra ovenstående resultater blev der iværksat et udviklingsprojekt i Videncenter for Svineproduktions klimakamre på Forsøgsstation Grønhøj med henblik på at udvikle et effektivt gulvudsugningssystem til slagtesvinestalde med fulddrænede gulve og gyllekumme under hele stien. Ideen var at reducere åbningsarealet af spaltegulvet for at øge lufthastigheden ned gennem spaltegulvet ved hjælp af specialudformede drænede gulve. I vinterperioden 2008/09 blev specialdrænede gulve med gulvudsugning afprøvet med to forskellige ventilationsydelser på gulvudsugningen. Afprøvningen viste, at det var muligt at opnå en høj effekt af gulvudsugning målt på

andelen af ammoniak, lugt og svovlbrente i afkastet fra gulvudsugningskanalen i forhold til loftudsugningen [3].

Denne afprøvning blev i sommerhalvåret 2009 fulgt op af en ny afprøvning, hvor der ud over forskellige gulvtyper også skulle afprøves forskellige sugepunkter i gyllekummen. Baggrunden var, at et dansk studie med beregning af luftstrømme og fordeling af emissioner ved hjælp af såkaldt CFD-simuleringer antydede, at effektiviteten af gulvudsugningsanlæg kunne optimeres yderligere ved at placere udsugningspunktet under grisenes lejeareal for at udnytte den naturlige luftstrøm i gyllekummen, hvor luften går ned gennem spaltegulvet i de kolde områder og stiger op gennem spaltegulvet i områder med varmeproduktion [4].

Denne afprøvning viste, at placering af sugepunktet under lejearealet gav en klar forbedring af gulvudsugningsanlæggets effekt [5]. Afprøvningen gav imidlertid ikke noget svar på, hvorvidt effekten skyldtes det reducerede åbningsareal i spaltegulvet eller placeringen af sugepunktet under lejearealet. Det blev valgt at kalde konceptet med udsugning af en del af ventilationsluften under spaltegulvet i grisenes lejeareal for punktudsugning.

Sideløbende med udviklingsprojektet i Videncenter for Svineproduktions klimakamre på Forsøgsstation Grønhøj blev der i samarbejde med flere firmaer arbejdet med forskellige løsninger til praktisk implementering af punktudsugningsanlæg. En oplagt løsning var at lave en traditionel slagtesvinestald med drænet gulv i lejearealet og spaltegulv i resten, og kombinere denne stald med punktudsugning under lejeareal. Effekten af punktudsugning i denne løsning var imidlertid ikke dokumenteret.

Formålet med nærværende afprøvning var derfor at sammenligne punktudsugning under lejearealet i en slagtesvinestald med en-tredjedel drænet gulv og to-tredjedel spaltegulv med en slagtesvinestald med specialdrænet gulv, hvor spaltegulvets åbningsareal var reduceret med 40 % i forhold til et almindeligt drænet gulv i lejearealet.

## Materiale og metode

Afprøvningen blev gennemført i fire klimakamre på Videncenter for Svineproduktions forsøgsstation Grønhøj.

### Klimakamre

Hvert klimakammer var indrettet med to stier med plads til 16 grise pr. sti. Stierne målte 4,8 m gange 2,4 m. I hver sti var der monteret en simpel foderautomat og modsat foderautomaten var der monteret en drikkekop. Der var en ca. 60 cm dyb gyllekumme under hver sti. Overbrusningsanlægget var monteret med én dyse over gødearealet pr. sti.

## Forsøgsdesign

De fire klimakamre, som indgik i afprøvningen, havde forskellige gulvprofiler og opsætninger af ventilationssystemet. Der indgik følgende grupper i afprøvningen:

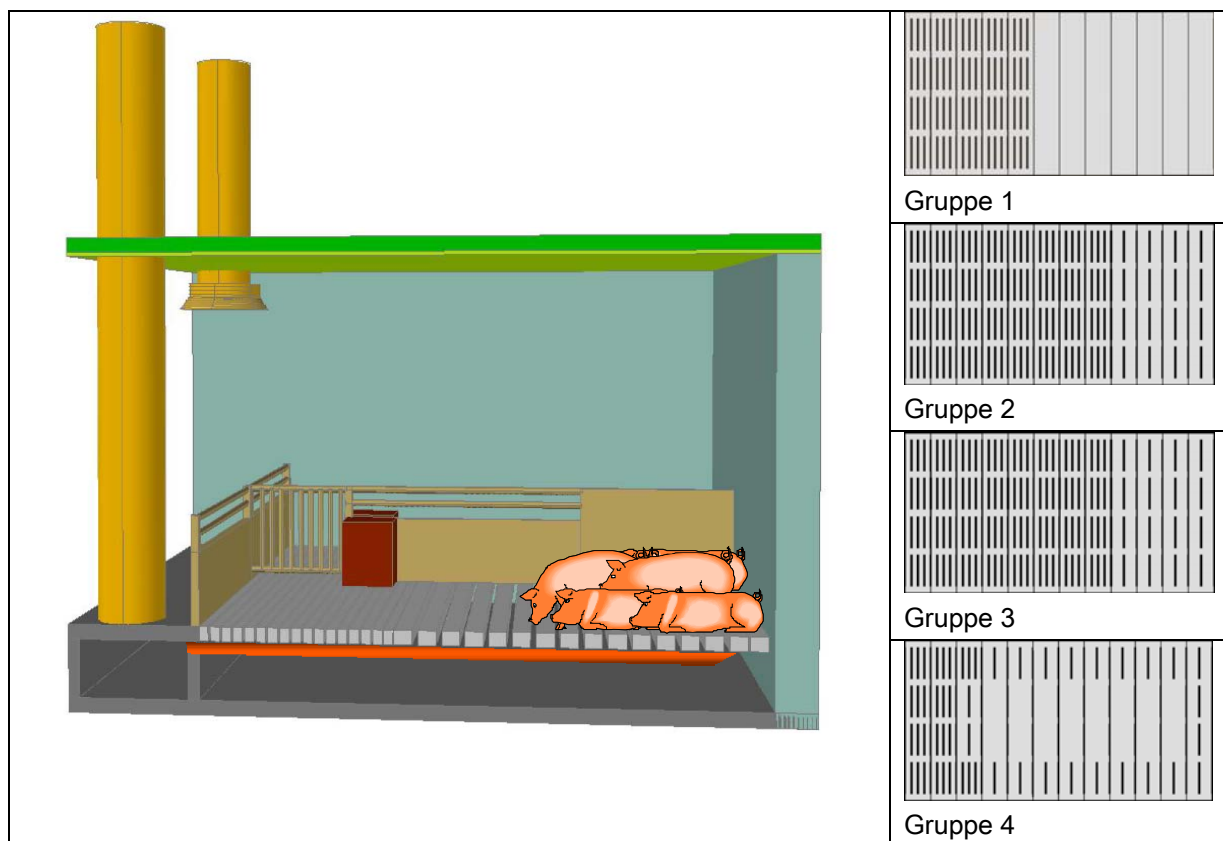
Gruppe 1: Kontrol: Delvist fast gulv i lejeareal (58 % fast gulv) – udelukkende loftudsugning.

Gruppe 2: Kontrol: Drænet gulv i lejeareal - udelukkende loftudsugning.

Gruppe 3: Drænet gulv i lejeareal, punktudsugning med sugepunkt under lejeareal

Gruppe 4: Specialdrænet gulv, punktudsugning med sugepunkt under lejeareal

I figur 1 er der vist en skitse af klimakamrene, samt de fire forskellige gulvtyper anvendt i afprøvningen. Spalteåbningsarealet blev i gruppe 4 reduceret for at øge luft hastigheden ned gennem spaltegulvet.



Figur 1. Figuren viser til venstre en skitse af et klimakammer med både gulv- og loftudsugning, til højre en skitse af de fire gulvtyper, der blev anvendt i gruppe 1 til 4. Spaltegulvets åbningsareal var hhv. 0,047, 0,091, 0,091 og 0,054 m<sup>2</sup> spalteåbning pr. slagtesvin.

Gulvet i hver sti var opbygget af 12 betonelementer med målene 2,4 m gange 0,4 m enten som spaltegulvs-, drænet gulvs- eller fast gulvselementer. I gruppe 4 blev spalteåbningsarealet reduceret ved at nogle af spalteåbningerne i hhv. spaltegulvs- og drænet gulvselementerne blev fyldt ud med gummikiler, se figur 4 i appendiks A. I gruppe 4 var spaltegulvets samlede åbningsareal reduceret med 40 % i forhold til gruppe 2. Det samlede åbningsareal var således reduceret til 0,054 m<sup>2</sup>

spalteåbning pr. slagtesvin. Lufthastigheden gennem spalteåbningerne blev beregnet til 0,048 m/s ved en gulvudsugningsydelse på 10 m<sup>3</sup>/t pr. slagtesvin.

## Ventilation

Ventilationsprincippet var undertryksventilation med diffust luftindtag. Der var etableret en loftsudsugningsenhed i hvert kammer. I to klimakamre var der ydermere etableret gulvudsugning. Gulvudsugningskanalen havde målene 1,15 m x 0,50 m, og der var etableret otte sidekanaler i form af huller med en diameter på 16 cm. Disse huller kunne lukkes med propper efter behov. I gruppe 3 og 4 var kun to huller i brug. Disse blev som vist på figur 2 i appendiks A forbundet til et Ø160 kloakrør, som blev ført hen i den modsatte ende af stien for at have punktudsugningsanlæggets sugepunkt under grisenes lejeareal. Den præcise placering af sugepunkt er vist i figur 3 i appendiks A.

Ventilationssystemet var indstillet således, at punktudsugningen havde første prioritet. Loftudsugningen kobledes ind, når punktudsugningen var nået op på den indstillede ydelse, og der var behov for yderligere ventilation for at holde den ønskede staldtemperatur. Den samlede maksimum ventilationskapacitet var ca. 100 m<sup>3</sup>/time/gris.

## Produktion og fodring

Der indgik to hold grise i afprøvningen. Grisene blev kønssorteret således, at der i hvert klimakammer var en sti med 16 sogrise og en sti med 16 galtgrise. Grisene blev vejjet ved indsættelse og ved levering. Ved indsættelse af grisene vejjede de i gennemsnit ca. 30 kg. Når en gris blev udtaget af klimakammeret, blev dette noteret således, at antallet af grise var kendt gennem hele forsøget. Grisene blev fodret ad libitum med pelleteret tørfoder.

## Registreringer

De primære registreringsparametre var ammoniak-, lugt, og svovlbrintekonzentration. De sekundære måleparametre var ventilationsydelse, temperatur og kuldioxidkonzentration.

## Ammoniak og kuldioxid

Ammoniak- og kuldioxidkonzentrationerne blev målt i gulv- og loftsudsugningen i alle fire klimakamre med en VE18 MultiSensor fra VengSystem A/S. I hvert målested var der placeret pumper som via Teflon-slanger pumpede ca. 1 l. luft pr. minut til VE18 MultiSensoren. En ventilboks skiftede hvert 15. minut mellem de enkelte pumper, og hver anden gang blev der ledt udeluft gennem måleapparatet i VE18 MultiSensoren. Luften blev i ventilboksen forvarmet til 34 °C, inden den blev pumpet ind til målesensorerne. Umiddelbart før der blev skiftet målested, blev ammoniak- og kuldioxidkonzentrationen registreret. Ammoniakkonzentrationen blev i VE18 MultiSensor målt med en sensor af fabrikatet Dräger Polytron 1 med måleområdet 0-50 ppm, mens kuldioxidkonzentrationen blev målt med en sensor af fabrikatet Vaisala i måleområdet 0-5.000 ppm. Ammoniak- og kuldioxidkonzentrationen blev i hvert målepunkt registreret hver fjerde time.

Der blev seks gange pr. hold foretaget kontrolmålinger af både ammoniak- og kuldioxidkoncentrationen med sporgasrør af mærket Kitagawa 105SD og 126SF, se figur 1 og 2 i appendiks d.

## Lugt

Der blev udtaget lugtprøver i alle fire klimakamre i loftudsugningen og ligeledes i gulvudsugningen i gruppe 3 og 4. Lugtprøverne blev opsamlet ved at indsætte en Teflon slange i hvert ventilationsrør, således at luften blev opsamlet i luftstrømmen midt i ventilationsrøret efter luften havde passeret spjældet. Teflon slangen med en længde på ca. 2,5 m var forbundet med en 30 l. Nalophan®-pose, som var placeret i en tæt lukket kasse. Til kassen var der koblet en pumpe, som dannede vakuum i kassen, hvorved posen blev fyldt med luft fra ventilationsafkastet. Inden prøverne blev udtaget blev poserne konditioneret, hvorved poserne blev udsat for staldluft og tømt igen, før den endelige opsamling af prøve. Opsamlingsperioden var 30 minutter med et flow på 0,9 l. pr. minut. Luftprøverne blev opsamlet i tidsrummet kl. 11.00-11.30 og igen kl. 12.30-13.00. Kasserne med pumpe blev placeret på gangen uden for klimakammeret, så grisene ikke blev forstyrret under prøveudtagningen.

Luftprøverne blev udtaget efter den europæiske CEN standard, som er effektueret til Dansk Standard [6]. Prøverne blev efterfølgende sendt til Danish Meat Research Institute under Teknologisk Institut, som dagen efter udtagningen foretog en olfaktometrisk bestemmelse af lugtkoncentrationerne med olfaktometeret Ecoma T08, se figur 5 i appendiks A.

Følgende supplerende registreringer blev foretaget i forbindelse med udtagning af lugtprøve:

- Dato og klokkeslæt for start og slut for udtagning af prøve
- Luftydelse målt med en målevinge af typen Fancom AT(M) unit 40
- Antal grise i hver sektion
- Kuldioxidkoncentration med sporgasrør af fabrikatet Kitagawa type 126SF
- Ammoniakkoncentration med sporgasrør af fabrikatet Kitagawa type 105SD
- Temperatur ude og inde ved hhv. start og slut for udtagning af prøve

## Svovlbrinte

Svovlbrintekonzentrationen blev efter hver lugtprøveudtagning målt i både lofts- og gulvudsugningen med en svovlbrintemåler af typen Jerome 631 XE. Der blev foretaget tre registreringer efter hinanden i hvert ventilationsafkast.

## Temperaturer og luftmængder

Ventilationsydelsen blev målt med en målevinge af typen Fancom AT(M) unit 40 på hver af udsugningsenhederne. Hvert 5. minut blev ventilationsydelsen elektronisk registreret. Ude- og staldtemperaturen samt temperaturen i gulv- og loftudsugningen blev registreret elektronisk hvert 5. minut med en VE10 Temperatur Sensor fra VengSystem. Herudover blev der efter hver

lugtprøveudtagning foretaget en måling af temperatur og relativ luftfugtighed med et multimeter af typen TSI VelociCalc 8347.

### Gylledybde og -udslusning

Gylledybden blev målt i hver sti en gang ugentligt. Der blev udsluset gylle midtvejs i hver produktionsperiode i sektionerne med gyllekumme under hele stien. I klimakammeret med delvist fast gulv blev gyllen sluset ud fire gange i produktionsperioden.

### Beregning af emissioner

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

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

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 logaritmisk fordelt og lugtdata blev derfor logaritmetransformerede inden de indgik i den statistiske analyse.

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

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

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,  $0,0821 \text{ l.} \times \text{atm}/(\text{mol} \times \text{K})$

T: Temperaturen i Kelvin

N: Antal dyr

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

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

Hvor:

M: Molvægten af 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

## Statistik

Ammoniakkonzentrationer og –emissioner blev analyseret i en variansanalyse med proceduren MIXED i SAS under hensyn til gentagne målinger pr. dag. Koncentration og emission af lugt og svovlbrinte blev ligeledes analyseret i variansanalyse med proceduren MIXED i SAS under hensyn til gentagne målinger pr. dag.

# Resultater og diskussion

Alle svovlbrinte- og lugtmålinger samt supplerende målinger af luftydelse, ammoniak og kuldioxid er vist grafisk i figur 1-5 i appendiks B. For de samme målinger blev der dels beregnet emission, dels foretaget en statistisk behandling af data, hvor der blev beregnet konfidensintervaller, se tabel 1. Af tabel 2 fremgår de beregnede emissioner og konfidensintervaller for de kontinuerlige ammoniakmålinger.

## Svovlbrinte

Effekten af punktudsugning blev vurderet på baggrund af de målte koncentrationer af svovlbrinte, fordi svovlbrinte kun frigives under spaltegulv. Som det fremgår af tabel 1, var koncentrationen af svovlbrinte i punktudsugningen på samme niveau i gruppe 3 og 4. Koncentrationen af svovlbrinte i loftudsugningen var i begge grupper på et meget lavt niveau, hhv. 9 og 3 % af koncentrationen i punktudsugningen ( $p < 0,001$ ). Koncentrationen var relativt lavest i loftudsugningen i gruppe 4, men denne effekt var ikke signifikant.



Svovlbrintekonzentrationen i loftudsugningen i gruppe 1 med delvist fast gulv lå på et meget lavt niveau og væsentligt under gruppe 2 med drænet gulv i lejeareal og spaltegulv i resten. Det skyldes dels dobbelt så hyppig udslusning af gylle, hvilket modvirker dannelsen af svovlbrinte, dels reduceret gylleoverflade.

## Lugt

Konzentrationen af lugt i punktudsugningen var 38 % højere i gruppe 4 end gruppe 3 ( $p < 0,05$ ), hvilket indikerede, at punktudsugning under lejearealet kombineret med reduceret åbningsareal gav en lidt højere effektivitet end gruppe 3 med traditionel drænet gulv i lejearealet og spaltegulv i resten af stien.

Vurdering af punktudsugningens effekt på lugtkonzentration i loftudsugning fra staldrummet blev desværre påvirket af, at 5 måledage skulle kasseres på grund af fejl ved prøveudtagningen i loftudsugning i gruppe 4, se figur 1 i appendiks b. Konzentration af lugt i loftudsugningen i gruppe 3 var lav sammenlignet med de to kontrolgrupper 1 og 2. Konzentrationen var i gruppe 3 48 % lavere end gruppe 1 med delvist fast gulv og 61 % lavere end gruppe 2 med drænet gulv i lejeareal og spaltegulv i resten ( $p < 0,001$ ).

Den målte emission af lugt lå generelt væsentlig under de danske standardtal for lugtemission [7], der angiver en emission på 300 OUE/s pr. 1.000 kg ved delvist fast gulv som gruppe 1 og 450 OUE/s pr. 1.000 kg for drænet gulv i lejeareal som i gruppe 2, 3 og 4. Det skyldes formentlig dels at nærværende målinger blev gennemført i vinterhalvåret, dels at lugtprøverne blev analyseret på en anden type olfaktometer, end det der blev anvendt ved fastlæggelse af standardtal for lugtemission.

**Tabel 1.** Målinger af lugt og svovlbrinte samt supplerende registreringer ved en ønsket luftydelse på 10 m<sup>3</sup>/t pr. gris på punktudsugningen. Af de 18 lugtmålinger i gruppe 4 loft blev 10 lugtmålinger udeladt på grund af fejl ved prøveudtagningen. Udetemperaturen var 3,9 °C. I parentes er 95 % konfidensintervallet angivet.

Gruppe	1	2	3		4	
Målepunkt	Loft	Loft	Gulv	Loft	Gulv	Loft
Temperatur, °C	17,2	18,3	17,6	17,5	17,9	17,0
Luftydelse, m <sup>3</sup> /t pr. gris	38,3	31,6	9,1	18,4	9,3	19,7
Lugtkoncentration, OUE/m <sup>3</sup>	850 (630 - 1110)	1.130 (870 - 1470)	1.730 (1330 - 2250)	450 (340 - 580)	2.380 (1830 - 3100)	390 (260 - 580)
Lugtemission, OUE/s pr. 1.000 kg	116 (81 - 164)	123 (87 - 176)	63 (45 - 90)	22 (15 - 31)	89 (60 - 122)	21 (13 - 33)
Svovlbrintekoncentration, ppm	0,001 (0,0 - 0,070)	0,036 (0,0 - 0,11)	0,34 (0,27 - 0,41)	0,029 (0,0 - 0,10)	0,35 (0,28 - 0,42)	0,011 (0 - 0,080)
H <sub>2</sub> S-emission, mg H <sub>2</sub> S/t pr. gris	0,030 (0,0 - 0,090)	1, 1 (0,27 - 2,0)	4,3 (3,4 - 5,1)	0,31 (0,0 - 1,2)	4,5 (3,6 - 5,3)	0,14 (0,0 - 1,4)

## Ammoniak

Punktudsugningen reducerede koncentrationen af ammoniak i loftudsugningen markant i forhold til kontrolsektionen med udelukkende loftudsugning, se tabel 2. Koncentration var således hhv. 51 % og 63 % mindre i gruppe 3 og 4 end i gruppe 2 ( $p < 0,001$ ).

Forskellen mellem koncentrationen i punktudsugning og loftudsugning var ligeledes udtalt. Ved punktudsugning kombineret med traditionelt drænet gulv i lejearealet i gruppe 3 var koncentrationen 3,8 gange højere i loftudsugningen end punktudsugningen, mens dette forhold var 6,8 gange højere i gruppe 4, hvor åbningsarealet i spaltegulvet var reduceret med 40 % i forhold til en traditionel sti med drænet gulv i lejeareal ( $p < 0,001$ ).

Koncentrationen af ammoniak i punktudsugningen var 35 % højere i gruppe 4 end gruppe 3 ( $p < 0,01$ ). Dette indikerede, at punktudsugning under lejearealet kombineret med reduceret åbningsareal gav en lidt højere effektivitet end gruppe 3 med traditionel drænet gulv i lejearealet og spaltegulv i resten af stien.

Den målte ammoniakemission fra klimakamrene viste mod forventning ingen forskel mellem gruppe 1 med delvist fast gulv og gruppe 2 med drænet gulv i lejeareal. Med en ammoniakfordampning på kun

0,12 g NH<sub>3</sub>-N/t pr. gris lå begge grupper væsentligt under det forventede niveau ifølge danske normtal for husdyrgødning [8]. Her angives ammoniakemission som TAN-koefficienter, der angiver den procentdel af ammonium, der fordampes. For stalde med delvist fast gulv, hvor det faste gulv udgør 50-75 % af stien, er koefficienten 13 %, mens den er 21 % ved drænet gulv i lejeareal. Ud fra normtal 2009-10 kan det beregnes, at der ved delvist fast gulv (50-75 % fast gulv) gennemsnitligt kan forventes en fordampning på 0,14 g NH<sub>3</sub>-N/t pr. gris ved en daglig tilvækst på 900 g, mens der forventes en fordampning på 0,22 g NH<sub>3</sub>-N/t pr. gris i stalde med drænet gulv i lejearealet. En mulig forklaring på den lave ammoniakfordampning er, at målingerne blev foretaget i vinterperioden. At der mod forventning ikke blev fundet forskel mellem delvist fast gulv og drænet gulv kunne skyldes, at det faste gulv var smudset i store del af afprøvningsperioden.

**Tabel 2.** Målinger af ammoniakkoncentration og -emission ved en ønsket luftydelse på 10 m<sup>3</sup>/t pr. gris på punktudsugningen. Udetemperaturen var 3,0 °C. I parentes er 95 % konfidensintervallet angivet.

Gruppe	1	2	3		4	
Målepunkt	Loft	Loft	Gulv	Loft	Gulv	Loft
Temperatur, °C	17,2	18,3	17,6	17,5	17,9	17,0
Luftydelse, m <sup>3</sup> /t pr. gris	30,6	26,3	8,6	15,2	9,0	13,5
Ammoniakkoncentration, ppm	7,3 (5,3 - 9,2)	8,4 (6,5 - 10,4)	15,7 (13,8 - 17,7)	4,1 (2,2 - 6,1)	21,2 (19,2 - 23,1)	3,1 (1,2 - 5,1)
NH <sub>3</sub> -emission, g NH <sub>3</sub> -N/t	0,12 (0,08 - 0,16)	0,12 (0,08 - 0,16)	0,08 (0,05 - 0,10)	0,02 (0 - 0,05)	0,10 (0,07 - 0,13)	0,02 (0,01 - 0,05)

### Samlet emission af lugt, svovlbrinte og ammoniak

I tabel 3 er de samlede emissioner lugt, svovlbrinte og ammoniak opgjort og statistisk behandlet for at vurdere, hvordan den samlede emission blev påvirket af gulvtype og punktudsugningsanlæg.

Som det fremgår af tabel 3, så var lugtemissionen lavere i gruppe 3 end i gruppe 2 (p<0,01). Det kan således konkluderes, at punktudsugningen med en kapacitet på ca. 10 m<sup>3</sup>/t pr. gris øjensynligt reducerede den samlede emission af lugt. Med hensyn til gruppe 4 kunne der ikke drages nogen endelige konklusioner på grund af de manglende måledage.

Der var ingen forskel i den samlede svovlbrinteemission fra gruppe 3 og 4. Til gengæld var emissionen fra disse sektioner omkring fire gange højere end kontrolgruppe 2 (p<0,001). Det er der umiddelbart ingen forklaring på.

Der blev ikke fundet nogen forskel i ammoniakemissionen mellem de fire grupper. Imod forventning var emissionen heller ikke lavere fra klimakammeret med delvist fast gulv sammenlignet med de andre

grupper med gyllekumme under hele stien. Derimod kunne det konkluderes, at punktudsugning med en kapacitet på ca. 10 m<sup>3</sup>/t pr. gris ikke øgede den samlede emission af ammoniak.

**Tablet 3.** Samlet emission af lugt, svovlbriente og ammoniak ved en indstillet punktudsugningsydelse på 10 m<sup>3</sup>/time pr. slagtesvin. I parentes er 95 % konfidensintervallet angivet.

Gruppe	1	2	3	4
Målepunkt	Loft	Loft	Gulv + loft	Gulv + loft
Luftydelse, m <sup>3</sup> /t pr. gris	30,6	26,3	23,6	22,8
Lugtemission, OUE/s pr. 1.000 kg	116 <sup>ab</sup> (88 - 151)	123 <sup>b</sup> (94 - 162)	91 <sup>a</sup> (70 - 119)	113 <sup>b</sup> (86 - 148)
H <sub>2</sub> S-emission, mg H <sub>2</sub> S/t pr. gris	0,031 <sup>a</sup> (0,0 - 1,2)	1,1 <sup>b</sup> (0,0 - 2,2)	4,6 <sup>c</sup> (3,4 - 5,8)	4,6 <sup>c</sup> (3,4 - 5,8)
Luftydelse gulv, m <sup>3</sup> /t pr. gris	30,6	26,3	23,8	24,5
Ammoniakemission, g NH <sub>3</sub> -N/t	0,12 <sup>a</sup> (0,08 - 0,16)	0,12 <sup>a</sup> (0,08 - 0,16)	0,10 <sup>a</sup> (0,06 - 0,14)	0,12 <sup>a</sup> (0,08 - 0,16)

Ved lugt: a, b signifikant forskellige (P<0,01)

Ved svovlbriente: a, b og c signifikant forskellige (P<0,001)

Ved ammoniak: ingen signifikante forskelle.

## Konklusion

Formålet var at vurdere potentialet af punktudsugning ved forskellige gulvtypen i en vinterperiode. Som forventet var der ved en punktudsugningsydelse på ca. 10 m<sup>3</sup>/t pr. gris en markant forskel mellem koncentrationen af ammoniak, lugt og svovlbriente i mellem loftudsugningen og punktudsugningen i gruppe 3 og 4 (p<0,001).

Sammenlignet med kontrolgruppe 2 med traditionel drænet gulv i lejearealet og udelukkende loftudsugning gav punktudsugning en markant forbedring af luftkvaliteten i både gruppe 3 med et traditionelt drænet gulv i lejearealet og gruppe 4, hvor åbningsarealet i spaltegulvet var reduceret med 40 % i forhold til kontrolgruppe 2. Punktudsugningen reducerede koncentrationen af ammoniak i loftudsugningen i gruppe 3 og 4 med hhv. 51 % og 63 % i forhold til gruppe 2 (p<0,001).

Punktudsugningsanlæggets effektivitet blev forøget ved at reducere åbningsarealet af spaltegulvet med 40 % vurderet på de målte ammoniak- og svovlbrintekoncentrationer. Sammenlignes gruppe 4 med reduceret spaltegulvsareal med gruppe 3 med traditionel drænet gulv i lejearealet, så var koncentrationen af svovlbriente reduceret med 62 % (p<0,001) og ammoniak med 24 % (p<0,01).

Det vurderes, at punktudsugningsanlægget under praktiske forhold kan anvendes til begge de anvendte gulvtyper i gruppe 3 og 4. Den største effekt af punktudsugningsanlægget opnås dog i stalde hvor også åbningsarealet af spaltegulvet reduceres.

## Referencer

- [1] Kai, P., Strom, J., & Jensen, B. E., 2007: Delrensning af ammoniak i staldluft. Grøn viden. Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet. DJF husdyrbrug nr. 47. September 2007.
- [2] Pedersen, P. & Kai, P., 2008: Kildeseparationsstald med gulvudsugning. [Meddelelse 824. Videncenter for Svineproduktion.](#)
- [3] Pedersen, P., Jensen, T.L., Jørgensen, M., 2010: Forskellige gulvtyper med og uden gulvudsugning til slagtesvin i en vinterperiode. [Meddelelse 878. Videncenter for Svineproduktion.](#)
- [4] Bjerg, B. Zhang, G.Q., & Kai, P., 2008: CFD Investigation of a Partly Pit Ventilation System as Method to Reduces Ammonia Emission from Pig Production. Proceedings of the 8th International Livestock and Environmental Symposium. Iguassu Falls Brasilien
- [5] Pedersen, P., Jensen, T.L., 2010: Forskellige gulvtyper med og uden gulvudsugning til slagtesvin i en vinterperiode. [Meddelelse 883. Videncenter for Svineproduktion.](#)
- [6] Dansk standard (2003): Luftundersøgelse – Bestemmelse af lugtkoncentration ved brug af dynamisk olfaktometri. DS/EN 13725: 2003.
- [7] Riis, A.L., 2006: Standardtal for lugtemission fra danske svinestalde om sommeren. [Meddelelse nr. 742, Landsudvalget for Svin.](#)
- [8] Normtal for husdyrgødning 2009-10

## Deltagere

- Teknikere:** Ib Dahl Jensen & Mike Petersen, Videncenter for Svineproduktion
- Volontør:** Martin Leegaard Riis, Videncenter for Svineproduktion
- Statistikere:** Mai Britt Friis Nielsen, Videncenter for Svineproduktion

**Afprøvning nr.:** 1047 Gulvudsugning og delrensning

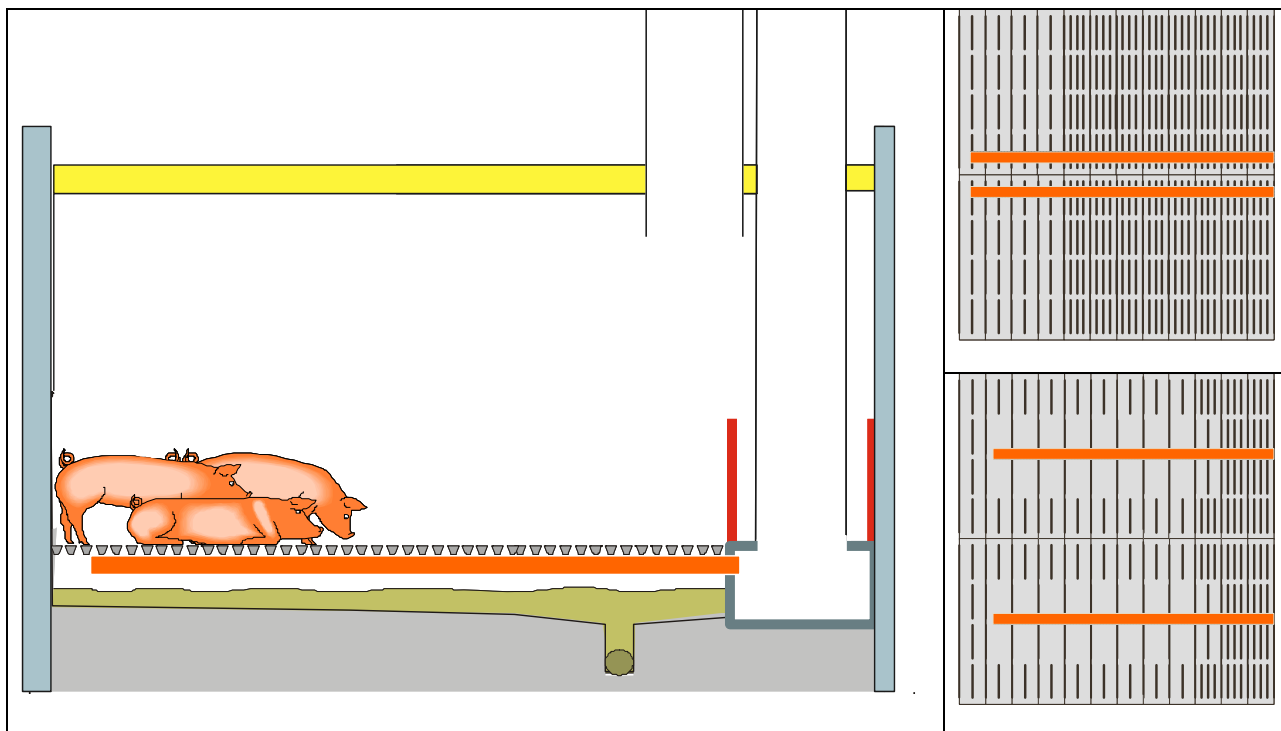
## Appendiks a



Figur 1. Klimakammer med både gulv- og loftudsugning.



Figur 2. Ved gulvudsugning under lejeareal lukkes tre af fire åbninger, mens et Ø160 rør føres hen under lejeareal i den modsatte ende af stien.



Figur 3. Principskitse af opbygning af gulvudsugning under lejeareal samt illustration af placering af sugepunkterne i gruppe 3 og 4.



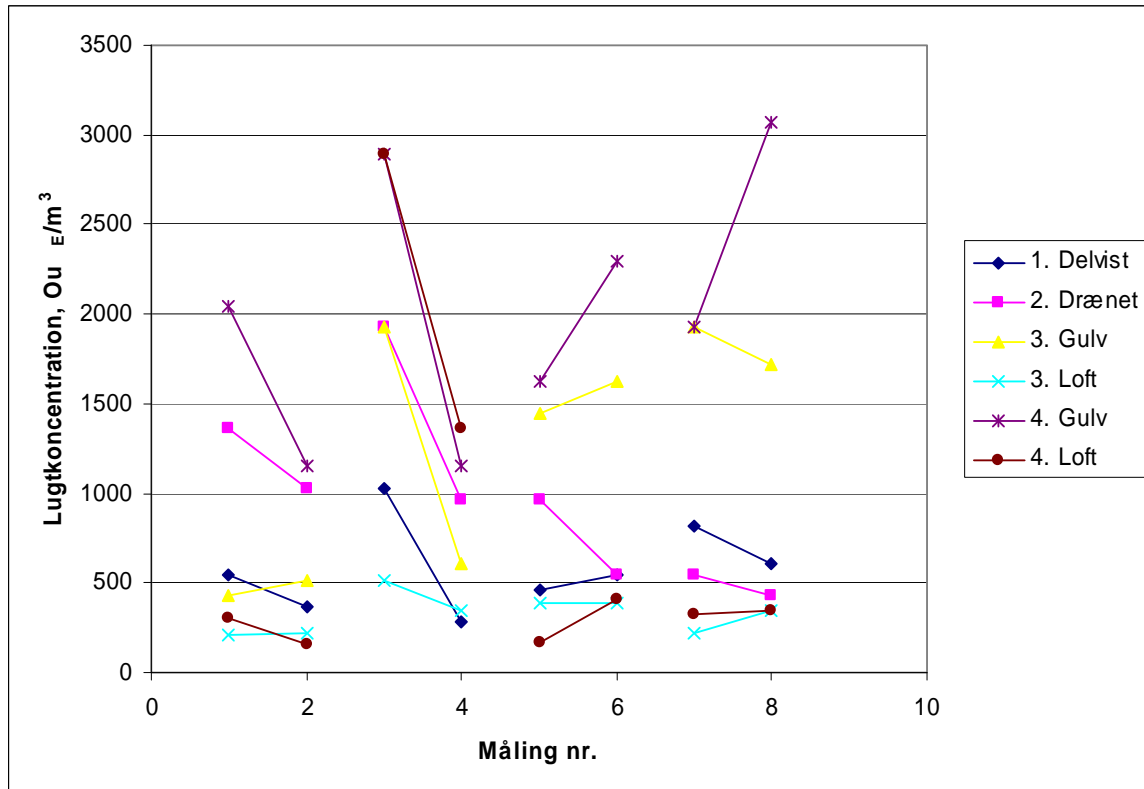
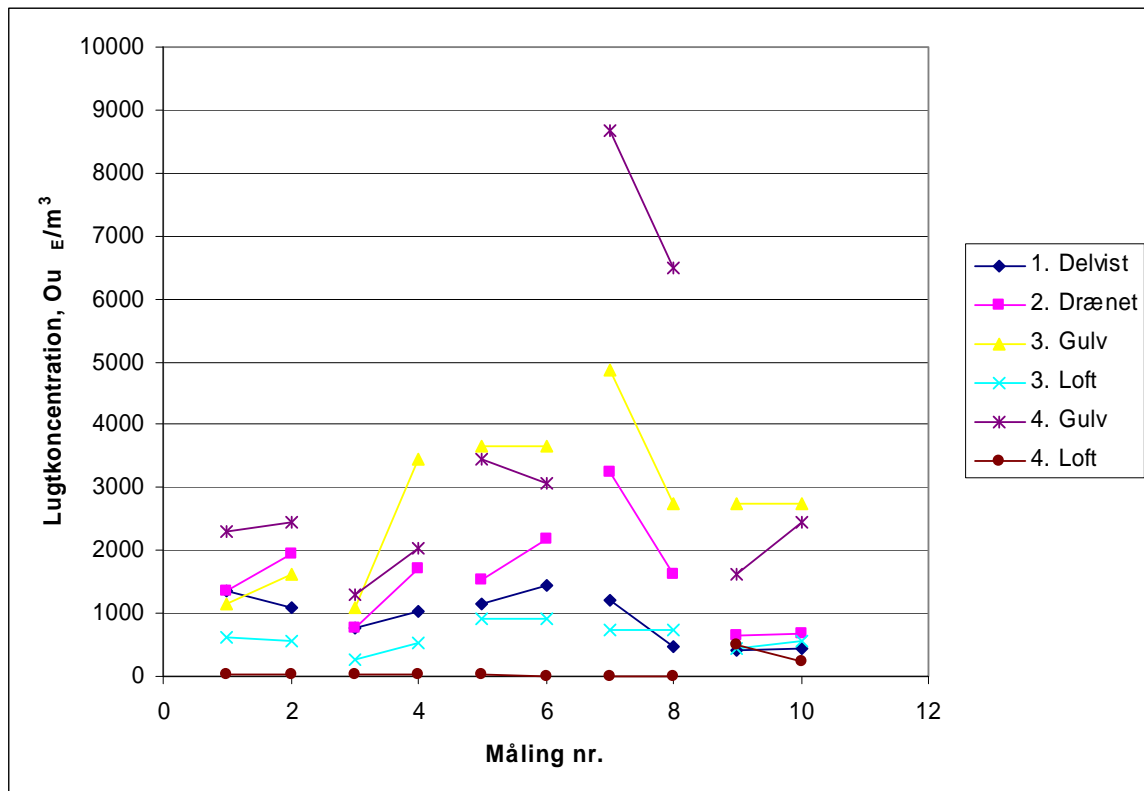
Figur 4. Udformning af gulv i gruppe 4 – bemærk de isatte gummikiler.



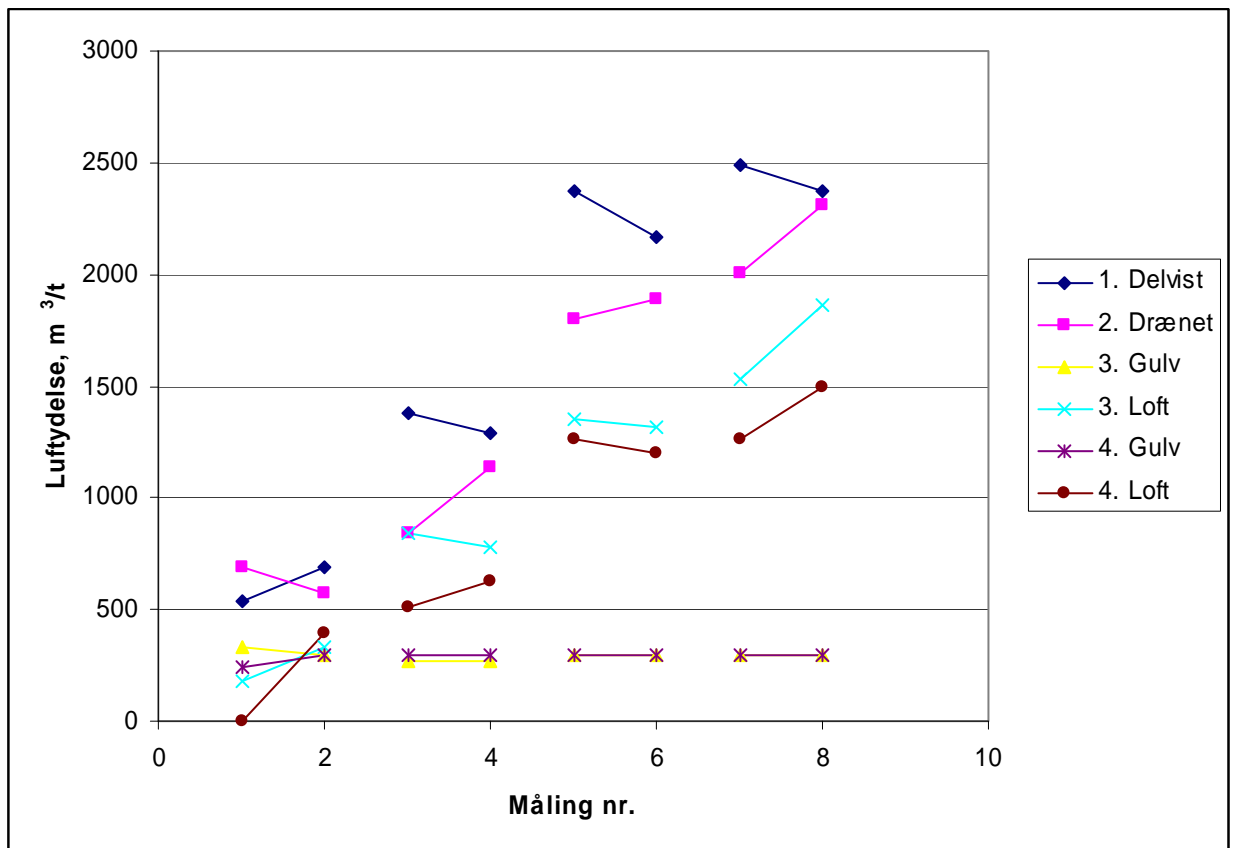
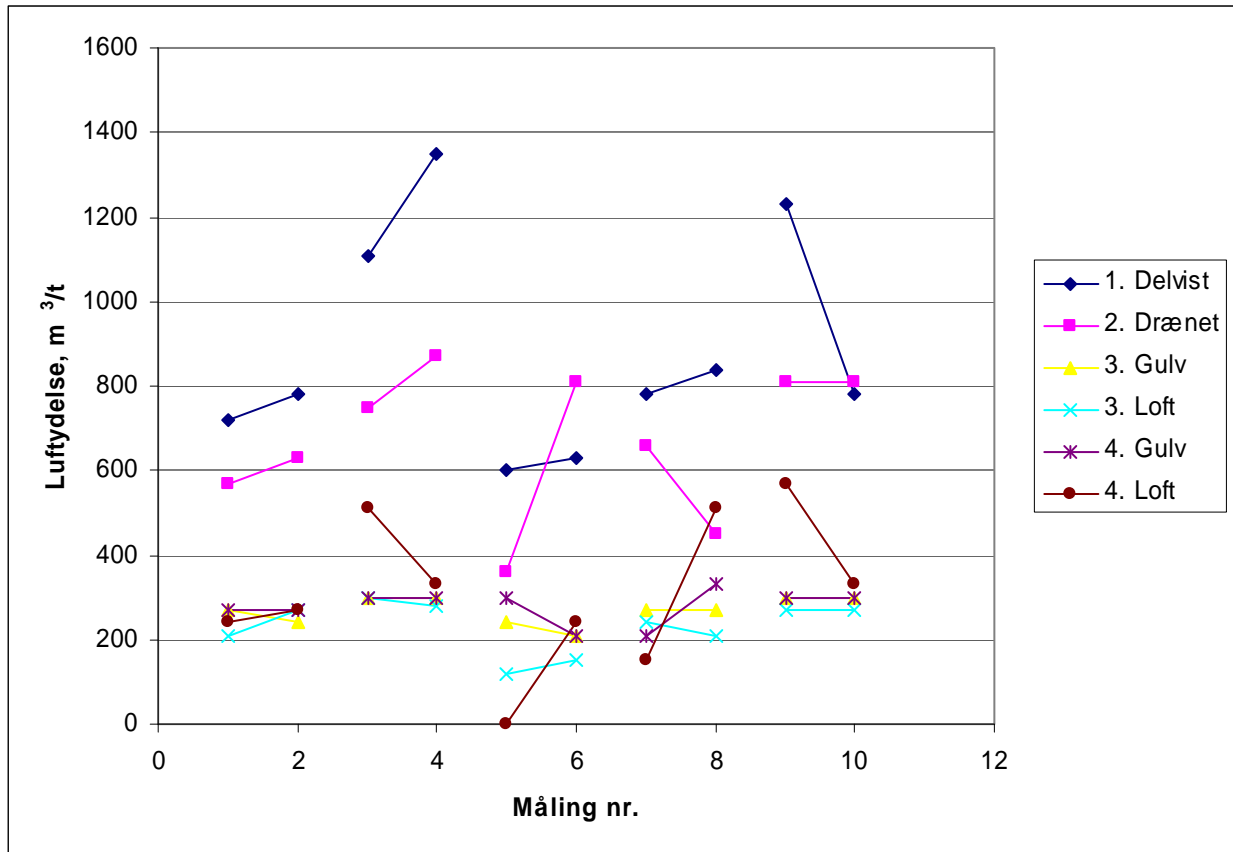
Figur 5. Efter udtagning af lugtprøve blev en 30 liters pose sendt til analyse på lugtlaboratorium, hvor luftprøven blev analyseret ved hjælp olfaktometeret Ecoma T0 8.



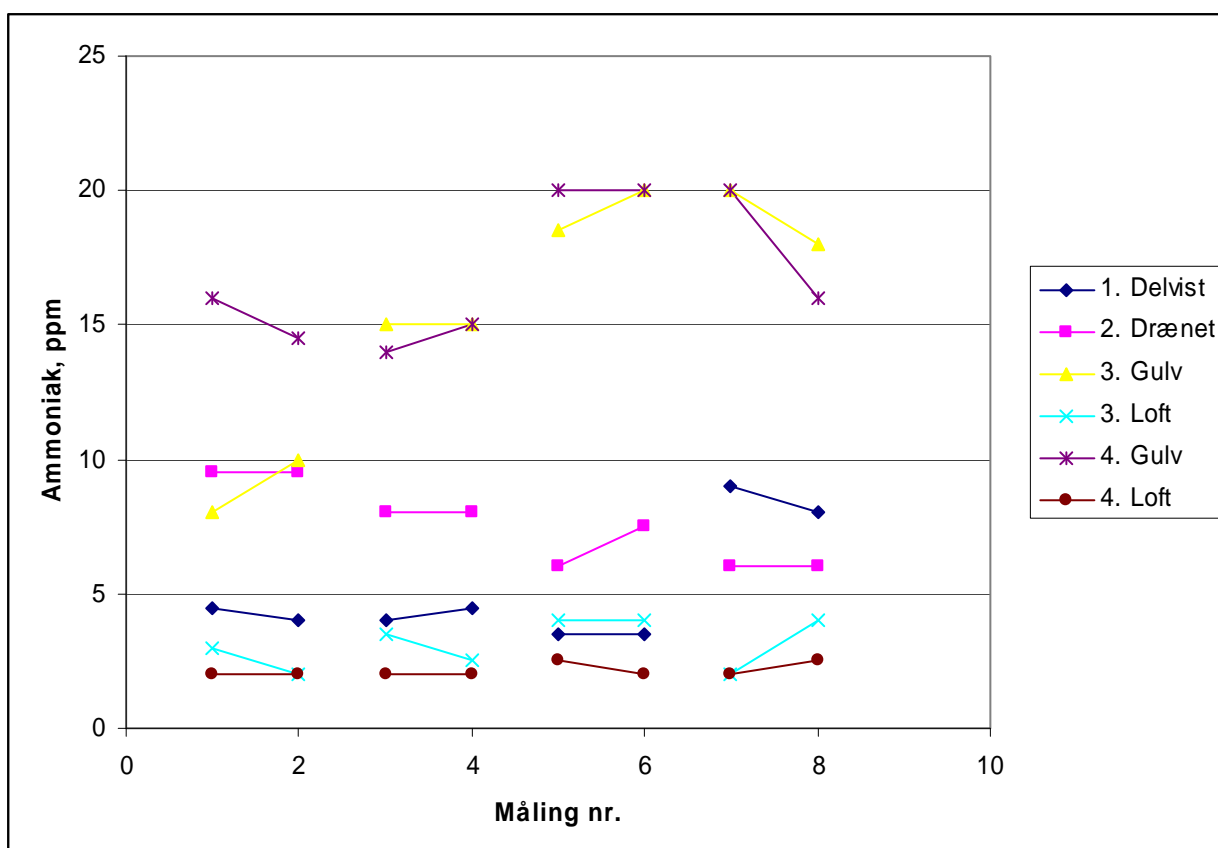
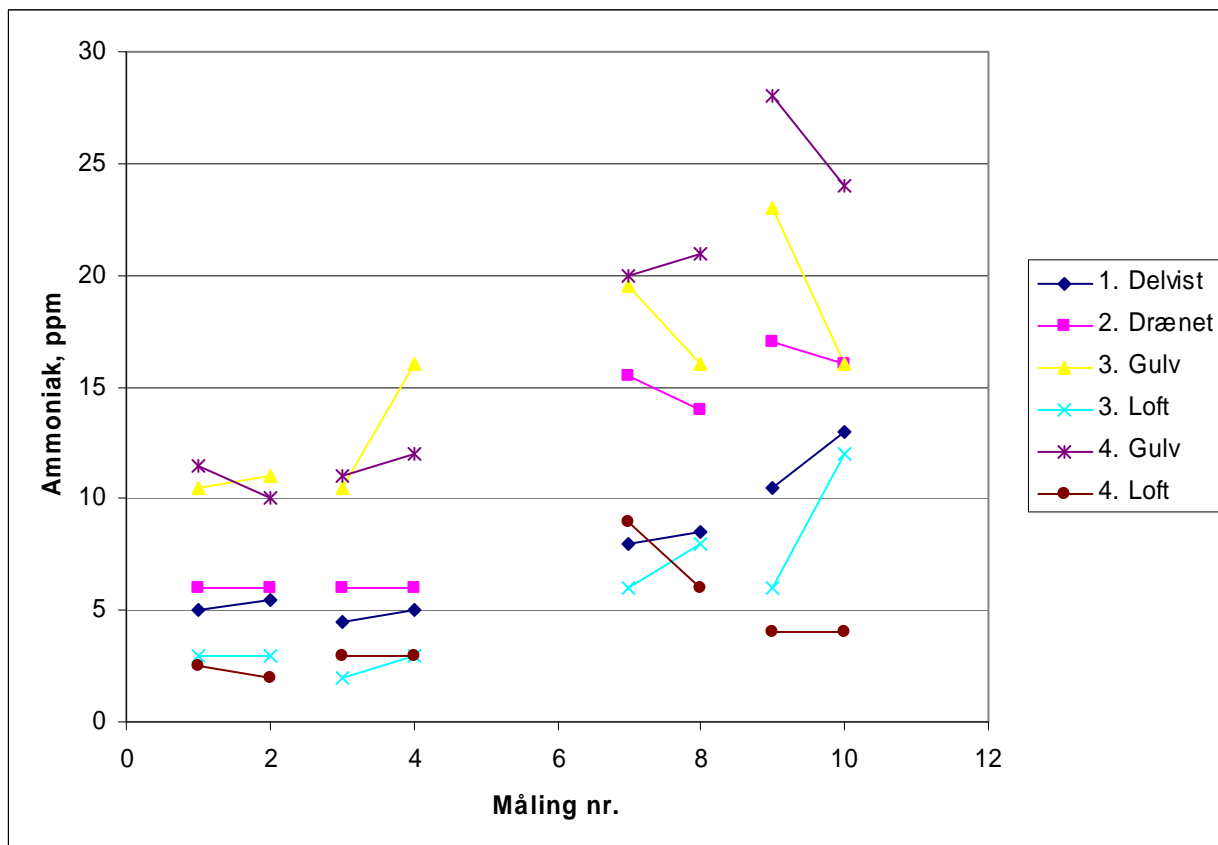
## Appendiks b



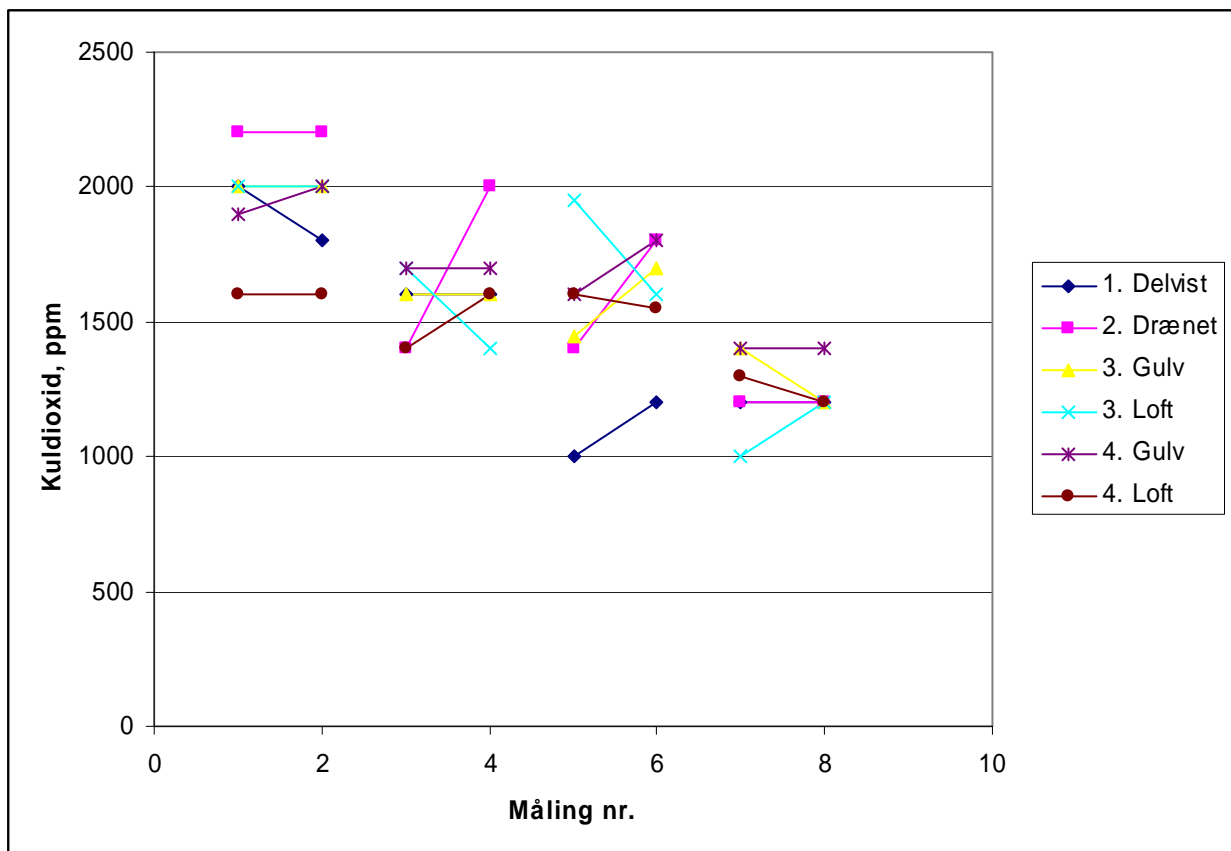
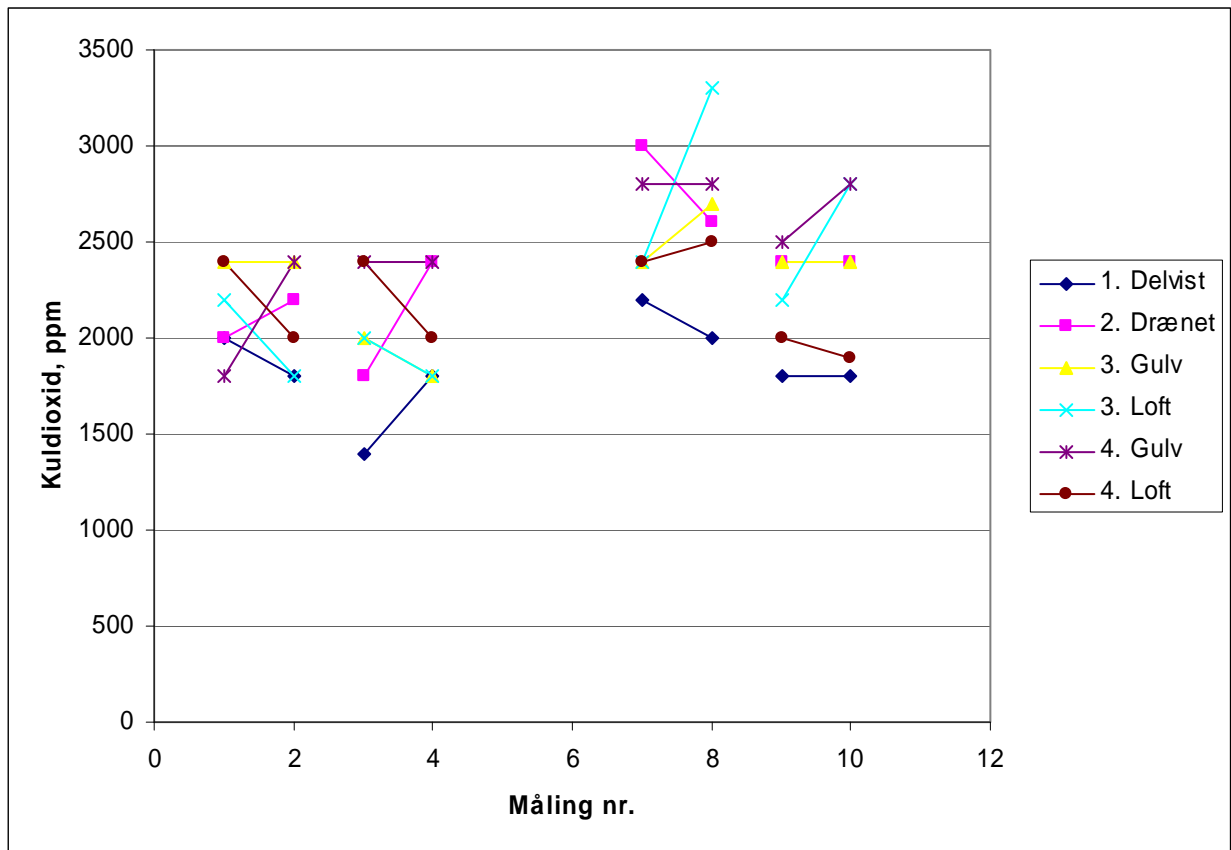
Figur 1. Lugtmålinger. Øverste graf viser målingerne i første runde, mens nederste graf viser målingerne fra anden runde. Lugtmålingerne i gruppe 4 loft de første fire dage ved hold 1 og anden måledag ved hold 2 blev udeladt af den statistiske analyse på grund af fejl ved udtagning af lugtprøve.



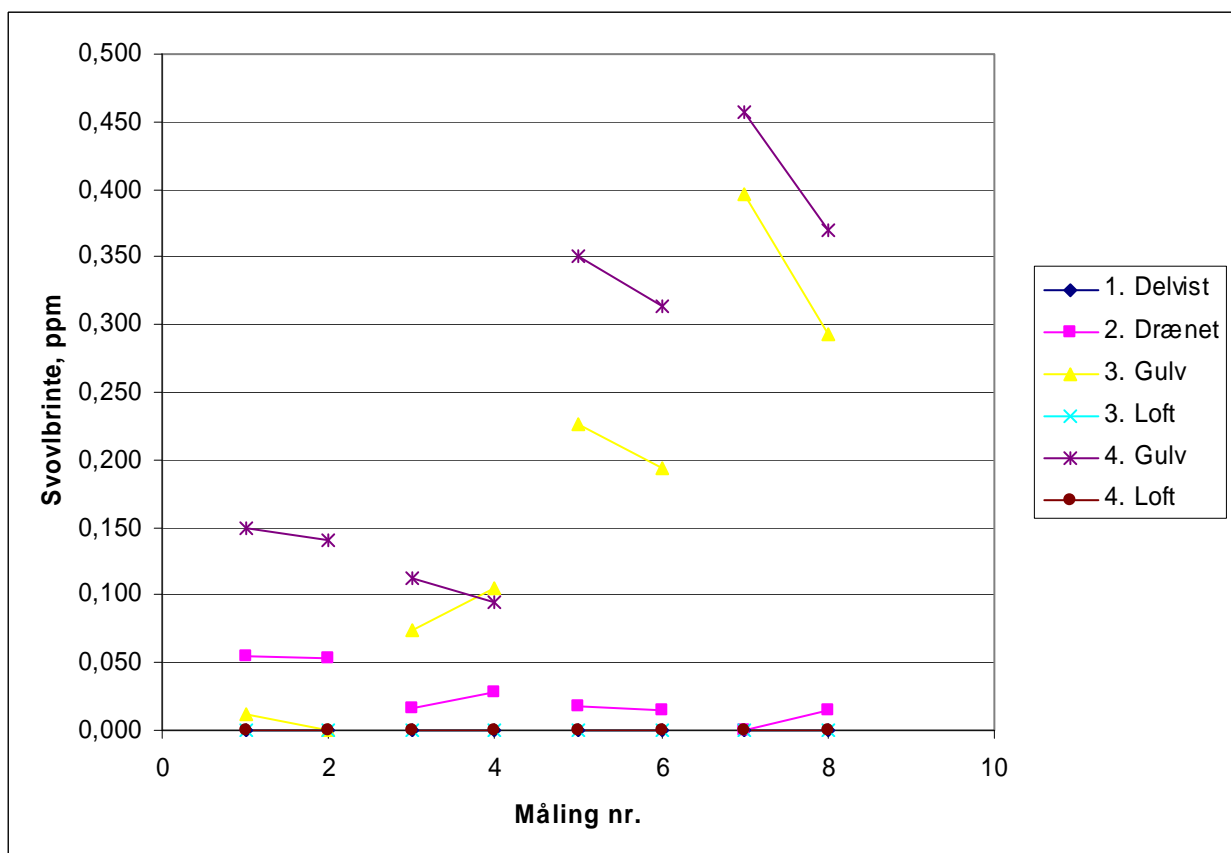
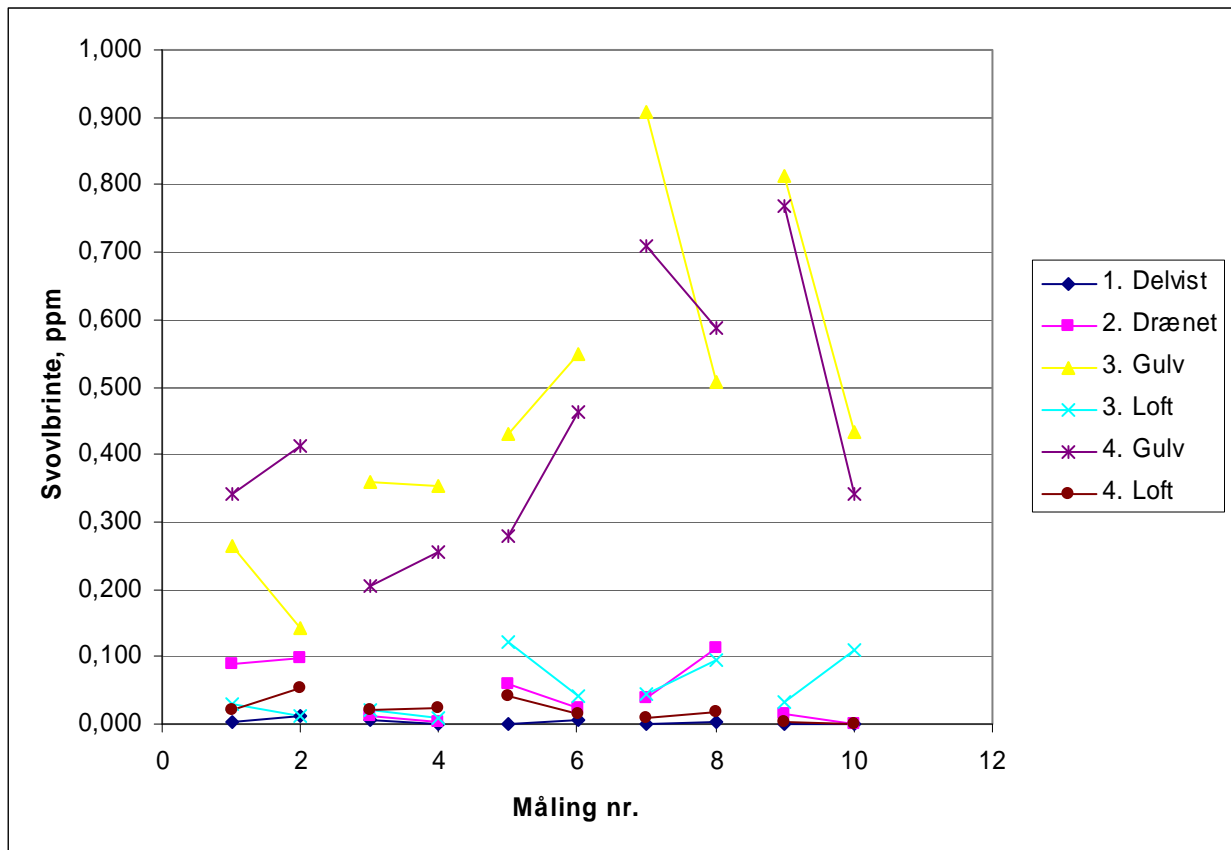
Figur 2. Luftydelse registreret i forbindelse med lugtmålinger. Øverste graf viser målingerne i første runde, mens nederste graf viser målingerne fra anden runde.



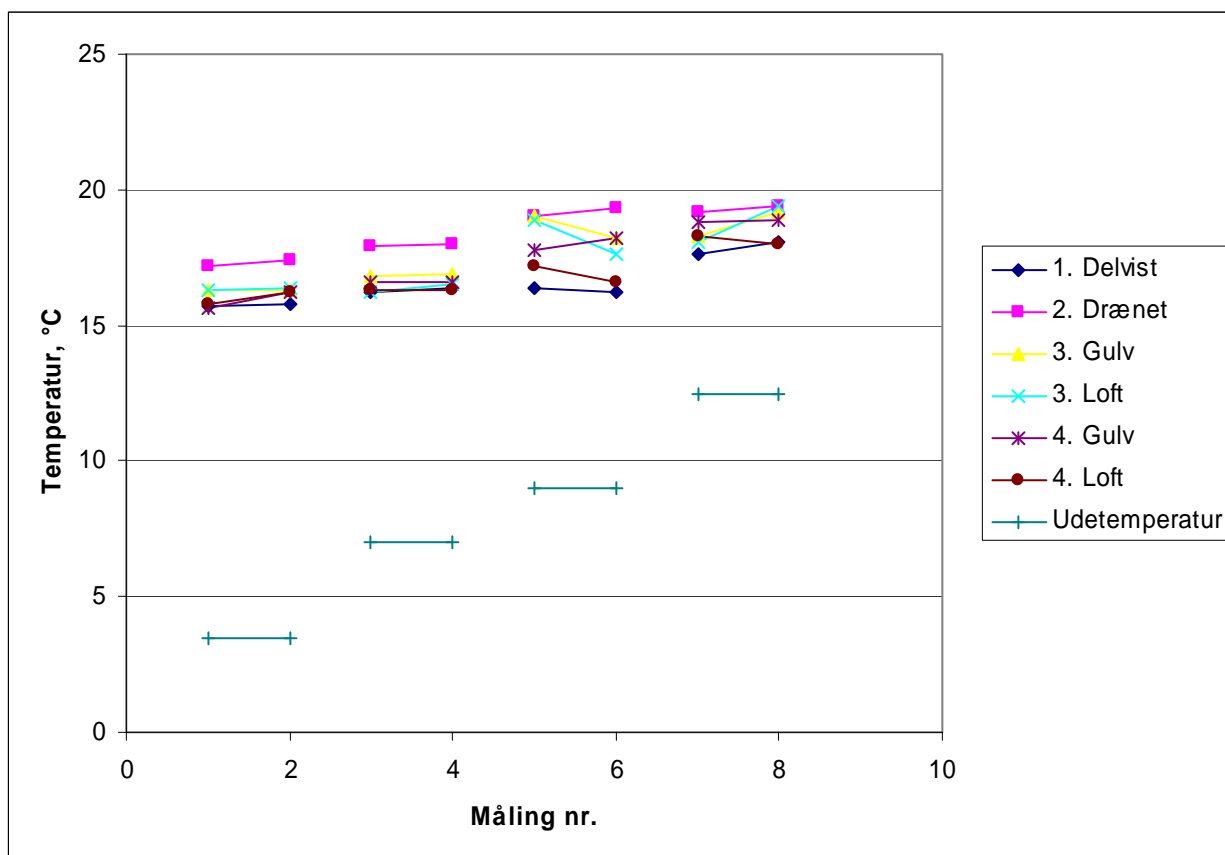
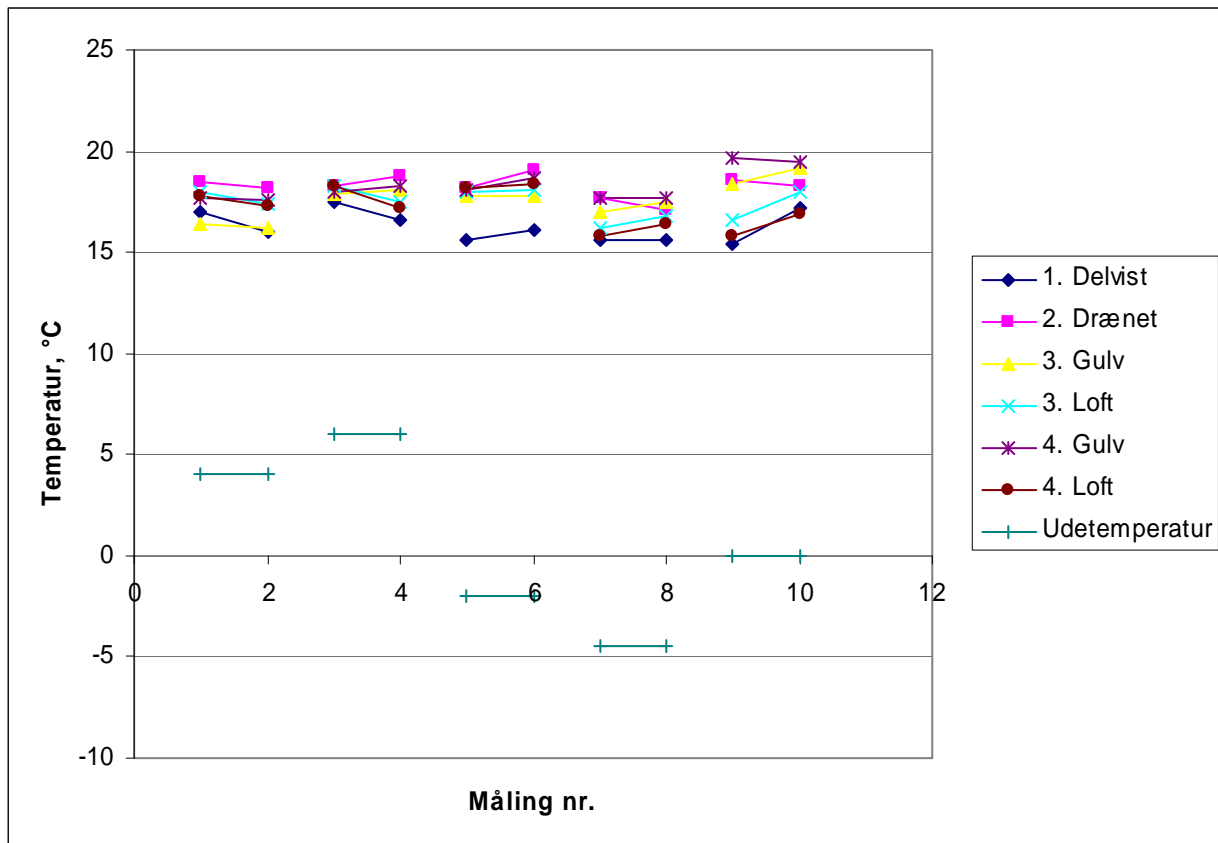
Figur 3. Ammoniakmålinger foretaget i forbindelse med lugtmålinger. Øverste graf viser målingerne i første runde, mens nederste graf viser målingerne fra anden runde.



Figur 4. Kuldioxidmålinger foretaget i forbindelse med lugtmålinger. Øverste graf viser målingerne i første runde, mens nederste graf viser målingerne fra anden runde.



Figur 5. Svovlbrintemålinger foretaget i forbindelse med lugtmålinger. Øverste graf viser målingerne i første runde, mens nederste graf viser målingerne fra anden runde.



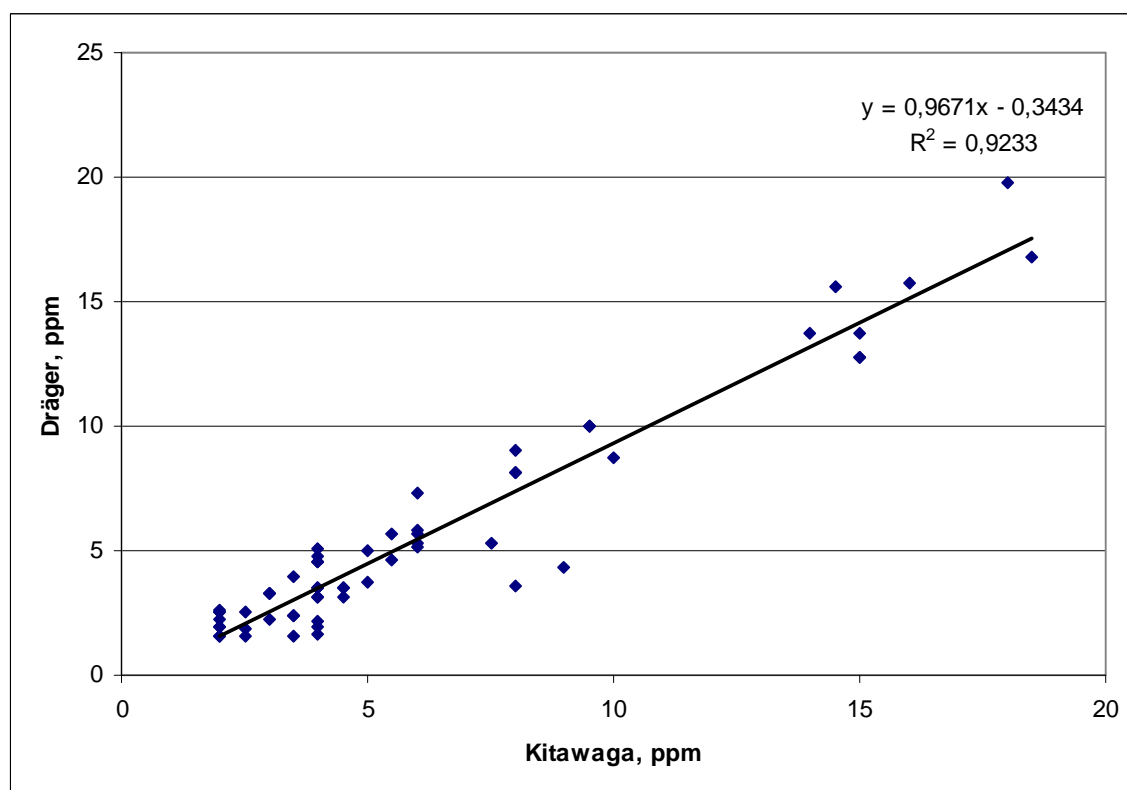
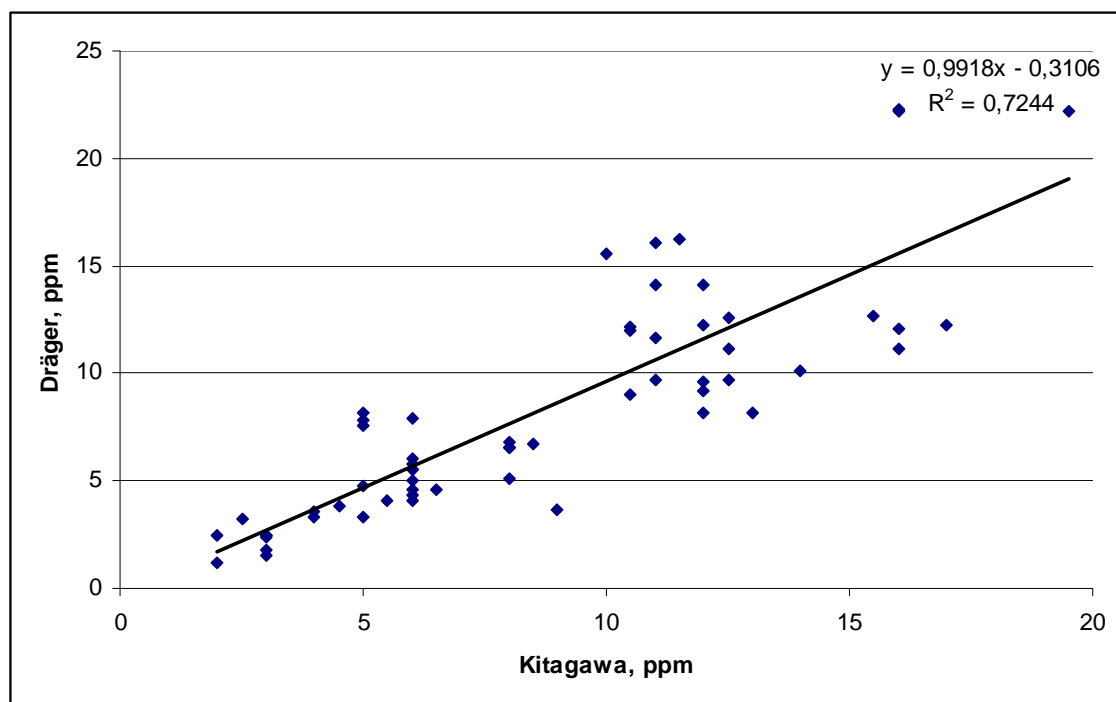
Figur 6. Temperaturmålinger foretaget i forbindelse med lugtmålinger. Øverste graf viser målingerne i første runde, mens nederste graf viser målingerne fra anden runde.

## Appendiks c

Tabel 1. Produktionsresultater for de to hold grise.

Gruppe	1	2	3	4
Antal grise pr. hold ved indsættelse	32	32	32	32
Antal grise pr. hold ved afgang	30	29	28	32
Vægt ved indsættelse, kg	32,3	32,1	32,3	32,2
Vægt ved afgang, kg	112,8	107,9	113	110,7
Daglig tilvækst, g pr. gris	1.000	940	1002	974

## Appendiks d



Figur 1. Kontrolmålinger med ammoniak sporgasrør Kitagawa 105 SD og sammenligning med ammoniakmålinger foretaget med sensor VE 18 måleudstyr. Alle kontinuerlige målinger korrigeres i forhold til sporgasrør. Kurverne viser målinger foretaget i første og anden runde.