

# Typer af supplerende luftindtag afprøvet i en slagtesvinestald

MEDDELELSE NR. 1107

Et variabelt reguleret supplerende luftindtag placeret direkte over lejeområdet og som aktiveres ved en udetemperatur over 16°C forbedrede luftkvaliteten i grisens opholdszone og reducerede graden af svineri på det faste gulv.

---

INSTITUTION: SEGES SVINEPRODUKTION, DEN RULLENDE AFPRØVNING

FORFATTER: TINA SØDRING SØRENSEN, MICHAEL JØRGEN HANSEN, MAI BRITT FRIIS NIELSEN

UDGIVET: 2. JUNI 2017

Dyregruppe: Slagtesvin

Fagområde: Stalde

Nøgleord: Supplerende luftindtag, ventilation, forbedret luftkvalitet

## Sammendrag

I slagtesvinestalde med diffust luftindtag anvendes der ofte et supplerende luftindtag til at skabe øget lufthastighed i grisenes opholdszone i varme perioder af året. Typisk anvendes et supplerende luftindtag som åbnes, når udetemperaturen overstiger 19°C. Formålet med nærværende afprøvning var at undersøge, hvordan temperatur og kuldioxidkoncentration i opholdszonen samt svineri på det faste gulv påvirkes i en slagtesvinestald ved to forskellige udformninger af loftsventiler samt reguleringsstrategier.

Der er afprøvet følgende grupper:

1) Kontrolgruppe uden loftventiler.

2) Loftsventil med ensidig åbning med retning mod lejeområdet og 100 % åben ved udetemperatur over 19°C (on/off reguleret).

3) Loftsventil med tosidig åbning placeret direkte over lejeområdet og 100-40 % åbning ved udetemperatur mellem 16-19°C (variabel reguleret).

På baggrund af afprøvningens resultater kan det konkluderes, at stier med supplerende luftindtag via ventiler, hvor åbningen blev reguleret variabelt havde ingen eller kun begrænset svineri på det faste gulv. I stierne med on/off regulerede ventiler var der en høj grad af svineri på det faste gulv, hvilket kan skyldes udfordringer med at få ventilerne til at lukke tæt i perioder, således der har forekommet træk i disse stier. Yderligere gav variabelt regulerede loftventiler en bedre luftkvalitet i dyrenes opholdszone, da CO<sub>2</sub> koncentrationen var signifikant lavere sammenlignet med både kontrolsektionen og on/off regulerede ventiler. Derudover var temperaturen i opholdszonen signifikant lavere både i sektionen med variabelt regulerede ventiler og on/off regulerede ventiler i forhold til kontrolsektionen, når udetemperaturen var over 19°C, dog lavest i sektionen med on/off regulerede ventiler.

De variabelt regulerede ventiler var i funktion allerede fra udetemperaturer på 16°C, hvilket giver mulighed for at anvende supplerende luftindtag i langt større udstrækning end ved on/off regulerede ventiler, der først blev anvendt ved udetemperaturer over 19°C.

## Baggrund

De fleste danske slagtesvinestalde er udformet med diffust luftindtag og et supplerende luftindtag i form af loftsventiler til at skabe øget lufthastighed i grisenes opholdszone i den varme periode af året. Det supplerende luftindtag bliver typisk aktiveret, når udetemperaturen er over 19-20°C, hvilket under danske vejrforhold svarer til ca. 5 % af årets timer. Det er tidligere vist, at supplerende luftindtag i slagtesvinestalde med fast gulv kan være med til at reducere forekomsten af svineri, men at der fortsat vil være perioder med svineri [1,2]. Det kan derfor overvejes om graden af svineri på det faste gulv kan reduceres yderligere ved at aktivere det supplerende luftindtag ved en lavere udetemperatur end de 19-20°C og ved at regulere åbningsgraden variabelt i forhold til udetemperaturen. Ved at aktivere det supplerende luftindtag ved en udetemperatur på eksempelvis 16°C er det supplerende luftindtag aktivt i ca. 15 % af årets timer. Der er derfor behov for at undersøge, om det er muligt at anvende en loftsventil, som er placeret direkte over grisenes opholdszone og som leder luften ned i opholdszonen ved en udetemperatur lavere end 19°C.

Formålet med nærværende afprøvning var at undersøge, hvordan temperatur og kuldioxidkoncentration i opholdszonen samt svineri på det faste gulv påvirkes i en slagtesvinestald ved to forskellige udformninger af loftsventiler samt reguleringsstrategier:

Gruppe 1 - kontrol uden loftventiler

Gruppe 2 - Loftsventil med ensidig åbning med retning mod lejeområdet og 100 % åben ved udetemperatur over 19°C (on/off reguleret).

Gruppe 3 - Loftsventil med tosidig åbning placeret direkte over lejeområdet og 100-40 % åbning ved udetemperatur mellem 16-19°C (variabelt reguleret).

## Materiale og metode

### Forsøgssektioner

Afprøvningen blev gennemført i tre sektioner i klimalaboratoriet på forsøgsstation Grønhøj. Sektionerne var indrettet med to stier på 4,8 m x 2,4 m med plads til 15 grise i hver sti. Stierne havde 1/3 fast gulv og 2/3 spaltegulv og tørfodring ad libitum. Det faste gulv blev etableret ved at anvende spaltelukkere og der var således gyllekumme under hele stien. Ventilationsanlægget var udformet med undertryksventilation med diffust luftindtag og én loftsudsugning. Den ønskede temperatur indlagt i ventilationsstyringen fulgte for alle tre sektioner kurven vist i Tabel 1.

**Tabel 1** – Kurve for den ønskede temperatur, luftfugtighed og minimumsventilation i alle tre grupper fra indsættelse til slagtning

Dag	Temperatur, °C	Relativ luftfugtighed, %	Minimumsventilation, %
Dag 1	19	75	7
Dag 7	18	75	7
Dag 14	17	75	7
Dag 28 - slagtning	16	75	15

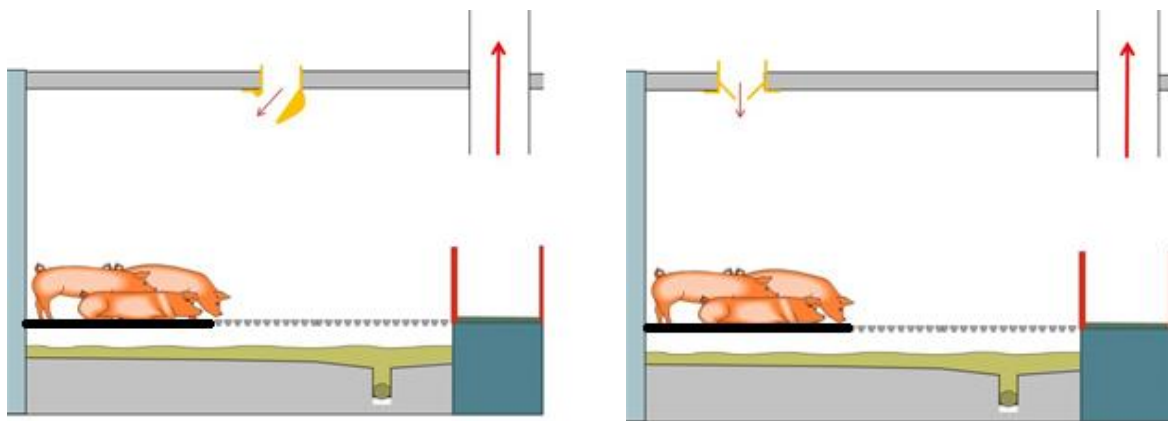
### Supplerende luftindtag

Kontrolsektionen i afprøvningen var uden supplerende luftindtag (gruppe 1). De øvrige to sektioner var indrettet med to forskellige supplerende luftindtag. Specifikationerne for disse kan ses i Tabel 2.

Placeringen af ventilerne er yderligere vist på Figur 1 og i appendiks.

**Tabel 2** - Placering og specifikationer for loftventiler i de 2 forsøgsgrupper med henholdsvis on/off styring og variabel styring.

	On/off styring	Variabel styring
Type	KJ Klimateknik (REA-1800, hulmål: 565x460 mm)	KJ Klimateknik (Loftventil til gangventilation, hulmål: 880x310 mm)
Placering	Midt i stien	Midt i stien
Afstand fra bagvæg	3,55 m	0,65 m
Regulering	100 % åben ved temperatur over 19°C	Variabelt: 100 % åben ved 16°C Lineært reguleret fra 16-19°C 40 % åben ved temperatur over 19°C



Figur 1: Placering af det supplerende luftindtag i henholdsvis gruppe 2 med on/off regulerede ventiler (tv.) og gruppe 3 med variabelt regulerede ventiler (th.)

## Registreringer

Afprøvningen blev gennemført over et hold grise i en periode fra juni til august 2016, og registreringerne blev gennemført fra indsættelse ved 30 kg indtil der begyndte at blive udtaget grise til slagtningsdag 65. De primære registreringer var temperatur og kuldioxidkoncentration i grisenes opholdszone. I hver sti blev der placeret en temperaturføler (VE10A, VengSystem A/S) og en måleslange (PA 12 Ø6x4 mm, Grene Danmark A/S) til kuldioxid 120 cm fra lejearealets bagkant i en højde på 40 cm. Kuldioxid blev målt ved brug af en infrarød gassensor (VE18 Multisensor, VengSystem A/S), som automatisk skiftede mellem målepunkterne i stierne og et målepunkt placeret i det fælles luftindtag. Måletiden på hver kanal var 3 minutter. De sekundære registreringer var temperatur og relativ luftfugtighed i stalden, temperatur i udsugning, luftydelse og svineri på det faste gulv. Temperatur og relativ luftfugtighed i stalden blev registreret ved brug af klimastyringens følere (Dr. Gemini 2007, KJ Klimateknik) og loggesystemet Professor Partyline fra KJ Klimateknik. Temperaturen i udsugningen blev målt ved brug af en føler (VE10A, VengSystem A/S) placeret ved udsugningens indløbstragt. Luftydelsen blev i hver sektion målt med en målevinge (ATM 40, Fancom BV). Temperatur og kuldioxidkoncentration i opholdszonen, temperatur i udsugningen og luftydelsen blev logget hver 3. minut ved brug af PC Log fra Vengsystem A/S.

Ved registrering af svineri blev stiens lejeareal opdelt i 3 felter. Graden af svineri i hvert felt blev vurderet på en skala fra 1 – 6. Skalaopdelingen blev i dataopgørelsen opgjort fra 0 til 100 % svineri. Et tørt felt betød 0 % svineri (kode 1), og et felt med gødning og søle i hele feltet betød 100 % svineri (kode 6). Den øvrige sammenhæng mellem graden af svineri og procentværdien fremgår af tabel 3.

**Tabel 3** - Oversigt over bedømmelse af svineri i stiens lejeareal. Arealet var opdelt i 3 felter.

	Kode	Svineri i %
Feltet tørt	1	0
Feltet fugtigt	2	12,5

Svineri i optil ¼ af stien	3	12,5
Svineri i optil ½ af stien	4	37,5
Svineri i optil ¾ af stien	5	62,5
Søle	6	100

## Statistik

Både primære og sekundære variabler blev analyseret i en variansanalyse med proceduren MIXED i SAS. Signifikant forskel er angivet ved  $p < 0,05$ .

## Resultater og diskussion

I det følgende præsenteres resultater for temperatur og kuldioxid i opholdszonen, svineri og øvrige staldparametre. Data er inddelt i 3 grupper afhængig af den registrerede udetemperatur den pågældende time: under 16°C, mellem 16 og 19°C eller over 19°C. Yderligere er hvert døgn inddelt i 3 x 8 timer. En dagsperiode fra 11-19, en natperiode fra 23-07, de resterende timer fra 19-23 og 07-11 er samlet under gruppen overgang. Der blev kun registreret 4 timer om natten med temperaturer over 19°C, de er derfor udeladt af analysen. I det følgende er udelukkende præsenteret resultater for dags- og natperioden. Tabel 4 viser fordelingen af observationer (timer) i hvert temperaturinterval for henholdsvis dags- og natperioden.

**Tabel 4** - Oversigt over antal observationer (timer) fordelt på 3 temperaturintervaller og tid på døgn.

Udetemperatur, °C	Dag	Nat	Overgang*
Under 16°C	78	448	280
16-19°C	257	68	181
Over 19°C	185	4	59

\*Perioden overgang indeholder timerne 19-23 og 07-11

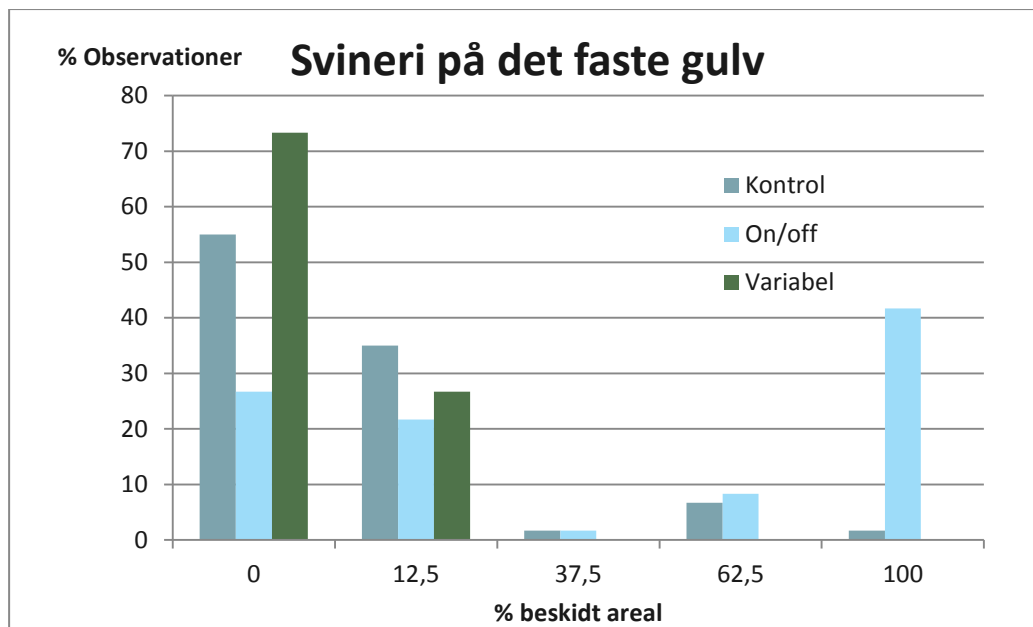
Der blev i forsøgsperioden foretaget registreringer i 65 døgn, hvilket svarer til 1.560 timer. Den variabelt regulerede ventil åbnede når udetemperaturen var over 16°C. Den var derfor i funktion i 48 % af tiden, mens den on/off regulerede ventil kun var i funktion ved udetemperaturer over 19°C, hvilket svarer til 16 % af tiden i måleperioden.

### Svineri på det faste gulv

Forekomsten af svineri er et udtryk for, hvordan grisene anvender stien og om der er den optimale temperatur i lejeområdet. Som beskrevet tidligere blev lejearealet i hver sti inddelt i tre felter og omfanget af svineri registreret for hvert felt.

Der var signifikant forskel på omfanget af svineri. Kontrolgruppen og gruppen med variable loftventiler havde overvejende observationer er felter uden eller med kun lidt svineri. Der var derfor ingen signifikant forskel på disse 2 grupper ( $P = 0,1$ ). Gruppen med on/off regulerede ventiler havde derimod en stor andel observationer af felter med søle. Denne gruppe var signifikant forskellig fra gruppen med

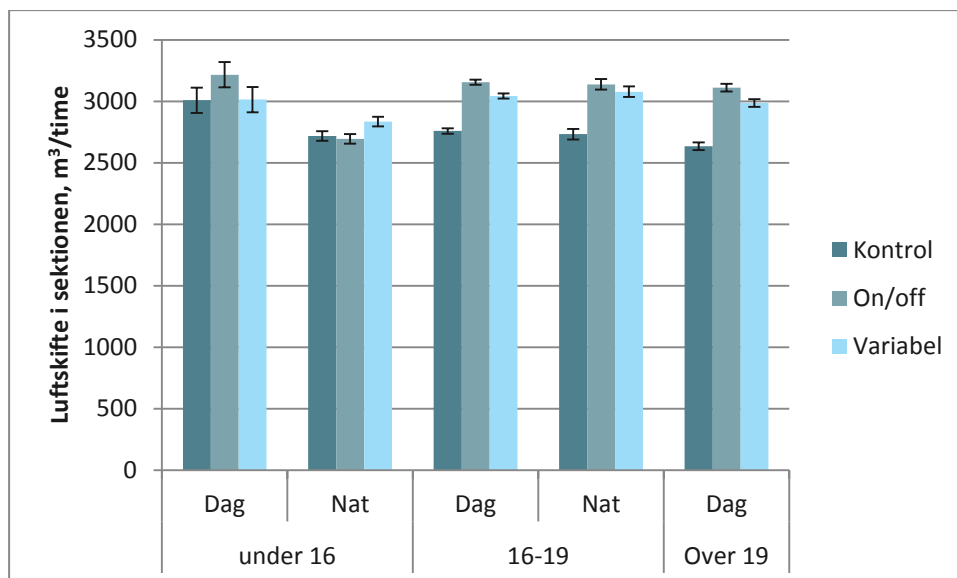
variabelt regulerede loftventiler og kontrol gruppen ( $P < 0,001$ ). Ved 42 % af observationerne var der, for stier med on/off regulerede ventiler, søle i hele lejearealet. Det kan skyldes funktionen af ventilen, men også at det var svært at holde ventilen helt lukket, og dermed kan det have medført træk i lejearealet. Vurderet ud fra andelen af svineri er den variabelt regulerede loftventil den løsning, der gav den bedste adfærd i stien.



Figur 1. Forekomsten og omfanget af svineri i hver af de 3 grupper: "kontrol", "on/off reguleret" og "variabelt reguleret". Stiens lejeareal var inddelt i 3 felter.

## Luftskifte

Luftskiftet blev registreret med en målevinge i udsugningen for hver sektion. Når der åbnes for en loftventil falder undertrykket i sektionen, hvilket medfører et højere luftskifte. Det var der til dels taget højde for inden forsøgsstart, da ventilationen for gruppen med den variabelt regulerede ventil, blev reguleret ned, når de supplerende ventiler var aktive. Til trods for tilpasningen blev der i denne afprøvning generelt registreret et højere luftskifte i sektioner med loftventiler. Det gælder specielt ved udetemperaturer over  $19^{\circ}\text{C}$ , hvor både on/off regulerede ventiler og de variabelt regulerede ventiler var åbne. Ved udetemperaturer mellem  $16$  og  $19^{\circ}\text{C}$  blev der registreret et højere luftskifte både i sektionen med on/off regulerede ventiler og sektionen med variabelt regulerede ventiler. I dette temperaturområde var de variable ventiler helt åbne, mens de on/off regulerede ventiler var lukkede. Det højere luftskifte ved de on/off regulerede ventiler skyldes derfor formentlig utætheder ved ventilerne. Der blev for alle tre grupper registreret statistisk sikker forskel ( $P < 0,001$ ) på luftydelsen i temperaturintervallet  $16-19^{\circ}\text{C}$  og over  $19^{\circ}\text{C}$ , men ikke ved temperaturer under  $16^{\circ}\text{C}$  ( $P = 0,09$ ). Resultaterne er præsenteret i Figur 2.

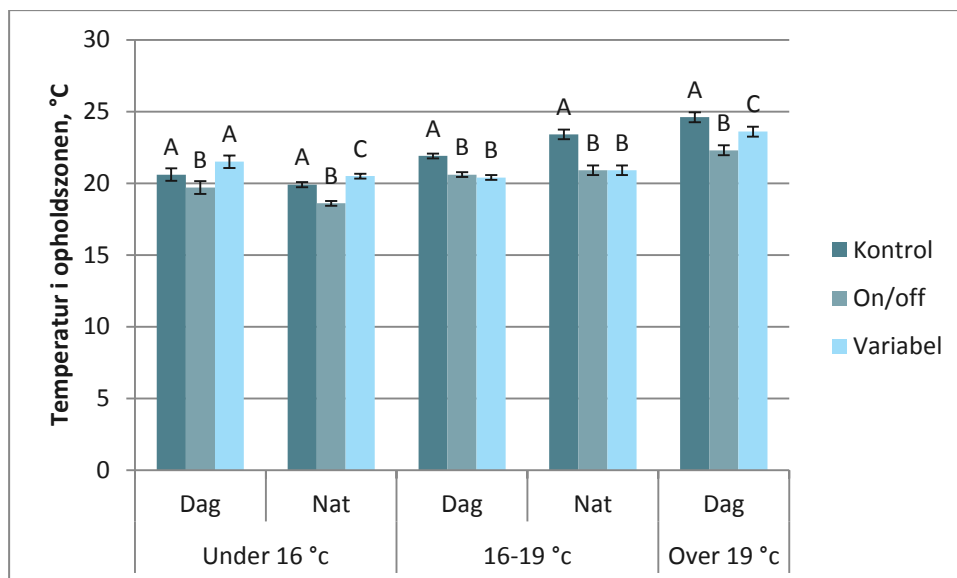


Figur 2. Gennemsnitligt luftskifte målt i udsuget i henholdsvis en sektion uden supplerende luftindtag, en sektion med on/off regulerede loftventiler og en sektion med variabelt regulerede loftventiler.

## Temperatur i opholdszone

Ved en udetemperatur under 16°C blev der registreret gennemsnitlige temperaturer i grisenes opholdszone på 20,6°C, 19,7°C og 21,5°C i henholdsvis "kontrol", "on/off" og "variabel" sektionen. Ingen af de to typer ventiler var åbne ved udetemperaturer under 16°C. Sektionerne var placeret således, at sektionen med on/off ventiler var placeret umiddelbart ved det fælles luftindtag, dernæst var placeret kontrolsektionen og længst væk fra luftindtaget var sektionen med den variable ventil. Forskellen i temperatur i opholdszonen kan derfor skyldes en forvarmning af luften over det diffuse loft til kontrolsektionen og sektionen med den variable ventil. Ved udetemperaturer mellem 16 og 19°C blev kontrolholdet registreret med en gennemsnitlig dagstemperatur på 21,9°C sammenlignet med 20,6°C og 20,4°C i henholdsvis sektionerne med on/off og variabel reguleret ventilåbning. I dette temperaturinterval var de on/off regulerede ventiler ikke aktive. Det var derfor forventet, at temperaturen var den samme som i kontrolsektionen. Forskellen skyldes formentlig at luften ikke forvarmes i samme grad som ved den variabelt regulerede ventil. Ved udetemperaturer over 19°C blev kontrolholdet registreret med en temperatur i opholdszonen på 24,6°C, on/off regulerede ventiler med 22,3°C og variabelt regulerede ventiler med 23,6°C.

Det var således on/off regulerede ventiler, der gav den laveste temperatur i grisenes opholdszone ved udetemperaturer over 19°C. Sektionen med den variabelt regulerede ventil blev også registreret med en lavere temperatur i opholdszonen ved udetemperaturer over 19°C sammenlignet med kontrolsektionen. Den højere temperatur i opholdszonen i sektionen med den variable ventil kan som tidligere nævnt skyldes en forvarmning af luften.

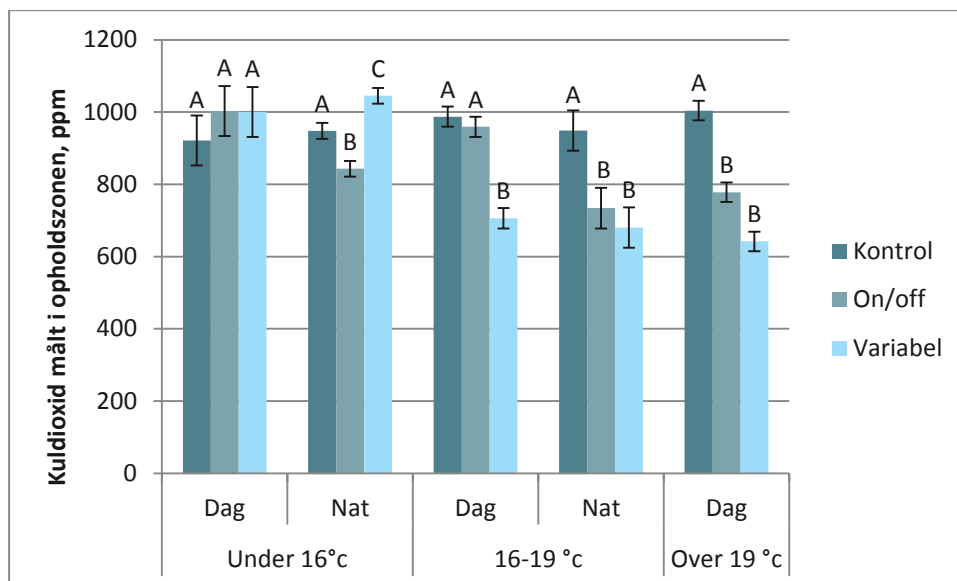


Figur 3 Gennemsnitlig temperatur målt i grisenes opholdszone i henholdsvis en sektion uden supplerende luftindtag, en sektion med on/off regulerede loftventiler og en sektion med variabelt regulerede loftventiler. ABC angiver signifikant forskel mellem grupper i samme periode og temperaturinterval ( $P < 0,05$ ).

### Kuldioxidkoncentration i opholdszone

Koncentrationen af kuldioxid blev målt i dyrenes opholdszone. Ved en udetemperatur under 16°C blev der i dagtimerne registreret gennemsnitlige koncentrationer på henholdsvis 921 ppm, 1.003 ppm og 1.000 ppm i kontrol, on/off og gruppen med variabelt reguleret luftindtag. Ved udetemperaturer mellem 16 og 19°C blev der i dagtimerne registreret gennemsnitlige koncentrationer på 987 ppm, 959 ppm og 706 ppm i kontrol, on/off og gruppen med variabelt reguleret luftindtag. Her havde sektionen med variabelt reguleret luftindtag en lavere koncentration af kuldioxid end kontrol og on/off gruppen. Ved udetemperaturer mellem 16 og 19°C var de on/off regulerede ventiler stadig lukket, mens de variabelt regulerede loftventiler blev reguleret mellem 100-40 % åbning. Det kan forklare, hvorfor gruppen med variabelt luftindtag adskilte sig fra de øvrige grupper. Når udetemperaturen var over 19°C, hvilket kun var i dagtimerne, blev der målt gennemsnitlige koncentrationer på 1.004 ppm, 778 ppm og 642 ppm i kontrol, on/off og variabel gruppen. Den variabelt regulerede loftventil var indstillet til en åbningsgrad på 40 % ved temperaturer over 19°C for at opnå en højere lufthastighed, mens on/off regulerede ventiler var helt åbne. Der var ikke signifikant forskel på kuldioxidkoncentrationen i sektionen med den variabelt regulerede ventil og sektionen med on/off regulerede ventiler ved en temperatur over 19°C, men de var begge signifikant lavere end kontrolgruppen. Ved udetemperatur under 16°C blev der registreret en mindre forskel i kuldioxidkoncentration i nattetimerne, hvilket ikke umiddelbart kan forklares.





Figur 4 Gennemsnitlig kuldioxidkoncentration målt i grisenes opholdszone i henholdsvis en sektion uden supplerende luftindtag, en sektion med on/off regulerede loftventiler og en sektion med variabelt regulerede loftventiler. ABC angiver signifikant forskel mellem grupper i samme periode og temperaturinterval ( $P < 0,05$ ).

Der blev endvidere foretaget sekundære registreringer på staldtemperatur, relativ fugtighed og temperatur målt i udsugningsluften fra sektionerne, som er præsenteret i appendiks.

## Konklusion

På baggrund af afprøvningens resultater kan det konkluderes, at stier med supplerende luftindtag via ventiler, hvor åbningen blev reguleret variabelt havde ingen eller kun begrænset svineri, hvilket tyder på, at grisene har anvendt lejearealet korrekt. On/off regulerede ventiler havde derimod en høj grad af søle i lejearealet, hvilket muligvis skyldes udfordringer med at få ventilerne til at lukke tæt, så der har forekommet træk i disse stier. Yderligere gav variabelt regulerede loftventiler en bedre luftkvalitet i dyrenes opholdszone, da kuldioxidkoncentrationen var signifikant lavere sammenlignet med både kontrolsektionen og sektionen med on/off regulerede ventiler. Derudover var temperaturen i opholdszonen signifikant lavere både i sektionen med variabelt regulerede ventiler og i sektionen med on/off regulerede ventiler, når udetemperaturen var over 19°C, dog lavest i sektionen med on/off ventiler. De variabelt regulerede ventiler var i funktion allerede fra udetemperaturer på 16°C, hvilket gav mulighed for at anvende supplerende luftindtag i langt større udstrækning end ved on/off regulerede ventiler, der først blev anvendt ved udetemperaturer over 19°C.

# Referencer

[1]	Riis, A.L., Jensen, T.L.: (2011): Optimeret klimastyring og anvendelse af loftsventiler i diffus ventileret slagtesvinestald med delvist fast gulv. Erfaring nr. 1101, SEGES Videncenter for Svineproduktion.
[2]	Jensen, T.L., Riis, A.L.: (2012): Demonstration af klimastyring til fodbedret stifunktion i slagtesvinestalde med delvist fast gulv. Erfaring nr. 1206, SEGES Videncenter for Svineproduktion.

## Deltagere

**Tekniker:** Nina Charles Christensen, Thomas Lund Sørensen

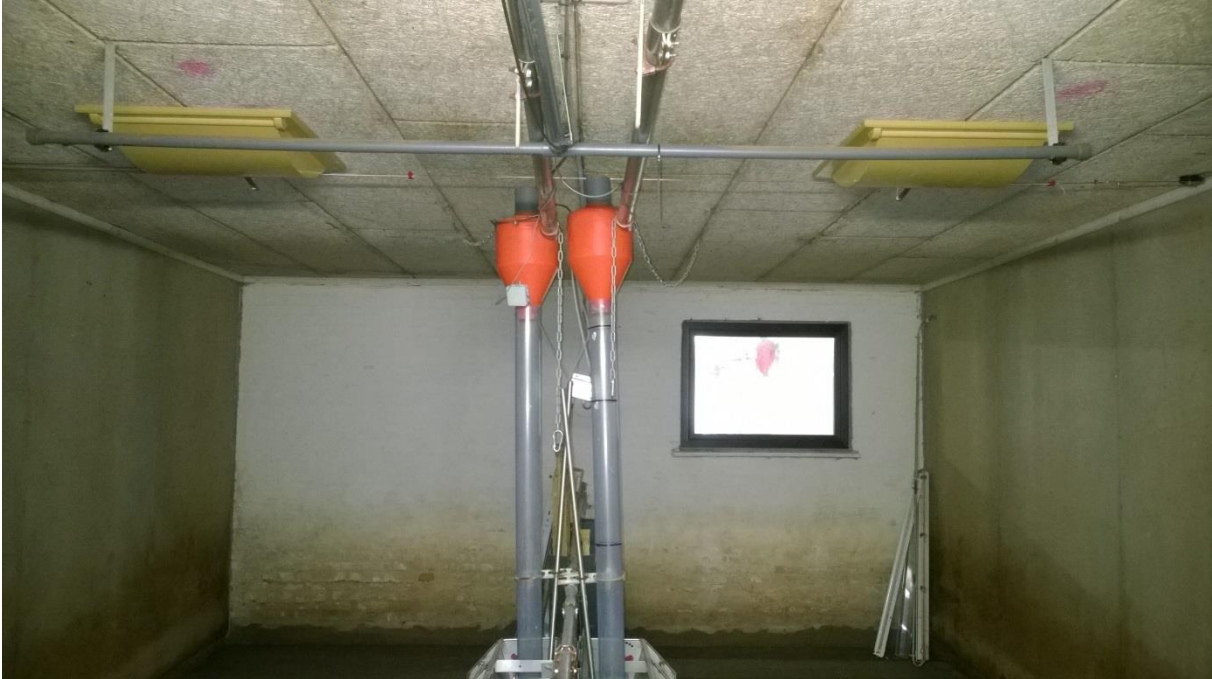
**Evt. andre deltagere:** Peter Juhl Rasmussen

Afprøvning nr. 1417

Aktivitets nr.: 060-330180

//ANR//

# Appendiks



Billede A1. Forsøgssektion med on/off ventil



Billede A2. Forsøgssektion med variabel ventil

Øvrige registrerede parametre præsenteret for hver sektion opdelt i dag og nat

Udetemperatur	Kontrol		On/Off		Variabel	
	Dag	Nat	Dag	Nat	Dag	Nat
< 16°C						
Staldtemperatur, °C	20,3	18,8	19,8	18,1	20,7	19
Relativ luftfugtighed stald, %	74	78	76	77	71	75
16-19 °C						
Staldtemperatur, °C	21,8	21,5	20,9	19,8	21,2	20,4
Relativ luftfugtighed stald, %	76	77	78	79	72	75
> 19 °C						
Staldtemperatur, °C	24,1		22,9		23,7	
Relativ luftfugtighed stald, %	74		77		71	



Tlf.: 33 39 45 00

[svineproduktion@seges.dk](mailto:svineproduktion@seges.dk)

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