

UDTØRRING AF SLAGTESVINESTALDE UNDER VINTERFORHOLD

ERFARING NR. 1607

Ved udtørring af slagtesvinestalde med 1/3 drænet gulv og 2/3 spaltegulv under vinterforhold ($<10\text{ }^{\circ}\text{C}$) skal der anvendes ca. 3 kWh/m² og en ventilationsydelse på ca. 15 pct.

INSTITUTION: VIDENCENTER FOR SVINEPRODUKTION, DEN RULLENDE AFPRØVNING

FORFATTER: MICHAEL JØRGEN HANSEN & ANDERS LEEGAARD RIIS

UDGIVET: 12. DECEMBER 2016

Dyregruppe: Slagtesvin

Fagområde: Stalde

Sammendrag

På baggrund af afprøvningens resultater kan det konkluderes, at der under vinterforhold ($<10\text{ }^{\circ}\text{C}$) skal anvendes ca. 3 kWh/m² og en ventilationsydelse på ca. 15 pct. for at udtørre en slagtesvinestald med 1/3 drænet gulv og 2/3 spaltegulv over ca. 24 timer. Det kan endvidere konkluderes, at en affugter ikke kan udtørre en stald alene, men at der er brug for varme for at få en affugter til at fungere optimalt. En affugter i kombination med varmetilsætning øger ikke udtørringshastigheden, som primært er bestemt af varmekildens effekt (kW).

Formålet med afprøvningen var at afprøve forskellige udtørringsstrategier i slagtesvinestalde med 1/3 drænet gulv og 2/3 spaltegulv under vinterforhold ($<10\text{ }^{\circ}\text{C}$), herunder effekten af 1) at anvende varme og ventilation samt 2) at anvende affugter alene eller kombineret med varme og ventilation.

I afprøvningen indgik fire sektioner i klimalaboratoriet på Forsøgsstation Grønhøj, hvor de forskellige udtørningsstrategier blev afprøvet. Sektionerne var indrettet med to stier á 15 stipladser med 1/3 drænet gulv og 2/3 spaltegulv og en inspektionsgang foran stierne på 1 m. Ventilationsanlægget var undertryksventilation med diffust luftindtag og én loftsudsugning.

De forskellige udtørningsstrategier blev afprøvet på skift over en periode på tre uger. Forud for hver afprøvning af en udtørningsstrategi blev der startet med rene og udtørrede stalde. Over en periode på 24 timer blev der tilført ca. 70-80 l vand pr. m² ved brug af overbrusningsdyser, og derefter blev staldene udtørret over 72 timer. Til tiden 0, 6, 12, 24, 30, 48, 54 og 72 timer efter igangsætning af udtørringen blev der målt overfladetemperaturen på spaltegulv, stads-killelse og sektionsadskillelse og afvejet vand fra affugteren. Desuden blev der kontinuerligt målt temperatur og relativ luftfugtighed i luftindtaget og i staldrummet samt luftydelse.

Baggrund

Det er afgørende, at en stald er udtørret ordentligt, inden der indsættes grise, da de nyindsatte grise ellers skal bruge energi på at udtørre og opvarme stalden i stedet for tilvækst. Desuden har udtørringen i kombination med desinfektion den effekt, at den minimerer overførsel af smitte mellem hold.

Anbefalingen til udtørring af stalde afhænger af de aktuelle udeforhold med hensyn til temperatur og luftfugtighed [1]. En stald defineres som værende tør, når overfladernes temperatur er på niveau med stalddtemperaturen, da fugtige materialer altid vil have en lavere temperatur end rumtemperaturen. Ved en udetemperatur over 20 °C skal der anvendes maksimum ventilation til udtørring af en stald, hvor energien i udeluften anvendes til at udtørre stalden. Er udetemperaturen mellem 10-20 °C, kan ventilationen anvendes til hel eller delvis udtørring af stalden, men ved fugtige udeforhold skal der tilføres varme. Ved en udetemperatur under 10 °C er det nødvendigt at tilføre varme og ventilere, og varmebehovet forventes at være ca. 3 kWh/m² gulvareal. Der mangler imidlertid viden om, hvorvidt dette er det reelle varmebehov til udtørring, og hvordan samspillet skal være med ventilationen. Endelig er der behov for at undersøge, om en affugter kan udtørre en stald under vinterforhold eller om en affugter bør kombineres med varme og ventilation.

Formålet med nærværende afprøvning var at undersøge forskellige udtørningsstrategier i slagtesvinestalde med 1/3 drænet gulv og 2/3 spaltegulv under vinterforhold med udetemperaturer under 10 °C, herunder effekten af 1) at anvende varme og ventilation samt 2) at anvende affugter alene eller kombineret med varme og ventilation.

Materiale og metode

Forsøgssektioner

Afprøvningen blev gennemført i fire sektioner i klimalaboratoriet på Forsøgsstation Grønhøj. Sektionerne var indrettet med to stier á 15 stipladser, 1/3 drænet gulv og 2/3 spaltegulv og en inspektionsgang foran stierne med en bredde på 1 m. Ventilationsanlægget var undertryksventilation med diffust luftindtag og én Ø400 loftsudsugning.

Udtørningsstrategier

Over en periode på tre uger blev der gennemført forskellige strategier for udtørring ved udetemperaturer under 10 °C, se tabel 1. I alle sektioner blev der gennemført udtørring over 72 timer efter ensartet "vask" med to iblødsætningsdysere over 24 timer. I hver uge blev der startet med rene og udtørrede stalde, og iblødsætningsdyserne "vaskede", så der blev tilført 70-80 l vand/m² i hele staldsektionen, hvorefter udtørningsprocessen blev igangsat. Den tilførte vandmængde var baseret på forudgående målinger af vandforbruget til iblødsætning og højtryksvask af de pågældende sektioner. Varme til udtørring blev tilsat ved hjælp af varmeblæsere på 2 kW eller 4 kW og der blev anvendt en affugter med en kapacitet på 45 l/døgn ved 30 °C og 80 pct. relativ luftfugtighed (P.Lindberg Maskinforretning A/S), se billeder i appendiks.

Tabel 1. Forskellige udtørningsstrategier afprøvet ved udetemperaturer under 10 °C			
Ønsket staldtemperatur, °C	Varmeeffekt, kW	Med/uden affugter	Ventilations, pct.
-	4	Uden affugter	~15
20	4	Uden affugter	0-100
20	0-4	Uden affugter	~2
25	0-4	Uden affugter	~2
-	4	Med affugter	~15
-	2	Med affugter	~15
30	0-4	Med affugter	0
-	0	Med affugter	0

Registreringer

Under udtørringen blev der logget staldtemperatur og relativ luftfugtighed i staldrummet hver 10. minut ved brug af klimastyringens følere (Dr. Gemini 2007, KJ Klimateknik) og loggesystemet Professor Partyline fra KJ Klimateknik. Luftydelsen blev i hver sektion målt med en målevinge (ATM 40, Fancorn BV) og temperatur (VE10A, VengSystem A/S) og relativ luftfugtighed (DOL 114, SKOV A/S) blev målt i luftindtaget. Temperatur og relativ luftfugtighed i luftindtaget samt luftydelsen blev logget hver 5. minut ved brug af PC Log fra Vengsystem A/S.

Til tiden 0, 6, 12, 24, 30, 48, 54 og 72 timer efter igangsætning af udtørringen blev overfladetemperaturen på spaltegulv, stadsdskillelse og sektionsskillelse målt med et infrarødt overfladetermometer. Forud for afprøvningen blev mindre spaltegulvsstykker (9,5x52 cm) udtørret ved 100 °C over 60 timer med henblik på at bestemme vandoptaget i et tørt spaltegulvselement i forbindelse med vask og den efterfølgende vandafgivelse i forbindelse med den første udtørring af spaltegulvselementerne. I hver sektion blev der placeret et spaltegulvselement, og i løbet af udtørningsperioden blev spaltestykket vejet og overfladetemperaturen blev målt samtidig med de andre overflader. Til hvert tidspunkt blev akkumuleret energiforbrug registreret for varmeblæserne, og ved udtørningsstrategier med affugter blev akkumuleret energiforbrug til affugteren og opsamlet vand fra affugteren registreret.

Resultater og diskussion

Vandoptagelse i tørt spaltegulvselement

Forud for afprøvningen blev mindre stykker af et brugt spaltegulvselement (9,5x52 cm) udtørret ved 100 °C over 60 timer for at bestemme vandoptaget ved vask og vandafgivelsen ved den efterfølgende udtørring. I tabel 2 er angivet vandoptag og vandafgivelse for de to spaltegulvselementer, som var placeret i de to sektioner med samme udtørningsstrategi (4 kW og 15 pct. ventilation). Det ses af tabel 2, at de to spaltegulvselementer optog ca. 1,6 kg/m² (omregnet til m² spaltegulv med 20 pct. åbning). Det ses også af tabel 2, at vandafgivelsen var 0,6 kg/m² spaltegulv efter 72 timers udtørring. Dette indikerer, at det primært er overfladen af spaltegulvselementet der udtørres, og at der skal bruges længere tid og en højere temperatur for at udtørre spaltegulvselementet helt.

Tabel 2. Vandoptagelse i tørt spaltegulvselement (9,5x52 cm) og vandafgivelse ved efterfølgende tørring i stald		
Spaltegulvselement	1	2
Vægt efter udtørring ved 100 °C i 60 timer, kg	9,82	9,98
Vægt efter vask i 24 timer, kg	9,92	10,08
Vandoptag pr. m ² spaltegulv*, kg	1,6	1,6
Vægt efter udtørring i 72 timer med 4 kW og 15 pct. ventilation, kg	9,88	10,04
Vandafgivelse pr. m ² spaltegulv*, kg	0,6	0,6

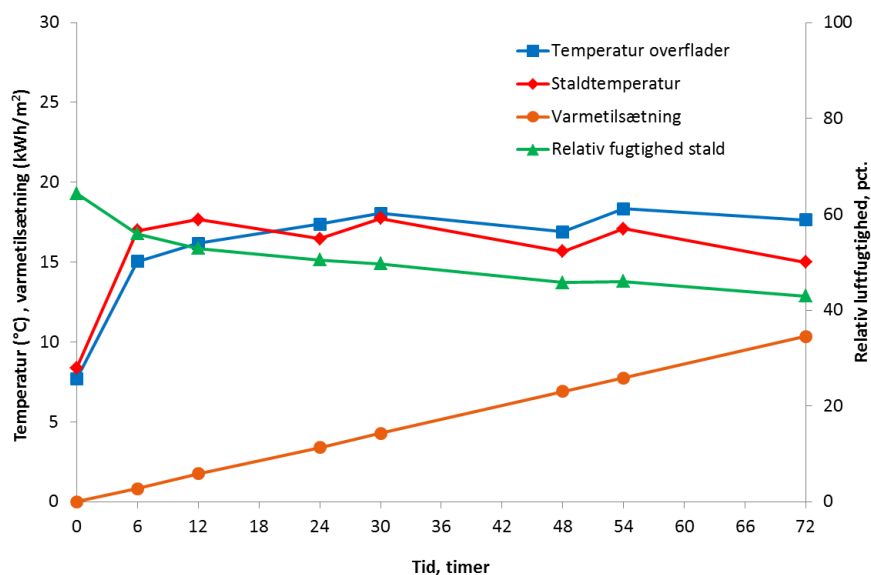
* Beregnet i forhold til et spaltegulvselement med 20 pct. åbning.

Udtørring ved brug af varme og ventilation

Konstant varmeeffekt og ventilationsydelse

I figur 1 er vist overfladernes gennemsnitlige temperatur, staldtemperatur, relativ luftfugtighed i stalden og varmetilsætning for den udtørningsstrategi, hvor der anvendes en konstant varmeeffekt på 4 kW og ca. 15 pct. ventilation. Det ses af figur 1, at overfladernes temperatur og den relative luftfugtighed er stabil efter ca. 24 timer, hvor der er tilsat ca. 3 kWh/m². Efter ca. 24 timer har overfladerne samme temperatur eller lidt over staldtemperaturen, hvilket indikerer, at stalden er udtørret.

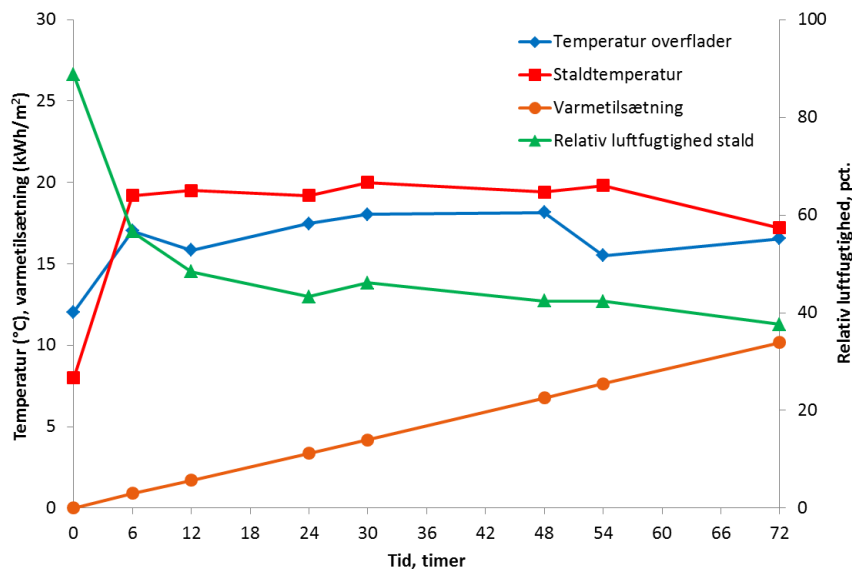
Af hensyn til optimal staldudnyttelse er det nødvendigt, at udtørring kan foretages inden for 1-2 døgn, hvilket kan opnås med denne strategi. Udtørringen kan formentligt også gøres hurtigere, hvis effekten (kW) af varmekilden øges.



Figur 1. Effekt af konstant varmeeffekt (4 kW) og konstant ventilationsrate (15 pct.) på parametre relateret til udtørring af en stald. Data er gennemsnit af tre udtøringsperioder.

Konstant varmeeffekt og variabel ventilationsydelse

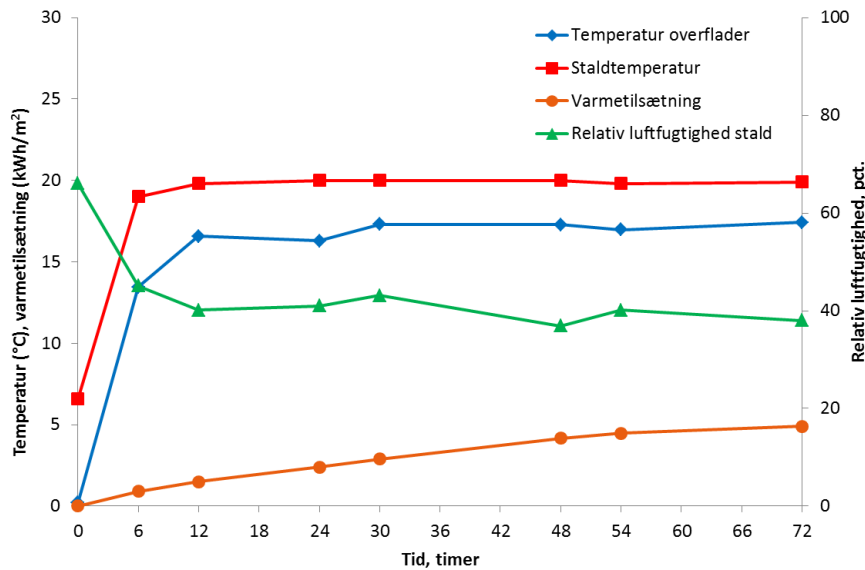
I figur 2 er vist overfladernes gennemsnitlige temperatur, staldtemperatur, relativ luftfugtighed i stalden og varmetilsætning for den udtøringsstrategi, hvor der anvendes en konstant varmeeffekt på 4 kW og en variabel ventilationsydelse styret efter en ønsket staldtemperatur på 20 °C. Det ses af figur 2, at overfladernes temperatur og den relative luftfugtighed er stabil efter 24 timer, men overfladernes temperatur er lavere end staldtemperaturen og dette kunne indikere, at stalden ikke er helt udtørret. Ventilationen var variabel og var i gennemsnit 10 ± 8 pct. henover udtøringsperioden. Specielt i løbet af de to første døgn var ventilationsydelsen lav og varierende for at opnå den ønskede staldtemperatur på 20 °C. Dette kunne indikere, at der udover varmetilsætning er behov for et vist luftskifte for at skabe den nødvendige luftbevægelse henover overfladerne for at udtørre en stald.



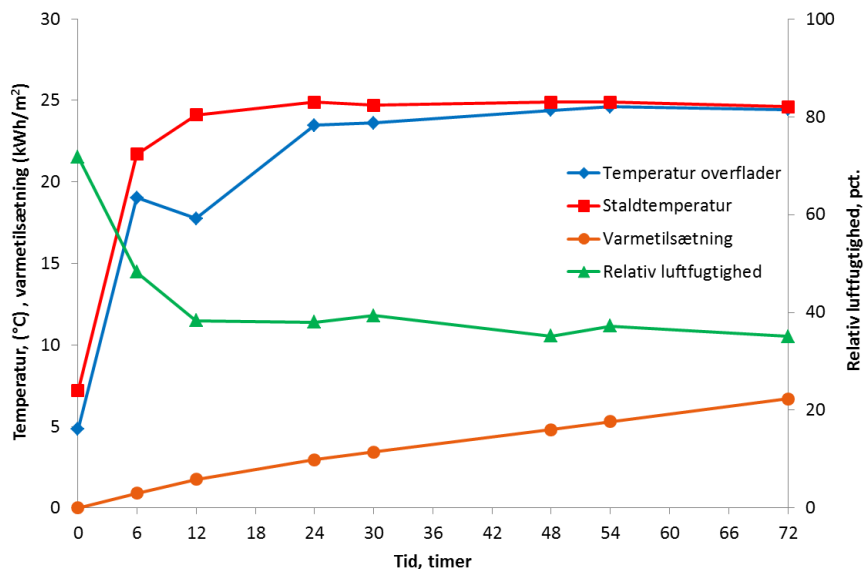
Figur 2. Effekt af konstant varmeeffekt (4 kW), ønsket staldtemperatur på 20 °C og variabel ventilationsrate på parametre relateret til udtørring af en stald. Data for én udtørringsperiode.

Variabel varmeeffekt og konstant lav ventilationsydelse

I figur 3 og 4 er vist overfladernes gennemsnitlige temperatur, staldtemperatur, relativ luftfugtighed i stalden og varmetilsætning for den udtørringsstrategi, hvor der anvendes en variabel varmeeffekt mellem 0-4 kW, en ønsket staldtemperatur på henholdsvis 20 og 25 °C og en konstant ventilationsydelse på ~2 pct. Ved disse to udtørringsstrategier er overfladernes temperatur og den relative luftfugtighed stabil efter ca. 24 timer. I figur 3 ses det, at for udtørringsstrategien med en ønsket staldtemperatur på 20 °C opnår overfladerne ikke samme temperatur som staldtemperaturen selv efter 72 timer og dette kunne indikere, at stalden ikke er helt udtørret. I figur 4 ses det, at for udtørringsstrategien med en ønsket staldtemperatur på 25 °C opnår overfladerne samme temperatur som staldtemperaturen efter ca. 48 timer. Dette viser, at en høj staldtemperatur er fordelagtigt i forhold til at få udtørret stalden, men sammenlignet med udtørringsstrategien i figur 1 med 4 kW og 15 pct. ventilation, er energiforbruget højere (ca. 4,8 kWh/m²) og udtørringstiden længere. Dette bekræfter, at varmetilsætningen skal kombineres med et vist luftskifte for at udtørre en stald.



Figur 3. Effekt af variabel varmeeffekt (0-4 kW), ønsket staldtemperatur på 20 °C og konstant ventilationsrate (~2 pct.) på parametre relateret til udtørring af en stald. Data for én udtøringsperiode.



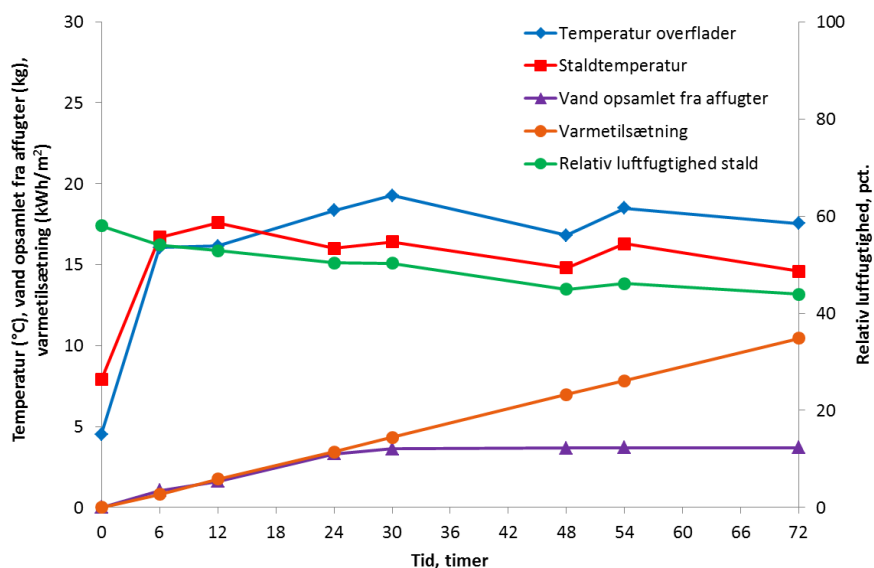
Figur 4. Effekt af variabel varmeeffekt (0-4 kW), ønsket staldtemperatur på 25 °C og konstant ventilationsrate (~2 pct.) på parametre relateret til udtørring af en stald. Data for én udtøringsperiode.

Udtørring ved brug af affugter

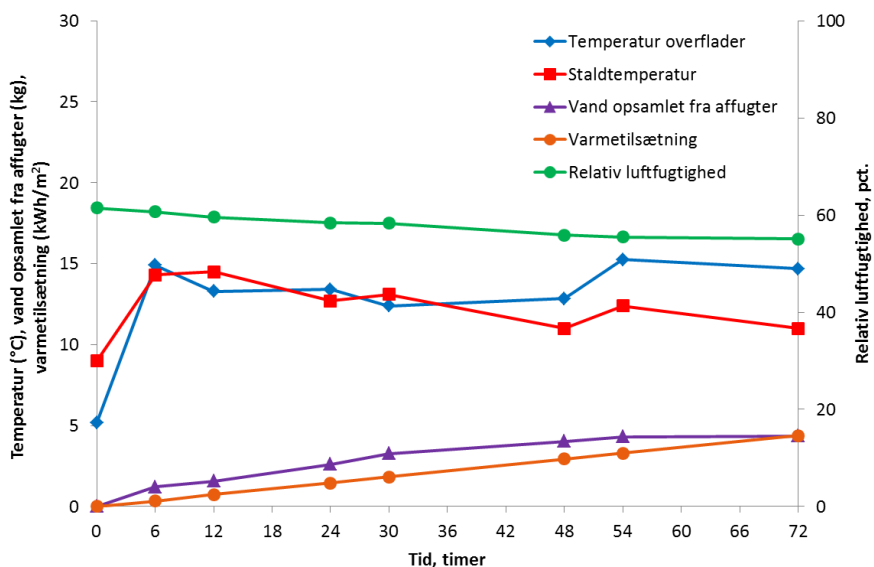
Affugter kombineret med konstant varmeeffekt og ventilationsydelse

I figur 5 og 6 er vist overfladernes gennemsnitlige temperatur, staldtemperatur, relativ luftfugtighed i stalden, varmetilsætning og vand opsamlet fra affugteren for de udtøringsstrategier, hvor der anvendes en affugter i kombination med en konstant varmeeffekt på henholdsvis 4 kW og 2 kW og 15 pct. ventilation. Det ses af figur 5, at der opnås en udtørring svarende til den, der er vist i figur 1 med 4 kW og 15 pct. ventilation, hvor der ikke anvendes en affugter. Det ses endvidere af figur 5, at der opsamles vand fra affugteren indtil det punkt, hvor overfladernes temperatur er på niveau med eller

over staldtemperaturen (varmetilsætning $\sim 3 \text{ kWh/m}^2$ og 24 timer). Dette indikerer, at affugteren ikke øger udtøringshastigheden af stalden sammenlignet med udtørring uden affugter. Dette kan også ses på opsamlingen af vand i affugteren, som er $3,7 \text{ kg}$ over 72 timer svarende til $0,1 \text{ kg/m}^2$. I figur 6 er varmeeffekten på 2 kW og her ses det, at overfladernes temperatur er under eller tæt på staldtemperaturen, indtil der er tilført 3 kWh/m^2 (efter 48 timer), men fra omkring det tidspunkt er spaltegulvstemperaturen over staldtemperaturen, og samtidig aftager mængden af opsamlet vand fra affugteren. Dette er således med til at bekræfte, at der er behov for ca. 3 kWh/m^2 for at udtørre en stald, og at det primært er varmkildens effekt (kW), der afgør den tid, der skal anvendes til udtørring.



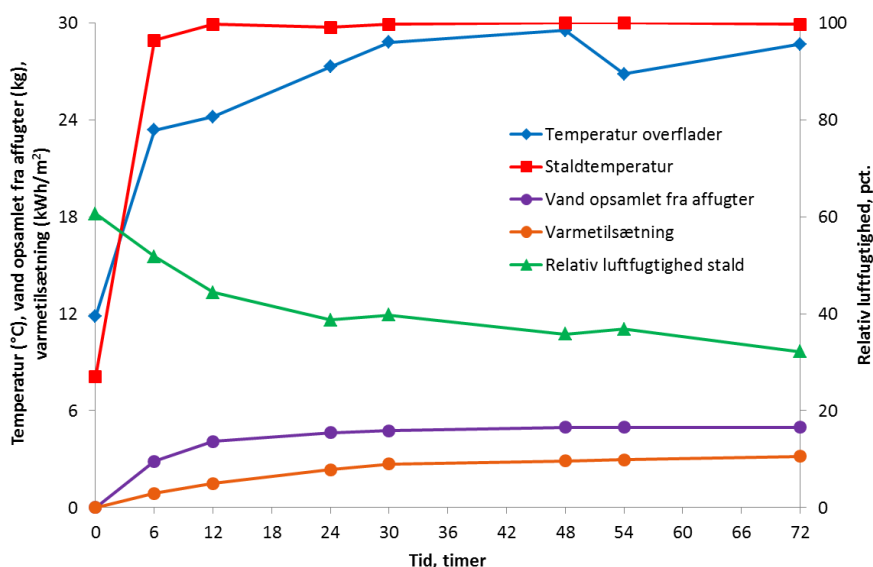
Figur 5. Effekt af affugter kombineret med konstant varmeeffekt (4 kW) og konstant ventilationsrate (15 pct.) på parametre relateret til udtørring af en stald. Data for én udtøringsperiode.



Figur 6. Effekt af affugter kombineret med konstant varmeeffekt (2 kW) og konstant ventilationsrate (15 pct.) på parametre relateret til udtørring af en stald. Data for én udtøringsperiode.

Affugter kombineret med variabel varmeeffekt og uden ventilation

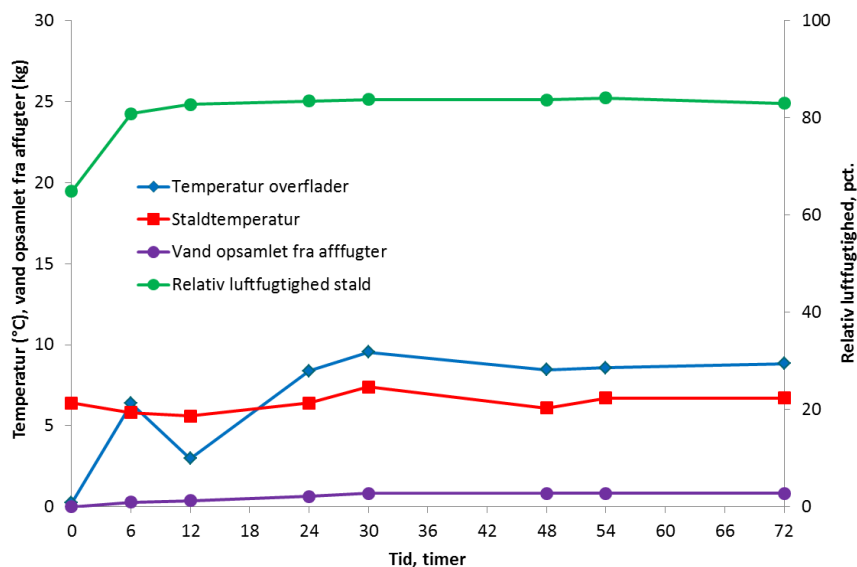
I figur 7 er vist overfladernes gennemsnitlige temperatur, staldtemperatur, relativ luftfugtighed i stalden, varmetilsætning og vand opsamlet fra affugteren for den udtøringsstrategi, hvor der anvendes en affugter i kombination med en variabel varmeeffekt på 0-4 kW, en ønsket staldtemperatur på 30 °C og uden ventilation. Det ses af figur 7, at overfladernes temperatur og den relative luftfugtighed er stabil efter ca. 30 timer, hvor der er tilført ca. 2,7 kWh/m². Desuden er overfladernes temperatur tæt på staldtemperaturen efter ca. 30 timer, og dette kunne indikere, at stalden er udtørret. Efter 30 timer er der opsamlet ca. 5 kg vand i affugteren svarende til ca. 0,2 kg/m², og en del af den frigivne fugt fra overfladerne passerer formentligt ud gennem konstruktionen og utætheder i stalden ved denne udtøringsstrategi.



Figur 7. Effekt af affugter i en stald med variabel varmeeffekt (0-4 kW), ønsket staldtemperatur på 30 °C og uden ventilation på parametre relateret til udtørring af en stald. Data for én udtøringsperiode.

Affugter uden varmetilsætning og ventilation

I figur 8 er vist overfladernes gennemsnitlige temperatur, staldtemperatur, relativ luftfugtighed i stalden og vand opsamlet fra affugteren for den udtøringsstrategi, hvor der anvendes en affugter uden varmetilsætning og ventilation. Det ses af figur 8, at overfladernes temperatur stabiliserer sig efter ca. 30 timer, men gennem hele perioden er der en relativ luftfugtighed omkring 80 pct., og der opsamles kun 0,8 kg vand i affugteren svarende til 0,03 kg vand/m², hvilket indikerer, at stalden ikke er udtørret. Gennem udtøringsperioden var staldtemperaturen omkring 6 °C og på visse tidspunkter stoppede affugteren mellem registreringstidspunkterne på grund af lav staldtemperatur. Dette viser, at der er behov for en vis varmetilførsel for at få en affugter til at fungere optimalt ved udtørring af en stald under vinterforhold. I den nærværende afprøvning var der ikke mulighed for at bruge gulvvarme, men det er en mulighed at kombinere gulvvarme med en affugter for derved at opnå en frigivelse af fugt fra betongulvet og samtidig en højere staldtemperatur. En anden udfordring ved at anvende en affugter alene er, at der samtidig er behov for at få stalden opvarmet til ca. 20 °C, inden der indsættes nye grise. Dette kan være vanskeligt at opnå med affugteren alene.



Figur 8. Effekt af affugter i en stald uden varmetilsætning og ventilation på parametre relateret til udtørring af en stald.

Konklusion

På baggrund af afprøvningens resultater kan det konkluderes, at der under vinterforhold (<10 °C) skal anvendes ca. 3 kWh/m² for at udtørre en slagtesvinestald med 1/3 drænet gulv og 2/3 spaltegulv, og at ventilationsydelsen skal indstilles til ca. 15 pct. Det kan endvidere konkluderes, at en affugter ikke alene kan udtørre en stald under vinterforhold, men at der er brug for varmetilsætning for at få en affugter til fungere optimalt. En affugter i kombination med varmetilsætning øger ikke udtørringshastigheden, som primært er bestemt af varmekildens effekt (kW).

Referencer

- [1] Pedersen, P.: (1994): Tørring af stalde efter vask. [Notat nr. 9437, Landsudvalget for Svin, DANSKE SLAGTERIER.](#)

Deltagere

Tekniker: Tommi Højmark Pedersen

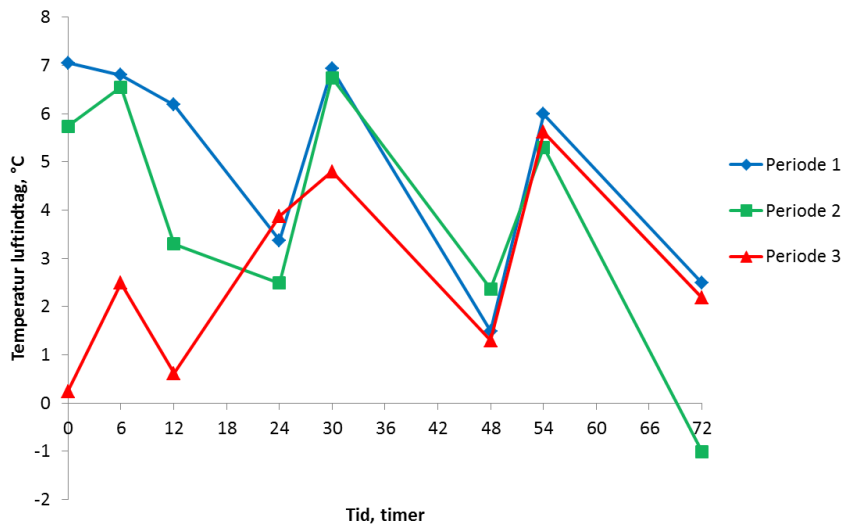
Andre deltagere: Peter Juhl Rasmussen

Afprøvning nr. 1416

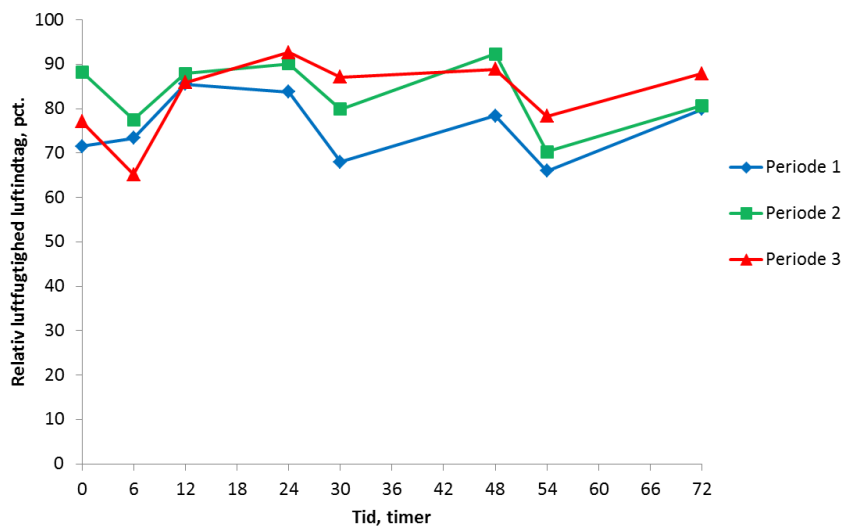
Aktivitetsnr.: 060-330180

//ANR//

Appendiks



Figur A1. Temperatur i luftindtaget (udetemperatur) over de tre perioder, hvor målingerne blev gennemført.



Figur A2. Relativ luftfugtighed i luftindtaget over de tre perioder, hvor målingerne blev gennemført.



Billede A1. Forsøgssektion i klimalaboratoriet på Forsøgsstation Grønhøj, som blev anvendt i afprøvningen af udtørningsstrategier.



Billeder A2. Forsøgsopstilling med affugter.

VIDENCENTER FOR SVINEPRODUKTION

Tlf.: 33 39 45 00

Fax: 33 11 25 45

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.