



Til Fødevarestyrelsen

## Vedrørende bestillingen ”Overfladetemperatur som velfærdsindikator hos svin”

Hermed fremsendes udfyldt skema til afrapportering af ViD-projektet ”Overfladetemperatur som velfærdsindikator hos svin”, der er vedhæftet dette følgebrev. På baggrund af en bestilling fra Fødevarestyrelsen dateret den 14. oktober 2010 har DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, gennemført et forskningsprojekt (PhD-projekt) med det overordnede formål, at undersøge om temperaturmålinger med infrarøde kameraer kan bruges til at bestemme feber hos grise.

Opgaven er led i Aftale om Myndighedsbetjening ”Aftale mellem Aarhus Universitet og Fødevareministeriet om udførelse af forskningsbaseret myndighedsbetjening m.v. ved Aarhus Universitet, DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug”.

Afrapporteringen er forestået af seniorforsker Lene Juul Pedersen og PhD-studerende Dennis Dam Sørensen, begge fra Institut for Husdyrvidenskab, Aarhus Universitet.

Med venlig hilsen

Klaus Horsted  
Specialkonsulent

Kopi til: Center for innovation

DCA - Nationalt Center for  
Fødevarer og Jordbrug

Klaus Horsted

Specialkonsulent

Dato 31. oktober 2014

Direkte tlf.: 87157975

Mobiltlf.:

Fax: 8715 6076

E-mail:

klaus.horsted@dca.au.dk

Afs. CVR-nr.: 31119103

Reference: khr

Journal 88765

Side 1 / 1

**Skema til afrapportering af ViD projekter**  
Videncenter for Dyrevelfærd  
2014

**1. Projekttitle:**

Overfladetemperatur som velfærdsindikator hos svin

**2. Projektleder og projektdeltagere:** (titel, navn, affiliation)

Projektleder:

Seniorforsker Lene Juul Pedersen  
Aarhus Universitet  
AU-FOULUM  
Institut for Husdyrvidenskab  
8830 Tjele

Projektdeltager:

PhD-studerende Dennis Dam Sørensen  
Aarhus Universitet  
AU-FOULUM  
Institut for Husdyrvidenskab  
8830 Tjele

**3. Populærvidenskabeligt dansk resumé (max 250 ord):**

Farefeber, også kaldt mastitis-metritis-agalakti-syndrom (MMA), er et hyppigt forekommende problem i søer omkring faring i den danske svineproduktion. Omkring 20% af søerne er estimeret til at lide af denne sygdom, som giver flere problemer med bl.a. smågrise der ikke får den livsnødvendige mælk i de første dage af deres liv og som udover den lavere dyrevelfærd også resulterer i significant forhøjet pattegrisedødelighed.

Formålet med dette PhD projekt var at undersøge om temperaturmålinger med infrarøde kameraer kan bruges til at bestemme feber hos grise. Fokus har været på, at detektere søer med feber omkring faring da tidlig detektion af sygdom hos soen på dette tidspunkt kan forbedre velfærd hos både so og pattegrise og desuden have potentiale til at reducere pattegrisedødeligheden. Mange faktorer som er tilstede i et svineproduktionsmiljø kan potentielt påvirke temperaturmålinger foretaget med infrarøde kameraer. De vigtigste af disse faktorer blev undersøgt i projektet for deres betydning for nøjagtigheden af infrarøde temperaturmålinger, herunder faktorer som luftbåren ammoniak og støv samt fordampningskøling fra våd hud. Derudover er der en bestemt egenskab for alle overflader, kaldet emissivitet, der blev bestemt for sohud, således at korrekte overfladetemperaturer bedst muligt kan måles med infrarød kamera.

Resultaterne viste, at ammoniak og støv absorberede noget af den infrarøde stråling inden den kom frem til det infrarøde kamera, hvilket resulterede i temperaturmålinger der var lavere end de skulle være. Våd sohud blev, som forventet, fundet næsten 2.5 °C koldere end tør hud, blot efter 5 min. med let fugtet hud med varmlunken vand. Emissiviteten for sohud ved øreroden, den bagerste del af yveret, og øverste del af skulderen blev fundet til at være meget lig hvad den er for mennesker (0.98). Emissiviteten var dog forskellig for forskellige hudområder hvilket betyder at såkaldte "2settings" i kameraet skal justeres i forhold til måleområdet. Måling af emissivitet påvirkedes desuden af behåring pga. hårspidserne, der var koldere end selve huden.

Ved at bruge de fundne resultater blev temperaturmålinger med infrarød kamera af søers hud i

tiden omkring faring brugt til at bestemme om søerne havde feber. Resultaterne var gode, hvor hudtemperaturen ved øreroden var bedst til at bestemme feber. En cost/benefit-analyse viste, at manuelle temperaturmålinger med infrarød termografi er billigere end tilsvarende rektalmålinger ved MMA prevalens under 29 %. Såfremt infrarød termografi benyttes i et overvågningssystem, helst sammen med andre målinger og algoritmer der benytter disse målinger og anden eksisterende data omhandlende søerne, kan farefeber opdages rettidigt i mange tilfælde. Dette bevirker at infrarød termografi giver store besparelser ved alle MMA-prevalenser, både rent økonomisk, men samtidigt øges velfærden for søer og pattegrise betragteligt.

#### **4. Populærvidenskabeligt engelsk resumé (max 250 ord):**

Postpartum dysgalactia syndrome (PDS) is a frequently occurring problem in sows around farrowing in the Danish pig production. Approx. 20% of farrowing sows are estimated to suffer from this disease, raising problems with e.g. piglets not receiving the essential milk during the first days of their lives, which, in addition to reduced animal welfare, result in a significantly increased piglet mortality.

The aim of this PhD project was to investigate if temperature measurements performed with infrared cameras can be used for detecting fever in pigs. Especially with interest in sows around farrowing to detect the diseased sows early for timely treatment. This can increase the welfare for the sow and piglets and reduce the piglet mortality. Multiple factors may influence temperature measurements performed by infrared cameras. The most important factors were investigated for the impact on accuracy of infrared temperature measurements. These factors included airborne ammonia and dust as well as cooling by evaporation from wet skin, as found in the pig production. In addition there is a certain characteristic for all surfaces, named emissivity, which had to be determined for sow skin in order to measure skin surface temperature correctly with infrared cameras for e.g. fever detection.

The results showed that ammonia and dust were found to absorb some of the infrared radiation before reaching the infrared camera, which resulted in temperature measurements that were lower than they should be. Wet sow skin was, as expected, found almost 2.5 °C colder than dry skin, only 5 min. after applying lukewarm water to the skin. The emissivity of sow skin at the ear base, caudal part of the udder, and upper shoulder was found to be similar to that found for human skin (0.98). In addition the emissivity differed between different skin areas, indicating that camera settings should be adjusted according to the measured skin area. The emissivity measurements were affected by hairs, due to the hair tips being colder than the skin.

Using the aforementioned results, infrared sow skin temperature measurements in the time around farrowing were used to determine if the sows had fever. The results were good and the skin temperature of the ear base was found to be the best of the three investigated skin areas to detect fever.

A cost-benefit-analysis revealed that manual temperature measurements performed using infrared thermography is cheaper than corresponding rectal temperature measurements if the PDS prevalence is lower than 29 %. If infrared thermography is utilized in a surveillance system, preferably with other measurements and algorithms, which use these measurements and other known sow relevant data, PDS may be detected at an early stage. This means that using infrared

thermography may reduce cost at all PDS prevalences. This may benefit the farmer economically, and at the same time increase the welfare of sows and piglets considerably.

##### **5. Videnskabeligt dansk resumé af projektets formål, udførelse, væsentligste resultater og konklusion (max 500 ord):**

Mastitis-metritis-agalakti-syndrom (MMA; også kaldet post partum dysgalakti syndrom, PDS) i søer omkring faring er et stort problem i svineproduktion når det kommer til dyrevelfærd, pattegrisedødelighed og økonomiske udgifter. Infrarød termografi er en teknologi der potentielt kan identificere ramte søer tidligt og sikre rettidig behandling. Tidligere studier hvor infrarød termografi har været brugt på grise har udvist modsigende resultater, hvilket kan forårsages af flere faktorer. Forkert brug af infrarøde måleinstrumenter kan have forårsaget fejlbehæftede temperaturmålinger og faktorer der findes i svineproduktionsfaciliteter kan have forårsaget uopdagede temperaturmålefejl. Endvidere kan ignorerede fysiologiske faktorer såsom døgnrytmer, stress og aktivitet have medført utilsigtet fejldiagnose. Der er stadigvæk mange spørgsmål der skal besvares hvis infrarød termografi skal implementeres med succes indenfor svineproduktion.

Formålene med dette PhD-projekt var at: 1) gennemgå eksisterende litteratur omhandlende brug af infrarød termografi på grise for at finde mulige årsager til hvorfor tidligere undersøgelser har rapporteret så forskelligartede resultater, 2) bestemme effekten af de oftest fremkommende faktorer der kan bidrage til fejlmålinger med infrarød termografi i svineproduktionsmiljøet, 3) udvikle og fremstille temperaturreferencer der kan bruges til at opfylde sidstnævnte formål og til fremtidig veterinær brug, 4) bestemme emissivitet af repræsentative hudoverflader på søer og undersøge om emissiviteten afhænger af blodgennemstrømning i huden og dens behåring og 5) bestemme egnethed af infrarød termografi til feberdetektion i søer, ved inddragelse af fund fra de foregående formål.

Resultaterne viste, at det var muligt at fremstille en bærbar og billig temperaturreference med en overfladeemissivitet på 0.98. Det blev fundet, at støv og ammoniak, som forefindes i indendørs svineproduktion, kan absorbere infrarød stråling, og i større koncentrationer kan dette påvirke temperaturmålinger foretaget med infrarøde måleinstrumenter betydeligt. Emissivitet af sohud blev bestemt for ørerod ( $\epsilon=0.98$ ), bagerste del af yver ( $\epsilon=0.98$ ) og øvre skulder. Når skulderen var trimmet ( $\epsilon=0.96$ ) var der en tendens til at emissiviteten var højere end når den var behåret ( $\epsilon=0.95$ ). Emissivitet af hud uden blodgennemstrømning var lavere, men effekten var ikke statistisk signifikant. Spatial opløsning af det infrarøde måleinstrument der blev brugt til emissivitetsbestemmelse havde en effekt ved målinger på behåret kontra trimmet beskaffenhed. Hudtemperaturer af ørerod blev fundet bedre end tilsvarende af skulder og yver til at klassificere febrile rektaltemperaturer i tiden omkring faring. Kombination af rum- og ørerodstemperaturer ved brug af lineær diskriminantanalyse, identificerede febrile rektaltemperaturer med et areal under "receiver operating characteristics" kurven på 0.93. Ved at bruge resultaterne fra diskriminantanalysen indikerede en cost-benefit analyse, at brugen af infrarød termografi til tidlig detektion af søer med mastitis-metritis-agalakti-syndrom kan nedsætte omkostninger i forbindelse

hermed betydeligt.

Dette PhD studie har identificeret og kvantificeret faktorer der er vigtige for nøjagtige temperaturmålinger af sohud med infrarød teknologi i svineproduktionen. Anvendelse af diskriminantanalysealgoritme til at kombinere temperaturmålinger og andre relevante faktorer resulterede i øget evne til at detektere feber med infrarød termografi. Yderligere undersøgelser vil kunne klarlægge om fuldt automatiserede overvågningsystemer bestående af infrarød termografi kombineret med andre måleteknologier og tilgængelig sospecifik data kan forbedre feberdetektionen yderligere.

## **6. Beskrivelse af projektets formål, evt. hypoteser, og materialer og metoder:**

### Formål:

Formålene med projektet var at: 1) gennemgå eksisterende litteratur omhandlende brug af infrarød termografi på grise for at finde mulige årsager for hvorfor tidligere undersøgelser har rapporteret så forskelligartede resultater, 2) bestemme effekten af de oftest fremkommende faktorer der kan bidrage til fejlmålinger med infrarød termografi i svineproduktionsmiljøet, 3) udvikle og fremstille temperaturreferencer der kan bruges til at opfylde sidstnævnte formål og til fremtidig veterinær brug, 4) bestemme emissivitet af repræsentative hudoverflader på søer og undersøge om emissiviteten afhænger af blodgennemstrømning i huden og dens behåring og 5) bestemme egnethed af infrarød termografi til feberdetektion i søer, ved inddragelse af fund fra de foregående formål.

### Materiale og metoder:

- Tyve søer opstaldet på Forskningscenter Foulum
- Målinger af betydningen af fugt på hud, støv og ammoniak for IR-målinger foretaget i svinestaldene på Forskningscenter Foulum
- Emissivitetsforsøg med 10 søer der blev målt med nåleprober isat ydre hudlag i søer i bedøvet og aflivet tilstand
- Feberbestemmelsesforsøg foretaget med 20 søer omkring faring, hvor IR-målinger foretaget med IR kamera af 3 hudområder blev holdt op imod rektalmålinger

## **7. Oversigt over projektets samlede resultater:**

En review-artikel blev forfattet. Denne er submitted og resubmitted med mindre rettelser. Endeligt svar er ikke indkommet i skrivende stund for status af artiklen, men det antages kraftigt, at den godkendes indenfor kort tid.

Svineproduktionsmiljøets påvirkninger af infrarøde målinger:

Ammoniak i luften absorberer infrarød stråling så det kan måles med infrarød kamera. Ved en

afstand på 10 m og en ammoniak-koncentration på 50 ppm (tilladelig koncentration i danske svinestalde), kan den målte temperatur med infrarød kamera være 0.7 °C for lav. Støv kommende fra døde sohudceller, hvilket er den største bidragende kilde til støvforekomst i sostalde, absorberede ligeledes infrarød stråling. Med de små eksperimentelle forsøg foretaget i dette arbejde, var der en påviselig effekt på infrarøde temperaturmålinger der var 0.07 °C for lave ved en afstand på blot 1 m.

Emissivitet af sohud 3 forskellige steder:

Emissivitet af sohud ved øreroden og bagerste del af yver blev bestemt til at være 0.98. Disse hudområder har ingen til meget lidt behåring. Den øverste del af skulderen blev undersøgt med og uden hår, hvor emissiviteten blev bestemt til at være hhv. 0.95 og 0.96. Der var en signifikant forskel ( $P < 0.05$ ) mellem emissivitet af skulder og de andre to hudområder. Der blev observeret en tendens ( $P = 0.062$ ) til en forskel mellem emissivitet af hud på soen i hhv. bedøvet og aflivet tilstand.

Feberbestemmelse med infrarøde kameraer:

Infrarød temperaturmåling af øreroden viste sig bedre end tilsvarende af øverste del af skulder og bagerste del af yver til at bestemme febrile rektaltemperatur i søer i tiden omkring faring.

Lineær, kvadratisk og fleksibel diskriminansanalyse blev brugt til at klassificere febril rektaltemperatur ved at kombinere forskellige målte hudtemperaturer, rumtemperatur, m.v. Lineær diskriminansanalyse af kombinationen af ørerodstemperatur og rumtemperatur var den bedste af alle undersøgte kombinationer og lineær diskriminansanalyse var generelt den bedste klassifikationsmetode af de tre. Denne bedste kombination klassificerede febrile rektaltemperaturer med et areal under ROC-kurve på 0.93. Dette areal er tilsvarende dem rapporteret for lignende menneskestudier. Cost/benefit-analyse med denne klassifikationsevne viste store potentielle besparelser ved brug af infrarød termografi. Specielt hvis det benyttes i et automatisk overvågningssystem i forhold til manuelle rektalmålinger, da det giver mulighed for mange målinger med kort tidsinterval, der kan sikre rettidig feberbestemmelse.

## **8. Beskrivelse af, hvordan resultaterne bidrager til at opfylde projektets formål:**

Projektets overordnede formål er at vurdere om infrarød termografi kan bruges til at bestemme feber i grise.

Gennemgang af eksisterende studier af infrarød termografi på grise belyste, at hvis definitionen for feber er en rektaltemperatur over en vis tærskelværdi (f.eks. 39,5 °C) er forudsætningen for god feberbestemmelse med infrarød termografi en høj korrelation mellem hudtemperatur målt med infrarød termografi) og rektaltemperatur. Dette kræver nøjagtige målinger af hudtemperatur hvis feberbestemmelsen skal være pålidelig med høj præcision.

Resultaterne i omhandlende projekt viste, at der er faktorer der forefindes i staldmiljøet, som påvirker infrarøde temperaturmålinger på grise. Faktorerne er nu kendte og en metode til

korrektion er foreslået.

Emissiviteten af grisehud, som er en overfladespecifik egenskab der skal kendes for nøjagtige infrarøde målinger, blev bestemt under omhandlende projekt for 3 relevante overflader på søer, hvortil der er optisk adgang meget af tiden hvor søer er opstaldet i farestier: ørerod, øverste del af skulderen og bagerste del af yver. Projektet påviste en effekt af behåring på infrarøde temperaturmålinger af sohud, hvilket skal tages i betragtning i fremtidige studier.

Infrarød termografi af øreroden var bedre end øverste del af skulder og yver til at bestemme febril rektaltemperatur i søer omkring faring. Nye diskriminansanalysemetoder blev brugt til at klassificere søer som raske eller febrile. Lineær diskriminansanalyse viste sig bedre end tilsvarende kvadratisk og fleksibel diskriminansanalyse. ROC analyse viste, at areal under ROC-kurve var 0.93 for den lineære diskriminansanalyse, hvilket er sammenligneligt med studier på mennesker. Overordnet set indikerer resultaterne, at infrarød termografi kan bruges til feberbestemmelse af søer omkring faring.

## **9. Konklusion og perspektivering:**

Overordnet set kan infrarød termografi bruges til feberbestemmelse af søer omkring faring. Faktorer, der forefindes i svinestalde og som påvirker infrarøde temperaturmålinger skal tages i betragtning hvis temperaturmålingerne skal benyttes til feberbestemmelse. Emissivitet for tre hudområder på søer blev fundet og disse bør ligeledes benyttes i fremtidige infrarøde temperaturmålinger af sohud, hvis høj nøjagtighed ønskes, som f.eks. ved feberbestemmelse. Ved at benytte resultaterne fra dette studie, kan infrarød termografi benyttes enten til manuel betjent kamera undersøgelser eller endnu bedre i et overvågningssystem til rettidigt at finde søer med farefeber. Dette system bør inkludere data fra andre tilgængelige målinger og viden om søerne, der kan trækkes fra database. Et overvågningssystem der kan processere hele den tilgængelige viden, inkl. hudtemperaturmålinger, vil give en mulighed for feberklassifikation af mange søer samtidigt, med store mulige besparelser. Både økonomiske men også velfærdsmæssige. Fremtidige studier bør belyse dette, da der er potentiale for store velfærdsmæssige forbedringer for søer og pattegrise og det vil være relativt let at få implementeret sådanne systemer, da det rent økonomisk kan give besparelser for svineproducenterne.

## **10. Redegørelse for hvordan projektet og projektets resultater har været eller forventes offentliggjort:**

### **Skriftligt:**

Sørensen, D.D. 2014. **Determination of factors influencing surface temperature measurements in pig using infrared thermography- Can it detect fever ?** PhD Thesis, Okt 2014, Århus University-ANIS.

Soerensen, D.D. and L. J. Pedersen. **Infrared skin temperature measurements for monitoring health in pigs: a review.** *Manuskript indsendt og under review (14. september, 2014).*

Sørensen, D.D., E. Jørgensen, and L. J. Pedersen, 2011. **Validation Techniques for Thermography in Veterinary Medicine.** *InfraMation 2011 Proceedings, 12, 35-1 – 35-6.*

Soerensen, D.D., S. Clausen, J. B. Mercer, and L. J. Pedersen. **Determining the Emissivity of Pig Skin for Accurate Infrared Thermography.** *Computers and Electronics in Agriculture 2014, 109:52-58. DOI information: 10.1016/j.compag.2014.09.0032014.*

Soerensen, D.D. E. Joergensen, R. M. Vila, J. B. Mercer, R. G. Engberg, H. Jorgensen, and L. J. Pedersen. **Ability of Infrared Thermography to Detect Fever in Farrowing Sows – Including a Cost-Benefit Analysis.** *Manuskript indsendt og under review (14. september, 2014).*

D. D. Sørensen, Erik Jørgensen, Lene J. Pedersen. **Overfladetemperatur som velfærdsindikator.** 2011. Poster session præsenteret ved VID Årsmøde, København, Danmark.

D. D. Sørensen, Erik Jørgensen, Lene J. Pedersen. **Validation Techniques for Thermography in Veterinary Medicine.** 2011. Poster session præsenteret ved InfraMation konferencen, Ballys, Las Vegas, USA.

### **Mundtligt:**

**Infrared temperature measurements: The quick and non-invasive method for diagnosing fever, inflammation and lesions in farm animals.** Oplæg ved Agromek i Herning, november 2012.

**Feasibility of using infrared thermography for detection of fever, inflammation and lesions in pigs.** Oplæg ved forskningsseminar for AU Foulum og Skejby Sygehus ved Sandbjerg.

**Projektet er præsenteret på ViD's temadage i 2013 og 2014.**

### **Planlagt:**

Oplæg til VID konference november 2014.