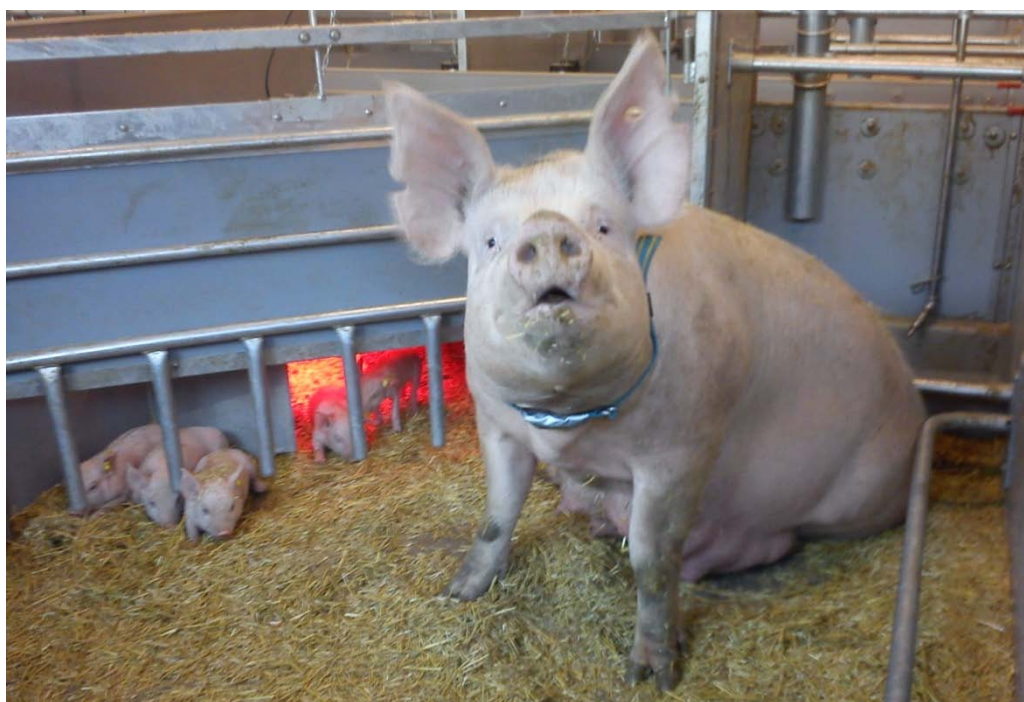


Validering av HOBOPendant G data loggers förmåga att registrera beteenden och aktivitet hos suggor

Lisa Holmqvist





Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för husdjursgenetik

Validering av HOBO Pendant G data loggers förmåga att registrera beteenden och aktivitet hos suggor

Validation of the HOBO Pendant G data logger ability to measure behaviors and activity in sows

Lisa Holmqvist

Handledare:

Nils Lundeheim, SLU, Department of Animal Breeding and Genetics
Per Peetz Nielsen, SLU, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa

Examinator:

Anna Wallenbeck, SLU, Department of Animal Breeding and Genetics

Omfattning: 30 HEC

Kurstitel: Degree project in Animal Science

Kurskod: EX0556

Program: Agronomprogrammet - Husdjur

Nivå: Advanced, A2E

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2012

Omslagsbild: Lisa Holmqvist

Serienamn, delnr: Examensarbete / SLU, Institutionen för husdjursgenetik,
379

On-line publication: <http://epsilon.slu.se>

Nyckelord: Aktivitetsmätare, beteendemätare, sugga, accelerometri, svenska förhållanden

Key words: Activity meter, behaviour meter, sow, accelerometry, Swedish housing systems

Tack till

Utan hjälp hade utförandet av detta examensarbete varit avsevärt tråkigare och krångligare. Jag vill först och främst tacka mina handledare Nils Lundeheim och Per Peetz Nielsen för all hjälp, bland annat med att komma med idéer, reda ut begrepp och förklara statistik. Tack också Annika Skarle för att du hjälpte mig med statistiken när jag var som mest stressad! Tack Elin Svedberg, Veronica Abrahamsson, Sara Andersson och Martin Skarle för korrekturläsning och idéer. Stort tack även till personal och grisar på Lövsta för tålamod och trevligt sällskap under långa dagar av beteendestudier.

Lisa Holmqvist

Uppsala, 29/7 2012

Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	1
Abstract.....	2
Bakgrund.....	3
Syfte.....	4
Litteraturgenomgång.....	5
Suggans beteende.....	5
Suggans bobygnadsbeteende.....	5
Grisningsprocessen.....	5
Digivning och socialisering med smågrisarna.....	6
Klämda smågrisar under laktationen.....	7
Brunstbeteende.....	7
Hälsa och påverkan på beteendet.....	8
Accelerometerteknik och analysmetoder.....	8
Datahantering.....	8
Sensitivitet och specificitet.....	9
Krav på utrustningen.....	9
Betydelsen av accelerometers placering.....	9
Accelerometrins användningsområden.....	10
Accelerometri på suggor.....	10
Accelerometri på andra djurslag.....	12
Material och metoder.....	13
Djurmateriel och inhysning.....	13
Utrustning.....	13
HOBO Pendant G data logger.....	14
Försöksdesign.....	14
Beteendestudier.....	15
Statistisk analys.....	15
Accelerometers förmåga att skilja mellan beteenden.....	15
Accelerometern som aktivitetsmätare.....	16
Utvärdering av resultatet.....	17
Resultat.....	18
Suggor.....	18
Informationsmängd.....	18

Mätresultat.....	18
Accelerometers förmåga att skilja mellan beteenden.....	18
Accelerometern som aktivitetsmätare	20
Diskussion.....	23
Metod.....	23
Accelerometers förmåga att skilja mellan beteenden.....	23
Accelerometern som aktivitetsmätare	25
Praktisk användning	26
Slutsats	28
Referenser	29
Webreferenser	32
Bilaga 1. Protokoll för beteendestudier	33
Sida 1:	33
Sida 2:	34

Sammanfattning

Det finns idag inga validerade aktivitets- eller beteendemätare för suggor under svenska förhållanden där suggorna exempelvis går lösa under grisningen och laktationen. En aktivitetsmätare skulle bland annat kunna användas för att identifiera suggor som gör sig redo för grisning. Tekniska hjälpmedel för att kunna registrera olika beteenden skulle vara till stor nytta inom forskning och avelsarbete.

I den här studien har en HOBOPendant G data logger validerats för två olika funktioner, dels som en ren aktivitetsmätare där accelerometers förmåga att upptäcka en kommande grisning utvärderats och dels har accelerometers förmåga att skilja mellan beteendena stå, sitta, ligga ventralt och ligga lateralt på höger och vänster sida utvärderats. Accelerometern fästes i ett halsband runt saggans hals och registrerade sitt läge varannan sekund under sex timmar per dag i tio dagar på totalt tolv saggor. Totalt 124 timmars och 20 minuters beteendestudier utfördes där aktuellt beteende registrerades var 30:e sekund.

Accelerometers förmåga att förutse grisningar genom att upptäcka en aktivitetsökning hos saggan dagen före grisning var mycket god. Trots att analysen endast baserades på åtta grisningar erhöles en sensitivitet på 87,5 %. När det gäller accelerometers förmåga att skilja mellan olika beteenden blev resultatet mer skiftande. Ligga lateralt på höger och vänster sida kunde urskiljas med sensitiviteter på 72,5 % respektive 83,2 %, men när saggan låg ner kunde endast urskiljas med en sensitivitet på 2,7 %. Specificiteten för alla beteenden blev dock hög vilket är mycket användbart när syftet är att utesluta att en sagg har gjort ett visst beteende.

Sammanfattningsvis finns det stor potential för att kunna använda accelerometri för att mäta aktivitet på saggor. Att registrera specifika beteenden kan vara svårare, men med mer forskning och nya förfinade analysmetoder skulle accelerometers sensitivitet kunna bli högre.

Abstract

There is currently no activity or behavior meters validated for sows under Swedish conditions where the sows are loose-housed during farrowing and nursing. An activity meter could in particular be used to detect sows that are getting ready for farrowing. Assistive technology in order to register different behaviors would be extremely useful in research and breeding.

In this study, a HOBO Pendant G data logger was validated for two different functions. First, the function as a pure activity meter in which the accelerometer's ability to detect an upcoming farrowing was evaluated, and second, the accelerometer's ability to distinguish between the behaviors standing up, sitting down, lying ventrally and lying laterally on the right and left sides was evaluated. The accelerometer was attached to a collar around the sow's neck, and was recording its location every two seconds for six hours a day for ten days on a total of twelve sows. A total of 124 hours and 20 minutes of behavioral studies were performed in which the current behavior was recorded every 30 seconds.

The results of the accelerometer's ability to predict farrowing by detecting an increase in activity in the sows on the day before farrowing was very good. Although the analysis was based on only eight farrowings, a sensitivity of 87.5% was obtained. In the case of the accelerometer's ability to distinguish between different behaviors, the result was more diverse. Lying laterally on the right and left sides could be discerned with sensitivities of 72.5 % and 83.18 %, while when the sow was sitting down could only be discerned with a sensitivity of 2.67 %. The specificity of all behaviors, however, was high, which is very useful when the aim is to rule out that a sow performed a certain behavior.

In summary, there is considerable potential to use accelerometry in measuring activity of sows. To record specific behaviors may be more difficult, but with more research and improved analysis methods the sensitivities could be higher.

Bakgrund

I smågrisproduktionen är suggornas maternella egenskaper mycket viktiga. Allt större ansvar läggs på suggan eftersom besättningarna blir större samtidigt som arbetstiden per djur minskar. Idag spenderas endast 41 minuter per producerad smågris i en smågrisproduktion där suggorna behålls på gården under sinperioden (Mattsson et al., 2004). Kullstorleken ökar dessutom genom avelsurval vilket ytterligare ökar vikten av att suggorna har goda modersegenskaper, bland annat när det gäller suggornas tendens att klämma sina smågrisar under laktationen.

Tidigare studier har visat att maternella egenskaper såsom smågrisdödlighet och suggans reaktivitet på smågrisskrik till viss del är arvbara (Grandinson et al., 2002). En fråga har dock väckts om hur mycket av de maternella egenskaperna som beror på suggans dagsform eller hälsa. Studier av djurens beteenden kan ge ökade kunskaper om sambandet mellan suggans rörelsemönster och modersegenskaper. Beteendestudier är dock mycket tidskrävande och därför kostsamma. Ett verktyg som automatiskt mäter djurets aktivitet skulle minska arbetsbördan väsentligt vid denna typ av registrering. Det skulle speciellt vara till stor hjälp när de gäller att peka ut djur med avvikande beteendemönster. Verktuget skulle även kunna ge information som kan användas i avelsarbetet samt kunna användas för att utvärdera olika inhysningssystem eller förändringar i ett befintligt system. Genom att analysera förändringar eller frekvensen av olika beteenden hos suggor kan viktiga händelser förutses och djur som kräver extra uppmärksamhet kan identifieras. Detta skulle ge djurskötaren mer tid att ge varje djur den så viktiga individuella omsorgen. Även djurs välfärd och välmående skulle kunna utvärderas med denna teknik.

Det finns idag inga aktuella beteende- eller aktivitetsmätare validerade för suggor av svenskt avelsmaterial eller suggor som hålls under svenska förhållanden där suggorna går lösa under hela grisnings- och digivningsperioden. När det gäller automatisk registrering av suggors beteende har några olika sensorer tidigare validerats i utländska studier. Exempelvis har fotoceller (Oliviero et al., 2008a; Mainau et al., 2009) och infraröda sensorer (Freson et al., 1998) fästs i inredningen hos fixerade suggor för att mäta aktivitet under perioden runt grisningen. Metoderna har med hög säkerhet kunnat förutse grisningar. Dessa båda kräver dock att suggan är fixerad då aktivitetsmätaren inte är fäst på djuret och fixerade suggor är inte tillåtet i Sverige.

Ett alternativ kan vara att mäta aktivitet och registrera beteenden med hjälp av accelerometri. En accelerometer mäter en kropps acceleration i tre dimensioner. Datan från accelerometern kan användas för att formulera en algoritm som automatiskt kan klassificera djurets beteende eller aktivitetsnivå. Accelerometrar har validerats som beteende- och aktivitetsmätare på suggor tidigare och har förutsättningarna att fungera även under svenska förhållanden med lösgående suggor eftersom utrustningen fästs direkt på djuret. De tidigare studierna har gett ett mycket gott resultat vad gäller registrering av aktivitet och passivitet. Specifika beteenden har endast kunnat utskiljas med varierande säkerhet (Ringgenberg et al., 2009; Cornou et al., 2011).

Accelerometrar har tidigare validerats för användning som aktivitetsmätare på ett stort antal andra djurslag och djurkategorier. Valideringen har utförts med olika typer av beteenden eller produktionsegenskaper i fokus, exempelvis för att skilja mellan aktivitet och passivitet hos mjölkkor (Martiskainen et al., 2009), betesbeteende hos getter (Moreau et al., 2009) och mjölkkor (Blomberg, 2011), liggbeteende hos kalvar (Hokkanen et al., 2011) och mjölkkor (Ledgerwood et al., 2010), registrering av hältor

hos hästar (Scheibe & Gromann, 2006; Thomsen et al., 2010) och mjölkkor (Scheibe & Gromann, 2006; Pastell et al., 2009; Martiskainen et al., 2009), registrering av gångarter hos kalvar (de Passillé et al., 2010), urskiljning av olika beteenden hos hundar (Hansen et al., 2007), samt hållning och rörelser hos människor (Foerster et al., 1999; Hansson et al., 2001).

Syfte

Studien syftar till att validera en accelerometers, HOB0 Pendant G data logger (Hemsida: Onset ®), kapacitet att fungera som beteende- och aktivitetsmätare på suggor under svenska förhållanden. Genom studien ska accelerometersns förmåga att skilja mellan när suggan står, sitter, ligger ventralt samt ligger lateralt på höger och vänster sida utvärderas. Denna del av studien utvärderar accelerometersns förmåga att skilja mellan några av suggans olika kroppsställningar. Studien syftar även till att utvärdera accelerometersns förmåga att upptäcka en kommande grisning genom att registrera suggors aktivitetsförändringar under tio dagar kring grisningen. Denna del av studien utvärderar accelerometersns förmåga att mäta ren aktivitet, utan att klassificera vilket beteende suggan utför.

Litteraturgenomgång

Suggans beteende

Suggors beteenden vid olika tidpunkter under reproduktionscykeln skiljer sig mellan individer. Skillnaden kan dels bero på suggans arvsanlag, dels på miljön som suggan hålls i samt suggans kondition och erfarenhet.

Suggans bobyggnadsbeteende

Suggors bobyggnadsbeteende före grisning har visat sig styras av flera faktorer. Själva sökandet efter en lämplig bobyggnadsplats styrs hormonellt och stimulerar suggan att söka isolering före grisning. Utförande av hur, och i vilken grad suggan samlar material och bygger sitt bo påverkas mycket av suggans miljö och hennes individuella egenskaper. I studier av suggor under seminaturliga förhållanden lämnar suggan sin flock ungefär 24 timmar före grisning för att leta reda på en lämplig bobyggnadsplats. Bobyggnadsbeteendet inleds sedan ungefär 12 timmar innan grisningen sätter igång (Jensen et al., 1993; Damm et al., 2003). Bobyggnadsbeteendet innebär bland annat att suggan nosar på marken, bökar i marken eller i boet, skrapar med frambenen i marken eller i boet och bär, arrangerar eller omarrangerar gräs, grenar eller andra material (Jensen et al., 1993).

I europeisk grisproduktion hindras suggan att utföra många beteenden som associeras med bobyggande då de hålls fixerade. Fixerade suggor visar en begränsad variation i sitt bobyggnadsbeteende och visar istället en ökad aktivitet genom att resa sig och lägga sig oftare och genom att i högre grad utföra stereotypier (Thodberg et al., 2002a; Damm et al., 2003). Suggor som grisar i fixerade system har även förhöjda kortisolnivåer vilket kan tyda på en högre stressnivå (Oliviero et al., 2008b). I grisningsboxar, som används under svenska förhållanden, där suggorna kan röra sig fritt och ofta har tillgång till någon slags strömedel, utför suggorna mer bobyggnadsbeteende med en högre variation, exempelvis genom att böka mera. Bobyggnadsbeteendet startar även tidigare hos lösgående suggor, men tiden för att börja visa rastlösa beteenden skiljer inte mellan produktionssystem. Beteendet skiljer sig även mellan gyltor och äldre suggor. Gyltor är mer rastlösa, visar högre stressnivåer och blir mer påverkade av miljön än suggor. Beteendet runt grisning upprepar sig dock mellan grisningar för samma individ, vilket tyder på att suggans individuella egenskaper och genetiska bakgrund har betydelse för grisningsprocessen. Suggans beteenden påverkas även av tidigare erfarenheter vid grisning (Thodberg et al., 2002a).

Tillgång till halm eller annan berikning påverkar också bobyggnadsbeteendet hos suggor. Ett exempel är att när suggor får tillgång till berikning med mer struktur, såsom grenar, avslutar hon bobyggandet tidigare före grisning och utför mindre bobyggnadsbeteende under grisningen. Detta tyder på att slutförandet av suggans bobyggnadsbeteende styrs av återkoppling från boet (Damm et al., 2000). När suggan visar mycket bobyggnadsbeteende och börjar bygga bo i god tid innan grisningen börjar, går i regel själva grisningen fortare då suggan är mindre rastlös. Risken för att smågrisar blir klämda eller inte kommer åt juvret minskar då också (Thodberg et al., 2002a).

Grisningsprocessen

Under grisningen reser sig suggan upp efter att första eller andra smågrisen är född för att ta kontakt med smågrisarna och för att ändra ställning, ofta för att lägga sig i motsatt riktning än tidigare. Suggan reser sig oftare i början av grisningen, för att sedan bli mer

stillsam i slutet av grisningen (Petersen et al., 1990). En sugga som är rastlös reser sig upp och lägger sig ner oftare under grisningen än en lugn sugga och löper därmed större risk att skada sina smågrisar. Hur stor risken är för att smågrisarna skadas beror till stor del på hur försiktigt suggan lägger sig ner i boet (Wechsler & Hegglin, 1997). Suggan lämnar i regel inte boet förrän alla smågrisar är födda (Petersen et al., 1990). Eftersom återkoppling från ett färdigt bo påverkar suggorna att visa mindre bobyggnadsbeteende under själva grisningen är tillgång till lämpliga material mycket viktigt för smågrisöverlevnaden (Damm et al., 2000).

En längre grisningsprocess är starkt korrelerad med fler dödfödda smågrisar (Thodberg et al., 2002a; Oliviero et al., 2010), vilket gör grisningen till en väldigt känslig process. Flera studier har visat att grisningsprocessen är längre hos fixerade suggor än hos suggor i grisningsboxar (Oliviero et al., 2008b; Gu et al., 2011). I grisningsbox (Oliviero et al., 2008b) har lika långa grisningsprocesser setts som hos suggor som hålls under semi-naturliga förhållanden (Petersen et al., 1990). Grisningsprocessens längd har visat sig vara mer beroende på miljö hos gyltor än hos suggor (Thodberg et al., 2002a). Även saggans hull påverkar grisningens längd och en sugga i överhull har en längre grisningsprocess än en sugga i lägre hull (Oliviero et al., 2010).

Digivning och socialisering med smågrisarna

Under semi-naturliga förhållanden fortsätter saggan att hålla sig isolerad från flocken efter att smågrisarna fötts. Saggan och smågrisarna håller sig runt boet i ungefär nio dagar. Under den här tiden byggs ett band upp mellan smågrisarna och saggan (Jensen et al., 1991). Saggans beteende under digivningen karaktäriseras av en speciell grymtning som förändras under digivningens gång och som är som mest intensiv vid mjölknedsläppet (Algers & Jensen, 1985). Smågrisarna diar knappt en gång i timmen första dagen vilket ökar upp till 1,4 gånger i timmen till dag tio. De första dagarna initierar saggan de allra flesta och avslutar väldigt få av digivningarna. Vid dag tio initierar hon endast kring 55 % och avslutar 60 % av digivningarna (Jensen et al., 1991). Under laktationen avbryter saggan fler digivningar ju äldre smågrisarna är (Valros et al., 2002). Detta tyder på en gradvis avvänjning redan under den första tiden efter grisning (Jensen et al., 1991). Avvänjningen fortsätter sedan och vecka fyra efter grisning avslutar saggan 84 % av digivningarna och vecka sex avslutar hon 91 % av digivningarna (Wallenbeck et al., 2008). Mängden eftermassage som saggan tillåter minskar också med tiden. Tiden som saggan ligger ventralt ökar ju längre in i laktationen hon kommer. En regelbunden digivning är viktigt för smågrisöverlevnaden och påverkar deras tillväxt positivt (Valros et al., 2002).

En stimulerande grisningsmiljö har visat sig förbättra saggans maternella egenskaper, digivningarna blir exempelvis fortare regelbundna, suggorna blir mer reaktiva för smågrisarnas signaler och digivningen dag 10 efter grisning kontrolleras mer av saggan (Thodberg et al., 2002b). Oroliga eller rastlösa suggor som ändrar ställning ofta har visat sig ge di mer sällan och i kortare intervaller än vad lugna suggor gör (Valros et al., 2002; Wallenbeck et al., 2008). Detta visar hur viktigt det är att suggor i tidig laktation dels får en lugn miljö och dels mår bra. En studie har visat på ett signifikant längre mjölknedsläpp hos lösgående suggor i grisningsbox jämfört med suggor som hölls i fixerade system. Smågristillväxten var på så sätt även högre hos smågrisar hos en lösgående sugga i grisningsbox jämfört med smågrisar hos fixerade sugga. Detta kan ha ett samband med att suggor och smågrisar generellt är lugnare i grisningsbox (Pedersen et al., 2011).

Suggor i högre hull har också visat sig ge di oftare och i längre intervall än suggor i lågt hull. Överviktiga suggor ligger även ner mer och avbryter färre digivningar än vad tunna suggor gör. Detta tyder på att dessa kan prioritera smågrisarnas behov utan att tära för mycket på sig själva (Wallenbeck et al., 2008).

Klämda smågrisar under laktationen

Flera studier visar att suggor som utför ett mer omfattande bobyggnadsbeteende innan grisning klämmer ihjäl färre smågrisar efter grisningen än suggor som är mer passiva innan grisning (Andersen et al., 2005; Wischner et al., 2009). Efter grisning har det visat sig att suggor som i högre grad klämmer ihjäl sina smågrisar även är mer passiva på så sätt att de står, sitter och ligger ventralt mer och under längre perioder än vad suggor som inte klämmer ihjäl smågrisar gör. Suggor som i lägre grad klämmer ihjäl sina smågrisar ligger mer i lateralt läge där även digivning och juvermassage underlättas (Wischner et al., 2009). Risken för ihjälklämda smågrisar ökar även när suggan i högre frekvens rullar över på magen från sidan (Andersen et al., 2005; Wischner et al., 2009). Ett samband mellan när suggan ser sig om och nosar runt innan hon lägger sig och antalet klämda smågrisar har också setts. Suggor som i lägre frekvens klämmer sina smågrisar är noggrannare med att lokalisera sina smågrisar innan de lägger sig ner (Valros et al., 2002; Andersen et al., 2005; Wischner et al., 2010).

Även suggans kondition påverkar risken för klämda smågrisar. Suggor som är halta eller har andra rörelsestörningar lägger sig oftare ner okontrollerat än vad friska suggor gör. Med att lägga sig ner okontrollerat menas exempelvis då suggan halkar under läggningen men ändå fullföljer läggningen. Detta ökar klämningsrisken för smågrisarna avsevärt (Bonde et al., 2004).

Suggans mottaglighet för smågrisarnas signaler såsom deras skrik skulle kunna ha betydelse för utgången när suggorna väl klämmer smågrisarna. Flera studier har visat att en sugga med högre mottaglighet reser sig fortare upp och risken för att en smågris blir klämd blir mindre (Wechsler & Hegglin, 1997; Andersen et al., 2005). Grandinson et al. (2003) kunde däremot inte se någon korrelation mellan suggans reaktion på smågrisskrik och antalet klämda smågrisar. Detta kan bero på att metoden och förhållandena har skiljt sig mycket mellan studierna. Suggorna vänjer sig dessutom vid ljudet av det inspelade smågrisskriket vilket påverkar hur studierna kan designas. En studie har funnit variation inom individ mellan suggans kullar i hennes reaktion till smågrisskrik. Variationen kunde dock inte korreleras med smågrisöverlevnad (Held et al., 2007). Thodberg et al. (2002b) har sett att lösgående suggor i högre grad reagerar på smågrisskrik än fixerade suggor och Grandinson et al. (2003) har sett starkare reaktion på smågrisskrik hos gylltor än hos äldre suggor. Arvbarheten för suggornas reaktion på smågrisskrik är låg (0,06) (Grandinson et al., 2003).

Brunstbeteende

Brunst upptäcks lättast genom att använda så kallat "back pressure test" (BPT). När suggan är i högbrunst visar hon detta genom att visa ståreflex när djurskötaren lägger tyngd på suggans rygg. Ståreflex innebär att suggan står stilla, har en svagt krökt rygg samt upprättstående öron (Pedersen et al., 2003). Under brunsten visar suggor även ökad aktivitet genom att i högre frekvens utföra sociala beteenden mot andra suggor i gruppen. Sociala beteenden innefattar bland annat nos-noskontakt, nos-kroppkontakt, knuffar och att suggorna rider på varandra. Suggornas ökade aktivitet pågår från förbrunst till brunst (Pedersen et al., 1993). Denna period kan vara från mellan en (Pedersen et al., 1993) till tre dagar innan högbrunst och två till tre dagar efter

högbrunst, med den högsta aktiviteten vid högbrunst. Suggorna visar en ökad aktivitet dygnet runt och kan rida på andra suggor upp till 40 gånger per dygn vid högbrunst (Pedersen, 2007).

Mängden sociala beteenden skiljer sig dock mycket mellan högrankade och lågrankade suggor, där högrankade suggor i högre grad rider på andra suggor än vad lågrankade gör (Pedersen et al., 1993; Pedersen 2007). Enligt en studie gjord av Pedersen et al. (1993) rider lågrankade suggor i stort sett aldrig på andra suggor och högrankade suggor blir aldrig ridna på. Gyltor rider även mindre på andra än vad suggor gör (Pedersen, 2007). Lågrankade suggor visar även i större utsträckning rädsla gentemot andra suggor och mot galten, vilket påverkar det sociala brunstbeteendet negativt. Lågrankade suggor har dock inte sämre reproduktionsförmåga utan de svarar på samma sätt på BPT som högrankade suggor och blir dräktiga i samma utsträckning (Pedersen et al., 2003).

Hälsa och påverkan på beteendet

Bogsår är ett välfärdsproblem i många besättningar. Problemet är multifaktoriellt, men en faktor som kan öka risken för bogsår är om suggan ligger ner under längre perioder utan att resa sig (Rolandsdotter et al., 2009). Bogsår uppkommer främst under digivning då suggorna ligger mycket lateralt med bogen mot golvet. Andra orsaker till att suggor ligger ner under längre perioder kan vara sjukdomar såsom MMA (Mastit, Metrit, Agalakti) (Ivarsson et al., 2009).

Hälta påverkar även suggans beteende, exempelvis på så sätt att en sugga med rörelsestörningar i högre grad fullföljer okontrollerade läggningar (Bonde et al., 2004).

Accelerometerteknik och analysmetoder

Med hjälp accelerometri kan accelerationen av en kropp mätas i upp till tre dimensioner, x, y och z. Accelerationen mäts i enheten meter per sekund per sekund (m/s^2) vilket beskriver hastighetsökningen per sekund. Är accelerometern helt stilla med x-dimensionen lodrätt och y-dimensionen och z-dimensionen vågrätt kommer exempelvis x-dimensionen få en acceleration neråt motsvarande gravitationen medan y-dimensionen och z-dimensionen kommer att förhålla sig som neutrala. Med hjälp av förhållandena av accelerationen i de tre dimensionerna kan accelerometern känna av sin position. Accelerometern registrerar inte sitt läge kontinuerligt, utan den punktregistrerar med en förutbestämd frekvens. Accelerationen från de tre dimensionerna visas grafiskt och numeriskt i rådatan som en funktion av tid (Hemsida: onset®).

Datahantering

För att en beteende- eller aktivitetsmätare ska kunna fungera praktiskt på besättningsnivå måste information från accelerometrarna kontinuerligt och trådlöst kunna överföras till en server (Scheibe & Gromann, 2006; Pastell et al., 2009). När informationen från alla accelerometrarna i en besättning samlas på samma dator kan både jämförelser av beteendemönster inom djur och jämförelser mellan djur eller grupper av djur göras (Marchioro et al., 2011).

Överföring i realtid ställer även krav på hur informationen från accelerometrarna kan hanteras och analyseras. Datamängden får exempelvis inte bli för stor, vilket ställer krav på analysen, det vill säga algoritmen som används för att avgöra vilket beteende eller vilken rörelse djuret utför (Marchioro et al., 2011).

Sensitivitet och specificitet

En accelerometers kapacitet att urskilja ett beteende eller att upptäcka en aktivitetsförändring kan uttryckas i termerna sensitivitet och specificitet. Sensitivitet är sannolikheten att accelerometern korrekt klassificerar rätt beteende eller exempelvis kan förutse en grisning utefter saggans aktivitetsnivå. Specificiteten beskriver accelerometers förmåga att avgöra när en sagg inte utför ett specifikt beteende eller inte har en aktivitetsförändring. De två termerna har olika användningsområden, men det bör alltid finnas en strävan att få så hög sensitivitet och specificitet som möjligt (Cornou, 2006).

Antalet korrekt klassificerade, det vill säga de sanna positiva och sanna negativa värdena samt antalet felaktigt klassificerade, det vill säga de falska positiva och falska negativa värdena fås ut med hjälp av statistiska beräkningar. Därefter kan sensitiviteten och specificiteten beräknas genom att ta ut förhållandena mellan de olika värdena. Mer om detta under ”Utvärdering av resultatet” i metoden.

Krav på utrustningen

För att en accelerometer för saggor ska kunna fungera praktiskt ställs höga krav på utrustningen. Accelerometern får inte kosta för mycket eftersom det krävs minst en enhet per djur om aktivitet ska mätas kontinuerligt. Den måste även ha lång batteritid, gärna sex månader. Accelerometern måste även ha hög sensitivitet och specificitet, minst 90 %, för att undvika felklassificeringar. Den måste vara liten och lätt och den måste vara tålig för yttre påverkan såsom slag och väta (Marchioro et al., 2011).

Det är även viktigt att accelerometern sitter stadigt utan att störa djuret alltför mycket. Om accelerometern fästs i halsband är det viktigt att halsbandet inte kan snurra runt, vilket motverkas genom att även ha en tyngd som hänger i halsbandet och får det att sitta stadigt (Cornou et al., 2011). Fästs accelerometern på ett ben är det viktigt att den inte är för stor eftersom de då lättare kan slå i inredningen och kan vara attraktiv för exempelvis smågrisar att undersöka (Ringgenberg et al., 2010). I en studie av Ringgenberg et al. (2010) upplevdes flera av saggorna vara irriterade på utrustningen som fästs på deras ben trots en inväpningsperiod. Detta poängterar vikten av att utveckla en liten och smidig anordning att använda vid aktivitetsmätning.

Betydelsen av accelerometers placering

I en studie på getter har accelerometers placering i en sele vid manken, i halsband och i ett bälte runt bröstkorgen jämförts. Vilken placering som gav säkrast resultat berodde på vilket beteende som skulle studeras. Placering i halsband eller i en sele gav säkrast resultat vid undersökning av betesbeteende, medan placering i ett bälte runt bröstkorgen gav säkrast resultat för registrering av när getterna gick (Moreau et al., 2009). Även Ringgenberg et al. (2010) upplevde att placeringens hade stor betydelse vid registrering på saggor. Vilken placering som gav högst säkerhet berodde på vilket beteende eller vilken rörelsemönster som skulle registreras. Beteendena sitta och ligga registrerades säkrast av en accelerometer fäst på saggans rygg och när saggan stod registrerades säkrast av en accelerometer fäst på saggans ben. I en studie gjord på kalvar kunde dock en hög säkerhet i liggbeteende fås trots att accelerometern var fäst i halsband (Hokkanen et al., 2011).

Olika placering av accelerometern på djurens ben har visat sig ha betydelse för resultatet vid mätning på mjölkkor. Placering av accelerometern lateralt på djurens ben gav en något högre säkerhet än ventralt (Ledgerwood et al., 2010). Placering på

skenbenet gav även en mycket högre säkerhet än vid placering på överarmen i en studie gjord på hundar (Hansen et al., 2006).

Accelerometrins användningsområden

Accelerometri har i stor utsträckning använts vid forskning på människors rörelser och bland annat vid utvärdering av olika arbetsmiljöer (Foerster et al., 1999; Hansson et al., 2001). På många områden är tekniken fortfarande på utvecklingsstadiet. På senare tid har dock utvecklingen av tekniken på lantbruksområdet ökat. Automatiska beteenderegistreringar är idag exempelvis till stor hjälp när det gäller att peka ut djur med avvikande beteendemönster inom mjölkproduktionen (Kinander, 2010).

Accelerometri på suggor

I två studier, designade på liknande sätt, har gruppållna dräktiga suggor studerats med hjälp av en accelerometer (LISL02DS från STMicroelectronics) som fästs i ett halsband runt suggornas hals. Totalt 16 suggor videofilmades dygnet runt i 20 dagar för att samla in data för validering av accelerometern. Fyra gånger per sekund registrerade accelerometern sitt läge. På filmen särskiljdes fem olika beteenden: äta, böka, gå, ligga lateralt och ligga ventralt. Beteendena grupperades också i aktiva och passiva beteenden för att undersöka möjligheten att få så hög säkerhet som möjligt. Informationen från accelerometrarna bearbetades dels med hjälp av en envariabelsanalys där varje dimension analyserades för sig (Cornou & Lundbye-Christensen, 2008; Cornou & Lundbye-Christensen, 2010) och dels med hjälp av en flervariabelsanalys där alla tre dimensionerna räknats ihop till en faktor (Cornou & Lundbye-Christensen, 2010). I envariabelsanalysen kunde inte informationen från alla dimensionerna identifiera alla beteenden, men för specifika axlar kunde vissa beteenden kännas igen med mycket hög sensitivitet. Exempelvis kunde z-dimensionen känna igen när suggan gick med en sensitivitet på 81,9 %, medan x-dimensionen för denna aktivitet endast hade en sensitivitet på 22,8 % och Y-dimensionen en sensitivitet på 5,0 %. Alla dimensioner kunde däremot med en sensitivitet på mellan 81,7 och 87,7 % känna igen när suggan låg ventralt (Cornou & Lundbye-Christensen, 2008). Den multivariata metoden fick ett resultat som liknade det från en enskild dimension i envariabelsanalysen. Sensitiviteten för när suggan låg lateralt var upp till 83 %, medan sensitiviteten för att ligga ventralt endast var 30 %. Det bästa resultatet erhöles dock när beteendena grupperades i aktiva och passiva beteenden. Sensitiviteten blev då 96 % för aktivitet och 94 % för passivitet. (Cornou & Lundbye-Christensen, 2010).

I en annan studie gjord av Cornou et al. (2011) användes en flervariabelsanalys för att kunna skilja mellan högaktiva beteenden, medelaktiva beteenden och tre typer av passiva beteenden: ligga lateralt på vänster sida, ligga lateralt på höger sida och ligga ventralt. Accelerometern (LISL02DS från STMicroelectronics) fästes som i tidigare studier i ett halsband runt suggans hals. Accelerometern registrerade sitt läge fyra gånger per sekund och 19 suggor studerades under sju till elva dagar. Suggorna hölls fixerade och studerades under grisningen. En hög sensitivitet, på mellan 96 % och 98 %, erhöles då aktiva och passiva beteenden skulle skiljas åt. Då varje enskilt beteende (högaktiva, medelaktiva, ligga ventralt, ligga lateralt på höger sida och ligga lateralt på höger sida) analyserades för sig erhöles en sensitivitet på mellan 75 % och 100 % där de passiva beteendena lättare kunde urskiljas än de aktiva. De allra flesta missklassificeringarna skedde mellan passiva och mellanaktiva beteenden eller mellan mellanaktiva och högaktiva beteenden. Studien syftade även till att utvärdera accelerometerns förmåga att uppskatta när suggan skulle grisa. Accelerometern kunde se signifikanta aktivitetshöjningar både ett dygn innan grisning och två dygn innan

grisning när den totala aktiviteten per 24 timmar jämfördes i ett spann från fyra dagar innan grisning till fyra dagar efter grisning.

Den validerade modellen i studien av Cornou et al. (2011) har även använts för att beräkna sensitiviteten för accelerometers förmåga att upptäcka kommande grisningar. Totalt 19 suggor användes i studien varav nio hade tillgång till strö och tio inte hade tillgång till strö. Accelerometers acceleration vid varje registrering summerades kumulativt för varje timma och jämfördes med motsvarande timma föregående dygn. Med hjälp av ett gränsvärde har grisningar 16-20 timmar innan grisning kunnat förutses med 100 % sensitivitet och 95 % specificitet. Om resultatet från endast suggorna med strö tog i beaktning blev både sensitiviteten och specificiteten 100 % (Cornou & Lundbye-Christensen, 2012).

En HOBO Pendant G data logger har validerats som aktivitetsmätare för suggor i en tidigare studie av Ringgenberg et al. (2010). Tjugotre suggor användes i studien, två av dem hölls tillsammans i en box och 21 hölls fixerade. Två accelerometrar användes, en fästes på suggans ena bakben och en fästes på ryggen mellan skulderbladen. Informationen från accelerometrarna validerades med hjälp av beteendestudier där suggans ställning registrerades var femte sekund i sex timmar. Ställningarna stå, sitta, ligga ner ventralt och ligga ner lateralt registrerades. En envariabelanalys användes för att identifiera de olika beteendena. Accelerometern på suggans ben användes för att förutse när suggan stod upp och olika dimensioner från accelerometern på suggans rygg användes för att förutse när hon låg lateralt och när hon satt ner. När suggan låg ner ventralt förutsågs genom elimination. När suggan stod upp kunde registreras med störst säkerhet och fick en sensitivitet på 99,5 % och specificitet på 99,7 %. Ligga ventralt fick en sensitivitet på 93,9 % och en specificitet på 91,2 % och ligga lateralt fick en sensitivitet på 91,4 % och en specificitet på 98,2 %. Sensitiviteten för när suggorna satt ner var lägst, 49,5 %, men specificiteten var hög, 99,8 %. Suggor som observerades sitta registrerades i 61,6 % av fallen som att ligga ventralt, vilket gav den så låga säkerheten. Detta berodde till stor del på att accelerometern var fäst på suggans rygg och lutningen mellan när suggan låg ventralt skiljde sig endast ungefär 20 grader från när suggan satt ner. Om informationen från accelerometern på suggans bakben hade använts skulle ställningen förmodligen istället ha misstagits för att ligga ventralt. Många av felklassificeringarna i den här studien härrördes enligt författarna till individuella skillnader mellan suggor, reproduktiva stadier och inhysningssystem.

En accelerometer (HOBO Pendant G data logger) har även validerats för att användas som en stegräknare på suggor. Tio suggor användes i studien och accelerometern fästes på ett bakben. Accelerometern ställdes in på att registrera accelerationen i de tre dimensionerna 15 gånger per sekund för att kunna registrera hela stegrörelsen. Sensitiviteten var hög och 95,1 % av de observerade stegen registrerades korrekt av accelerometern. Felklassificeringarna inträffade främst när suggorna tog längre eller kortare steg än normalt eller när suggorna exempelvis skakade på sig (Ringgenberg et al, 2010).

I en studie har även möjligheten att fästa accelerometern (ZSTAR3, Freescale) i suggans öronmärkning undersökts. Detta gav ett resultat med högre variationer än vid fästning i halsband, förmodligen eftersom öronens position och rörelser inte alltid speglar suggornas aktivitet, exempelvis vid huvudskakningar. Detta gjorde att accelerometers acceleration i de tre dimensionerna inte längre kunde användas på samma sätt som i tidigare studier. En accelerometer fäst i suggans öra kunde snarare

registrera trender i suggans aktivitet istället för distinkta beteenden eller aktivitetsklasser. Kraven på accelerometers stryktålighet poängterades även då accelerometern i vissa fall inte höll när den slog i inredningen (Marchioro et al., 2011).

Accelerometri på andra djurslag

I flera studier har accelerometrar validerats som hält-detektorer på hästar och kor (Scheibe & Gromann, 2006; Pastell et al., 2009; Thomsen et al., 2010). I en studie på mjölkkor fästes en accelerometer på varje ben och kon fick gå en sträcka på 20 meter under tiden mätningarna gjordes. Rörelsemönstret jämfördes mellan friska kor och kor som var halta i ett bakben. Vid analys av informationen från accelerometrarna på kornas bakben kunde det utläsas signifikanta skillnader mellan halta och friska kor. Inga skillnader kunde dock ses i datan från frambenen. Detta beror till största sannolikhet på att hältan hos alla korna satt i ett bakben och betyder att en accelerometer på varje ben skulle krävas för att kunna detektera hältor vid kommersiellt bruk (Pastell et al., 2009). Halta har även analyserats på hästar med hjälp av en accelerometer fäst på hästens ländrygg. Informationen från accelerometern analyserades och jämfördes med visuella bedömningar. Resultaten sammanfattades som mycket goda och totalt 70 % av hältorna kunde detekteras med hjälp av accelerometern (Thomsen et al., 2010). I en studie har även gångart kunnat urskiljas ur datan från accelerometern. Kalvar försågs med en accelerometer på ett bakben och fick gå, trava och galoppa på en fri yta och gångarterna kunde skiljas från varandra med hög säkerhet (de Passille´ et al., 2010).

I ett försök har flera beteenden studerats samtidigt med hjälp av en accelerometer fäst i halsbandet på mjölkkor. Beteendena som studerades var stå, ligga, idissla, äta, gå normalt, gå med halta, lägga sig ner och ställa sig upp. Accelerometern kunde med en sensitivitet på 65 till 80 % skilja de olika beteendena, förutom att lägga sig ner som fick en sensitivitet på 0 %. Detta berodde förmodligen på att rörelsemönstret när kon lade sig ner liknade andra beteenden för mycket. Accelerometern kunde dock med lätthet skilja aktiva från passiva beteenden ur rådatan (Maritskainen et al., 2009). Vid ett annat försök där liggtid och liggintervall mättes av en accelerometer fäst i kalvars halsband kunde 96 % av den totala liggtiden korrekt registreras av accelerometern. Av det totala antalet liggomgångar registrerades 78 % av accelerometern, men den totala liggtiden underskattades av accelerometern hos alla kalvar (Hokkanen et al., 2011).

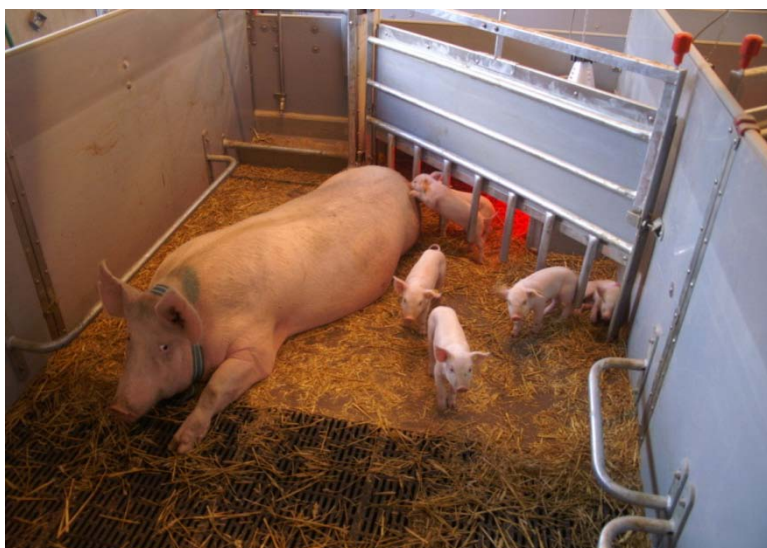
Djurslagsskillnader spelar stor roll vid beteenderegistreringar med hjälp av accelerometri och tekniken måste valideras för varje djurslag för sig. I en studie gjord på hundar upptäcktes stora svårigheter i att skilja mellan passivitet och aktivitet då exempelvis svansviftningar och nosande registrerades som mycket aktiva beteenden (Hansen et al., 2007).

Material och metoder

Djurmaterial och inhysning

Studien utfördes vid SLUs forskningsbesättning Lövsta under mars-april 2012 och var godkänd av Uppsala djurförsöksetiska nämnd, etisk prövning c11/12. Studien utfördes på 12 renrasiga yorkshiregyltor inhysta i konventionella svenska grisningsboxar där djuren går lösa, se figur 1. Grisningsboxarna mätte 195 x 326 cm (6,4 m²) varav 195 x 119 cm (2,3 m²) bestod av spaltgolv av plast med en spaltbredd på 10 mm. Grisningsboxen var försedd med ett avskilt, uppvärmt hörn för smågrisarna samt avbärrör på tre av boxens väggar för att skydda smågrisarna från suggan.

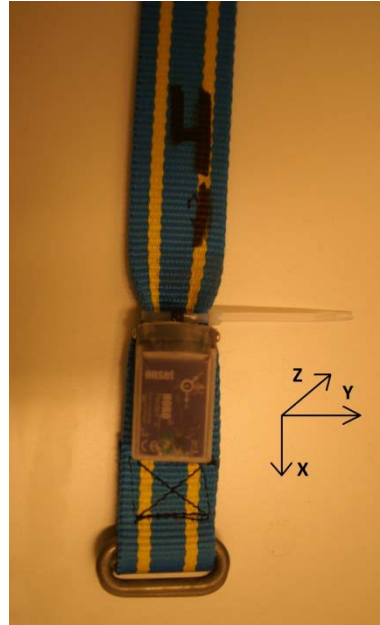
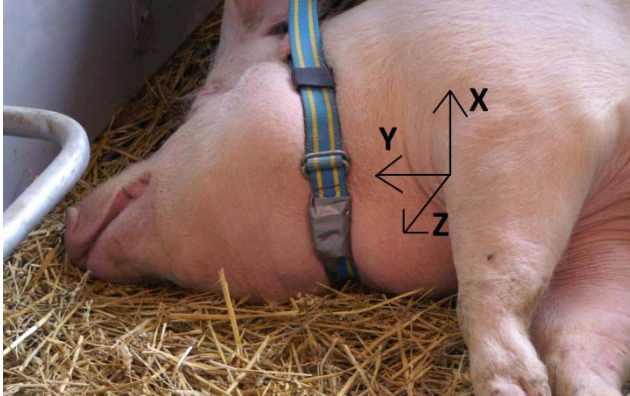
Vid studiens början var gyltorna högdräktiga och beräknades grisa inom en vecka. Nedan benämns gyltorna för enkelhetens skull som suggor. Suggorna utfodrades med foder för digivande suggor enligt svenska utfodringsrekommendationer (Simonsson, 2006). Djuren utfodrades två gånger dagligen, kockan 8.00 och 15.00. Suggorna hade fri tillgång på vatten under hela försöksperioden. Boxarna ströades mellan två och tre gånger dagligen med uppskattningsvis totalt 2 kg långstråig halm och 1 kg hackad halm per dag. Dessutom tilldelades varje sugga ungefär 0,5 kg hö per dag.



Figur 1. En konventionell svensk grisningsbox som användes i studien

Utrustning

Accelerometern fästes på djuren dagtid, se nedan, med hjälp av transponderhalsband som ursprungligen var utvecklade för att användas på mjölkkor. Accelerometern fästes i halsbandet med två buntband och täcktes med silvertejp för att skydda accelerometern från yttre påverkan samt ytterligare stabilisera infästningen på halsbandet. Silvertejpen skyddade även suggan och smågrisarna från vassa kanter på utrustningen. För att resultatet från accelerometrarna skulle kunna jämföras fästes accelerometrarna på exakt samma sätt med sin x-dimension och y-dimension vågrätt och sin z-dimension lodrätt mot marken på en stående sugga, se figur 2 och 3. Accelerometern placerades centralt under suggans haka enligt figur 2.



Figur 2 och 3: Accelerometers position på suggan samt infäste på halsbandet inklusive accelerometers tre dimensioner.

HOBO Pendant G data logger

En accelerometer från Onset Computer Cooperation användes i studien. Accelerometern HOBO Pendant G data logger mäter sin acceleration i tre dimensioner: x, y z inom spannet $\pm 29,4 \text{ m/s}^2$ med en precision på $\pm 1,03 \text{ m/s}^2$ och en upplösning på $0,245 \text{ m/s}^2$. Loggern kan ställas in för att registrera sin position mellan var 0,01 sekund till var 18 timme beroende på vad som önskas. Loggern mäter $58 \times 33 \times 23 \text{ mm}$ och väger 18 gram. Minnet är 64 Kbyte stort (Hemsida: onset®). För registrering var 5 sekund räcker minnet för registrering i 32 timmar och för registrering var 0,1 sekund räcker minnet i 1 timma och 50 minuter (Ringgenberg et al., 2010).

Försöksdesign

Studien genomfördes i två grisningsomgångar. Varje omgång studerades i två veckor med en veckas mellanrum. Ungefär en vecka före beräknad grisning flyttades suggorna till enskilda grisningsboxar i grisningsavdelningen. Sex suggor valdes ut i varje omgång. Studien började som tidigast dagen efter att suggorna flyttades från lösdriften till grisningsboxarna för att de skulle få en chans att akklimatisera sig till miljön. Studien började senast fyra dagar innan beräknat grisningsdatum och pågick varje vardag i två veckor från och med första registreringsdag.

Första dagen i studien försågs suggorna med halsband senast en halvtimme innan registreringarnas början klockan 9.00, övriga dagar försågs suggorna med halsband senast tio minuter innan registreringarnas början. Registeringarna pågick sex timmar per dag, mellan klockan 9.00 och 15.00 under totalt tio dagar per grisningsomgång. Efter varje avslutad registreringsperiod togs halsbanden av över natten för att sättas på igen följande morgon.

Accelerometern ställdes in för att mäta accelerationen i de tre dimensionerna varannan sekund. Efter varje avslutad registreringsdag tömdes accelerometern på information eftersom lagringskapaciteten var begränsad. Med hjälp av en inbyggd timer ställdes accelerometern in på att börja registrera igen klockan 9.00 följande dag.

Grisningsdag noterades för alla suggor. Vid de tillfällen då ingen var närvarande vid grisningarna uppskattades grisningstidpunkten och grisningsdatumet bestämdes till dagen smågrisarna registrerats av stallpersonalen.

Beteendestudier

Under försökets gång utfördes visuella beteendeobservationer för att kunna validera accelerometerns förmåga att skilja mellan de olika beteendena i studien. Beteendeobservationerna utfördes på två suggor åt gången och nya suggor valdes ut på morgonen varje dag. Vid val av vilka suggor som skulle studeras strävades det efter att ha så jämn fördelning av suggor samt dräktighets- och laktationsstadier som möjligt. För att kunna studera så onyanserade beteenden som möjligt genomfördes inte beteendestudier på suggor som uppenbart förberedde sig inför grisning eller hade grisat dagen eller natten innan observationsdagen. Beteendestudierna pågick mellan klockan 9.00 och 9.50, 10.00 och 10.50, 13.00 och 13.50 och 14.00 och 14.50 varje dag. För att minimera risken för att suggorna skulle påverkas av observatörens närvaro var denne på plats vid boxarna som skulle observeras minst tio minuter innan observationerna började.

Under beteendeobservationerna noterades beteendena stå, sitta, ligga ventralt, ligga lateralt på vänster sida samt ligga lateralt på höger sida var 30:e sekund i protokollet i bilaga 1. Beteendena registrerades enligt etogrammet i tabell 1. En gång per dag överfördes resultatet i protokollet till ett excel-dokument där resultatet från alla beteendestudier samlades.

Tabell 1: Etogram över beteenden som registrerades med 30-sekundersintervall

Beteende	Beskrivning
Stå	Står med alla klövarna i golvet. Inkluderar när djuret förflyttar sig
Sitta	Sitter ner med bakdelen och framklövarna i golvet
Ligga ventralt	Ligger på magen med benen under sig och hakan i golvet
Ligga lateralt vänster	Ligger på vänster sida med bogen och kinden i golvet, alla klövar och juvret synligt
Ligga lateralt höger	Ligger på höger sida med bogen och kinden i golvet, alla klövar och juvret synligt

Statistisk analys

För att analysera resultatet användes programpaketet SAS 9.2 (Statistical Analysis System) (Hemsida: SAS®). Registreringarna från accelerometern sparades i textfiler och observationerna från beteendestudierna sparades i excel-format innan de konverterades till SAS-format.

Accelerometerns förmåga att skilja mellan beteenden

För att validera accelerometerns förmåga att registrera de olika beteendena kombinerades informationen från accelerometern och beteendestudierna. Accelerationen i accelerometerns tre dimensioner parades ihop med motsvarande observationer från beteendestudien. Överflödiga data rensades bort så att endast information om suggans position var 30:e sekund inkluderades i analysen.

För att validera HOBOPendant G data loggers förmåga att skilja mellan när suggan stod upp, satt ner, låg ventralt samt låg lateralt på höger och vänster sida gjordes en diskriminantanalys med hjälp av funktionen PROC DISCRIM i SAS. Som CLASS, vilket bestämmer vilka klasser som ska definieras, sattes de olika beteendena och som VAR, vilket bestämmer vilka kvantitativa variabler som ska analyseras, angavs dimensionerna x, y och z. Frekvensen av de skattade beteendena sattes till att vara proportionella till de observerade beteendena eftersom de observerade beteendena var ojämnt fördelade. SAS sätter utefter dessa kommandon upp kriterier för hur variablerna förhåller sig emot varandra vid de olika klasserna och formulerar en algoritm som definierar de olika klasserna. Algoritmen testas sedan mot datasetet för att få frekvensen av korrekt klassificerade och felaktigt klassificerade beteenden. Utifrån resultatet från diskriminantanalysen beräknades sensitiviteten och specificiteten för varje enskilt beteende enligt formlerna under "Utvärdering av resultatet" nedan.

Accelerometern som aktivitetsmätare

All information från accelerometerns registreringar varannan sekund under sex timmar per sugga och dag i tio dagar användes i analysen av suggornas aktivitetsnivåer.

Suggornas aktivitetsnivåer beräknades i SAS genom att för varje dimension beräkna differensen mellan varje tidpunkts acceleration och föregående tidpunkts acceleration. För varje tidpunkt summerades sedan absolutvärdet av de tre dimensionernas differenser vilket gav den beräknade aktiviteten för tidpunkten. Nedan följer ett exempel på beräkningen av differensen mellan tidpunkt 2 och tidpunkt 1:

$$x_2 - x_1 = x_{21}$$

$$y_2 - y_1 = y_{21}$$

$$z_2 - z_1 = z_{21}$$

$$|x_{21}| + |y_{21}| + |z_{21}| = \text{aktivitet}_{21}$$

För att beräkna aktivitetsnivåerna över tid summerades differenserna för varje sugga per timme och dag. Differenserna plottades även mot tid för att grafiskt kunna bedöma suggornas aktivitet.

Varje enskild suggas grisningsdag sattes i analysen som dag 0. Registreringar från 9 och 10 dagar före grisning summerades och kallades dag ≥ 9 före grisning. Medelaktiviteten för alla suggor beräknades för de olika dagarna i förhållande till grisning. Två variansanalyser gjordes sedan i SAS med hjälp av funktionen PROC GLM där effekterna av sugga, dag i förhållande till grisning och timme inkluderades i den statistiska modellen. I den ena analysen jämfördes alla dagarna, från dag ≥ 9 dagar före grisning till 9 dagar efter grisning och i den andra analysen jämfördes endast dagarna från 3 dagar före grisning fram till grisningsdagen.

Accelerometerns förmåga att upptäcka enskilda suggor som förberedde sig inför grisning undersöktes genom att jämföra suggans aktivitet en och två dagar före grisning, en och tre dagar före grisning samt två och tre dagar före grisning. Detta gjordes för alla suggor och om aktiviteten var mer än 50 % högre än föregående dag pekade formeln ut suggan som att hon gjorde sig redo för att grisa. Sensitiviteten beräknades sedan för hand med hjälp av formeln under "Utvärdering av resultaten" nedan.

Utvärdering av resultatet

Resultatet utvärderades genom att beräkna sensitivitet och specificitet. Sensitiviteten är sannolikheten att mätinstrumentet korrekt registrerar ett beteende som djuren i verkligheten utför, beteendet kan betecknas "sant positivt" (SP). Matematiskt kan sensitiviteten uttryckas som förhållandet mellan frekvensen av SP och frekvensen av "falskt negativt" (FN); beteenden som registreras som negativa när djuren i verkligheten utför beteendet:

$$\text{Sensitivitet} = \frac{SP}{(SP+FN)}$$

Specificitet är motsatsen till sensitivitet, det vill säga sannolikheten att ett beteende registreras som negativt då djuren inte utför det. Beteendet kan betecknas som "sant negativt" (SN). Matematiskt kan specificiteten betecknas som förhållandet mellan SN och frekvensen av "falskt positivt" (FP) vilket är beteenden som registreras som positiva när djuren i verkligheten inte utför beteendet:

$$\text{Specificitet} = \frac{SN}{(SN+FP)} \quad (\text{Cornou, 2006}).$$

Resultat

Suggor

Ingen sugga reagerade negativt på halsbanden och väldigt kort invänjningsperiod krävdes. Vissa suggor fick dock en rodnad i nacken efter de första dagarna och i vissa fall uppstod små skavsår av halsbandet. Detta motverkades under studiens gång med hjälp av salva och skyddande överdrag. Skavsåren och rodnaderna läkte och blev bättre ju längre tid in i varje omgång studien pågick vilket tydde på att de vande sig vid halsbanden och att det inte skulle vara några problem vid långvarig användning.

Suggorna avvande mellan 5 och 15 smågrisar var med ett medelvärde på 10,5 smågrisar och en standardavvikelse på 2,68 smågrisar. Medelvärdet för antalet dödfödda smågrisar var 2,83 dödfödda smågrisar per kull vilket innebär 19,7 % dödfödda smågrisar. Eftersom en kull hade elva dödfödda smågrisar höjde det medeltalet något, räknades den kullen bort blev medelvärdet 2,01 dödfödda smågrisar per kull vilket blir en dödlighet på 15,2 %. Dödligheten från födsel till fem veckors ålder var i medeltal 1,08 smågrisar per kull vilket blir en dödlighet på 9,4 %.

Informationsmängd

Under beteendestudierna observerades två suggor per dag under sammanlagt 3 timmar och 20 minuter per sugga. På grund av tekniska problem saknades totalt 2 timmars registreringar från accelerometern den första dagen. Detta ger sammanlagt 124 timmar och 40 minuters beteendestudier under 20 observationsdagar. Data från tolv suggor användes i valideringen av accelerometerns förmåga att skilja mellan beteenden. En sugga observerades 8 x 50 minuter, åtta suggor observerades 12 x 50 minuter och tre suggor observerades 16 x 50 minuter. Dessa data, tillsammans med motsvarande data från accelerometern användes för att validera metodiken för att skilja mellan olika beteenden.

Vid studien av grisarnas aktivitetsnivå användes all data från accelerometern vilket blir totalt sex timmar per dag i tio dagar för varje sugga. Detta ger totalt 60 timmars registreringar per sugga. En sugga togs ur denna del av studien på grund av rörelsestörningar och totalt åtta timmars registreringar fick även uteslutas på grund av tekniska problem. Detta lämnade totalt 652 timmars registreringar på elva suggor. Med avläsning varannan sekund blev det totala antalet punktregistreringar som kunde tas med till analyserna 1 270 798 stycken.

Till analysen av den individuella aktivitetshöjningen före grisning kunde endast åtta av elva suggor användas i jämförelsen mellan en dag före och två dagar före grisning, tre av elva suggor kunde användas i jämförelsen mellan en dag och tre dagar före grisning och sex av elva suggor användas i jämförelsen mellan två och tre dagar före grisning. Detta berodde på att registreringar från vissa dagar saknades eftersom registreringar inte gjordes under helgen eller eftersom några suggor grisade inom tre dagar från studiens början.

Mätresultat

Accelerometerns förmåga att skilja mellan beteenden

I tabell 2 visas antalet observerade beteenden, antalet registrerade beteenden samt antalet korrekt klassificerade beteenden. Accelerometern underskattade främst förekomsten av beteendet "sitta" och överskattade främst förekomsten av beteendet

”ligga ventralt”. Detta kan till viss del bero på att accelerometern misstolkade beteendet ”sitta” i stor utsträckning som att ”ligga ventralt”. Tabellen nedan visar även antalet beteenden som klassificerades korrekt, det vill säga som när accelerometern tolkade att suggan utförde ett beteende som hon även i verkligheten utförde. När det gäller exempelvis beteendet ”stå” stämmer förekomsten av de observerade och de skattade beteendena i stort sett överrens, men när antalet korrekt klassificerade av beteendet ”stå” undersöks syns det att endast ungefär 60 % av de skattade beteendena är korrekt klassificerade. Att antalet korrekt klassificerade beteenden var så pass lågt har en stor påverkan på accelerometerns beräknade sensitivitet.

Tabell 2. Antalet observerade, skattade och korrekt klassificerade beteenden

	Lateral H	Lateral V	Sitta	Stå	Vental	Totalt
Observerade	3418	3275	562	4474	3918	15649
Skattade	3207	3147	57	4694	4550	15649
Korrekt klassificerade	2478	2724	15	2941	2309	10467

Sensitiviteten, det vill säga frekvensen av sanna positiva utfall, för de olika beteendena varierade mellan 2,67 % och 83,18 %, se tabell 3. Beteendet ligga lateralt kunde med högst säkerhet urskiljas, med 72,5 % respektive 83,18 % för höger respektive vänster sida, medan beteendet sitta fick den absolut lägsta sensitiviteten på 2,67 %.

Specificiteten, det vill säga frekvensen av sanna negativa utfall, blev mycket hög för beteendena sitta och ligga lateralt på höger och vänster sida där beteendet sitta fick högst specificitet på 99,7 %. Beteendena stå och ligga ventralt fick något lägre specificiteter, se tabell 3.

Tabell 3. Accelerometerns sensitivitet och specificitet för de olika beteendena. Lateral H betyder ligga lateralt på höger sida och lateral V betyder ligga lateralt på vänster sida

	Lateral H	Lateral V	Sitta	Stå	Vental
Sensitivitet	72,5 %	83,18 %	2,67 %	65,74 %	58,93 %
Specificitet	94,4 %	96,7 %	99,7 %	86,4 %	84,0 %

De största felklassificeringarna som accelerometern gjorde var att beteendet sitta i stor utsträckning tolkades som att suggan stod eller låg ventralt, att beteendet stå tolkades som att suggan låg ventralt samt att när suggan låg ventralt tolkades som att hon stod upp. I tabell 4 visas accelerometerns skattade beteenden lodrätt i tabellen och de observerade beteendena vågrätt i tabellen. Värdena uttryckt i procent är andelen av de observerade beteendena som felklassificerats som något av de andra beteendena av accelerometern. Exempelvis klassificerades 67,76 % av de observerade tillfällena som suggorna satt ner och 28,21 % av tillfällena som suggorna stod upp som att de låg ner ventralt.

Tabell 4. Accelerometerns felklassificeringar. Tabellen visar frekvensen av felklassificeringarna i procent, samt mellan vilka beteenden som felklassificeringarna skedde.

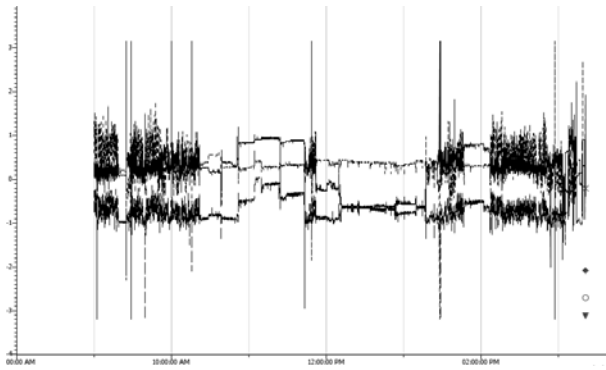
		Skattade beteenden				
		Lateral H	Lateral V	Sitta	Stå	Ventral
Observerade beteenden	Lateral H		4,04 %	0,06 %	8,86 %	14,45 %
	Lateral V	5,47 %		0,06 %	8,79 %	2,50 %
	Sitta	5,52 %	5,16 %		16,90 %	67,76 %
	Stå	3,91 %	1,81 %	0,34 %		28,21 %
	Ventral	8,78 %	4,47 %	0,59 %	27,23 %	

Accelerometern som aktivitetsmätare

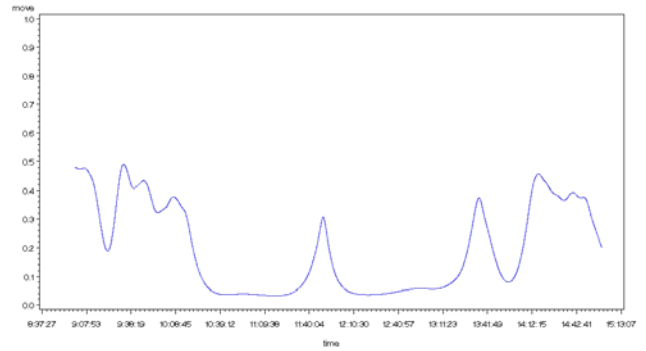
Suggornas aktivitet kunde med lätthet ses redan i rådatan från accelerometern. Figur 4a, 5a, 6a och 7a visar accelerationen i accelerometerns tre dimensioner från tre dagar före grisning till dagen efter grisning. Accelerationen är plottad mot tid där y-dimensionen visar accelerationen i m/s^2 och x-dimensionen visar tiden från klockan 9.00 till 15.00 som studerades. Aktiva perioder utmärker sig av mörkare partier med stor variation i y-led medan passiva perioder utmärker sig av mer eller mindre vågräta streck. Under de passiva perioderna kan de tre dimensionerna, x, y och z lätt urskiljas. Den mittersta linjen som ligger längsmed $0 m/s^2$ motsvarar den dimensionen som förhåller sig vågrätt mot golvet och är på så sätt neutral medan linjerna över och under denna ligger mer eller mindre lodrätt mot golvet.

Figur 4b, 5b, 6b och 7b visar en suggas beräknade aktivitet från tre dagar före grisning till dagen efter grisning, där differenserna mellan de tre dimensionernas acceleration mellan en tidpunkt och nästa har summerats för varje tidpunkt. Aktiviteten, som visas på y-dimensionen är plottad mot tiden mellan 9.00 och 15.00, vilket visas på x-dimensionen.

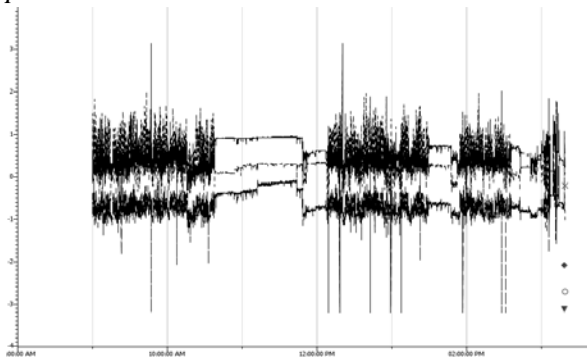
Vid en visuell jämförelse mellan figur 4a, 5a, 6a och 7a respektive figur 4b, 5b, 6b och 7b kan en tydlig aktivitetshöjning ses på figur 6a och 6b, vilket representerar aktiviteten dagen före grisning.



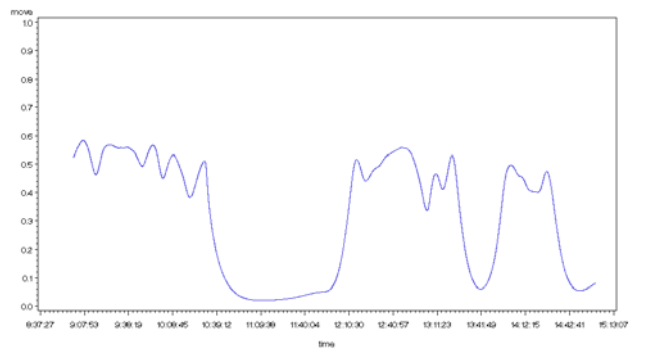
Figur 4a. Rådatan av en suggas aktivitet tre dagar före grisning där accelerationen i de tre dimensionerna är plottade mot tid.



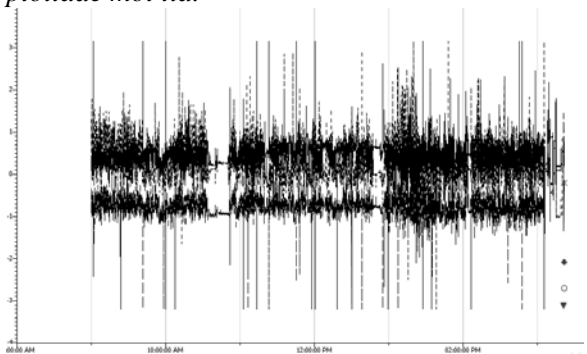
Figur 4b. Den beräknade aktiviteten plottad mot tid för en sugga tre dagar före grisning.



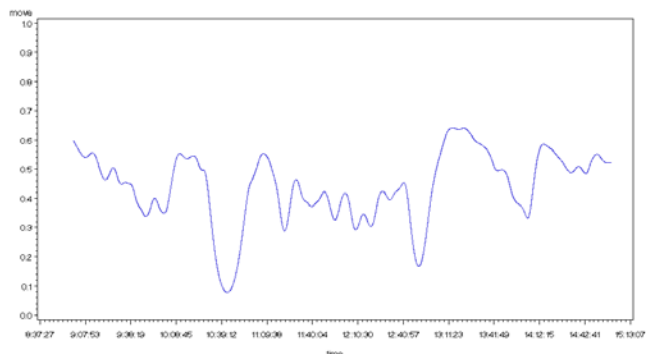
Figur 5a. Rådatan av en suggas aktivitet två dagar före grisning där accelerationen i de tre dimensionerna är plottade mot tid.



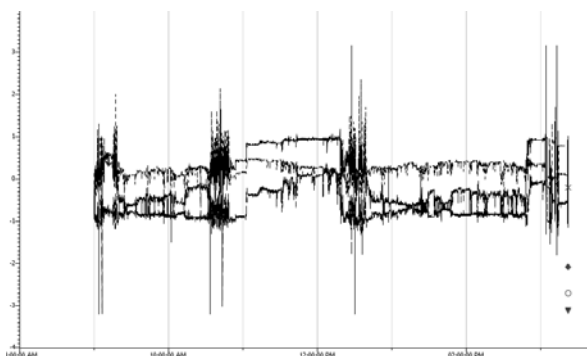
Figur 5b. Den beräknade aktiviteten plottad mot tid för en sugga två dagar före grisning.



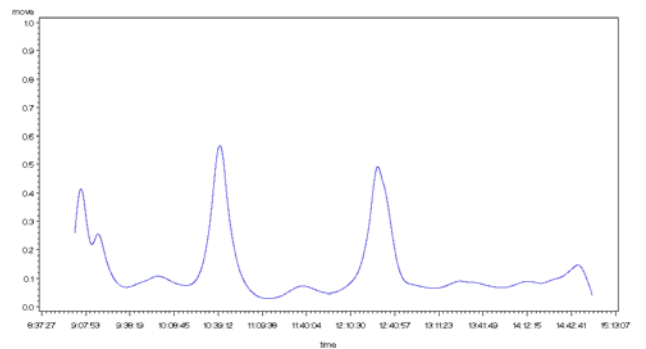
Figur 6a. Rådatan av en suggas aktivitet dagen före grisning där accelerationen i de tre dimensionerna är plottade mot tid.



Figur 6b. Den beräknade aktiviteten plottad mot tid för en sugga dagen före grisning.

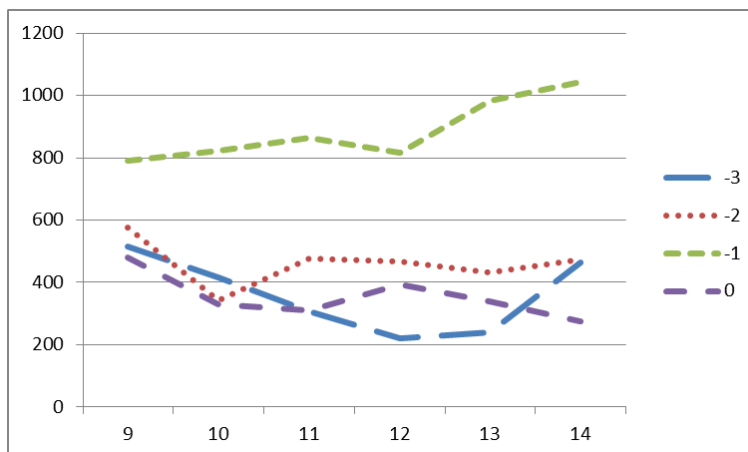


Figur 7a. Rådatan av en suggas aktivitet dagen efter grisning där accelerationen i de tre dimensionerna är plottade mot tid.



Figur 7b. Den beräknade aktiviteten plottad mot tid för en sugga dagen efter grisning.

Aktivitetsnivån dagen före grisning skiljde sig signifikant ($p < 0,0001$) från samtliga dagar när alla suggors beräknade aktivitetsnivåer räknades samman. I figur 8 visas en jämförelse i aktivitet mellan en, två och tre dagar innan grisning samt grisningsdagen.



Figur 8: En suggas aktivitet från tre dagar före grisning fram till grisningsdagen. Linjen för "0" representerar aktiviteten från klockan 9.00–15.00 på grisningsdagen och "-1" till "-3" representerar aktiviteten från 9.00–15.00 olika dagar före grisning. Y-dimensionens skala ger endast en indikation på aktivitetens intensitet.

Accelerometerns förmåga att förutse enskilda grisningar med hjälp av ett tröskelvärde visas i tabell 5. Tröskelvärdet sattes till en 50 procentig aktivitetsökning mellan dagarna som jämfördes. Olika dagar i förhållande till grisningen jämfördes för att undersöka när en grisning lättast kunde förutses. Tabellen visar även antalet grisningar som varje jämförelse baserades på. Beräkningen av sensitiviteten baserades på endast ett fåtal av grisningarna i försöket vilket gjorde att endast en felbedömning orsakade en hög sensitivitetssänkning. Resultatet betyder att exempelvis 83,3 % av grisningarna kunde förutsägas redan två dagar före grisning och att 87,5 % av grisningarna kunde förutsägas dagen före grisning.

Tabell 5. Sensitiviteten för accelerometern som grisningsdetektor. Kolumnen "-1 vs. -2" visar resultatet för jämförelsen mellan aktiviteten en dag före grisning med aktiviteten två dagar före grisning, kolumnen "-1 vs. -3" visar resultatet för jämförelsen mellan aktiviteten en dag före grisning med aktiviteten tre dagar före grisning och kolumnen "-2 vs. -3" visar resultatet för jämförelsen mellan aktiviteten två dagar före grisning med aktiviteten tre dagar före grisning

Jämförelse mellan dagar			
	-1 vs. -2	-1 vs. -3	-2 vs. -3
Sensitivitet	87,5 %	66,7 %	83,3 %
Antal grisningar	8	3	6

Diskussion

Det finns många användningsområden för en validerad, väl fungerande beteende- och aktivitetsmätare inom grisproduktionen. Vid ren aktivitetsmätning skulle grisningar kunna förutsägas och därmed lättare kunna övervakas. Andra användningsområden, som inte har undersökts här, skulle kunna vara att upptäcka exempelvis brunster och sjuka djur. Aktivitetsnivåer skulle även kunna användas för att utvärdera nya system, där till exempel stressrelaterad aktivitet eller effekten av olika berikningar i miljön kan mätas. En aktivitetsmätare som kan urskilja enskilda beteenden skulle vara mer till nytta inom exempelvis forskning och avelsvärdering. Suggornas modersegenskaper skulle kunna utvärderas utifrån vilka beteenden som utförs och på så sätt peka ut suggor som har högre risk att skada sina smågrisar. Om mer förfinade beteenden som digivning skulle kunna registreras skulle även det kunna användas i utvärderingen av suggans kvaliteter som mor. En aktivitetsmätare som kan urskilja enskilda beteenden skulle även kunna användas när det gäller att utvärdera suggors hälsa, det skulle exempelvis vara till stor hjälp för att upptäcka hältor. Ett ytterligare användningsområde skulle kunna vara forskning om bogsårs uppkomst där registrering av suggornas liggställningar kan vara intressant.

Tidigare studier med accelerometri på andra djurslag har med hög sensitivitet och specificitet kunnat urskilja aktivitetsnivåer och olika beteenden (Scheibe & Gromann, 2006; Martiskainen et al., 2009; Moerau et al., 2009; Pastell et al., 2009; Ledgerwood et al., 2010; de Pastillé et al., 2010; Thomsen et al., 2010; Blomberg, 2011). Den stora variationen i användningsområden som validerats med goda resultat visar att accelerometerns potential som aktivitetsmätare i många olika sammanhang även inom grisproduktionen skulle kunna vara stor.

Metod

I den här studien valdes placering av accelerometern i ett halsband runt suggans hals eftersom det upplevdes ha en mindre påverkan på suggan än alternativet, att fästa accelerometern i ett band kring suggans ben. I studien av Ringgenberg et al. (2010) där accelerometern bland annat fästes på ett bakben upplevdes fyra timmars invänjningstid som för kort för suggorna då de fortfarande reagerade på utrustningen vid registreringarnas början.

Anledningen till att en så kort registreringsperiod användes i den här studien, endast sex timmar per dygn och endast på vardagar, var dels mängden arbete som hade krävts vid längre registreringsperioder och dels risken för djuren att bära utrustningen på sig dygnet runt.

Accelerometerns förmåga att skilja mellan beteenden

Accelerometerns förmåga att skilja mellan olika beteenden varierade. Förmågan att urskilja när suggan stod upp och låg ventralt hade ganska låg sensitivitet och förmågan att urskilja när suggan satt ner fick mycket låg sensitivitet. Förmågan att urskilja när suggan låg lateralt på höger sida och lateralt på vänster fick dock högre sensitiviteter. Den största orsaken till att stå, sitta och ligga ventralt fick såpass låga sensitiviteter är förmodligen att beteendena som observerades är väldigt lika varandra för accelerometern. Skillnaderna i accelerometerns lutning och läge blev så små att signalerna från accelerometern tolkas som samma beteende. Accelerometern överskattade främst i vilken frekvens suggan låg ventralt. Den största felklassificeringen var att accelerometern i 67,76 % av fallen registrerade beteendet ligga ventralt när suggan i själva verket satt ner. Beteendet att sitta fick lägst sensitivitet, endast 2,67 %,

vilket betyder att accelerometern endast i 2,67 % av fallen kunde klassificera beteendet sitta korrekt. Detta beteende underskattades även grovt av accelerometern. Detta kan ha att göra med att antalet observationer för detta beteende var väldigt få. Väldigt få beteenden felklassificerades som "sitta". Ligga lateralt på höger och vänster sida fick de högsta sensitiviteterna. Detta beror med största sannolikhet på att dessa skiljer sig mest från övriga beteenden då accelerometern förhåller sig vågrätt i x-led när suggan ligger ventralt, står och sitter, medan den förhåller sig lodrätt i x-led när suggan ligger lateralt, se figur 1 och 2.

Specificiteten för de olika beteendena blev, i jämförelse med sensitiviteten, väldigt hög. Detta betyder att det exempelvis lätt kan uteslutas att suggan gjort det ena eller det andra beteendet. I det här fallet hade en hög sensitivitet varit till mer nytta än en hög specificitet, då frekvensen av olika beteenden ofta är mer intressant.

Sensitiviteten och specificiteten i den här studien ligger i nivå med tidigare liknande studier som undersökt lika många beteenden och fäst accelerometern i suggans halsband (Cornou et al., 2008; Cornou & Lundbye-Christensen, 2010). Även dessa studier har haft problem med att accelerometern inte kan urskilja vissa beteenden. Det är ofta ligga lateralt som får högst sensitivitet och beteenden som liknar ligga ventralt som får lägst sensitivitet, i linje med den aktuella studien. I studierna av Cornou et al. (2008) och Cornou & Lundbye-Christensen (2010) hade accelerometern störst problem med att skilja beteenden som att böka och att gå. Detta beror till stor sannolikhet på att de ofta utför båda beteendena samtidigt. Detta är inte fallen vid felklassificeringarna i vårt fall då endast ett beteende i taget har studerats. I senare studier har registrering av specifika beteenden helt frångåtts och istället har aktivitetsnivåer och liggställning studerats (Cornou & Lundbye-Christensen, 2010; Cornou et al., 2011). På så sätt har sensitiviteten blivit avsevärt högre. Nackdelen med att endast använda tröskelvärden för aktivitet istället för att klassificera varje enskilt beteende är att användningsområdena blir färre. Genom att behålla de olika liggställningarna kan dock beteenden som till exempel digivning studeras.

I en studie av Ringgenberg et al. (2010) har accelerometern fått mycket högre sensitiviteter för stå, ligga lateralt och ligga ventralt än i denna studie. Den största skillnaden här är att Ringgenberg et al. (2010) använt två accelerometrar per djur, de fäste en accelerometer på ett bakben och en på ryggen av suggan. Accelerometers placering har i andra studier visat sig ha en stor betydelse för resultatet (Hansen et al., 2006; Moreau et al., 2009; Ledgerwood et al., 2010). I studien av Ringgenberg et al. (2010) var exempelvis sensitiviteten för när suggan stod väldigt hög tack vare att accelerometern var fäst på ett ben. En annan skillnad var att både utslagen från de två accelerometrarna samt de tre olika dimensionerna från accelerometrarna hanterades var för sig i en envariabelanalys. Detta betyder att varje enskilt beteende har definierats av accelerationen i en enda dimension. Detta har även medfört att beteendet ligga ventralt kunde urskiljas genom elimination.

Att använda en accelerometer eller en dimension av en accelerometer för varje beteende skulle alltså kunna ha stora fördelar. Både Ringgenberg et al. (2010) och Cornou & Lundbye-Christensen (2008) har utvärderat en envariabelanalys och fått bättre resultat när det gäller att registrera enskilda enkla beteenden än vid flervariabelanalyser i andra studier. För att skilja mellan beteendena stå, ligga ventralt och ligga lateralt skulle det dock kunna räcka att använda en accelerometer, vilken exempelvis kunde fästas på suggans bakben. Genom att använda tröskelvärden för lutningen i en dimension per

beteende skulle på så sätt all tillgänglig information från accelerometern kunna användas. För beteendet stå skulle då accelerometern förhålla sig lodrätt i x-led mot marken, för beteendet ligga ventralt lodrätt i y-led och för beteendet ligga lateralt lodrätt i z-led.

En ytterligare orsak till att sensitiviteten för accelerometerns förmåga att urskilja olika beteenden i denna studie inte blev särskilt hög kan vara valet av djurmaterial att validera accelerometern på. Det optimala hade varit om valideringen av accelerometerns förmåga att skilja olika beteenden hade skett på djur som påverkats av så få yttre faktorer som möjligt. I det här fallet studerades beteendena i en tvåveckorsperiod kring grisningen. Även om beteendeobservationer dagarna kring just grisningen undveks så har suggornas beteende ändå påverkats av smågrisarnas närvaro. Ju äldre smågrisar är desto mer interagerar suggorna med smågrisarna vilket kan ge otydliga beteenderegistreringar. Detta ger en högre variation inom varje enskilt beteende vilket gör det svårt för accelerometern att definiera beteendena korrekt.

Accelerometern som aktivitetsmätare

När medelvärdena i aktivitet per dag för alla suggorna beräknades kunde accelerometern med lätthet urskilja den aktivitetshöjning som suggan hade dagen före grisning från övriga dagar i studien. Detta gällde både i jämförelsen där alla dagar från ≥ 9 dagar före grisning till 9 dagar efter grisning användes och där dagarna mellan tre dagar innan grisning fram till grisningsdagen användes. I jämförelsen där alla dagar räknades med kunde även en något mindre aktivitetshöjning ses två dagar före grisning. Detta är ett mycket lovande resultat och ju tidigare en stundande grisning kan upptäckas desto bättre. Resultatet från jämförelsen där endast tre dagar före grisningen fram till grisningsdagen analyserades kan dock klassas som mer trovärdigt eftersom aktivitet från flera suggor saknades dagarna långt ifrån grisning i jämförelsen med alla dagar inräknade.

Vid beräkning av accelerometerns sensitivitet för att upptäcka grisningar var resultatet också mycket lovande. Då varje sensitivitet baseras på så få grisningar resulterar endast en missad grisning, vilket gäller i alla jämförelser gjorda i den här studien, i en mycket hög sänkning av sensitiviteten. Vid jämförelsen av aktivitetsnivån tre dagar före grisning med en dag före grisning erhöles den lägsta sensitiviteten. Detta beror i det här fallet på att analysen endast baserades på tre grisningar, varav en inte upptäcktes. Sensitiviteten borde rimligtvis vara högst för jämförelsen mellan tre dagar före grisning och en dag före grisning då skillnaden i aktivitet i verkligheten var större än skillnaden mellan två dagar före grisning och en dag före grisning. Om analysen baserats på flera grisningar skulle sensitiviteten förmodligen varit högre. Cornou & Lundbye-Christensen (2012) som använde en liknande metod för att upptäcka grisningar studerades 19 grisningar och de fick mycket höga sensitiviteter och specificiteter på upp till 100 %.

Sensitiviteten för aktivitetsökningen före grisning hade troligtvis även varit högre och säkrare om registrering skett dygnet runt som i studien av Cornou & Lundbye-Christensen (2012). I den här studien blir variationen i aktivitetsökning före grisning mellan de olika suggorna väldigt stor eftersom alla grisade vid olika tidpunkter i förhållandet till dygnets registreringsperiod. Eftersom mätningarna endast utfördes sex timmar om dagen är variationen stor i hur långt suggorna har till grisning vid registreringsperiodens slut. Vissa suggor grisade tidigt på kvällen och en del tidigt på morgonen, men mätningen som avslutades klockan 15.00 räknades i båda fallen som "dagen före grisning". En sugga grisade även mitt på dagen och resultatet för henne

blev då missvisande eftersom hon var som mest aktiv på grisningsdagen. Eftersom alla andra grisade på natten räknades dagen efter grisningen som grisningsdagen. Dagen efter grinsing var normalt den minst aktiva dagen i spannet kring grinsingen som studerades. Eftersom aktivitethöjningen normalt börjar 24 timmar innan grisning (Jensen et al., 1993; Damm et al., 2003) är det dock möjligt att upptäcka alla grisningar även om registreringarna endast sker sex timmar om dagen. Aktivitethöjningens grad kan dock skilja beroende på hur långt det är kvar till grisning, vilket kan göra det svårt att sätta ett pålitligt gränsvärde.

Det finns fördelar med att använda mycket information vid registrering av aktivitet. En flervariabelanalys där accelerometerns alla tre dimensioner tas med i analyserna tar med information om rörelser i alla riktningar och ju mer information desto högre sensitivitet eftersom det endast är själva rörelserna och inga detaljer som ska registreras. En helt annan, enklare metod att definiera aktivitethöjningen i samband med grisning skulle dock kunna vara att jämföra hur mycket suggan går och står upp. I studien av Ringgenberg et al. (2010) kunde accelerometern med lätthet avgöra när suggan stod upp endast med hjälp av x-dimensionen. De allra flesta beteendena som är associerade med att suggan förbereder sig för grisning förutsätter att suggan står upp (Jensen et al., 1993). Detta skulle kunna vara ett enklare sätt att använda tekniken på. Det skulle även minska datamängden vilket skulle underlätta datahanteringen vid överföring av data i realtid på besättningsnivå (Marchioro et al., 2011).

Praktisk användning

Skillnaden mellan konventionell svensk grisproduktion och grisproduktionen i många andra länder gör en enskild validering av tekniken nödvändig. De största skillnaderna är den långa traditionen av att hålla suggorna lösgående, både under sintiden och under grisningen och laktationen. Detta innebär att beteendena och aktiviteten visar sig på olika sätt än när suggorna hålls fixerade (Thodberg et al., 2002a; Damm et al., 2003). I studien av Ringgenberg et al. (2010) där en accelerometer validerades på både fixerade suggor och lösgående suggor kunde exempelvis skillnader ses i suggornas liggställningar. Att använda den här typen av utrustning på djur i lösgående system ställer även högre krav på utrustningens hållbarhet. Smågrisarna hålls även tillsammans med suggan under en längre tid i Sverige jämfört med exempelvis Europa, vilket gör hållbarheten av utrustningen till en mycket viktig faktor.

För att kunna använda denna typ av aktivitetsmätning för att förutsäga grisningstidpunkten i praktisk svensk produktion krävs det även ytterligare tekniska lösningar. Det skulle exempelvis vara mer praktiskt att ha accelerometrarna på djuren dygnet runt än endast några fåtal timmar. Den totala aktiviteten för varje dygn eller exempelvis för varje tre timmarsperiod skulle då kunna summeras och jämföras med summan av aktiviteten föregående dygn eller motsvarande tre timmar föregående dygn. Jämförelsen mellan tretimmarsperioderna skulle då ske kontinuerligt under hela dygnet och inte endast under en fast period varje dygn som i den aktuella studien. Att jämföra med motsvarande tre timmar föregående dygn istället för endast föregående tre timmar är nödvändigt för att undvika att naturliga variationer såsom dygnsrhythmer eller aktivitetsökningar vid utfodringar ska spela in.

Även vid forskning och registrering av enskilda beteenden skulle det förmodligen krävas att utrustningen satt på djuret dygnet runt om det inte är beteendet vid en speciell händelse som ska studeras. Registrering dygnet runt medför dessutom många andra fördelar. Automatisk beteenderegistrering minskar främst arbetstiden väsentligt. Tiden

som personal måste vistas i stallet, vilket kan påverka suggornas beteende, minskar också. Vid videofilmning krävs det även att ljuset i stallet är tänt dygnet runt vilket kan påverka suggornas aktivitet och beteende.

Det finns dock även nackdelar med automatisk registrering under hela dygnet med mätutrustning fastsatt på djuret. Nackdelar kan dels vara säkerhetsrisken då djuren kan fastna och dels risken för att utrustningen skadas eller manipuleras av smågrisarna. Under den här studien upplevdes dock risken låg för att suggan skulle fastna med halsbandet i boxens inredning. Om suggan mot all förmodan ändå skulle fastna satt halsbandet dessutom såpass löst att det förmodligen lätt skulle glida av innan hon skadades. Risken för att fastna skulle kunna minskas ytterligare om accelerometern fästes på djurets ben istället för hals. Det är lättare att fästa utrustningen så tajt runt benet att inget skulle kunna komma emellan. Utrustningen måste fortfarande tas av regelbundet för att kontrollera att inget skavsår hudirritation uppstått. Risken för att utrustningen skadas eller manipuleras upplevdes som högre än säkerhetsrisken. I denna studie var smågrisarna som äldst nio dagar gamla och började redan vid den åldern intressera sig för utrustningen. Infästningen på halsbandet måste dels skydda accelerometern och dels vara så tålig att smågrisarna inte kan få loss bitar av, eller hela accelerometern.

Accelerometerns placering under hakan var inte helt optimal på så sätt att när suggan låg ner vinklade den sig efter golvet och när suggan rullade över på sidan snurrade halsbandet lätt då accelerometern låg mot golvet. Detta kan ha påverkat den delen av studien där enskilda beteenden skulle urskiljas. Accelerometern skulle ha suttit mer skyddat på sidan av halsen eller i nacken. Nackdelen med de placeringarna är att tyngden från accelerometern kan få halsbandet att snurra. Ibland annat studien av Cornou et al. (2008) användes en tyngd i halsbandet för att hålla det på plats. Denna borde dock haft samma kontakt med golvet som accelerometern i den här studien och därför också haft risken att orsaka att halsbandet snurrar runt. Att halsbandet snurrar har dock endast en liten påverkan på analysen av djurens aktivitetsnivå då aktiviteten registrerades likande oavsett om halsbandet snurrat eller inte. Även vid placering av accelerometern på ett av suggans ben borde det finnas en risk för att den snurrar runt.

Enlig Marchioro et al. (2011) bör sensitiviteten och specificiteten för en aktivitetsmätare för suggor vara minst 90 %. När det gäller att skilja olika aktivitetsnivåer från varandra verkar resultat från flervariabelsanalyser där alla accelerometerns dimensioner räknats med mest lovande då sensitiviteter och specificiteter på upp till 100 % har fått (Cornou & Lundbye-Christensen, 2012). Få försök att kunna urskilja enskilda beteenden med hjälp av accelerometri har fått så höga resultat. Den högsta chansen att få riktigt bra resultat för enskilda beteenden verkar dock fås med hjälp av envariabelsanalyser.

I studien av accelerometerns förmåga att urskilja enskilda beteenden erhöles överlag en väldigt hög specificitet. En hög specificitet kan vara till nytta när det ska uteslutas att ett djur har gjort ett beteende, exempelvis om det finns misstankar om att en sugga aldrig ligger på höger sida och att det ska bekräftas. Specificiteten var mycket hög för när suggan låg lateralt på höger och vänster sida och när hon satt ner. Detta skulle kunna vara av nytta exempelvis i forskning kring bogsår och suggors liggstid och liggställning trots att sensitiviteten för samma beteenden inte var lika hög.

På grund av variationen i beteenden mellan individer, djurkategorier och mellan olika inhysningssystem krävs det förmodligen att en ny algoritm måste anpassas för varje djurkategori och besättning där tekniken ska användas. När det gäller gränsvärdet för

aktivitetshöjningen före grisning måste algoritmen exempelvis anpassas efter vilket inhysningssystem som är aktuellt (Thodberg et al., 2002a; Damm et al., 2003) och när det gäller aktivitetshöjningen vid brunst måste algoritmen anpassas efter vilken djurkategori varje enskilt djur tillhör (Pedersen et al., 1993; Pedersen 2007).

Slutsats

Accelerometri skulle fungera bra när det gäller att registrera aktivitetsnivåer eller enskilda beteenden hos suggor även under svenska förhållanden där suggorna går lösa. Den högsta säkerheten kan fås vid ren aktivitetregistrering där möjligheterna för praktisk användning är många och med tekniska lösningar såsom trådlös dataöverföring finns det stor potential för kommersiell användning. Känsligheten för att urskilja enskilda beteenden är i vissa fall för låg och accelerometern är även lite för känslig för yttre påverkan såsom att utrustningen ändrar läge på suggan samt individuella skillnader mellan suggor. Ytterligare studier där olika placering av accelerometern på suggorna samt olika analysmetoder utvärderas skulle kunna utveckla tekniken och höja sensitiviteten för att kunna urskilja olika enskilda beteenden.

Referenser

- Algers, B., Jensen, P. 1985. Communication during suckling in the domestic pig. Effects of continuous noise. *Applied animal behaviour science*. 14, 49-61
- Andersen, I. L., Berg, S., Bøe, K. E. 2005. Crushing of piglets by the mother sow (*Sus scrofa*)—purely accidental or a poor mother? *Applied animal behavior science*. 93, 229-243
- Blomberg, K. 2011. Automatic registration of dairy cows grazing behaviour on pasture. Examensarbete 332, Institutionen för husdjurens utfodring och vård. Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala
- Bonde, M., Rousing, T., Badsberg, J. H., Sørensen, J. T. 2004. Associations between lying-down behaviour problems and body condition, limb disorders and skin lesions of lactating sows housed in farrowing crates in commercial sow herds. *Livestock production science*. 87, 179-187
- Cornou, C. 2006. Automated oestrus detection methods in group housed sows: Review of the current methods and perspectives for development. *Livestock science*. 105, 1-11
- Cornou, C., Lundbye-Christensen, S. 2008. Classifying sows' activity types from acceleration pattern An application of the multi-process kalman filter. *Applied animal behavior science*. 111, 262-273
- Cornou, C., Lundbye-Christensen, S. 2010. Classification of sows' activity types from acceleration patterns using univariate and multivariate models. *Computers and electronics in agriculture*. 72, 53-60
- Cornou, C., Lundbye-Christensen, S., Ringgaard Kristensen, A. 2011. Modeling and monitoring sows' activity types in farrowing house using acceleration data. *Computers and electronics in agriculture*. 76, 316-325
- Cornou, C., Lundbye-Christensen, S. 2012. Modeling of sows diurnal activity pattern and detection of parturition using acceleration measurements. *Computers and electronics in agriculture*. 80, 97-104
- Damm, B. I., Verstegaard, K. S., Schröder-Petersen, D. L., Ladewig, J. 2000. The effects of branches on prepartum nest building in gilts with access to straw. *Applied animal behaviour science*. 69, 113-124
- Damm, B. I., Lisborg, L., Vestergaard K. S., Vanicek, J. 2003. Nest-building, behavioural disturbances and heart rate in farrowing sows kept in crates and Schmid pens. *Livestock production science*. 80, 175-187
- de Passille, A. M., Jensen, M. B., Chapinal, N., Rushen, J. 2010. Technical note: Use of accelerometers to describe gait patterns in dairy calves. *Journal of dairy science*. 93, 3287-3293
- Foerster, F., Smeja, M., Fahrenberg, J. 1999. Detection of posture and motion by accelerometry: a validation study in ambulatory monitoring. *Computers in human behavior*. 15, 571-583
- Freson, L., Godrie, S., Bos, N., Jourquin, J., Geers, R. 1998. Validation of an infra-red sensor for oestrus detection of individually housed sows. *Computers and electronics in agriculture*. 20, 21-29
- Grandinson, K., Lund, M. S., Rydhmer, L., Strandberg, E. 2002. Genetic parameters for the piglet mortality traits crushing, stillbirth and total mortality, and their relation to birth weight. *Acta agriculturae scandinavica, A*. 52, 167-173
- Grandinson, K., Rydhmer, L., Strandberg, E., Thodberg, K. 2003. Genetic analysis of on-farm tests of maternal behavior in sows. *Livestock production science*. 83, 141-151

- Gu, Z., Gao, Y., Lin, B., Zhong, Z., Liu, Z., Wang, C., Li, B. 2011. Impacts of a freedom farrowing pen design on sow behaviours and performance. *Preventive veterinary medicine*. 102, 296-303
- Hansen, B. D., Lasceller, B. D. X., Keene, B. W., Adams, A. K., Thomson, A. E. 2007. Evaluation of an accelerometer for at-home monitoring of spontaneous activity in dogs. *American journal of veterinary research*. 68, 468-475
- Hansson, G. -Å., Asterland, P., Holmer, N. -G., Skerfving, S. 2001. Validity and reliability of triaxial accelerometers for incliometry in posture analysis. *Medical & biological engineering & computering*. 39, 405-413
- Held, S., Mason, G., Mendl, M. 2007. Using piglet scream test ton enhance piglet survival on farms: data from outdoor sows. *Animal welfare*. 16, 267-271
- Hokkanen, A. -H., Hänninen, L., Tiusanen, J., Pastell., M. 2011. Predicting sleep and lying time of calves with a support vector machine classifier using accelerometer data. *Applied animal behavior science*. 134, 10-15
- Ivarsson, E., Mattsson, B., Lundeheim, N., Holmgren, N. 2009. Bogsår – förekomst och riskfaktorer. Svenska Pig rapport nr. 42.
- Jensen, P., Strangel, G., Algers, B. 1991. Nursing and suckling behaviour of semi-naturally kept pigs during the first 10 days postpartum. *Applied animal behaviour science*. 31, 195-209
- Jensen, P., Vestergaard, K., Algers, B. 1993. Nestbuilding in free-ranging sows. *Applied animal behaviour science*. 38, 245-255
- Kinander, K. 2010. Sensorer och system i mjölkkobesättningar. Examensarbete. Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap. Sveriges lantbruksuniversitet, Alnarp.
- Ledgerwood, D. N., Winckler, C., Tucker, C. B. 2010. Evaluation of data loggers, sampling intervals, and editing techniques for measuring the lying behavior of dairy cattle. *Journal of dairy science*. 93, 5129-6139
- Mainau, E., Dalmau, A., Ruiz-de-la-Torre, J L., Manteca, X. 2009. Validation of an automatic system to detect position changes in puerperal sows. *Applied animal behaviour science*. 121, 96-102
- Marchioro, G. F., Cornou, C., Ringgard Kristensen, A., Madsen, J. 2011. Sows' activity classification device using acceleration data – A resource constrained approach. *Computers and electronics in agriculture*. 22, 110-117
- Martiskainen, P., Järvinen, M., Skön, J-P., Tiirikainen, J., Kolehmainen, M., Mononen, J. 2009. Cow behaviour pattern recognition using a three-dimensional accelerometer and support vector machines. *Applied animal behaviour science*. 119, 32-38
- Moreau, M., Seibert, S., Buerkert, A., Schlecht, E. 2009. Use of a tri-axial accelerometer for automated recording and classification of goats grazing behavior. *Applied animal behaviour science*. 119, 150-170
- Mattsson, B., Susic, Z., Lundeheim, N., Persson, E. 2004. Arbetstidsåtgång i svensk grisproduktion. Svenska Pig rapport nr. 31.
- Oliviero, C. Pastell, M., Heinonen, M., Heikkonen, J., Valsor, A., Ahokas, J., Vainio, O., Peltoniemi, O. A. T. 2008a. Using movement sensors to detect the onset of farrowing. *Biosystems engineering*. 100, 281-285
- Oliviero, C., Heinonen, M., Valros, A., Halli, O., Peltoniemi, O. A. T. 2008b. Effect of the environment on the physiology of the sow during late pregnancy, farrowing and early lactation. *Animal reproduction science*. 105, 365-377

- Oliviero, C., Heinonen, M., Valros, A., Peltoniemi, O. A. T. 2010: Environmental and sow-related factors affecting the duration of farrowing. *Animal reproduction science*. 119, 85-91
- Pastell, M., Tiusanen, J., Hakojärvi, M., Hänninen, L. 2009. A wireless accelerometer system with wavelet analysis for assessing lameness in cattle. *Biosystems engineering*. 104, 545-551
- Pedersen, L. J., Rojkittikhun, T., Einarsson, S., Edqvist, L. –E. 1993. Postweaning grouped sows: effects of aggression on hormonal patterns and oestrous behavior. *Applied animal behaviour science*. 38, 25-39
- Pedersen, L. J., Heiskanen, T., Damm, B. I. 2003. Sexual motivation in relation to social rank in pair-housed sows. *Animal reproduction science*. 75, 39-53
- Pedersen, L. J. 2007. Sexual behaviour in female pigs. *Hormones and behavior*. 52, 64-69
- Pedersen, M. L., Moustsen, V. A., Nielsen, M. B. F., Kristensen, A. R. 2011. Improved udder access prolongs duration of milk letdown and increases piglet weight gain. *Livestock science*. 140, 253-261
- Petersen, V., Recén, B., Vestergaard, K. 1990. Behaviour of sows and piglets during farrowing under free-range conditions. *Applied animal behaviour science*. 26, 169-179
- Rolandsdotter, E., Westin, R., Algers, B. 2010. Maximum lying bout duration affects the occurrence of shoulder lesions in sows. *Acta veterinaria scandinavica*. 51, 44.
- Ringgenberg, N., Bergeron, R., Devillers, N. 2010. Validation of accelerometers to automatically record sow postures and stepping behaviour. *Applied animal behavior science*. 128, 37-44
- Scheibe K. M., Gromann, C. 2006. Application testing of a new three-dimensional acceleration measuring system with wireless data transfer (WAS) for behavior analysis. *Behavior research methods*. 28, 427-433
- Simonsson, A. 2006. Fodermedel och näringsrekommendationer för gris. Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Rapport 266, Uppsala 2006
- Thodberg, K., Jensen, K. H., Herskin, M. S. 2002a. Nest building and farrowing in sows: relation to the reaction pattern during stress, farrowing environment and experience. *Applied animal behavior science*. 77, 21-42
- Thodberg, K., Jensen, K. H., Herskin, M. S. 2002b. Nursing behaviour, postpartum activity and reactivity in sows. Effects of farrowing environment, previous experience and temperament. *Applied animal behavior science*. 77, 53-76
- Thomsen, M. H., Persson, A. B., Jensen, A. T., Sörensen, H., Andersen. 2010. Agreement between accelerometric symmetry scores and clinical lameness scores during experimentally induced transient distension of the metacarpophalangeal joint in horses. *Equine veterinary journal*. 42, 510-515
- Valros, A. E., Rundgren, M., Spinka, M., Saloniemi, H., Rydhmer, L., Algers, B. 2002. Nursing behaviour of sows during 5 weeks lactation and effects on piglet growth. *Applied animal behaviour science*. 76, 93-104
- Wallenbeck, A., Rydhmer, L., Thodberg, K. 2008. Maternal behaviour and performance in first-parity outdoor sows. *Livestock science*. 116, 216-222
- Wechsler, B., Hegglin, D. 1997. Individual differences in the behavior of sows at the nest-site and the crushing of piglets. *Applied animal behavior science*. 51, 39-49
- Wischner, D., Kemper, N., Stamer, E., Hellbrügge, B., Presuhn, U., Krieter, J. 2009. Characterisation of sows' postures and posture changes with regard to crushing piglets. *Applied animal behaviour science*. 119, 49-55

Wischner, D., Kemper, N., Stamer, E., Hellbrügge, B., Presuhn, U., Krieter, J. 2010. Pre-lying behaviour patterns in confined sows and their effects on crushing of piglets. *Applied animal behaviour science*. 122, 21-27

Webreferenser

Onset®. Onset HOBO data loggers. Hemsida. [online] (2012-02-28) Tillgänglig: <http://www.onsetcomp.com/products/data-loggers/ua-004-64> [2012-02-28]

SAS®. Statistical Analysis System, Version 9,2. SAS Institute inc. Hemsida. [online] (2012-05-28) Tillgänglig: <http://www.sas.com/> [2012-05-28]

