



# Objektiv rörelseanalys hos mjölkkor med klinisk frambenshälsa

---

*Objective assessment of movement in dairy cows with clinical front leg lameness*

Sara Andersson

Självständigt arbete • 30 hp  
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU  
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap  
Veterinärprogrammet  
Uppsala 2022





# Objektiv rörelseanalys hos mjölkkor med klinisk frambenshälta

*Objective assessment of movement in dairy cows with clinical front leg lameness*

Sara Andersson

**Handledare:** Niclas Högberg, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för kliniska vetenskaper

**Bitr. handledare:** Marie Rhodin, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för anatomi, fysiologi och biokemi

**Examinator:** Elin Hernlund, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för anatomi, fysiologi och biokemi

**Omfattning:** 30 hp

**Nivå och fördjupning:** A2E

**Kurstitel:** Självständigt arbete i veterinärmedicin

**Kurskod:** EX0869

**Program/utbildning:** Veterinärprogrammet

**Kursansvarig inst.:** Institutionen för kliniska vetenskaper

**Utgivningsort:** Uppsala

**Utgivningsår:** 2022

**Nyckelord:** frambenshälta, mjölkkor, objektiv rörelseanalys, sensorer

**Sveriges lantbruksuniversitet**

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Institutionen för kliniska vetenskaper

## Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Fulltexten kommer dock i samband med att dokumentet laddas upp arkiveras digitalt.

Om ni är fler än en person som skrivit arbetet så gäller krysset för alla författare, ni behöver alltså vara överens. Läs om SLU:s publiceringsavtal här:

<https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

☒ JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

☐ NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.

## Sammanfattning

Hälta hos mjölkkor orsakar smärta, sämre djurvälstånd, nedsatt produktion, direkta och indirekta kostnader och ökad risk för andra sjukdomar. Idag genomförs hältdektion subjektivt med en visuell bedömning ofta samtidigt som andra arbetsuppgifter och bönderna underskattar oftast sin besättnings prevalens av hälta. Tidig upptäckt och tidigt insatt behandling innebär oftast lindrigare lesioner, färre behandlingar och snabbare tillfrisknande. Automatiska system inom mjölkkoskötsel finns redan inom andra områden med mjölkrobotar, foderautomater och brunstdetektion. Objektiva hältdektionsmetoder används idag mycket på häst och forskning på liknande system hos mjölkkor har de senaste åren påbörjats. Dessa automatiska objektiva hältdektionssystem har potential att förbättra hältdektion och insättande av behandling samtidigt som arbetstiden för hältdektion minskar. Syftet med denna studie var därför att undersöka om skillnader i vertikala rörelser vid nacke, manke eller sacrum kan användas som indikator för frambenshälta vid objektiv hältbedömning hos mjölkkor i skritt.

Studien genomfördes på Lövsta lantbruksforskning som är en del av Sveriges Lantbruksuniversitet. När frambenshalt kor observerats av personal på Lövsta lantbruksforskning fästes elva inertial measurement unit (IMU)-sensorer med accelerometrar på kon som sedan fick skritta rakt fram i en drivgång två till tre gånger. Efter kon bedömts som frisk och ohalt genomfördes samma mätning. Maxdiff, det vill säga differensen mellan vänster och höger ben för sensorns högsta position, och mindiff, det vill säga differensen mellan vänster och höger ben för sensorns lägsta position, från mätningarna för sensorn vid huvudet, manken och sacrum jämfördes sedan. Totalt 10 kor kunde inkluderas.

Resultatet visade att för mankens maxdiff kunde på 5 % signifikansnivå en statistiskt säkerställd skillnad,  $p = 0,027$ , mellan halta och ohalta kor ses och därmed indikera frambenshälta. För övriga sensorer och variabler kunde ingen statistiskt signifikant skillnad mellan halta och ohalta kor säkerställas. Större studier krävs för att verifiera resultaten.

*Nyckelord:* frambenshälta, mjölkkor, objektiv rörelseanalys, sensorer

## Abstract

Lameness in dairy cows causes pain, reduced animal welfare, decreased production, direct and indirect costs and increased risk of other diseases. Today lameness assessment is performed subjectively and manually, often at the same time as other tasks on the farm. The farmers often underestimate their herds prevalence of lameness. Early discovery and treatment start usually mean less severe lesions, fewer treatments and a speedier recovery. Automatic systems are already used in dairy cow management such as automatic feeders, milk robots and heat detection. Objective methods of lameness detection are used in the equine practice today and research on similar methods in dairy cows has evolved the last years. Automatic objective lameness detection systems have the potential to improve lameness detection and initiation of treatment at the same time as the workload and time for manual lameness detection decreases. The aim of this study was to evaluate if differences in vertical movement of the head, withers and os sacrum could be used as an indicator of front leg lameness with an automatic objective lameness detection in walking dairy cows.

The study was performed at Lövsta Swedish Livestock Research Centre which is a part of the Swedish University of Agricultural Sciences. When the staff of Lövsta Swedish Livestock Research Centre observed frontleg lame cows eleven inertial measurement units (IMU)-sensors with accelerometers were attached to the cow. The cow then walked in a straight line in a raceway two to three times. After the cow was declared healthy and non-lame the same procedure was performed again. Maxdiff, the difference for the highest position of the sensor between the left and the right leg, and mindiff, the difference for the lowest position of the sensor between the left and the right leg, was compared from the two measurements for the sensor on the head, the withers and sacrum. In total ten cows could be included.

The result proved that the maxdiff of the withers on 5 % level of significance was statistically proven to differ,  $p=0,027$ , between lame and non-lame cows and being an indicator for front leg lameness. None of the other sensors or variables could determine a significant statistical difference. Larger research studies are required to verify the results.

**Keywords:** front leg lameness, dairy cows, objective movement analysis, sensors

# Innehållsförteckning

|                                                |           |
|------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. Inledning</b>                            | <b>9</b>  |
| <b>2. Litteraturoversikt</b>                   | <b>10</b> |
| 2.1. Hälsa hos mjölkkor                        | 10        |
| 2.1.1. Skritt utan hälsa                       | 10        |
| 2.2. Miljö- och kofaktorer som påverkar gång   | 11        |
| 2.3. Visuellt subjektiv hältbedömning          | 12        |
| 2.3.1. Samstämmighet i visuellt bedömning      | 13        |
| 2.4. Objektiv hältbedömning                    | 14        |
| 2.4.1. Kobaserade system med sensorer          | 14        |
| 2.4.2. Övriga system                           | 17        |
| 2.5. Böndernas syn på objektiv hältdetektion   | 18        |
| <b>3. Material och metod</b>                   | <b>19</b> |
| 3.1. Litteraturoversikt                        | 19        |
| 3.2. Studiepopulation                          | 19        |
| 3.3. Utförande                                 | 22        |
| 3.4. Datainsamling                             | 22        |
| 3.5. Bearbetning av data och statistisk analys | 24        |
| <b>4. Resultat</b>                             | <b>26</b> |
| <b>5. Diskussion</b>                           | <b>31</b> |
| 5.1. Resultatdiskussion                        | 31        |
| 5.2. Metoddiskussion                           | 34        |
| 5.3. Förslag på framtida forskning             | 35        |
| 5.4. Konklusion                                | 35        |
| <b>Referenser</b>                              | <b>36</b> |
| <b>Tack</b>                                    | <b>41</b> |
| <b>Populärvetenskaplig sammanfattning</b>      | <b>42</b> |



# 1. Inledning

Hälta kan vara ett smärtsamt tillstånd men kor är tappra djur som inte gärna visar smärta, vilket kan göra hältan svår att upptäcka (O'Callaghan *et al.* 2003). Klinisk hälta orsakar dessutom både direkta och indirekta kostnader (Enting *et al.* 1997). I Storbritannien intervjuades bönder, det framkom att majoriteten av bönderna underskattade prevalensen av hälta i sin besättning. Bönderna angav en prevalens på 6,9 % i medelvärde. Forskarnas angivna prevalens var i medelvärde 36 % och forskarnas prevalens av kraftigt halta kor var 5,4 % i medelvärde; en prevalens som är närmare böndernas angivna totala prevalens. Det kan bero på att bönderna inte ansåg att korna med lindrigare hälta faktiskt var halta eller för att hältedetektionen utfördes samtidigt som bönderna utförde andra arbetsuppgifter (Leach *et al.* 2010). Liknande resultat sågs i Kanada. Nästan alla bönder hade rutinmässig visuell hältmonitorering, majoriteten dagligen. Detta gjordes främst när de utförde andra uppgifter (Cutler *et al.* 2017). Den ofta kraftigt underskattade prevalensen är sannolikt bidragande till att behandling och profylax av hälta inte prioriteras högre av bönderna (Leach *et al.* 2010). Dessutom visade studier på att samstämmigheten i den visuella bedömningen ofta var dålig mellan olika observatörer (Winckler & Willen 2001; O'Callaghan *et al.* 2003; Channon *et al.* 2009; Sarjokari *et al.* 2013).

Lindrigt halta kor som behandlades inom två dagar från hälta upptäcktes jämfördes med en kontrollgrupp halta kor som behandlades enligt gårdens rutiner, vilka innebar en mediantid på 65 dagar till behandling sattes in. Det var vanligare att kontrollkorna krävde upprepade behandlingar, hade allvarligare klövlesioner och det tog ofta längre tid innan de blev ohalta jämfört med korna som fick tidigt insatt behandling. Detta borde motivera bönderna att prioritera tidig hältedetektion och behandling (Leach *et al.* 2012).

Automatiska system används redan för att underlätta böndernas arbete bland annat mjölkrobotar och automatisk brunstdetektion. Objektiva automatiska metoder för hältedetektion kan potentiellt bidra till tidigare upptäckt hälta och därmed insättning av behandling tidigare vilket minskar både djurlidande och ekonomiska förluster.

Syftet med denna studie var att undersöka om skillnader i vertikala rörelser vid nacke, manke eller sacrum kan användas som indikator för frambenshälta vid objektiv hältbedömning hos mjölkkor i skritt.

## 2. Litteraturöversikt

### 2.1. Hälsa hos mjölkkor

I Sverige uppskattades 1996-1998 prevalensen av hälsa hos mjölkkor till 5,1 %, med en besättningsvariation på 0-33 % (Manske *et al.* 2002). Prevalensen i USA uppskattades vara högre, 24,6 % (Espejo *et al.* 2006) och i Storbritannien var den uppskattade prevalensen stigande från 20,6 % 1988-1991 (Clarkson *et al.* 1996) till 36,8 % 2006-2007 (Barker *et al.* 2010). Det har i studier framkommit att bönderna själva ofta underskattade sin besättningsprevalens (Leach *et al.* 2010; Cutler *et al.* 2017) och att även om rutinmässig visuell hältbedömning genomfördes, gjordes den oftast samtidigt som andra arbetsuppgifter (Cutler *et al.* 2017).

Klövlesioner står för majoriteten av de kliniska hältorna hos kor (Murray *et al.* 1996). Kor med kroniska klövlesioner graderades ofta högre vid visuell hältbedömning än kor med akuta klövlesioner. Två orsaksteorier var att kroniska klövlesioner gjorde mer ont eller att smärtan var svårare att dölja när den var långvarig (O'Callaghan *et al.* 2003).

Hälsa gav både direkta och indirekta kostnader genom minskad mjölkproduktion, minskad andel mjölkfett och mjölkprotein, för tidig utslagning, förlängt kalvningsintervall, ökade veterinärkostnader samt mer arbetstid för behandling. Kor med klövlesioner har dessutom ökad risk för metabola- och gynekologiska sjukdomar (Enting *et al.* 1997). Detta utöver de djurväl-färdsp-roblem som hälsa och smärta innebär.

#### 2.1.1. Skritt utan hälsa

Skritt är en fyrtaktig gångart. En stegcykel börjar med vänster bakben följt av vänster framben, därefter höger bakben och slutligen höger framben innan cykeln börjar om. Vid skritt är alltid minst två ben i marken och det finns ingen svävfase (Maierl *et al.* 2014). Ett ben genomgår två huvudsakliga faser under stegcykeln; pendelfasen och understödsfasen. Understödsfasen för ett ben är den tid som benet

är i kontakt med marken, pendelfasen för ett ben är den tid som benet inte är i kontakt med marken (Alsaaod *et al.* 2017).

## 2.2. Miljö- och kofaktorer som påverkar gång

Det finns flera studier som studerat både miljö- och kofaktorer som kan påverka kons gång.

Underlaget påverkade mjölk Kors gång. Både halta och ohalta kor förbättrade sina rörelser på en gumminatta jämfört med betonggolv, då steglängden blev längre. Måttligt halta kor visade dessutom tecken på minskad smärta när de gick på gumminattor (Telezhenko & Bergsten 2005).

Kons juver kunde påverka bakkensrörelser och därmed förhindra en optimal gångstil. Särskilt juverdjupet påverkade genom att kon kunde tvingas cirkla med benen för att få dem framför juvret. Juverbredden påverkade också gångstilen, men inte i lika hög grad eftersom det kunde leda till att kon gick bredare med bakbenen utan att kon hindrades från att gå rakt med bakbenen. Juvrets storlek ökade konstant med ålder enligt studiens resultat, men juverstorlek korrelerade endast måttligt med produktionen (Boelling & Pollott 1998). En annan studie visade att kor med klövsulesår och kor utan klövsulesår hade större skillnad i sin visuella håltbedömning efter mjölkning än innan och att håltbedömning och studier på hålt därför borde ske efter mjölkning när skillnaderna är större mellan grupperna. Det fanns skillnader även före mjölkning, men dessa var mindre tydliga. Båda grupperna gick snabbare efter mjölkning än innan. Innan mjölkning hade även de friska kontrollkorna kortare steg (Flower *et al.* 2006).

En studie undersökte både kofaktorer och miljöfaktorer och kunde konstatera att mörkare miljö samt blött underlag gav större asymmetri gällande steglängden. Äldre kor hade större asymmetri och abduction. Senare i laktationen fick korna större asymmetri, kortare steg och kortare övertramp, ofta utan övertramp i slutet av laktationen. Om hänsyn tas till alla dessa ko- och miljöfaktorer i beräkningarna ökade sensitiviteten för att korrekt klassificera ohalta kor från 71 % till 81 % (Van Nuffel *et al.* 2016).

Efter klövverkning hade den vertikala accelerationen lägre differens i skritt mellan vänster och höger sida vid kaudala thorakalkotorna jämfört med innan klövverkning. Detta indikerade förbättrad rytmik och jämnhet i rörelserna efter klövverkning (Tanida *et al.* 2011). Kor med överväxta klövar hade dubbelt så hög risk för att vara halta, jämfört med kor med normalt formade klövar (Klaas *et al.* 2003).

## 2.3. Visuell subjektiv hältbedömning

Det finns en stor mängd olika skalor för visuell hältgradering med olika bedömningspunkter och antal grader. Sprecherskalan användes i detta examensarbete för visuell hältbedömning av korna. Sprecherskalan beskrivs i tabell 1.

Tabell 1. Sprecherskalan översättning efter referens (Sprecher et al. 1997).

| Hältgradering och klinisk beskrivning | Kriterier                                                                                                 |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 – normal                            | Kon står och går med en rak rygg. Normal gång.                                                            |
| 2 – lindrig hälta                     | Kon står med rak rygg, men krummar vid gång. Normal gång.                                                 |
| 3 – måttlig hälta                     | Kon krummar både vid gång och när hon står. Påverkad gång, tar korta steg med ett eller flera ben.        |
| 4 – halt                              | Kon krummar konstant. Kon favoriserar ett eller flera ben. Gången beskrivs som ett medvetet steg i taget. |
| 5 – kraftigt halt                     | Utöver tidigare kriterier är kon extremt motvillig till att lägga vikt på ett eller flera av sina ben.    |

Det har tagits fram skalor för att upptäcka och bedöma hälta baserat på nickning (Breuer et al. 2000; Vokey et al. 2001; Flower & Weary 2006), viktfördelning (Breuer et al. 2000; Vokey et al. 2001; Cook 2003; Flower & Weary 2006), asymmetrisk gång och kons rygglinje (Vokey et al. 2001; Cook 2003; Flower & Weary 2006). Det finns ytterligare faktorer som studerats för upptäckt och bedömning av hälta; steglängd (Vokey et al. 2001; Cook 2003), höftasymmetrier (Vokey et al. 2001) samt svårigheter vid vändningar (Cook 2003).

Den skala som är mest förekommande i artiklar är Sprecherskalan. I en sökning rörande 247 referenser nämndes Sprecherskalan 69 gånger (28 %). Den skala som var näst vanligast i artiklar var den av Flower och Weary som nämndes 35 gånger (14 %) (Schlageter-Tello et al. 2014).

Flera studier och skalor använde huvudnickning som en del i den visuella hältbedömningen (Breuer et al. 2000; Vokey et al. 2001; Flower & Weary 2006). I en studie undersöktes olika faktorer för att upptäcka klövsulesår. I den konstaterades att nickning inte var en tillräckligt bra indikator för att upptäcka klövsulesår, men att en tendens till mer nickning sågs hos kor med klövsulesår. Enligt studien hade nickning endast en specificitet på 62 % och sensitivitet på 71 % (Chapinal et al. 2009). Studien genomfördes dock med visuell bedömning på ett mindre antal

mjölkcor och av dessa var det väldigt få som hade klövlesioner lokaliserade till frambenen och var frambenshalta.

### 2.3.1. Samstämmighet i visuell bedömning

Många bönder underskattade kraftigt prevalensen av hälta i sin besättning (Espejo *et al.* 2006; Leach *et al.* 2010; Cutler *et al.* 2017). Dessutom har studier utförts på samstämmigheten i den visuella bedömningen.

En studie visade att den subjektiva bedömningen gjord av olika observatörer sällan stämde överens med varandra, det skiljde ofta en grad mellan de olika bedömningarna (O’Callaghan *et al.* 2003). En annan studie undersökte samstämmigheten i hältbedömningen både mellan olika observatörer och för samma observatör vid flera tillfällen. Flera observatörer fick gradera mjölkcor på en skala från 1 – 5 med halvtsteg, dessutom fick observatörerna efter tre veckor titta på en videofilm av samma ko som de bedömt tidigare. Studien konkluderade att överensstämmelsen både mellan olika observatörer och för samma observatör vid flera tillfällen var dålig gällande att sätta samma grad, 33,3 % respektive 30 %. Däremot var överensstämmelsen mycket högre gällande vilka kor de graderat som halta ( $\geq 3$  i hältgrad) och ohalta ( $< 3$  i hältgrad) både mellan olika observatörer och för samma observatör vid flera tillfällen, 88,3 % respektive 86,7 % (Channon *et al.* 2009). Ytterligare en studie visade på skillnader mellan tre observatörer som samtidigt bedömde samma kor, i 68 % av fallen var de överens, men 30 % av bedömningarna skiljde en grad och 2 % skiljde 2 grader. Det var främst gällande grad 1 (normal gång) och grad 2 (ojämn gång/subklinisk hälta) som skillnaderna fanns (Winckler & Willen 2001). Trots liknande träning var det tydliga skillnader i tre veterinärers bedömningar i en finsk studie (Sarjokari *et al.* 2013). Det finns också försök som visat på moderat till god överensstämmelse mellan observatörer och för samma observatör vid flera tillfällen, där överensstämmelsen var bättre för samma observatör än mellan observatörer (Thomsen *et al.* 2008). Träning kunde ge måttlig överensstämmelse mellan observatörer (March *et al.* 2007). En helt annan aspekt som kan påverka samstämmigheten i den visuella bedömningen är nomenklaturen som används.

I Storbritannien finns ”DairyCo mobility scoring” där en person som inte arbetar med besättningen i vardagen ska hältgradera korna rutinmässigt. Detta görs efter en fyrgradig skala, där grad 0 innebär normal gång, grad 1 är avvikande gång, grad 2 är nedsatt gång och grad 3 innebär kraftigt nedsatt gång. Hur mycket detta används och böndernas åsikter om systemet varierar, vissa menar att hältgradering inte ger dem mer information utan endast tar tid och skapar mer arbete. Andra menar att det är positivt att någon utan bias gör bedömningen och att det kan bidra till att behandling sätts även till kor med lindrig hälta. Den nomenklatur som används i hältgraderingssystemet är dock något som kan vara bidragande till att få bönder

kallar de kor som är lindrigt halta för halta. I stället används ord som nedsatt gång, nedsatt rörlighet, inte helt korrekt gång eller sämre rörlighet. Vissa bönder menar också att dessa kor kan vänta längre innan behandling sätts in eftersom de inte är halta enligt dem. Detta väcker frågan om den underskattade prevalensen som setts beror på att bönderna faktiskt inte klassar sina halta kor som halta snarare än att de inte ser dem. Om bonden inte ser korna som halta är det möjligt att de inte förstår att korna skulle gagnas av behandling (Horseman *et al.* 2014).

## 2.4. Objektiv hältbedömning

De metoder som finns för objektiv hältbedömning kan delas in i kinetiska och kinematiska. Kinetiska innebär att det är krafter som kvantifieras och analyseras. Kinematiska innebär att det är rörelser såsom acceleration, position, hastighet och vinklar som kvantifieras och analyseras. Ett exempel på kinetisk metod är tryckplattor. Exempel på kinematiska metoder är kameror och accelerometrar (Serra Bragança *et al.* 2018).

### 2.4.1. Kobaserade system med sensorer

#### *Beteendebaserade parametrar*

I en studie bedömdes hälta hos kor både subjektivt och objektivt. Flera observatörer graderade kornas hållning ett flertal gånger enligt en femgradig hältgraderingsskala. Dessutom mättes aktivitetsgraden med hjälp av pedometrar fastsatta på benen på korna. Genom pedometrarna sågs att hälta var associerat med lägre daglig aktivitet. Aktivitetsnivå och kornas hältgrad korrelerade även. Ju allvarligare lesion desto större effekt på den dagliga aktiviteten. Däremot var lesionens allvarlighetsgrad ej korrelerad med högre gradering av observatörerna. Det fanns individvariationer hos korna som behöver tas hänsyn till och därmed är mätningar över tid bättre än de vid enstaka tillfällen (O'Callaghan *et al.* 2003).

Ökande hältgrad minskade både tiden som korna åt samt antalet gånger de åt per dag. I denna studie användes Sprecherskalan för hältgradering. Torrsustansintaget var liknande för hältgrad 1 – 3, men minskade vid en hältgradering över 3. Även mjölkproduktionen minskade med en hältgradering över 3. Dessutom sågs att antalet besök till mjölkningsroboten minskade med ökande hältgrad (Bach *et al.* 2007). Dessa fynd har även setts i en annan studie. Hälta gav kortare foderintagstid, lägre foderintagsfrekvens men högre hastighet på foderintaget. Detta gjorde att det totala foderintaget inte minskade signifikant. Idisslingsbeteendet påverkades inte av hälta (Thorup *et al.* 2016). Att halta kor spenderade mindre tid på att äta sågs i ytterligare en studie; som dessutom visade att korna hade färre tuggningar både vid

foderintaget och vid idisslingen. Tiden för att idissla och idisslingsbollarna var även färre hos halta kor. I samma studie sågs även att halta kor hade en ökad liggtid. Halta kor gick även med kortare, långsammare och färre steg än friska kor. Måttligt och kraftigt halta kor, bedömda enligt studiens skala till över 3,5 av maximala 5, skiljde sig åt i beteende gällande gång och stående jämfört med kontrollgruppen. Även kor i kontrollgruppen hade klövlesioner, men dessa gav inte upphov till halta (Beer *et al.* 2016).

#### *Rörelsebaserade parametrar*

Inertial measurement units, så kallade IMU-sensorer, kan användas för rörelseanalys. IMU-sensorer kan samla in sensordata i 10 frihetsgrader genom att verka som accelerometer, gyroskop, kompass och barometer. Den sensordata som samlas in av sensorerna skickas trådlöst via en nätverksport till en dator med en mjukvara för att kunna presentera datan (Inertia Technology 2022).

Det har studerats hur skritten såg ut med IMU-sensorer på ohalta kor. Där sågs att sacrum, manke och thorakalkota 13 (T13) hade en tydlig sinusoidal kurva (sinuskurva) gällande de vertikala rörelserna vid sensorn (sinusoidal kurva illustreras i Fig. 2 sida 23). Sacrums kurva med likvärdiga vertikala höjdtoppar för höger och vänster bakben (högsta och lägsta positionen av sacrum) indikerade symmetrisk gång. Högsta positionen uppmättes mitt under understödsfasen, när benet var rakt vinkelrätt med marken. För manken var kurvan mindre symmetrisk och visade större skillnad både mellan kor och hos den enskilda kon. Högsta positionen för manken uppmättes mitt under understödsfasen, när benet var vinkelrätt mot marken, rakt under manken och endast ett framben är i marken. Både manken och sacrum har därmed sin högsta position vid enbensunderstöd när ett fram- respektive bakben är mitt i understödsfasen och sin lägsta position när båda fram- respektive bakbenen är i marken med det ena benet utsträckt bakåt och det andra framåt. Kurvan för T13 hade ännu större variation, en hypotes till detta var att sensorerna rullade över tornutskottet vid skritt hos de smalare korna. Både tuber coxae på vänster och höger sida hade sinusoidala kurvor som var lika varandra. För huvudet sågs stora skillnader mellan kor och hos den enskilda kon, endast hälften av korna hade en sinusoidal kurva. För de kor med en sinusoidal kurva sågs den högsta positionen när det ena frambenet sattes i och det andra var på väg in i pendelfasen. Lägsta positionen sågs när ett framben var i marken och ett bakben lyftes till pendelfasen. Det var oklart om en sinusoidal kurva ens existerade för sensorhalsbandet och individvariationerna var ännu större för sensorhalsbandet än huvudet. En möjlig förklaring till skillnaderna för huvudet var att korna hade möjlighet att titta runt omkring sig när de gick och därmed dölja den sinusoidala kurva som misstänktes existera. För sensorhalsbandet var en möjlig förklaring att det uppstått fler rörelser för sensorn eftersom sensorhalsbandet satt löst och därmed rörde sig mer (Tijssen *et al.* 2021).

En mindre studie med accelerometrar lateralt på benen visade att ju högre håltgrad desto större skillnad i accelerationen mellan vänster och höger sida både för bakben och framben (Chapinal *et al.* 2011). Accelerometrar har även använts för att ta fram pedogram. Pedogram baserades på data som samlats in från accelerometrarna och bestod av flera olika gångvariabler bland annat stegduration, stödjefasduration, belastningen på klöven, när trakten lyfts samt när tån lyfts från marken. Det har undersökts om pedogram påverkades av sensorernas placering. Pedogram som räknats med hjälp av sensorer på metatarsus och på laterala klöven hade liknande utseende, vilket innebar att mätningar på metatarsus var ett säkert och praktiskt sätt att ta fram pedogram. För pedogramen sågs det inte någon skillnad mellan höger och vänster metatarsus för stegcykeln hos friska kontrollkor, medan medelskillnaden för alla variabler i stegcykeln utom durationen var signifikant annorlunda för halta kor. Alla halta kor och kor med klövlesioner hade en lägre relativ stödfas och högre svingfas-duration för det affekterade benet jämfört med det oaffekterade. Det krävs dock fler och större studier (Alsaad *et al.* 2017).

#### *Forskning på häst – rörelsebaserade parametrar*

Nickning hos halta hästar har setts både i skritt och trav. Tydligast vid frambenshälta. Den vertikala huvudrörelsen sågs som en sinusoidal kurva med två toppar och två dalar per steg vid trav och skritt hos hästar, även ohalta. Innan halta inducerades var denna kurva symmetrisk. När halta inducerades minskade amplituden av den vertikala huvudrörelsen under understödsfasen av det halta frambenet, den kontralaterala amplituden ökade. Samma mönster sågs för maximal acceleration och accelerationsamplitud. Samma typ av förändringar sågs även i skritt vid frambenshälta. Resultaten innebar alltså att hästen inte sänkte huvudet lika lågt under understödsfasen av det halta benet som den gjorde under understödsfasen av det friska benet. Detta syntes som att hästen nickade, det vill säga sänkte huvudet mer när det friska benet belastades. Vid frambenshälta påverkades även den vertikala rörelsen vid manke och sacrum. I de flesta mätningar påverkades manken vid understödsfasen av det halta benet. För sacrum var förändringarna liknande som för manken, men större och tydligare. Det konkluderades att mankens vertikala rörelser inte var en tillräckligt säker indikator för frambenshälta, särskilt vid lindrig hälta samt att i skritt var det endast huvudets vertikala rörelser som kunde indikera frambenshälta (Buchner *et al.* 1996). En mindre studie på häst visade en skillnad på totalt rörelseomfång av nacken i trav vid hälta, men ej i skritt. Däremot visade studien att asymmetri i nackrörelser fortsatt var av vikt för hältdiagnos även i skritt. Det konstaterades också att studier på större populationer krävs för att avgöra om det går att använda asymmetriska huvudrörelser i skritt för att diagnosticera hälta (Bragança *et al.* 2021).

### 2.4.2. Övriga system

Det finns flera andra system, baserade på andra metoder, som studerats i flertalet studier för objektiv hältdektion.

#### *Kraftmättningsplattor och tryckmättningsplattor*

Tryckmättningsplattor som kon står eller går på har använts för att mäta förändringar i hur kon belastar sina ben. Det finns plattor som mäter vertikal riktning, men i en mindre studie modifierades en av dessa plattor till en kraftmättningsplatta genom att även mäta skillnader i horisontell riktning (medial-lateral och kranial-kaudal) och kunde därmed även upptäcka skillnader i hur viktfördelningen flyttades mellan klövhalvorna på samma ben. I försöket sågs en sensitivitet på 90 %, specificitet på 93 % och area under kurvan på 98 % för kraftmättningsplattans förmåga att skilja på halta och ohalta kor (Dunthorn *et al.* 2015).

#### *Kameror*

Försök har gjorts för att med hjälp av kameror och algoritmer kunna upptäcka hälta, särskilt lindrigare fall och därmed ge tidigare upptäckt. Algoritmerna i försöket baserades på att halta kor fick en kutande rygg, i fall av lindrig hälta endast vid gång och ej vid stillastående. Resultatet blev att algoritmerna i drygt 96 % av fallen lyckades identifiera halta kor från ohalta korrekt. Svårigheterna med systemet var att isolera korna från bakgrunden/förgrunden så att algoritmerna använde rätt parametrar samt att de fungerade sämre när korna gick i rad tätt efter varandra, något som ofta är verkligheten ute i besättningarna (Poursaberi *et al.* 2010).

#### *3D-kameror*

Försök har även gjorts med 3D-kameror (tredimensionella kameror) för att tidigt upptäcka hälta. I en mindre studie sågs att 3D-kameran upptäckte hälta hos mjölk-korna efter mjölkning med en precision på 95,7 %, en sensitivitet på 100 % och en specificitet på 75 %. Detta genom att följa bakbenens och ryggradens rörelser. Vidare studier krävs dock för att systemet ska vara robust nog för kommersiell användning (Jabbar *et al.* 2017).

#### *Infraröd termografi*

Det har gjorts ett flertal försök med infraröd termografi, särskilt på häst. Detta eftersom inflammation ger upphov till värme och traditionellt har endast manuell palpation använts för att upptäcka denna. I en studie genomfördes upprepade mätningar både på hästben i olika situationer samt på träbitar med olika färger i olika miljöer. Resultaten från studien gjorde att ett flertal rekommendationer föreslogs såsom att mätningar bör göras inomhus i utrymmen utan direkt solljus och som är dragfria, att temperaturen i rummet bör vara lägre än kroppstemperaturen samt att hårremmen bör vara ren, torr och utan främmande material som kan

påverka resultaten (Palmer 1981). Dessa kriterier är dock svåra att uppfylla ute i fält, i kostall eller lösdrifter.

## 2.5. Böndernas syn på objektiv hältdektion

Alla system som i framtiden eventuellt ska användas måste anpassas efter användarnas krav och önskemål, det vill säga böndernas.

I Belgien genomfördes en enkätstudie för att ta reda på hur bönderna ställde sig till olika objektiva hältdektionssystem. Resultatet visade att generellt föredrog bönderna en visuell bedömning. Efter att ha fått mer information om bland annat vad halta kor kostar och hur det påverkar produktionen blev bönderna generellt mer positiva till objektiva hältdektionssystem. Det system som bönderna var mest positiva till både före och efter kostnadsinformation getts var kobaserade system med sensorer, därefter walkoversystem med tryckplattor och sist kamerabaserade system. Bönder som använde automatiska och objektiva system för brunstdetektion var generellt mer positivt inställda till objektiva system för hältdektion. För bönderna var de viktiga faktorerna systemets kostnad, procent falskt positiva, procent missade kor och möjligheten att ange vilket ben som håltan fanns på (Van De Gucht *et al.* 2017).

## 3. Material och metod

### 3.1. Litteraturöversikt

Till litteraturöversikten har sökningar gjorts med sökorden "bovine OR cow OR cows AND lameness AND sensors", "bovine OR cow OR cows AND lameness AND automatic", "lameness prevalence AND Sweden OR Swedish AND dairy cow" i databasen Pubmed. Manuell sökning gav ytterligare referenser.

### 3.2. Studiepopulation

Försöken utfördes på Sveriges lantbruksuniversitets (SLU) försöksdjursbesättning med mjölkkor på SLU Lövsta lantbruksforskning. I besättningen ingår cirka 270 mjölkkor fördelade i fem grupper. Egenrekrytering tillämpas. I studien ingick mjölkproducerande kor samt dräktiga kvigor av raserna svensk holstein (SH) och svensk röd och vit boskap (SRB) med klinisk frambenshälta. Hälta identifierades av personal på Lövsta lantbruksforskning ad hoc.

Mjölkkena som ingick i studien togs ut på att de hade en klinisk frambenshälta. Kor som var halta på mer än ett ben inkluderades. Korna kunde bara delta i studien en gång. Vissa exklusionskriterier gjorde att kor inte inkluderas i försöket:

1. Kor med kraftigt förstorat juver eller med ett juver som i sin form påverkade kons rörelsemönster.
2. Högräktiga kor, med mindre än 1 månad till beräknad kalvning.
3. Kor med en hältgrad på fyra grader eller mer enligt Sprecher-skalan.
4. Kor med måttligt till kraftigt påverkat allmäntillstånd eller med en temperatur  $\geq 39,5^{\circ}\text{C}$ .
5. Kor med en hältorsak som inte var behandlingsbar, exempelvis frakturer och septisk artrit.
6. Kor där behandling inte var aktuellt, exempelvis vid snar utslagning.

7. Kor som blev mycket nervösa och stressade under försökets gång exkluderades.

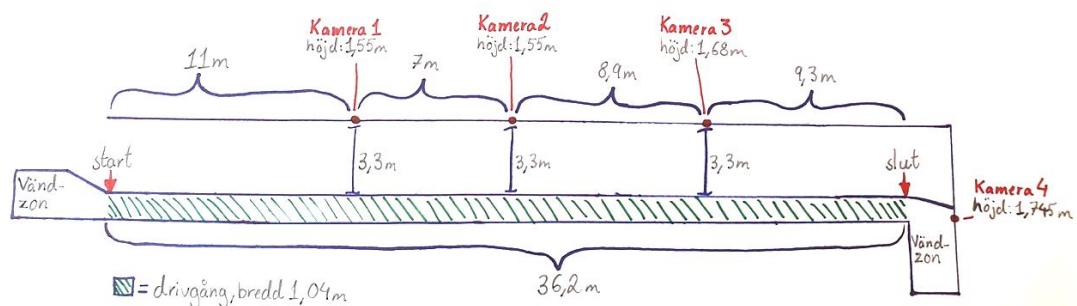
Målet var att 20 kor skulle ingå i försöket, totalt kunde 10 kor inkluderas i försöket. Dessa redovisas i tabell 2. Mätningarna genomfördes från 6/8 2020 till 4/11 2021.

Tabell 2. Mjölkkor inkluderade i studien. Hälta: Vänster framben (VF), höger framben (HF), båda frambenen (BF), båda bakbenen (BB). Hältgrad baserad på videofilmerna och visuellt bedömd enligt Sprecherskalan.

| Ko | Hälta | Hältgrad | Diagnos/er/                                                                                                               | Behandling                                         | Laktationsnummer |
|----|-------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------|
| A  | VF    | 3        | VF: klövspaltsinflammation                                                                                                | Verkning och bandage                               | 1                |
| B  | VF    | 3        | VF: klövspaltsinflammation                                                                                                | Verkning, bandage, penicillin och NSAID systemiskt | 1                |
| C  | VF    | 3        | VF: klövspaltsinflammation                                                                                                | Verkning och bandage                               | 1                |
| D  | BF    | 2        | HF: öm i trakten mediala klöven<br><br>VF: lindrig klövröta och lindrig sulblödning                                       | Verkning                                           | 3                |
| E  | HF    | 2        | HF: ej fastställd diagnos                                                                                                 | Verkning                                           | 3                |
| F  | VF    | 2        | VF: klövspaltsinflammation                                                                                                | Verkning och bandage                               | 2                |
| G  | VF    | 2        | VF: lindrig sulblödning, lindrig klövröta och öm i trakten mediala klöven<br><br>HF: lindrig klövröta                     | Verkning och tjära                                 | 3                |
| H  | HF    | 3        | HF: klövspaltsinflammation                                                                                                | Verkning och bandage                               | 1                |
| I  | VF    | 2        | VF: klövsulesår mediala klöven<br><br>HF: klövsuleblödning mediala klöven<br><br>BB: lindrigt klövsulesår laterala klöven | Verkning, bandage och klövsko VF                   | 2                |
| J  | HF    | 2        | HF: hålvägg och öm i trakten mediala klöven                                                                               | Verkning, klövsko och bandage HF                   | 3                |

### 3.3. Utförande

Studiens försök baserades på mätning av rörelsemönster hos kliniskt frambenshalta kor med hjälp av ett system med IMU-sensorer. Korna fungerade som sin egen kontroll genom att en ny mätning gjordes efter tillfrisknande. Mätningarna utfördes i nära anslutning till att personal på SLU Lövsta lantbruksforskning upptäckt frambenshälta, antingen samma dag eller dagen efter. Innan mätningen med EquiMoves utfördes filmades korna i lösdriften med handhållen kamera (Canon Legria HF R78) där en smärtbedömning även genomfördes. En allmän klinisk undersökning utfördes även innan mätningen. Mätningen gjordes sedan i en drivgång med betonggolv som var 36,2 meter lång (Fig. 1). Samtidigt som korna skrittade i denna gång filmades de med totalt fem videokameror, en handhållen som följde kon samt 3 GoPro-kameror (Hero7 Black) fastsatta på väggen på sidan av kon samt en GoPro-kamera fastsatt på kortsidan av drivgången. De fastsatta kamerorna placerades i en förutbestämd position utmed drivgången samt i en förutbestämd höjd, mellan 155 – 174,5 cm från golvet. Videofilmerna användes som referens för analysen där det sågs om kon stannade, rörde huvudet för att titta omkring sig eller tog travsteg. Avvikelser noterades även i ett försöksprotokoll. Kon drevs fram och tillbaka i drivgången två till tre gånger i skritt med jämn hastighet. Därefter drevs kon till verkstolen där diagnostik och behandling utfördes.



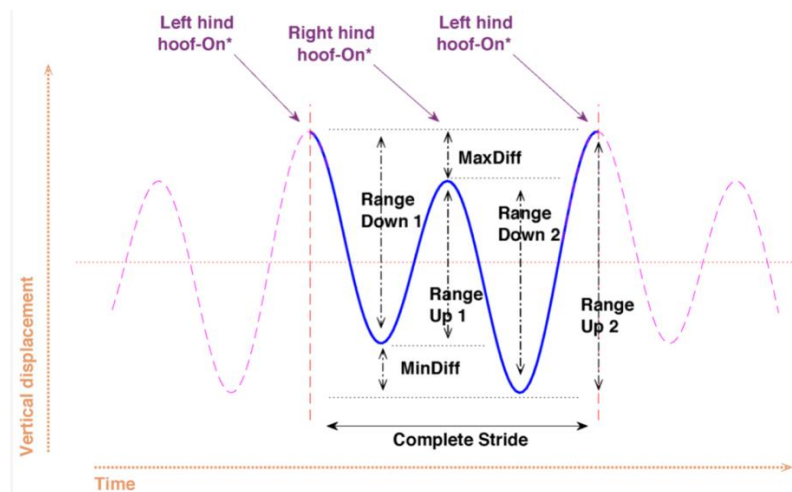
Figur 1. Schematisk bild av försökslokal.

Samma rörelsemätning, smärtbedömning och allmänna kliniska undersökning utfördes vid kontrollmätningen efter behandlingen när personal på Lövsta lantbruksforskning bedömde att kon i princip inte längre var halt alternativt när en skada läkt ut. Inför den nya rörelsemätningen efter behandling gjordes en kontroll i verkstol för säkerställande att kon ansågs vara frisk.

### 3.4. Datainsamling

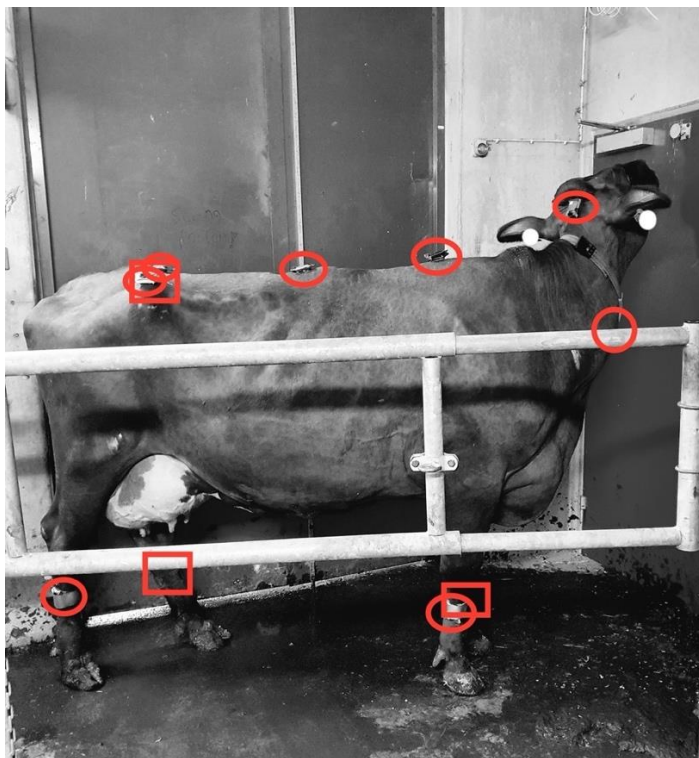
EquiMoves är ett trådlöst system där IMU-sensorer samlar in rörelsedata och skickar den till en dator med EquiMoves programvara. Programvaran omvandlar

rörelsedatan till relevanta parametrar såsom eventuella asymmetrier och stegparametrar. EquiMoves programvara kan känna av och presentera vilken gångart djuret går i samt bland annat maxdiff och mindiff för de olika IMU-sensorernas positioner (EquiMoves 2021a). IMU-sensorerna mäter 3D-acceleration, rotation och orientering och kan göra detta i alla gångarter. IMU-sensorerna som sitter på överlinjen, huvud, manke och sacrum, ger upphov till parametrarna maxdiff och mindiff. Dessa parametrar baseras på vertikal rörelse och förflyttning. Varje steg ett djur tar resulterar i två vertikala förskjutningar, vilket ger en dubbel sinusoidvåg per steg. Maxdiff är skillnaden mellan de maximala/högsta positionen, mindiff är skillnaden mellan de minimala/lägsta positionen. Detta illustreras i figur 2. Om gången är helt symmetrisk blir förskjutningarna helt symmetriska och då fås värdet noll på maxdiff och mindiff, det vill säga att det inte skiljer något i den vertikala max- och minpositionen för stegen. Från IMU-sensorerna som satts på djuret kan även andra parametrar utvärderas, bland annat stegduration, abduction, adduktion av benen, svingfas och stödjefas (EquiMoves 2021b). Negativa värden på mindiff och/eller maxdiff indikerar hälla på vänster sida och positiva värden hälla på höger sida (Carlander 2021; EquiMoves 2021b).



Figur 2. Sinusoidal kurva från EquiMoves som visar de vertikala rörelse i överlinjen som fås vid rörelsemätning. Hämtad enligt CC-BY 4.0 (Bosch et al. 2018).

Elva ProMove-mini wireless IMU-sensorer fästes med hjälp av cyanoacrylat-lim samt kardborre på korna som deltog i försöket (Fig. 3); bakom hornkammen, på manken, på T13, på *tuber sacrale*, på båda *tuber coxae* samt lateralt mitt på samtliga metatarsalben III och metakarpalben III. Sensorerna på benen fästes med kardborreband. En sensor fästes med tejp på insidan av sensorhalsbandets tyngd. När alla sensorer var ditsatta synkades systemet genom att tre gånger knacka på en av sensorerna när kon stod stilla, samma typ av synkning skedde innan mätningen avslutades.



*Figur 3. Placering av IMU-sensorer. Cirkel innebär placering i mittlinjen eller höger sida. Rektangel innebär placering på vänster sida. Foto: privat.*

### 3.5. Bearbetning av data och statistisk analys

Videofilmerna från den handhållna videokameran användes för att göra en håltgradering enligt Sprecherskalan på alla inkluderade kor av samma observatör (författaren) för att bedöma vilka kor som kunde inkluderas (se Tabell 2. Håltgrad). För sekvenserna i EquiMoves togs medelvärden och standardavvikelser fram för maxdiff och mindiff för nacksensorn, manksensorn samt sensorn på sacrum som deskriptiv statistik. Sekvenser med tio eller färre steg exkluderades eftersom de oftare innehöll outliers och att korta sekvenser med få steg gav osäkrare data. Detta eftersom de kortare sekvenserna innebar täta stopp eller att mycket andra rörelser skedde kring dessa som inte kunde registreras som ren skritt. De negativa värdena konverterades till positiva för att underlätta jämförelsen mellan hälta och ohalt med absoluta värden, eventuell skillnad mellan hälta på höger eller vänster ben rymdes ej i denna studie. Ett sammanlagt medelvärde räknades sedan fram för de representativa sekvenserna, för respektive IMU-sensor och respektive mättillfälle. De uträknade medelvärdena undersöktes för normalfördelning med Shapiro-Wilk test i dataprogrammet R-studio (RStudio Team 2020). Det förelåg ingen normalfördelning och en ickeparametrisk metod, Wilcoxon teckenrangtest, användes i den statistiska analysen.

För statistisk analys av de erhållna värdena användes dataprogrammet R-studio (RStudio Team 2020). Wilcoxon teckenrangtest utfördes på maxdiffs och mindiffs medelvärden vid håla och efter friskförklarande för att se om statistiskt säkerställd signifikant skillnad fanns.

## 4. Resultat

Det var tio kor med klinisk frambenshälta som kunde inkluderas, de kor som exkluderas gjorde det enligt exklusionskriterierna i metoden. En ko fick dessutom exkluderas då inga uppmätta sekvenser vid första mättillfället översteg tio steg. För ko C fungerade inte huvudsensorn vid första mättillfället och därmed kunde endast data från nio kor analyseras för huvudsensorn. Antalet analyserade steg per ko varierar mellan 91 och 407, med ett medelvärde på  $175,55 \pm 70,46$ .

Wilcoxon teckenrangtest resulterade i p-värden för maxdiff och mindiff för IMU-sensorerna på huvud, manke och sacrum, totalt sex jämförelser. För manksensorns maxdiff sågs en statistisk säkerställd skillnad på 5 % signifikansnivå,  $p = 0,027$ , mellan halta och ohalta kor. För övriga parametrar sågs ingen statistiskt säkerställd skillnad på 5 % signifikansnivå, p-värdena för dessa visas i tabell 3. För huvudsensorns maxdiff samt sensorn på sacrums mindiff sågs dock en trend för att skillnad kan finnas mellan halta och ohalta kor,  $p=0,074$  respektive  $p=0,083$ .

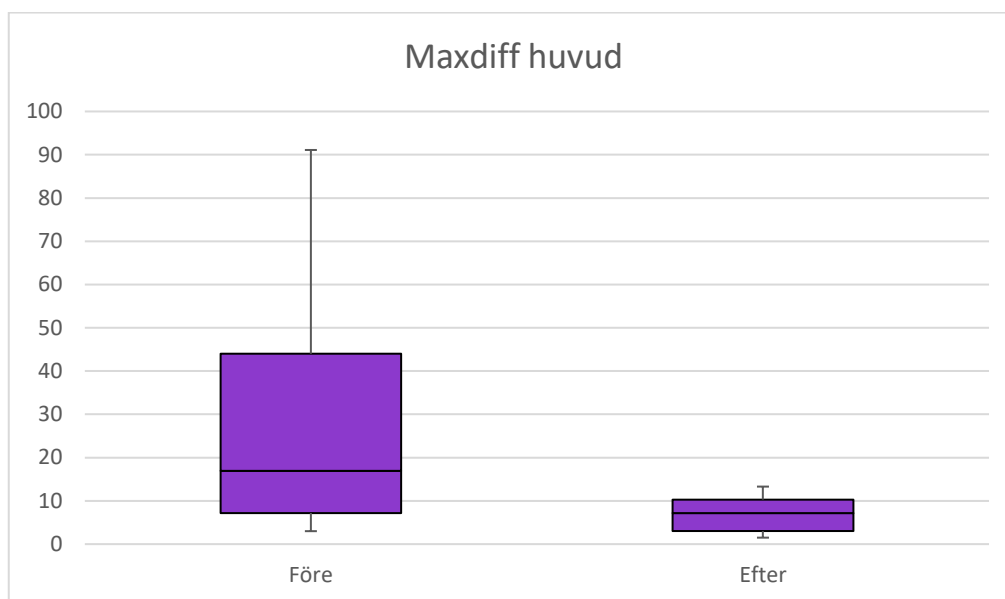
Tabell 3. p-värde för maxdiff och mindiff för varje enskild sensors jämförelse vid halta och efter tillfrisknande.

| Variabel och sensor | p-värde |
|---------------------|---------|
| Maxdiff huvud       | 0,074   |
| Mindiff huvud       | 0,43    |
| Maxdiff manke       | 0,027   |
| Mindiff manke       | 0,63    |
| Maxdiff sacrum      | 0,92    |
| Mindiff sacrum      | 0,083   |

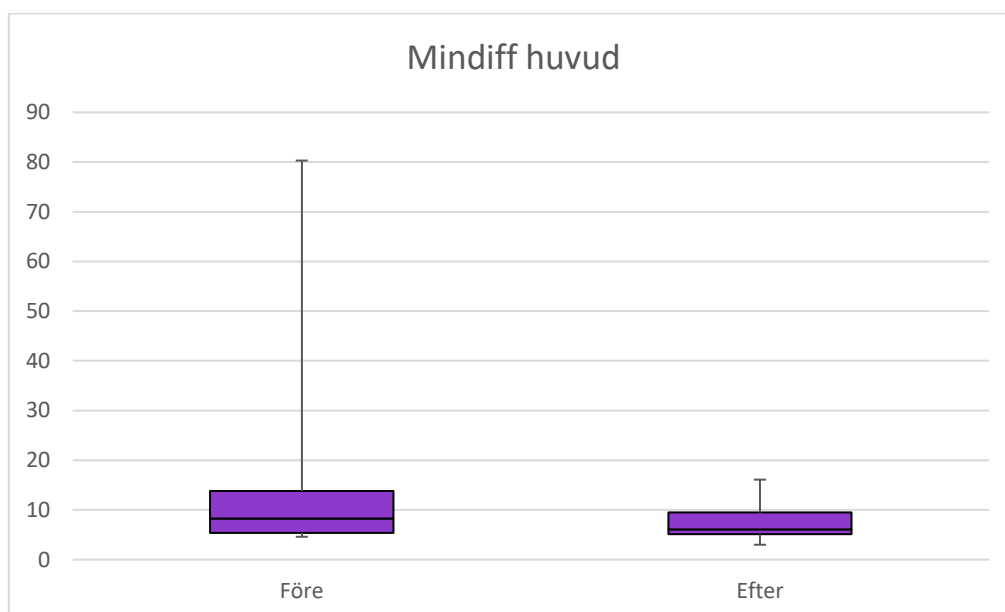
Maxdiff och mindiff vid halta (före) och efter tillfrisknande (efter) har medelvärden mellan korna som varierar från 91,1 till 0,4 i absoluta värden. Samtliga medelvärden för varje enskild ko, variabel och sensor presenteras i tabell 3. Spridningen för respektive kos medelvärden synliggörs i figur 4 – 9.

Tabell 4. Medelvärde på respektive sensor både före och efter tillfriskande uppdelat för varje enskild ko angivet som absolut värde.

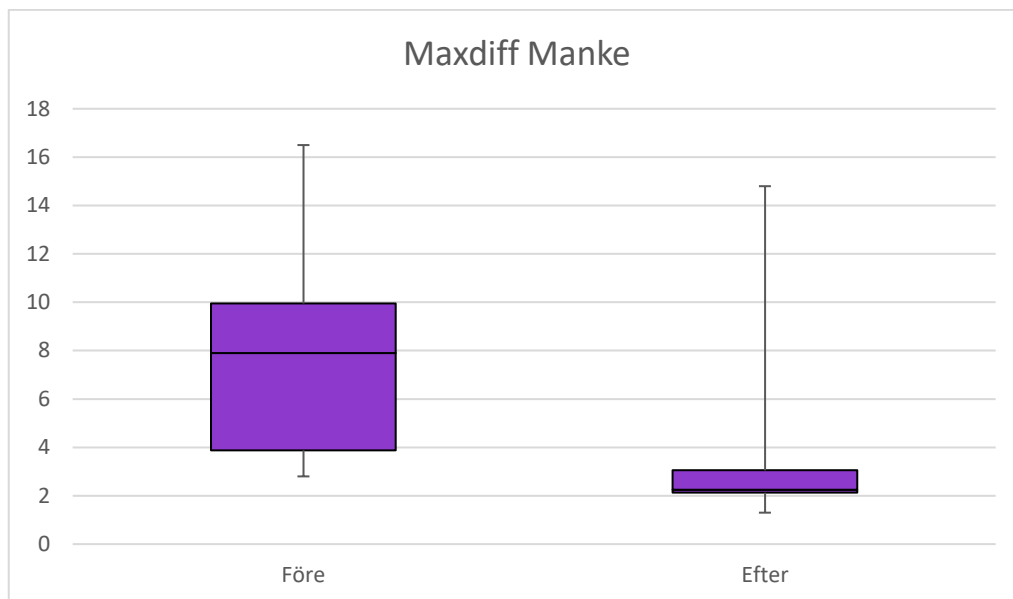
| Ko | Före             | Efter            | Före             | Efter            | Före             | Efter            | Före             | Efter            | Före              | Efter             | Före              | Efter             |
|----|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|    | Maxdiff<br>huvud | Maxdiff<br>huvud | Mindiff<br>huvud | Mindiff<br>huvud | Maxdiff<br>manke | Maxdiff<br>manke | Mindiff<br>manke | Mindiff<br>manke | Maxdiff<br>sacrum | Maxdiff<br>sacrum | Mindiff<br>sacrum | Mindiff<br>sacrum |
| A  | 68               | 5,5              | 8,3              | 7                | 10,4             | 2,3              | 1,2              | 3,7              | 1,3               | 2                 | 2,9               | 4,5               |
| B  | 3                | 1,5              | 80,3             | 6,1              | 10               | 1,3              | 17               | 1,6              | 0,9               | 2,3               | 2,2               | 4                 |
| C  | -                | -                | -                | -                | 8,2              | 14,8             | 1,5              | 16,1             | 2,6               | 1,3               | 16,1              | 2                 |
| D  | 7,2              | 11               | 4,6              | 3                | 3                | 2,2              | 1,4              | 3,2              | 3                 | 4,1               | 0,8               | 3                 |
| E  | 44               | 7,2              | 8,3              | 16,1             | 9,8              | 1,4              | 5,3              | 0,9              | 4,4               | 2,4               | 2,6               | 19,7              |
| F  | 8,9              | 13,3             | 5,4              | 9,5              | 2,8              | 2,1              | 2,3              | 9,9              | 3,7               | 0,4               | 3,5               | 3,1               |
| G  | 6,1              | 3                | 5,4              | 4,5              | 7,6              | 3,7              | 5,5              | 1,2              | 5,1               | 3                 | 2,4               | 3,3               |
| H  | 91,1             | 2,2              | 13,8             | 5,8              | 16,5             | 3,2              | 4,2              | 9,9              | 1,2               | 3,8               | 2,1               | 3,9               |
| I  | 21,7             | 10,3             | 7,3              | 11,5             | 3,2              | 2,2              | 2                | 1,2              | 1,8               | 7,4               | 8,3               | 21,9              |
| J  | 16,9             | 9,1              | 36,4             | 5,1              | 5,9              | 2,6              | 2,5              | 6                | 3                 | 3,2               | 3,7               | 8,8               |



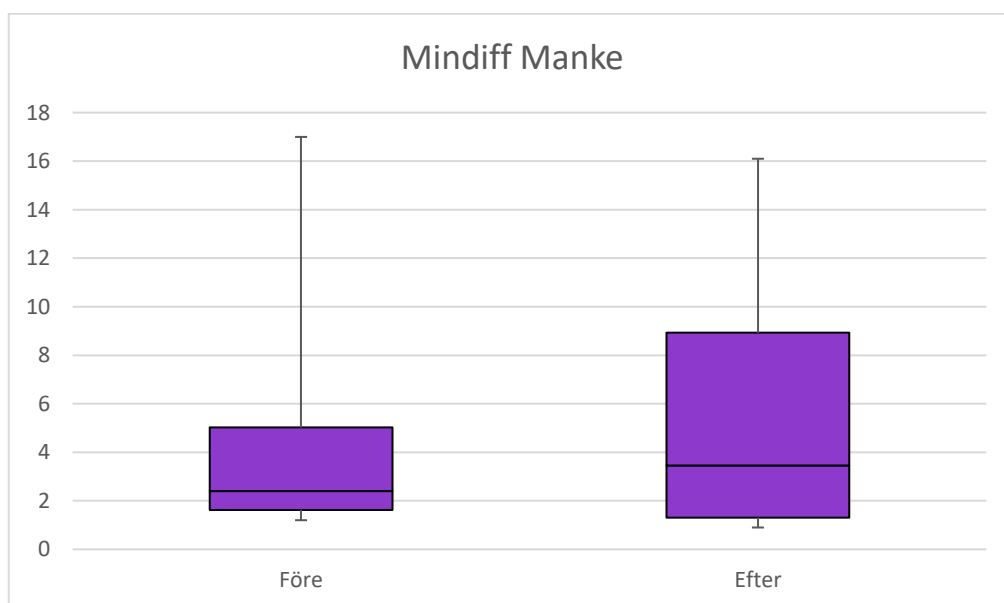
Figur 4. Box plot över medelvärden för huvudsensornas maxdiff för samtliga inkluderade kor vid hälsa (före) och som ohalt efter tillfrisknande (efter). Box plot visar högsta- och lägsta värde, första- och tredje kvartilen samt median. Angivet som absoluta värden.



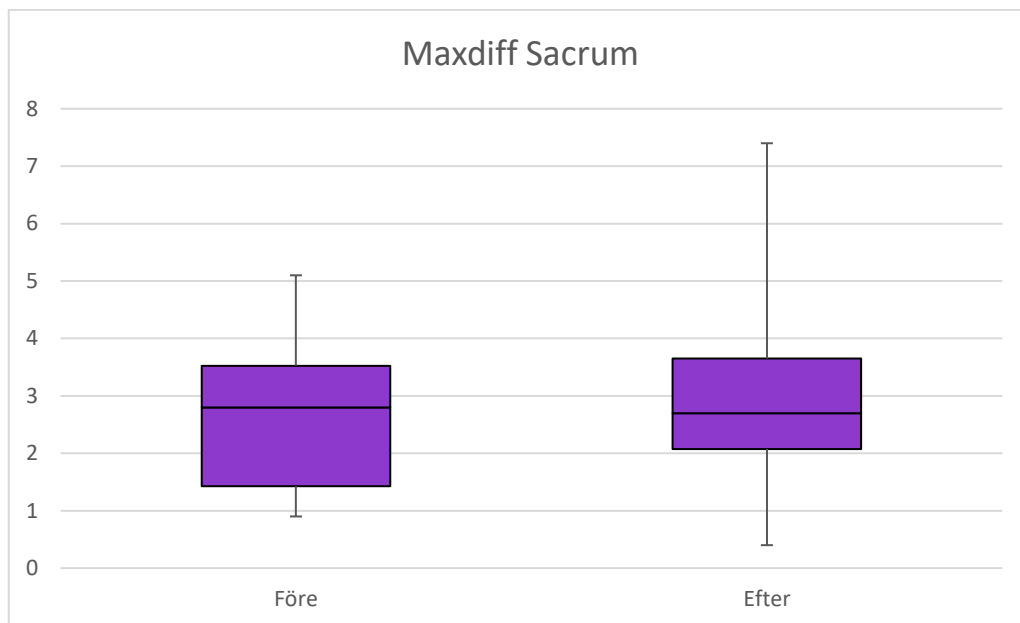
Figur 5. Box plot över medelvärden för huvudsensornas mindiff för samtliga inkluderade kor vid hälsa (före) och som ohalt efter tillfrisknande (efter). Box plot visar högsta- och lägsta värde, första- och tredje kvartilen samt median. Angivet som absoluta värden.



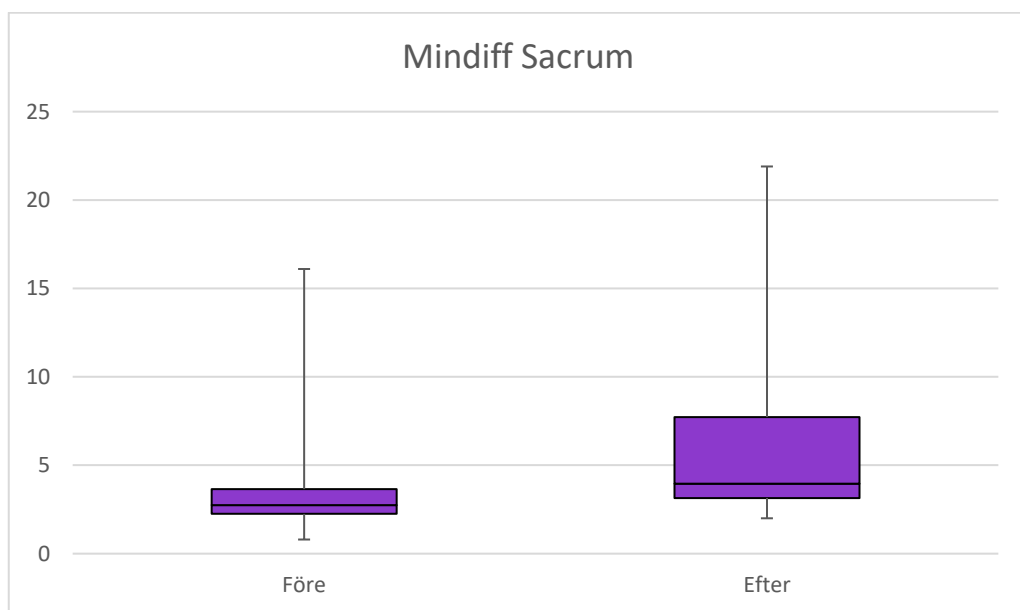
Figur 6. Box plot över medelvärden för manksensorns maxdiff för samtliga inkluderade kor vid hälsa (före) och som ohalt efter tillfrisknande (efter). Box plot visar högsta- och lägsta värde, första- och tredje kvartilen samt median. Angivet som absoluta värden.



Figur 7. Box plot över medelvärden för manksensorns mindiff för samtliga inkluderade kor vid hälsa (före) och som ohalt efter tillfrisknande (efter). Box plot visar högsta- och lägsta värde, första- och tredje kvartilen samt median. Angivet som absoluta värden.



Figur 8. Box plot över medelvärden för sensorn på sacrums maxdiff för samtliga inkluderade kor vid hälsa (före) och som ohalt efter tillfrisknande (efter). Box plot visar högsta- och lägsta värde, första- och tredje kvartilen samt median. Angivet som absoluta värden.



Figur 9. Box plot över medelvärden för sensorn på sacrums mindiff för samtliga inkluderade kor vid hälsa (före) och som ohalt efter tillfrisknande (efter). Box plot visar högsta- och lägsta värde, första- och tredje kvartilen samt median. Angivet som absoluta värden.

## 5. Diskussion

Syftet med denna studie var att undersöka om skillnader i vertikala rörelser vid nacke, manke eller sacrum kan användas som indikator för frambenshållta vid objektiv håltbedömning hos mjölkkor i skritt. Absolutvärden för maxdiff mätt på manken hade en statistiskt signifikant skillnad mellan halta och ohalta kor och kan därmed vara en indikator på frambenshållta.

### 5.1. Resultatdiskussion

Resultaten i studien visar att endast maxdiff för manken har en statistiskt signifikant skillnad på 5 % signifikansnivå mellan halt ko och ohalt ko. Denna studie inkluderar dock endast ett litet antal individer. Eftersom absolutvärden använts i denna studie är det som undersökt ett generellt mått på asymmetri hos de olika positionernas maxdiff och mindiff. Asymmetrin av mankens högsta position/maxdiff har inte klarlagts om det är kopplat till en systematisk skillnad mellan just det halta och ohalta benets stegfas. Detta är något som bör göras i framtida studier genom att inte räkna med absolutvärden och koppla skillnader till vilket ben som är det halta. Under mättillfällena användes huvudnickning vid belastning av det ohalta benet av de medverkande som ett sätt att avgöra vilket ben som var halt innan klövverkning skedde. Den objektiva bedömningen med IMU-sensorer resulterade dock inte i några signifikanta skillnader i absolutvärdena för maxdiff och mindiff för huvudet som skulle indikera en huvudnickning. Det är möjligt att det fanns en nickning hos kor vid hålt, som inte kunde presenteras i denna studies resultat. Detta kan hypotetiskt bero på att IMU-sensorn har svårare att registrera de vertikala rörelserna hos korna i studien då de har mycket huvudrörelser och data inte kan fås fram av systemet. En alternativ förklaring kan vara att korna rör huvudet mycket mer och att de sekvenserna inte kan sorteras ut av algoritmen utan registreras som en jämn skritt och ger sekvenser med data vilket gör att icke representativa sekvenser för huvudet återfinns i studiens data och därmed påverkar resultatet. Det vore därför intressant med större studier i framtiden. Större studier med högre power vore även intressant med tanke på att både maxdiff för huvudsensorn och mindiff för sacrums sensor hade en trend till viss skillnad mellan halta och ohalta kor även om den inte är statistiskt säkerställd. Med större studier kan det vara möjligt att se om trenden

stämmer och om det finns en statistiskt säkerställd skillnad även för dessa parametrar.

Jag har ingen vetskap om publicerade studier som beskrivit denna typ av asymmetrier/skillnader i vertikala rörelser hos frambenshaltar där större maxdiff ses vid halta. En möjlig anledning till den signifikanta skillnaden för mankens maxdiff är att manken hålls högre upp mitt under understödsfasen vid belastning av det halta benet på grund av kons försök att avlasta det halta benet och undvika smärta. I framtida studier vore det intressant att jämföra halta på olika ben, olika allvarlighetsgrad och orsakat av olika lesioner med varandra för att se vilka biomekaniska skillnader som eventuellt kan finnas.

Att mindiff för sacrum sensor och för manksensorn generellt verkar öka efter tillfrisknande är intressant att studera vidare. Tanken är att kon blir mer asymmetrisk när kon är halt och därmed borde ha ett högre värde för både maxdiff och mindiff jämfört med när kon är ohalt. En möjlig förklaring till resultatet i denna studie är att de sekvenser som använts i uträkningarna inte är helt representativa för skritt på rakt spår utan att korna har haft vissa andra rörelser också som påverkat värdena. Annan möjlig förklaring är mindiff, det vill säga den lägsta positionen av manken och sacrum sker just när båda fram- respektive bakbenen är i understödsfasen och ett ben är vinklat framåt och ett ben vinklat bakåt. Detta gör att mindiff blir mer känsligt för att kon tar olika långa steg. Detta påverkar inte maxdiff i samma utsträckning.

En faktor som gör systemet som används i studien svårt att applicera ute i fält för hältedetektion för mjölkkor är mängden material som krävs. I studien användes elva IMU-sensorer på varje ko vid varje mätning. Ute på gårdarna blir det sannolikt inte ekonomiskt hållbart att sätta elva IMU-sensorer på varje ko och dessutom få dessa att sitta kvar i en lösdrift. För att systemet ska vara ekonomiskt hållbart krävs att antalet sensorer per ko kan minskas, allra helst till en IMU-sensor per ko. Dessutom behövs lösningar för hur sensorer ska sitta så att de inte tappas i lösdriften och hur laddning av sensorerna ska genomföras på ett arbetseffektivt sätt. Forskning pågår i dagsläget om huruvida en IMU-sensor i sensorhalsbandet kan vara en väg framåt mot kommersiell användning inom hältedetektion.

Precision livestock farming har som mål att med olika teknologiska lösningar såsom sensorer, kameror eller mikrofoner och realtidsanalyser kunna kontinuerligt övervaka alla individuella djur i besättningen gällande hälsa, produktion, välfärd och miljömässiga avtryck. Realtidsanalysen sköts av en algoritm som kan varna bonden när något inte stämmer med ett djur så att vidare åtgärder kan sättas in. Fördelarna med detta är säkrare mått på djurens hälsa och produktion när övervakningen sker kontinuerligt över dygnet och utan mänsklig påverkan (Berckmans

2017). Dessa principer används inom mjölkproduktionen i varierande grad med foderautomater, mjölkrobotar, aktivitets- och brunstsensorer. För hältdektion finns i dagsläget till författarens vetskap inget system, vars användning är utbredd, som uppfyller böndernas krav på användbarhet.

Det system som bönderna var mest positiva till enligt en studie var kobaserade system med sensorer, därefter walkoversystem med tryckplattor/kraftmätningssystem och slutligen kamerabaserade system. Viktiga faktorer för bönderna var systemets kostnad, procent falskt positiva, procent missade kor och möjligheten att ange vilket ben som hältan finns på (Van De Gucht *et al.* 2017). I en studie sågs att många bönder tycker att de kan upptäcka häla hos sin besättning själva på ett bra sätt (Horseman *et al.* 2014). Böndernas inställning till objektiva system kan sannolikt påverkas av detta. Om de inte upplever sig ha ett problem med att hitta halta kor kommer de inte heller att vilja investera i en objektiv lösning för hältdektion. Sensorbaserade system för hältdektion måste därför förbättras innan kommersiell användning. Antalet sensorer per ko behöver minska ner till en sensor per ko för att vara kostnadseffektivt. Systemen behöver dessutom ha både en hög specificitet och sensitivitet genom en bra algoritm som med stor säkerhet kan diagnosticera både halta och friska kor så att inte extra arbete skapas av falskt positiva samt att inte välfärds- och produktionsproblem skapas av att halta kor missas. Dessutom krävs praktiska lösningar för hur eventuella sensorer ska fästas på korna och underhållas.

I en intervjustudie konstaterades att flera faktorer försvårar behandlingsinsättning av halta kor. De faktorer som nämndes var att behandlingen är en omständlig process med många steg som tar tid, att det råder både arbetsbrist och även kompetensbrist hos arbetarna, koflödet och att andra uppgifter på gården i perioder är mer akuta än hältbehandling (Horseman *et al.* 2014). Nästan alla dessa faktorer kan egentligen koncentreras till tidsåtgången. Om objektiva metoder för hältdektion kan utvecklas och användas sparar bonden tid på att inte visuellt hältbedöma sina kor och det kan förhoppningsvis frigöra mer tid för behandling av korna istället.

Tidig behandling av lindrig häla gav ofta ett bättre och snabbare tillfrisknande (Leach *et al.* 2012). Det är dock viktigt att objektiva, och i framtiden, automatiska hältdektionssystem inte varnar för häla innan lesioner syns. Om ett automatiskt objektivt system varnar bonden för häla hos en ko och om bonden, klövverkaren eller veterinären sedan inte kan se någon lesion som kan förklara häla blir behandling svår att genomföra. Smärtlindring kan alltid ges på veterinärs ordination, men smärtlindring kommer inte att åtgärda grundproblemet och orsaken till hältan. Kan inte orsaken till häla identifieras vid detektionen kommer sannolikt systemet inte bli populärt hos bönderna, då det kommer generera mer arbete för

dem eftersom korna kan behöva kontrolleras i verkstol flera gånger och risken finns då att systemet inte används. Det är därför viktigt att hitta en bra tröskel för automatiska objektiva system som fungerar i praktiken.

## 5.2. Metoddiskussion

Flera studier har visat att hältprevalensen ofta kraftigt underskattas av bönderna själva (Leach *et al.* 2010; Cutler *et al.* 2017) och att det troligen främst är de med tydligare/kraftigare halta som upptäckts (Leach *et al.* 2010). Med det som bakgrund är det en brist i denna studies metod att mätningarna endast genomfördes efter att halta uppmärksammats av personal. Det är möjligt att fler halta kor, särskilt med lindrig halta hade upptäckts om hältdektionen till studien hade skett vid specifika tidpunkter separat från andra arbetsuppgifter på ett systematiskt sätt.

Sprecherskalan var den skala som använts för att hältgradera de inkluderade korna i studien. En svårighet med användandet av Sprecherskalan var att kategorisera de halta korna i rätt hältgrad. Flera av de frambenshalta korna som deltog i studien uppfyllde kriterier som placerade dem i två olika hältgrader. Exempelvis fanns det flera med krummade rygg när de gick, men ej när de stod still, vilket ger hältgrad 2, men som även hade påverkad gång, vilket ger hältgrad 3. När korna passar in i flera olika hältgrader blir det svårare för observatörer att vara samstämmiga i sin bedömning. En sämre samstämmighet gör tolkningen svårare vilket sannolikt påverkar böndernas villighet att implementera rutinmässig hältgradering skiljt från andra arbetsuppgifter i vardagen.

På filmerna från den handhållna kameran under mätningar sågs att korna ofta rörde huvudet mycket, de tittade omkring sig samt tittade och luktade på marken. För vissa av korna sannolikt så mycket att sensorerna inte klarade av att registrera rörelserna, vilket gav upphov till sekvenser utan data, särskilt för huvudet. Dessa huvudrörelser gör det sannolikt svårare att applicera systemet som det är idag, eftersom de representativa sekvenserna måste plockas ut manuellt. Detta blir även en svårighet för framtida bruk av sensorer; att få fram en algoritm som kan skilja på representativa sekvenser som är lämpliga för analys och vilka sekvenser som har rörelser som inte bör analyseras.

Klinisk halta är oftast orsakad av klövlesioner, men endast 8 % av klövlesionerna ses i framklövarna (Murray *et al.* 1996). När endast en liten andel av klövlesionerna ses i framklövarna innebär det även att andelen frambenshalta är låg, vilket påverkar studiepopulationens storlek ytterligare och därmed studiens power.

I denna studie har absoluta värden använts för den statistiska analysen då hypotesen är att en ohalt ko har en lägre grad asymmetri och därmed ett maxdiff och mindiff-

värde som är närmare noll än en halt ko. Genom att använda absolutvärden finns det en risk att förändringar från negativa värden till positiva värden eller vice versa, det vill säga asymmetri eller hälta som ändras från vänster sidas ben till höger sidas ben inte upptäcks och att skillnader mellan mättillfällena blir falskt låga eller falskt höga.

### 5.3. Förslag på framtida forskning

Större studier för att verifiera om IMU-sensorer för huvud, manke och sacrum kan skilja på halta och ohalta kor behövs i framtiden. För sensorer som hältedetektion krävs även forskning på om en sensor per ko kan användas. Dessutom krävs det studier på hur resultat i en kontrollerad forskningsmiljö ska extrapoleras till och verifieras för användning i fält. Besättningar där korna dagligen skrittar i en smal drivgång är sannolikt lättare att extrapolera resultaten från en forskningsstudie till. I lösdrifter med mjölkrobotar är det dock sällan korna har en smal, längre drivgång som de passerar dagligen i jämn skritt vilket gör att det är en stor miljöskillnad jämfört med många av de forskningsstudier som genomförts. Studier som jämför hälta på olika ben, olika allvarlighetsgrad och typ av lesioner är intressant för att se om det finns några skillnader i hur de vertikala rörelserna vid sacrum, manke och huvud påverkas.

### 5.4. Konklusion

Denna studies resultat visar på 5 % signifikansnivå endast en statistiskt säkerställd skillnad mellan halta och ohalta kor för absolutvärdet för manksensorns maxdiff, vilket innebär att maxdiff på manken kan indikera frambenshälta hos mjölkkor i skritt. Övriga sensorer och variabler har ingen statistiskt säkerställd skillnad mellan halta och ohalta kor. Större studier krävs dock för att säkerställa resultaten.

## Referenser

- Alsaad, M., Luternauer, M., Hausegger, T., Kredel, R. & Steiner, A. (2017). The cow pedogram—Analysis of gait cycle variables allows the detection of lameness and foot pathologies. *Journal of Dairy Science*, 100 (2), 1417–1426. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11678>
- Bach, A., Dinarés, M., Devant, M. & Carré, X. (2007). Associations between lameness and production, feeding and milking attendance of Holstein cows milked with an automatic milking system. *The Journal of Dairy Research*, 74 (1), 40–46. <https://doi.org/10.1017/S0022029906002184>
- Barker, Z.E., Leach, K.A., Whay, H.R., Bell, N.J. & Main, D.C.J. (2010). Assessment of lameness prevalence and associated risk factors in dairy herds in England and Wales. *Journal of Dairy Science*, 93 (3), 932–941. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2309>
- Beer, G., Alsaad, M., Starke, A., Schuepbach-Regula, G., Müller, H., Kohler, P. & Steiner, A. (2016). Use of extended characteristics of locomotion and feeding behavior for automated identification of lame dairy cows. *PLOS ONE*, 11 (5), e0155796. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155796>
- Berckmans, D. (2017). General introduction to precision livestock farming. *Animal Frontiers*, 7 (1), 6–11. <https://doi.org/10.2527/af.2017.0102>
- Boelling, D. & Pollott, G.E. (1998). Locomotion, lameness, hoof and leg traits in cattle I.: Phenotypic influences and relationships. *Livestock Production Science*, 54 (3), 193–203. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(97\)00166-8](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(97)00166-8)
- Bosch, S., Serra Bragança, F., Marin-Perianu, M., Marin-Perianu, R., Van der Zwaag, B.J., Voskamp, J., Back, W., Van Weeren, R. & Havinga, P. (2018). EquiMoves: A wireless networked inertial measurement system for objective examination of horse gait. *Sensors*, 18 (3), 850. <https://doi.org/10.3390/s18030850>
- Bragança, F.M.S., Hernlund, E., Thomsen, M.H., Waldern, N.M., Rhodin, M., Byström, A., Weeren, P.R. van & Weishaupt, M.A. (2021). Adaptation strategies of horses with induced forelimb lameness walking on a treadmill. *Equine Veterinary Journal*, 53 (3), 600–611. <https://doi.org/10.1111/evj.13344>
- Breuer, K., Hemsworth, P.H., Barnett, J.L., Matthews, L.R. & Coleman, G.J. (2000). Behavioural response to humans and the productivity of commercial dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science*, 66 (4), 273–288. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(99\)00097-0](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(99)00097-0)

- Buchner, H.H.F., Savelberg, H.H.C.M., Schamhardt, H.C. & Barneveld, A. (1996). Head and trunk movement adaptations in horses with experimentally induced fore- or hindlimb lameness. *Equine Veterinary Journal*, 28 (1), 71–76.  
<https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1996.tb01592.x>
- Carlander, J. (2021). *Objektiv rörelseanalys för mätning av hälta hos kliniskt halta kor*. (Självständigt arbete). Sveriges lantbruksuniversitet. Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap, Veterinärprogrammet.  
<http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:slu:epsilon-s-16440> [2022-03-09]
- Channon, A.J., Walker, A.M., Pfau, T., Sheldon, I.M. & Wilson, A.M. (2009). Variability of Manson and Leaver locomotion scores assigned to dairy cows by different observers. *Veterinary Record*, 164 (13), 388–392.  
<https://doi.org/10.1136/vr.164.13.388>
- Chapinal, N., de Passillé, A.M., Pastell, M., Hänninen, L., Munksgaard, L. & Rushen, J. (2011). Measurement of acceleration while walking as an automated method for gait assessment in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 94 (6), 2895–2901.  
<https://doi.org/10.3168/jds.2010-3882>
- Chapinal, N., de Passillé, A.M., Weary, D.M., von Keyserlingk, M.A.G. & Rushen, J. (2009). Using gait score, walking speed, and lying behavior to detect hoof lesions in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 92 (9), 4365–4374.  
<https://doi.org/10.3168/jds.2009-2115>
- Clarkson, M.J., Downham, D.Y., Faull, W.B., Hughes, J.W., Manson, F.J., Merritt, J.B., Murray, R.D., Russell, W.B., Sutherst, J.E. & Ward, W.R. (1996). Incidence and prevalence of lameness in dairy cattle. *The Veterinary Record*, 138 (23), 563–567.  
<https://doi.org/10.1136/vr.138.23.563>
- Cook, N.B. (2003). Prevalence of lameness among dairy cattle in Wisconsin as a function of housing type and stall surface. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 223 (9), 1324–1328. <https://doi.org/10.2460/javma.2003.223.1324>
- Cutler, J.H.H., Rushen, J., de Passillé, A.M., Gibbons, J., Orsel, K., Pajor, E., Barkema, H.W., Solano, L., Pellerin, D., Haley, D. & Vasseur, E. (2017). Producer estimates of prevalence and perceived importance of lameness in dairy herds with tiestalls, freestalls, and automated milking systems. *Journal of Dairy Science*, 100 (12), 9871–9880. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13008>
- Dunthorn, J., Dyer, R.M., Neerchal, N.K., Mchenry, J.S., Rajkondawar, P.G., Steingraber, G. & Tasch, U. (2015). Predictive models of lameness in dairy cows achieve high sensitivity and specificity with force measurements in three dimensions. *Journal of Dairy Research*, 82 (4), 391–399.  
<https://doi.org/10.1017/S002202991500028X>
- Enting, H., Kooij, D., Dijkhuizen, A.A., Huirne, R.B.M. & Noordhuizen-Stassen, E.N. (1997). Economic losses due to clinical lameness in dairy cattle. *Livestock Production Science*, 49 (3), 259–267. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(97\)00051-1](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(97)00051-1)
- EquiMoves (2021a). *Overview - EquiMoves*. EquiMoves. <https://equimoves.nl/system-overview/> [2021-10-21]

- EquiMoves (2021b). *Specifications - EquiMoves*. EquiMoves.  
<https://equimoves.nl/system-overview/system-specifications/> [2021-10-26]
- Espejo, L.A., Endres, M.I. & Salfer, J.A. (2006). Prevalence of lameness in high-producing Holstein cows housed in freestall barns in Minnesota. *Journal of Dairy Science*, 89 (8), 3052–3058. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72579-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72579-6)
- Flower, F.C., Sanderson, D.J. & Weary, D.M. (2006). Effects of milking on dairy cow gait. *Journal of Dairy Science*, 89 (6), 2084–2089. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72278-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72278-0)
- Flower, F.C. & Weary, D.M. (2006). Effect of hoof pathologies on subjective assessments of dairy cow gait. *Journal of Dairy Science*, 89 (1), 139–146. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72077-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72077-X)
- Horseman, S., Roe, E., Huxley, J., Bell, N., Mason, C. & Whay, H. (2014). The use of in-depth interviews to understand the process of treating lame dairy cows from the farmers' perspective. *Animal Welfare*, 23 (2), 157–165. <https://doi.org/10.7120/09627286.23.2.157>
- Inertia Technology (2022). *ProMove MINI - wireless motion capture sensor from Inertia Technology*. Inertia Technology. <https://inertia-technology.com/product/motion-capture-promove-mini/> [2022-01-19]
- Jabbar, K.A., Hansen, M.F., Smith, M.L. & Smith, L.N. (2017). Early and non-intrusive lameness detection in dairy cows using 3-dimensional video. *Biosystems Engineering*, 153, 63–69. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2016.09.017>
- Klaas, I.C., Rousing, T., Fossing, C., Hindhede, J. & Sorensen, J.T. (2003). Is lameness a welfare problem in dairy farms with automatic milking systems? *Animal Welfare*, 12 (4), 599–603
- Leach, K.A., Tisdall, D.A., Bell, N.J., Main, D.C.J. & Green, L.E. (2012). The effects of early treatment for hindlimb lameness in dairy cows on four commercial UK farms. *The Veterinary Journal*, 193 (3), 626–632. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2012.06.043>
- Leach, K.A., Whay, H.R., Maggs, C.M., Barker, Z.E., Paul, E.S., Bell, A.K. & Main, D.C.J. (2010). Working towards a reduction in cattle lameness: 1. Understanding barriers to lameness control on dairy farms. *Research in Veterinary Science*, 89 (2), 311–317. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2010.02.014>
- Maierl, J., Weissengruber, G., Peham, C. & König, H.E. (2014). Statics and dynamics. I: König, H.E. & Liebich, H.-G. (red.). *Veterinary Anatomy of Domestic Mammals*. 6. uppl. Stuttgart: Schattauer, 293–294
- Manske, T., Hultgren, J. & Bergsten, C. (2002). Prevalence and interrelationships of hoof lesions and lameness in Swedish dairy cows. *Preventive Veterinary Medicine*, 54 (3), 247–263. [https://doi.org/10.1016/s0167-5877\(02\)00018-1](https://doi.org/10.1016/s0167-5877(02)00018-1)
- March, S., Brinkmann, J. & Winkler, C. (2007). Effect of training on the inter-observer reliability of lameness scoring in dairy cattle. *Animal Welfare*, 16 (2), 131–133

- Murray, R.D., Downham, D.Y., Clarkson, M.J., Faull, W.B., Hughes, J.W., Manson, F.J., Merritt, J.B., Russell, W.B., Sutherst, J.E. & Ward, W.R. (1996). Epidemiology of lameness in dairy cattle: description and analysis of foot lesions. *The Veterinary Record*, 138 (24), 586–591. <https://doi.org/10.1136/vr.138.24.586>
- O’Callaghan, K.A., Cripps, P.J., Downham, D.Y. & Murray, R.D. (2003). Subjective and objective assessment of pain and discomfort due to lameness in dairy cattle. *Animal Welfare*, 12 (4), 605–610
- Palmer, S.E. (1981). Use of the portable infrared thermometer as a means of measuring limb surface temperature in the horse. *American Journal of Veterinary Research*, 42 (1), 105–108
- Poursaberi, A., Bahr, C., Pluk, A., Van Nuffel, A. & Berckmans, D. (2010). Real-time automatic lameness detection based on back posture extraction in dairy cattle: Shape analysis of cow with image processing techniques. *Computers and Electronics in Agriculture*, 74 (1), 110–119. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2010.07.004>
- RStudio Team (2020). *RStudio: Integrated Development for R*. Boston, MA: RStudio, PBC. <http://www.rstudio.com/>
- Sarjokari, K., Kaustell, K.O., Hurme, T., Kivinen, T., Peltoniemi, O.A.T., Saloniemi, H. & Rajala-Schultz, P.J. (2013). Prevalence and risk factors for lameness in insulated free stall barns in Finland. *Livestock Science*, 156 (1), 44–52. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2013.06.010>
- Schlageter-Tello, A., Bokkers, E.A.M., Koerkamp, P.W.G.G., Van Hertem, T., Viazzi, S., Romanini, C.E.B., Halachmi, I., Bahr, C., Berckmans, D. & Lokhorst, K. (2014). Manual and automatic locomotion scoring systems in dairy cows: a review. *Preventive Veterinary Medicine*, 116 (1–2), 12–25. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2014.06.006>
- Serra Bragança, F.M., Rhodin, M. & van Weeren, P.R. (2018). On the brink of daily clinical application of objective gait analysis: What evidence do we have so far from studies using an induced lameness model? *The Veterinary Journal*, 234, 11–23. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2018.01.006>
- Sprecher, D.J., Hostetler, D.E. & Kaneene, J.B. (1997). A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance. *Theriogenology*, 47 (6), 1179–1187. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(97\)00098-8](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(97)00098-8)
- Tanida, H., Koba, Y., Rushen, J. & Passilé, A.M.D. (2011). Use of three-dimensional acceleration sensing to assess dairy cow gait and the effects of hoof trimming. *Animal Science Journal*, 82 (6), 792–800. <https://doi.org/10.1111/j.1740-0929.2011.00903.x>
- Telezhenko, E. & Bergsten, C. (2005). Influence of floor type on the locomotion of dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science*, 93 (3), 183–197. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2004.11.021>
- Thomsen, P.T., Munksgaard, L. & Tøgersen, F.A. (2008). Evaluation of a lameness scoring system for dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 91 (1), 119–126. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0496>

- Thorup, V.M., Nielsen, B.L., Robert, P.-E., Giger-Reverdin, S., Konka, J., Michie, C. & Friggens, N.C. (2016). Lameness affects cow feeding but not rumination behavior as characterized from sensor data. *Frontiers in Veterinary Science*, 3, 37. <https://doi.org/10.3389/fvets.2016.00037>
- Tijssen, M., Bragança, F.M.S., Ask, K., Rhodin, M., Andersen, P.H., Telezhenko, E., Bergsten, C., Nielsen, M. & Hernlund, E. (2021). Kinematic gait characteristics of straight line walk in clinically sound dairy cows. *PLOS ONE*, 16 (7), e0253479. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0253479>
- Van De Gucht, T., Saeys, W., Van Nuffel, A., Pluym, L., Piccart, K., Lauwers, L., Vangeyte, J. & Van Weyenberg, S. (2017). Farmers' preferences for automatic lameness-detection systems in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 100 (7), 5746–5757. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12285>
- Van Nuffel, A., Van De Gucht, T., Saeys, W., Sonck, B., Opsomer, G., Vangeyte, J., Mertens, K.C., De Ketelaere, B. & Van Weyenberg, S. (2016). Environmental and cow-related factors affect cow locomotion and can cause misclassification in lameness detection systems. *Animal*, 10 (9), 1533–1541. <https://doi.org/10.1017/S175173111500244X>
- Vokey, F.J., Guard, C.L., Erb, H.N. & Galton, D.M. (2001). Effects of alley and stall surfaces on indices of claw and leg health in dairy cattle housed in a free-stall barn. *Journal of Dairy Science*, 84 (12), 2686–2699. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(01\)74723-6](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(01)74723-6)
- Winckler, C. & Willen, S. (2001). The reliability and repeatability of a lameness scoring system for use as an indicator of welfare in dairy cattle. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A — Animal Science*, 51 (sup030), 103–107. <https://doi.org/10.1080/090647001316923162>

# Tack

Tack till min handledare Niclas Högberg samt till min biträdande handledare Marie Rhodin för ert engagemang. Tack till personal på Lövsta lantbruksforskning samt medverkande vid mättillfällena, utan er ingen studie. Även tack till mina kursare för aldrig sinande pepp, hejarop och kloka råd. Sist men inte minst tack till Ingrid Andersson för stöd och hjälp i alla lägen.

## Populärvetenskaplig sammanfattning

Hälta hos mjölkkor är ett smärtsamt tillstånd och kor är duktiga på att dölja smärta vilket kan göra hälta svår att upptäcka. Utöver att hälta påverkar djurvälstånd negativt påverkas även produktionen negativt, risken för vissa andra sjukdomar ökar samt att direkta kostnader, behandling ibland av veterinär, och indirekta kostnader, nedsatt produktion och ökad sjuklighet, ökar. Vanligaste orsaken till hälta är klövskador eller sjukdomar som drabbar klövarna. I Sverige har besättningar i genomsnitt 5,1 % halta kor (prevalens), men en variation mellan besättningar sågs på 0 – 33 %. Många bönder underskattar sin prevalens kraftigt, ofta stämmer deras uppskattade prevalens bra överens med prevalensen av de kraftigt halta korna. De missar alltså de kor med lindrigare hälta. Tidig behandling av lindrig hälta innebär oftast att mindre allvarliga klövskador fås, att färre behandlingar behövs och att korna fortare blir friska och ohalta. Det är därför viktigt att tidigt upptäcka halta kor, särskilt de lindrigt halta.

Idag genomförs hältedetektion genom en subjektiv visuell hältbedömning. Bönderna tittar alltså på sina kor, men detta sker oftast samtidigt som andra arbetsuppgifter utförs såsom fodring, mjölkning eller utgödsling. För visuell hältbedömning finns det en stor mängd olika hältgraderingsskalor som baseras på olika faktorer. Exempel på dessa är huvudnickning, krummande rygg, asymmetrisk gång, viktfördelning och steglängd. Dessa visuella bedömningsskalor har dock ofta sämre samstämmighet både mellan olika observatörer och för samma observatör vid olika tillfällen. Detta är en brist med den visuella hältbedömningen och träning i hur hältgraderingsskalan ska användas har enligt forskare dålig till moderat effekt när det kommer till att förbättra samstämmigheten.

Idag finns det flertalet automatiska system som används inom mjölkkoskötseln vilka både underlättar bondens arbete och individanpassning efter korna. Mjölkröbotar, automatiska fodersystem och sensorer för brunstdetektion används i vissa besättningar. Det finns i nuläget inget automatiskt system för hältedetektion som uppfyller böndernas krav på kostnadseffektivitet, låg andel falskt positiva, låg andel halta kor som missas samt att ange vilket ben hältan påverkar. Forskning på automatiska objektiva system pågår dock.

Inom forskningen finns det flera olika metoder som undersöks, både 2D- och 3D-kameror, tryckplattor som känner av hur långa steg och hur vikten fördelas när korna går eller står på dem samt, värmekameror som upptäcker skillnad i temperatur i benen samt sensorer som med accelerometrar kan se hur korna rör sig. Inom håltdektion och håltbedömning för häst har sensorer med accelerometrar använts kliniskt under flera år nu. Det är därför intressant att se om det systemet kan adapteras till mjölkkor.

Syftet med denna studie var att undersöka om skillnader i vertikala rörelser vid nacke, manke eller korset kan användas som indikator för frambenshälta vid objektiv håltbedömning hos mjölkkor i skritt. De vertikala rörelserna som jämfördes var maxdiff och mindiff. Maxdiff är skillnaden mellan den högsta punkten för kroppsdelen i stegcykeln för höger och vänster sida. Mindiff är skillnaden mellan den lägsta punkten för kroppsdelen i stegcykeln för höger och vänster sida. Om kon går helt symmetriskt med höger och vänster sidas ben kommer maxdiff och mindiff att vara noll.

Studien genomfördes på Lövsta lantbruksforskning som är en del av Sveriges lantbruksuniversitet. När frambenshalt kor observerats av personal på Lövsta lantbruksforskning fästes elva sensorer med accelerometrar på kon som sedan fick skritta rakt fram i en drivgång två till tre gånger. Efter kon bedömts som frisk och ohalt genomfördes samma mätning. Data från mätningarna kunde sedan jämföras.

Resultatet visar att mankens maxdiff har en signifikant (på 5 % signifikansnivå) statistiskt säkerställd skillnad mellan halta och ohalta kor. Maxdiff för huvud och korset samt mindiff för huvud, manke och korset har ingen statistiskt säkerställd skillnad. I denna studie ingick endast tio kor och större studier behövs för att verifiera resultatet.