



Digitala verktyg för kalvar idag och i framtiden

- litteraturstudie samt sammanställning av branschens åsikter

Kajsa Axelsson

Självständigt arbete • 15 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Institutionen för kliniska vetenskaper
Djur och hållbarhet (kandidat)
Uppsala 2025



Digitala verktyg för kalvar idag och i framtiden - litteraturstudie samt sammanställning av branschens åsikter

*Digital tools for calves today and in the future - literature study and compilation of
industry opinions*

Kajsa Axelsson

Handledare:	Lena-Mari Tamminen, SLU, Institutionen för kliniska vetenskaper
Bitr. handledare:	Gabriella Olmos Antillón, SLU, Affilierad till Institutionen för kliniska vetenskaper
Examinator:	Niclas Högberg, SLU, Institutionen för kliniska vetenskaper
Omfattning:	15hp
Nivå och fördjupning:	Grundnivå, G2E
Kurstitel:	Självständigt arbete i husdjursvetenskap, G2E
Kurskod:	EX0865
Program/utbildning:	Djur och hållbarhet (kandidat)
Kursansvarig inst.:	Institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd
Utgivningsort:	Uppsala
Utgivningsår:	2025
Omslagsbild:	Kajsa Axelsson
Upphovsrätt:	Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.
Nyckelord:	kalv, digitalisering, sensorer, hälsa, användning och lantbrukare

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakultet för veterinärmedicin och husdjurvetenskap

Institutionen för kliniska vetenskaper

Sammanfattning

Digitalisering är en aktuell process som sker i hela samhället liksom i lantbruket. Idag används en del teknik till våra lakterande kor exempelvis mjölkrobotar, kraftfoderstationer och aktivitetsmätare. Kalvar är morgondagens mjölkkor och en bra uppväxt för kalven ger en bättre mjölkko i framtiden. Syftet med arbetet var att utforska vilka digitala verktyg som finns till kalvar idag, hur väl de fungerar samt vad som kan bli aktuellt i framtiden och vilka utmaningar som behöver lösas. Information insamlades genom en litteraturstudie och en workshop där representanter från branschen delade med sig av sina åsikter. Litteraturstudien identifierade ett antal olika digitala verktyg för kalv ute på marknaden. Under workshopen uttryckte däremot lantbrukare och rådgivare en uppfattning om att digitala verktyg till kalvar saknas. Med hjälp av de digitala verktygen kan man mäta egenskaper som liggtid, rörelse, idissling, aptit, drickhastighet, foderintag och kroppstemperatur. Det finns även exempel där förändringar i dessa faktorer använts för att identifiera sjukdom innan kliniska symtom framträder. Däremot är extern validering av tekniken ovanligt och lantbrukare som testat tekniken till kalvar uppfattar att den missar viktig information och antingen larmar för ofta eller missar sjuka kalvar. I framtiden finns potential för ytterligare verktyg. Till exempel skulle mikrofoner kunna användas för detektering av hosta och 3D-kameror för registrering av tillväxt. För att utvecklingen ska gå framåt krävs fler valideringsstudier för att öka pålitligheten på produkterna, högre efterfrågan på digitala verktyg till kalvar från lantbrukarna och ett ökat engagemang för produktutveckling till kalvar från företagen.

Nyckelord: kalv, digitalisering, sensorer, hälsa, användning och lantbrukare

Abstract

Digitalization is a present process throughout society, as well as in husbandry. Today digital tools, for example milking robots, feed stations and activity sensors, are primarily used for milking cows. Calves are the milking cows of tomorrow and good growth gives the calf better pre-condition to be a great milking cow. The aim of the study was to explore which digital tools are available for calves today, how well they function and identify technology gaps that need to be filled in the future. Information was collected through a literature study and a workshop where stakeholder representatives from the industry shared their opinions. The literature study identified several digital tools for calves on the market. However, the farmers participating in the workshop expressed that digital tools for calves were missing. The identified digital tools measured attributes such as lying time, step activity, rumination, appetite, feeding intake, drinking speed and body temperature. There are examples of studies where changes in these attributes have been used to detect sickness before clinical symptoms appear in calves. However, external validation of the technology is unusual. In addition, farmers who have tried the digital tools express that there are too many false alarms and that sick calves are not detected. In the future, there is a potential for more tools, like microphones to detect cough and 3D-camera for growth registration. To move the development forward, more validation studies showing the reliability of the products, higher demand on digital tools from farmers and increased interest in product development to calves from the companies are needed.

Keywords: calf, digitalization, sensors, health, application and farmers

Innehållsförteckning

Tabellförteckning	5
1. Inledning	6
2. Material och Metod	7
3. Resultat	9
3.1 Litteraturstudie	9
3.1.1 Digitala verktyg som finns på marknaden idag	9
3.1.2 Digitala verktygs funktion	10
3.1.3 Teknik för att upptäcka sjukdom hos kalv	13
3.2 Sammanställning workshop	14
3.2.1 Testad teknik för kalvar	14
3.2.2 Önskemål på framtida teknik	15
3.2.3 Generellt om digitalisering	16
4. Diskussion	17
4.1 Metoddiskussion	17
4.2 Möjligheter med digitala verktyg	17
4.2.1 Värmekamera	17
4.2.2 3D-Kamera	18
4.2.3 Kalvamma	18
4.2.4 CalfGPT	19
4.3 Validering	19
4.4 Behov och utmaningar	19
4.4.1 Vad är behovet?	19
4.4.2 Ekonomiska utmaningar	20
4.4.3 Utmaningar	20
4.4.4 Hållbarhet	21
4.5 Framtidsspaning	21
4.6 Slutsats	22
Referenser	23
Populärvetenskaplig sammanfattning	26
Bilaga 1	27

Tabellförteckning

Tabell 1. Sammanställning över delar av teknik som finns för kalvar **Fel!**
Bokmärket är inte definierat.

1. Inledning

Digitalisering är en viktig process som sker i hela samhället. Inom lantbruket används digitala verktyg som en metod för att bevaka djurens produktion, hälsa, reproduktion, välfärd och miljöeffekter, för att kunna sätta in insatser i tidigt skede (Berckmans 2017). Exempel på teknik inom mjölkbranschen är beteendesensorer, mjölkrobotar, kraftfoderautomater, kalvammor och hullbedömningskameror (Stygar *et al.* 2021). Idag anses kalvar och ungdjur vara nedprioriterade i digitaliseringen då utvecklingen traditionellt skett främst till producerande djur (Costa *et al.* 2021).

Kalvar är framtidens mjölkkor och att kunna upptäcka sjukdom i tidigt stadium även hos kalvar kan ge bättre välfärd och förutsättningar för framtiden. Bach (2011) undersökte hur olika aspekter under kviguppfostringen påverkar överlevnaden till sin andra laktation, där en god tillväxt under de två första levnadsåren ökade sannolikheten att överleva sin andra laktation. Ett ökat antal fall av luftvägsinfektioner visade sig däremot linjärt minska den produktiva livslängden. Svensson och Hultgren (2008) såg i sin studie ett samband mellan kalvdiarré och minskad mjölkproduktion i första laktationen.

Digitalisering kan vara ett hjälpmedel för att upptäcka sjukdom innan kliniska symtom framträder. Vilket i sin tur skulle kunna leda till att insatser för sjukdomen sätts in i tid. Vilket därefter kan leda till en förbättrad ekonomi för lantbrukaren, eftersom sjuka kalvar dels får en minskad tillväxt men även en försämrad mjölkproduktion och förväntad produktiv livslängd.

Syftet med arbetet är att utvärdera vilka sensorer som idag finns för kalvar och vad som kan komma bli aktuellt för framtiden, med hjälp av följande frågeställningar:

- Vilka sensorer/digitala verktyg finns för kalvar idag?
- Hur väl fungerar de sensorer som finns på marknaden idag?
- Vilka sensorer/digitala verktyg kan bli aktuella i framtiden?
- Vilka utmaningar behöver lösas?

2. Material och Metod

Arbetet byggdes på en litteraturstudie för att sammanställa den litteratur som idag finns om sensorer och digitala hjälpmedel till kalvar. Litteraturen söktes på databasen Web of science genom sökorden (Precision livestock farming OR Sensors OR Digitalisation) AND (Calf OR Calves) AND (Welfare OR Health) samt filtrerat på artiklar. Sökningen fick fram 277 artiklar. Först valdes översiktsartiklar ut för att få en bredare bild av ämnet, sedan gick specifika studier kopplade till ämnet igenom och därefter referenslistan i översiktsartiklarna. De artiklar som valdes till arbetet har studerat hur kalvar och digitala verktyg fungerade tillsammans för att få inblick i hur väl tekniken fungerar och vilka möjligheter som studerades. De artiklar som valdes bort var inte relevanta på grund av att de handlade om vuxna djur, sensorer för kalvning, djur på bete, lekbeteenden eller review artiklar som hänvisade till redan genomgångna källor. Till arbetet användes även webbsidor från företag som säljer teknik för kalvar för att få information om deras produkter. Även Statens veterinärmedicinska anstalts hemsida och djurhälsostatistik från Växa användes för att få en inblick i sjukdomsläget hos kalvar i Sverige. Till arbetet har 30 vetenskapliga artiklar, två statistikrapporter från Växa, en bok och sju webbsidor används. För hantering av referenser användes referenshanteringsprogramet Zotero.

För att komplettera litteraturstudien och få en inblick i branschens syn på digitalisering till kalvar sammanställdes även information och synpunkter från en workshop med olika representanter från mjölkbranschen. Workshopen bestod av två halvdagar 18–19 Mars 2025 med olika frågeställningar som diskuterades i grupper (bilaga 1). Diskussionernas syfte var att identifiera och prioritera vad som krävs för att förbättra användbarheten av digitala verktyg på gård. Utöver diskussionerna presenterades och validerades resultat från två pågående forskningsprojekt¹. Deltagarna var inbjudna från olika områden, dels lantbrukare från stora och små gårdar, rådgivare, representanter från företag som utvecklar digitala verktyg, forskare inom djurhälsa och digitalisering av lantbruket samt andra branschrepresentanter. Totalt deltog nio lantbrukare, sex rådgivare, sju representanter/experter från branschen samt fyra forskare inom digitalisering och förebyggande djurhälsa. Deltagarna grupperades efter yrkesroll och tilldelades uppgifter att diskutera. Första dagen var fokus på hållbart nyttjande av teknik och grupperna ombads identifiera på vilka sätt digitala verktyg påverkade gårdens hållbarhet (social, ekonomisk, miljömässig) samt djurens välfärd. Dag två

¹ Visionary Welfare Assessment (Formas, Dnr 2021-02254) Och Vägen mot en hållbar digitalisering av mjölkproduktionen (Formas, Dnr 2021-02348)

diskuterade grupperna specifika frågor kopplade till hur tekniken fungerar på gården idag vad gäller precision, trygghet och datasäkerhet samt hur den påverkar arbetsmiljön och sättet att arbeta med djuren. Varje gruppdiskussion spelades in och det fanns även en antecknare som ansvarade för att fånga nyckelidéer, tidshållning och att vid behov hjälpa gruppen framåt.

Data från workshopen studerades genom att ljudupptagningar och skriftliga anteckningar från gruppdiskussionerna gicks igenom och referenser till kalvar och ungdjur identifierades. Därefter sammanfattades de olika referenserna till teman som representerar hur och i vilka sammanhang kalvar och ungdjur diskuterades.

3. Resultat

3.1 Litteraturstudie

3.1.1 Digitala verktyg som finns på marknaden idag

Tabell 1 är en sammanställning på delar av den teknik som finns för kalvar idag. I tabellen refereras det till publicerade valideringsstudier som inkluderar kalv.

Vissa produkter har använts i vetenskapliga studier som inte inkluderat validering utan har fokuserat på att studera identifiering av andra egenskaper eller samband med hjälp av produkten, dessa har inte klassats som validerade.

Tabell 1. Sammanställning över delar av teknik som finns för kalvar (WellCalf 2019; OS ID/ MSD Animal Health u.å.; Stygar et al. 2021)

Produkt	Egenskap	Företag	Validering för kalv
Accelerometer			
AfiAct II	Aktivitet, beteende och värmedetektering	Afimilk	(Swartz et al. 2016)
Sensehub youngstock	Aktivitet och beteende	Allflex	
Heatime HR LD (+mikrofon)	Aktivitetsmätning, beteende och värmestress	Allflex	(Burfeind et al. 2011)
Cow manager (+öron temp)	Idissling, aktivitetsmätning och hälsostatus	Cowmanager	(Reynolds et al. 2019)
Smart neckband	Aktivitet, hälsostatus, identifiering med LED	Förster Technik	
RumiWatch (+mikrofon)	Idissling, hälsa och aktivitetsmätare	ITIN-HOCH	(Eslamizad et al. 2018)
Smartbell	Aktivitet, beteende och temperatur	Wellcalf	
Kalvammor			
Biotic ID-TEK	Utfodrar och spårar utfodring individuellt, helmjölk och ersättning	Biotic Industrise	
CF500S	Utfodrar och spårar utfodring individuellt, ersättning	DeLaval	
CF1000S	Utfodrar och spårar utfodring individuellt, helmjölk och ersättning	DeLaval	
Compact Smart	Utfodrar och spårar utfodring individuellt, helmjölk och ersättning	Förster Technik	
Vario Smart	Utfodrar och spårar utfodring individuellt, helmjölk och ersättning	Förster Technik	
DairyFeed F4110	Utfodrar och spårar utfodring individuellt, ersättning	Gea	
DairyFeed F4120	Utfodrar och spårar utfodring individuellt, helmjölk och ersättning	Gea	
Calfexpert	Utfodrar och spårar utfodring individuellt, helmjölk och ersättning	Holm & Laue	

Evolution Automatic Calf Feeder	Utfodrar och spårar utfodring individuellt, ersättning	JFC Agri	
Calm	Utfodrar och spårar utfodring individuellt, helmjölk och ersättning	Lely	
Urban Alma Pro	Utfodrar och spårar utfodring individuellt, helmjölk och ersättning	Urban	
Vågceller för foder			
CRFI	Individuell övervakning av foderintag	BioControl	
Värmekameror			
Flertal modeller*	Kamera för att upptäcka inflammation, feber	Flertal tillverkare*	(Hoffmann et al. 2013)
Bolus			
Bella Ag	Mäter våm temperatur	Smartstock	(Knauer et al. 2016)

*Värmekameror är en etablerad teknik som används för flera ändamål och finns i olika modeller. Kameror från tillverkarna Flir, Fluke, Workshell omnämns i stygar et al. (2021). Valideringen för värmekamera på kalv har gjorts på värmekamera från Optris (Hoffmann et al. 2013).

3.1.1.1 Validering

Valideringsstudier kan genomföras på forskningsgårdar eller kommersiella gårdar. Studierna syftar till att jämföra produktens resultat mot en väletablerad referensmetod för den aktuella egenskapen. Graden av tillförlitlighet och precision för kalvar varierar beroende på vilken typ av teknik och egenskap som studeras. Generellt har validering för egenskaper kring foder- och vattenintag, vila- och rörelsebeteende samt kroppsvikt haft en högre tillförlitlighet, medan utfodringstid, idissling och kroppstemperatur validerats med en lägre tillförlitlighet hos kalvar. (Stygar et al. 2021)

3.1.2 Digitala verktygs funktion

3.1.2.1 Aktivitet

Aktivitetsmätare bygger på en accelerometer med 3 axlar som används för att uppskatta rörelser som med hjälp av algoritmer kopplas till beteenden. Sensorerna placeras i öron, runt halsen eller på benet beroende på produkttyp. Enligt tillverkarnas produktbeskrivning kan aktivitetsmätare används för att registrera liggtid, rörelse, ättid och idissling. Sensorerna som finns idag fungerar sämre på att mäta foderintag och idissling hos kalvar jämfört med vuxna djur (Costa et al. 2021). Anledningar till att sensorerna fungerar sämre kan vara att utvecklingen har skett till vuxna djur och att algoritmen inte är utvecklad att fungera på kalvens små öron, alternativt att flugor påverkar öronrörelserna i för stor grad. Speciellt idissling hos de äldre kalvarna men även ättid generellt var svåra egenskaper för sensorn att upptäcka (Hill et al. 2017). Däremot kan sensorerna vara användbara

för att identifiera förändringar i rörelse- och ligg beteende. Sensorerna skulle även kunna fungera som indikationer på positiv och negativ välfärd så som lekbeteenden och ändrat beteende vid avhorning och kastrering (Costa *et al.* 2021).

3.1.2.2 Utfodring och tillväxt

Kalvammor kan användas för att ge en individbaserad utfodring med jämna utfodringar över dygnet men även en individanpassad avvänjning. Eftersom kalvammen registrerar individuella beteenden kan sjukdomar upptäckas som är kopplade till en förändrad aptit (Costa *et al.* 2021). När antalet besök i kalvammen när kalven redan nått sin tilldelning av mjölk, det vill säga obelönade besök, minskar kan det vara tecken på minskad aptit på grund av sjukdom. Drickshastigheten och konsumtionen är också möjliga parametrar för tecken på sjukdom men har ej varit signifikanta när kalvarna utfodras restriktivt (Svensson & Jensen 2007). Om kalvarna utfodras i större mängd kan man se att konsumtionen, antal besök och besökets längd minskade när kalvarna blev sjuka (Borderas *et al.* 2009).

CRIF står för kontrollerat och övervakat foderintag. Tekniken används främst på forskningsgårdar men skulle även kunna användas kommersiellt. Systemet bygger på en krubba som står på vågceller för att kunna mäta individuella foderintag av främst grovfoder. Utöver krubban kan man lägga till vågar till systemet för att få kroppsvikt. Samma teknik kan även användas för att mäta vattenintag samt kraftfoderintag. (Biocontrol u.å.)

Kroppsvikt kan uppskattas genom 3D kameror under utfodring i kalvamma vilket skulle kunna övervaka kalvarnas tillväxt i framtiden (Song *et al.* 2014). Idag finns ingen teknik tillgänglig på marknaden för kalvar men tekniken används för mjölkkor (Stygar *et al.* 2021).

3.1.2.3 Kroppstemperatur

Värmekameror kan användas för att mäta kroppstemperatur men det är svårt att validera tekniken. Detta beror på att kroppstemperaturen inte är konstant i hela kroppen, utan kan delas in i inre kärnan och yttre skalet. Den inre kärnan kallas även för kärntemperatur och håller sig konstant med hjälp av cirkulationssystemet. Det yttre skalet varierar däremot i temperatur beroende på solljus och omgivningstemperatur. Vilket gör att huden kan vara både kallare och varmare än kärntemperaturen. (Sjaastad *et al.* 2016)

Eftersom värmekameran mäter temperaturen i de yttre skalet behöver tekniken kalibrera för omgivningen (temperatur, luftfuktighet och solljus) för att detektera

förändringar som tecken på sjukdom och smärta (Costa *et al.* 2021). Studier har undersökt möjligheten att mäta skillnader i ögontemperatur och hudens temperatur för att detektera sjukdom på kalv med varierande resultat (Schaefer *et al.* 2007; Lowe *et al.* 2019b). Tekniken kan däremot inte vara en direkt ersättning till rektal temperatur mätning (Cantor *et al.* 2022).

Ett alternativ till värmekameror är att använda bolus som mäter vommens temperatur. Denna kapsel kan ges oralt direkt efter födsel och hamnar då i nätmagen (Knauer *et al.* 2016). Det finns dock risk att vomtemperaturen kan påverkas av andra faktorer än den inre kärntemperaturen. Hos vuxna djur har man observerat att temperaturmätning i vommen kan påverkas upp till tre timmar efter vattenintag beroende på vattnets temperatur (Bewley *et al.* 2008). Hos kalvar såg man däremot inte någon större skillnad mellan rektal temperatur och vomtemperatur efter intag av vatten eller mjölk. Däremot hade tekniken en låg tillförlitlighet för att upptäcka feber hos kalvarna (Knauer *et al.* 2016).

En del företag har även valt att utrusta sina aktivitetsmätare med teknik för att registrera kroppstemperatur (Costa *et al.* 2021). Dessa aktivitetsmätare sitter vanligen i örat, vilket innebär att temperaturen mäts i det yttre skalet. McCorkell *et al.* (2014) undersökte hur väl en temperatur sensor i örat på kalvar fungerade. De kom fram till att inställningarna på sensorn behöver vara snävt för att upptäcka sjuka djur innan de visar kliniska symtom. I deras studie reagerade sensorerna när febern var så hög att kliniska symtom redan har visat sig. Sensorn vara även känslig för rätt placering i örat för att fungera. Dessutom behöver sensorerna var pålitliga och kalibrerade för att kunna känna av temperaturförändringarna, vilket kräver valideringsstudier som påvisar pålitligheten (McCorkell *et al.* 2014).

3.1.2.4 Framtida möjligheter på funktioner hos digitala verktyg

I framtiden skulle en mikrofon som sätts upp över boxen kunna användas för att detektera hosta hos avvanda kalvar som en tidig varning på luftvägssjukdom. För att kunna utveckla systemet krävs ett automatiserat system som kan sortera bort alla störande ljud som förekommer i stallmiljön (Ferrari *et al.* 2010). Tekniken har studerats på gris där man även sett att ljuden kan kopplas ihop med sjuka individer (Ferrari *et al.* 2008).

Värmekameror har förutom att kunna visa förändringar i kroppstemperaturer visat kunna registrera andningsfrekvensen hos kalvar. Vilket med framtida forskning och vidare utveckling kan vara en ny metod för att övervaka kalvarnas hälsa och välfärd (Lowe *et al.* 2019a).

Bolus tekniken skulle i framtiden även kunna användas för att mäta pH. Att mäta pH i vommen är speciellt viktigt vid avvänjningen för att anpassa avvänjningen till en individuell nivå vilket skulle kunna minska acidios hos kalvarna (Costa *et al.* 2021).

3.1.3 Teknik för att upptäcka sjukdom hos kalv

De två vanligaste sjukdomarna som leder till död hos kalvar är luftvägsinfektion och mag- och tarm infektioner (Växa 2025). Under 2021 var 60% av veterinärbehandlingarna till kalvar 0-6 månader för respiratorisk sjukdom (Växa 2023). Spädkalvsdiarré är en vanlig sjukdom hos kalvar som i Sverige vanligen orsakas av rotavirus, kryptosporidier men även coronavirus och koccidier (SVA u.å.a). Vid luftvägssjukdom är virus eller lungmask primärpatogen och leder ofta till en sekundär infektion av bakterier. De vanligaste virusen är bovint respiratoriskt syncytialt virus, bovint coronavirus och parainfluensa-3-virus medan den vanligaste bakterieinfektionen är *Pasteurella multocida* (SVA u.å.b).

3.1.3.1 Spädkalvsdiarré

Vid spädkalvsdiarré kan det förekomma ett förändrat ätbeteende med ett minskat antal obelönade besök hos kalvar två dagar innan kliniska symtom framträder. Viktigt att beakta är att ätbeteendet förändras olika beroende på hur hög utfodring kalvarna går på. I en studie minskade konsumtionen fyra dagar innan kliniska symtom på diarré, vilket kan innebära att kombinationen av minskad konsumtion och obelönade besök kan vara ett tecken på subklinisk sjukdom hos kalvar. Däremot är liggbeteende ett svårare mått då frekvensen ökar innan sjukdom men minskar när kliniska symtom framträder i studien. Vilket däremot i detta fall kan bero på behandlingar och flytt till sjukbox. (Sutherland *et al.* 2018)

I en annan studie har man däremot sett att diarré kan ge förändringar i liggbeteende under sjukdom men även innan sjukdomen diagnostiserats. Vilket innebär att en aktivitetsmätare skulle kunna användas för att se tecken på subkliniska symtom (Swartz *et al.* 2020). Lowe *et al.* (2019b) fick i sin studie fram att antalet laggningar minskade och laggningens längd ökade fyra dagar innan kliniska symtom på diarré framträdde. Under pågående infektion med kliniska symtom minskade den totala liggtiden per dag.

Vid användning av värmekameror kan man se en signifikant skillnad i ökad sidotemperatur och minskad axeltemperatur fyra dagar innan kliniska symtom för diarré. En anledning till att temperaturen ökade på sidan tros bero på att mätpunkten är nära tarmarna där pågående infektion sker. Studien mätte även skillnad i ögontemperatur men där sågs ingen avvikelse. (Lowe *et al.* 2019b)

3.1.3.2 Luftvägsinfektioner

Mätning av temperatur med värmekamera på kalvens ögon kan visa tecken på sjukdom fyra till sex dagar före kliniska symtom av luftvägsinfektion (Schaefer *et al.* 2007). Från kalvamma minskar antal obelönade besök fyra dagar innan kliniska symtom på infektion medan drickshastighet och belönade besök inte kunde kopplas till infektion (Cantor & Costa 2022). Aktiviteten hos kalvar som får infektion minskar dagen innan kliniska symtom framträder (Swartz *et al.* 2017).

I en studie av Carpentier *et al.* (2018) utvärderades en algoritm för att upptäcka hosta från mikrofoner som tecken på luftvägsinfektion. Studien kom fram till att algoritmen hade en känslighet på 41,4% och en precision på 94,2%. Tekniken skulle dock behöva utvecklas mer för att minska antalet falska positiva resultat, men skulle kunna vara en framgångsrik metod för att övervaka hälsostatusen på en grupp kalvar i framtiden.

3.2 Sammanställning workshop

Under workshopen lyfte lantbrukarna kalvarna som viktiga och önskade uttryckligen mer hjälpmedel för att bli bättre och få en effektivare kalvskötsel, specifikt saknades teknik för att få snabba signaler om kalvarnas hälsotillstånd. Citerat från en lantbrukare skulle det vara ”en dröm att få bättre koll på kalvhälsan”. Teknikansvariga på företagen nämnde däremot inte kalvar specifikt men tyckte att tekniken idag fokuserade för mycket på liter mjölk i tanken och inte på kvalitén. Rådgivarna uttryckte att de saknades teknik till kalvar och ungdjur men var under diskussionen mer fokuserade på lakterande djur.

3.2.1 Testad teknik för kalvar

Av den teknik som idag finns för kalvar på marknaden använde lantbrukarna managementsystem, aktivitetsmätning och kalvamma. Vilka kombinationer av olika verktyg som fanns på gården diskuterades dock inte.

Managementsystem så som Kalvkollen och Delpro användes av lantbrukarna för att registrera vaccination, avhorning och eventuellt svåra sjukdomsfall. Problemet med Delpro uppgavs vara att registreringarna behöver ske på kontoret vilket försvårar registreringen när den inte kan ske direkt. Aktivitetsmätare hade testats av en lantbrukare medan övriga inte hade några erfarenheter. Lantbrukaren hade testat SenseHub Youngstock på sina kalvar från dag 1 och upplevde att systemet gav för många falska alarm vilket ledde till att man tappade intresset. Lantbrukaren uppfattade även att verktygen hade svårt att upptäcka sjukdom hos djuren i tid de första dagarna.

En annan lantbrukare använde drickshastigheten från kalvamman som indikation på sjukdom. Gick den ner 30% sågs det som ett varningstecken och man satte in resurser som kol eller smärtstillande. En annan lantbrukare tyckte däremot att det mänskliga ögat var bättre på att upptäcka sjukdom än kalvamman, då sjukdomsförloppet kan ändra sig snabbt.

En specifik utmaning som diskuterades under workshopen var batteriproblem på aktivitetsmätare. Om mätarna sätts på kalvar i ung ålder kommer de inte klara hela produktionsperioden och då behöva bytas ut. Detta blir i sin tur en dyr kostnad och ett extra arbetsmoment

3.2.2 Önskemål på framtida teknik

För framtiden fanns flera önskemål från både lantbrukare och rådgivare men även diskussion om en ny produkt på marknaden från teknikexperterna. Lantbrukare hade idéer för både enklare verktyg till mer avancerad teknik. De såg termometern som ett av det bästa digitala verktygen och man önskade därför en automatiserad termometer. Även en ”digital näsa” för kalvdiarréer som kan hjälpa till i bedömningen av en diarré var något man efterfrågade eftersom beslutsfattningen kring om när kalven behöver extra resurser ansågs vara speciellt svårt för extraarbetare. Man önskade även att kunna mäta uttorkning hos kalven för att få ytterligare hjälp vid beslutsfattande. Dessutom ville man kunna hjälpa kalvarna ur sin diarré genom att ge elektrolyter i kalvamman.

Rådgivarnas önskan för framtiden för kalvar och ungdjur var att få en bättre överblick på tillväxt. Att ta upp ungdjur på en våg regelbundet tar tid och att mäta kalvar med måttband är svårt. De sa exempelvis att en frisk kalv inte ska kunna gå att hålla så stilla att man kan mäta den med måttband. 3D-kameror diskuterades som en teknik man önskade utvecklas för att få en mer preciserad tillväxkurva. Med informationen skulle rådgivarna exempelvis kunnat visa på hur olika metoder vid avvänjningen fungerade eller ej. Även lantbrukare nämnde 3D-kamera för hullbedömning till kalv som en teknik man önskade i framtiden. Eftersom tekniken idag finns till vuxna djur vill man se en vidare utveckling för att tekniken ska passa även till kalvar.

Teknikexperterna nämnde CalfGPT från Förster Technik som ett framtida intressant verktyg i kalvskötslen. Produkten bygger på en AI som styrs av röstkommandon och läser sedan upp resultatet. Data till systemet kommer ifrån aktivitetsmätare och kalvamman. Med verktyget kan man även registrera ny information om kalven, exempelvis temperatur eller hosta, direkt i stallet med hjälp av röstkommandon (Förster-Technik u.å.).

3.2.3 Generellt om digitalisering

Lantbrukare önskade att olika leverantörer ska samarbeta så att de kan få samlad information. Man vill kunna sy ihop system för att arbeta med allt i samma datorprogram. Vid val av investering av ny teknik var det även viktigt att tekniken ger användbar information och betalar för sig. När nya produkter kommer ut på marknaden kan det även ta tid för serviceteknikerna att lära sig tekniken och valet att investera kan därför fördröjas till produkten är testad av stora massan och teknikerna är vana vid produkten.

Teknikexperterna diskuterade att det måste finnas en efterfrågan för att kunna utveckla produkter och att produkten behöver ha en rimlig kostnad för att kunna säljas. Ett ytterligare problem är att de större företagen arbetar för den globala marknaden. Detta innebär att en produkt som bara efterfrågas i Sverige inte kommer prioriteras.

4. Diskussion

Det finns idag olika verktyg på marknaden och även verktyg som enligt vetenskapliga studier visar potential att bli tillgängliga i framtiden. För att tekniken ska komma ut och användas i praktiken behöver dock vissa utmaningar lösas.

4.1 Metoddiskussion

Den litteratur som finns inom ämnet är något begränsad, vilket kan bero på att tekniken till kalvar inte tar stor plats i branschen. De studier som valts ut har studerat kalvar och teknik i ett tidigt stadiet i teknikutvecklingen. Detta innebär att tekniken kan utvecklats eller att nya tekniker hittats. Eftersom digitaliseringen är en aktuell process som snabbt går framåt kan studierna ersättas med nyare resultat. Workshopen gav bra inblick i hur både lantbrukare och rådgivare resonerade kring kalvarna. En svaghet med workshopen var att det inte fanns en speciell inriktning till kalvar utan handlade om digitaliseringen av mjölkproduktionen generellt. Därmed handlade en stor del av diskussionerna om mjölkkor och inte kalvar. Men det finns även ett värde i att diskussionerna inte styrdes, att kalvar inte tog stor plats vid diskussion om digitalisering, är i sig värdefull information.

4.2 Möjligheter med digitala verktyg

4.2.1 Värmekamera

I de studier som har studerat värmekameror för att se tecken på luftvägsinfektion och spädkalvsdiarré har man sett ett samband mellan temperaturförändring och början till infektion innan kliniska symtom framträder. Ett hälsolarm innan kliniska symtom skulle kunna hjälpa lantbrukare att sätta in åtgärder i tid. I de genomgångna studierna gav dock olika sjukdomar upphov till temperaturförändringar på olika ställen på kroppen. Vid luftvägsinfektion kunde ögontemperatur användas för att detektera sjukdom medan vid diarré skiljde sig endast sidotemperaturen och ögontemperaturen förblev oförändrad (Schaefer *et al.* 2007; Lowe *et al.* 2019b). Eftersom olika sjukdomar har visat påverka temperaturen i yttre skalet olika, kan det krävas att flera olika mätpunkter som sammanställs för att få en korrekt bild av hälsoläget på kalven.

Det är viktigt att se värmekameran som en icke validerad metod för att mäta kärntemperatur och att den idag inte kan ersätta rektal temperaturmätning (Cantor *et al.* 2022). Däremot skulle tekniken i framtiden kunna användas för att tidigt

detektera sjukdom genom att analysera temperaturförändringar. Detta förutsätter dock mer forskning för att säkerställa validering av tekniken.

4.2.2 3D-Kamera

Både lantbrukare och rådgivare efterfrågade hullkamera för kalvar. Detta är en teknik som redan används för lakterande djur och det finns även en vetenskaplig studie där en hullkamera placerad vid kalvammen använts till kalv. Kalvammen är ett naturligt ställe där kalvarna står still under en tid vilket gör att kameran kan registrera måtten på kalvarna. Studien fick ett resultat på medelfel på 6,2 kg och författarna uppskattar själva att tekniken har stor potential. Detta är sannolikt ett attraktivt alternativ till att väga eller mäta djuren, vilket anses vara arbetskrävande (Song *et al.* 2014).

Vid validering av hullkameror till mjölkkor har fokuset legat på att undersöka hur väl kameran predikterar kornas hull i förhållande till hullbedömningsskalan, inte hur väl den uppskattar kons vikt (Mullins *et al.* 2019; O' Leary *et al.* 2020). Hos studien som är gjord på kalvar uppskattades däremot kroppsvikten utifrån måtten kameran tog upp (Song *et al.* 2014). Vid användning av 3D-kamera till kalvar är det sannolikt att en preciserad kroppsvikt är att föredra, för att kunna följa upp enskilda djurs tillväxtkurva. Vilket rådgivarna under workshopen nämnde kan användas till att följa upp avvänjningen, men i framtiden även kan läggas in som avelsunderlag.

4.2.3 Kalvamma

Kalvamma är ett verktyg som utnyttjades olika av de lantbrukare som deltog på workshopen. Vissa fokuserade endast på grundfunktionen i utfodringen medan andra tog det ett steg längre och analyserade data ifrån kalvammen. Data som samlas in kan därmed vara behjälplig i övervakning av hälsoläget, men blir oftast en outnyttjad resurs. För att data ska kunna användas behöver den dels vara presenterad på ett bra och lättillgängligt sätt. Men kunskapen vad siffrorna betyder är även viktigt för att veta vilka signaler man ska ta vidare och när åtgärder behövs.

Vid ett diarreútbrott önskade lantbrukarna kunna tilldela kalvarna elektrolyter via kalvammen, vilket idag inte finns på marknaden. Varför tekniken idag inte finns kan bero på flera olika saker dels att det saknas en efterfrågan, att företagen är dåliga att lyssna på marknaden, att endast en liten del av marknaden efterfrågar produkten eller att produkten blir för avancerad och för dyr att sälja.

4.2.4 CalfGPT

CalfGPT är ett nytt verktyg som vann guld i innovations pris på EuroTire 2024 (EuroTier u.å.). Verktöget bidrar dels till att automatiskt insamlad data från sensorer och kalvamma blir mer lättillgänglig och gör det även lättare att registrera information om kalvarna direkt ute i stallet. Systemet erbjuder därmed en lösning på dagens problem som lantbrukarna beskriver när de diskuterar sina managementprogram. Systemet skulle i framtiden även kunna utvecklas till att ge mer stöd i beslutsfattande vilket speciellt skulle kunna underlätta för mer oerfaren personal, exempelvis extraarbete.

4.3 Validering

Valideringen är viktigt för att få en siffra på hur hög tillförlitlighet det är på produkten. Dessutom fungerar inte en produkt som är validerad för vuxna djur nödvändigtvis lika bra för kalvar. Valideringsstudier kan belysa när produkter inte når upp till tillräcklig hög precision, vilket skulle kunna leda till en vidare produktutveckling av företagen för en förbättring av produkten. De valideringsstudier som finns för digitala verktyg hos kalv utvärderar framför allt aktivitetsmätarna. Kalvammorna behöver även de vara kalibrerade för att utfodra korrekt mängd. Inga valideringsstudier kring kalvammors tillförlitlighet på gårdsnivå finns dock (Costa *et al.* 2021). När det gäller värmekameror finns olika studier där man dels har testat tillförlitligheten men även studier där man utvärderat värmekamerans förmåga att detektera sjukdom (Schaefer *et al.* 2007; Hoffmann *et al.* 2013; Lowe *et al.* 2019b).

När en produkt når ut på marknaden behöver den ha en hög tillförlitlighet. Lantbrukare nämnde under workshopen att den teknik som köps in behöver fungera väl och gärna vara väl testad innan man vågar investera. Lantbrukaren som hade testat SenseHub Youngstock tyckte att tekniken inte levde upp till förväntningarna och gav för många falska alarm vilket gjorde att intresset att använda verktöget minskade. Produkten missade även de kalvar som blev sjuka de första dagarna, vilket var de kalvar som man speciellt ville ha hjälp att hitta. Valideringsstudier av teknik är därmed mycket viktig, dels kunna motivera investering dels se till att produkten är tillförlitlig ute på gård och inte enbart i miljön för produktutvecklingen.

4.4 Behov och utmaningar

4.4.1 Vad är behovet?

Inställningen hos både lantbrukare och rådgivare är att digitala verktyg saknas till kalvar och är något man efterfrågar. Lantbrukarna efterfrågar verktyg för en

förbättrad kalvskötsel medan rådgivare efterfrågar digitala verktyg för förbättrad uppföljning och rådgivning.

4.4.1.1 Vad ska informationen användas till?

Utifrån workshopens diskussioner framgår det att lantbrukare och rådgivare har olika syn på vilken information av de digitala verktygen som man vill använda. Lantbrukarna vill få data från djuren i nutid för att kunna hitta de individer som kräver extra uppmärksamhet och kunna sätta in åtgärder. Rådgivarna var mer intresserade av att se vad som händer över tid för att kunna följa upp kalvhälsa och tillväxt. Därför behöver data kunna sammanställas på olika sätt för att få ut relevant information till rätt målgrupp och ändamål.

4.4.2 Ekonomiska utmaningar

Nya digitala verktyg innebär en investering för lantbrukaren. Kalvar är framtidens mjölkkor men ger ingen inkomst förrän de påbörjar sin första laktation alternativt säljs. För att en investering ska kunna motiveras behöver vinsten överstiga kostnaden. Detta kan vara svårare att motivera när det gäller kalvar jämfört med mjölkkor eftersom kalvarna inte bidrar till företaget på samma sätt. En lakterande ko med digitala verktyg går att mäta siffror på i produktionen på ett lättare sätt än till kalvarna. Därför kan det vara svårare att motivera en investering till kalvar än mjölkkor.

4.4.3 Utmaningar

För att kunna använda verktygen optimalt, krävs det en vidare utveckling och bättre användning i praktiken. För att kunna motverka sjukdomen i tid, behöves kunskap om vilka förändringar som bäst detekterar tidig sjukdom. Dessutom behövs ett sätt att sammanställa data från flera verktyg för att få en tydligare bild av helheten. Idag finns verktyg för bland annat drickhastighet, aptit, liggtid, rörelse, temperatur och i framtiden kanske även hullbedömning och detektion för hosta. Av dessa egenskaper kan vi få en bild av kalvens hälsoläge men bilden hade gett mer information om vi dessutom kunde samla och slå ihop olika parametrar av egenskaper till ett hälsoläge. Ökad integrering mellan system var även ett generellt önskemål från lantbrukarna.

Vilket dock kan bli problematiskt eftersom företagen inte gärna delar information med varandra, men lantbrukare behöver även godkänna att dela med sig av data till andra. Större företag som har kapacitet och vilja att satsa på flera olika produkter kan därför enklare lyckas med sammanslagningen av information. Exempelvis kan Förster Teknik utveckla program som CalfGPT med en sammanställning av data då företaget har utvecklat flera olika tekniker inom företaget som samlar in data. Mindre företag som satsar på en typ av produkt kan

lägga mer energi för att få den produkten bättre men får svårt att kunna sy in informationen från produkten till systemet på gården. Exempelvis kalvkollen från Agricom kan ge en bra översikt bild men som lantbrukare behöver man registrera mycket data till programmet manuellt.

4.4.4 Hållbarhet

Hållbarhetsmässigt bidrar tekniken till social, miljömässig och ekonomisk hållbarhet. Socialt kan tekniken bidra till underlättat arbete och friskare kalvar om tekniken fungerar som den ska, men kan även ge negativ hållbarhet som ökad stress när tekniken inte fungerar. Miljömässigt påverkar tillverkningen av produkterna negativt på miljön genom ett ökat resursanvändande, användning av tekniken bidrar även till en ökad användning av elektricitet. Tekniken kan däremot på långsikt ha positiva effekter för hållbarhet, exempelvis en minskad antibiotikaanvändning och effektivare kalvskötsel med högre kalvöverlevnad. Ekonomiskt är tekniken en investering som både kan ge negativ och positiv hållbarhet, eftersom kostnaden blir hög om tekniken inte fungerar eller inte bidrar med den nytta som förväntas. Men tekniken kan även bidra med att pengar sparas in och produktionen bli mer ekonomiskt effektiv genom exempelvis friskare kalvar som i framtiden kommer bidra till mer mjölk i tanken. Ur ett etiskt synsätt finns en rädsla för att digitala verktyg kommer göra att djurögat försvinner när vi ser djuren genom tekniken. Men om tekniken kan hjälpa till att hitta sjuka djur än tidigare kan det vara en fördel.

4.5 Framtidsspaning

Tekniken till kalvar kan komma bli vanligare i framtiden. De produkter som finns på marknaden idag kommer att förbättras och därmed bli mer använda av lantbrukarna. Kunskap om produkterna och kvalitén och förmåga behöver dock förbättras. Nya produkter till kalvar kan bli aktuellt i framtiden, men utvecklingen kommer ta längre tid än teknikutvecklingen för de vuxna djuren eftersom både lantbrukare och teknikföretagens fokus ligger på de lakterande djuren.

För att komma framåt med utvecklingen behövs en tydligare efterfrågan och investeringsvilja från lantbrukarna. Men företagen behöver även våga satsa och utmana sig själva i utvecklingen av nya produkter. Forskningens fokus på validering av produkter kommer vara viktigt i framtiden men även studier som visar på vilka positiva fördelar tekniken för med sig inte bara i nutid, som lägre veterinär kostnader utan även i kalvens senare prestationen som mjölkko. Genom studier på hur verktygen kan förbättra kalvens framtida prestation som mjölkko tror jag att investeringsvilligheten från lantbrukarna kommer öka. Eftersom värdet från de digitala verktygen då kommer få en siffra i en framtida inkomst från

mjölken. En högre investeringsvillighet kommer i sin tur generera en högre efterfrågan och signaler till teknikutvecklarna att satsa mer på kalvar i sin produktutveckling.

4.6 Slutsats

Det finns idag olika digitala verktyg till kalvar ute på marknaden så som aktivitetsmätare, kalvammor, vågceller för foder, värmekameror och bolus. Lantbrukare och rådgivare upplever däremot att digitala verktyg till kalvar saknas. Anledningen till uppfattningen kan bero på att data från verktygen presenteras dåligt eller att verktygen inte är validerade. I framtiden kan värmekamera och 3D-kamera bli aktuella för att studera kalvarnas välmående och tillväxt. Målet med kalvarnas digitalisering ligger i en friskare kalvar som växer bra för att senare i livet kunna bli bra presterande mjölkkor. För att digitala verktyg till kalvar ska bli vanligare krävs fler valideringsstudier på tekniken till kalvar, för att tekniken ska bli bättre och mer pålitlig. Investeringen till kalvarna blir dyr om produkten inte når upp till nyttan den utlovas att ge.

Referenser

- Bach, A. (2011). Associations between several aspects of heifer development and dairy cow survivability to second lactation. *Journal of Dairy Science*, 94 (2), 1052–1057. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3633>
- Berckmans, D. (2017). General introduction to precision livestock farming. *Animal Frontiers*, 7 (1), 6–11. <https://doi.org/10.2527/af.2017.0102>
- Bewley, J.M., Grott, M.W., Einstein, M.E. & Schutz, M.M. (2008). Impact of Intake Water Temperatures on Reticular Temperatures of Lactating Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 91 (10), 3880–3887. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1159>
- Biocontrol (u.å.). *Controlling and Recording Feed Intake*. <https://biocontrol.no/products-2/controlling-and-recording-feed-intake/> [2025-04-15]
- Borderas, T.F., Rushen, J., von Keyserlingk, M.A.G. & de Passillé, A.M.B. (2009). Automated measurement of changes in feeding behavior of milk-fed calves associated with illness. *Journal of Dairy Science*, 92 (9), 4549–4554. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2109>
- Burfeind, O., Schirmann, K., von Keyserlingk, M.A.G., Veira, D.M., Weary, D.M. & Heuwieser, W. (2011). *Technical note*: Evaluation of a system for monitoring rumination in heifers and calves. *Journal of Dairy Science*, 94 (1), 426–430. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3239>
- Calf Health Monitoring - Well Calf (2019). *Wellcalf*. <https://wellcalf.com/calf-health-monitoring/> [2025-04-10]
- CalfGPT (u.å.). *Förster-Technik*. <https://www.foerster-technik.com/calf-management/calfgpt/> [2025-04-22]
- Cantor, M.C. & Costa, J.H.C. (2022). Daily behavioral measures recorded by precision technology devices may indicate bovine respiratory disease status in preweaned dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 105 (7), 6070–6082. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-20798>
- Cantor, M.C., Goetz, H.M., Beattie, K. & Renaud, D.L. (2022). Evaluation of an infrared thermography camera for measuring body temperature in dairy calves. *JDS Communications*, 3 (5), 357–361. <https://doi.org/10.3168/jdsc.2022-0227>
- Carpentier, L., Berckmans, D., Youssef, A., Berckmans, D., van Waterschoot, T., Johnston, D., Ferguson, N., Earley, B., Fontana, I., Tullo, E., Guarino, M., Vranken, E. & Norton, T. (2018). Automatic cough detection for bovine respiratory disease in a calf house. *Biosystems Engineering*, 173, 45–56. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2018.06.018>
- Costa, J.H.C., Cantor, M.C. & Neave, H.W. (2021). *Symposium review*: Precision technologies for dairy calves and management applications*. *Journal of Dairy Science*, 104 (1), 1203–1219. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17885>
- Eslamizad, M., Tümmeler, L.-M., Derno, M., Hoch, M. & Kuhla, B. (2018). TECHNICAL NOTE: Development of a pressure sensor-based system for measuring rumination time in pre-weaned dairy calves1. *Journal of Animal Science*, 96 (11), 4483–4489. <https://doi.org/10.1093/jas/sky337>
- Ferrari, S., Piccinini, R., Silva, M., Exadaktylos, V., Berckmans, D. & Guarino, M. (2010). Cough sound description in relation to respiratory diseases in dairy calves. *Preventive Veterinary Medicine*, 96 (3), 276–280. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2010.06.013>
- Ferrari, S., Silva, M., Guarino, M., Aerts, J.M. & Berckmans, D. (2008). Cough sound analysis to identify respiratory infection in pigs. *Computers and Electronics in Agriculture*, 64 (2), 318–325. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2008.07.003>
- Hill, T.M., Suarez-Mena, F.X., Hu, W., Dennis, T.S., Schlotterbeck, R.L., Timms, L.L. & Hulbert, L.E. (2017). Technical Note: Evaluation of an ear-attached movement sensor to record rumination, eating, and activity behaviors in 1-month-old calves.

- The Professional Animal Scientist*, 33 (6), 743–747.
<https://doi.org/10.15232/pas.2017-01623>
- Hoffmann, G., Schmidt, M., Ammon, C., Rose-Meierhöfer, S., Burfeind, O., Heuwieser, W. & Berg, W. (2013). Monitoring the body temperature of cows and calves using video recordings from an infrared thermography camera. *Veterinary Research Communications*, 37 (2), 91–99. <https://doi.org/10.1007/s11259-012-9549-3>
- Knauer, W.A., Godden, S.M. & McDonald, N. (2016). *Technical note*: Preliminary evaluation of an automated indwelling rumen temperature bolus measurement system to detect pyrexia in preweaned dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 99 (12), 9925–9930. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10770>
- Lowe, G., Sutherland, M., Waas, J., Schaefer, A., Cox, N. & Stewart, M. (2019a). Infrared Thermography—A Non-Invasive Method of Measuring Respiration Rate in Calves. *Animals*, 9 (8), 535. <https://doi.org/10.3390/ani9080535>
- Lowe, G.L., Sutherland, M.A., Waas, J.R., Schaefer, A.L., Cox, N.R. & Stewart, M. (2019b). Physiological and behavioral responses as indicators for early disease detection in dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 102 (6), 5389–5402. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15701>
- McCorkell, R., Wynne-Edwards, K., Windeyer, C. & Schaefer, A. (2014). Limited efficacy of Fever Tag® temperature sensing ear tags in calves with naturally occurring bovine respiratory disease or induced bovine viral diarrhoea virus infection. *The Canadian Veterinary Journal*, 55 (7), 688–690
- Mullins, I.L., Truman, C.M., Campler, M.R., Bewley, J.M. & Costa, J.H.C. (2019). Validation of a Commercial Automated Body Condition Scoring System on a Commercial Dairy Farm. *Animals*, 9 (6), 287. <https://doi.org/10.3390/ani9060287>
- O’ Leary, N., Leso, L., Buckley, F., Kenneally, J., McSweeney, D. & Shalloo, L. (2020). Validation of an Automated Body Condition Scoring System Using 3D Imaging. *Agriculture*, 10 (6), 246. <https://doi.org/10.3390/agriculture10060246>
- Reynolds, M.A., Borchers, M.R., Davidson, J.A., Bradley, C.M. & Bewley, J.M. (2019). *Technical note*: An evaluation of technology-recorded rumination and feeding behaviors in dairy heifers. *Journal of Dairy Science*, 102 (7), 6555–6558. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15635>
- Schaefer, A.L., Cook, N.J., Church, J.S., Basarab, J., Perry, B., Miller, C. & Tong, A.K.W. (2007). The use of infrared thermography as an early indicator of bovine respiratory disease complex in calves. *Research in Veterinary Science*, 83 (3), 376–384. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2007.01.008>
- SenseHub® Dairy Youngstock (u.å.). *OS ID Stallmästaren/ MSD Animal Health*. <https://www.stallmastaren.se/sensehub-dairy-youngstock/> [2025-04-10]
- Sjaastad, Ø.V., Sand, O. & Hove, K. (2016). Regulation of Body Temperature. I: *Physiology of Domestic Animals*. Third edition. Scandinavian Veterinary Press. 768–794.
- Song, X., Schutte, J.J.W., van der Tol, P.P.J., van Halsema, F.E.D. & Groot Koerkamp, P.W.G. (2014). Body measurements of dairy calf using a 3-D camera in an automatic feeding system. *Proceedings of Interantional Conferance of Agricultural Engineering*, Zurich, 10.07 2014. 8. <https://www.geyseco.es/geystiona/adjs/comunicaciones/304/C04670001.pdf>
- Stygar, A.H., Gómez, Y., Berteselli, G.V., Dalla Costa, E., Canali, E., Niemi, J.K., Llonch, P. & Pastell, M. (2021). A Systematic Review on Commercially Available and Validated Sensor Technologies for Welfare Assessment of Dairy Cattle. *Frontiers in Veterinary Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.634338>
- Sutherland, M.A., Lowe, G.L., Huddart, F.J., Waas, J.R. & Stewart, M. (2018). Measurement of dairy calf behavior prior to onset of clinical disease and in response to disbudding using automated calf feeders and accelerometers. *Journal of Dairy Science*, 101 (9), 8208–8216. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14207>

- SVA (u.å.a). *Diarré hos småkalvar*. <https://www.sva.se/djurhaelsa/djursjukdomar-a-oe/sjukdomar/diarre-hos-smaakalvar/> [2025-04-11]
- SVA (u.å.b). *Luftvägsinfektioner hos kalvar och ungdjur*. <https://www.sva.se/djurhaelsa/djursjukdomar-a-oe/sjukdomar/luftvaegsinfektioner-hos-kalvar-och-ungdjur/> [2025-04-11]
- Svensson, C. & Hultgren, J. (2008). Associations Between Housing, Management, and Morbidity During Rearing and Subsequent First-Lactation Milk Production of Dairy Cows in Southwest Sweden. *Journal of Dairy Science*, 91 (4), 1510–1518. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0235>
- Svensson, C. & Jensen, M.B. (2007). *Short Communication*: Identification of Diseased Calves by Use of Data from Automatic Milk Feeders. *Journal of Dairy Science*, 90 (2), 994–997. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(07\)71584-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(07)71584-9)
- Swartz, T.H., Findlay, A.N. & Petersson-Wolfe, C.S. (2017). *Short communication*: Automated detection of behavioral changes from respiratory disease in pre-weaned calves. *Journal of Dairy Science*, 100 (11), 9273–9278. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12280>
- Swartz, T.H., McGilliard, M.L. & Petersson-Wolfe, C.S. (2016). *Technical note*: The use of an accelerometer for measuring step activity and lying behaviors in dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 99 (11), 9109–9113. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11297>
- Swartz, T.H., Schramm, H.H. & Petersson-Wolfe, C.S. (2020). *Short Communication*: Association between neonatal calf diarrhea and lying behaviors. *Veterinary and Animal Science*, 9, 100111. <https://doi.org/10.1016/j.vas.2020.100111>
- Växa (2023). *Djurhälsostatistik 2021-2022*. (Djurhälsostatistik, 207373). Växa. <https://vxa.qbank.se/mb/?h=3fb6d74d47ca02f4f86b10e5bc2e1465&p=dccda36951e6721097a93eae5c593859&display=feature&s=name&d=desc#View%20document> [2025-04-11]
- Växa (2025). *Djurhälsostatistik 2023-2024*. (Djurhälsostatistik, 215978). Växa. <https://vxa.qbank.se/mb/?h=3fb6d74d47ca02f4f86b10e5bc2e1465&p=dccda36951e6721097a93eae5c593859&display=feature&s=name&d=desc#View%20document> [2025-04-11]
- Winners 2024 - EuroTier 2026 (u.å.). <https://www.eurotier.com/en/awards/innovation-award/winners-2024> [2025-05-05]

Populärvetenskaplig sammanfattning

Digitalisering är en viktig process som sker i hela samhället. Idag finns mycket teknik inom lantbruket men utvecklingarna har främst fokuserat på de djuren som ger direkt inkomst till företaget, mjölkarna. Idag uppfattar både lantbrukare och rådgivare att teknik för kalvar saknas. Kalvarna är framtidens mjölkkor och dess uppväxt har stor betydelse för vilken potential de kommer få i framtiden.

Det finns idag produkter som är inriktade till kalvar på marknaden där den vanligaste är kalvamman (automatisk mjölkutfodring). I kalvamman kan man få ut data på drickshastighet och aptit vilket man kan använda som tecken på sjukdom. Vissa lantbrukare utnyttjar dessa möjligheter medan andra inte utnyttjar informationen. Det finns även aktivitetsmätare till kalvar men tekniken uppfattas inte som så pålitlig. I framtiden kan värmekameror bli aktuella att använda för att studera förändringar i temperaturer på kroppen som tecken på infektion. Även mikrofon som detekterar hosta eller en 3D-kamera som kan registrera tillväxt på kalvar kan bli aktuellt i framtiden.

Branschen har lite olika syn gällande vad man vill få ut från de digitala verktygen på kalvarna. Där lantbrukare är intresserade av att se data i nutid för att bromsa in eventuella sjukdomsutbrott och förbättra sin kalvskötsel. Medan rådgivare är mer intresserade av att se långtidsperspektivet för att kunna studera hur data har förändrats över tid och se effekten av olika åtgärder.

För att digitala verktyg till kalvar ska bli vanligare i framtiden behöver produkterna bli bättre validerade för att få en högre tillförlitlighet. Teknikutvecklare behöver även våga satsa på utveckling till kalvar och inte bara fokusera på de mjölkande djuren som genererar direkt inkomst till lantbrukaren.

Bilaga 1

Lantbrukare

1. Hur användbar är den information du får från korna (t.ex. aktivitetsmonitorer och mjölksensorer) för att hjälpa dig fatta bättre beslut för deras hälsa och välbefinnande?
 - *Hur värdefull är informationen för dig, för korna, för gårdens framtid eller långsiktiga mål, för bättre resursförvaltning, när det gäller livsmedelssäkerhet?*
 2. Har du upplevt situationer där tekniken gav dig förutsägelser eller råd som visade sig vara fel?
 - *Finns det tillfällen då data inte matchar det du ser med egna ögon?*
 - *Hur upptäckte du avvikelserna och vad gjorde du åt det?*
 3. Hur ofta stöter du på tekniska problem, och hur påverkar dessa problem dina kor eller det dagliga arbetet?
 4. Hur lätt eller svårt är det att underhålla digital utrustning på gården (t.ex. programvaruuppdateringar, delar, taggar eller sensorer)?
 5. Får du information från digitala system på det sätt du vill att den ska presenteras? (exempelvis via listor eller varningar)
 - *Gör du anpassningar för att passa dina behov idag?*
 - *Vill du ha ökad flexibilitet? Hur då?*
 - *Skulle du vilja ha ett annat format?*
 6. Tror du att digitala verktyg har förändrat ditt djuröga?
 - *Kan du minnas några exempel där systemet inte överensstämde med ditt djuröga?*
- Har du märkt förändringar i hur du eller din personal knyter an till korna eller gårdsmiljön?
- *Har verktygen påverkat hur du prioriterar arbetet?*
7. Vilka ytterligare funktioner, utöver att tex identifiera problemkor, saknar du hos digitala verktyg?
 - *Vilken typ av information skulle du ha nytta av?*
 - *Vilken typ av information skulle du vilja kombinera för att hjälpa dig vidare i ditt beslutsfattande på gården?*
 8. Vilka åtgärder vidtas för att säkerställa att dataalgoritmer är anpassade till verkliga djurskydds- och hållbarhetsmått?
 9. Presenteras informationen i digitala verktyg på ett sätt som är optimalt för användaren?
 - *Har användarna möjlighet att anpassa datavisningen efter sina behov?*
 - *Finns det behov av ökad flexibilitet i hur informationen struktureras och presenteras?*

Teknikexperter/ansvariga

1. Hur säkerställer ni att de data som samlas in från mjölkarna ger mjölkbönderna användbara insikter?
 - *Vilka åtgärder vidtas för att förbättra noggrannheten och användbarheten hos den information som lämnas till mjölkbönderna?*
2. Hur balanserar man behovet av problemdetektering med att ge bredare insikter som gynnar mjölkproduktionen?
 - *Vilken typ av datainsikter efterfrågar mjölkbönderna oftast, och hur integreras dessa i framtida uppdateringar och prediktioner?*
 - *Bör digitala verktyg integrera olika källor till jordbruksdata för att förbättra beslutsfattandet? Vilka?*
3. Vilka åtgärder vidtas för att säkerställa att dataalgoritmer är anpassade till verkliga djurskydds- och hållbarhetsmål?
4. Presenteras informationen i digitala verktyg på ett sätt som är optimalt för användaren?
 - *Har användarna möjlighet att anpassa datavisningen efter sina behov?*
 - *Finns det behov av ökad flexibilitet i hur informationen struktureras och presenteras?*

Rådgivare

1. Hur uppfattar du värdet av data från digitala verktyg för att stödja mjölkböndernas beslutsfattande för besättningsarnas hälsa och välbefinnande?
 - *Hur används information i strategiska beslut (för korna, för långsiktiga mål, för resurseffektivitet och/eller livsmedelssäkerhet)?*
 - *Vilka ytterligare funktioner eller prediktiva funktioner anser du att digitala verktyg bör erbjuda utöver att identifiera problemkor?*
 2. Har du observerat förändringar i hur mjölkbönder interagerar med sina besättningar på grund av digitala verktyg?
 - *Hur påverkar dessa förändringar besättningshanteringen?*
- Har tekniken enligt din erfarenhet förändrat mjölkböndernas beroende av djuröga?
- *Ser du potentiella konflikter mellan intuitiv kunskap och datadrivna insikter?*
3. Har du stött på situationer där mjölkbönder ifrågasatte riktigheten i teknikdrivna förutsägelser? Hur ger du dem råd i sådana fall?

- *Vilka tillvägagångssätt rekommenderar du mjölkbönderna när de upptäcker skillnader mellan tekniska data och deras observationer?*
4. Får du data från digitala verktyg i en form som är användbar för dig i rådgivningsarbetet?
Anpassar du informationen för att bättre stödja dina råd och beslut?
Skulle du ha nytta av större flexibilitet i hur informationen presenteras?

Stakeholders

1. Hur uppfattar du värdet av data från digitala verktyg för att stödja mjölkböndernas beslutsfattande för besättningarnas hälsa och välbefinnande?
 - *Används informationen i strategiska beslut (för korna, för långsiktiga mål, för resurseffektivitet och/eller livsmedelssäkerhet)?*
2. Vilka ytterligare funktioner eller prediktiva funktioner anser du att digitala verktyg bör erbjuda utöver att identifiera problemkor?
 - *Vilka typer av uppgifter anser du skulle vara mest fördelaktiga för mjölkbönderna när det gäller att förbättra deras beslutsfattande?*
 - *Vilka dataset eller dataintegrationer skulle ytterligare kunna hjälpa mjölkbönderna att optimera sin besättningshantering?*
3. Vilka rutiner eller skyddsåtgärder bör finnas för att säkerställa att digitala verktyg på ett korrekt sätt återspeglar djurens välbefinnande och en hållbar jordbruksförvaltning?
4. Ser ni ett större samlat värde för hur digitala verktyg kan nyttjas utöver beslut på gård?
 - *Bör informationen från digitala system kunna anpassas för att användas till andra syften än beslut på gård? Om ja, till vad? På vilken nivå?*
 Skulle ni ha nytta av större flexibilitet i hur informationen från gårdar presenteras? Hur?

Välfärdsforskare och teknikforskare

1. Ur ett forskningsperspektiv, hur användbara är de data som samlas in från korna för att bedöma djurens välbefinnande?
 - *Vilka metoder kan användas för att utvärdera giltigheten och effekten av digital information på beslutsfattande och hållbarhet?*
2. Vilka ytterligare beteende- eller miljöindikatorer bör digitala verktyg innehålla för att ge en mer holistisk bild av gårdens situation?
 - *Hur kan tvärvetenskaplig forskning förbättra utformningen och tillämpningen av digitala verktyg inom mjölkproduktion?*
3. Vilka ramar kan användas för att säkerställa att digitala verktyg bidrar till verkliga förbättringar av hållbarhet och djurskydd?

4. Får du den data från digitala verktyg som du behöver i en relevant och användbar form?
- *Anpassar du insamlad information för att bättre passa dina forskningsbehov?*
 - *Skulle ökad flexibilitet i datavisning och analys underlätta din forskning?*

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU kan publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver i sådana fall godkänna publiceringen. I samband med att du godkänner publicering kommer SLU även att behandla dina personuppgifter (namn) för att göra arbetet sökbart på internet. Du kan närsomhelst återkalla ditt godkännande genom att kontakta biblioteket.

Även om du väljer att inte publicera arbetet eller återkallar ditt godkännande så kommer det arkiveras digitalt enligt arkivlagstiftningen.

Du hittar länkar till SLU:s publiceringsavtal och SLU:s behandling av personuppgifter och dina rättigheter på den här sidan:

- <https://libanswers.slu.se/sv/faq/228316>

☒ JA, jag, Kajsa Axelsson har läst och godkänner avtalet för publicering samt den personuppgiftsbehandling som sker i samband med detta

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