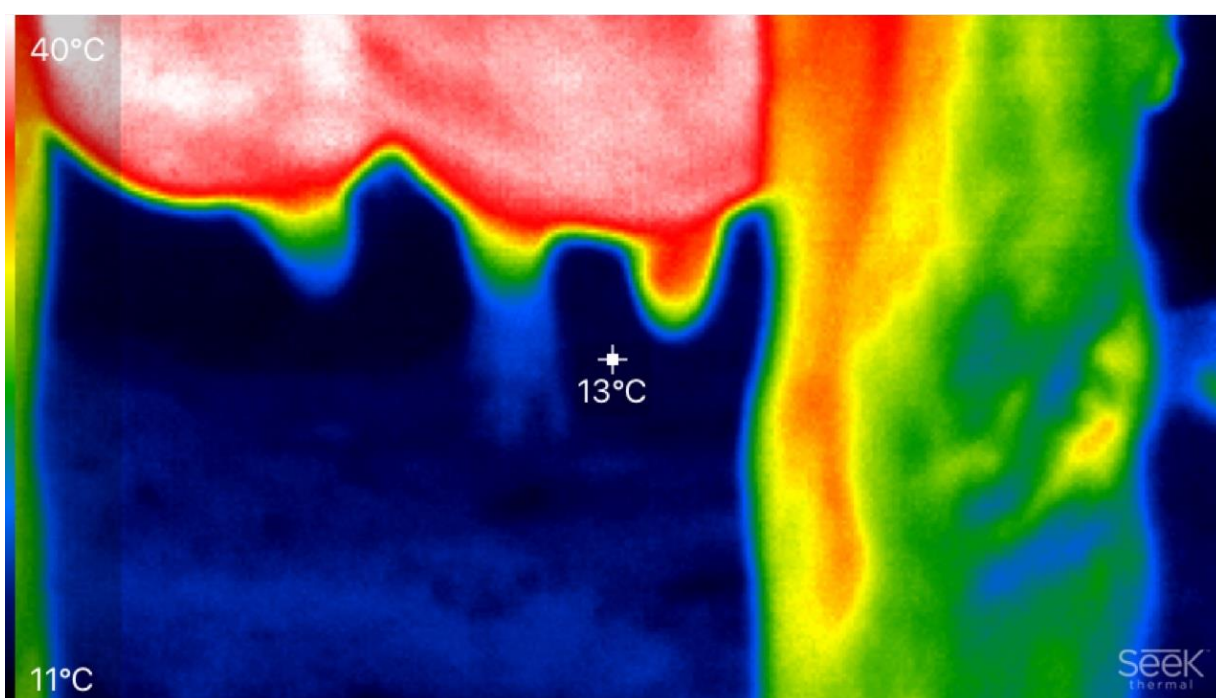




Värmekamerans användning inom jordbruket

Mikael Gilbertsson, Ann-Kristina Lind & Marianne
Tersmeden

Värmekamerans användning inom jordbruket

Författare

Mikael Gilbertsson, Ann-Kristina Lind & Marianne
Tersmeden

Sammanfattning

Värmekamerors användningsområden har länge varit känt inom t.ex. industrin för underhåll av elektronisk och mekanisk utrustning. Tidigare var termografiprodukter en relativt dyr teknik att använda, men idag kan de fås till ett lågt pris och de är lika lätta att använda som en digitalkamera. Målet med denna studie var att inom jordbruket undersöka användningsområden av värmekameror anpassad för mobiltelefoner. Framkomna resultat kan användas för att öka kunskapen om de många användningsområden som finns inom jordbruket och därigenom göra lantbrukare uppmärksamma på värmekameror som ett hjälpmedel, som i ett tidigt skede kan identifiera problem. Med tidigt identifierade problem har man möjlighet att korrigera innan de blivit allvarliga och kostsamma att reparera eller bota.

Olika användningsområden för mobilanpassade värmekameror har undersökts genom funktionstest på material med olika emissivitet och i fältförsök på fyra gårdar, med olika produktionsinriktningar. Värmekamerorna anpassade för mobiltelefoner höll hög kvalitet och var lätta att använda. Under fältförsöken identifierades en rad olika användningsområden och inom alla produktionsinriktningar går det att använda värmekamerorna för underhåll och genomsyn av alla elektriska och mekaniska komponenter och utrustning. T.ex. så identifierades ett dåligt lager på en strängläggare på en av gårdarna. Det går även att identifiera drag och dåligt isolerade byggnader.

De mobilanpassade värmekamerorna visade sig vara ett bra hjälpmedel och ett komplement till djurögat för att bekräfta om en ko t.ex. böjar utveckla juverinflammation (mastit) eller en häst eller gris håller på att utveckla ledinflammation. Däremot var det svårt att använda de mobilanpassade värmekamerorna för att detektera skador eller sjukdomar innan de visuellt upptäcks av flera olika anledningar. Dels så tar det lång tid att utföra en screening och fota en hel besättning. Dels så handlar det ofta om små temperaturvariationer som är svåra att upptäcka med denna relativt enkla teknik. Värmekamerorna kunde även användas för att detektera varmgång i ensilagesilos och därmed göra det enkelt att avskilja dåligt foder.

Ett annat intressant användningsområde är att det även med de billigare varianter av värmekamera för mobilen går att identifiera rådjurskid som ligger och gömmer sig i ett fält. Genom att i tid identifiera vart det finns rådjurskid kan man undvika att köra på och skada rådjur vid vallskörd.

Sammantaget så är mobila värmekameror något som kan rekommenderas för lantbrukare att använda sig av. En mobilanpassad värmekamera är enkel att ha med sig i fickan och plocka upp om det finns något intressant objekt att mäta på. Det kan spara stora kostnader i form av allt från minskade maskinskador till minskade veterinär- och medicinkostnader.

Innehåll

Sammanfattning	3
Innehåll.....	4
Förord.....	5
1 Bakgrund	6
2 Syfte och mål.....	7
3 Material och metod	7
3.1 Studiedesign.....	8
3.1.1 Funktionstest på material med olika emissivitet	8
3.1.2 Fälttest på gårdar.....	9
4 Resultat.....	9
4.1 Funktionstest på material med olika emissivitet.....	9
4.2 Fältförsök.....	11
4.2.1 Jämförelse mellan värmekameror	11
4.2.2 Användningsområden	13
5 Diskussion	17
6 Slutsatser	19
7 Resultatförmedling	19
8 Referenser	19

Förord

Termografi är ett hjälpmedel som kan synliggöra sådant som vi inte kan se med vårt öga. Tekniken har varit förknippad med höga investeringskostnader och därför mest använts av specialister. Tekniken har efterhand förenklats och förbilligats och sedan några år tillbaka kan termografitillsatser köpas till mobiltelefoner. I denna studie har två olika termografiprodukter för mobiltelefoner utvärderats.

Ett varmt tack riktas till de gårdar där vi har fått ta bilder och utvärdera värmekamerorna, samt till de lantbrukare som ställde upp och diskuterade olika användningsområden för värmekameror inom lantbruket med oss.

Studien finansierades av Stiftelsen Svenska Lantbrukarnes Olycksfallsförsäkringsfond, SLO-fonden.

1 Bakgrund

Alla objekt i vår miljö avger infraröd värmestrålning. Denna värmestrålning ligger utanför det som det mänskliga ögat kan uppfatta. Däremot så kan man känna värmestrålningen. Ett exempel på detta är värmestrålningen från en brasa som man känner som värme. Att mäta skillnader i temperaturer kallas termografi och är en teknik som utvecklades på femtiotalet för militärt bruk. Med termografi mäts intensiteten av den infraröda strålningen. Intensiteten omtolkas sedan till en färgskalebild som representerar termiska skillnader av ett objekt. Bilden representerar både reflektion och emission av strålning från den yta som observeras. Emission av värme härstammar från själva materialet medan reflektion kommer från de objekt som placeras framför. Emissivitet eller strålningsvärme är förhållandet mellan den energin som sänds ut från ett svart objekts yta i form av elektromagnetisk strålning (värme- och ljusstrålning) och den energin ett svart objekts yta vid samma temperatur skulle ha sänt ut. Emissivitet är alltså en ytas förmåga att avge värme vid en viss temperatur och ett objekt med hög emissivitet har låg reflektivitet och tvärtom. Emissivitet uttrycks inte med någon enhet, men betecknas med symbolen ε och har värden som varierar mellan 0 och 1. En perfekt absorber är en svartfärgad matt kropp och den har emissivitet $\varepsilon = 1$. Huden hos en människa har emissivitet mellan $\varepsilon = 0,80$ (mörkare hud) och $\varepsilon = 0,65$ (ljusare hud). Glas eller blank metall har däremot ett lågt emissivitetstal (Infrared Training Center, 2012).

Tidigare har termografiprodukter varit en dyr teknik och därmed inte var och ens egendom. Men under senare år har tekniken förenklats och säljs idag till relativt låga priser. Det finns idag mobiltelefoner med inbyggd värmekamera men även värmekameror som går att koppla till en vanlig mobiltelefon och som är lätta att bära med sig för att snabbt kopplas upp och mäta, t.ex. temperaturavvikelser. Det finns många kända användningsområden för värmekameror. Tidigt användes värmekameror för att inspektera kraftledningar, men sedan har man inom industrin använt värmekameror för förebyggande underhåll av elektrisk och mekanisk utrustning. Med en värmekamera kan man i ett tidigt skede identifiera problem, vilket gör det möjligt att korrigera fel innan de blivit allvarliga och kostsamma att reparera. Man kan även detektera dålig isolering av byggnader med värmekamera.

Det finns många områden inom lantbruket där arbetsmiljön kan förbättras genom användning av en värmekamera. Med termografi kan mätningar göras på distans och lantbrukare får därigenom ett verktyg som t.ex. kan förhindra brandskador, extra hantering av djur, slippa köra på och skada rådjur vid vallskörd och förhindra att man kommer i kontakt med möjligt foder vid ensilage och spannmålshantering. Under de år som enheten Jordbruk och livsmedel, RISE har använt tekniken, har vi konstaterat flera intressanta tillämpningsområden.

Utvecklingen mot större besättningar och mindre arbetstid/djurenhet har gjort övervakningen svår. Att vid tillsyn upptäcka djur med behov av extra insatser är en utmaning när det är många djur som ska övervakas och arbetet sker under tidspress. Termografi kan vara ett hjälpmedel som kompletterar djurögat och därigenom ger en säkrare övervakning av hälsa hos lantbrukets djur. En värmekamera har potential att

fungera som ett verktyg som kan förbättra övervakningen och bidra till att underlätta djurtillsynen för lantbrukare och djurskötare. Att i tid kunna detektera avvikelser kan minska arbetsbelastningen med behandling och uppföljning av sjuka djur och flytt samt på sikt öka lönsamheten om man får ett effektivt hjälpmedel.

Vidare kan termografi användas vid brandskyddsarbete på gården. Termografibilder av elcentraler, elektriska apparater, och maskiner kan avslöja en förhöjd temperatur och varna innan en brand bryter ut. Termografi skulle också kunna användas till att hitta djur, t.ex. rådjurskid, i vallen innan den slås, vilket dels är bra för att slippa att skada och döda djur men även att foderkvaliteten påverkas av att få med kadaver in i fodret.

Att termografi är ett hjälpmedel som fungerar är känt, men om dagens billiga lösningar till mobiltelefoner har en tillräcklig upplösning och tekniknivå för att klara av att detektera tillämpningsområden inom lantbruket är inte känt och undersöktes i denna studie.

2 Syfte och mål

Det övergripande syftet med studien var att undersöka funktion och tillförlitlighet av enklare värmekameror som är anpassade för mobiltelefoner. Projektets specifika mål var att undersöka enkla och billiga värmekamerors användning inom jordbruket. Genom att använda ett enkelt och säkert verktyg för övervakning av olika arbetsuppgifter på gården kan man underlätta arbetet för lantbrukare/djurskötare och förbättra lönsamheten.

3 Material och metod

Två värmekameror införskaffades i projektet, en FLIR One Pro och en Seek Thermal Compact Pro, se bild 1. Båda produkterna finns att köpa i olika avancerade varianter samt i versioner anpassade till olika telefoners operativsystem. Värmekamerorna som användes i projektet var de mest avancerade i respektive produktserie och båda var anpassade till IOS-operativsystem.

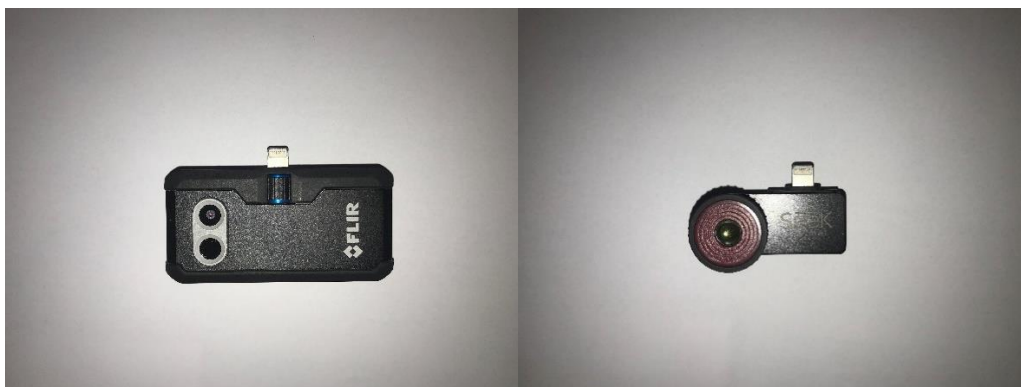


Bild 1. Bilderna visar termografikamerorna som använts i projektet. Till vänster visas FLIR One Pro och till höger visas Seek Thermal Compact Pro.

De två värmekamerorna har lite olika specifikationer, se tabell 1. Utöver upplösning, mätområde och siktfält så skiljer sig produkterna åt på en del områden. FLIR One Pro använder en teknik där termografibilden kombineras med en visuell bild, vilket gör det lättare att urskilja olika objekt i en bild. Med Seek Thermal Compact Pro kan termografibild och visuell bild visas i två fönster sida vid sida. FLIR One Pro har ett eget batteri medan Seek Thermal Compact Pro använder sig av telefonens batteri. Vidare har FLIR One Pro fast fokus medan Seek Thermal Compact Pro har justerbart fokus.

Tabell 1. De två använda värmekamerornas tekniska specifikationer.

	FLIR One Pro	Seek Thermal Compact Pro
Termisk upplösning	19200 pixlar (160x120)	76800 pixlar (320x240)
Mätobjekts temperaturområde	-20 °C till 400 °C	-40 °C till 330 °C
Siktfält	50° HFOV / 43° VFOV	32° FOV
Fokus	Fast från 15 cm till ∞	Justerbart fokus
Batteri	Inbyggt	Använder mobiltelefonens batteri
Kostnad	5199 kr inkl moms	6299 kr inkl moms

Båda värmekamerorna monteras enkelt i ladduttaget på mobiltelefonerna och båda kamerorna hanteras med en app. Det går att göra en del enkla inställningar i apparna som t.ex. punkttemperatur, visa max-/mintemperatur och sätta tröskelvärden. Storlek och vikt på värmekamerorna är 1,5x4cm och 15 gram för Seek Thermal Compact Pro och 3x6,5 cm och 36 gram för FLIR One Pro.

Som referensmetod användes en professionell värmekamera med större noggrannhet, bättre optik samt fler inställningsmöjligheter (FLIR, ThermoCAM S60) för att jämföra reliabilitet och detektera eventuella avvikelser mellan denna och de billiga varianterna av värmekameror i mobiltelefonen.

3.1 Studiedesign

Studien genomfördes i två delar, en del med funktionstest inomhus på material med olika emissivitet och en del där värmekamerorna testades och jämfördes på olika mätobjekt ute på gårdar. De två mobila värmekamerorna jämfördes experimentellt mot varandra samt mot RISEs professionella värmekamera (FLIR, ThermoCAM S60). Testerna gjordes för att jämföra reliabilitet och detektera eventuella avvikelser.

3.1.1 Funktionstest på material med olika emissivitet

Lämpliga mätobjekt med olika emissivitet valdes ut för studien. Flera av materialen valdes med avseende på att de är erkänt svåra att mäta på. Materialen som valdes ut för testet var mänsklig hud, ett vitt A4-pappersark, ett blankt kastrullock, ett genomskinligt dricksglas samt avtrycket av ett varmt strykjärn. Studien utfördes inomhus i en kontrollerad miljö med så lika förutsättningar som möjligt när det gäller mätavstånd, omgivningstemperatur och omgivningsljus. Samtliga mätningar upprepades tre gånger.

De båda mobilvärmekamerorna FLIR One Pro och Seek Thermal Comapact Pro utvärderades mot den professionella värmekameran FLIR ThermaCAM S60.

3.1.2 Fälttest på gårdar

Fälttesterna utfördes på fyra gårdar med olika produktionsinriktning. På gårdar med spannmålsproduktion var fokus att kontrollera elektrisk utrustning, spannmålslager, fordon som traktorer och skördetröskor samt kraftuttagsdrivna jordbruksredskap. Fokus på gårdar med djurproduktion var att undersöka skador och sjukdomar hos djur, undersöka värmeläckage i djurstallars byggnadskonstruktion, undersöka foderkvalitet samt undersöka elektrisk utrustning.

När det gäller skador och sjukdomar hos djur så utfördes både en s.k. screening där djurbesättningen fotades allmänt för att se om någon skada eller sjukdom kunde identifieras, men även redan kända skador och sjukdomar fotades med samtliga tre värmekameror. Problem, skador och sjukdomar hos djur som bedömdes som intressanta att studera var juverinflammation (mastit), klövspalt och ledinflammationer hos kor, juverinflammation hos suggor, ledinflammationer och hälta hos suggor och slaktgris och nerkylda smågrisar.

Andra tillämpningsområden för djur som provades var att räkna betesdjur i mörker samt att hitta rådjurskid i slåttervallar. När det gäller identifiering av rådjurskid provades det både att fota inifrån traktorhytten under slåtter samt under manuell avsökning av fältet. Den manuella avsökning utfördes som en simulering, detta gjordes genom att en hund av rasen Borderterrier placerades ut i fältet. Mätningar utfördes sedan med de tre värmekamerorna på två olika mätavstånd, 25 och 50 meter.

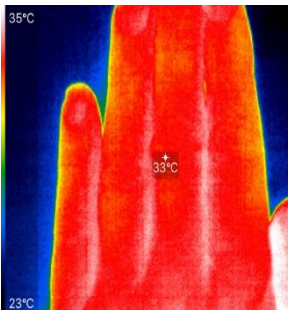
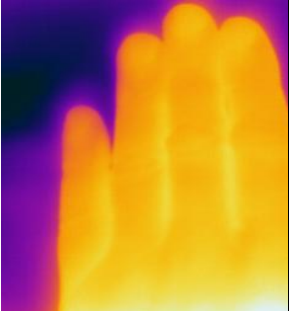
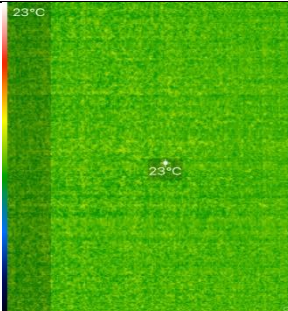
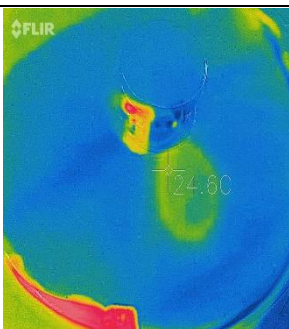
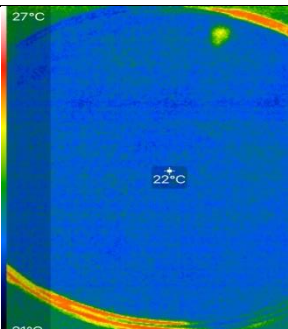
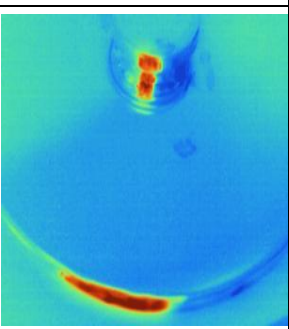
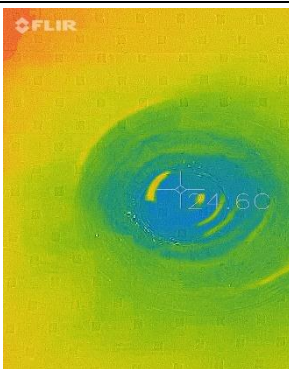
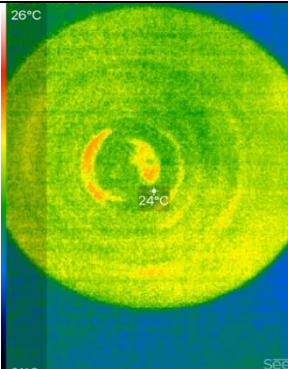
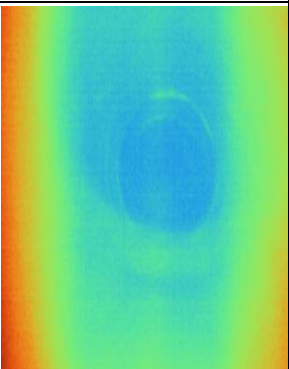
4 Resultat

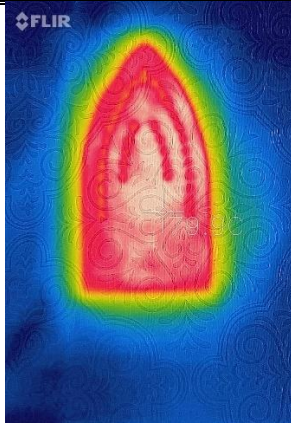
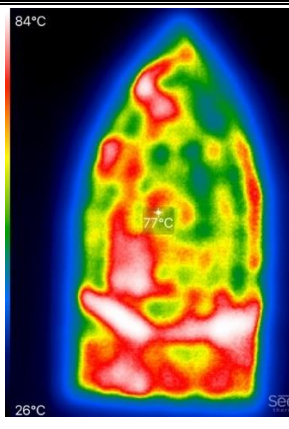
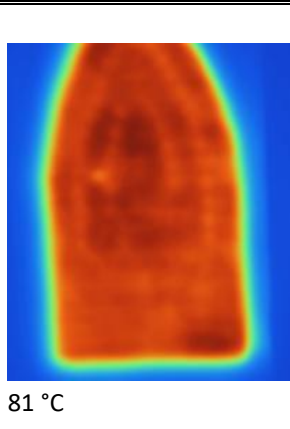
4.1 Funktionstest på material med olika emissivitet

I tabell 2 redovisas resultat från funktionstest på material med olika emissivitet. De båda mobila värmekamerorna FLIR One Pro samt Seek Thermal Compact Pro visade på liknande resultat som den professionella kameran FLIR ThermaCAM S60 uppvisade.

Det funktionstest som påvisade störst skillnad mellan de tre värmekamerorna var ytan uppvärmd med strykjärn, där det skilde 4°C mellan den lägsta och den högsta temperaturen. Vid mätningar på ett vitt A4 papper visade båda FLIR kamerorna samma temperatur medan Seek Thermal Compact Pro mätte en grad lägre.

Tabell 2. Tabellen visar ett funktionstest för de tre värmekamerorna på material med olika emissivitet.

Objekt	Mätning	FLIR One Pro	Seek Thermal Compact Pro	FLIR ThermoCAM S60
Hud	Hand	 34 °C	 33 °C	 35 °C
Papper	Vitt ark A4	 24 °C	 23 °C	 24 °C
Blanka föremål (metall)	Kastrullsock	 24,6 °C	 22 °C	 21 °C
Glas	Dricksglas	 24 °C	 24 °C	 23 °C

Objekt	Mätning	FLIR One Pro	Seek Thermal Compact Pro	FLIR ThermaCAM S60
Yta uppvärmt med strykjärn i 10 sek	Strykbräda	 79 °C	 77 °C	 81 °C

4.2 Fältförsök

4.2.1 Jämförelse mellan värmekameror

En jämförelse i fält gjordes mellan de tre värmekamerorna för att undersöka tillförlitligheten av de mobilanpassade värmekamerorna. Läsavståndet mellan objektet och de tre värmekamerorna var samma. Bild 2, 3 och 4 visar att alla tre värmekamerorna visar liknande värden.

Bild 2 visar en plansilo med ensilage, där läsavståndet var fem meter. Den svarta markeringen i bilden indikerar samma områden med en temperaturhöjning i en del av plansilon.

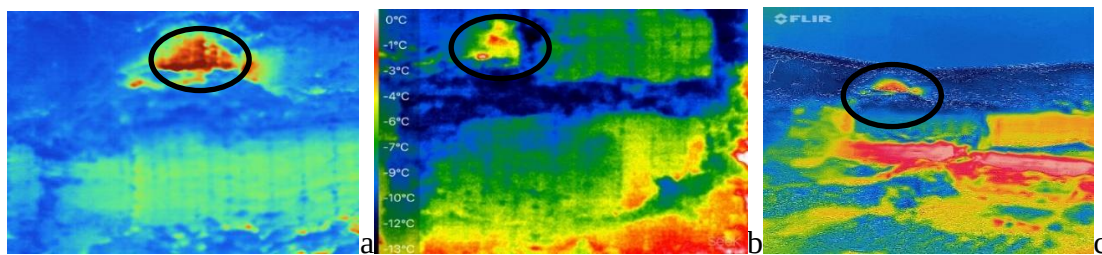


Bild 2. Bild 2a, 2b och 2c visar en temperaturhöjning i en plansilo. Bild a är tagen med en professionell FLIR ThermaCAM S60 värmekamera, bild 2b är tagen med Seek Thermal Compact Pro mobil värmekamera och bild 2c är tagen med FLIR One Pro mobil värmekamera. För bild a är temperaturområdet i bilden 5-7 °C, för bild b är temperaturområdet i bilden 0-13 °C och för bild c är temperaturområdet i bilden 0-12 °C. Man ser att alla tre värmekamerorna klara att detektera en värmeutveckling i plansilon.

Bild 3 visar en motor till en grovfoderblandare och läsavståndet är 1 meter. Av temperaturen i bilden kan man se att det inte är några problem med grovfoderblandaren, då den inte har någon värmeutveckling som är onaturligt hög efter att den har varit igång.

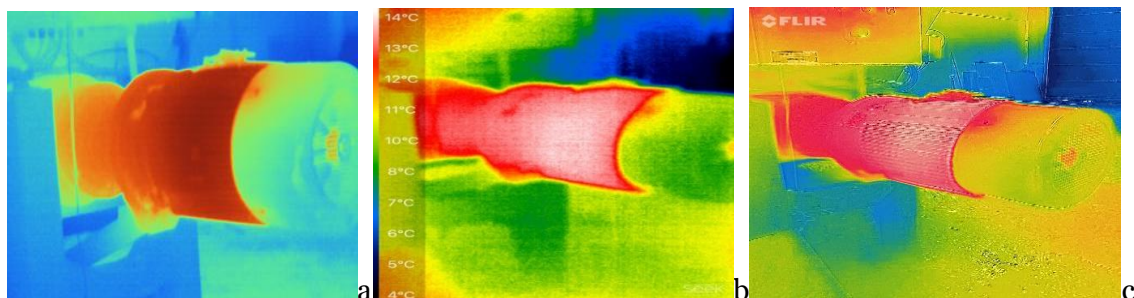


Bild 3. Bild 3a, 3b och 3c visar en motor till en grovfoderblandare. Bild a är tagen med en professionell FLIR ThermaCAM S60 värmekamera, bild b är tagen med Seek Thermal Compact Pro mobil värmekamera och bild c är tagen med FLIR One Pro mobil värmekamera. Temperaturområdet i bilden är mellan -1- +7 °C för bild a, +4-+14°C för bild b och -2-+6,5 °C för bild c.

Bild 4 visar en ko med en redan identifierad klövspalt, och läsavståndet var 2 meter mellan kamera och objekt. Den svarta markeringen visar klöven med förband. Av temperaturen i bilden ses ingen förhöjd värmeutveckling i klöven med klövspalt.

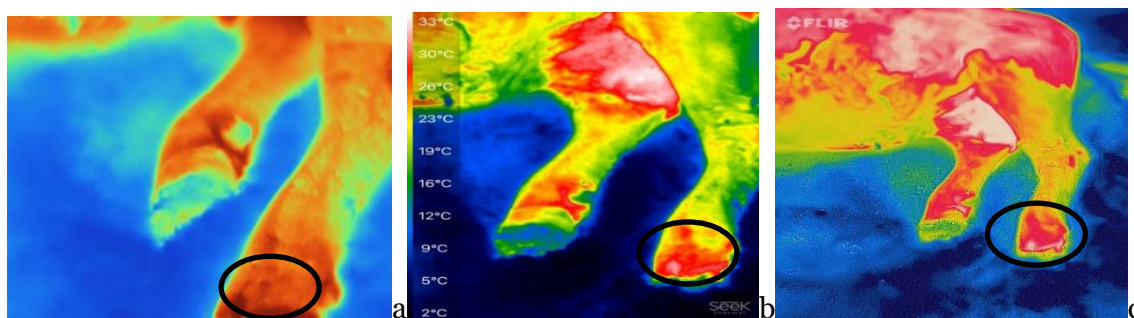


Bild 4. Bild 4a, 4b och 4c visar en temperaturhöjning i en klöv med klövspalt. Bild a är tagen med en professionell FLIR ThermaCAM S60 värmekamera, bild b är tagen med Seek Thermal Compact Pro mobil värmekamera och bild c är tagen med FLIR One Pro mobil värmekamera. Temperaturområdet i bilden är mellan 9-35 °C för bild a, 3-32°C för bild b och 3-35 °C för bild c.

Ett simulerat försök gjordes med en hund av rasen Borderterrier, för att undersöka om det är möjligt att upptäcka rådjurskid i ett fält. Hunden användes för att agera värmekälla i ett fält, och mätningar gjordes med alla tre värmekamerorna på 25 och 50 meters avstånd, se bild 5 och bild 6. Av bilderna framgår att det går att detektera en värmekälla i ett fält med alla tre värmekamerorna. Skillnaden mellan kamerorna är att med FLIR ThermaCAM S60, ses konturerna av hunden skarpare jämfört med de billigare värmekamerorna som är anpassat för mobiltelefoner FLIR One Pro hade en bättre upplösning på längre läsavstånd än vad Seek Thermal Compact Pro hade.

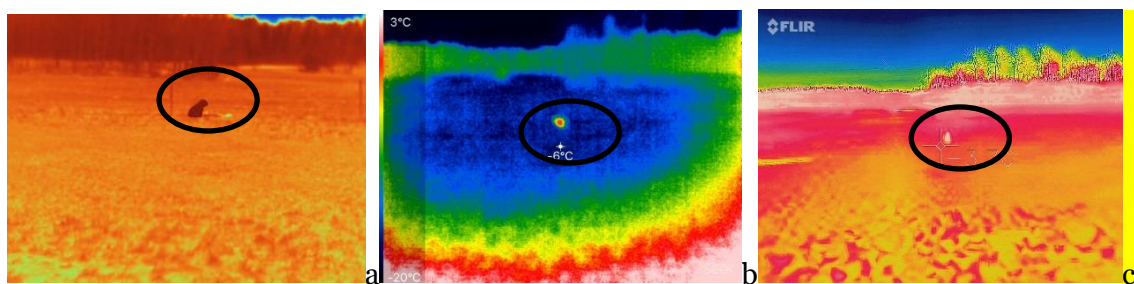


Bild 5. Bild 5a, 5b och 5c. visar ett simulerat försök i ett fält för att undersöka om det är möjligt att upptäcka rådjurskid. En Borderterrier är placerad i ett fält, på bilderna ovan markerat med en svart ring. Bilden är tagen på 25 meters avstånd. Bild a är tagen med en professionell FLIR ThermaCAM S60 värmekamera, bild

b är tagen med Seek Thermal Compact Pro mobil värmekamera och bild c är tagen med FLIR One Pro mobil värmekamera.

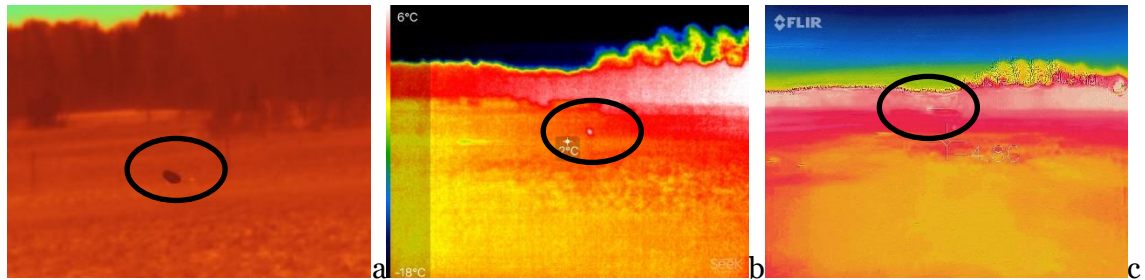


Bild 6. Bild 6a, 6b och 6c visar ett simulerat försök i ett fält för att undersöka om det är möjligt att upptäcka rådjurskid. En Borderterrier är placerad i ett fält, på bilderna ovan markerat med en svart ring. Bilderna är tagna på 50 meters avstånd. Bild a är tagen med en professionell FLIR ThermaCAM S60 värmekamera, bild b är tagen med Seek Thermal Compact Pro mobil värmekamera och bild c är tagen med FLIR One Pro mobil värmekamera.

4.2.2 Användningsområden

I studien hittades flera intressanta områden för användningsområden inom jordbruket. Nedan redovisas ett antal olika förslag. I bild 7 visas en elcentral där en fas är hårt belastat med värmeutveckling som följd.

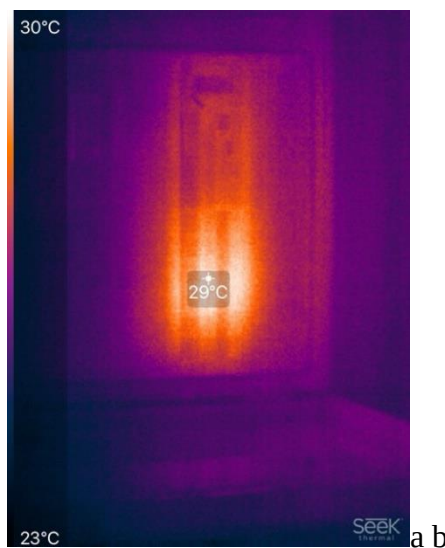


Bild 7. Bilden visar en elcentral med en fas som är hårt belastad.

Två utgödslingmotorer ses i bild 8 där den vänstra motorn har en onormal hög belastning jämfört med den högra motorn. Det fanns inget visuellt fel på motorn, men upptäcktes enbart med värmekameran.

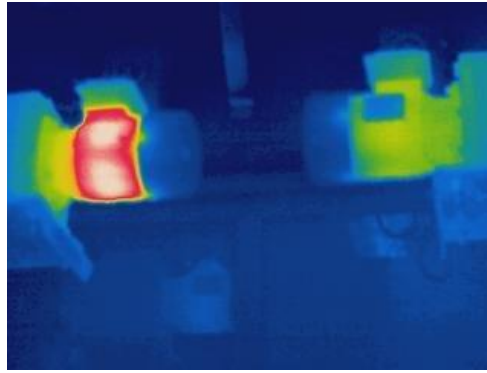


Bild 8. Bilden visar två utgödslingsmotorer där ena har en förhöjd temperatur jämfört med den andra. Läsavståndet är ca tre meter.

Det är relativt vanligt förekommande med varmgång och brand i skördetröskor. I bild 9 a och b ses remskivor på en skördetröska under gång. I det här fallet fanns ingen varmgång men med värmekamera är det enkelt att hitta eventuell varmgång eller om en rem slirar.

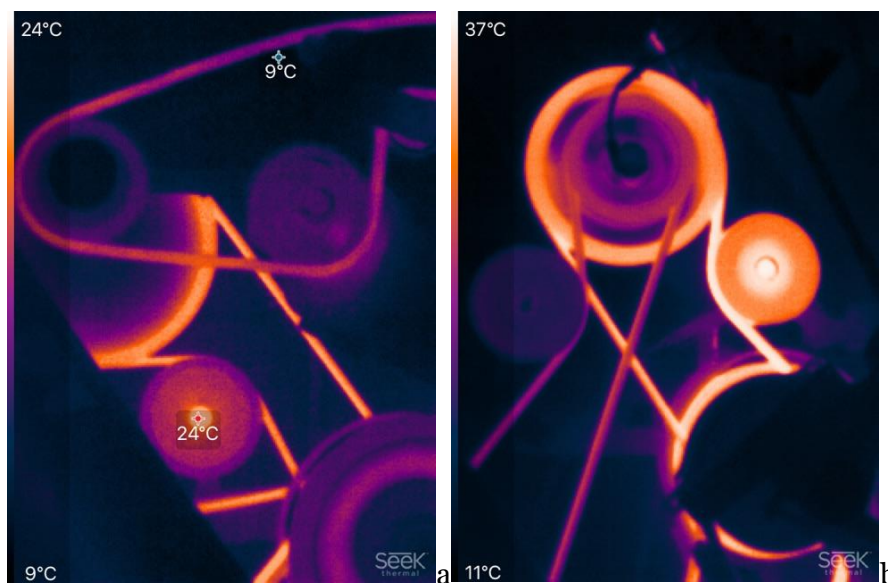


Bild 9. Bilden visar remskiva på skördetröskan.

En bra rutin när man använder värmekamera är att se över utrustning innan användning, vilket visas i bild 10, där en strängläggare körs och ett lager visar förhöjd temperatur och bör ses över med en service.

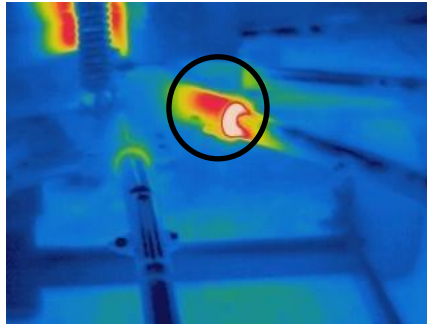


Bild 10. Bilden visar en strängläggare, där ett lager har en tydlig värmeutveckling jämfört med de andra lagren, se svarta markeringen runt lagret.

För att kunna övervaka en eventuell värmeutveckling i en plansilo kan man använda värmekamera. Bild 11a visar en plansilo där det inte finns någon temperaturhöjning annat än en få graders höjning på fodret som ligger längst ut i plansilon. Bild 11b visar ett tillfälle med värmeutveckling i en plansilo, som dock redan hade konstaterats dåligt av lantbrukaren.

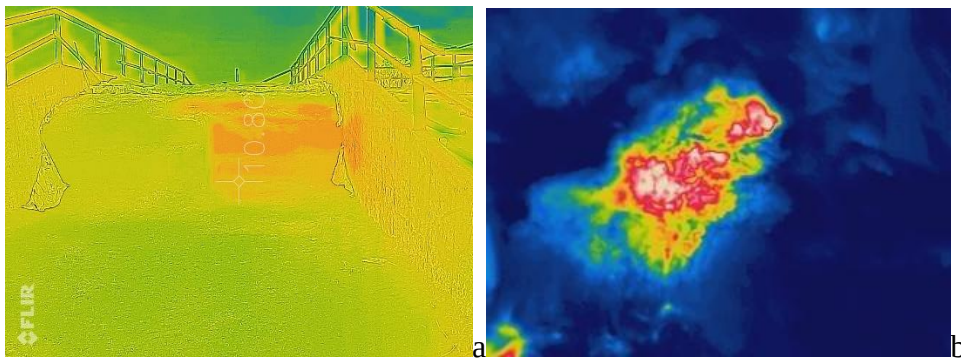


Bild 11. Bild a visar en plansilo där det inte finns någon värmeutveckling och bild b visar en närbild av värmeutvecklingen av fodret i en plansilo. Läsavståndet är 5 meter.

Ingen sjukdom detekterades genom screening i de besättningar där mätningarna utfördes. Mätningar gjordes på redan identifierade hältor på mjölkkor och även på identifierade mastiter (Bild 12).

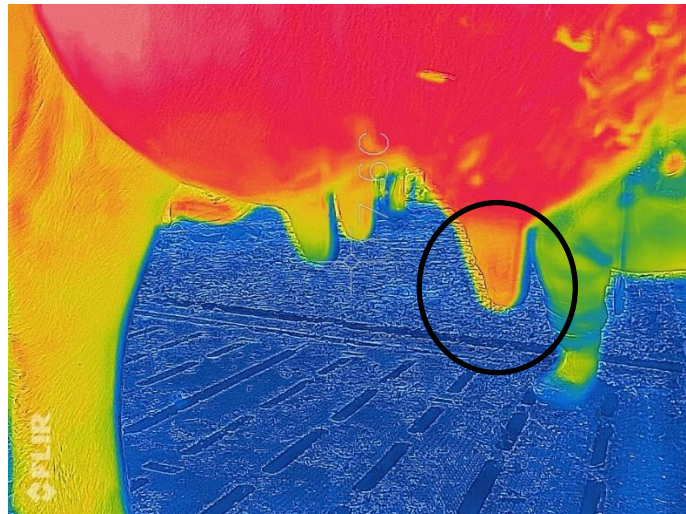


Bild 12. Visar en spene där det är konstaterat juverinflammation (mastit), indikerat med en svart ring runt spenen.

Ett annat identifierad användningsområde för mobilkamera är för att i ett tidigt skede upptäcka om smågrisar är nerkylda. På bild 13 ses en suga som ger di åt sina kulingar, och det finns även flera kulingar i boxen i högra hörnet av bilden. Bilden visar inga smågrisar som är nerkylda.

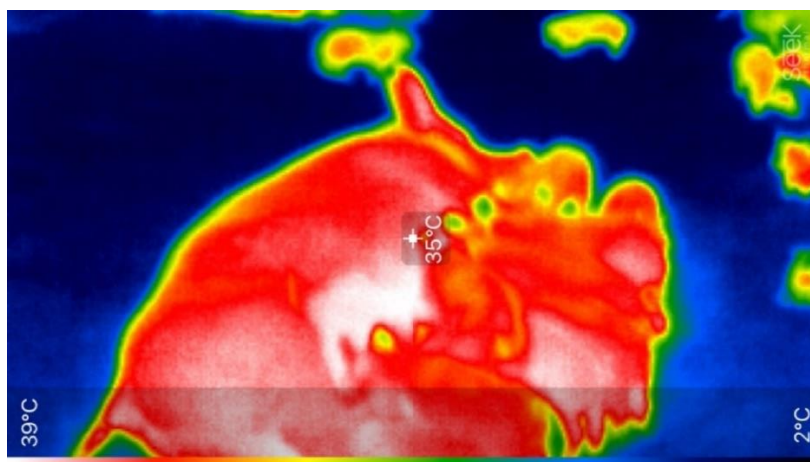


Bild 13. Bilden visar en suga som ger di åt sina kulingar.

Bild 14 visar kor på en betesmark, bilden är tagen på kvällen i mörkret, med ett läsavstånd på ungefär 400 meter. Det går att urskilja enskilda kor, men står korna i grupp blir det svårare att urskilja enskilda individer.

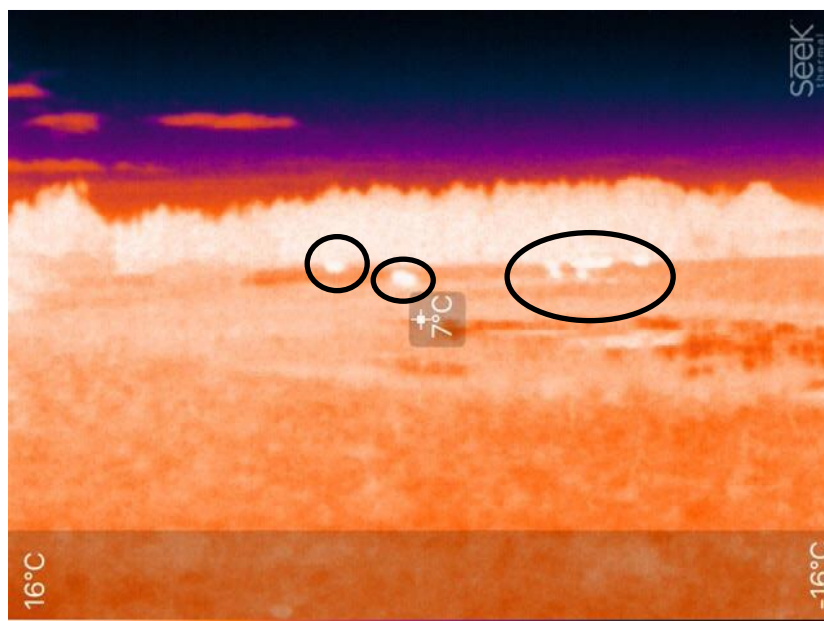


Bild 14. I markeringarna på bilden ses kor på betesmark. Bilden är tagen på kvällen i mörkret med en läsavstånd på ungefär 400 meter.

5 Diskussion

Resultaten i denna studie visade att det finns en stor potential i att använda en mobilanpassad värmekamera som ett komplement till de mänskliga sinnena inom lantbruket. Testet som utfördes under kontrollerade former på material med olika emissivitet visade inga större temperaturavvikelser mellan de tre olika kamerorna. För de flesta tillämpningar inom lantbruket så är det stora temperaturavvikelser som är intressanta att hitta, vilket innebär att de mobilanpassade värmekamerorna bör ha tillräcklig kapacitet och upplösning.

De båda mobilt anpassade värmekamerorna skiljer sig lite åt men det är ingen avgörande skillnad utan mer en smaksak vad som passar den enskilde användaren bäst. Det som bland annat skiljer de två modellerna åt är strömförsörjningen, där FLIR One Pro har ett inbyggt batteri som skulle laddas innan användning medan Seek Thermal Compact Pro använder mobiltelefonens batteri. Beroende på applikation så kan båda varianterna vara att föredra. Om användaren tänker sig en längre användning så är ett inbyggt batteri att föredra medan om det bara är några enstaka foton som ska tas så är det smidigt att värmekameran kan utnyttja telefonens batteri och att man inte behöver tänka på att ladda värmekameran. Vidare så är FLIRs MSX-teknologi där en visuell bild överlagras på värmekamerabilden användarvänlig. Bilden blir mycket tydlig och lätt att förstå med denna teknik.

Båda värmekamerorna finns i olika påkostade varianter men kostar ungefär samma som en mobiltelefon. Investeringen kan snart betala sig om sjukdomar eller skador kan förebyggas eller förhindras. En mastit beräknas kosta ca 3280 kr per ko och år (Smartmilkliner, 2016) och en maskinskada kan kosta många tusentals kronor.

Inom djurproduktion så fungerade de mobilanpassade värmekamerorna bra till att komplettera mänskliga sinnen, det som ofta kallas djuröga. Vid misstanke om t.ex. en mastit så var värmekamerorna ett ypperligt hjälpmedel för att befästa eller förkasta sin misstanke. Däremot så var det svårt och arbetskrävande att hitta skador och sjuka djur innan de mänskliga sinnena upptäcker det. Dels så tar det mycket tid i anspråk om t.ex. en besättnings alla klövar eller juver ska fotograferas. Dels så är temperaturskillnaderna oftast inte så stora i ett tidigt skede att de är lätta att detektera med denna enklare värmekamerateknik.

Ett annat intressant användningsområde var att mäta termisk komfort hos smågris. En nerkyld gris orkar inte lika aktivt konkurrera om spenarna och kommer därför inte att få i sig tillräckligt med energi och antikroppar från råmjölken, vilket är avgörande för spädagrisens överlevnad (Herpin et al., 2002). Smågrisar som kläms ihjäl av suggan är ofta redan innan nedkylda och i behov av omvårdnad. Att kunna upptäcka dessa individer i tid möjliggör för lantbrukaren att sätta in särskilda insatser och därmed öka smågrisöverlevnaden. Smågrisars kroppstemperatur sjunker normalt 2°C efter födseln, men stiger sedan igen till normala 39,0°C inom 48 timmar (Mount, 1968), så skulle lantbrukaren ha som rutin att fota av smågrisarna under tillsynen de första 2 dygn efter födseln skulle värmekameran vara ett bra komplement för tillsynen. I en tidigare studie av Johansson (2008) jämfördes rektaltermometer och kroppstemperaturmätningar genom IR-fotografering hos nyfödda grisar och resultaten visade på ett starkt signifikant samband mellan medelkroppsytemperatur och rektaltemperatur vilket gör värmekameran till ett användbart verktyg för detta ändamål. Att i tid kunna detektera avvikelser i grisningsboxen kan minska arbetsbelastningen med behandling och uppföljning av sjuka djur och flytt av smågrisar.

När det gäller foderkvalitet så fungerade det bra med både FLIR One Pro och Seek Thermal Compact Pro att hitta och avgränsa dåligt foder som tagit värme. Resultaten i denna studie visade att man kan detektera värmeutveckling i en plansilo. Vid två tillfällen detekterades värmeutveckling i en plansilo. I det ena fallet, var lantbrukaren redan medveten om att fodret var dåligt men det överraskande var att temperaturen som mättes var så hög. Om man gör det till en rutin att kolla igenom plansilon med jämna mellanrum, kan man i ett tidigt skede konstatera en temperaturhöjning i plansilo och sätta in en åtgärd. Dåligt ensilage är inte bra för djuren och är produktionsnedsättande och det utgör även en arbetsmiljörisk för lantbrukaren att hantera dåligt foder då denna riskera att få i sig t.ex. mögelsporer.

Ett annat tillämpningsområde är brandskadeförebyggande. Elfel är den största orsaken till brand på lantbruk och orsakar kostnader för ca 30 miljoner kronor per år (Brandskyddsföreningen, 2016). Värmeutveckling och elfel är möjliga att upptäcka i ett tidigt skede med hjälp av värmekamera är därmed finns möjligheter till att upptäcka ett elfel tidigt och förhindra bränder.

När det gäller maskinparken så kan kostnadsbesparingen bli stor om man kan förhindra skador. I projektet hittades ett lager på en strängläggare som var markant varmare än övriga lager. Med hjälp av värmekamerorna kunde detta lager identifiera i ett tidigt skede innan maskinskadorna uppstått. En rutin där t.ex. en skördetröskas remmar fotograferas i samband med en rast skulle kunna hitta varmgång i ett tidigt skede och förhindra skador och eventuell brand.

Utöver nämnda kostnadsbesparingar som kan tekniken kan leda till så är tekniken intressant ur ett arbetsmiljöperspektiv. Tekniken är beröringsfri och kan användas på en distans ifrån djur eller rörliga maskindelar.

6 Slutsatser

Mobilanpassade värmekameror har en stor potential att utgöra ett hjälpmedel till de mänskliga sinnena på en mängd olika områden inom lantbruket. De två produkterna som utvärderades var likvärdiga. Båda var enkla att använda och hade bra noggrannhet. Värmekameratekniken kan leda till stora kostnadsbesparingar för lantbrukarna.

7 Resultatförmedling

Slutrapporten publiceras i RISEs rapportserie och finns fritt tillgänglig att ladda ner från publikationsdatabasen DiVA (ri.diva-portal.org).

En förhoppning är att resultaten av studien blir publicerat i en lantbrukstidning, då vi har blivit kontaktat av en journalist som var intresserad av studien.

8 Referenser

- Brandskyddsföreningen (2016). Statistik över bränder inom lantbruk och hästnäring. Brandskyddsföreningen, Lantbrukets Brandskyddskommitté. Tillgänglig från: <http://www.lantbruketsbrandskydd.nu/allmant/brandstatistik>
- Djurskyddet (2015). Grisproducenter fixerar sugor i burar. Hämtat från internätet 2015-10-23. <http://tidningen.djurskyddet.se/2015/01/grisproducenter-vill-fixera-sugor-i-burar/>
- Herpin, P., Damon, M. & Dividich, J. (2002). Development of thermoregulation and neonatal survival in pigs. *Livest. Prod. Sci.* 78: 25-45.
- Infrared Training Center (2012). Kortkurs Introduktion till termografi. Kursmaterial. Täby, Sverige.
- Johansson, F. (2008). Inverkan av stora mängder halm som underlag i grisningsboxen på den nyfödda smågrisens temperaturreglering. Examensarbete vid Fakulteten för Veterinärmedicin och husdjurvetenskap. Veterinärprogrammet ISSN 1652-8697. Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Smartmilkliner (2016). Kostnader mastit. Tillgänglig från: <http://www.smartmilkliner.se/smartliner/kostnader-mastit/>