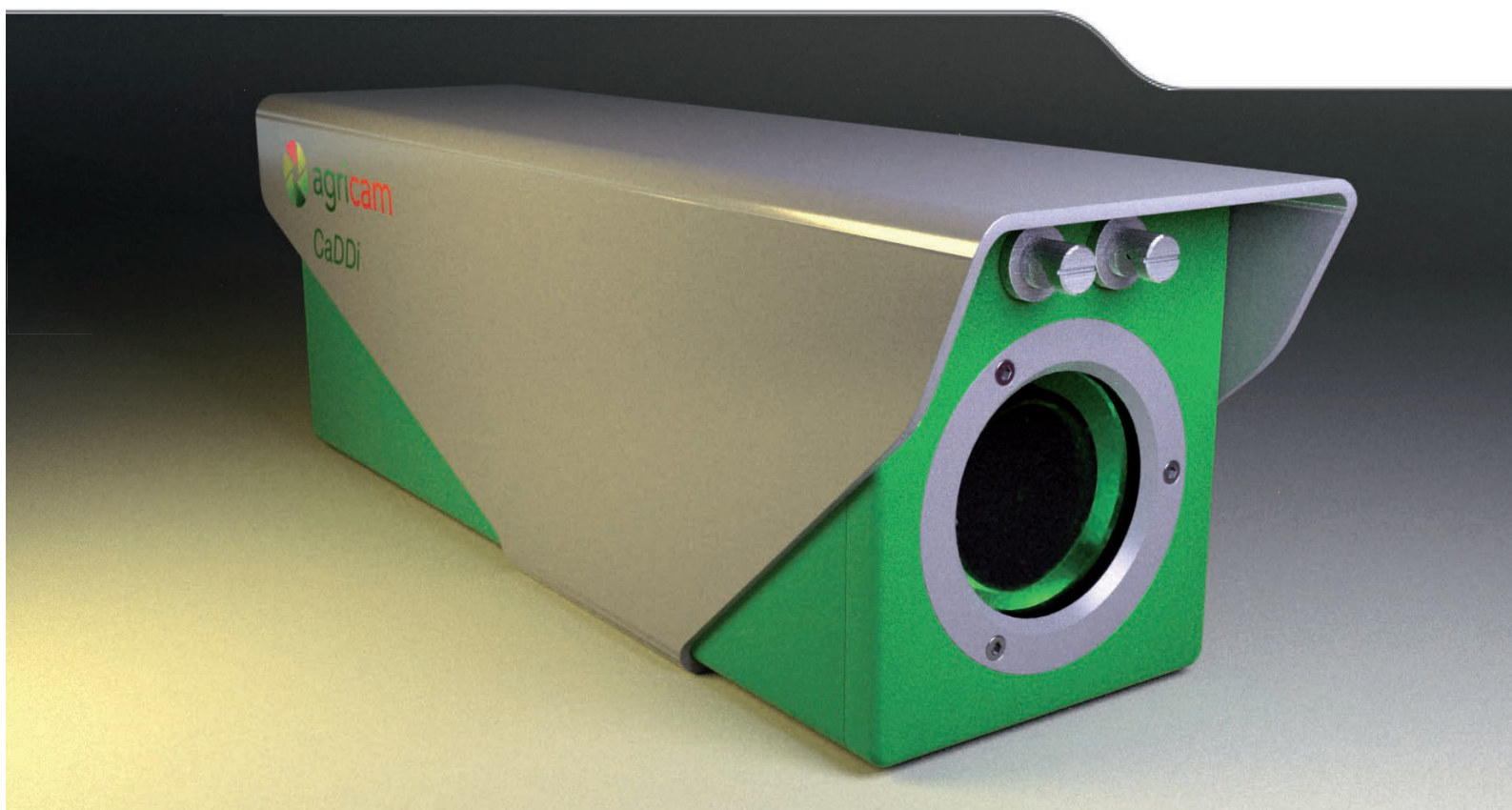


CHALMERS



Utveckling av kamerahus *för värmekamera placerad i ladugårdsmiljö*

Kandidatarbete i Teknisk Design

**DAVID CARLSON, JOEL LAESTADIUS ÖBERG
THERESE LYCKENVIK PETERSSON, GÖRAN SMITH**

KANDIDATARBETE PPUX03

Utveckling av kamerahus *för värmekamera placerad i ladugårdsmiljö*

Kandidatarbete i Teknisk Design

**DAVID CARLSON, JOEL LAESTADIUS ÖBERG
THERESE LYCKENVIK PETERSSON, GÖRAN SMITH**

HANDLEDARE: LARS OLA BLIDGÅRD
EXAMINATOR: ÖRJAN SÖDERBERG

Förord

I den här rapporten beskrivs arbetsprocessen under och slutresultatet av ett kandidatprojekt som genomförts i kursen *Kandidatarbete vid Produkt- och produktionsutveckling PPUX03* på Chalmers Tekniska Högskola i Göteborg. Kursen omfattade 15 högskolepoäng, vilket motsvarar tio veckors heltidsarbete, och arbetet fördelades på 16 veckor under våren 2011. Projektet genomfördes av fyra studenter från årskurs tre på programmet Teknisk Design som ett samarbete mellan Chalmers Tekniska Högskola och uppdragsgivaren Agricom i Linköping.

Vi som har genomfört projektet vill tacka vår kompetenta handledare Lars-Ola Bligård för hans stora engagemang under projektets gång. Tillsammans med vår examinator Örjan Söderberg har han varit ett bra stöd och hjälpt oss igenom projektets svårare faser. Ett tack riktas också till vår externa handledare Alexandra Rånge.

Vidare vill vi rikta ett stort tack till alla lantbrukare som har låtit oss besöka deras ladugårdar, ställt upp på intervjuer och hjälpt oss genom att komma med synpunkter på våra koncept. Ni har lärt oss allt vi kan om mjölkproduktion och utan ert samarbete hade projektet inte varit möjligt.

Vi vill även tacka Antal Boldizar och Maria Wedel Knutsson för deras vänlighet i att dela med sig av sina kunskaper inom materiallära och tillverkningsmetoder.

Ett tack riktas också till de försäljare och tillverkare av standardkomponenter som har ställt upp och svarat på våra frågor.

Slutligen vill vi tacka vår uppdragsgivare Agricom med medarbetarna Ellinor Eineren, Claes Nelsson, Jan Nystedt och Stefan Sjökvist för deras förtroende att utveckla ett kamerahus till deras produkt CaDDi Basic och för deras tips och råd längs vägen.

Sammanfattning

Ett produktutvecklingsprojekt har genomförts av en grupp studenter i form av ett kandidatarbete. Projektets uppdragsgivare, företaget Agricam, har tagit patent på och håller på att utveckla ett system för att med värmekamerateknik upptäcka juverinflammation hos mjölkkor. Systemet, som riktar sig till mjölkbönder som använder sig av automatiska mjölkningssystem, kommer bland annat att bestå av två värmekameror placerade i ladugården. Målet med projektet var att utveckla underlag för konstruktion av en prototyp av ett kamerahus till värmekamerorna samt att hitta en lämplig placering för kameraenheten i ladugården.

Genom studiebesök på mjölkgårdar kartlades produktens potentiella användare samt användningsmiljö med hjälp av observationer och intervjuer. Därefter utvecklades koncept, vilka presenterades för handledare, användare och uppdragsgivare. Uppdragsgivaren valde ett koncept för vidareutveckling med avseende på material, tillverkning, val av standardkomponenter och detaljerad konstruktion.

Slutresultatet består av ett kamerahus tillverkat av rostfri, bockad plåt anpassad för placering vid *smart gate* eller mjölkrobot. Kamerahuset utför automatisk rengörning och torkning av kamerafönstret med hjälp av vatten och tryckluft. Vidare är konceptet anpassat för att uppfylla kraven på IP- och IK-klass samt krav beträffande djurhälsa, förtroendeingivelse och funktionalitet, vilka identifierats under studiebesöken.

Slutresultatet bedömdes ha god möjlighet att uppfylla den kravspecifikation som kontinuerligt utvecklats under projektets gång, och därmed möjliggöra korrekt mätning av juvertemperatur i ladugårdsmiljö.

Abstract

A product development project has been performed by a group of students as a bachelor thesis. The project initiator Agricam is developing, and has patented, a system that uses thermal imaging to detect inflammation in cow udders. The system is aimed at dairy farmers using automatic milking systems and will include two thermal cameras placed in the cowshed. The goal of the project was to develop groundwork for a preproduction model of a camera body and to find a suitable placement for the camera in the cowshed.

A survey concerning the potential users of the product and the environment in which the product is intended to be used was carried out during study visits on dairy farms including observations and interviews. Subsequently, concepts were developed and presented for tutors of the project, potential users and the project initiator. The project initiator chose one of the concepts, which was then refined in terms of materials, production methods, use of standard components and detailed design.

The end result of the project is a camera body made of stainless sheet metal, suited for placement by the milking machine and by the *smart gate*. The camera body has an automatic cleaning and drying system that use water and compressed air. Furthermore, the camera body was suited to meet the requirements regulated by the IP and IK classification. Requirements concerning animal health, trustworthiness and functionality that were identified in the survey were also met.

The end result was judged to be able to meet the list of requirements, which had been continually developed along the project, and thereby enable accurate measurement of udder temperature in cowsheds.

Innehållsförteckning

1	Inledning	10
2	Kor och mjölkproduktion	13
3	Teori	18
4	Metodbeskrivning	21
5	Genomförande	26
6	Behovsidentifiering och kartläggning av systembild	33
7	Konceptutveckling	49
8	Vidareutveckling av valt koncept	58
9	Detaljerad utformning	74
10	Diskussion	83
11	Slutsatser	87
12	Referenser	88
	Appendix	93

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Kons mjölk har alltid varit och är fortfarande ett av våra viktigaste baslivsmedel. Mjölken är en naturlig källa till många mineraler och vitaminer. Sedan 1800-talet har mjölkens nyttigheter propagerats flitigt i media och av intresseorganisationer med slogans som "Mjölk är livet" och "Av mjölk blir man; stark, frisk, snäll och vacker".¹

Idag är mjölk och andra mejeriprodukter något som konsumeras flitigt i hela världen. 44 % av världens befolkning dricker mjölk dagligen och detta är en ökande siffra.² I Sverige dricks i genomsnitt 100,6 liter dryckesmjölk per person och år, vilket gör oss till världens fjärde största konsumtionsland.³ För att producera mjölken finns det i Sverige 348 100 kor fördelade på 5460 mjölkföretag.⁴ Sverige är det enda land där alla kor har lagstadgad rätt att gå på bete under sommaren och enligt Svensk mjölks hemsida är svenska mjölkkor bland de friskaste i världen.

Juvinflammation, så kallad mastit, är dock ett stort problem för de svenska mjölkproducenterna. Varje år drabbas 14,2 % av alla kor av klinisk mastit. Behandlingen av klinisk mastit är förknippad med stora kostnader som uppkommer dels på grund av behandlings- och veterinärkostnader och dels som resultat av det produktionsbortfall som sjukdomstid och karenstid innebär.⁵

Sjukdomen mastit kan delas upp i två stadier, ett subkliniskt och ett kliniskt stadium. Inledningsvis drabbas kon av subklinisk mastit, vilken senare kan utvecklas till en klinisk infektion som kräver antibiotikabehandling. Idag detekteras mastitinfektioner genom kemisk analys av mjölken samt genom direkt observation av korna och deras juver. Metoderna är långsamma och osäkra, varför mastit sällan upptäcks förrän den har nått ett kliniskt stadium. Med en metod som upptäcker mastit tidigare hade mjölkproducenterna kunnat behandla sina kor tidigare, vilket skulle leda till ökad hälsa hos korna och att många av de kostnader som mastit medför skulle kunna undvikas.

1.2 Uppdragsbeskrivning

Agricam är ett nystartat företag som i dagsläget utvecklar en produkt för att upptäcka mastit med hjälp av värmekamerateknik. Produkten CaDDi Basic kommer att bli Agricams första produkt och ska placeras i ladugårdsmiljö, där den dagligen ska ta värmebilder av kornas juver och därigenom upptäcka värmeförändringar som tyder på att korna drabbats av mastit. För att hitta en lämplig placering av värmekameran och för att utveckla ett kamerahus som ska skydda värmekameran mot påverkan från dess användningsmiljö har Agricam anlitat en grupp studenter. Till uppdraget hör även visst utvecklingsarbete av konceptprodukten CaDDi Future. I projektet ska underlagsmaterial för konstruktion av en prototyp av ett kamerahus till CaDDi Basic tas fram i form av ritningar och CAD-modell. Även realistiska visualiseringar av kamerahuset, både för CaDDi Basic och CaDDi Future, ska tas fram. Det underlag som ska tas fram ska ge förutsättningar för att de krav som definierats i Agricams kravspecifikationer för CaDDi Basic och CaDDi Future (se kap 1.7) ska kunna uppfyllas.

1.3 Syfte

Syftet med projektet är att möjliggöra för detektion av subklinisk mastit, vilket innebär att klinisk mastit kan undvikas och därmed de kostnader och det lidande som sjukdomen medför.

-
- 1 Jönsson, 2010
 - 2 Farmers Guardian, 2009
 - 3 Holmström, 2011
 - 4 Holmström, 2011
 - 5 Sandgren, 2010

1.4 Mål

1.4.1 CaDDi Basic

Målet med projektet är att ta fram underlag för konstruktionsritningar av en prototyp av ett kamerahus, som kommer att vara en delkomponent av produkten CaDDi Basic. Underlaget som ska tas fram ska ge förutsättningar för att CaDDi Basic ska kunna uppfylla de krav som definieras i kravspecifikationen (appendix 1). Även realistiska visualiseringar av kamerahuset ska tas fram.

1.4.2 CaDDi Future

Målet är även att ta fram realistiska visualiseringar av ett kamerahus för CaDDi Future.

1.5 Frågeställningar

Hur interagerar kor med produkter i ladugården?

Vilka preferenser har lantbrukarna beträffande kamerahusets funktion och uttryck?

Var i ladugården kan kameraenheten placeras?

Vilka automatiska rengöringssystem kan appliceras?

Hur kan kameraenheten skyddas mot fukt i enlighet med kapslingsklass IP66?

1.6 Avgränsningar

1.6.1 CaDDi Basic

Det underlag som levereras kommer ej att vara förberett för produktion utan kommer att kräva vidare kontroll och finjustering av en konstruktör innan tillverkning av en prototyp kan påbörjas.

Kamerahuset kommer enbart att anpassas till mjölkgårdar som använder mjölkrobot.

1.6.2 CaDDi Future

De realistiska visualiseringar som ska tas fram av kamerahuset för CaDDi Future kommer ej att utgöra underlag för konstruktion utan kommer endast att kunna användas som presentationsmaterial.

Någon bakgrundsstudie kommer ej att genomföras beträffande kamerahuset för CaDDi Future. Dess utformning kommer att grundas i den kravspecifikation som Agricam har tillhandahållit samt på det resultat som framkommer under arbetet med CaDDi Basic.

1.7 Tillhandahållen kravspecifikation

1.7.1 Allmänna krav

- Rostfritt stål eller motsvarande korrosionstålighet
- Ska kunna fästas på grindar, rör mm som finns vid en mjölkrobot. Inriktningsmöjlighet ska finnas. (Verktyg kan användas)
- Fönsterrengöring (Fönstret måste vara torrt vid mätning)
- Skyddsklass IP66
- Enheten ska ha ett germaniumfönster för kameran.
 - Fönstret ska vara möjligt att byta vid service (inte i ladugården).
 - Fönstret ska vara reptåligt.
 - Fönsterdiameter, 60 mm
- Indikatorlampa
- Kameran ska gå att fästa med hjälp av de befintliga gängade hålen på kameran.
- Kameran ska gå att montera nära fönstret (ca 10 mm) för alla objektivkonfigureringar

1.7.2 CaDDi Basic

- Enheten ska innehålla följande komponenter:
 - FLIR A300 eller A315 (plus utrymme för kontakter)
 - Objektiv 45 eller 90 grader
- Chassidon ska finnas för 24 V matning och Ethernet (skyddsklass IP66).
- Utrymme för ytterligare ett chassidon

1.7.3 CaDDi Future

- Enheten ska innehålla någon av följande komponenter:
 - FLIR Photon (plus utrymme för kontakter och objektiv)
 - FLIR Tau 320 (plus kontakter och objektiv mm)
- Chassidon för matning och data (mångpolig)

2 Kor och mjölkproduktion

2.1 Mjölkproduktion

Under 2010 producerades 2 862 200 ton mjölk i Sverige av 348 100 kor fördelat på 5460 mjölkföretag.⁶ Branschorganisationen Svensk mjölk uppger att ca 25 % av korna mjölkas med hjälp av mjölkrobotar och enligt Jakob Söderberg⁷, chef för mjölkföretagarutveckling är det en siffra som kommer att växa.

På moderna mjölkgårdar med automatiska mjölkningssystem registreras och styrs kornas rörelse i ladugården med hjälp av ett identifikationssystem där varje ko har en personlig identifikationsbricka. Styrningen av kornas rörelse avser vanligtvis hur ofta korna får gå in till mjölkroboten för att mjölkas samt hur ofta de får tillgång till kraftfoder. En tydlig avgränsning görs mellan fri kotrafik och styrd kotrafik. I gårdar som använder sig av fri kotrafik finns oftast inga grindar och korna bestämmer själva hur de vill röra sig. Även i gårdar som använder sig av styrd kotrafik får korna till stor del själv bestämma hur de vill röra sig, men deras vägbana begränsas med hjälp av grindssystem och gångar. I Sverige är DeLavals system för styrd kotrafik, Feed First, mycket vanligt. Systemet innebär att korna mjölkas efter att de fått tillgång till mat.

Ladugården är ofta indelad i avdelningar med 60-70 kor samt en mjölkrobot per avdelning. Kor som för tillfället inte producerar någon mjölk hålls i regel skilda från de producerande korna. Tidigare var lantbrukarna tveksamma till att ha många kor i samma avdelning men idag är inställningen annorlunda och vid nybyggen planeras ofta för stora grupper av kor, vilket innebär att korna inte är låsta till en avdelning utan kan röra sig fritt mellan avdelningarna.

För en ko i en avdelning där Feed First-systemet nyttjas ser en vanlig dag ut enligt följande scenario;

I stallet står den fiktiva kon 0348. Hon är tre år gammal och av rasen Svenskt låglandsboskap. Hon föddes i samma stall som hon nu, tillsammans med 112 andra mjölkkor, bor efter att hennes mor 1436 på konstgjord väg inseminerats av stalllets ägare, Per.

Största delen av dagen tillbringar 0348 i något av liggbåsen (se fig 2.2). När hon blir hungrig går hon genom en envägsgrind bort till foderbordet där kornas grundföda, ensilage serveras. Ensilage är i huvudsak torkat gräs behandlat med konserveringsmedel. Från foderbordet måste 0348 ta sig igenom stalllets *smart gate*. I *smart gate* identifieras kon med hjälp av identifikationsbrickan. Beroende på om hon har



Fig 2-1 Betande ko

6 Holmström, 2011

7 Jakob Söderberg, 2011

mjölkningsstillstånd eller inte, det vill säga om det gått tillräckligt lång tid sedan hon mjölkades senast, anvisas 0348 till antingen mjölkfällan eller till matområdet. Anvisningen som sker direkt efter *smart gate* sker genom att en separationsgrind vinklas så att hon bara har möjlighet att gå i en av två möjliga riktningar.

I matområdet har 0348 tillgång till kraftfoder. Hur ofta och hur mycket kraftfoder hon får äta styrs med hjälp av identifikationssystemet. Från matområdet tar sig 0348 tillbaka till viloområdet och liggbåsen genom en engångsgrind.

När 0348 har mjölkningsstillstånd och anvisas till mjölkfällan får hon stå och vänta på att få komma in till mjölkroboten. Väl inne i mjölkroboten serveras 0348 kraftfoder medan en robotarm placerar sugkoppar på hennes spenar, varefter hon mjölkas. I genomsnitt mjölkas 0348 2,4 gånger om dagen, vilket ger ca 25 liter mjölk.

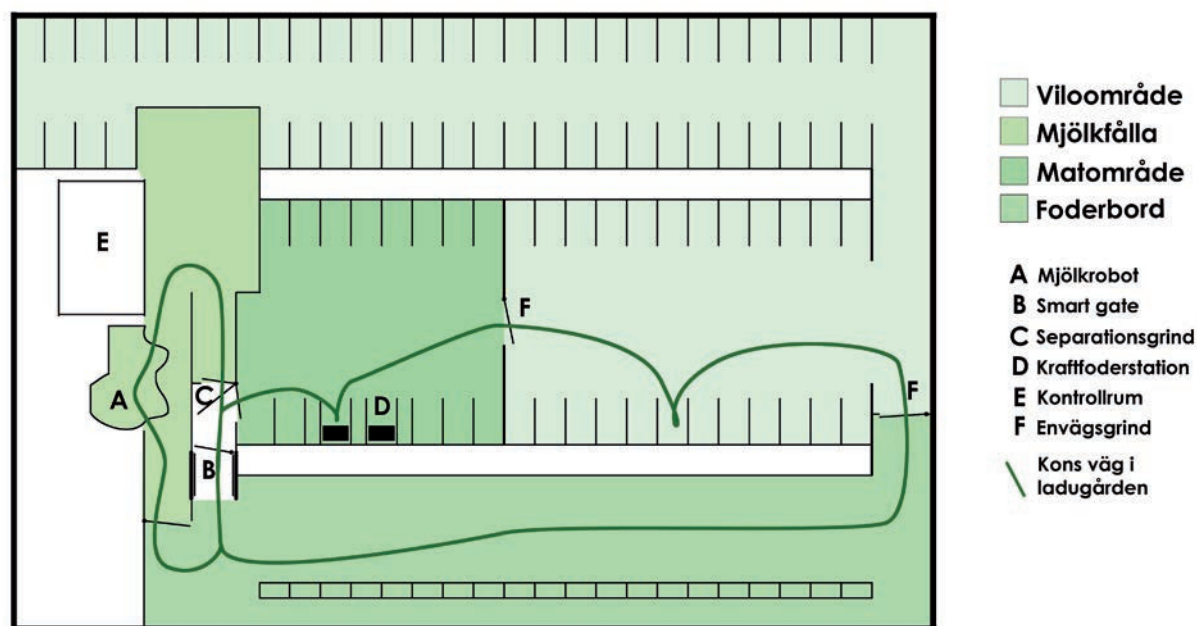


Fig 2-2 Principskiss över planlösning på ladugård

2.2 Komponenter i ladugården

2.2.1 Mjölkröbot

Mjölkröboten utgör oftast kärnan i ett stall kring vilken kotrafiken, stallets uppbyggnad samt lantbrukarens arbetsdag kretsar. År 2003 hade de två största tillverkarna Delaval och Lely 58 respektive 32 procent av marknadsandelarna i Sverige. Mjölkröbotar från olika tillverkare samt av olika modeller skiljer sig något åt men i stort sett är mjölkröbotarna lika varandra. Hur mjölkröboten fungerar skiljer sig åt beroende på om styrd eller fri kotrafik används i stallet.

När mjölkröboten är redo för mjölkning öppnas en grind och kon beviljas tillträde. Vilken ko som kommer in identifieras genom att kons identifikationsbricka registreras parallellt med intåget. Om fri kotrafik används får även kor som inte har mjölkningsstillstånd tillträde till roboten. Dessa släpps dock ut igen utan att någon mjölkning genomförs. När en ko med mjölkningsstillstånd kommer in i mjölkröboten stängs grindarna och kon serveras kraftfoder. Samtidigt förbereds mjölkningen genom att varje spene tvättas med vatten och luft eller med borste. Ofta förmjölkas också spenarna av en separat spenkopp som inte används vid senare mjölkning. Navigeringen samt tvätt- och mjölkningsarbete sker med hjälp av mjölkröbotens robotarm, på vilken det sitter en optisk navigeringskamera och en griparm. Efter förberedelserna placerar robotarmen en spenkopp på varje spene varefter kon mjölkas. När mjölkningen är avslutad lossas spenkopparna och de tvättas med ånga eller avspolning för att sedan

dräneras. Robotarmen gnider kameran mot en tvättsvamp i syfte att avlägsna mjölfetter för att sedan blåsa kameran torr med tryckluft. Slutligen öppnas grindarna och kon går ut i stallet.

På mjölkroboten sitter en pekskärm på vilken lantbrukaren kan avläsa viss statistik samt använda enklare funktioner (se fig 2-3). En stor del av lantbrukarens interaktion med mjölkroboten sker dock i den medföljande mjukvaran, vilken i regel används på en dator i ett närliggande kontrollrum. I mjukvaran visas komplett statistik och lantbrukaren kan utföra mer avancerade åtgärder. Även data från andra ladugårdskomponenter, exempelvis *smart gate*, visas.

2.2.2 Sorteringsgrindsystem

I ladugårdar där styrd kotrafik tillämpas sorteras korna. Oftast sker det med hjälp av en *smart gate* tillsammans med en separationsgrind (se fig 2-4), vilka placeras i anslutning till ingången till mjölkroboten. Tillverkaren DeLaval benämner grindarna gemensamt som en sorteringsgrind.

Sorteringen sker genom att kon stoppas och identifieras i *smart gate*. Beroende av kons status hänvisas kon sedan antingen rakt fram eller åt sidan. Hänvisningen sker genom att en båge i separationsgrinden vinklas så att det bara finns en möjlig riktning för kon att välja när hon får tillåtelse att lämna *smart gate*. Efter separationsgrinden följer ofta envägsgrindar som förhindrar kor från att försöka passera systemet i fel riktning. En *smart gate* består, övergripligt beskrivet, av identifieringsskynken, avskärmningsplåtar och en stoppgrind. Grindarnas rörelse styrs med tryckluft.



Bild 2-3 Mjölkrobot från DeLaval



Bild 2-4 Sorteringsgrindsystem



Bild 2-5 Kraftfoderstationer från Lely

2.2.3 Envägsgrind

Envägsgrindar finns placerade på de platser i ladugården där lantbrukaren bara vill tillåta trafik i en riktning. Grindarna används framförallt av lantbrukare som använder sig av styrd trafik men finns även i en del gårdar med fri kotrafik. Envägsgrinden är en enkel metallbåge med en spärr som gör att grinden bara kan öppnas åt ett håll.

2.2.4 Kraftfoderstation

Utöver basfödan ensilage som tillhandahålls på stallets foderbord serveras många kor kraftfoder, vilket är en energi- och proteinrik fodermix. Kraftfodret serveras dels i mjölkroboten för att locka dit korna och dels i så kallade kraftfoderstationer (se fig 2-5). Hur mycket kraftfoder varje ko får beror på hur mycket mjölk kon producerar samt på hur länge det är sedan kon kalvat. I kraftfoderstationen identifieras kon med hjälp av dess identifikationsbricka. Om kon har kraftfodertillstånd matar flera portioner ut rätt mängd av varje ingrediens i kraftfodret som hamnar i foderkrubban varifrån kon sedan äter. Kraftfoderstationerna är uppkopplade på en räls i taket vilket gör att bönderna kan fylla på foderingredienser i en annan del av ladugården.

2.3 Mastit

Mastit eller juverinflammation orsakas av att mjölk ligger kvar i juvret eller en spene efter mjölkning, vilket gör att bakterier kan få fäste. Vid påbörjad infektion, subklinisk mastit, kan en ökad mjölkkningsfrekvens minska risken för att mastiten vidareutvecklas till klinisk mastit. En klinisk mastit innebär smärtor för kon och måste behandlas med antibiotika för att läka. Klinisk mastit kan minska den mängd mjölk kon producerar avsevärt, i vissa fall kan kon även förlora den infekterade spenen.

Vid traditionell mjölkproduktion, som innebär att korna mjölkas för hand, upptäcks mastit ofta på ett tidigt stadium genom att den som mjölkar kon känner temperaturhöjningen i juvret. I takt med att mjölkningsprocessen har blivit allt mer automatiserad har närkontakten med kon juver försvunnit varför problemet med mastit har eskalerat.⁸

2.4 Mastitdetektion

Idag upptäcks mastit oftast genom tester av mjölken. Bland annat testas mjölken en gång i månaden genom att mjölkprover skickas till husdjursföreningen, som kontrollerar mjölkens salthalt, och genom att lantbrukaren själv analyserar mjölken med hjälp av en testplatta och så kallad divergensvätska. DeLaval har även utvecklat en tilläggsmodul till sina mjölkrobotar, vilken detekterar mastit genom att mäta hur mycket av ett visst enzym som finns i mjölken.

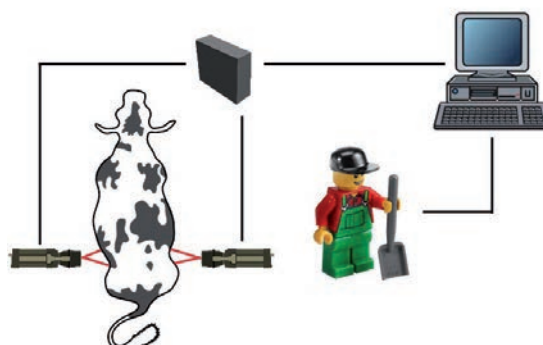


Fig 2-4 Modell över hur CaDDsystemet kommer fungera

CaDDi, som är det system uppdragsgivaren utvecklar, är ett system som syftar till att upptäcka begynnande mastit genom mätning av juvertemperatur (se fig 2-4). Systemet kommer att bestå av två värmekameror samt en PC samt mjukvara. CaDDi Basic är den produkt som utvecklas idag medan CaDDi Future är en konceptprodukt som bygger på att en mindre värmekamera kan användas.

3 Teori

3.1 Systembild

En viktig förutsättning för att möjliggöra identifiering av och förståelse för kundkrav är en insikt om att inga krav uppkommer utan skäl eller motiv. Krav uppkommer alltid i en användningssituation och är en konsekvens av samspel mellan användare, användningskontext, produkt och användarens mål med användningen. För att nå förståelse för kundkrav är det därav essentiellt att förstå situationen i vilken kravet uppkommit. En metod för att uppnå en sådan förståelse är att lyfta följande frågor;

- Vem är användaren?
- Vilken produkt används?
- Varför används produkten?
- Var sker användningen?

De ingående parametrarna kan sammanfattas till en systembild, vilket är en illustrativ modell som bland annat kan vara till hjälp vid val av metoder. Systembilderna är också ett bra verktyg för att skapa ett holistiskt perspektiv, vilket bör genomsyra hela produktutvecklingsprocessen för att fokus på användaren samt de faktorer som påverkar denne inte ska tappas.⁹

3.2 Designprocess

Enligt Lars-Ola Blidgårds sammansatta modell för utveckling av en produkt, från identifikation av behov till produkt redo för användning, kan utvecklingsarbetet delas upp i en arbetsprocess bestående av tio block. De fyra blocken planering, datainsamling, utvärdering och dokumentering pågår kontinuerligt under hela utvecklingsarbetet. Resterande sex block utförs sekventiellt och arbetet inom varje block bör följa en iterativ arbetsmodell. De sex blocken är;

- Behovsidentifiering
- Funktions och uppgiftsutformning
- Övergripande utformning
- Detaljerad utformning
- Konstruktion
- Driftsättning¹⁰

3.3 Ergonomi

Ergonomi definieras enligt internationella ergonomisällskapet som *"the scientific discipline concerned with the understanding of interactions among humans and other elements of a system, and the profession that applies theory principles, data and methods to design in order to optimize human well-being and overall system performance"*. Mer kortfattat kan ergonomi beskrivas som läran om samspelet mellan människa och den fysiska, psykiska och sociala arbetsmiljön.

Ergonomi kan delas upp i belastningsergonomi, vilket omfattar människans interaktion med omgivningen i form av krafter, moment och mekanisk energi samt kognitiv ergonomi, vilket handlar om hur människan tar in information från omgivningen via sinnen, uppmärksammar och varseblir information, bearbetar information i minnet samt fattar beslut.

9 Karlsson, 2009, sid 22

10 Bligård, 2011, sid 43

För att uppnå god belastningsergonomi är det framförallt viktigt att beakta arbetsställning, repetitiva arbetsmoment, last, kraftöverföring, grepp samt vibrationer. Vid dimensionering av arbetsplatser används ofta så kallade antropometriska mått, det vill säga erfarenhetsvärden på människans mått och proportioner, kroppsställningar, räckvidder rörelseutrymme och liknande. Om användargruppen är bred och exempelvis innefattar både kvinnor och män med stor variationsvidd på antropometriska mått är det lämpligt att använda sig av designprincipen ”*design för alla*”. Design för alla innebär att produkten anpassas till alla som innefattas inom den 5:e och 95:e percentilen. Det vill säga 90 % av populationen.¹¹

3.4 Design for Manufacturing and Assembly

Design for manufacturing (DFM) och *design for assembly* (DFA) är principer som syftar till att på ett tidigt stadium i produktframtagningensprocessen fokusera på tillverkningsprocesser och montering. Principerna syftar till att leda till att tids- och kostnadsbesparingar på de senare faserna av produktutvecklingen och därmed sänka totalkostnaden för att ta fram en produkt.

Genom att tillämpa DFMA-principer behöver färre ändringar göras i konstruktionen, en enklare konstruktion med färre komponenter skapas och hela processen blir mer tids- och kostnadseffektiv.

Alla produktioner måste tillämpa någon form av DFM, men graden av tillämpning kan vara mycket varierande. En DFM-analys bör göras för varje process i tillverkningen. Hänsyn bör tas till montering, standarder, symmetrier, ytor och toleranser.

Att tillämpa principerna för DFA medför kortare monterings- och ledtider. Genom att utföra en systematisk analys av produkten kan antalet olika komponenter minimeras, vilket ofta ger högre kvalitet och lägre produktionskostnader.¹²

3.5 Kravspecifikation

En kravspecifikation är en lista på krav och önskemål som en produkt ska uppfylla. Kraven och önskemålen kan gälla alltifrån vaga användningsbehov till detaljerade tekniska specifikationer. Krav är något som utvecklas under utvecklingsarbetets gång och detaljnivå och preciseringsgrader ökar successivt under processen.¹³ Ett krav ska vara mätbart, lösningsoberoende samt uttryckas så att inget utrymme lämnas för subjektiv tolkning. Utöver definiering av kraven kan beskrivning, verifieringsmetod, ursprung och viktning för varje krav bifogas i listan. För att förenkla användning av listan bör kraven dessutom grupperas efter övergripande kategorier.¹⁴

En kravspecifikation ger en strukturerad bild av vilka kriterier som ska uppfyllas av en färdig konstruktionslösning och utgör ett bra kommunikationsverktyg som säkerställer att alla inom en projektgrupp har samma målbild.

3.6 Termografi

Termografi definieras som en teknik för att utan beröring mäta och påvisa värmestrålning från olika föremål.¹⁵ Tekniken innebär att infraröd strålning registreras med hjälp av en värmekamera, vartefter en momentan bild av temperaturfördelning skapas.

Infraröd strålning, som i vardagligt tal ofta benämns som värmestrålning, är elektromagnetisk strålning med våglängder mellan 0,75 µm och 1 mm. Infraröd strålning utvecklas från alla objekt vars temperatur är över den absoluta nolltemperaturen, -273,15°C. Trots att infraröd strålning inte är synlig för det mänskliga ögat är den likvärdig med synligt ljus med avseende på reflektion, refraktion och transmission.

11 Abrahamsson, 2008

12 Almström, 2010

13 Bligård, 2010

14 Österlin, 2004

15 Nationalencyklopedin, Termografi, 2011

En värmekamera består huvudsakligen av samma komponenter som en vanlig digitalkamera, med optik som fokuserar strålningen på en detektor samt elektronik och mjukvara för processande och återgivning av signaler och bilder. Till följd av att detektorer för infraröd strålning kräver mer avancerad teknik än detektorer för synligt ljus är värmekamerors upplösning oftast mycket lägre än den hos digitalkameror. Vanligtvis består bilderna av mellan 160x120 och 320x240 pixlar.

Termografi delas ofta upp i relativ mätning och absolut temperaturmätning. Relativ mätning genererar en termografisk bild som avbildar relativa temperaturer över scenen medan absolut mätning möjliggör exakt beräkning av objektens temperaturer. För absolut temperaturmätning krävs kalibrering av kamerans mjukvara med avseende på objektets emissivitet, atmosfärens dämpning och temperatur samt temperaturen hos närliggande omgivning. Dessa faktorer kan mätas, uppskattas eller hittas i tabeller.¹⁶ Absolut temperaturmätning kräver därmed att kamerafönstret är nästintill helt rent och torrt för att ackurat kalibrering ska möjliggöras.¹⁷

3.7 Kapslingsklass IP

Kapslingsklass IP används för att kvantifiera skyddsgrad gentemot vatten, damm och ofrivillig beröring för inkapslingar av elektrisk eller elektronisk utrustning. Kapslingsklassen används för att minimera risken för elchock, brand och explosion, framförallt i krävande miljöer där damm, korrosiva ämnen, fukt och vatten kan tränga in till utrustningen. Kapslingskrav ställs också på produkter med höga krav på tillförlitlighet och där inträngande damm kan medföra allvarliga störningar.

Kapslingsprovning utförs av SP Sveriges Tekniska forskningsinstitut som utvärderar kapslingen mot den globala standarden IEC 60529 eller den europeiska motsvarigheten EN 60529.

Klassifikationen görs enligt formen International Protection, IPXX. Den första siffran beskriver grad av skydd mot damm, beröring och inträngande föremål och kan variera mellan 0 och 6. Den andra siffran beskriver graden av skydd mot inträngande vatten och fukt, denna kan variera mellan 0 och 8. Ju högre siffra, desto bättre skydd. Är någon av skyddsklassningarna ej tillämpliga på produkten, ersätts denna siffra med bokstaven X.¹⁸

3.8 Kapslingsklass IK

För att skydda elektronisk utrustning i miljöer där kapslingar utsätts för extern mekanisk påverkan krävs en hållbar inkapsling av komponenterna för att minimera risken för skador på dessa. Detta skydd mäts enligt en IK-skala och definieras enligt den internationella standarden IEC 62262:2002 eller den europeiska motsvarigheten, EN62262. Skalan går från IK00-IK10. Där IK00 inte har något skydd överhuvudtaget och IK10 ska klara en slagenergi på 20J.^{19,20}

16 Flir, 2011

17 Claes Nelsson

18 SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, 2009

19 Ensto, 2011

20 Swedish Standards Institute, 2008

4 Metodbeskrivning

Nedan beskrivs de metoder som har använts i projektet. Metoderna är indelade efter dess användningsområde och beskrivs under rubrikerna planeringsmetoder, behovsidentifieringsmetoder, analysmetoder, representationsmetoder, metoder för hållbar utveckling, idégenereringsmetoder och utvärderingsmetoder.

4.1 Planeringsmetoder

4.1.1 Gantt-schema

Ett Gantt-schema är en form av flödesschema där en process aktiviteter listas på y-axeln och tid på x-axeln. I schemat kan aktivitetens startpunkt, slutpunkt samt vilka aktiviteter som är beroende av varandra identifieras. Syftet med metoden är framförallt tidsplanering.²¹

4.1.2 Flödesschema

Ett flödesschema är en grafisk beskrivning som illustrerar en process aktiviteter och informationsflödet dem emellan. Flödesschemat består av aktivitetsboxar och informationspilar. Syftet med metoden är främst att identifiera vilka aktiviteter som är beroende av varandra och i vilken ordning de ska utföras samt att belysa informationsflödet och ge överblick.²²

4.2 Behovsidentifieringsmetoder

4.2.1 Intervju

Vid en intervju ställs frågor till en respondent, vars svar dokumenteras med hjälp av exempelvis anteckningar eller bandspelare. Intervjuer kan vara strukturerade eller ostrukturerade där strukturerade intervjuer följer på förhand formulerade frågor och är lämpliga att använda när målet är att insamla kvantitativ data. Vid en ostrukturerad intervju får respondenten uttrycka sig relativt fritt kring ett ämne. Strukturen lämnar stor plats för utveckling av tankar och reflektioner och resultatet är framförallt kvalitativ information. Ett mellanting är den semistrukturerade intervjun där en intervjuguide som mer eller mindre detaljerat tar upp vilka frågor som ska diskuteras används.²³

Ett rekommenderat sätt att lägga upp en intervju på är enligt trattmodellen. Modellen går ut på att intervjun börjar med allmänna och generella frågor för att sedan övergå till mer specifika frågor kring attityder, problem och åsikter.²⁴

Intervjuer är ett bra sätt för att generera en förståelse för användarna samt deras behov och krav och metoden anses vara den mest grundläggande tekniken vid brukarstudier, den så kallade första basmetoden.²⁵ Resultatet från intervjuer är subjektivt och återspeglar vad respondenten svarat just vid intervjutillfället, vilket bör beaktas vid analys och utvärdering av resultatet.²⁶

4.2.2 Observation

Vid en observation iakttar undersökaren skeenden som är av intresse att studera. Metoden innebär att verkligt beteende och verklig användning av en produkt observeras med syfte att skapa ett helhetsintryck av systembilden. Observationsstudier utförs med fördel tidigt i produktutvecklingsprojekt men kan också användas i slutfaserna av ett projekt för att undersöka verklig användning av en framtagna prototyp.

21 Bligård, 2011

22 Bligård, 2011

23 Karlsson, 2009

24 Karlsson, 2009, appendix

25 Ulrich och Eppinger, 1994

26 Karlsson, 2009

Observationer kan skilja sig åt med avseende på vilken dokumenteringsmetod som används, huruvida observatören själv deltar i det skeende som observeras eller ej, om den observerade personen är medveten om att den observeras eller ej samt om observationen genomförs i verklig användningsmiljö eller i labbmiljö.²⁷

Resultat från observationsstudier kan vara både av kvalitativt och kvantitativt slag. Observationer av en produkts användning är den andra basmetoden vid identifiering av behov och krav och metoden är av lika stor betydelse som intervjuer.²⁸

4.2.3 Medierande objekt

Ett medierande objekt är någon form av stimuli som har som syfte att underlätta dialogen mellan respondent och undersökare vid exempelvis en intervju eller observation. Metoden används med fördel för att lyfta fram användningskrav som ligger dolda under ytan. Medierande objekt kan dock vara hämmande genom att de kan styra eller låsa tankemönster.²⁹

4.2.4 Probing

Probing innebär att intervjuaren följer upp respondentens svar med kompletterande och kontrollerande frågor. Metoden är en viktig förutsättning för att åstadkomma reflektion och eftertanke hos respondenten, men den ska även leda diskussionen i önskad riktning. Syftet är att generera en fullständig och rättvis bild av problem, krav och övriga synpunkter.³⁰

4.3 Analyismetoder

4.3.1 KJ-analys

Vid en KJ-analys dokumenteras all relevant fakta från exempelvis en intervjustudie på små lappar. Lapparna läggs sedan ut på ett stort papper och sorteras efter eventuella förbindelser. Lapparna grupperas sedan i tematiska grupper som namnges. Syftet med en KJ-analys är att sammanställa en helhetsbild och detektera eventuella problemområden. Metoden används med fördel vid analys av stora mängder verbal data och resultatet är även ett effektivt verktyg för att kommunicera eventuella användningsproblem samt dess samband och relationer. Metoden bygger på en så kallad "bottom up"-strategi där fokus inledningsvis riktar sig på detaljer för att stegvis röra sig uppåt i abstraktionsnivå.³¹

4.3.2 Hierarkisk uppgiftsanalys (HTA)

HTA är en metod som syftar till att "strukturera och förstå den uppgift som ska utföras".³² Analysen används för att i detalj beskriva exakt vilka steg som en användare måste gå igenom för att utföra en uppgift. Analysen görs genom att uppgiftens huvudmål bryts ner i delmål, vilka i sin tur delas upp ytterligare. Den nedersta nivån av delmål kallas operationer. Resultatet av analysen är ett HTA-diagram med huvudmålet längst upp och operationerna längst ner. Resultatet kan förtydligas ytterligare genom att den faktiska handlingen även skrivs med i operationsrutorna.³³

27 Karlsson, 2009, Appendix
28 Ulrich och Eppinger, 1994
29 Katzenellenbogen och Ludvigsson 2010
30 Karlsson, 2009
31 Karlsson, 2009, Appendix
32 Stanton, 2006
33 Abrahamsson, 2008

4.4 Representationsmetoder

4.4.1 Brukarkaraktärer

En brukarkaraktär är en fiktiv karaktär som representerar en användargrupp eller en del av denna. Brukarkaraktärer tilldelas namn, demografiska karaktäristika och en beskrivning av hur personen ser på produkten. Syftet med brukarkaraktärer är att vara ett verktyg för att skapa en gemensam uppfattning om samt kommunicera vilka som är en produkts användare samt hur de tänker och agerar.³⁴

4.4.2 Scenario

Ett scenario är en beskrivning av en framtida eller befintlig användningssituation. Syftet är att kommunicera målet med produkten och eller förklara den existerande användningssituationen och förekommande problembild. För att konstruera ett tillförlitligt framtidsscenario är det viktigt att författaren besitter en genomgripande kunskap om nuvarande förhållanden samt trender som kan komma att påverka en framtida användningssituation.³⁵

4.4.3 Expression association web

I en expression association web presenteras det uttryck en produkt önskas ha med hjälp av nyckelord. Metodens syfte är att skapa ett underlag att använda vid idégenerering eller för att utveckla en expression board.³⁶

4.4.4 Expression board

I en expression board kommuniceras önskat produktuttryck med hjälp av bilder av exempelvis produkter, former och material. Metodens syfte är att skapa ett underlag att använda vid idégenerering.³⁷

4.4.5 Skiss, modell, mock-up, prototyp

Skiss, modell, mock-up och prototyp är exempel på representationstekniker som ofta används i produktutvecklingsarbeten. De olika representationsformerna skiljer sig åt vad gäller detaljrikedom och likhet med verkligheten och är därför lämpliga att använda i olika syften och situationer.³⁸

4.5 Metoder för hållbar utveckling

4.5.1 Det naturliga steget

Det naturliga steget är ett ramverk framtaget i syfte att skapa ett hållbarare samhälle genom att med en tydlig vägledning underlätta för organisationer att ta strategiska och ekonomiska beslut som leder till ökad hållbarhet. Ramverket bygger på de fyra systemförutsättningarna för hållbarhet som säger att ett hållbart samhälle inte leder till ökad koncentration av ämnen tagna från jordskorpan, inte leder till ökad koncentration av ämnen producerade av samhället och inte leder till ökad undanträngning av natursystem samt att mänskliga rättigheter bemöts världen runt. De fyra stegen inom ramverket är *Awareness*, *Baseline Analysis*, *Compelling Vision* samt *Down to Action* och förloppet bör ses som en spiral av förändring snarare än en linjär process, vilket betyder att varje steg kan upprepas flera gånger.³⁹ Inom steget *Baseline Analysis* utförs ofta metoderna funktionsanalys, intressentanalys, livscykelanalys och en hållbarhetsanpassad, kvalitativ livscykelanalys, SLCA.

34 Karlsson, 2009, Appendix

35 Karlsson, 2009, Appendix

36 Wikström, 2010

37 Wikström, 2006

38 Karlsson, 2009, Appendix

39 Baxte, 2009

Funktionsanalys

I en funktionsanalys identifieras produktens huvudfunktion samt dess del- och stödfunktioner. Delfunktioner är de funktioner som samverkar för att uppfylla en högre funktion medan en stödfunktion stöder en överordnad funktion men är inte oundgänglig för att den ska uppfyllas.⁴⁰

Intressentanalys

En intressentanalys är en grafisk presentation av de aktörer som kan tänkas ställa krav på produkten. Analysmetoden innefattar endast identifiering av aktörer och styrkan i relationer och konflikter dem emellan visas inte.⁴¹

Livscykelanalys

Livscykelanalyser genererar en helhetsbild över hur en produkt påverkar miljön under alla livscykelfaser. Det vill säga från råvaruframställning till resthantering eller återvinning. Metoden används framförallt för att utvärdera skillnader i miljöpåverkan mellan olika alternativ. Alternativen kan exempelvis vara olika produkter med samma syfte eller olika tillverkningstekniker som kan användas för att uppnå samma produkt.⁴² Ramarna för hur en livscykelanalys ska utföras och vad som ska ingå finns definierat i ISO-standard 14040-44.

Hållbarhetsanpassad livscykelanalys

En hållbarhetsanpassad, kvalitativ form av livscykelanalys används i det naturliga steget för att identifiera vad hos produkten som har största negativ påverkan på omgivningen. Resultatet är en matris med produktens livscykel på x-axeln och systemförutsättningar på y-axeln. Rutorna i matrisen färgsätts efter respektive påverkans allvarlighetsgrad.⁴³

4.6 Idégenereringsmetoder

4.6.1 Brainstorming

En brainstormingsession inleds med att ett problem formuleras. Därefter får alla deltagare fundera fritt över potentiella lösningar. Idéerna skrivs ner och spinnas vidare på. Viktigt att notera är att ingen kritik är tillåten under processen. Syftet med metoden är att stimulera brainstormingens deltagare till att snabbt frambringa idéer. Metoden används därför med fördel under idégenereringsprocesser.⁴⁴

4.6.2 6-3-5

6-3-5 är en konceptgenereringsmetod där deltagarna ges tillfälle att vidareutveckla idéer de inte själva är upphovsmakare till. Syftet med metoden är att generera många idéer på kort tid. Metoden utförs genom att sex deltagare under fem minuter skissar ner tre idéer på produktkonfigurationer eller funktioner. Efter att alla idéer har förklarats skickas skisserna vidare åt höger och deltagarna får chansen att under fem minuter vidareutveckla varandras idéer. Detta upprepas tills alla gruppdeltagare har skissat på alla idéer. Resultatet blir flera idéer där varje idé är utvecklad av alla deltagare.⁴⁵

40 Abrahamsson, 2008

41 Karlsson, 2009 Appendix

42 Rydh, 2002

43 The natural step, 2010

44 Karlsson, 2009, Appendix

45 Youseffi, 2010

4.7 Utvärderingsmetoder

4.7.1 Morfologisk matris

För att skapa en morfologisk matris identifieras en produkts kärnfunktioner och alla medel som uppfyller de olika funktionerna staplas sedan i en matris. Ur matrisen kan olika dellösningar kombineras och koncept skapas. Syftet är att på ett organiserat sätt ge produktutvecklaren möjlighet att kombinera olika lösningar på delproblem för att identifiera alla möjligheter till koncept.⁴⁶

4.7.2 Pugh

Vid konceptutvärdering enligt Pughs metodik ställs varje koncept upp i en matris och utvärderas gentemot ett referensobjekt. Referensobjektet kan vara nuvarande version av en viss produkt, en konkurrerande produkt eller ett framtaget koncept. Kriterierna utifrån vilka koncepten utvärderas är de krav som produkten ska uppfylla, vilka exempelvis identifierats under en brukarstudie. Kraven kan viktas för att ett resultat som bättre återspeglar den verkliga kravbilderna ska erhållas. Syftet med användning av Pugh-matris är att utvärdera och motivera val av koncept.⁴⁷

4.7.3 Elimineringssmatris

I en elimineringssmatris listas de grundläggande funktioner som lösningsförslag måste uppfylla för att vara värda att beakta. Därefter utvärderas varje koncept mot dessa och resultatet blir kommentarer, beslut om vilka lösningsförslag som kan uteslutas samt en lista på vad som behöver undersökas vidare. Syftet med matrisen är att på ett systematiskt sätt eliminera koncept som till exempel inte löser det grundläggande problemet eller inte är realiserbara.⁴⁸

4.7.4 Rapid Entire Body Assessment (REBA)

REBA är en metod som används för att utvärdera kroppsställningars skadlighet. REBA skiljer sig från andra, liknande utvärderingsmetoder genom att den är utvecklad för att utvärdera positionering av hela kroppen. Metoden tar dessutom hänsyn till kopplingseffekter, hur tyngdkraften påverkar positionen av övre extremiteter och om det sker stora dynamiska förändringar i kroppsställningen. Utvärderingen genomförs i följande steg:

1. Val av arbetstillfälle att utvärdera
2. Insamling av kroppsställningar vid arbetstillfället
3. Bedömning av kroppsställningar enligt REBA's poängsystem.
4. Sammanställning av resultat.

Resultatet av utvärderingen är ett värde mellan 1 och 15 som indikerar hur pass skadlig kroppsställningen är och om den akut måste åtgärdas.⁴⁹

46 Shetty, 2002

47 Karlsson, 2009, Appendix

48 Pahl & Beitz, 1996

49 Abrahamsson, 2008

5 Genomförande

5.1 Utgångspunkt och planering

5.1.1 Problembeskrivning

Projektet startades upp vid ett möte med Agricom där en presentation av företaget samt deras affärsidé och produkt gavs. Under mötet beskrevs projektets innehåll och en kravspecifikation för produkten överlämnades. För att säkerställa att all tillgänglig information om produkten som kan vara av relevans för projektet erhöles vid mötet ställdes kompletterande frågor till Agricom utifrån en checklista erhållen av kursens examinator.

5.1.2 Projektspecifikation

Efter den inledande kontakten med Agricom och med bakgrundsinformationsdokumentet som utgångspunkt förtydligades uppdraget i en projektspecifikation. Den kravspecifikation som levererats av Agricom vid första mötet bifogades i projektspecifikationen efter att några tillägg och omformuleringar gjorts. I projektspecifikationen beskrevs även projektets avgränsningar samt en mycket översiktlig tidsplanering av projektet med hålltider för interna och externa leverabler. Vid utarbetning av projektspecifikationen fördes en dialog med Agricom.

5.1.3 Planering

Uppstartsprocessen fortsatte med en planeringsfas där en översiktlig planering av projektprocessen gjordes med hjälp flödesscheman. Processen delades in i fyra huvudsteg med mål att uppfylla inom varje steg. Utifrån vad som behövde åstadkommas i varje steg planerades aktiviteter in i de olika stegen. För att tydliggöra arbetsprocessen och underlätta planering av arbetet ställdes stegen och aktiviteterna upp i flödesscheman. I flödesschemana framkom vilka aktiviteter som var beroende av varandra, i vilken ordning de behövde utföras och vilka flaskhalsar som kunde identifieras. Med hjälp av färgkodning illustrerades vilka aktiviteter som låg under vilket av de fyra huvudstegen i processen. För varje huvudsteg sattes interna leverabler upp i form av mål beträffande vad som skulle uppnås. Med utgångspunkt i flödesschemana planerades sedan projektprocessen tidsmässigt.

Flödesscheman

De flödesscheman som skapades under planeringen och dess ingående aktiviteter beskrivs nedan. Färgkodningen i det övergripande schemat (se fig. 5-1) överrensstämmer med den som används i det detaljerade schemat och visar under vilket steg varje aktivitet ligger (se fig 5-2). Under hela projektet har en kontinuerlig kontroll mot uppdragsgivare, användare och kravspecifikation utförts. Resultatet från varje aktivitet redovisas i kapitel 7 till 10, under rubriker namngivna efter de fyra övergripande stegen behovsidentifiering och kartläggning av systembild, konceptutveckling, vidareutveckling av valt koncept och detaljerad utformning.

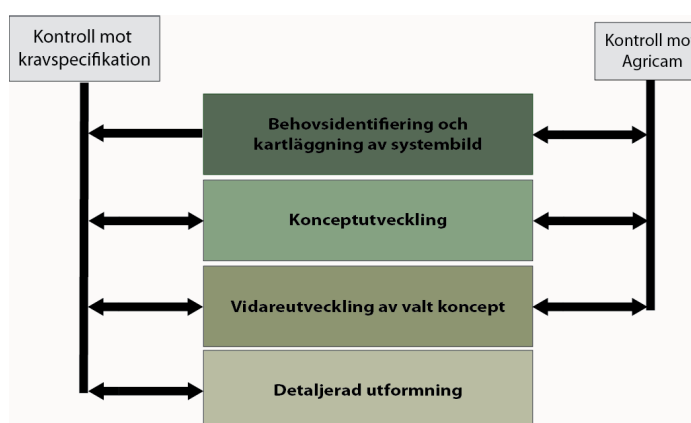


Fig 5-1 Övergripande flödesschema

Målet med det första steget, behovsidentifiering och kartläggning av systembild, var att skapa problemförståelse och att få in underlag inför den kommande konceptutvecklingsfasen. Målet skulle nås genom studier av produktens tänkta användare och dess tänkta användningsmiljö samt genom

utförande av rengöringsstudier, placeringsstudier och studier av standardkomponenter.

Målet med konceptutvecklingsfasen var att skapa realiserbara och motiverade koncept för rengöring, placering och grundläggande konstruktion, som alla uppfyllde den uppsatta kravspecifikationen. Detta skulle åstadkommas genom idégenerering och konceptframtagning baserad på det underlag som tagits fram i det föregående steget. Därefter skulle utvärdering och slutligen ett val av koncept göras.

Under vidareutvecklingen av valt koncept var målet att utifrån det första konceptvalet, där rengöring, placering och grundläggande konstruktion bestämts, skapa ett fullständigt koncept. Detta skulle åstadkommas genom ny idégenerering och konceptframtagning, parallellt med tillverkningsanpassningsarbete. I detta steg skulle även CaDDi-future tas fram.

Den detaljerade utformningen hade som mål att nå det i projektspecifikationen definierade målet för projektet. I detta steg ingick således utformning av konstruktion samt visualisering av det framtagna slutkonceptet.

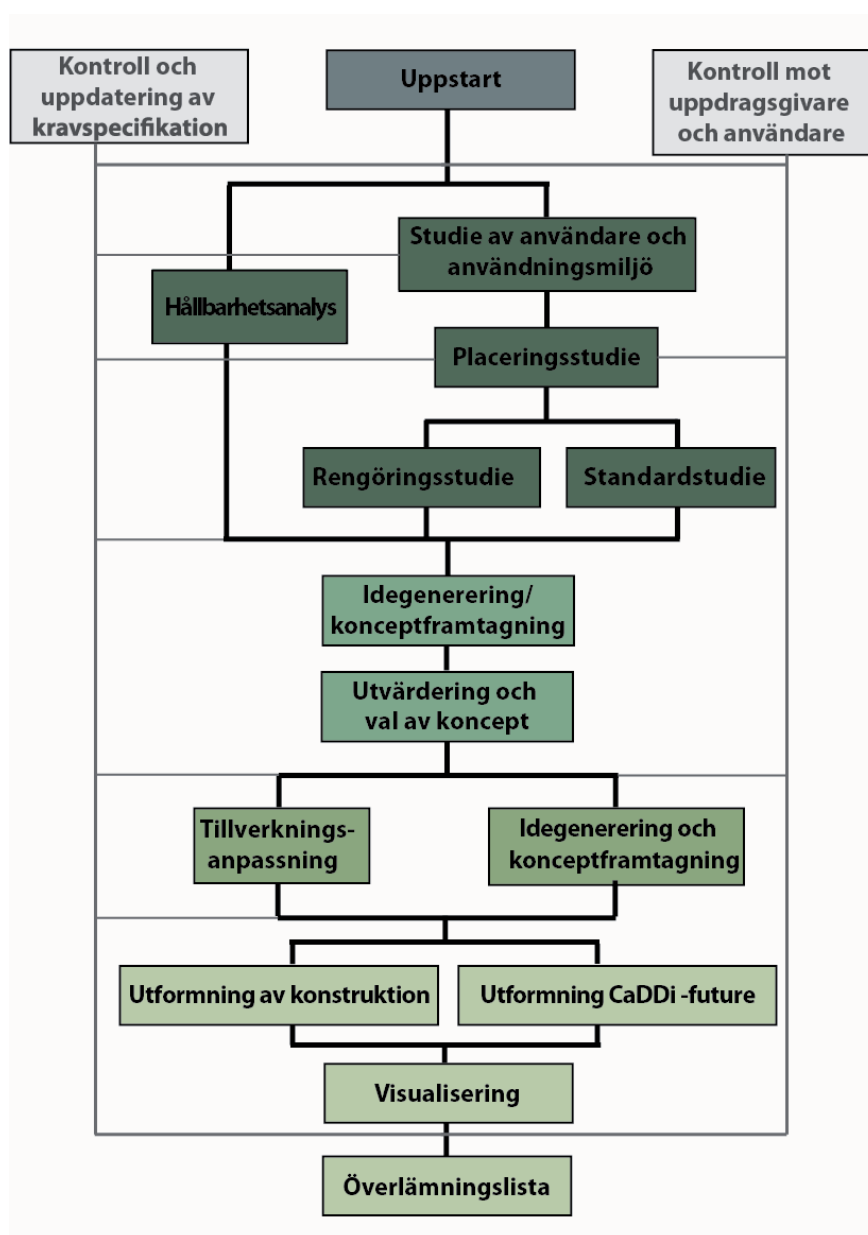


Fig 5-2 Detaljerat flödesschema

5.2 Behovsidentifiering och karläggning av systembilden

5.2.1 Studie av användare och användningsmiljö

För att få en generell förståelse för produktens användningsmiljö samt dess tänkta användare gjordes tio studiebesök på åtta olika mjölkgårdar i Västsverige. Totalt medverkade elva lantbrukare och tre lantarbetare.

För att identifiera lantbrukarnas behov samt de krav och önskemål lantbrukarna och miljön ställer på produkten genomfördes brukarstudier under studiebesöken. Brukarstudien innehöll observationer samt semistrukturerade intervjuer. Intervjusvar och iakttagelser som gjordes dokumenterades genom anteckning, skissning och fotografering.

Den från brukarstudien insamlade informationen analyserades med hjälp av KJ-analys. Resultatet av KJ-analysen sammanfattades och konkretiserades i form av ett antal krav och önskemål, en brukarkaraktär samt sammanställningar om lantbrukaren, kor, mjölkning, mastit och lantbrukarnas åsikter kring den framtida produkten (se kap 6). För att illustrera produktens omgivningsmiljö gjordes ett kollage av fotografier (se s. 34).

För att åskådliggöra det resultat från brukarstudien som berörde produktens uttryck formades utifrån detta en Expression Association Web och Expression Board (se kap. 6.1.3). Med syfte att ligga till grund för produktens estetiska utformning baserades dessa även på Agricams åsikter kring produktens uttryck.

Efter att ha analyserat den data som insamlats vid studiebesöken uppdaterades den ursprungliga kravspecifikationen med nya krav som framkommit (se kap. 7.7).

5.2.2 Placeringsstudie

För att hitta en lämplig placering för produkten gjordes, i samband med studiebesöken, en placeringsstudie. I studien undersöktes kornas rörelse i ladugården och konsekvenser av att placera produkten på olika platser diskuterades med lantbrukarna, vars värdefulla erfarenheter på så sätt utnyttjades. I syfte att förenkla kommunikationen med lantbrukarna användes två mock-up-modeller av papp som medierande objekt (se fig 6-5).

Dokumentering av kornas rörelse gjordes genom att schematiska bilder av ladugårdarnas uppbyggnad och planlösning ritades upp och kornas rörelse ritades in. För att sedan visa på vilka gemensamma nämnare gårdarna hade ställdes en matris upp där ladugårdarna listades på y-axeln och på gårdarna förekommande ladugårdsinredning listades på x-axeln (se fig 6-4). Dokumentering av olika placeringsmöjligheter gjordes även genom systematisk fotografering i ladugårdarna.

Genom att jämföra planskisser och foton från de olika ladugårdarna, urskilja gemensamma nämnare samt beakta den information lantbrukarna bidragit med kunde tänkbara placeringar identifieras. För att upptäcka ytterligare, men mindre uppenbara, placeringsmöjligheter användes metoden brainstorming. Alla placeringsförslag som tagits fram kontrollerades mot kravspecifikationen.

För att verifiera vilka av de placeringar som framkommit det i realiteten är möjligt att mäta från skickades ett dokument med placeringsförslag till Agricam, som genomförde mättester vid respektive placering. För att tydliggöra för Agricam vilka placeringar som skulle testas markerades dessa på fotografier. Efter mättesterna återkom Agricam med ett resultat rörande vilka platser som mättekniskt är lämpliga för placering av kamerorna (se fig 6-7).

5.2.3 Rengöringsstudie

Uppdraget att skydda värmekameran mot påverkan från dess omgivande miljö, vilken beror på var i ladugården produkten placeras, innebar att någon form av rengöring av produkten skulle behöva användas. Därför gjordes en studie för att ta fram olika sätt på vilka produkten skulle kunna rengöras. Med anledning av att produkten kommer att tillverkas i en mindre serie samt att den ska tas fram

på relativt kort tid fokuserades arbetet på att hitta befintliga metoder för rengöring. Information om rengöringsmetoder inhämtades via telefonkontakt med återförsäljare och leverantörer samt via internet. Information kring hur olika metoder fungerar samt deras möjligheter och begränsningar sammanställdes i ett dokument med beskrivande bilder och texter (se kap. 6.3).

För att närmare säkerställa vilka rengöringsmetoder som i realiteten skulle fungera togs ytterligare kontakt med tillverkare, försäljare samt forskare inom respektive område. Med hjälp av denna expertis och genom kontroll mot kravspecifikationen kunde de rengöringsmetoder som ansågs vara applicerbara urskiljas (se kap 6.3.10).

5.2.4 Studie av standardkomponenter

För att kunna fästa produkten på de platser som enligt placeringsstudien visat sig vara lämpliga för placering av produkten undersöktes vilka standardfästen som skulle gå att använda för detta. Anledningen till att studien inriktades på standardkomponenter var att produkten kommer att tillverkas i en mindre serie samt att den ska tas fram på relativt kort tid. Informationsinsamlingen skedde via internet, via grossistföretags beställningskataloger samt genom telefonkontakt med grossistföretag. Den information som samlats in sammanställdes i ett dokument där bilder, specifikationer och leverantörer redovisades.

5.2.5 Hållbarhetsanalys

Med syfte att identifiera vilka designvariabler som påverkar produkten ur ett hållbarhetsperspektiv och på vilket sätt de påverkar samt för att skapa en gemensam bild av nuläget, systemet och målbilden utfördes en hållbarhetsanalys (se kap. 6.5 och appendix 4) enligt det naturliga stegets ABCD-modell. ABCD-modellen valdes eftersom den ansågs generera en helhetssyn med avseende på produktens livscykel. Under hållbarhetsanalysen utfördes därmed följande moment i kronologisk ordning:

- *Vision* – En hållbarhetsvision för produkten uttalades.
- *Awareness* – En gemensam bild över vad hållbarhet är genererades.
- *Baseline* – En nulägesbeskrivning genererades med hjälp av funktionsanalys, intressentanalys, identifiering av flöden samt SLCA matris och LCA-analys.
- *Creative Solutions/Compelling visions* – Med hjälp av brainstorming togs förslag fram på hur situationen kan förbättras.
- *Decide on priorities* – De viktigaste förslagen på hur situationen kan förbättras valdes ut och en lista med rekommendationer utformades.

5.3 Konceptutveckling

5.3.1 Idégenerering och konceptframtagning

För att komma fram till principer för hur placeringen skulle kunna lösas i närmare detalj på de olika platser som i placeringsstudien visat sig vara lämpliga gjordes för varje placering brainstorming samt skissning. Genom att anpassa utformningen av kamerahuset till den aktuella placeringen kunde nackdelar som en viss placering innebar kompenseras för och fördelar lyftas fram. Detta ledde till ett antal placeringskoncept (se fig 7-2).

För att ta fram olika helhetskoncept användes en morfologisk matris, i vilken placeringskoncepten kombinerades med de rengöringsmetoder som identifierats i rengöringsstudien. Matrisen resulterade i ett antal möjliga kombinationer, tillika koncept (se fig 7-3).

För att underlätta arbetet med proportioner hos koncepten tillverkades fysiska, skalenliga mock-up-modeller av kameran och övriga ingående komponenter (se fig 8-9).

5.3.2 Utvärdering av koncept

För att utvärdera de koncept som tagits fram gjordes inledningsvis en sammanställning av de uppenbara fördelar och nackdelar som fanns med de olika koncepten. Därefter användes en elimineringsmatris. I denna framgick dock att mer information behövdes kring samtliga koncept, varför eliminering inte kunde göras. Istället gjordes ett temporärt val av fyra kombinationer. Valet baserades dels på vad som enligt den problemförståelse som byggts upp ansågs vara ett rimligt val och dels på att samtliga placerings- samt rengöringsalternativ skulle finnas representerade bland koncepten. Syftet med att göra ett temporärt val var att minska antalet koncept och på så sätt underlätta för presentation av koncepten. Det temporära valet innebar att arbetet koncentrerades till ett begränsat antal av dem men att samtliga kombinationsmöjligheter fortfarande var aktuella att gå vidare med.

De koncept som temporärt valts ut utvärderades gentemot kravspecifikationen samt i förhållande till varandra enligt Pugh-modellen. De fördelar och nackdelar som fanns med koncepten och vilken information som saknades rörande de olika konceptens förmåga att uppfylla samtliga krav sammanställdes (se appendix 6 och 7). I syfte att skaffa ytterligare information kring realiserbarheten i rengöringsteknikerna kontaktades experter inom respektive område och kontroll mot uppdragsgivare gjordes.

5.3.3 Iterering

I samband med kontroll mot uppdragsgivare erhöles ny information beträffande vilka rengöringsmetoder som i praktiken ansågs fungera och på grund av detta behövde ett par av koncepten strykas. Därför gjordes valet att iterera konceptutvecklingsfasen och ett antal nya koncept framkom därmed (se fig 7-4 och 7-5).

5.3.4 Delredovisning för studenter, handledare och examinator

För att presentera de koncept som, efter iterering av konceptutvecklingsfasen, valts ut framställdes presentationsmaterial i form av CAD-skisser, planskisser, illustrationer av placeringarna i den verkliga miljön samt information om de olika rengöringsmetoderna.

En delredovisning hölls för andra studenter samt för handledare och examinator. Målet med presentationen var att erhålla åsikter om koncepten samt hur de kan kombineras och vidareutvecklas från en källa med ett annat perspektiv än uppdragsgivarens, produktens användares och projektgruppens perspektiv. För att generera förståelse för systembilden inleddes presentationen med att bakgrundsinformation gavs i form av information om korna, lantbrukarna och ladugårdarna samt i form av en problembeskrivning. Därefter fokuserade presentationen på koncepten samt dess för- respektive nackdelar. De utlåtanden kring koncepten som erhöles under presentationens efterföljande diskussion sammanställdes (se kap. 7.4).

5.3.5 Delredovisning för användare

För att få ytterligare feedback på koncepten samt för att i verklig användningsmiljö få utvärdera realiserbarheten i koncepten utfördes en kontroll gentemot användarna där koncepten presenterades för lantbrukare på plats i deras ladugårdar. De åsikter som kom fram dokumenterades och ledde till nya krav på produkten.

Efter ett förslag framkommet på delredovisningen för studenter, handledare och examinator togs tillfället att i samband med besöken ytterligare undersöka miljön. Genom att vita pappersark placerades på de platser i ladugården som produkten enligt de olika koncepten skulle placeras mättes hur mycket smuts som ackumulerades under en viss tid.

5.3.6 Delredovisning för uppdragsgivare samt val av koncept

En presentation av koncepten hölls även för uppdragsgivaren i Linköping. Under presentationen gavs

en sammanfattning av vad som gjorts i projektet fram till mötestillfället och vad arbetet resulterat i. De framarbetade koncepten uppvisades och under mötet beslutades hur projektet skulle föras vidare. Under den på presentationen följande diskussionen togs idéer från de olika koncepten som presenterats och sattes samman till ett nytt koncept som valdes för vidareutveckling. Det beslutades dock att ytterligare verifiering av konceptets rengöringssystem skulle krävas innan valet av koncept slutgiltigt kunde fastställas. Därför bestämdes att uppdragsgivaren skulle återkomma med ett beslut kring val av rengöringssystem. Efter detta beslut kunde kravspecifikationen uppdateras med avseende på de val som gjorts.

5.4 Vidareutveckling av valt koncept

5.4.1 Idégenerering och konceptframtagning

Med syfte att utveckla utformningskoncept utifrån de val som uppdragsgivaren gjort efter delredovisningen användes olika idégenererings och konceptframtagningmetoder. Utformningskoncepten tog hänsyn till önskat uttryck såväl som konstruktions och tillverkningsmöjlighet. Initialt användes brainstorming och 6-3-5-metoden för att på kort tid generera många, vitt skilda idéer. Därefter användes skissning, gruppdiskussion och mock-up-modeller för att utvärdera och förädla de idéer som framkommit.

5.4.2 Tillverkningsanpassning

Parallellt med idégenererings- och konceptframtagningsarbetet utfördes tillverkningsanpassningsarbete vilket innebar att lämpliga standardkomponenter, halvfabrikat, material och tillverkningsmöjligheter kartlades. Kartläggningen skedde genom telefonkontakt och möten med forskare, återförsäljare och tillverkare inom respektive ämnesområde. I Anpassningsarbetet togs även hänsyn till teorier om DFA och DFM.

Under tillverkningsanpassningsarbetet byggdes även fullskaliga mock-up-modeller av samtliga ingående komponenter, såsom ventiler, munstycken, kablage, slangar och skal. Detta gjordes för att tydliggöra hur stort utrymme respektive komponent skulle kräva samt hur de skulle kunna fästas och sammanfogas.

Ytterligare något som gjordes under tillverkningsanpassningsarbetet var beräkningar på vattenflöden, luftflöden och synfält. Detta gjorde det möjligt att urskilja lämpliga komponenter och placering av dessa. Vid beräkningen av synfältet uppdagades en konflikt mellan utformningen och möjligheten att uppfylla kravbilderna. Konflikten ansågs så pass avgörande att Agricom kontaktades. Efter ett par dagars betänketid rev Agricom upp sitt beslut från delredovisningen och valde ett nytt koncept att jobba vidare på. Därmed följde en iterering av steget vidareutveckling av valt koncept.

5.4.3 Iterering av vidareutveckling av valt koncept

Vid itereringen användes samma metoder och upplägg i samma syfte som första gången som vidareutvecklingssteget gjordes. Nya fullskaliga modeller byggdes av nya standardkomponenter och skal och nya utformningskoncept togs fram. Även denna gång upptäcktes en konflikt mellan utformningen och möjligheten att uppfylla kravbilderna varför Agricom kontaktades. Efter att Agricom tagit ett beslut om hur kraven skulle prioriteras kunde koncept tas fram, varav fem valdes för vidare utvärdering (se fig. 8-14).

5.4.4 Utvärdering och val av koncept

För att utvärdera de framtagna konceptidéerna utvärderades de först mot kravspecifikationen och sedan användes en Pughmatris för att jämföra dem mot varandra. Till Pughmatrisen valdes de för utvärderingen mest relevanta kraven ut från kravspecifikationen och viktades (se appendix 7). Utvärderingen genomfördes två gånger med olika koncept som referens. Då de utvärderade koncepten visade sig få nästintill samma gradering ansågs det lämpligt att använda någon ytterligare utvärderingsmetod innan val av koncept kunde göras.

Den metod som valdes för vidare utvärdering var en form av morfologisk matris. För att tydligt visa

på vilka design- och konstruktionsparametrar som skiljde de olika koncepten åt sammanställdes i koncepten ingående design- och konstruktionsparametrar. På så sätt åskådliggjordes hur de olika parametrarna kunde varieras och hur dessa påverkade konceptens kravuppfyllelse. De design- och konstruktionsparametrar som enligt gruppens uppbyggda problemförståelse ansågs vara mest fördelaktiga kombinerades ihop till ett nytt koncept, vilket kontrollerades mot kravspecifikationen samt utvärderades mot övriga koncept i samma Pugh-matris som tidigare använts.

Parallellt med detta arbete kontaktades några av de lantbrukare som besökts tidigare i projektet. Enklare skisser av de olika koncepten skickades till lantbrukarna, vilka ombads återkomma med åsikter kring koncepten. Lantbrukarnas åsikter, Pugh-matriserna och den morfologiska matrisen kunde sammantaget motivera det val av koncept som gjordes.

5.5 Detaljerad utformning

5.5.1 Utformning av konstruktion

Vid utformning av konceptens konstruktion utvecklades en detaljerad bild av hur produktens olika komponenter skulle monteras och fogas samt hur produkten skulle tätas. Det gjordes för att säkerställa att tillverkning, sammansättning och montering skulle uppfylla de krav som definierats i kravspecifikationen samt för att garantera att slutresultatet skulle motsvara målbilden. Initialt utvecklades konstruktionen genom gruppdiskussion och skissning av ritningar för att sedan vidareutvecklades när en fullskalig CAD-modell togs fram. Då projektets mål var att ta fram underlag för konstruktion av en prototyp definierades produktens komponenter på en detaljerad nivå.

I syfte att utvärdera kamerahusets uttryck och för att ge grund till beslut om val av skärning på taket utfördes en empirisk studie. I studien fick respondenter välja vilket av tre olika förslag de tyckte bäst uppfyllde det uttryck som fastställts med hjälp av *Expression Board* och *Expression Association Web* (se kap. 6.1.3).

För att säkerställa att det koncept som tagits fram var möjligt att montera och installera med standardverktyg genomfördes en HTA (se appendix 8) och för att säkerställa skonsam arbetsställning vid installering av konceptet utfördes en REBA-utvärdering (se appendix 2).

5.5.2 Utformning av CaDDi-future

Parallellt med utformningen av CaDDi-Basics konstruktion utvecklades ett utformningsförslag för Agricams framtidskoncept CaDDi-future. För utformningen av CaDDi-future utfördes ingen ny bakgrundsstudie utan konceptet byggde på samma information som använts vid utformningen av CaDDi-basic. Då endast realistiska visualiseringar av CaDDi-future skulle levereras utvecklades inte konceptets konstruktion och innanmäte till samma detaljnivå som konceptet för CaDDi-basic. Utformningen av CaDDi-future togs fram genom brainstorming, skissning och gruppdiskussion vartefter en CAD-modell utvecklades.

5.5.3 Visualisering

För visualisering av CaDDi-basic och CaDDi-future skapades renderingar utifrån de framtagna CAD-modellerna. Friställda renderingar och renderingar i verklig användningsmiljö togs fram för att skapa både uppvisningsmaterial med fokus på produkten och bilder av hur produkten kan se ut i sitt sammanhang (se kap. 9.5).

6 Behovsidentifiering och kartläggning av systembild

I behovsidentifiering och kartläggning av systembild ingår studie av användare och användningsmiljö, placeringsstudie, rengöringsstudie, studie av standardkomponenter samt resultat från hållbarhetsanalys. Sist i kapitlet presenteras en sammanfattning.

6.1 Studie av användare och användningsmiljö

Nedan presenteras resultatet av den studie av användare och användningsmiljö som utförts. Den intervjumall som användes vid studiebesöken bifogas i appendix 3.

6.1.1 Produktens kontext

Användningsmiljön

I den studie av användningsmiljön som gjordes visade det sig att de olika gårdarna skiljer sig åt vad gäller planlösning och utrustning eftersom de är anpassade till de förutsättningar som finns på respektive gård. Ett antal likheter och gemensamma nämnare hos gårdarna kunde ändå identifieras. Något som fanns på alla gårdar var bland annat mjölkkningsutrustning, kontrollrum, foderstationer och kor. I ladugårdarna fanns produkter tillverkade av olika företag, främst Delaval och Lely. Lantbrukare som hade Delavals mjölkrobot uppgav att man ofta gör studiebesök på andra gårdar samt diskuterar planlösning med Delaval innan man bygger sin ladugård och investerar i en mjölkrobot.

Under studiebesöken framkom även att det kan vara stora temperaturskillnader i ladugården. När det är riktigt kallt kan frost bildas på mjölkrobotens kameralins, vilket gör att mjölkroboten inte fungerar. Ett förslag på lösning som en lantbrukare gav var att placera en värmeslinga runt kameralinsen.

Vidare framkom att torv ofta används, istället för spån och halm, i ladugårdar och att detta medför att det blir mycket damm i ladugården. Ibland finns det också nivåskillnader i ladugården som inte är bra för djuren.

Produktens användningsmiljö presenteras nedan i ett kollage av bilder, tagna under studiebesöken (se fig 6.1).

Korna

Respondenterna uppgav att korna en vanlig dag ligger i sina liggbås, går till kraftfoderstationerna, äter ensilage, går till mjölkroboten, mjölkas, dricker vatten och borstar sig på ryggen med hjälp av de borstar som ibland finns utplacerade i stallet. Innan korna ska mjölkas samlas de i en mjölkfälla där de får vänta på sin tur. Korna har ett socialt umgänge, håller sig nära sina kompisar och väljer ofta samma liggbås. De flesta kor går självmant till mjölkroboten och bara enstaka kor behöver hämtas av lantbrukaren. Under sommaren är korna utomhus i en betesfälla, men går in och ut ur ladugården flera gånger om dagen. Korna blir under sommaren lite slöare och mjölkar mindre.

Ekologiska kor är till skillnad från vanliga kor mer frigående och får ekologiskt foder. Under somrarna måste de ekologiska korna vara ute minst 12 timmar om dagen och äta huvuddelen av sitt foder genom betning.

Mastit

Vid intervjuerna uppgav lantbrukarna att de inte har särskilt stora problem med mastit. En lantbrukare uppgav att de har haft ca 15 % mastit under året och en annan uppgav att 10 % av korna behandlas med penicillin per år. På en ekologisk gård hade de bara 3 fall av mastit på 70 kor förra året (2010). Dock fick en annan lantbrukare en gång byta ut hela sin besättning pga. mastit.

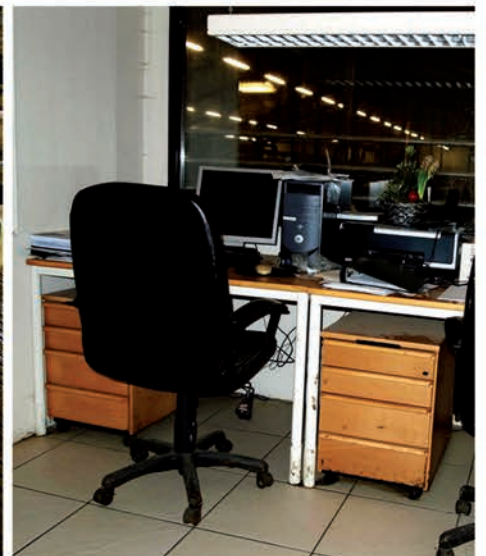


Fig 6-1 Bildkollage över användningsmiljön

Respondenterna uppgav att mastit i dagsläget upptäcks genom celltalsmätning, tester med divergensvätska, genom att roboten larmar för ofullständig mjölkning, genom att djurets aktivitet sjunker samt genom att lantbrukaren kan känna att kons juver är varmt. Misstänker lantbrukaren att en ko har fått mastit testas mjölken på en testplatta med divergensvätska och veterinär tillkallas om resultatet är positivt. Kon tas då undan från kogruppern, får antibiotika och spenen mjölkas ur. Mastit innebär ett produktionsbortfall då den mjölk kon producerar under 12 dagar, från behandlingens start inte kan säljas. Mastiten leder till extra arbete för lantbrukaren och dessutom tillkommer kostnader för veterinär och penicillin. Korna är extra känsliga för mastit dagarna efter kalvning och under somrarna då korna är slöare och mjölkar mindre.

En av lantbrukarna uppgav att han tyckte att det skulle vara bra med ett system som kan upptäcka mastit på ett tidigt stadium men att det är svårt att veta hur man ska behandla det. Lantbrukaren menar att det gör att man ibland bara slutar mjölka på spenen istället för att kontakta veterinär. Andra lantbrukare uppgav att det som går att göra är att mjölka ur kon flera gånger om dagen eller att använda blodomloppsstimulerande salva.

6.1.2 Produktens användare

I den brukarstudie som gjordes noterades ett antal tydliga drag hos produktens tänkta användare, lantbrukarna. Lantbrukaren är typiskt en man som bor nära gården med sin familj. Han har hand om gården själv eller tillsammans med sin bror. Lantbrukaren har även några få anställda. När lantbrukaren har tid över prioriteras familjen, idrott och andra fritidsintressen. Lantbrukaren löser gärna sina problem själv och vill veta vad han ska göra när hans maskiner, t.ex. mjölkroboten, krånglar. Mjölkroboten är en investering som lantbrukaren är väldigt nöjd med men de uppger samtidigt ofta att det är svårt att erkänna att man tagit fel beslut när det gäller en stor investering. Djurhälsan och att ha närhet och uppsikt över djuren är viktigt för lantbrukaren. För lantbruken är det viktigt att själv ha kontroll över gården och han investerar hellre i till- och ombyggnationer eller maskiner än anställer mer personal. Lantbrukaren tror att det är renare i den egna gården än i andras.

Arbetet med gården är centralt för lantbrukaren och han jobbar mycket, ofta även när han egentligen ska vara ledig. Mest jobb blir det under sommaren. Lantbrukarens arbete består av att städa, utfodra djuren, ta hand om kalvarna, jobba i mjölkgruppen om sådan finns, övervaka roboten, flytta djur, torka av robotens kamera och göra allmänt underhåll samt kontors och planeringsarbete. Arbetsmiljön är viktigt för lantbrukarna, som gärna vill ha mindre fasta tider och mindre arbete.



Fig 6-2 Smutsig mjölkrobotkamera och tvättsvamp

En stor del av lantbrukarens arbete består av rengöring. Lantbrukaren skrapar gödsel en gång i timmen och gör rent flera gånger om dagen. Han spolar av eller svabbar mjölkroboten två gången om dagen à 15 min. Det blir lätt smuts på mjölkrobotens kamera, vilket leder till att mjölkroboten jobbar långsammare. För att mjölkrobotens kamera ska fungera torkas därför kameran av två gånger om dagen. På mjölkroboten sitter en tvättsvamp, ett så kallat gosdjur, som kameran gnuggar sig mot för att rengöra sig (se fig. 6-2). Denna rengöring fungerar dock inte och för att få bort den fetthinna som bildas på linsen pga. mjölkspill använder lantbrukaren hållrengöring och papper eller diskmedel och skurborste. Dessutom tvättar lantbrukaren emellanåt mjölkroboten med högtryckstvätt. Hur ofta detta sker varierar stort från lantbrukare till lantbrukare och kan vara allt från en gång i veckan till en gång om året.

Lantbrukaren har ett intresse för nya produkter och ett eventuellt intresse av att köpa CaDDi Basic. Nya produkter upptäcks när lantbrukaren besöker andra gårdar och mässor samt genom tidskrifter och föreningar. För att få förtroende för en ny produkt vill lantbrukaren gärna prova och se siffror på att produkten fungerar. Förtroendet är större för stora etablerade företag än för mindre välkända företag, vilket är viktigt vid köp. Något annat som är mycket viktigt för lantbrukaren vid ett köp är att vara säker

på att få garanterat bra service. Dessutom måste produkten vara ekonomiskt lönsam för att ett köp ska vara aktuellt. Hos själva produkten är det dess funktion som är viktigast. Lantbrukaren är villig att genomföra ett visst underhållsarbete så länge insatsen är liten jämfört med nyttan produkten ger.

Om den nya produkten CaDDi Basic uttryckte lantbrukarna följande;

- Det är viktigt att den är praktisk.
- Dess funktionalitet är den absolut viktigaste faktorn.
- Kvalitet och känslan av kvalitet är av stor vikt.
- Produkten måste vara lönsam.
- Den ska larma om den inte fungerar.
- Den ska gå att hantera med handskar.
- Det är en fördel om produkten är kompatibel med befintliga system.
- Den ska vara enkel att hålla ren.
- Produkten får inte skada djuren och ska försäkra lantbrukaren om detta.
- Det får inte finnas delar som sticker ut eller är vassa.
- Produkten får inte inkräkta på djurens utrymme.
- Dess utseende har betydelse.
- Produkten ska uttrycka god djurhälsa och passa in i miljön, med de befintliga produkterna.
- Den ska uttrycka funktion och nytta.
- Den ska vara stilren och se hållbar ut.
- Den får se *high-tech* ut.

Den sammantagna bilden av lantbrukaren karaktäriserades med hjälp av brukarkaraktären Per.

Brukarkaraktär, Per

Per är 48 år gammal och bor på sin mjölkgård i Gransäter. Några år efter att Per tog över gården efter sin far bestämde han sig för att investera i en mjölkrobot från Delaval och samtidigt byggde han ut ett av sina stallar. Idag har gården 120 kor, två mjölkrobotar och förutom Per jobbar två vikarier deltid på gården.

Angående beslutet att köpa in en mjölkrobot är Per mycket nöjd då det har minskat den fysiska belastningen i hans arbete samt medfört färre bundna tider. Dessutom är Per oerhört nöjd med den service som Delaval erbjuder dygnet runt.

När Per använder mjölkroboten navigerar han snabbt och vant i mjölkrobotens tillhörande datorprogram och på dess pekskärm. Vad som händer innanför mjölkrobotens skal bryr sig Per inte särskilt mycket om. Det viktiga är att mjölkroboten fungerar som den ska.

Per jobbar mycket och eftersom han även bor på mjölkgården känns det som att han jobbar även när han är ledig. En vanlig arbetsdag börjar omkring sex på morgonen och består av ett förmiddags- och ett eftermiddagspass som framförallt fylls av övervakningssysslor och kringarbete som t.ex. rengöring, inseminering och framkörning av foder. På fritiden väljer Per framförallt att prioritera sin familj. Utöver det är han sportintresserad och följer gärna vinterns skidtävlingar. Under de få semesterdagar Per tar varje år åker han gärna med familjen till fjällen eller till någon badort.

Per är en praktiskt lagd person som gärna löser problem själv. Han är intresserad av och nyfiken på nya tekniska produkter med anknytning till lantbruk. Om detta läser Per i facktidningar och reklamutskick. Då och då åker han även på studiebesök på andra gårdar eller till lantbruksmässor som t.ex. Elmia. När Per tittar på en ny produkt är det framförallt funktionaliteten han tittar på. Det är också mycket viktigt att produkten går att motivera ekonomiskt. Generellt har Per större förtroende för stora, etablerade företag än för mindre företag.

För Per är djurhälsan mycket viktigt och han vill gärna att det syns i hans lantbruk. Bland annat därför är det viktigt för Per att han har en stor närhet till korna samt god uppsikt över dem.

6.1.3 Produktens önskade uttryck

Den expression association web (se fig. 6-3) som skapades presenteras nedan. Den expression board som skapades kan inte visas upp i rapporten med hänsyn till rättighetsskäl.



Figur 6-3. Expression association web

6.2 Placeringsstudie

6.2.1 Rörelsemönster

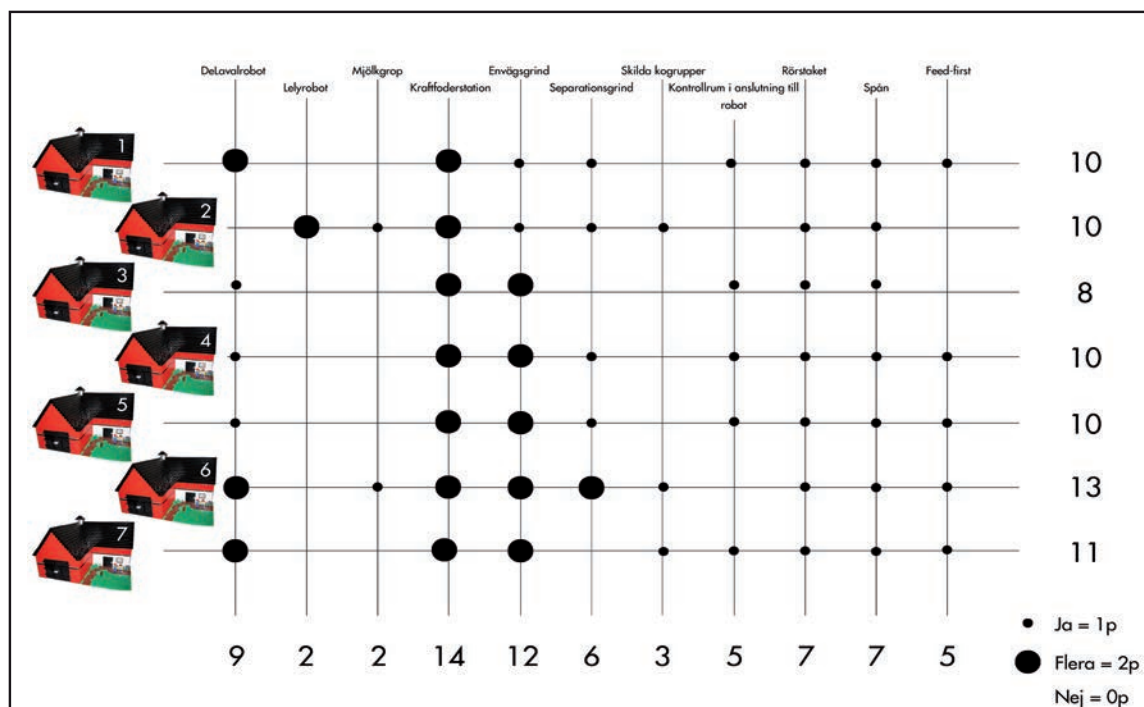
Utifrån erfarenheten från de besökta ladugårdarna drogs slutsatsen att i ladugårdar som använder sig av mjölkrobot beror uppbyggnad (planlösning och ingående komponenter) samt därmed kornas rörelsemönster av om lantbrukaren använder sig av fri eller styrd kottrafik. Valet av kottrafik sker när mjölkroboten köps in och görs ofta utifrån den information och de råd som lantbrukaren får av mjölkrobottillverkaren. I Sverige har Delaval en stor del av marknaden och de förespråkar styrd kottrafik. Sex av sju besökta ladugårdar under placeringsstudien anammade inte bara styrd kottrafik och Delavals mjölkrobot utan även Delavals feed-first system. Den sista lantbrukaren ägde Lelyrobotar och använde sig av fri kottrafik.

Rörelsemönstret för kor på mjölkgårdar som använder sig av feed first system presenterades i avsnitt 2.1. Platser som passeras varje dag är envägsgrindar, foderbord, *smart gate*, separationsgrind, kraftfoderstation och mjölkrobot. Även saltbollar, vattenstationer och komfortborstar kan adderas till listan men frekvensen och placeringen varierar mycket från gård till gård. Platser där kon idag identifieras med hjälp av befintligt identifikationssystem är vid mjölkrobot, *smart gate* och kraftfoderstation.

I ladugårdar som använder sig av fri kottrafik kan korna när som helst gå in i mjölkroboten. Har de inte mjölkningstillstånd öppnas grindarna och korna får passera rakt igenom utan att någon mjölkning genomförs. I dessa ladugårdar finns oftast inga envägsgrindar, *smart gates* eller separationsgrindar. Platser som passeras varje dag är därför foderbord, kraftfoderstation och mjölkrobot.

6.2.2 Gemensamma komponenter

Den matris som framställdes i syfte att identifiera gemensamma komponenter visade att alla ladugårdar hade flera kraftfoderstationer samt att det inte var ovanligt att ladugården hade flera mjölkrobotar. Även envägsgrindar var en vanligt förekommande komponent (se fig 6-4).



Figur 6-4. Matris med besökta ladugårdar på y-axeln och komponenter på x-axeln

6.2.3 Intervjuer

Vid diskussion med lantbrukarna angående placering möjligheter för produkten var en placering i anslutning till mjölkrobot den naturliga tanken för samtliga. Placering vid kraftfoderstation och i anslutning till gångar mellan koavdelningar nämndes även som förslag. I övrigt poängterade lantbrukarna att det är viktigt att placeringen inte får innebära att produkten inkräktar på kornas utrymme samt att placeringen ska göra produkten relativt lättillgänglig för lantbrukaren vid behov av service. Det vill säga den får gärna placeras inom det område som lantbrukaren rör sig idag.

En placering vid *smart gate* ansåg många lantbrukare vara en god idé eftersom korna passerar grinden oftare än de passerar mjölkroboten. Därför skulle placeringen innebära en mer kontinuerlig övervakning. Att flera kor kan springa igenom *smart gate* fast bara en ko registreras samt att det händer att kor registrerar sig men sen inte går igenom grinden nämndes som nackdelar med placeringen.

Att integrera kameran i separationsgrinden ansåg lantbrukarna som en attraktiv lösning eftersom det skulle kunna innebära att bara en kamera behövdes och priset därmed skulle kunna bli lägre. Dock uttrycktes oro över livslängden och underhållet eftersom grinden ofta utsetts för mekanisk påverkan.

En placering av produkten i kraftfoderstation sågs som problematisk eftersom de flesta gårdar har flera kraftfoderstationer kopplade till samma kogrupper. Därför måste antingen flera kameraenheter köpas in eller så kan det inte garanteras att varje ko mäts varje dag. Några av lantbrukarna kunde tänka sig att ändra systemet så att alla kor skulle få kraftfoder ur samma kraftfoderstation minst en gång om dagen men



Fig 6-5 Mock-up-modeller användes för att illustrera storleken på kameraskal

var osäkra på om det skulle fungera och ville helst inte försvåra kotrafiken i ladugården.

Den större av mock-up-modellerna (20x20x60cm) som användes för att illustrera produkten ansågs av flertalet lantbrukare vara överraskande stor (se fig. 6-6). Någon drog paralleller till den första datorn och trodde att kameran skulle bli mycket mer lättplacerad om storleken kunde minskas.

6.2.4 Placeringskoncept

Brainstormingsessionen och gruppdiskussionerna som följde efter att informationen från ladugårdsbesöken sammanstälts ledde fram till följande placeringsförslag, vilka samtliga uppfyllde kraven definierade i kravspecifikationen (se fig. 6-6 och 6-7):

- a) I anslutning till mjölkroboten enligt bild. Tydliga fördelar med att placera kameran vid mjölkroboten är att det där sker en identifiering, alla kor passerar varje dag, det är nära för lantbrukaren samt att produkten skulle vara mycket synlig för besökare. Nackdelar var att området runt mjölkroboten är trångt samt att det är svårt att placera produkten så att den inte gör intrång på mjölkroboten.
- b) I anslutning till *smart gate* enligt bild. Placering vid *smart gate* ansågs lämplig eftersom korna passerar grinden flera gånger om dagen samt eftersom det där sker en identifiering av kon. Att de passerar flera gånger per dag kan vara en fördel om mer frekvent mätning skulle visa sig vara nödvändigt. Identifierade problem var att *smart gate* endast appliceras i gårdar med styrd kotrafik samt att där är ont om plats och stor risk för fysiskt påverkan från nyfikna eller stressade kor.
- c) I separationsgrinden enligt bild. Fördelen med att placera produkten i separationsgrinden ansågs vara möjligheten att reducera antalet värmekameror till en. Placeringen är dock beroende av att tekniken med speglar för värmestrålning fungerar. Placeringen är också mycket utsatt och korna passerar ofta mycket nära grinden vilket skulle kunna försvåra möjligheten att filma hela juvret.
- d) I anslutning till kraftfoderstation enligt bild. Placering vid kraftfoderstationen ansågs lämplig eftersom kraftfoderstationer finns i nästan alla ladugårdar (fri kotrafik och styrd kotrafik) samt eftersom att kon identifieras där. Upptäckta problem var att det oftast finns flera kraftfoderstationer kopplade till en kogrupp samt att alla kor inte har tillgång till kraftfoder i nuläget. En konfiguration av systemet skulle krävas.
- e) Vid envägsgrind enligt bild. Placering vid envägsgrind ansågs lämplig eftersom de finns i alla gårdar med styrd kotrafik. Oftast är de också placerade så att det finns mer plats jämfört med en placering vid *smart gate*. Negativa aspekter var att där inte sker någon identifiering i samt att deras placering i ladugården är oregelbunden och ibland långt ifrån lantbrukarens dagliga rörelsemönster. Vatten och el finns inte heller draget till envägsgrindarna, vilket skulle behöva lösas ifall produkten skulle placeras där.

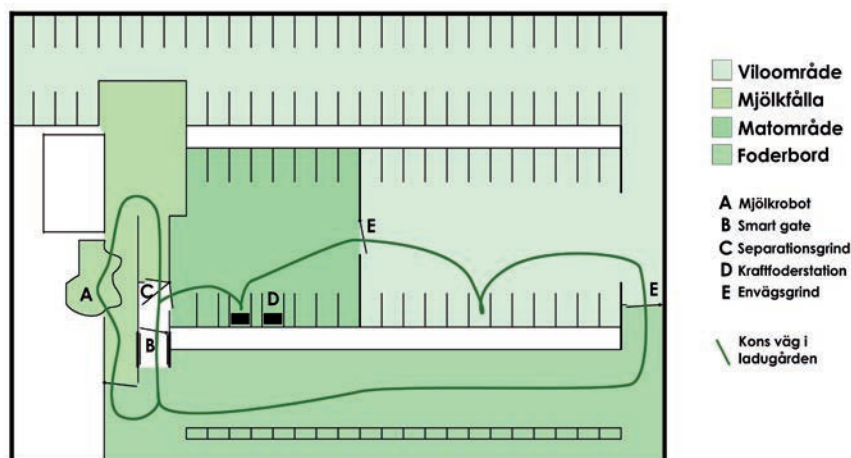




Fig 6-7 Placeringsförslag, a.1 - bakom mjölkrobot, a.2 - framför mjölkrobot, b- vid smart gate, c - vid separationsgrind, d - vid kraftfoderstation, e - vid envägsgrind

Information från Agricom

Efter att Agricom utifrån beskrivande dokument och bilder testat att mäta ifrån de föreslagna placeringarna återkom de med följande information:

- Det går att mäta juvertemperaturen på en ko i rörelse
- Det går inte att mäta juvertemperaturen rakt framifrån likt föreslaget i konceptet med placering vid kraftfoderstationen.
- Övriga föreslagna placeringar fungerar mättekniskt.

Alltså kunde placeringarna vid *smart gate*, envägsgrind, separationsgrind och mjölkrobot tas med in i konceptutvecklingsfasen.

6.3 Rengöringsstudie

Nedanför redovisas en sammanfattning av den insamlade informationen om de metoder, tekniker och hjälpmedel som identifierats.

6.3.1 Linsskydd

Handhållna digitala och systemkameror använder oftast ett linsskydd som skyddar kameralinsen när kameran inte används. Linsskyddet sluts framför linsen och skyddar därav mot damm, smuts och repor. I undantagsfall, för extrema användningsmiljöer kan linsskyddet kompletteras med ett skyddsvisir så att kameran även blir vattentät.⁵⁰

Även för värmekameror används ibland linsskydd eller slutare. Då i syfte att skydda kamerafönstret när kameran inte används och eller för att underlätta kalibrering och ljuskontroll. Exempel på applikationer för värmekameror med linsskydd är på vapensikten och på bilar. Linsskydd med syfte att skydda kamerafönstret finns i både roterande och vinklande utformning. Tillämpning av linsskydd kräver förutom själva linsskyddet, motor och styrningsmekanism. Rörelsen kan indikeras mekanisk eller med hjälp av en elektromagnet.⁵¹

Fördelarna med ett linsskydd är förhoppningen om att linsskyddet skulle innebära att kamerafönstret aldrig blev smutsigt samt att det skulle minimera risken för repor på germaniumfönstret. Linsskyddet är också enkelt att kombinera med andra skydds och rengöringslösningar. Den största nackdelen med ett linsskydd är att det inte skulle innebära något skydd då risken för nedsmutsning är som störst, nämligen då kon är i närheten och ska filmas. Därmed kommer kamerafönstret vid någon tidpunkt bli smutsigt och kräva manuell rengöring. Dessutom innebär ett linsskydd en rörlig del vilket antagligen förkortar livslängden och ökar underhållet.

6.3.2 Viloposition

En annan lösning för att uppnå samma effekt som med ett linsskydd är att utrusta kameran med en inbyggd viloposition. När kameran inte används försetts den i ett viloläge i vilket kamerafönstret inte är exponerat för omgivningen. Värmekameratillverkaren Flir använder sig av viloposition bland annat i sin M-serie som är tänkta att användas i marina miljöer, det vill säga på båtar och fartyg.⁵²

En inbyggd viloposition har i stora drag samma fördelar och nackdelar som ett linsskydd. Lösningen går att kombinera med andra tekniker och det finns befintliga lösningar applicerade på värmekameror. Samtidigt krävs det motor och styrning och kamerafönstret är helt exponerat när risken för smuts är som störst. En viloposition tar dessutom troligtvis längre tid att röra sig till och från samt kräver större utrymme jämfört med ett linsskydd.

6.3.3 Vindrutetorkare

En vanlig metod för rengöring av kamerafönstret på värmekameror är vindrutetorkare, med eller utan spolare. Vindrutetorkare kräver förutom torkarblad motor, styrning och eventuellt tillförsel av vatten eller rengöringsmedel. Vid tillförsel av vätska krävs troligtvis munstycke, pump och tank. Värmekameratillverkaren Flir avråder starkt från användning av vindrutetorkare eftersom de anser att de negativa effekterna vindrutetorkare medför (förkortad livslängd på grund av rörlig del samt reprisen på det ömtåliga germaniumfönstret), inte uppväger de positiva effekterna.⁵³

Tydliga fördelar med vindrutetorkare är att det finns färdiga lösningar som enkelt kan köpas in samt att metoden innebär en kontinuerlig rengöring som troligtvis tvättar bort all smuts på ett bra sätt. Nackdelar är framförallt risken för repor på glaset samt den förkortade livslängden och ökade underhållet på grund av den rörliga delen. Vid placering där korna kommer åt kamerahuset kan även problem uppstå eftersom

50 Clarion, 2011

51 Brandstroms Instruments, 2010

52 Flir, 2008

53 Flir, 2008

kor är nyfikna och därför gärna biter och slickar på nya saker.

6.3.4 Värmare

I värmekamerahus appliceras ofta en värmeslinga i syfte att värma kamerafönstret för att avlägsna fukt och vattendroppar. Värmeslingan används ofta tillsammans med rengöringssystem som använder tillförsel av vatten, t.ex. torkarblad. Värmeslingan kan också integreras i torkarbladet vilket används på snöplogar och andra maskiner som opererar i kalla miljöer. Då används fordonets kylsystem för att värma torkarbladen.⁵⁴

Nackdel med värmare är att det är en långsam metod som bara har effekt på vatten samt att värmarna ändrar kameranlinsens temperatur, vilket måste tas hänsyn till vid mätning. Värmare kräver dock mycket liten plats, är enkelt och billigt att köpa samt är enkelt att kombinera med andra lösningar.

6.3.5 Ångrengöring

Vid ångrengöring används het vattenånga för att lösa smuts och fett samt för att sterilisera bakteriehärdar. Därefter nyttjas ofta gummiskrapor, borstar eller microfiberdukar för att avlägsna smutsen. Ångrengöring är miljövänligt eftersom det inte kräver någon tillsats av kemiska ämnen och skulle vid applicering på kamerahus troligtvis kräva munstycke, tank samt förångare. Vid ångrengöring används med fördel destillerat vatten eftersom kranvatten innehåller kalk vilket riskerar att täppa igen utloppshålen.⁵⁵

6.3.6 Högtryckstvätt

Vid högtryckstvätt appliceras varmt eller kallt vatten, ofta blandat med rengöringsmedel, under högt tryck. Smuts löses upp av vattnet och rengöringsmedlet och avlägsnas mekaniskt med hjälp av vätskans kraft. Så kallade hetvattentvättar som använder sig av varmt vatten har bättre fett och smutslösningsegenskaper jämfört med kallvattentvättar, men är också dyrare och av mer komplex natur. Uppvärmningen sker ofta med hjälp av dieselförbränning. På grund av det höga trycket använder bra högtryckstvättar endast en femtedel av det vatten som går åt vid vanlig vattenrengöring.

En identifierad nackdel med både hetvattentvätt och ångrengöring är rengöringstemperaturen som kan vara skadlig för korna och för det känsliga germaniumfönstret som, enligt Stefan Sjökvist⁵⁶ på Termisk Systemteknik, endast klarar temperaturer upp till 100 grader. Thomas Roos⁵⁷ från Specialrengöringar hävdar dock att ångrengöring inte behöver innebära temperaturer över 100 grader men att det vid lägre temperaturer kommer ta längre tid att få ytan ren.

En tanke som uppkom var om det höga trycket behövdes. Fördelar med att använda lägre tryck skulle vara att färre komponenter behövdes vilket i så fall skulle reducera kostnader samtidigt som tillverkningen skulle bli enklare.

6.3.7 Kemiska rengöringsmedel

Beroende på placering av produkten finns det risk för att det kommer mjölkfett på kamerafönstret, vilket i så fall kan skapa ett behov av tillsats av fettlösande ämnen.

TC444 Glasklean är ett glasputsmedel från Cargo Oil AB som bland annat används för kakelplattor och fönsterrutor. Det innehåller isopropanol, vatten och tensider. Medlet är miljöanpassat och billigt men kan enligt föreskriften irritera ögonen och är mycket brandfarligt. Lösningen är fettlösande och lämnar varken hinnor eller flammor efter sig.⁵⁸

Clearshot (aerosol) är ett specialmedel framtaget för rengöring av fönster som består av propanol, destillat, butan och propan. Medlet är A1-registrerat vilket betyder att det är godkänt för tillfällig kontakt

54 Isnix, 2009

55 Thomas Roos, 2011

56 Stefan Sjökvist, 2011

57 Thomas Roos, 2011

58 Cargo Oil, 2011

med livsmedel. Clearshot har ett brett spann av applikationer inom områden som kräver fettupplösning. En nackdel men ämnet är att det är extremt brandfarligt.⁵⁹

6.3.8 Tryckluft

Tryckluftsteknik (pneumatik) betyder användning av gaser för att lagra och styra energi. Oftast används en kompressor för att trycksätta gasen till mellan 600 till 800 kilopascal. Gasen lagras sedan i ackumulatörer och distribueras därifrån till t.ex. cylindrar och motorer.⁶⁰ Efter komprimering har luft en ungefärlig temperatur på 80 grader Celsius. När den sedan kyls (oftast till ca 3 grader Celsius) avlägsnas mycket vatten. För att undvika driftstörningar och skador måste vattnet avlägsnas varför luften torkas.⁶¹ I ladugården används tryckluftsteknik bland annat för att öppna och stänga grindarna i *smart gate* och i mjölkrobotar.

Tryckluft kan även användas för rengöring och torkning genom att blåsa bort vatten och damm. Ett exempel där tekniken används i ladugården är till kamerafönstret som sitter på robotarmen i Delavals mjölkmaskiner. Efter rengöring, vilken utförs efter varje mjölkning, blåses fönstret torrt med hjälp av tryckluft.

I kamerahus för värmekameror används ibland en så kallad *air barrier*, vilket betyder att en konstant luftström blåses ut framför kamerafönstret för att hålla dammpartiklar borta. Metoden kräver en separat fläkt eller kompressor.

Fördelar som identifierats när det gäller torkning med hjälp av tryckluft är att det inte innebär några rörliga delar vid kameran och att tekniken är enkel att kombinera med olika rengöringstekniker. Tryckluftsteknik finns dessutom redan i ladugårdar som använder sig av mjölkrobot och det finns möjlighet att använda sig av befintliga system.

Luftbarriär som skyddsmetod för att hålla kamerafönstret rent skulle innebära en konstant, troligtvis ganska högljud luftström vilket skulle kräva mycket energi samt fläkt eller kompressorkraft. Det är också osäkert hur tunga partiklar en luftström kan hålla borta från kamerafönstret. Om en partikel tar sig igenom luftströmmen kommer den att fastna, vilket kräver att kamerafönstret måste rengöras med någon ytterligare metod.

6.3.9 Ultraljudsrengöring

Ultraljud definieras som akustiska vågor med högre frekvenser än vad det mänskliga örat kan uppfatta.⁶² Om en ultraljudsfrekvens överförs till en svängare som sitter monterad i en speciell rengöringsvätska skapas kaviteter på grund av att det statiska trycket i vätskan sjunker. Parallellt med att kavitationsbubblorna imploderar binds eventuell smuts till rengöringsvätskan.⁶³ Ultraljudsrengöring används bland annat för att rengöra juveler och linser.

Ultraljudsrengöring ansågs vara en orimlig rengöringsteknik eftersom det kräver att föremålet sänks ner i en rengöringsvätska.

6.3.10 Sammanfattning

Utav de studerade rengöringsteknikerna bedömdes följande metoder vara realiserbara varför de applicerades under kommande konceptutvecklingsfaser; linsskydd, vindrutetorkare, värmare, ångrengöring, vattentvätt med högt eller lågt tryck samt tryckluft och luftbarriär. Många av rengöringsteknikerna ansågs framförallt gynnsamma i samspel med varandra varför de kombinerades under senare konceptgenereringsfaser.

59 Cargo Oil, 2011

60 Nationalencyklopedin, Pneumatik, 2011

61 Bahr, 2011

62 Nationalencyklopedin, Ultraljud, 2011

63 Brismar, 2001

6.4 Studie av standardkomponenter



Figur 6-8. Exempel på studerade standardkomponenter

6.4.1 Kontaktdon

De kontaktdon som enligt kravspecifikationen ska användas är ett kontaktdon för dataöverföring via Ethernet samt ett kontaktdon för matning med 24 V. Då kontaktdonen behöver klara kravet på kapslingsklass IP66 begränsas antalet tillgängliga kontaktdon.

Kontaktdon för datatrafik och el består dels av ett chassidon, vilket fästs i kamerahuset, och dels av ett kabelhylsdon, vilket sätts fast i kabeln och tätar mot chassidonet. Det är tätningen mellan dessa två som behöver uppfylla kapslingsklassen.

För överföring av Ethernet-signaler hittades tre kontaktdon som uppfyller kapslingsklassen och kan köpas in från ELFA, ett grossistföretag inom elektronikkomponentbranschen. Efter kontakt med rådgivare hos ELFA beslutades att använda Bulgins Ethernetkoppling PX0833 med RJ45-anslutning, vilken uppfyller kapslingsklass IP68. Kontaktdonet är avsett för användning i krävande industrimiljöer och utomhusmiljöer.⁶⁴

Beträffande IP66-klassade kontaktdon för matning med 24V identifierades 13 olika modeller som skulle kunna vara tillämpbara. Efter kontakt med ELFAs rådgivare valdes en tvåpolig IP68-klassad kontakt, EN3C2M, ur serien EN3 från tillverkaren Switchcraft. Kontaktdonet är avsett för användning i krävande automationsprocesser och inom medicinsk teknik.⁶⁵

6.4.2 Tätning

Som skydd för kablaget mellan kameraenheten och elskåpet undersöktes vilka skyddsslangar som skulle kunna innesluta kablarna och skydda dem mot exempelvis bitande kor och frätande urin. Kontakt togs bland annat med ELFA och Miltronic.

Miltronic är ett grossistföretag specialiserat på kabellösningar. Vid kontakt med företaget rekommenderades skyddsslangen LT-PVC, som är en IP67-klassad slang, framtillverkaren KOPEX. Slangen är även EX-klassad, vilket innebär att den klarar explosiva miljöer, samt mycket korrosions- och slagtålig. Vidare är den kompatibel med en förskruvning, som kan användas för att dra ihop kablarna och täta där kablarna

64 Bulgın Components PLC, 2003

65 Switchcraft, 2010

går ut ur skyddsslangen. ⁶⁶

Den skyddsslang som rekommenderades av ELFA var Rohrflex, en plastöverdragen metallslang från tillverkaren Flexa. Denna slang är IP68-klassad samt, likt slangen från Miltronic, mycket korrosions- och slagstålig. Slangen används bland annat för elinstallationer i maskiner och anläggningar samt i fuktiga utrymmen. ⁶⁷ Även denna slang är kompatibel med en förskruvning.

I ELFAs sortiment finns förskruvningar i nickelpläterad mässing. Förskruvningarna håller IP68-tätningsslag och är korrosionståliga. ⁶⁸

Den skyddsslang som väljs att använda och dess innehåll i form av spännings- och dataöverföringskablar kommer behöva kunna fästas på ladugårdsinredningen. För detta ändamål behövs en flexibel hållare som kan fästas på olika ytor.

En återförsäljare av hållare i plast till kabelrör eller hydraulikrör är Grene. Dessa hållare skruvas fast på en yta och har ett snäppfäste för att låsa fast röret eller slangen. Hållarna tillverkas av en beständig plast som ska tåla ladugårdsmiljön och de kan enkelt användas för att fästa skyddsslangen mot plana ytor. Dock kan de inte fästas på ett rör eller en annan krökt yta. Vid behov av att kunna fästa på en krökt yta kan en enkel, rostfri slangklämma användas. Dessa finns i flera olika storlekar. Med hjälp av en slangklämma kan skyddsslangen fästas på rör eller andra krökta ytor. För att få en flexibel uppsättning av skyddsslangen kan både hållare och slangklämma användas. ⁶⁹

För att inte vatten ska komma in i de öppningsbara delarna på kameran behövs dessa tätas med en gummipackning. För ytor som är cirkulära, kan en vanlig O-ring användas. För icke cirkulära ytor behöver packningen anpassas. Detta kan göras genom att en profil skärs ut ur en gummiduk eller genom att en tätningslist fästs längsmed tätningsytan. Trelleborg Sealing solutions kontaktades och Tommy Pettersson, tekniker inom gummiduk, förslog gummimaterialet 7003-EPDM, vilket ska klara ladugårdens miljö. EPDM-gummi är beständigt mot vatten och till viss del mot ammoniak. Materialet har lång livslängd och kommer, enligt Pettersson, att fungera bra för den aktuella applikationen. ^{70,71}

6.4.3 Beslag

För att fästa kameran i den befintliga ladugårdsinredningen undersöktes vilka standardkomponenter som kan användas för infästning (se fig 6.8). För de valda placeringarna undersöktes vilka infästningspunkter som skulle kunna vara lämpliga. Bakom mjölkroboten består ladugårdsinredningen av rör med diametern 2" (51mm), vid vilka det visade sig vara lämpligt att fästa kamerahuset. Även vid smart gate finns dessa rör men vid smart gate finns även möjlighet att fästa kamerahuset i en fyrkantig rörprofil.

Studien fokuserades där av på att lokalisera standardkomponenter som skulle kunna fästas på ett rör med diametern 2" eller på en fyrkantig rörprofil. Därför kontaktades tillverkare av inomgårdsutrustning och grossistleverantörer av reservdelssortiment och fästelement för lantbruk och industri. Bland annat kontaktades företagen Grene, Ofab och Nordpost.

Grene är en grossistleverantör av reservdelar och verktyg för lantbruk, industri och hydraulik. I Grenes sortiment hittades avgasrörsklammers och olika vinkelbeslag. Avgasrörsklamrar används idag inom många olika områden, men initialt användes de för att fästa avgasrör under bilar. Vinkelbeslag används inom byggindustrin för att ge stadga när delar ska byggas i 90° vinkel till varandra. Både avgasrörsklamrarna och vinkelbeslagen från Grene är tillverkade av elförzinkat stål. ⁷²

Ofab är en mindre leverantör som enbart inriktar sig på inomgårdsutrustning i djurstallar, speciellt inom nötdjurshantering. I Ofabs sortiment hittades en så kallad nackrörsklämma som kan användas för att fästa två 2" rör i 90° vinkel till varandra. Även en klämma för montering kring rektangulära rör identifierades.

66 Kopex, 2009

67 Elfa, 2011

68 Elfa, 2011

69 Grene, 2011

70 Pettersson, 2011

71 Trelleborg, 2011

72 Grene, 2011

Båda komponenter är tillverkade av kallgalvaniserat stål.⁷³

Nordpost säljer utrustning och delar för lantbruk och djurhållning. I Nordposts sortiment hittades olika sorters klammers; nackrörsklammer, rörklammer och U-klammer. Dessa kläms mot rör med hjälp av fastspänning med bult och mutter. Komponenterna är tillverkade av elförzinkat stål.⁷⁴

Vid placeringen på robotens framsida kommer kameran troligen att fästas på en vägg mitt emot roboten. På denna placering kan en vinklad konsol som monteras mot väggen användas. Konsolen kan enkelt specialtillverkas i ett rostfritt järn hos en metallverkstad och således undersöktes inte leverantörer av standardlösningar för vinkelkonsoler.

6.5 Hållbarhetsanalys

Den hållbarhetsanalys som gjordes återfinns i appendix 4. En sammanfattning av hållbarhetsanalysen presenteras nedan.

Vid jämförelse av det faktiska nuläget och en framtida applicering av produkten visades tydliga fördelar med att produkten tillämpas. Tidigare upptäckt inflammation ger mindre mängd kasserad mjölk, minskad antibiotikaanvändning samt ökad djurhälsa i form av kortare sjukdomstid. Dessutom skulle applicering av produkten medföra färre resor för veterinärer. Identifierade nackdelar med att använda produkten var ökad materialåtgång och ökad mängd använd energi, högre initial kostnad för lantbrukarna samt färre arbetstillfällen för veterinärer.

Analysen enligt ABCD-modellen, vilken utfick från rimliga antaganden om den framtida produkten, resulterade i nedanstående rekommendationer och krav.

- *Minimera antalet tillverkningsmoment och processer*
Området är viktigt då tillverkningen kommer ske i liten skala och därmed kan inte några specialiserade verktyg tas fram för tillverkningen. Därmed är det betydelsefullt ur både ekonomiskt och ekologiskt perspektiv att tillverkningen använder sig av så få tillverkningsmoment och processer som möjligt samt att de som används är standardiserade och konventionella tillverkningsmetoder. Då kommer kostnaderna och energiåtgången vid tillverkningen minskas.
- *Endast använda material och ämnen med känt innehåll*
Produkten kommer under hela sin användningstid att vistas i en ladugård, vilket därmed betyder att den kommer ha nära kontakt med de djur som rör sig där. Då djur är mycket oberäkneliga och oförutsägbara är det viktigt att säkerställa att de inte kan få i sig några okända och möjligen farliga ämnen. Detta område är även mycket viktigt vid resthanteringen av produkten, då sorteringen av olika materialslag kan göras på ett korrekt sätt.
- *Köpa komponenter från lokala tillverkare*
Området har stor påverkan på transporter av material och komponenter. Eftersom produkten initialt kommer tillverkas i en liten upplaga kommer därmed även beställningarna hos tillverkarna att bli små. Detta i kombination med att många stora tillverkare har sin tillverkning utspridd över hela världen, kommer resultera i många små och ineffektiva transporter. Genom att istället köpa komponenter av svenska grossister eller tillverkare kan dessa transporter effektiviseras och därmed minskas produktens ekologiska påverkan.
- *Inga permanenta fästen mellan olika materialtyper*
Under produktens livslängd kommer dels olika förbrukningskomponenter behöva bytas ut samt även andra delar vid reparation. Om dessa delar är lätta att demontera kommer sådana åtgärder vara både enklare och billigare än om hela produkten behöver ersättas. Vid resthantering av produkten är det dessutom viktigt att det går att skilja på olika material.

73 Ofab, 2011

74 Nordpost, 2011

- *Förenkla isärtagning*
För att förenkla resthanteringen av produkten är det viktigt att tydligt förklara hur den ska monteras isär i olika materialslag för att dessa sedan enkelt ska kunna återvinnas. En sådan instruktion kan implementeras i produktens instruktionsbok.
- *Märka material med materialtyp*
Även detta område förenklar resthanteringen och gör det svårare att göra fel för personen som resthanterar produkten.
- *Minimera droppande vatten från rengöringsmunstycken*
Genom att direkt efter munstycket placera någon form av ventil som håller tillbaka vattnet kan dropp från munstycket förhindras. Detta medför att onödigt vattenslöseri kan avhjälpas.
- *Så liten yta att rengöra som möjligt*
Även detta krav avhjälper onödigt vattenslöseri. Genom att hålla germaniumfönstret så litet som möjligt effektiviseras rengöringen och därmed minskas vattenanvändning.

6.6 Sammanfattning

Under arbetet med att identifiera behov samt kartlägga systembilden framkom information om produkten, dess användare och dess kontext. Produktens användare är en manlig lantbrukare som värderar funktion och lönsamhet högt när han ska investera i en ny produkt. Lantbrukaren arbetar mycket och han investerar hellre i till- och ombyggnationer eller maskiner än anställer mer personal. Djurhälsan och att ha närhet till och uppsikt över djuren är viktigt för lantbrukaren. Den miljö produkten ska placeras i är mycket smutsig, varför en stor del av lantbrukarens arbete består i att göra rent i ladugården, exempelvis skrapa gödsel och spola av med högtrycksvätt. Således är det fördelaktigt om produkten är enkel att hålla ren. Övriga krav lantbrukaren ställer på produkten är bland annat att den ska vara praktisk, av god kvalitet samt att god service ska ingå vid köp av produkten.

Hur stort problemet med mastit är varierar från gård till gård, men i studien framkom exempelvis siffror på att mellan 10 och 15 % av korna drabbas av klinisk mastit. Sjukdomen upptäcks genom celltalsmätning, tester med divergensvätska, genom att roboten larmar för ofullständig mjölkning, genom att djurets aktivitet sjunker samt genom att lantbrukaren känner att kons juver är varmt.

De platser i ladugården som i studien visade sig vara lämpliga för placering av produkten var vid *smart gate*, mjölkrobot, separationsgrind och envägsgrind. Rengöringsutrustning som skulle kunna användas för att hålla produkten ren och torr var linsskydd, vindrutetorkare, värmare, ångrengöring, vattentvätt med högt eller lågt tryck samt tryckluft och luftbarriär.

Den hållbarhetsanalys som genomfördes visade att de främsta fördelarna med produkten är att den ger ökad djurhälsa, minskad mängd kasserad mjölk samt reducerad antibiotikaanvändning. Den största nackdelen med produkten är det material och den energi som går åt för att tillverka produkten.

Efter behovsidentifiering och kartläggning av systembild kunde följande krav adderas till kravspecifikationen;

- Ska för målgruppen uttrycka värdena definierade med EAW och EB.
- Ska uttrycka en kvalitetskänsla
- Ska kunna användas inom ett temperaturintervall mellan -20 och +35 grader.
- Ska inte hindra lantbrukarens uppsikt över korna
- Medge god djurhälsa

- Ej inkräkta på djurens utrymme, beakta ljus, färg, placering
 - Produkten ska inte ha några vassa kanter
- Minimera manuellt underhåll
- Medge enkelt manuellt underhåll
 - Medge lättillgänglig placering
 - Medge snabbt underhåll
- Ska vara slagttålig
- Ska kunna manövreras med handskar
- Bör se ren ut
- Ska passa in i sin miljö
- Vara ekonomiskt, socialt och ekologiskt hållbar
 - Delkomponenter ska vara utbytbara
 - Endast bestå av ämnen med känt innehåll
 - Bestå av komponenter från lokala tillverkare
 - Material ska vara märkta med materialtyp
 - Användning av vatten ska minimeras
 - Demontering ska förenklas

7 Konceptutveckling

Här presenteras resultatet av idégenerering och konceptframtagning, utvärdering av koncept och en iterering av processen. Därefter följer resultaten av delredovisning för klasskamrater, användare och uppdragsgivare. Slutligen presenteras de beslut som togs inför vidareutveckling av koncept.

7.1 Idégenerering och konceptframtagning

När placeringskoncepten vid mjölkrobot, *smart gate* och separationsgrind kombinerades med de rengöringsmetoder som identifierats i rengöringsstudien gavs koncepten 1A-4C (se fig. 7-1.).

Rengöring/Placering	A. Robot	B. <i>Smart gate</i>	C. Separationsgrind
1. Torkare, vätska, pump, värmare	1A	1B	1C
2. Ånga	2A	2B	2C
3. Linsskydd och luftström	3A	3B	3C
4. Luftström	4A	4B	4C

Figur 7-1. Kombinationsmatris över placering och rengöring

Den brainstorming och skissning som gjordes för de olika placeringarna resulterade i ett antal idéer kring hur placeringen på respektive plats skulle kunna fungera i närmare detalj.

Figur 7-2, A visar ett koncept där en av de två kamerorna är placerad någonstans längs den pil som visas på bilden. Den andra kameran är placerad vid den stege som finns på andra sidan av mjölkroboten. Från dessa positioner kan värmekameran, enligt den placeringsstudie som gjorts, ta bilder av kons juver. Samtliga rengöringskoncept ansågs vara applicerbara vid mjölkroboten, men vid eventuell exponering för mjölkfett skulle rengöringen behöva kompletteras med rengöring med lösningsmedel.

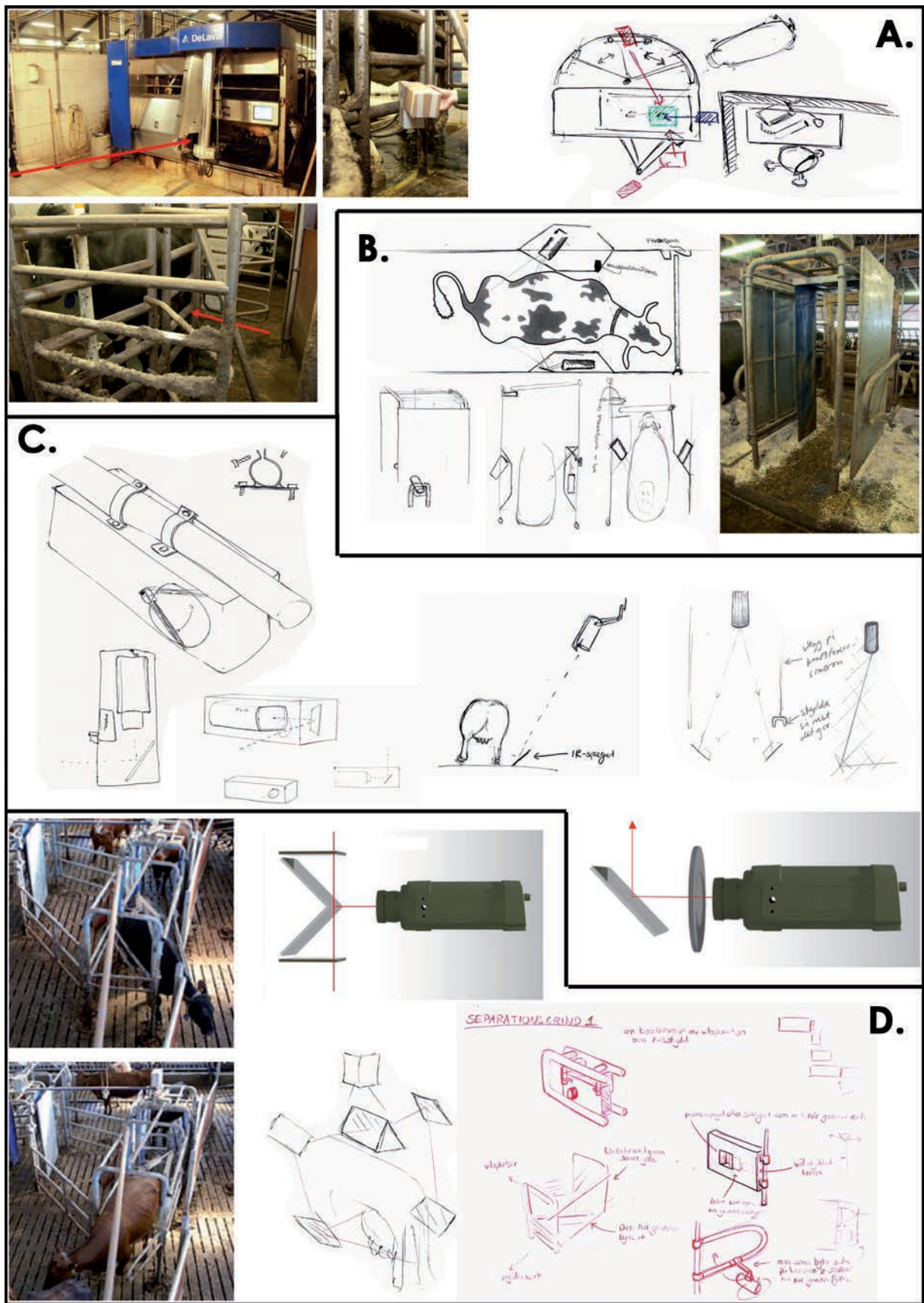
I figur 7-2, B visas ett koncept där kamerorna byggts in i de plåtar som finns vid *smart gate*. Då passagen i *smart gate* är relativt trång kommer korna att passera mycket nära kamerorna, varför idén om att skydda kamerorna genom att bygga in dem uppkom.

Ytterligare en idé som uppkom under brainstormingen var att använda ett reflekterande material för att rikta om IR-strålningen, se fig 7-2 C. På detta sätt kan IR-strålarna riktas så att kameran tar bilder vinkelrätt mot det håll den vanligtvis tar bilder. Genom att använda sig av denna metod skulle kameran kunna placeras vertikalt eller horisontellt längs exempelvis ett rör, istället för att sticka ut från det. På så sätt skulle kameran ta upp mindre plats. Användning av denna metod ansågs vara tillämpligt och fördelaktigt oavsett placering men skulle framförallt vara intressant vid *smart gate*, där utrymmet är mycket begränsat.

En annan idé som framkom beträffande olika sätt att använda sig av ett reflekterande material var att placera kamera och spegel med ett längre avstånd från varandra, se fig 7-2 C. Detta skulle medföra att den ömtåliga kameran inte behöver vara i närheten av kon och därmed inte heller är lika utsatt för mekanisk påverkan och smuts.

Vidare framkom idén att med hjälp av reflekterande material vinkla om och dela IR-strålarna så att kameran kan ta bilder åt två håll (se fig. 7-2 D). På så sätt skulle endast en kamera behöva användas istället för två. Idén skulle kunna användas vid separationsgrinden, där kameran då skulle kunna integreras med grinden och ta bilder på vardera sida om grinden. Separationsgrindens funktion medför att korna dagligen passerar grinden på båda sidor (se fig. 7-2 D). Således skulle en kamera integrerad i separationsgrinden kunna ta bilder av båda sidor av kons juver.

Idén att dela IR-strålarna så att bilder kan tas åt två håll skulle även möjliggöra placering av en kamera ovanför kon, där IR-strålarna leds runt kon och ner till juvret med hjälp av flera speglar. (se fig. 7-2 D) Då det var uppenbart att det skulle bli omständligt att hålla de många speglarna som skulle krävas rena samt skyddade från mekanisk påverkan ströks konceptet utan någon närmare utvärdering.



Figur 7-2. Skisser från konceptgenerering

7.2 Utvärdering av koncept

Den sammanställning av för- och nackdelar som de olika koncepten ansågs ha återfinns i appendix 5. Beträffande placering vid mjölkroboten identifierades främst fördelar, vilka var att det kan räcka med rengöring på ena sidan av roboten, att kameran kan placeras relativt skyddat samt att kameran är nära till hands för lantbrukaren. Vad gäller placering vid *smart gate* var det främst nackdelar som identifierades. Dels kan placeringen innebära att kameran inkräktar på kornas utrymme och dels är placeringen otillgänglig för lantbrukaren. De huvudsakliga för- och nackdelarna med att integrera kameran i separationsgrinden var att endast en kamera krävs, att lösningen inte inkräktar på kornas utrymme samt att placeringen är mycket utsatt för mekanisk påverkan.

Angående de olika rengöringsmetoderna framkom att risk för repor samt förkortad livslängd på grund av rörliga delar är nackdelar med att använda sig av torkare. Dock är torkare en beprövad rengöringsmetod inom liknande tillämpningsområden. Ångrengöring ansågs framförallt ha fördelen att inga kemikalier skulle krävas. Beträffande luftström skulle denna metod, om den fungerar, innebära att kamerafönstret aldrig blir smutsigt överhuvudtaget. Om metoden inte skulle fungera skulle manuell rengöring krävas, vilket skulle kunna bli omständligt på det koncept där luftström var kombinerat med linsskydd. Linsskyddet skulle troligtvis även innebära en förkortad livslängd hos produkten då detta är en rörlig del. Vad gäller tillgång till vatten och tryckluft är detta i dagsläget redan draget till mjölkroboten. Tryckluft är även dragen till *smart gate* och separationsgrind.

I den elimineringsmatris (appendix 6) som gjordes då det i sammanställningen ansågs skilja för lite mellan koncepten för att de skulle kunna rangordnas framkom att betydande information kring de olika koncepten saknades. De frågeställningar som fanns var bland annat om respektive rengöringsmetod skulle klara att hålla fönstret tillräckligt rent, hur snabbt fönstret skulle torka efter rengöring med vätska eller ånga, om de metoder som kräver vätska eller ånga skulle fungera i minusgrader samt hur mycket oväsen de olika systemen skulle föra.

På grund av denna informationsbrist kunde det inte säkerställas att koncepten uppfyllde samtliga krav. Det temporära val av koncept som ändå gjordes var följande kombinationer;

Koncept	Placering	Rengöringssystem
1A	Robot	Torkare
2B	<i>Smart gate</i> (spegelkoncept)	Ånga
4B	<i>Smart gate</i> (inbyggd)	Luftström
3C	Separationsgrind	Luftström och linsskydd

Figur 7-3. Valda konceptkombinationer

Valet gjordes främst utifrån utgångspunkten att alla rengöringssystem samt placeringar skulle finnas representerade bland koncepten. Hur kombinationerna sattes ihop baserades delvis på den sammanställning av för- och nackdelar som gjordes i början av utvärderingsfasen och delvis på att koncepten skulle vara så fördelaktiga som möjligt att presentera. För att alla fyra rengöringssystem skulle finnas representerade valdes att använda *smart gate* två gånger. På så vis gavs dessutom utrymme att presentera två olika varianter (se fig. 7-2. B och C) av placeringar vid *smart gate*.

De fyra koncepten utvärderades sedan mot kravspecifikationen genom en Pugh-matris (se appendix 8). Det ur Pugh-matrisen vinnande konceptet var koncept 4B; inbyggda kameror vid *smart gate*, med luftström som rengöring. Problemet att information saknades kring hur väl de olika rengöringssystemen fungerar kvarstod dock, varför utvärderingen inte kunde betraktas som fullständig.

Efter kontakt med Stefan Sjökvist från Termisk Systemteknik, visade det sig att Termisk Systemteknik tidigare har utfört tester med en luftbarriär och att det då visat sig att den endast hade mycket begränsad inverkan på smuts. Metoden var effektiv mot dammpartiklar men verkningslös på större partiklar. Stefan ansåg således inte att en luftbarriär var lämplig för vår applikation, varefter de två koncept som innehöll denna lösning ströks och en iterering av idégenererings- och konceptframtagningsfasen gjordes.

7.3 Iterering

Den iterering av konceptutvecklingsfasen som gjordes resulterade i ett antal nya koncept men gamla koncept behölls även. De nya koncepten bestod främst av vidareutvecklingar och förfiningar av idéer som uppkommit vid den första idégenereringen. En ny idé som uppkom var att använda sig av centripetalkraft som rengöringsmetod. Om en spegel placeras utanför kameran skulle denna kunna rengöras genom att den roterar i hög hastighet. Denna teknik används i så kallade *clear view screens* som finns på båtar och fartyg. Ett cirkulärt fönster roterar mycket snabbt och avlägsnar därmed vatten och smuts från ytan, vilket möjliggör god sikt även vid mycket dåliga väderförhållanden. En värmeslinga kan även appliceras för att avlägsna eventuell kvarvarande fukt.⁷⁵

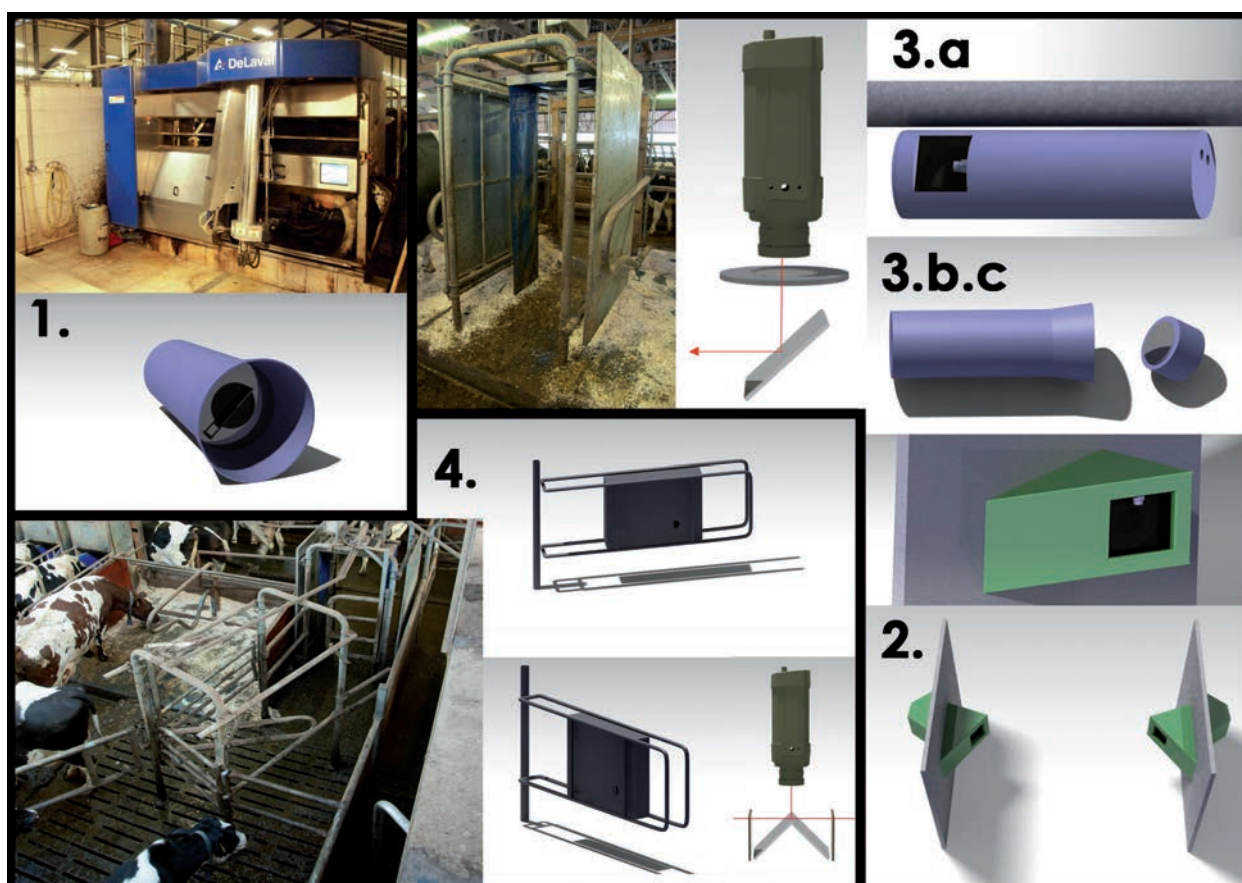
Det var dock osäkert vilken effekt denna typ av lösning skulle ha på den smuts som produkter i ladugården utsätts för. Dessutom skulle det hastigt roterande objektet eventuellt kunna innebära en fara för korna och rimligtvis en förkortad livslängd hos produkten. Då idén ändå var intressant behölls den som en variant av ett av koncepten.

Rengöringsmetoden luftström, vilken strukits på grund av bristande funktionalitet, ersattes bland de nya koncepten med ångrengöring. Spegelkonceptet utvecklades till att även innefatta en variant där spegeln placerades utanför kamerahuset, en idé som berörts tidigare. Detta skulle medföra fördelen att spegeln, som är mindre kostsam att byta ut än kamerafönstret, är den del som placeras mest utsatt. Spegeln skulle dels kunna rengöras med ånga och dels skulle rengöring med hjälp av centripetalkraft kunna tillämpas. Det koncept vid separationsgrinden som tidigare fanns med behölls men med skillnaden att linsskydd valdes som enda rengöringsmetod då luftströmsrengöringen var struken. Om linsskyddet endast öppnas när kon går förbi är kamerafönstret endast exponerat för smuts en kort tid. Vid tillfällen då fönstret ändå bli smutsigt innebär konceptet att manuellt utförd rengöring krävs. Det ska dock tilläggas att det rimligen är just när korna passerar en plats som platsen i fråga riskerar att utsättas för smuts.

Följande koncept valdes ut för utvärdering (se fig 7-4, och fig 7-5);

Koncept
1. Placering vid mjölkrobot, rengöring med tvättande torkare.
2. Inbyggd placering vid <i>Smart gate</i> , rengöring med ånga
3.a Spegelkoncept vid <i>Smart gate</i> , rengöring med ånga
3.b Utanpåliggande spegelkoncept vid <i>Smart gate</i> , rengöring med ånga
3.c Utanpåliggande spegelkoncept vid <i>Smart gate</i> , rengöring med roterande spegel
4. Placering i separationsgrind, hålls ren med hjälp av linsskydd

Figur 7-4. Koncept till delredovisning



Figur 7-5. De redovisade koncepten med placeringar

Koncepten utvärderades först mot kravspecifikationen och därefter mot varandra i ny elimineringsmatris (se appendix 6). Situationen var dock densamma som vid tidigare utvärdering. Då information rörande de olika rengöringsmetodernas funktionalitet och uppfyllande av kravspecifikationen saknades kunde någon väsentlig rangordning eller eliminering inte göras. Istället sammanställdes för- och nackdelar hos respektive koncept samt vilken ytterligare information som krävdes för att ett väl underbyggt val av koncept skulle kunna göras (se appendix 5). Koncepten med dess för- och nackdelar samt de frågeställningar som fanns kring respektive koncept sattes samman till den presentation som sedan hölls vid delredovisningen.

7.4 Delredovisning för klasskamrater och handledare

Efter att klasskamrater och handledaren uppmanats att ”uppmärksamma möjligheter och brister hos de olika koncepten samt gärna komma med förslag på nya kombinationsmöjligheter mellan rengöringsteknik och placering” uppkom följande tankar och idéer;

När bajsar korna och i vilken riktning? För att avgöra hur stort behovet var av rengöring vid de olika positionerna samt för att hitta en positionering och vinkel som skulle innebära mindre risk för nedsmutsning fick vi förslaget att utföra en kartläggning av kornas bajsande nästa gång vi skulle ut till lantbrukarna.

Hur lång tid tar det för apparaturen att upptäcka att kon har mastit? En student uppmärksammade att vi visste att produkten klarade av att mäta juvertemperaturen hos en ko i rörelse men att vi inte visste hur lång tid det tog för den att utvärdera ifall kon hade mastit eller inte. Det vill säga hur lång tid det tar innan lantbrukaren uppmärksammas. Ifall den tiden är lång hinner kanske, beroende på produktplacering, kon mjölkas klart innan lantbrukaren vet att kon behöver behandling.

Utforma kamerahuset som ett långt rör. Ifall det sitter ett långt rör framför kamerafönstret ansågs risken för nedsmutsning minimal. Samtidigt skulle det innebära att eventuell rengöringen skulle bli mycket jobbig att utföra för lantbrukaren.

Flyktigare vätska i torkaren skulle kunna resultera i enklare rengöring eftersom den enklare blåses eller rinner av samt att den torkar fortare.

En yttre spegel ansågs enklare att rengöra jämfört med ett yttre kamerafönster på grund av skillnaden i rep- och värmetålighet mellan materialen. Den ekonomiska aspekten på grund av skillnaden i materialkostnad upplevdes också tala för att spegeln och inte kamerafönstret exponerades mot användningsmiljön.

7.5 Delredovisning för användare

Vid delredovisningen för användarna uppkom följande information;

Respondenterna uttryckte en positiv inställning gentemot alla koncept som presenterades. Inget generellt favoritkoncept utkristalliserades. Några gillade det inbyggda konceptet vid *smart gate* bäst eftersom det såg smidigt ut medan andra såg kostnads fördelar med att bara ha en kamera, som i konceptet vid separationsgrinden. Att korna passerar *smart gate* oftare än mjölkroboten sågs som en fördel eftersom lantbrukarna vill ha en så kontinuerlig övervakning som möjligt. Placeringen vid mjölkrobot sågs dock fortfarande som en naturlig och bra placering. Lantbrukarna betraktade alla presenterade rengöringstekniker som realistiska. I övrigt uppkom följande under delredovisningstillfället;

Tryckluft används redan i stor utsträckning i ladugårdar där mjölkrobot används vilket gör att det där finns en kompressor som levererar mellan sex och åtta bar. Förutom att kameran på mjölkrobotens robotarm torkas med hjälp av tryckluft styrs separationsgrinden och *smart gates* rörelse med tekniken. Det kan bildas kondens i kompressorn vilket kan leda till problem eftersom det kan göra att munstycken droppar.

Att dra el, vatten eller tryckluft till de olika placeringsförslagen upplevde inte respondenterna som något större problem. *"Man kan ju åka till månen så det går nog att få ordning på"*. Det påpekades dock att långa vattenledningar riskerade att frysa på vintern men att det var enkelt att ordna genom att dra en värmeslinga i närheten av eller i vattenledningen. En respondent påpekade att de har problem med järn i vattnet vilket gör att ventiler och munstycken täpps igen. Järnhalten trodde respondenten berodde på att han har egen brunn och en lösning han föreslog var att sätta in någon typ av filter. Att gå ut till *smart gate* eller separationsgrind en gång i veckan för att fylla på exempelvis fem liter destillerat vatten tyckte lantbrukarna lät rimligt. *"Nyttan avgör jobbet, ju mer nytta desto mera jobb är okej"*.

Ett mått som används vid planering av gångar i ladugården med avseende att beskriva minimalt utrymme utan att kotrafiken försämras är 80 cm. Mellan plåtarna i *smart gate* är avståndet 110 cm. Viktigt att notera angående placering vid *smart gate* var att även om produkten är ordentligt fastsatt i interiören finns det tillfällen då korna springer in i *smart gate* och får hela grindanordningen att gunga vilket talade emot att ha produkten uppdelad i två separata delar som måste anpassas gentemot varandra. En respondent hade upplevt problem med *smart gates* fotocell som hade skadats på grund av åverkan från korna. Om produkten skulle placeras nära markhöjd trodde lantbrukarna att den riskerade att utsättas för mycket våld i form av sparkar och knäningar från korna. Exakt i vilka riktningar och i vilken höjd kor sparkar samt hur hård en spark kan vara hade lantbrukarna svårt att avgöra.

På sommaren är det fullt med flugor i ladugården. De attraheras av ljus och värme och bland annat är ovansidan av ladugårdarnas armaturer ofta täckta av flugbajs.

Ännu en gång påpekas det att kor kommer slicka och bita på allt i början men senare vänja sig och inte notera produktens existens. Kornas förmåga att adaptera till nya omständigheter sades även gälla ljud. Om produkten skulle placeras i närheten av kornas liggbås och samtidigt föra mycket oväsen kunde det möjligtvis påverka korna den första veckan men sedan inte innebära något problem.

Respondenterna upplevde inte att produkten var i vägen för lantbrukarens arbete vid placering på dennes sida av mjölkroboten. På en av gårdarna stod dock två mjölkrobotar, tillhörande åtskilda kogrupper placerade med baksidorna mot varandra och i mitten var kontrollrummet placerat. Där fanns ingen plats för någon kamera och planlösningen var enligt lantbrukaren relativt vanligt, åtminstone i hans

närområde.

En nackdel med det inbyggda konceptet, koncept 2, ansågs vara att den exakta positioneringen antagligen behövde definieras direkt. Respondenterna var övertygade om att produkten skulle behöva en provningsmetod med finjustering av t.ex. kameravinkel och kamerahöjd.

Lantbrukarna på en gård med Lelyrobot och fri kotrafik ansåg endast en placering vid mjölkroboten som intressant eftersom de varken hade *smart gates*, separationsgrindar eller envägsgrindar. De trodde att produkten skulle vara relativt enkel att placeras på deras mjölkrobot om den kunde fästas vid rörsystem.

Försöket med pappersark som placerades på placeringsförslagen visade att smutsackumuleringen inte hade den omfattning som ladugårdarnas utseende och lantbrukarnas kommentarer gav intryck av. T.ex. passerades flera kor genom mjölkroboten utan att pappersarket placerat på "kosidan" av mjölkroboten smutsades ner. Någon större skillnad mellan de olika placeringarna kunde inte noteras bland annat eftersom några av pappersarken blev uppätta av nyfikna kor.

7.6 Delredovisning för uppdragsgivare samt val av koncept

Vid delredovisning för uppdragsgivare användes samma presentation som vid delredovisningen för klasskamrater och handledare. Denna var dock kompletterad med information om arbetsprocessen. Följande kommentarer uttrycktes av representanter från uppdragsgivaren angående de presenterade koncepten;

Två stora fördelar med en placering vid mjölkrobot ansågs vara att lösningen var "*suveränt enkel och långt från korna*" samt att den skulle innebära att kameran var mycket synlig för lantbrukaren och ladugårdens besökare vilket är ett viktigt ur marknadsföringssynpunkt för uppdragsgivaren. Att positioneringen skulle innebära att produktens två kameror placerades olika långt ifrån mjölkroboten och kon bedömdes dock som "*otajf*". Agricam trodde inte att placeringen på robotens framsida där det, på grund av rummets utformning, är ett relativt långt avstånd till kojvret skulle innebära något problem.

En del av representanterna uttryckte att de hade den inbyggda placeringen vid *smart gate* som favorit eftersom de trodde att det skulle innebära att produkten skulle bli mer än bara en kamera. Argumentet att en *smart gate* ibland används för två mjölkrobotar och att det då skulle bli mer lönsamt för lantbrukaren att placera kameran på *smart gate*, jämfört med på mjölkrobot, ansågs onödigt eftersom produkten måste vara lönsam för det antal kor som vanligtvis är knutna till en mjölkrobot.

En av representanterna valde spegelkonceptet vid *smart gate* som favorit eftersom denne ansåg att det skulle innebära en "*kompakt och häftig produkt*". Vidare tyckte personen att tekniken från spegelkonceptet var applicerbart på alla positioner. En annan representant påpekade att om produkten konstruerades så att den kunde placeras på flera olika platser i ladugården kan Agricam sälja en tjänst där någon kommer ut till gården och kontrollerar vilket placeringsalternativ som är bäst.

Konceptet vid separationsgrinden krävde att kameran kunde filma på en prisma av två speglar för att anpassa filmningsvinkeln efter separationsgrindens position. En av de inom värmekamerateknisk utbildade representanterna trodde inte på prisma-lösningen eftersom värmekameran inte har oändligt skärpedjup. Att använda en av prismats speglar åt gången skulle innebära en avskärmning av hälften av kamerans synfält och på grund av detta skulle alla kamerans pixlar påverkas. Istället föreslogs att kameran kunde fästas vid en spegel och att både kamera och spegel vrids med separationsgrindens rörelse. Dock förbehöll man att prisma-lösningen kan fungera och detta borde testas innan den kan uteslutas. Vidare trodde ingen av representanterna att det fanns någon problematik med att placera spegelmaterialet mycket nära kameraobjektivet. Dock tyckte de att denna positionering såg ut att vara utsatt.

Agricam ställde sig även frågande till om det fanns lätthanterliga komponenter att använda för ångrengöring. En av representanterna var dessutom tveksam då eventuell temperaturhöjning av kamerafönstret skulle kunna försvåra kalibreringen. Däremot tyckte de att rengöring med hjälp av

spolning lät mycket attraktivt. Som referensprodukt för att förtydliga vilket vattentryck det pratades om nämndes de spolare bilar använder sig av för att rengöra strålkastare.

Angående att få bort vätskan efter tvättning tyckte Agricom att tryckluft var bra men att det nog inte skulle krävas någon torkning vid val av rengöringsmetoden ånga eftersom den antagligen skulle dunsta av sig själv. Woodeye⁷⁶ nämndes som exempel på produkt med system för torkning med tryckluft. Produkten hålls ren med en kraftig tryckluftsstöt var femte minut. Termisk systemteknik har tidigare erfarenheter från rengöring med hjälp av spolare och torkarblad. Denna teknik har fungerat bra men de var oroliga att det skulle kunna bli problem med eventuellt grus som skulle kunna repa kamerafönstret vilket gjorde att de inte tyckte att det var en ideal lösning.

Att temperaturen i ladugårdar kan gå ner mot -15 grader var inte något som Agricom hade övervägt. En av representanterna trodde att tekniken kunde ta skada av så låga temperaturer och var övertygad om att kalibreringen skulle få stora svårigheter att fungera. Problemet skulle kunna lösas genom att tillföra en extern värmekälla, men uppdragsgivaren ansåg att det skulle "lämnas därhän" så länge.

Ett av de initialt uppkomna kraven, där kameran skulle sitta en centimeter från kamerafönstret, diskuterades och det framkom att kravet saknade grund och därför förkastades det. Storlekskravet på att kamerafönstret skulle vara sex centimeter i diameter gällde då kamerafönstret var placerat en centimeter från objektivet. Det egentliga kravet var istället att kamerafönstrets storlek inte skulle begränsa kamerans synfält.

Efter diskussion bestämde sig Agricom för att gå vidare med en mer universell, kompakt lösning som gick att applicera på många ställen. Därför ville de att spegelkonceptet skulle vidareutvecklas och anpassas mot placering vid, i huvudsak, *smart gate* och mjölkrobot. Inget beslut togs huruvida kamerafönstret skulle placeras innanför eller utanför spegelmaterialet men en av representanterna påpekade att "en kompakt kamera vore snygg". Det framkom även att ifall kamerafönstret placerade innerst skulle rengöring av både spegelytan och kamerafönstret behövas.

Angående rengöringsmetod beslutades att de olika rengöringsteknikerna skulle testas av uppdragsgivaren under en tvåveckorsperiod för att undersöka ifall vald rengöringsteknik verkligen fungerade och var applicerbar i ladugården. Därefter skulle man återkomma med resultat av undersökningen, ett definitivt val av rengöring samt specifikationer kring denna.

Uppdragsgivaren återkom med beslut om att använda spolning med vatten som rengöringsteknik samt tryckluft för att påskynda torkningen. Som komplettering till detta skulle lantbrukaren behöva utföras en regelbunden rengöring i syfte att lösa eventuella fetter.

7.7 Sammanfattning

Under konceptutvecklingsfasen kombinerades framtagna placeringar och rengöringsmetoder med varandra och idéer genererades kring hur placeringen av kameran skulle kunna lösas närmare i detalj på respektive plats. En idé som framkom beträffande placering vid *smart gate* var att bygga in kameraenheterna i de plåtar som finns vid *smart gate*. En annan idé, som skulle kunna tillämpas oavsett placering, var att använda ett reflekterande material för att rikta om IR-strålningen. Detta skulle även möjliggöra en lösning där kameran kan ta bilder åt två håll.

Efter utvärdering av de koncept som tagits fram beslutades att en iterering av konceptutvecklingsfasen skulle göras. Itereringen resulterade främst i förändringar av koncept som tidigare tagits fram. Ett av koncepten som valdes ut byggde på placeringen vid roboten och rengöring med hjälp av torkare. Ett annat koncept byggde på placeringen där en kamera integreras i separationsgrinden och IR-strålarna riktas om så att kameran tar bilder åt två håll. För detta koncept valdes linsskydd som rengöring. Beträffande placeringen vid *smart gate* fanns ett antal varianter på konceptet. En av dessa varianter var att bygga in kameran i plåtarna vid *smart gate*. En annan variant var att använda sig av spegelkonceptet som byggde på idén att rikta om IR-strålningen. Spegeln skulle antingen kunna placeras innanför eller utanför själva kamerahuset. För koncepten vid *smart gate* valdes huvudsakligen ånga som rengöringsmetod.

76 Woodeye, 2011

Efter delredovisningen beslutades att gå vidare med spegelkonceptet, med möjlig placering både vid *smart gate* och vid mjölkrobot. Som rengöringsmetod valdes spolning med vatten samt torkning med hjälp av tryckluft. Spegeln skulle dels kunna placeras inne i kamerahuset och dels kunna placeras så att både spegeln och germaniumfönstret utgör yttertor, se fig 7-6.

Efter konceptutvecklingen kunde följande krav adderas till kravspecifikationen;

- Ska kunna placeras i anslutning till *smart gate* och mjölkrobot
 - Ska kunna fästas på rör och väggar.
- Rymma värmekamera ur serier FLIR 300
 - Ska innehålla ett tomt utrymme på minst 75x75x270 mm
- Ska vara utformad så att den tål att kor biter och slickar på den alternativt placeras så att det inte är möjligt
- Ska klara närvaro av flugor och flugbajs
- Ska inte försämra kotrafiken
- Klara kraven för kapslingsklass IK09
- Inga objekt som stör värmestrålning får förekomma i kamerans synfält mellan kamera och mätobjektet
- Objektivfönstrets ska vara tillräckligt stort för att inte begränsa synfältet vid användning av 90 graders objektiv
- Ytan ska hållas ren genom spolning av vatten
 - Vattnet ska kunna rengöra hela fönsterytan
- Ytan ska hållas torr genom att den blåses med tryckluft
 - Tryckluft ska kunna torka hela fönsterytan
- Vatten och tryckluft måste kunna transporteras fram till munstyckena vid fönsterytan
- Ska vara synlig för lantbrukaren
- Demontering av produkten ska medges
- Slangarna ska gå att fästa i munstycken och i varandra.

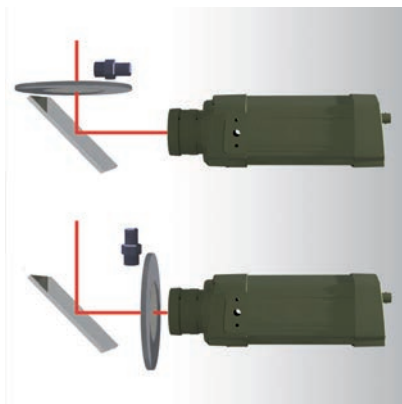


Fig 7-6 Spegelkoncept med olika placeringar av germaniumglaset

8 Vidareutveckling av valt koncept

Nedan presenteras det resultat som framkom under arbetet med vidareutveckling av koncept. Kapitlet innefattar idégenerering, konceptframtagning, tillverkningsanpassning, utvärdering samt iterering. I slutet av kapitlet sammanfattas de beslut som tagits under vidareutvecklingsarbetet.

8.1 Idégenerering och konceptframtagning

Eftersom idégenereringen utfördes parallellt med tillverkningsanpassningen påverkade resultaten från respektive arbete varandra. Under arbetet med tillverkningsanpassning framkom att kamerafönstret måste placeras direkt efter keralinsen, så att både kamerafönstret och spegeln är ytterytor. Därför bygger de idéer som presenteras nedan på denna placering av kamerafönstret.

8.1.1 Stötdämpning och tätning

För att utveckla en kombination av stötdämpning och tätning av produkten utvecklades en lösning där kameran delas upp i ett ytter- och ett innerskal där innerskalet står för tätningen medan ytterskalet skyddar mot mekanisk påverkan. Ytterskalet skulle då även kunna ha en estetisk funktion genom att dölja de monteringsdelar som används för att fästa själva kameran i innerskalet. Vidare skulle uppdelningen kunna medföra ett utrymme i vilket slangar kopplade till rengöringssystemet kan dras. I detta utrymme skulle slagarna kunna hållas skyddade mot korna utan att de befinner sig i den IP66-klassade delen av produkten. Genom att göra denna uppdelning med ett yttre skal som skyddar och omsluter det inre kan dessutom känslan av kvalitet, robusthet och tillförlitlighet stärkas.

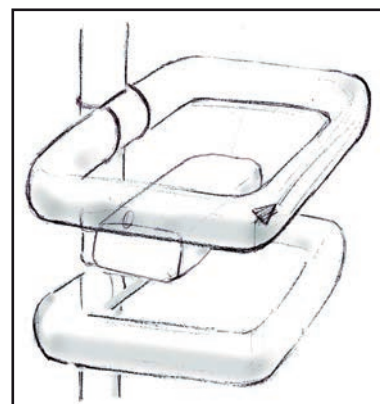


Fig 8-1 Skiss på störtbåge

En annan idé som framkom var att försöka kontrollera var eventuella slag och stötar från djuren träffar produkten (se fig 8-1). Detta skulle kunna göras genom att delar som sticker ut mer än resterande delar på produkten skapas. Denna lösning skulle innebära att alla delar av produkten inte behöver tåla exempelvis en spark från en ko. Att hela produkten ska tåla en kospark skulle i praktiken skulle vara svårt att realisera. Genom vetskapen om i vilken punkt eventuella stötar kommer att träffa produkten blir det enklare att räkna ut var och hur kamerahuset behöver göras styvare.

En del av denna idé var att låta en del av kamerahuset sticka ut något framför produktens ömtåligare delar, kamerafönstret och munstyckena (se fig. 8-2). Den utstickande delen skulle fungera som ett hinder för kor och människor att stöta i dessa delar. Dessutom skulle den utstickande delen automatiskt frambringa ett visst avstånd till korna, vilket skulle kunna garantera en minsta storlek på synfältet.

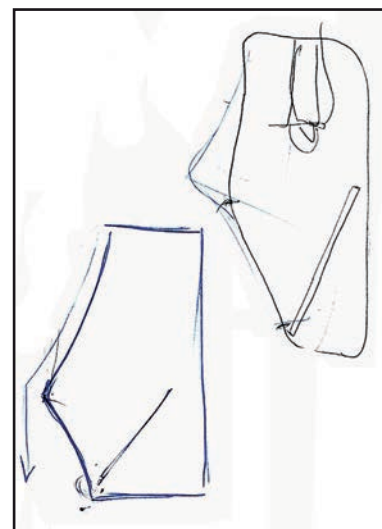


Fig 8-2 Skiss på kamera med utstickande del

För att reducera antalet hål in till den IP66-klassade delen av produkten skulle det vara fördelaktigt att dra ut alla kablar och eventuella slangar ur kamerahuset på samma plats. Färre hål innebär färre platser att täta och underlättar därmed uppfyllandet av skyddsklassen.

8.1.2 Montering och installation

Två olika förslag på hur kameran skulle kunna placeras i kamerahuset togs fram under idégenereringen. Det ena förslaget var att kameran skulle monteras på en platta som i sin tur är fastmonterad i bakänden på

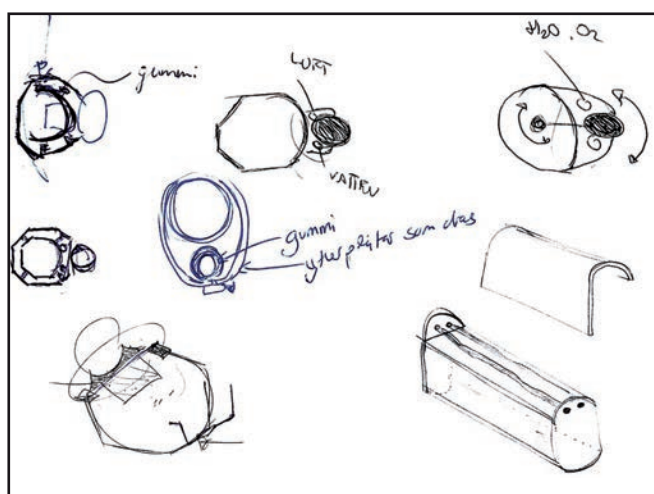


Fig 8-3 Skisser på tvärsnitt av skyddande plåtkoncept

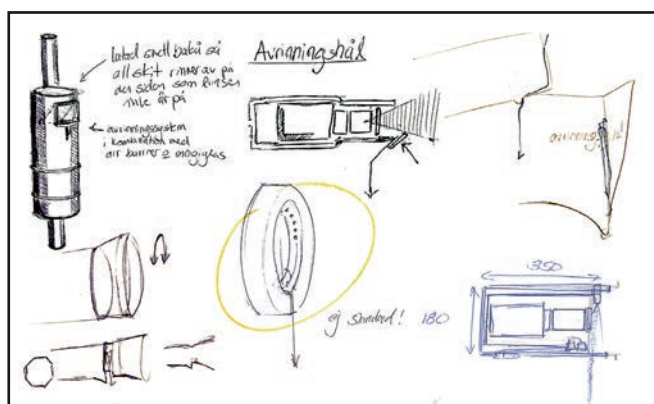


Fig 8-4 Koncept med avrinning

kameran. Med kameran på plats på plattan skulle sedan modulen kunna skjutas in i kamerahuset och fixeras med hjälp av skenor inne i kamerahuset. Därefter kan bakänden av kamerahuset skruvas fast i resten av kamerahuset med en tätning emellan. Det andra förslaget var att göra kamerahuset öppningsbart eller delbart. I så fall skulle kameran kunna monteras direkt i kamerahuset varefter kamerahuset försluts med skruvförband.

Utifrån referensprodukter gjordes antagandet att kameran antagligen skulle bli relativt tung. De placeringar som var aktuella för produkten var på en låg höjd. Därför lades fokus på hur installationen skulle kunna utföras utan skaderisk. Ett förslag, med syfte att minska antalet moment som skulle behöva utföras under påverkan av lasten från kamerans tyngd, var att installera kameran på samma sätt som en dörr installeras. Först sätts två fästen fast på t.ex. ett rör. Därefter hakas kameran på och slutligen ansluts slangar och kablar. Ett annat förslag var att använda någon form av inställningsrattar för höjd- och rotationsvinkel, vilket skulle förenkla finjusteringen av kamerans riktning. Att lösa finjusteringen på ett enkelt sätt tillverkningsmässigt ansågs ha högst prioritet men det var även önskvärt att finjusteringen skulle vara enkel med avseende på kognitiva och fysiska aspekter för montören.

I syfte att skapa en smidig överföring av vatten, luft och kablage togs ett förslag fram där kameran integrerades med de stänger som finns i ladugården. Förslaget innebar att kamerahuset skulle monteras fast genom att det späns fast med hjälp av en omgivande plåt (se fig. 8-3). Montering skulle innebära att slangarna och kablarna skulle kunna överföras från kamerahuset till stängsystemet under den skyddande plåten. Ett annat förslag var att använda någon typ av gemensamt skydd som omsluter slangarna och kablarna under övergången där emellan.

8.1.3 Rengöring

Om en del som sticker ut framför kamerafönstret används som skydd och denna utformas koniskt (se fig. 8-4), likt ett traditionellt solskydd som används för systemkameror, drogs slutsatsen att en avrinningsvinkel skulle behövas för att transportera bort vatten efter rengöring. I kombination med, eller som alternativ till, avrinningsvinkeln (se fig. 8-4) skulle vattenflödet ytterligare kunna kontrolleras genom att en avrinningskanal (se fig. 8-4) skapas med en lägsta punkt, vid vilken vattnet lämnar kameran. En sådan punkt skulle, förutom av praktiska skäl, kunna vara fördelaktig ur estetiska avseenden, exempelvis beträffande styrd ansamling av smuts.

Ur tankarna kring att styra vatten och luftflöde uppkom också idén att vinkla kamerafönstret, spegeln och övergången där emellan så att en bana skapas av ytorna, i vilken vatten och luft kan spolras och blåsas så att samtliga ytor rengörs. Lösningen skulle bland annat innebära att kamerafönstret lutar i förhållande till kameran. I och med att värmestrålningen knappt bryts i germaniumet skulle den enda effekten bli att fönstret skulle behöva vara något större jämfört med om det sitter parallellt med kamerallinsen.

För att utveckla en metod som innebär att det alltid finns en ren och torr spegel att spegla värmestrålningen

mot formades en idé som byggde på att två speglar, placerade på var sin sida av en rotationsmodul, används. När en av speglarna används rengörs den andra. Vid slutet av ett rengöringstillfälle skulle tryckluften som används kunna vända rotationsmodulen så att den nyss tvättade spegeln vinklas om och en ren, torr spegel kommer i position för filmning. Tydliga problem som sågs var hur metoden skulle lösas rent tekniskt och hur speglarna skulle skyddas.

Efter installation och eventuell finjustering av produkten är tanken att lantbrukarens enda interaktion med kamerahuset ska vara när grundligare rengöring utförs. När lantbrukaren ska rengöra produkten vill han antagligen inte överraskas av vatten- eller luftströmmar. Samtidigt underlättar det om han slipper bära ut vatten till produkten. Därför föreslogs ett reglage i anslutning till produkten, vilket startar vattenrengöringen men inte tryckluften. Det skulle innebära att lantbrukaren kan använda sig av det vatten som redan är draget till kameran samt att nästa rengöringsomgång inte drar igång under tiden som lantbrukaren själv rengör kameran. Vidare är det, med tanke på den manuella rengöringen som kommer att utföras av lantbrukaren, viktigt att små och svåråtkomliga utrymmen inte skapas på produkten. Den manuella rengöringen bör kunna ske snabbt eftersom kameran kommer att vara lågt placerad och rengöring av den troligtvis kommer att medföra en dålig arbetsställning.

Ett förslag rörande hur vatten och luft ska spridas över de ytor som ska rengöras var att använda sig av ett munstycke som kan utföra både vattenrengöring och avblåsning. Det skulle innebära att färre komponenter krävs än vid användning av två, ta mindre plats samt rimligen lösa det eventuella problemet med att vattenmunstycken droppar. Vilka behov av andra komponenter ett sådant munstycke skulle innebära och huruvida munstycket finns som standard var dock oklart.

I syfte att minska antalet munstycken föreslogs också y-delade munstycken med ett inlopp och två utlopp. Ett sådant munstycke skulle kunna rengöra två ytor, både spegel och fönster, samtidigt (se fig 8-5). Även i det här fallet var det oklart om standardkomponenter finns tillgängliga.

Med hjälp av mock-up-modellerna och CAD-skissen som togs fram parallellt i och med arbetet med tillverkningsanpassning identifierades olika utrymmen i vilka munstyckena skulle kunna placeras. Det utrymme som ansågs lämpligast att använda sig av var utrymmet vid sidorna av spegeln och kamerafönstret.

En annan placering som utvärderades och gav koncept för rengöringen var i utrymmet mellan spegeln och kamerafönstret. Där skulle ett rör, i vilket det borrats flera små hål, kunna placeras. Röret skulle kunna användas som en typ av sprinkler för vatten och eller tryckluft. Röret skulle möjligtvis även kunna placeras hela vägen runt respektive objekt som ska rengöras. Röret skulle rimligtvis vara relativt enkelt att tillverka. Dock skulle det sannolikt vara problematiskt att hitta det som standardkomponent.

Under idégenereringen diskuterades även ett förslag där rengöringsanordningen fälls ned framför ytorna vid rengöring och annars är inskjuten i kamerahuset. Den utskjutande rörelsen skulle kunna utföras med hjälp av vatten eller lufttrycket i slangen.

8.2 Tillverkningsanpassning

Nedan presenteras resultat från beräkningar av synfält, identifiering av komponenter för automatiserad rengöring och från insamling av information om applicerbara material och tillverkningsmetoder.

8.2.1 Synfältet

För de två objekten och för kameran var linsstorlek och spridningsvinkel kända. Vid antagande att kameran utnyttjade ett cirkulärt, symmetriskt synfält kunde synfältets storlek som funktion av avstånd från lins räknas ut enligt följande formel (se fig 8-5 och 8-6):

$$D = d + 2x \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

D = diameter på synfält

d = diameter på kameranlins/objektivlins

X = avstånd från lins

α = spridningsvinkel

Synfält uppställt mot avståndet från linsen visade att om Agricams önskemål om att kamerafönstrets diameter maximalt skulle vara 80mm och 90°-objektivet ämnade användas, fick kamerafönstret max vara placerat 29,5 mm från objektivlinsen. Ur tabellen kunde även avståndet till kon för att uppnå ett visst synfält beräknas. En uppskattning på att ett kojuver är 600 mm i diameter visade att det måste filmas från ett avstånd på minst 289,5 mm med 90°-objektivet för att täcka in hela juvret i samma bild.

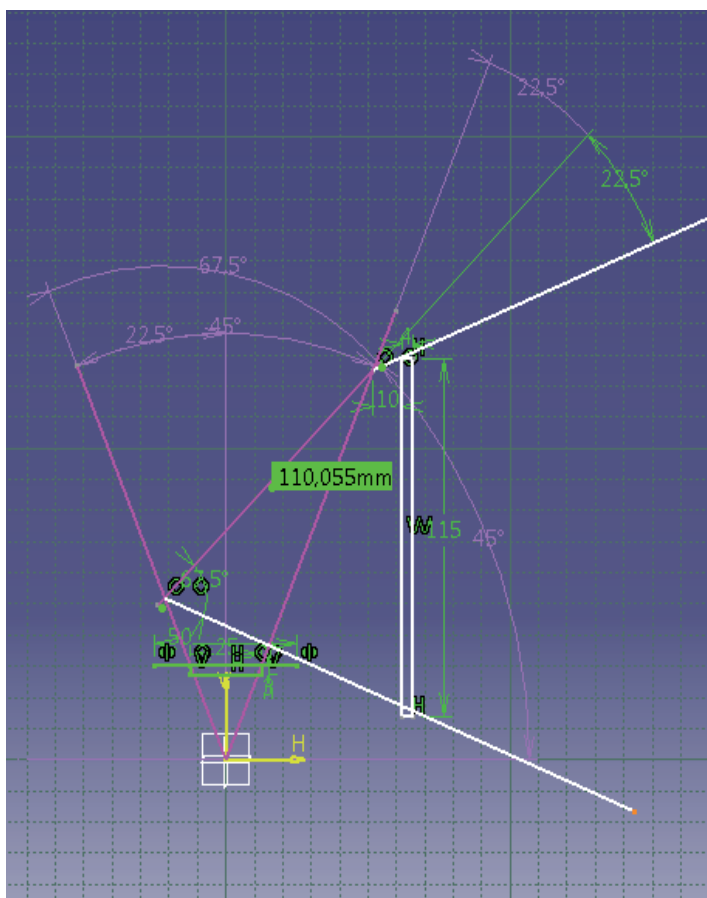
Objektiv	Inget	A	B
Spridningsvinkel (°)	25	45	90
Diameter (mm)	25	25	21
Avstånd från lins (mm)	Diameter på synfält (mm)		
10	29,43389325	33,284271	41
20	33,86778651	41,568542	61
29,5	38,0799851	49,4386	80
30	38,30167976	49,852814	81
40	42,73557301	58,137085	101
50	47,16946626	66,421356	121
60	51,60335952	74,705627	141
70	56,03725277	82,989899	161
80	60,47114602	91,27417	181
90	64,90503928	99,558441	201
100	69,33893253	107,84271	221
110	73,77282578	116,12698	241
120	78,20671903	124,41125	261
130	82,64061229	132,69553	281
140	87,07450554	140,9798	301
150	91,50839879	149,26407	321
289,5	153,3612097	264,82965	600
500	246,6946626	439,21356	1021
1000	468,3893253	853,42712	2021
1000	468,3893253	853,42712	2021
5000	2241,946626	4167,1356	10021

Figur 8-5. Synfältets variation med objektiv och avstånd

Vid utveckling av CAD-skisser av synfälten gjordes följande antaganden:

- Hela objektivfönstrets diameter utnyttjas
- Kamerafönstret är 4 mm tjockt
- Det krävs 5 mm på varje sida om kamerafönstret för att fästa det
- Vid placering direkt efter objektivlinsen krävs ett avstånd på 5 mm mellan kamerafönster och objektivlins.

Redan de första skisserna visade att det skulle bli svårt att placera kamerafönstret ytterst, oavsett om 45°- eller 90°-objektivet användes. Hålet i kamerahuset skulle behöva vara mycket stort för att ett tillräckligt stort synfält skulle ges. Vid placering av spegeln i 45° vinkel gentemot objektivfönstret skulle spegeln vara tvungen att vara ca 110 mm stor för att utnyttjande av hela objektivets synfält skulle möjliggöras. Det skulle innebära att kamerafönstret minst skulle behöva vara ca 115 mm i diameter. Om kamerasskyddet skulle vara cylindriskt så skulle kamerafönstret vid denna placering helst behöva följa den cylindriska formen.



Figur 8-6. Skiss på hur stort hålet blir med 45°-objektivet och yttre kamerafönster

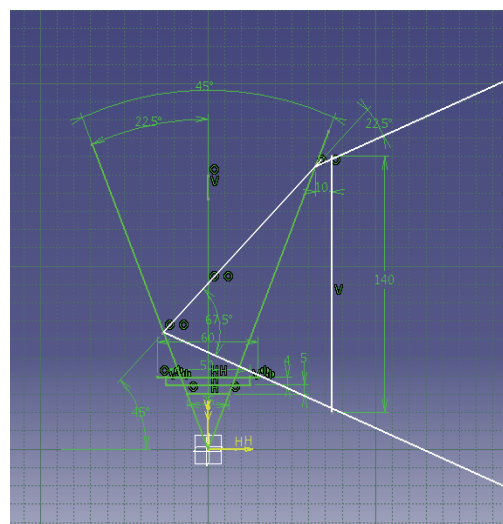
I annat fall skulle kamerahuset behöva bli mycket stort. Det är osannolikt att det skulle vara möjligt att åstadkomma med ett germaniumfönster. Därför uteslöts möjligheten att placera kamerafönstret ytterst och beräkningar gjordes istället på hur stort hålet i kamerahuset skulle bli om kamerafönstret placerades direkt efter objektivet, innan spegeln (Se fig. 8-6, 8-7 och 8-8).

Skisserna av 90°-objektivets synfält visade att synfältet växte för snabbt för att objektivet skulle kunna användas. Vid placering av kamerafönstret mellan kameralinsen och spegeln samt med spegeln i 35° vinkel gentemot objektivfönstret var spegeln tvungen att vara över 250 mm stor för att möjliggöra utnyttjande av hela synfältet. Dock skulle hela synfältet med denna placering ändå inte kunna utnyttjas då en stor del av synfältet kommer att upptas av att kameran filmar sig själv. Inte heller med en vinkel på 45° mellan objektivfönstret och spegeln kommer hela synfältet att kunna utnyttjas då delar av synfältet hamnar utanför spegeln. Om 90°-objektivet ändå skulle användas skulle kamerahusets diameter minst behöva vara 360 mm och hålet i detta minst 160 mm i diameter.

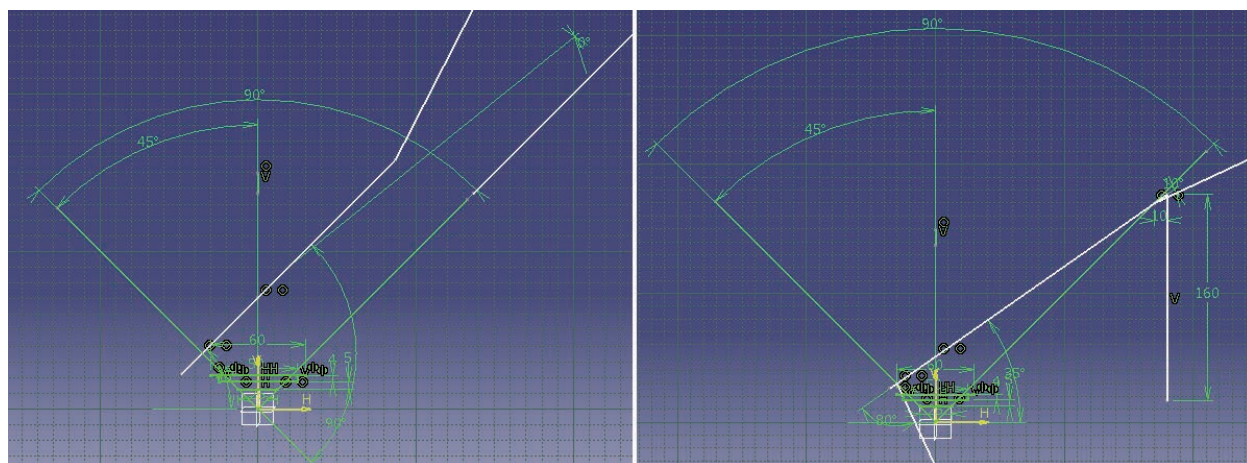
Efter samtal med Agricom bestämdes att 90°-objektivet skulle uteslutas på grund av att det skulle medföra att kameran och hålet blir för stora. Det bestämdes också att det skulle jobbas vidare med det valda konceptet och att 45°-objektivet skulle appliceras trots att det t.ex. bara gav ett synfält på 439 mm på 500 mm avstånd från objektivfönstret, vilket skulle kunna innebära problem vid placering vid t.ex. *smart gate*.

Skisserna på synfältet vid användande av 45°-objektivet, med kamerafönstret placerat direkt efter objektivlinsen, visade att kamerahuset skulle behöva vara ca 140 mm i diameter och att hålet skulle behöva vara ungefär 140 mm stort.

Mock-up-modellen som byggdes för att skapa en uppfattning om hur kamerahuset skulle se ut i verkligheten hade ett cirkulärt tvärsnitt på 150 mm i diameter och ett hål med 150 mm i diameter. Mock-up-modellen (se fig 8-10.) visade att kamerahuset skulle exponera ett par av produktens ömtåligaste delar, kamerafönstret och spegeln, och att den således skulle bli mycket känslig för eventuella sparkar och stötar från korna. Därmed ansågs det inte möjligt för konceptet att uppfylla kravspecifikationen. Agricom kontaktades återigen och beslut togs att lämna spegelkonceptet med motiveringen att det omöjliggör tillräckligt skydd för kameran. Istället skulle det jobbas vidare med samma placering av kameran och med samma rengöringsteknik men utan den spegel som vinklar om värmestrålningen. Detta arbete beskrivs under kap 7.3 Iterering.



Figur 8-7. Skiss på hur stort hålet blir med 45°-objektivet och inre kamerafönster



Figur 8-8. Skisser på hur stort hålet blir med 90°-objektivet och kamerafönster

8.2.2 Rengöringskomponenter

Efter kontakt med försäljare på Exair, Thooome, Abeja, Camozzi Pneumatik AB, Spraying systems och Ventim AB insågs att följande komponenter skulle behövas för det rengöringssystem som Agricom valt;

- Slangar för transport av vatten och tryckluft
- Munstycken för vatten och luft
- Slangkopplingar mellan munstycken och slangar
- Kulventiler för att möjliggöra manuell strypning av vatten och luftflöde
- Magnetventiler för att möjliggöra automatisk styrning av vatten och luftflöde
- Backventil för vattnet för att undvika dropp

Eftersom Agricom inte lämnat vidare specifikationer bestämdes de krav rengöringen skulle ställa på vattenflöde och luftflöde efter rekommendation från Anders Sundström, försäljare på Spraying Systems Sverige AB. Detta för att möjliggöra motivering av val av komponenter. Minimalt vattenflöde valdes till två liter per minut och minimalt luftflöde valdes till 50 liter per minut. Enligt Sundström skulle det räcka gott och väl för att rengöra en yta på 360 mm², förutsatt att rengöringen varar i några sekunder och att den utförs relativt frekvent.

Slangar

Anders Fritzén⁷⁷, försäljare på Camozzi Pneumatik AB, rekommenderade en polyamidslang med innerdiameter på 1/8 tum för både tryckluft och vatten (PA-5.0/3.2-silvergrå-100). Slangen klarar temperaturer mellan -40°C och +80°C, arbetstryck upp till 29 bar (vid 23°C) och väger 12,2 gram per meter.⁷⁸

Munstycken för vatten och luft

Kravet för munstyckena var att de skulle spreja vatten respektive luft över hela kamerafönstret och för att kamerahuset skulle kunna göras så litet som möjligt var det ett önskemål att de skulle vara så små som möjligt. Efter att ha diskuterat vanliga munstycken, specialmunstycken och luftknivar med flera återförsäljare identifierades två munstycken som kunde uppfylla kravspecifikationen och hade lämpliga monteringsmöjligheter och dimensioner i förhållande till kamerafönstret.

2" *Super Air Nozzle* är ett specialmunstycke från Exair som i princip fungerar som en liten luftkniv. Det vill säga att den ger ifrån sig en ridå av luft. Munstycket är 50x50x20 mm stort och väger 624 gram. Luftöppningen är 38 mm bred och kan leverera upp till 622 liter luft per minut. För att munstycket ska fungera bör inte kamerafönstret vara bredare än 38 mm eftersom munstycket inte sprider luften i sidled.

⁷⁹

Unijet, Spray Nozzle - wideangle spray with floodjet spray tip är en lösning från Spraying Systems som består av en huvudkropp med invändig eller utvändig gänga, backventil, munstycke och munstyckeshållare. Lösningen fungerar som munstycke både för tryckluft och för vatten. Vid applicering av tryckluft kan backventilen kopplas bort. Munstyckesdelen är utbytbar. Här finns bland annat lösningar som levererar luften vinkelrätt med munstycket. Lösningen är kompatibel med 1/8 tums slang och vid 4 bars tryck är spridningsvinkeln 133° och den kan leverera upp till 2,3 liter vatten per minut. Ihopmonterat blir

77 Anders Fritzén, 2011

78 Camozzi, 2011

79 Exair, 2011

munstycket ungefär 50x20x20 mm och väger 70 gram. Munstycket består av rostfritt stål.⁸⁰

Slangkopplingar

För att koppla ihop munstycken med slangar krävs slangkopplingar. För att koppla ihop ett munstycke med en utvändig gänga med en 1/8 tums slang med ytterdiameter på 5 mm fungerar slangkopplingen 6463 5-1/8 från Camozzi. Kopplingen är ungefär 25x13x13 mm och väger 14 gram. Kopplingen består av rostfritt stål.⁸¹

Magnetventil

Efter kontakt med Ventim AB identifierades fem ventiler som uppfyllde kravspecifikationen. Av dessa valdes den minsta och billigaste, VM8612, som är ungefär 56x30x25mm och väger 130 gram. När den har en innerdiameter på 2.3 mm har den ett KV-värde på 0.014 m³/h. Det vill säga, fullt öppen släpper den igenom 140 liter vatten i timmen vid ett bars tryck. Vattenslangen avses kopplas upp mot det befintliga vattensystemet, vilket medför ett tryck på runt tre bar. VM8612 är kompatibel med 1/8 tums slangar.⁸²

Kulventil

Thoome har en kulventil, 12mm M Spak SB Bårebo, som är kompatibel med 1/8 tums slangar och som fungerar för både tryckluft och vatten. Kulventilen kopplar fast slangarna med hjälp av klämringskopplingar och är tillverkad av zinkad mässing och lackad aluminium.

Mock-up-modeller

De mock-up-modeller som tillverkades under projektet, visas i fig 8-9.



Figur 8-9. Mock-up-modeller

8.2.3 Material och tillverkningsmetoder

Metaller

Följande information inhämtades vid möte med Maria Knutsson Wedel⁸³;

Enligt Maria Knutsson Wedel bör nitning som fogningsteknik undvikas eftersom det medför stor risk för korrosion. Istället rekommenderar hon TIG-svetsning, bultning eller skruvförband med vakuumbutning.

Om lackning blir aktuellt bör det utföras i flera lager och med olika typer av speciallack eftersom en välriktad spark från en ko enkelt kan repa och skada lacken. Inspiration kan hittas i den lackmetod som används för skogsmaskiner.

Plåtar av "ultrahårda" material bör ej bockas i exakt 90°-vinklar på grund av att de kommer fjädra tillbaka i enlighet med den så kallade *spring back*-effekten.

Företaget Boj, som tillverkar hästtransporter, använder sig av en gummibeläggning som de sprutar på det aluminiumbaserade hästtransportsgolvet. Metoden ger enligt Wedel ett gott skydd mot urin och saltvatten. Gummibeläggningen har en mycket god vidhäftningsförmåga mot aluminium men hur den är mot andra material kunde Wedel inte svara på.

80 Spraying Systems, 2011

81 Camozzi, 2011

82 Ventim, 2011

83 Maria Wedel Knutsson, 2011

Gällande tillverkare av halvfabrikat på rör att använda i konstruktionen rekommenderar Wedel Sandviken Sandvik Steel som har så kallade skarvlösa rörprofiler. Det vill säga rör i olika utformning utan svetsfogar. Om produkten ska bestå av aluminium förordrar hon istället Sapa AB, som är världens största producent av aluminiumprofiler. Aluminium tål dock ammoniak mycket dåligt, varför produkten i så fall skulle behöva lackeras eller beläggas med exempelvis gummi. Inte heller rostfritt stål tål ammoniak särskilt bra men klarar sig avsevärt mycket bättre än aluminium. Aluminium är dessutom billigare än rostfritt stål. Dock har det sämre formbarhet.

Som applicerbara material ansågs rostfritt stål alternativt valfri metall efterbehandlad med gummibeläggning som lämpligast. Användbara tillverkningsmetoder bedömdes vara bockning, sågning och stansning eller modifikation av halvfabrikat. Passande sammanfogningsmetoder identifierades till svetsning för permanenta fogar och skruvförband med vakuumbätning för ickepermanenta.

Plaster

Följande information inhämtades vid möte med Antal Boldizar⁸⁴;

Plaster är nedbrytbara men inte korrosiva. De tål UV-strålning mycket dåligt men temperaturintervallet i ladugården (-20°C till 40°C) innebär inga problem. Alla plaster klarar inte vatten och urin under konstant exponering men det finns plaster som gör det. Ett krav för eventuell plast som används bör vara att den ska klara konstant exponering av ämnen med pH-värde mellan 5 och 9.

En tillverkningsmetod som Boldizar trodde kunde vara intressant var varmförning, denna brukar vanligtvis användas för stora komponenter i serier mellan 100 och 1000 exemplar.

Vidare påpekar Boldizar att det är viktigt att beakta dimensionsstabilitet, det vill säga hur materialen ändrar storlek på grund av omgivningstemperaturen. Det kan bland annat påverka produktens tätning.

Polyeten är en praktiskt taget inert härdplast som dessutom är slagseg. Polyeten används traditionellt i bland annat tjockväggiga rörapplikationer, som exempelvis avlopps- och dräneringsrör. Det finns stor varians på färgsättning då färg blandas i pulvret. Enligt Boldizar är polyetenrör antagligen det mest kostnadseffektiva röret.

Att använda polypropylen är inte uteslutet men konventionellt finns det inte som rör, vilket gör att materialet kan vara svårt att få tag på som halvfabrikat. Polypropylen är aningen enklare att ytbelägga och måla än polyetylen.

Polyoximetylen är en acetalplast som ofta används till snäppen, kuggjul, propellrar och andra utomhusapplikationer. Plaster är inte speciellt hydrolyskänsligt och har bättre dimensionstoleranser än polyeten och polypropylen. Framförallt är plaster mycket slagseg.

Enligt Boldizar finns det rör som halvfabrikat med möjlighet till invändiga skenor eller gängor.

De flesta plaster har ett brett spektrum med avseende på vilka färger som kan framställas. Det går inte att färga plaster i efterhand, men att trycka på plasterna går. Trycktekniken heter thermoprint och kan bland annat innefatta coronabehandling. Ett exempel där tekniken används är på plastpåsar. Polyeten är svårast att färga och trycka på medan polypropylen är något bättre.

Boldizar föreslår att vi kan dela upp kraven på täthet och slagsegghet så att de endast avser de delar av kameran som har täthet respektive fysiskt skyddande som funktion. På så sätt ges möjlighet att välja olika plaster.

Därmed bedömdes polyeten, polypropylene och acetalplaster som funktionella material samtidigt som halvfabrikat sågs som en förutsättning. Som sammanfogningsteknik ansågs skruvförband med vakuumbätning vara bäst anpassat för ändamålet.

84 Antal Boldizar, 2011

Spegelmaterial

Nedan följer beskrivning av tre spegelglas. Glasen var enligt Renée Karlsson, försäljare på Emmaboda glas⁸⁵, de som bäst passade för applikation i produkten.

Cool Lite SS-120 är ett solskyddsglas som bland annat säljs av återförsäljaren och tillverkaren Saint-Gobain Emmaboda Glas AB. Glaset är i grundutförande 6 mm tjockt och väger 15 kilo per kvadratmeter. Glaset har en solfaktor (*Solar Heat Gain Coefficient*) på 0,30.⁸⁶ Solfaktorn beskriver hur stor andel av inkommande värmestrålning som absorberas av eller passerar genom glaset.⁸⁷ Enligt Renée Karlsson, säljare på Emmabodaglas, reflekteras återstående andel av värmen. Det betyder att Cool Lite SS-120 reflekterar 70 % av inkommande värmestrålning. Emmabodaglas säljer också Cool Lite SS-108 vilket är i princip samma glas som Cool Lite SS-120 men med en annan ytbeläggning. Cool Lite SS-108 har en solfaktor på 0,17 och reflekterar därmed 83 % av inkommande värmestrålning. Slutligen säljer Emmaboda glaset Mirastar som har solfaktorn 0,13 vilket betyder att 87 % av inkommande värmestrålning reflekteras. Glasen används vanligen som solskydd och isolering för att minska uppvärmningskostnader och för att skydda mot direkt solljus. Alla glasen är hårdbelagda och därmed ungefär lika reptåliga som vanligt glas.

8.3 Iterering av vidareutveckling av koncept

Under iterering av vidareutveckling av koncept återanvändes och förädlades de idéer som uppkommit i föregående faser och som även gick att applicera på en kamera utan spegel.

8.3.1 Idégenerering

En idé som uppkom beträffande sätt att skydda kameran mot mekanisk påverkan var att skapa dämpning genom att delvis frilägga kameran från ytterskalet. Ett exempel på hur det skulle kunna förverkligas är genom att dämpning eller fjädring placeras inuti kamerahuset i fästena mellan kameran och skalet, alternativt mellan eventuellt ytter- och innerskal.

En annan metod för att skapa dämpning är med hjälp av en gummibeläggning som placeras på utsidan av kamerahuset där den även kan fungera som ett korrosionsskydd. Om beläggningen används inuti kamerahuset fungerar endast materialet som dämpning.

Att skapa en stark punkt i konstruktionen för att möjliggöra kontroll av var korna stöter i kameran och hur stötarna fortplantar sig var en idé som uppkom under den första idégenereringen. En kombination av idén om en starkare punkt och idén om uppdelning av kamerahuset i flera delar som kom fram var att placera störtbågar runt kameran där risk för sparkar från korna finns. Störtbågarna bör i så fall placeras så att kamerans synfält inte skymms och så att risken för kontakt med resterande delar av produkten minimeras.

Vidare uppkom en idé som skulle innebära att kamerahusets längd kan minimeras. Genom att inte dra ut produktens kontaktdon horisontellt ur bakänden, vilket kan förefalla naturligt, utan istället dra ut kontaktdonen i vertikal riktning kan en kortare produkt erhållas. Donen skulle antingen kunna dras ut från kamerans botten eller dras ut vertikalt från bakänden (se fig 8-10). Den sistnämnda idén skulle dock kräva en specialkonstruktion.

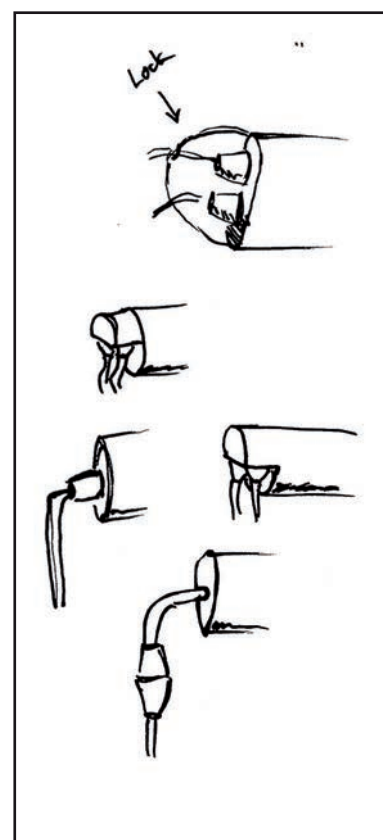


Fig 8-10 Skisser på lösningar för kontaktdon

85 Renée Karlsson, 2011

86 Emmabodaglas, 2011

87 Rockwool, 2010

Ett problem som diskuterats är kornas nyfikenhet och hur vatten och luftslangar ska skyddas från denna. Ett alternativ till den idé som tidigare uppkommit, att dra slangarna mellan ett ytter- och innerskal, skulle kunna vara att slangarna dras utanpå kamerahuset men byggs in i en plåtkonstruktion. Denne skulle i så fall inte behöva vara IP66-klassad.

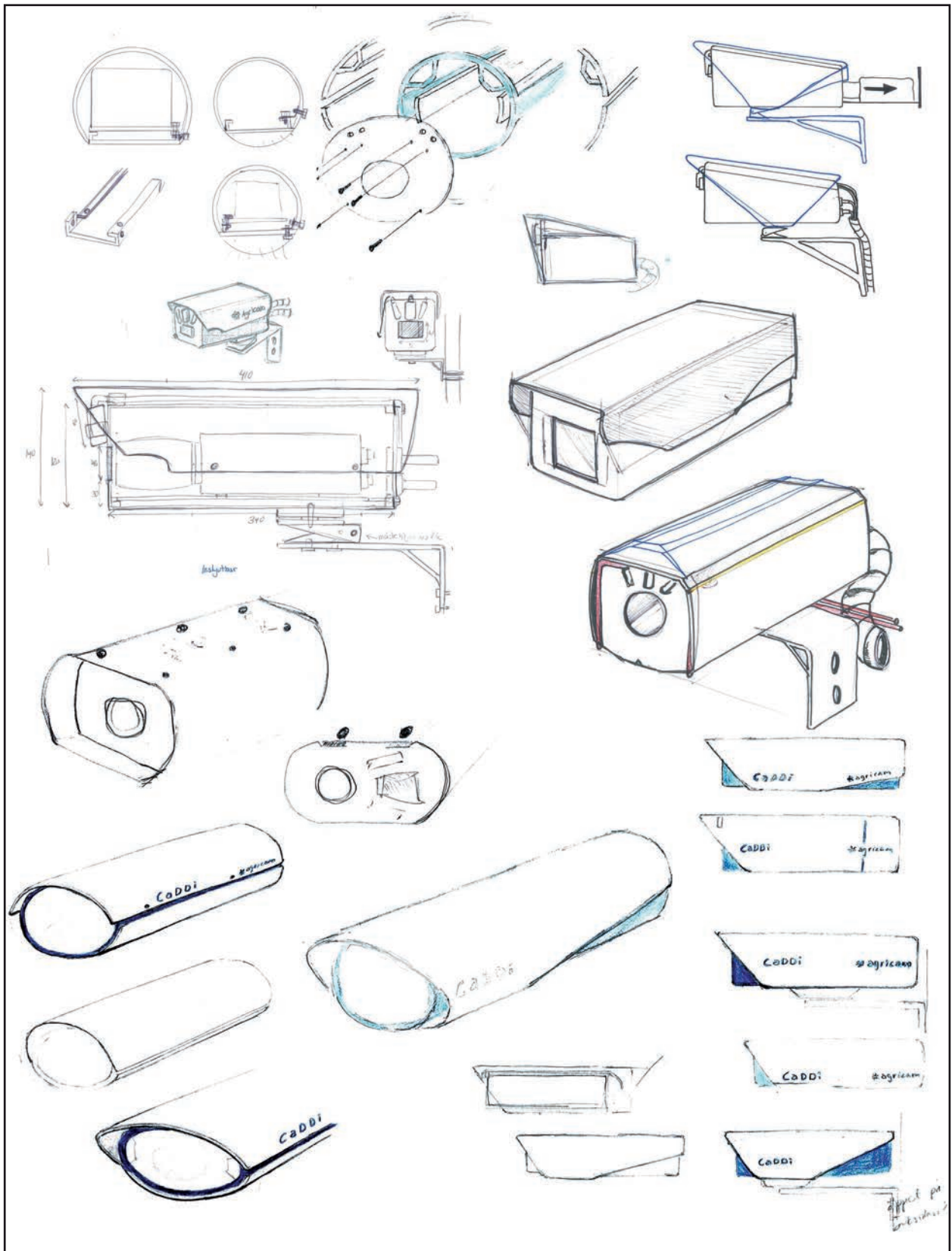
Ytterligare en idé som uppkom var att en grundform på ett enkelt sätt skulle kunna göras mer intressant genom tätningar medvetet görs synliga. Genom att jobba med tätningarnas färg och placering kan dynamik och riktning skapas i formen.

8.3.2 Kontroll mot kravspecifikation och uppdragsgivare

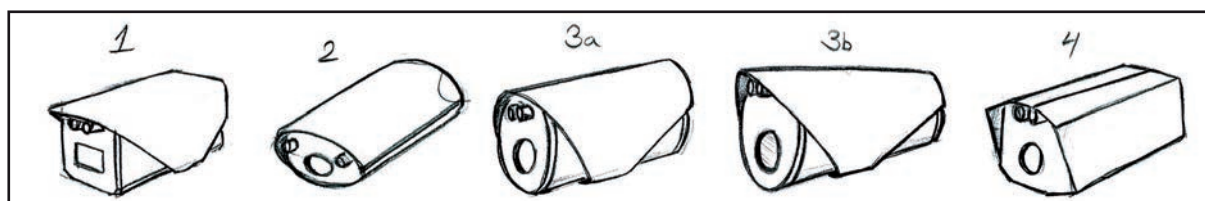
Efter den andra idégenereringsfasen, men innan några koncept hade satts ihop fullständigt, diskuterades hur de nya valen från Agricam skulle påverka möjligheten att uppfylla kravspecifikationen. Ett problem som uppdagades var att placeringen vid *smart gate* skulle innebära att kamerorna blir mycket utsatta för kornas nyfikenhet och närgångenhet och svåra att skydda från detta. Då spegelkonceptet inte längre var avsett att användas och kamerorna således kommer att sticka ut kommer kornas utrymme vid passage genom *smart gate* att minska och korna löper ökad risk att slå i kamerahuset. På grund av detta identifierades en konflikt mellan kraven om att skydda kameran och kravet att uppnå det uttryck som Agricam önskade. Därför kontaktades Agricam, som tyckte att det var viktigt att kamerans ”*wow-effekt*” prioriteras. Det som bestämdes var därför att konceptframtagningen skulle fokusera på en kamera som uppfyller kraven om det önskade uttrycket och kan placeras vid mjölkrobot. Då kameran placeras vid *smart gate* kommer den att byggas in i plåtarna för att skyddas, likt i det inbyggda koncept som presenterades vid delredovisningen.

8.4 Konceptframtagning

Konceptframtagningen genererade ett tiotal koncept som byggde på idéer från de två idégenereringsfaserna, de tillverkningsmetoder och material som identifierats under tillverkningsanpassningsfasen samt de komponenter som skulle behövas för det av Agricam valda rengöringssystemet. Av de framtagna koncepten (se fig 8-11) valdes fem ut för vidareutveckling och utvärdering (se fig 8-12).



Figur 8-11. Framtagna koncept från idegenereringen



Figur 8-12. Valda slutkoncept från idegenereringen

Koncept 1 (se fig. 8-12, 1) var uppbyggt av bockad rostfri plåt. Det hade ett tak fastskruvat i grundkroppen med syfte att tillföra skydd för munstycken och kamerafönster samt ge produkten ett stabilt och skyddat intryck. De två munstyckena var placerade ovanför ett rektangulärt kamerafönster. Det rektangulära fönstret valdes för att minimera kamerafönstrets storlek. Eftersom värmekamerans sensor använder sig av en rektangulär bild använder värmekameran inte hela synfältet som ett runt kamerafönster erbjuder. Takets form syftade till att tillföra dynamik och riktning till produkten. Hur kameran skulle placeras och fästas inuti kamerahuset var inte fastslaget.

Koncept 2 (se fig 8-12, 2) bestod av två sammansatta, lätt ovala rörhalvor där den övre rörhalvan var något längre än den undre, så att den stack fram och skyddade munstyckena från direktkontakt med korna. Rörhalvorna skulle kunna bockas fram eller ha sitt ursprung i färdiga rörprofiler. Materialet var avsett att vara antingen rostfri plåt eller någon typ av hårdplast. Mellan rörhalvorna hade konceptet en tydlig delningslinje, skapad antingen genom att tätningsmaterialet låtits vara synligt eller genom att linjen givits en accentfärg. De två munstyckena placerades snett ovanifrån det cirkulära eller ovala kamerafönstret. Kamerahuset var öppningsbart genom att den övre fastskruvade kamerahalvan kunde skruvas loss och plockas av.

Koncept 3 (fig 8-12, 3a) tillverkades med hjälp av två rör. Ett mindre rör med skenor på insidan, vilket formade huvudkroppen och ett lite större rör som skars till och skapade ett ytterskal. Ytterskalet syftade dels till att skydda munstyckena och dels till att ge dynamik och rörelse till produkten. Konceptet var tänkt att tillverkas av färdiga rörprofiler i hårdplast eller rostfri plåt. Kameran var fäst på i en platta, vilken fördes in genom att bakändan. Plattan fixerades av inre skenor i huvudkroppen.

Koncept 4 (fig 8-12, 3b) var likt koncept 3, men för att minska storleken och för att skapa ytterligare dynamik och rörelse var det yttre röret utbytt mot ett sluttande rör som omslöt det inre röret precis så att huvudkropp och munstycken fick plats. Därav formades produkten likt en kon.

Koncept 5 (fig 8-12, 4) var ett koncept uppbyggt av bockad plåt som hade ett lutande tak i syfte att minska storleken på produkten och skapa riktning. Framsidan var insänkt i huvudkroppen för att munstyckena skulle skyddas från kontakt med korna.

8.5 Utvärdering och val av koncept

Nedan presenteras resultatet av den utvärdering som följde. I utvärderingen användes Pugh-matris, kontroll mot användare samt en matris över de design- och konstruktionsparametrar som varierade mellan koncepten.

8.5.1 Pugh-matris

Pugh-matris ett och pugh-matris två (appendix 7) gav följande resultat, se fig 8-13.

Resultat, Pugh-matris 1						Resultat, Pugh-matris 2					
Koncept	1	2	3	4	5	Koncept	1	2	3	4	5
Totalsumma	0	0	1	5	1	Totalsumma	-9	-13	-7	0	-6
Rangordning	3	3	2	1	2	Rangordning	4	5	3	1	2

Figur 8-13. Sammanställning av pugh-matriser med koncept 1 respektive koncept 4 som referens

Enligt resultatet av analysen uppfyller därmed koncept 4 kravspecifikationen bättre än de andra koncepten. Det bör noteras att skillnaderna är relativt små.

8.5.2 Kontroll mot användare

När potentiella användare ombads rangordna utformningsförslagen efter deras tycke och smak svarade endast fyra av sju tillfrågade. Vid poängsättning med 3 poäng för förstaval, 2 för andra och 1 för tredje blir resultatet enligt tabell nedanför som visar att Koncept ett, två och fyra uppskattades mest av bönderna (se fig. 8-14).

Respondent\Koncept	1	2	3	4	5
a				3	
b	3			2	
c	1	3	2		
d	1	3			2
Summa	5	6	2	5	2
Placering	2	1	4	2	4

Figur 8-14. Sammanställning av utvärdering mot användare

Följande kommentarer och motiveringar gavs;

"Det är viktigt att det inte är några vassa kanter så att korna kan skada sig. Samtidigt bör den vara robust för att kunna stå emot yttre våld"

"Det är svårt att ha några synpunkter på utformningen när man inte vet var kameran ska placeras, men rent generellt måste man tänka på att var den än placeras så kommer den att utsättas för smuts och fukt, i klartext koskit, urin och vatten. Kanske också flugskit. Den måste alltså tåla detta och vara lätt att göra ren. Rundade former är kanske lättare att spola rent. Men för att få ner formatet och kanske göra placeringen mer flexibel är nog en kantigare modell att föredra"

"Vi väljer förslag nr 2, på grund av den släta utformningen med få utstickande detaljer där det kan fastna smuts"

"Nr 2 ser smidigast ut och är troligen lättast att placera."

8.5.3 Design- och konstruktionsparametrar

Det nya konceptet som skapades genom att design- och konstruktionsparametrar som ansågs mest fördelaktiga kombinerades, hade följande attribut;

- Stänkskärm: Används eftersom det skyddar mot smuts samt skyddar munstycken och kamerafönster från kontakt med korna.
- Bottendel: I bockad plåt med relativt platt form eftersom kameran då kan fästas stabilt, direkt mot undersidan, vilket innebär billiga och enkla tillverkningsmetoder.
- Överdell: I bockad plåt med relativt platt form eftersom det är enkelt att tillverka och håller nere antalet tillverkningsmetoder.
- Material: Rostfri plåt eftersom det är korrosionsbeständigt, relativt billigt och passar tillverkningsmetoden. Finns som halvfabrikat.
- Öppningsmekanism: Ur bakänden eftersom det är enklast att täta. För att kunna plocka ut kameran genom bakänden skruvas kameran fast underifrån på en fästplatta. Då det går att dra ut hela fästplattan ur kamerahuset är det enkelt att komma åt undersidan av kameran.
- Kabelinfästning: På baksidan av kamerahuset eftersom det möjliggör vald öppningsmekanism.

- Sammanfogningsmetod för öppning: Skruvförband eftersom det är enkelt, billigt och flexibelt.
- Rengöringsslangar: Dras under tak, i ränna eftersom det är ett bra sätt för att dela upp kamerahuset i två skyddade delar där endast den ena är IP-klassad. Ingen stor risk för vätskesamlingar som leder till korrosion.
- Montering av konsol för fastsättning: Underifrån eftersom det är symmetriskt och ger flexibilitet beträffande andra val.
- Fastsättning av kamerafönstret: Med skruvförband, o-ringar och plåt eftersom det blir tätt och gör fönstret enkelt att byta ut.
- Frontvägg för slangar: Ja, eftersom det ger en åtkomlig plats att fästa munstyckena i och hindrar smuts och väta att ta sig in under taket.
- Bakvägg för slangar: Ja, eftersom det hindrar smuts och väta att ta sig in under taket.
- Skyddsvägg framför rengöring: Nej, eftersom det försvårar för lantbrukaren att utföra manuell rengöring.
- Sammanfogningsmetod för ytor: Svetsning eftersom det är enkelt, snabbt och billigt.
- Fastsättning av kamerahus i konsol: Extra fästdel som svetsas fast, eftersom det innebär färre hål som behöver tätas enligt IP66-klass.
- Tak: Ja, eftersom det ger skydd för rengöringsutrustning och kamerahuset och får kamerahuset att se skyddat ut.
- Skärning på tak: Ja, eftersom det ger designmöjligheter och kan göra att produkten ser lättare och smidigare ut.

8.5.4 Pugh-matris

Pugh-matris tre (appendix 7, fig 8-15) där koncepten utvärderades mot kombinationskonceptet (K) som referensprodukt visade att kombinationskonceptet uppfyllde kravspecifikationen bäst.

Resultat, Pugh-matris 3						
Koncept	K	1	2	3	4	5
Totalsumma	0	-13	-12	-4	-1	-3
Rangordning	1	6	5	4	2	3

Figur 8-15. Sammanställning av pugh-matris med kombinationskonceptet som referens

8.5.5 Slutgiltigt val

Slutligen valdes att gå vidare med kombinationskonceptet (se fig 8-16 och lista i kap 8.5.3) eftersom dess ingående konstruktions- och designparametrar ansågs mest fördelaktiga, eftersom pugh-matriser och kontroll mot kravspecifikation visade att den hade god möjlighet att uppfylla kravspecifikationen samt eftersom bedömningen, bland annat med grund i kontroll mot användarna, gjordes att den på ett bra sätt skulle kunna passa in i ladugården och locka till köp hos lantbrukarna.

8.5.6 Sammanfattning

Under vidareutveckling av valt koncept utfördes tillverkningsanpassningsarbete parallellt med att idéer och koncept genererades. Idéer togs fram för stötdämpning, tätning, montering, installation

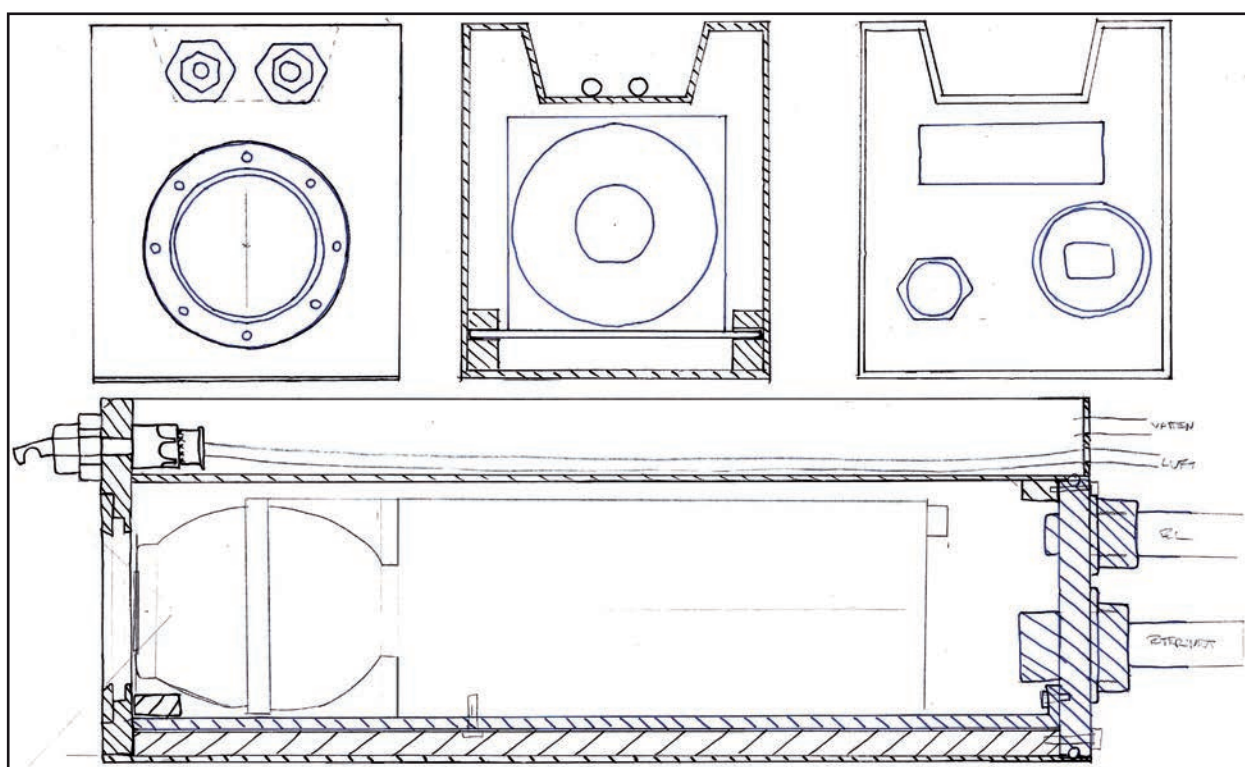


Fig 8-16 Ritning på det slutgiltiga konceptet

och rengöring. Beträffande rengöringen identifierades användbara komponenter, såsom slangar, munstycken, slangkopplingar och ventiler. Som ytterligare en del i tillverkningsanpassningen gjordes beräkningar på kamerans synfält, vilka resulterade i att det bestämdes att kamerafönstret skulle placeras intill kamerallinsen. Dock visade det sig att det hål som skulle behöva finnas i kamerahuset för att kamerans synfält skulle tillgodoseas skulle bli så stort att spegeln skulle bli mycket svår att skydda. Därmed togs beslutet att inte gå vidare med spegelkonceptet utan istället fokusera vidareutvecklingen på en kamera utan spegel. En iterering av processen gjordes således och efter kontroll mot uppdragsgivaren och ytterligare justeringar togs fem nya koncept fram. Efter utvärdering, som skedde med hjälp av pugh-matris, kontroll mot användarna och en matris över de design- och konstruktionsparametrar som varierade mellan koncepten kunde ännu ett koncept sättas samman och det var detta koncept som slutgiltigt, efter ytterligare utvärdering, valdes att gå vidare med.

Konceptet var uppbyggt av ett inner- och ett ytterskal där ytterskalet även fungerar som skydd för slangar, munstycken och kamerafönster. Slangarna dras i ett utrymme mellan inner- och ytterskalet och endast innerskalet är IP66-skyddat. Konceptet består av rostfri, bockad plåt som till största delen svetsas samman. Även skruvförband används då skyddet ska kunna öppnas så att kameran, som är monterad på en vagga, kan dras ut ur skyddets bakände. Undertill har konceptet en fästianordning, i vilken en konsol som kan installeras på exempelvis en vägg kan fästas.

Efter vidareutveckling av koncept kunde följande krav adderas till kravspecifikationen;

- Ska kunna placeras vid anslutning till envägsgrind

- Ska vara så kort som möjligt i kamerans längsriktning inklusive kablage
- Medge manuell samt elektrisk strypning av vattenflödet
 - Produkten ska innehålla magnetventil för att kunna styra vattenflödet elektriskt
 - Produkten ska innehålla kulventil för att kunna styra vattenflödet manuellt
- Spolning ska ske med vatten direkt från befintligt vattensystem
- Ska medge att en lysdiod ska kunna placeras så att det går att se ljuset utifrån
- Vid rengöring ska 2l vatten per minut appliceras på kamerafönstret
- Medge elektrisk strypning av luftflödet
- Vid rengöring ska 50 liter luft per minut appliceras på kamerafönstret
- Mätning ska kunna utföras 5 minuter efter rengöring
- Ska innehålla vatten munstycken för att kunna spreja vatten över hela fönsterytan.
- Ska innehålla slangar för att transportera fram vatten och tryckluft till munstyckena vid fönster ytan
- Ska innehålla tryckluft munstycke för att kunna blåsa luft över hela fönster ytan.
- Ska innehålla slangkopplingar för att kunna fästa slangar i munstycken och i varandra.
- Agricams logotyp ska finnas på och synas på produkten.
- Ska färgsättas så att den matchar Agricams profil.
- Justeringar av installation ska medges
- Avlägsnande från vägg eller rör ska medges
- Vikten ska vara låg
- Arbetsställning vid montering får inte vara skadlig
- Enkel montering ska medges
- Montering ska ej kräva specialverktyg
- Montering ska ej kräva specialkompetens
- Tillverkning och sammanställning får ej ta lång tid

9 Detaljerad utformning

Här presenteras resultat från stegen utformning av konstruktion, HTA- och Reba-analyser, utformning av CaDDi Future samt visualisering.

9.1 Utformning av konstruktion

Vid framtagningen av kamerahusets konstruktion delades arbetet naturligt in i fem huvudområden bestående av innerskal, rengöringsanordning, ytterskal, vagg samt konsol.

9.1.1 Innerskal

Produktens innerskal var från vidareutvecklingsfasen redan relativt genomarbetat med skalenliga skisser på ingående komponenter (se fig 8-16 och fig 9-1). Återstående beslut gällde framförallt hur de ingående delarna skulle sammanfogas. Beträffande detta beslutades att i största möjliga utsträckning använda svetsning som sammanfogningsmetod då denna metod innebär att fogarna enkelt görs täta. Antalet icke permanenta skarvar minimerades således, vilket förenklar upprätthållandet av kapslingsklassen.

Innerskalet byggs enligt konceptet upp genom att en undre bockad plåt svetsas ihop med en övre bockad plåt (fig. 9-2). Även kamerans framstycke och en platta för hopskrivning med den fästordning som ska användas svetsas fast i innerskalet.

Vid infästning av kamerafönstret kläms detta fast i framstycket med hjälp av en spänning som skruvas fast med tre insexskruvar. Skarvarna mellan spänningen, kamerafönstret och framstycket tätas med EPDM-gummi i syfte att fungera som tryckavlastning för glaset och för att produkten ska uppfylla kapslingsklassen. Lösningen visas i fig 9-3.

För infästning av spänningen, rengöringsmunstyckena, kontaktdonen och bakstyckets förslutning mot innerskalet, delar som behöver vara utbytbara och demonterbara, används skruvning som sammanfogningsmetod. För detaljerad beskrivning av monteringen, se HTA (appendix 8).

I innerskalet igår; underplåt, överplåt, styrningar för vaggan, underskenor, gängklossar för skruvar, framstycke, spänning för kamerafönster, tätning, kamerafönster, fästplatta samt bakstycke för slangfästen. De visas i fig 9-4.

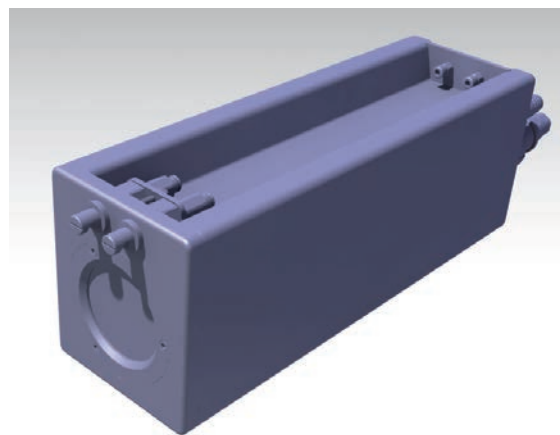


Fig 9-1 Vy överf innerskalet



Fig 9-2 Innerskalets tvärsnitt

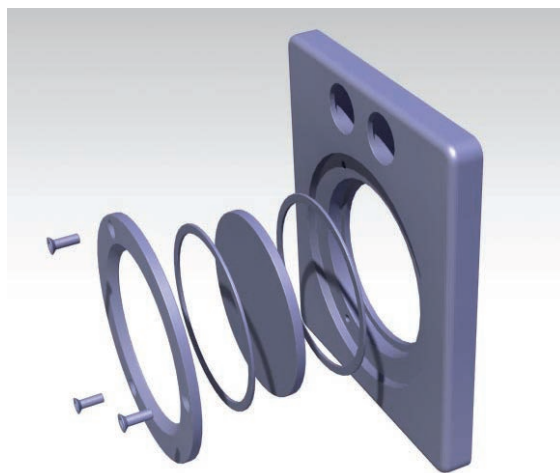


Fig 9-3 Germaniumglasets festsättning i framstycket

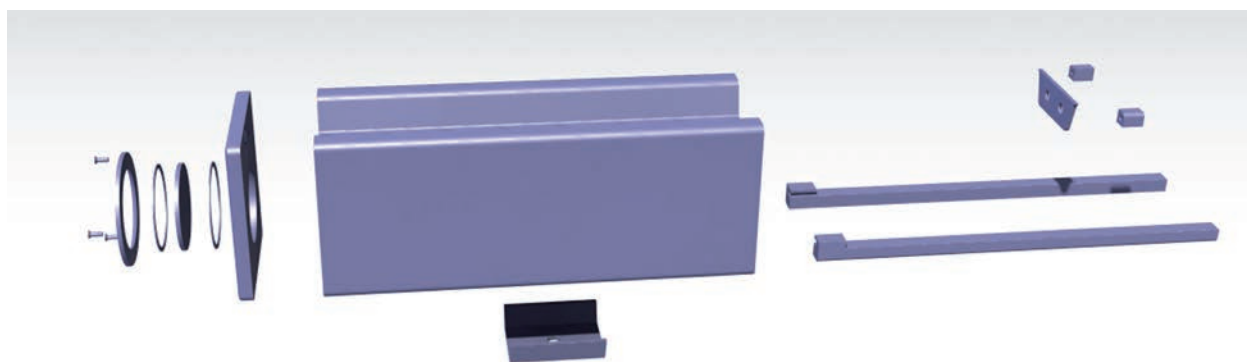


Fig 9-4 Ingående komponenter i innerskalet

9.1.2 Rengöringsanordning

Rengöringsanordningen består av; slangfäste, munstycken, spännplatta, gängstänger, slangklämmor samt slangar. Munstyckena spänns mot framstycket med hjälp av spännplattan och gängstängerna, se fig 9-5. På andra sidan av spännplattan fästs slangklämmorna i munstyckena, vilka sedan ansluter till vatten- och luftslangar.

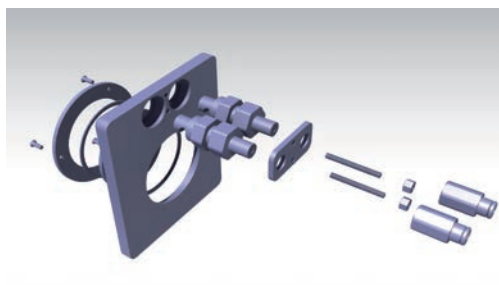


Fig 9-5 Rengöringsanordningens fastsättning i framstycket

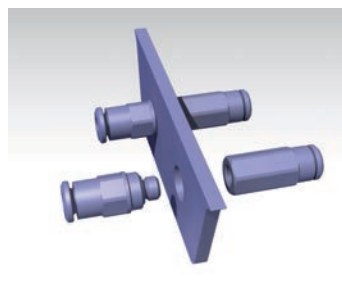


Fig 9-6 Slangklämmor i bakstycket

Där slangarna går ut ur kamerans bakstycke fästs de med hjälp av fyra slangklämmor, två på varje sida av bakstycket. Infästning sker genom att slangklämmans handel gängas fast i slangklämmans handel, som är placerad på andra sidan av bakstycket. Se fig 9-6.

9.1.3 Ytterskal

Vid detaljerad utformning av ytterskalets form fanns många möjligheter till mindre förändringar på detaljnivå. De skisser som togs fram visade olika varianter där mindre justeringar av ytterskalets gjorts. Se fig. 9-7.

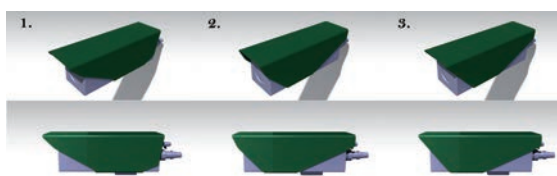


Fig 9-8 Utvärderade koncept på ytterskalet

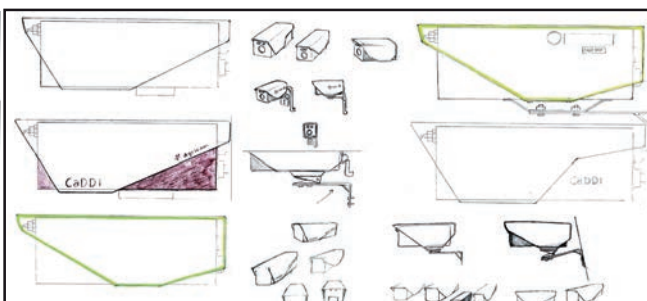


Fig 9-7 Konceptskisser på olika varianter av ytterskalet

I den empiriska studien av takets skärning svarade 11 av 14 respondenter att utav de tre uppvisade koncepten (fig. 9-8) var nr.2 var det förslag som bäst överensstämde med *expression boarden*. Kommentarer var till exempel att nr 2 såg snällare ut jämfört med de andra, bland annat eftersom den hade en trubbigare vinkel på ytterskalets främre del. Med hänsyn till resultatet av studien och till egna reflektioner valdes skal nr.2. Ytterskalet följer innerskalets former och skruvas fast underifrån i gängade hål som fortlöper in i innerskalets underskenor.

9.1.4 Vagga

Den del som innefattar värmekamera, lysdioder, bottenplatta och bakstycke benämns som vagga. Underskenorna som fästs i innerskalet och i vilka ytterskalet sedan skruvas fast när det fästs i innerskalet, syftar även till att fungera som glidskenor för en bottenplatta som ska kunna skjutas in och ut genom innerskalet. I denna platta skruvas kameran fast. Det utrymme som blir mellan plattan och innerskalets botten gör det möjligt för skruvskallarna att få plats. Vaggans bakstycke låses mot gängklossarna i innerskalet, där en tätning av EPDM-gummi kommer att finnas (se fig. 9-9). På vaggan monteras all elektronisk utrustning och då vaggan tas ut blir denna utrustning lättåtkomlig vid reparation och service. I vaggan applicerades två lysdioder eftersom en symmetrisk ljussättning var önskvärt samtidigt som det inte finns fysiskt utrymme för att placera en diod centralt.

Vid bestämning av bakstyckets utformning togs hänsyn till dimensionen på de två chassidon som ska integreras i baksidan samt till att det ska finnas plats för ett tredje don. På bakstycket placeras även ett handtag, vilket ska underlätta utdragning av vaggan ur innerskalet.

I bakstycket gjordes en försänkning för att leda ut slangklämmorna från luft- och vattenslangarna. Genom att inte låta bakstycket följa hela tvärsnittet kan bakstycket och vaggan dras ut utan att rengöringsslangarna följer med (se fig 9-9).

Lysdioderna placerades på vaggan eftersom placeringen innebär synlighet av lysdioderna samt enkel montering då den inte kräver att extra hål i den IP-klassade delen av produkten görs. Anledningen till att de applicerades var att strömförsörjning skulle indikeras enligt kravspecifikationen.

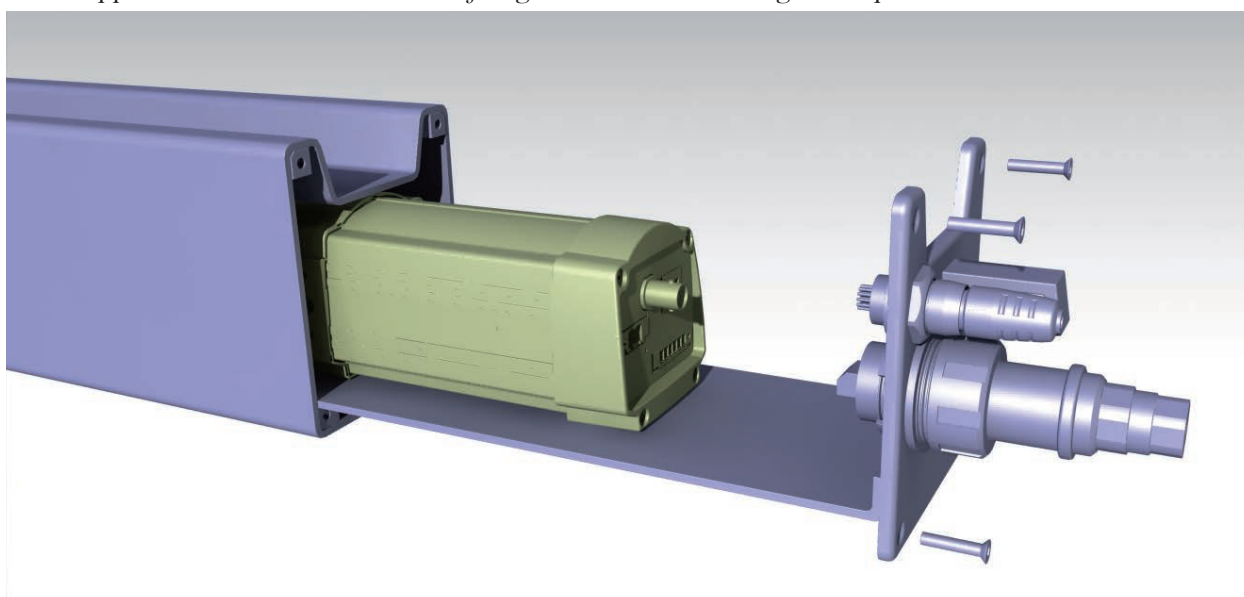


Fig 9-9 Vaggan på väg ut ur innerskalet

9.1.5 Fästordning

En fästordning med syfte att möjliggöra fäste i vägg eller på rör skapades. Vid utformningen av fästordningen togs återigen hänsyn till enkel och billig produktion i korta serier, varför så mycket standardkomponenter som möjligt användes.

Fästordningen innehåller en konsol, ett ställbart gångjärn samt, vid fäste på rör, två avgasklämmor (se fig. 9-10). Det ställbara gångjärnet består i sin tur av en övre och undre vinkel samt en låsskruv att låsa fast vinklarna i varandra med. För fäste på rör monteras två avgasklämmor på konsolen, vilken sedan spänns fast mot röret. En mer detaljerad beskrivning av monteringen finns i appendix 8.



Fig 9-10 Fästordning

9.1.6 Färgsättning och placering av logotyp

Vid färgsättning av slutkonceptet valdes en grön färg (NCS S3060-G20Y) från uppdragsgivarens logotyp samt den färg rostfritt stål har naturligt. Den gröna färgen valdes i syfte att göra det tydligt vem som är upphovsmakare till produkten, vilket var ett önskemål som fanns definierat i kravspecifikationen. De valda färgerna ansågs dessutom hjälpa produkten att uppfylla resten av målbilden för uttrycket, nämligen att produkten ska passa in i ladugårdsmiljö, uttrycka kvalitet samt sticka ut gentemot övriga produkter. För att förstärka intrycket av att slutkonceptet var fredat under ett skyddande skal färgsattes ytterskal och innerskal olika (se fig. 9-11). Den gröna accentfärgen sattes på innerskalet för att förtydliga att den inre delen är den aktiva delen medan den yttre delen har en mer passiv, skyddande funktion. Att låta den färgmässiga tyngdpunkten ligga i produktens centrum ansågs även ge ett lättare och mer balanserat uttryck.

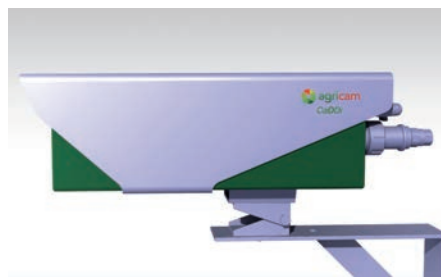


Fig 9-11 Kamera med logotyp och färgsättning

Uppdragsgivarens logotyp och namnet på produkten placerades i bakänden av ytterskalet efter flertalet tester av position, storlek och komposition. Placeringen och kompositionen ansågs göra uppdragsgivarens varumärke synligt och tydligt samtidigt som det formmässigt passade in med resten av produktens utformning (se fig. 9-11).

9.2 HTA

Uppgiftsanalyserna för montering av kamerahuset och installation av kamerahuset på vägg visade att uppgifterna går att utföra utan specialverktyg och att utförande borde vara relativt enkelt eftersom båda uppgifterna är flexibla gällande i vilken ordning deluppgifterna utförs. Förutsättningar som gjordes i HTA:n var;

- Kamerans komponenter levereras färdiga, det vill säga lackade, bockade, sågade o.s.v.
- Vid installation av kameran är:
 - Elskåpet monterat med ingående komponenter som magnetventiler och transformator.
 - Mjukvaran installerad på datorn i lantbrukarens kontrollrum.
 - Alla kopplingar mellan elskåp, kompressor, vattenledningar och datorer monterade.
 - Kulventiler monterade på vatten och tryckluftslangar

För montering av kamerahuset krävs svets (förslagsvis TIG-svets för att skapa fina svetsfogar) samt en insexnyckelsats. För installeringen krävs slagborr eller annan passande bormaskin samt tumstock, vattenpass, u-ringnyckel och eller hylsnyckel. För komplett HTA, se appendix 8.

9.3 REBA

Finjustering av kameravinkeln vid placering av kameran vid mjölkroboten kommer enligt Reba-analysen (appendix 2) innebära en hög eller mycket hög risknivå, vilket enligt deras rekommendationer kräver en förändring.

Reba-analyser är avsedd för repetitiva kroppsställningar som används under en relativt stor del av arbetsdagen. Kroppsställningen som uppkommer vid finjustering av kameravinkeln kommer att uppstå för montören då kameran installeras och eventuellt några gånger för lantbrukaren under kamerans

eventuella justeringsperiod. Hur ofta en eventuell montör kommer att sätta upp kameraenheter åt Agricom beror på hur många kameraenheter Agricom kommer att sälja.

Kameran kommer oavsett placering i ladugården att placeras på en låg höjd. Vid någon del av installationen kommer kamerahuset att fästas vid denna höjd och att göra arbetsställningen vid detta moment ergonomisk är svårt. Därför är det lämpligt att antalet moment som behöver utföras i denna kroppsposition minimeras samt att de moment som kommer utföras görs så enkla och snabba som möjligt.

Därmed blir slutsatsen att kroppsställningen som uppstår vid finjusteringen är skadlig men svår att förbättra då kroppsställningen framförallt beror på den låga placeringen. För att minimera skaderisk bör antalet moment som utförs på den låga höjden minimeras och de moment som måste utföras där ska vara mycket enkla och kräva lite tid.

9.4 Utformning av CaDDi future

Vid brainstorming och skissning kring hur CaDDi Future skulle utformas återanvändes de former och linjer som utvecklats för CaDDi Basic (se skiss fig.9-13 och fig.9-12). Dimensionerna sattes utifrån den erhållna kravspecifikationen.

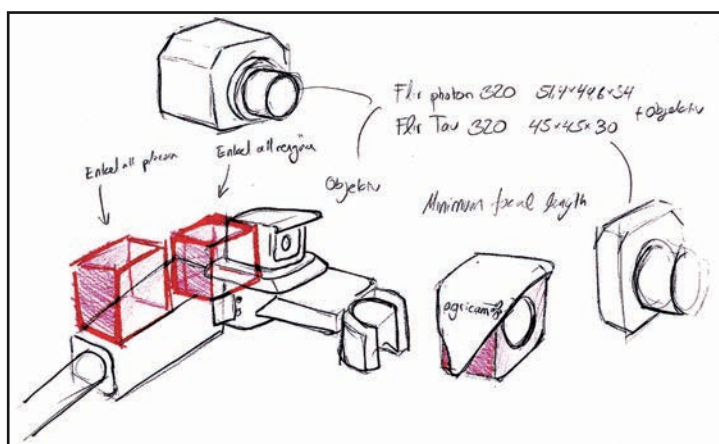


Fig 9-12 Skisser på CaDDi Future

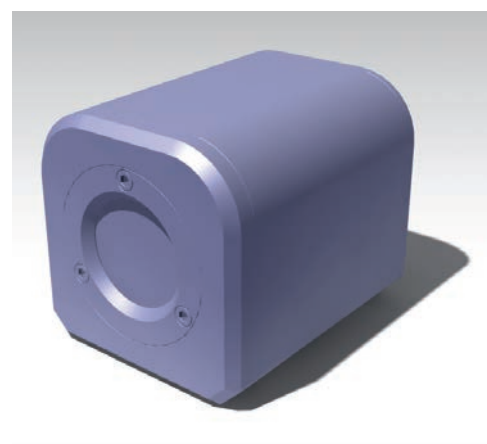


Fig 9-13 CAD-modell av CaDDi Future

9.5 Visualisering

Nedan presenteras ett urval av de renderingar som gjordes av CAD-modellerna av CaDDi Basic och CaDDi Future (se fig 9-14 9-15 och 9-16). Tekniska ritningar av CaDDi Basic återfinns i appendix 9-19.

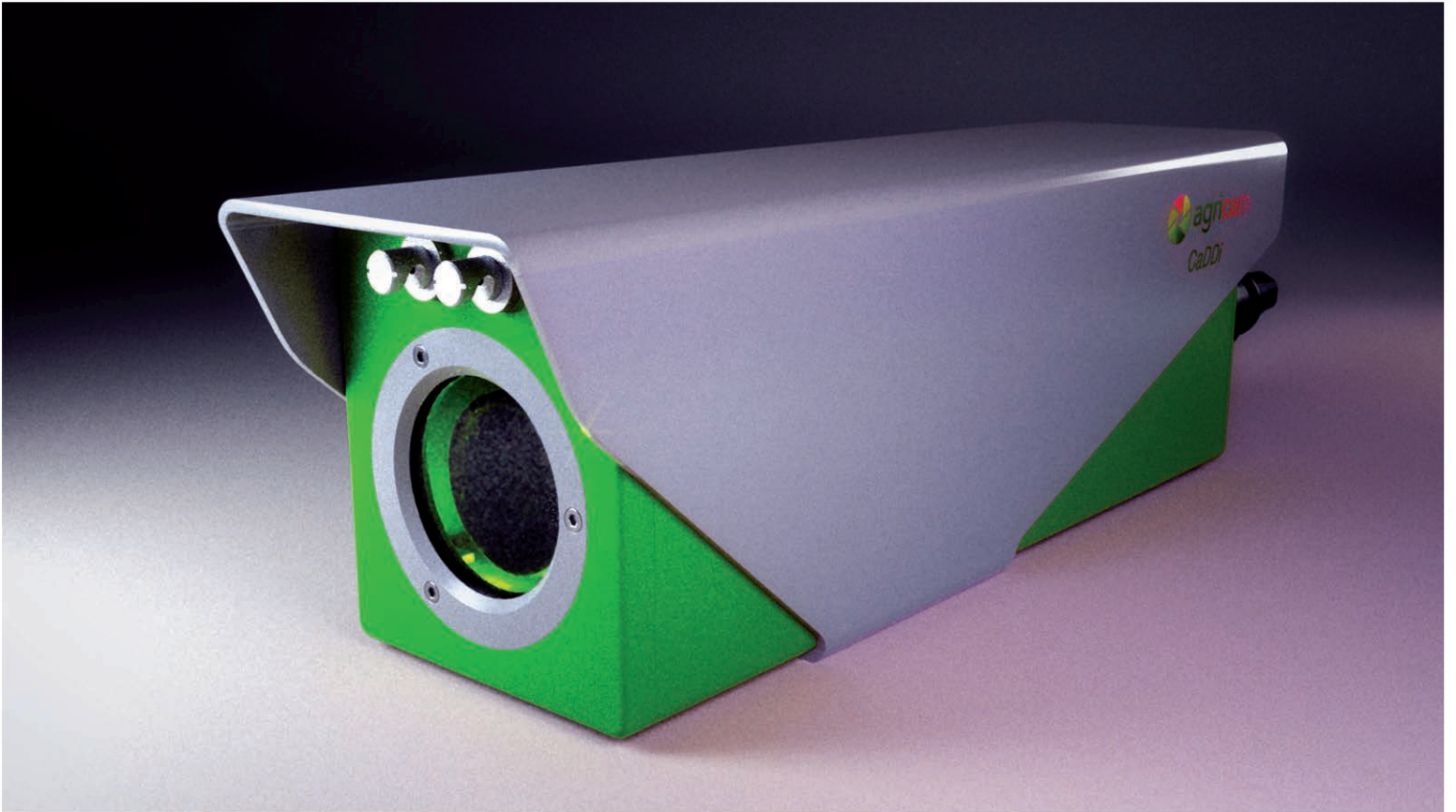
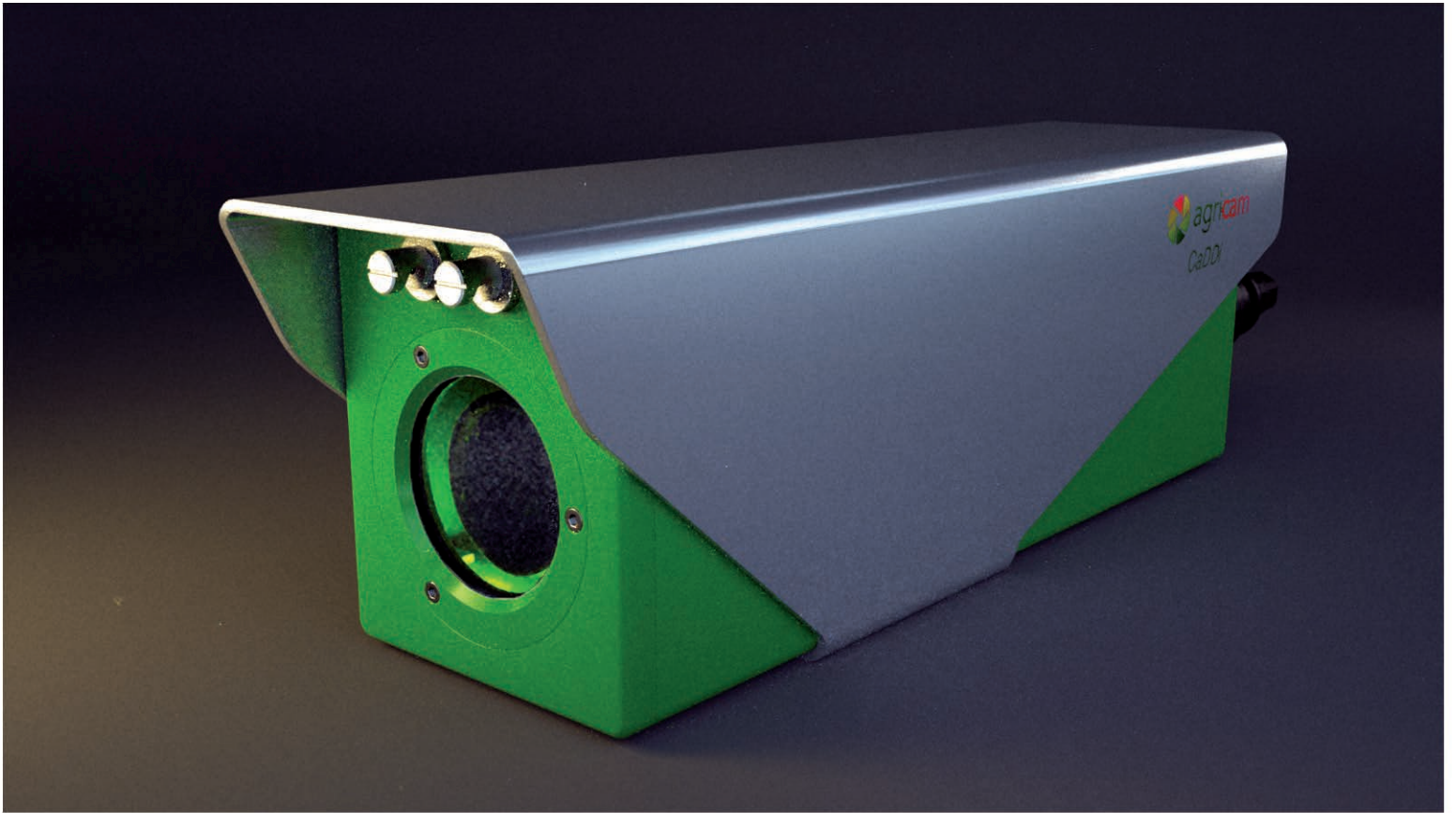


Fig 9-14 Slutrenderingar av CaDDi Basic

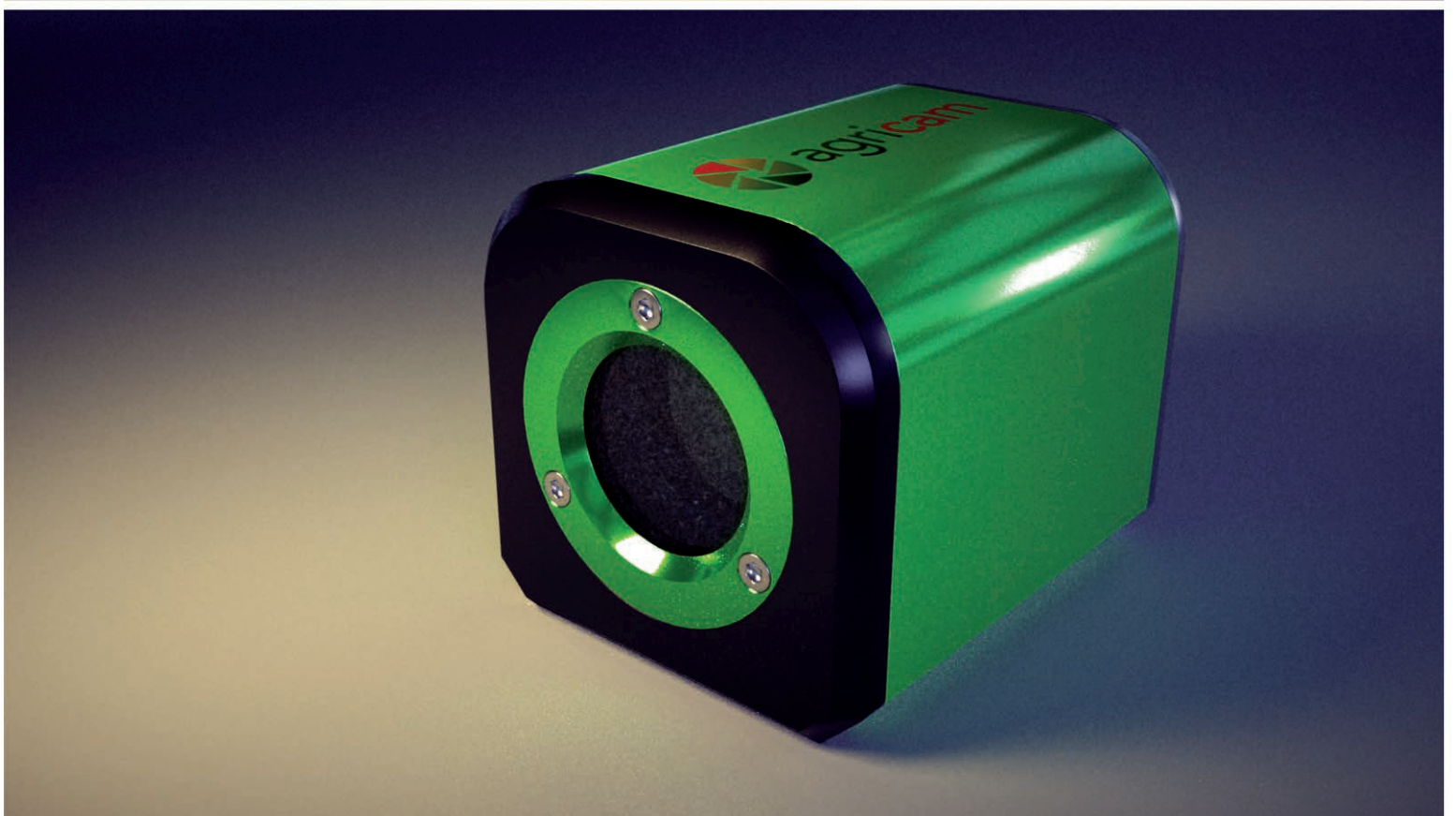
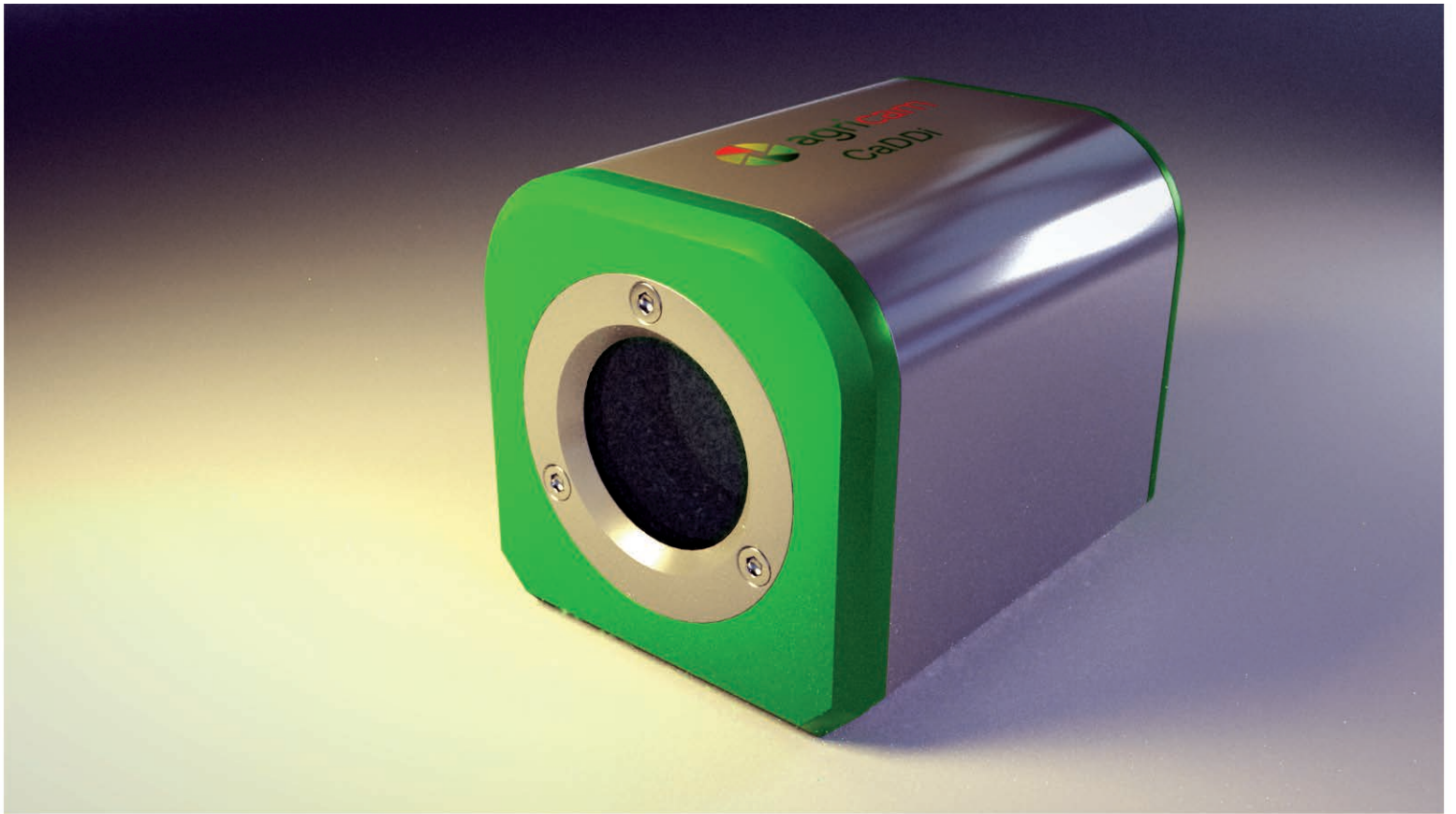


Fig 9-15 Slutrenderingar av CaDDi Future

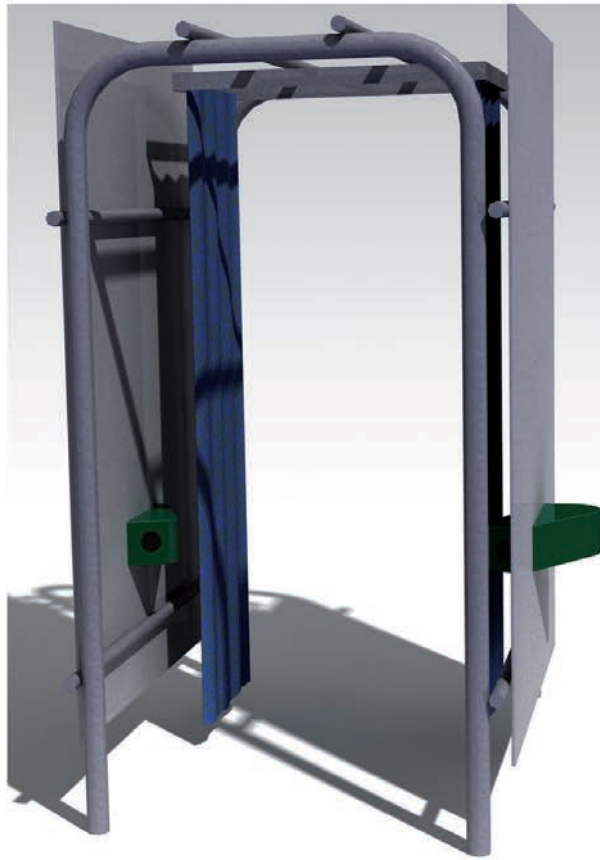


Fig 9-16 CaDDi Basic inbyggd i *smart gate* och placerad vid mjölkrobot

10 Diskussion

10.1 Urval

Vid den studie av användare och användningsmiljö som gjordes besöktes åtta mjölkgårdar och 14 potentiella användare intervjuades. Utav dessa var elva lantbrukare och tre lantarbetare. Att lantarbetarna var underrepresenterade i studien anses dock inte ha haft någon betydande inverkan på resultatet. Då interaktionen med kamerahuset är mycket begränsad är faktumet att det finns olika typer av användare av liten betydelse och andra parametrar än interaktionen får naturligt en större tyngd. Det som har varit av relevans i projektet har framförallt varit parametrar som är viktiga vid köp av produkten. Eftersom det är lantbrukarna som tar beslut beträffande investeringar är det rimligen deras åsikter som bör prioriteras vid utveckling av kamerahuset.

De studiebesök som gjordes på mjölkgårdar gjordes av praktiska skäl endast på gårdar i Östergötland, Västergötland och Halland. Dock planerar uppdragsgivaren att rikta produkten till hela den europeiska marknaden. Med hänsyn till projektets omfattning har det inte genomförts någon studie på vad som möjligtvis skulle skilja svensk mjölkproduktion och svenska mjölkproducenter från mjölkproduktion och mjölkproducenter i övriga Europa. Däremot har det framkommit att DeLaval är överrepresenterade i Sverige och av de åtta gårdarna som besöktes hade sex gårdar mjölkkningsutrustning från DeLaval. Resterande två gårdar hade mjölkutrustning från Lely. Det är rimligt att anta att detta har haft en inverkan på resultatet i form av att produkten utseendemässigt främst är anpassad till att passa in i en miljö där produkter från DeLaval finns. Produkten är även utformad så att den, trots att den passar in i miljön, urskiljer sig från produkterna i DeLavals sortiment.

Gårdarna som besöktes under projektet hade mellan 60 och 390 mjölkkor samt mellan en och tre mjölkrobotar. Endast tre av de besökta gårdarna hade över 120 kor. Att få stora mjölkgårdar besöktes berodde på att det fanns få stora gårdar i Göteborgs närområde. Eventuellt skulle mjölkgårdarnas storlek kunna vara av betydelse för resultatet men bristen på representation från större mjölkgårdar tros ha liten betydelse eftersom det oftast finns ca 70 kor knutna till varje mjölkrobot och avdelning, oberoende av mjölkgårdens storlek. Attityden hos lantbrukarna och organisationen kring vem som sköter mjölkkningsprocessen skulle dock kunna skilja mellan stora och små gårdar. Därför borde, i det fortsatta arbetet med produkten, ytterligare studiebesök göras för att identifiera eventuella behov och krav som är specifika för de större mjölkgårdarna.

10.2 Metoder

För planering och strukturering av arbetet användes framförallt flödesscheman, interna leverabler och en kontinuerlig uppdatering av kravspecifikationen. Flödesschemat fungerade mycket bra som struktureringsmetod eftersom arbetsgången visualiserades och blev enkel att följa. Flaskhalsar identifierades till de tillfällen då uppdragsgivaren skulle återkomma med beslut. Det var även vid dessa tillfällen projektet sedan stagnerade. Ett närmare samarbete med uppdragsgivaren, bättre kommunikationsmöjligheter och tydligare leverabler gentemot uppdragsgivaren hade antagligen förenklat proceduren. Upplägget med interna variabler ansågs också vara positivt eftersom det blev tydligt när en fas var färdigarbetad och det var läge att gå vidare till nästa fas. Den kontinuerligt uppdaterade kravspecifikationen genererade en bra överblick av när olika krav tillkom under projektet samtidigt som det gav en tidig och tydlig momentan målbild, vilket var till stor hjälp.

Som datainsamlingsmetoder under brukarstudien användes observationer och semistrukturerade intervjuer. Att lantbrukarna bara tog emot besök när de inte hade sysslor att utföra gjorde att lantbrukarna inte utförde något faktiskt arbete under observationsstudierna. Det kan ha medfört att behov eller krav inte identifierades. Lantbrukarna ombads dock visa hur de brukar utföra vissa moment, exempelvis arbete vid mjölkroboten eller framfösning av korna. Ett sätt att säkerställa att behov och krav som uppkommer vid verkligt arbete i stallet kan identifieras är att genomföra dolda observationer, något som dock hade varit mycket svårt att genomföra i praktiken.

De semistrukturerade intervjuerna utformades för att främst generera kvalitativ data, såsom lantbrukarnas åsikter och upplevda problem. Endast en liten mängd kvantitativ data samlades in då antalet respondenter var för få för att någon större vikt skulle kunna läggas vid resultatet från sådan data. För de kvantitativa data som önskades samlas in användes istället information från uppdragsgivarens affärsplan och statistik från intresseorganisationen Svensk Mjök.

Den kontroll mot användarna som gjordes för att välja bland de fem slutkoncepten skickades ut till sju av de besökta gårdarna. Dock erhöles endast svar från fyra av de tillfrågade. Därför kan validiteten i den insamlade datan anses vara låg. Det bör dock poängteras att det främst var de insamlade kvalitativa kommentarerna som togs hänsyn till och var till hjälp vid det val av koncept som gjordes.

En av metoderna som användes för att beskriva de potentiella användarna var brukarkaraktär. Istället för att framställa flera olika brukarkaraktärer med extrembrukare skapades en karaktär som snarare kan beskrivas som den genomsnittliga brukaren. Anledningen var att brukarkaraktären användes för att förklara brukarna för studenter och uppdragsgivare snarare än som ett verktyg för att analysera idéer ur olika extrembrukares synvinklar. Valet skulle kunna ha medfört att hänsyn inte tagits till extremare åsikter, vilket i så fall skulle kunna ha orsakat att produkten blivit anpassad till en brukarkrets som är något snävare än att extrema brukare täcks in i den.

Redan i projektets inledande faser genomfördes en hållbarhetsanalys enligt det naturliga stegets ABCD-modell. När analysen utfördes var mycket få beslut angående produkten tagna. Det fanns inte heller någon referensprodukt. Därför byggde analysens till stor del på spekulationer och kvalificerade gissningar. Analysen genererade dock en vision för slutprodukten samt hållbarhetskrav och hållbarhetsönskemål som bifogades till kravspecifikationen. Resultatet från livscykelanalysen användes som absoluta resultat trots att metoden normalt sett endast används som ett verktyg för jämförelse av hållbarhetspåverkan mellan olika produkter med samma funktion.

Diversiteten bland de under idégenererings och konceptutvecklingsfaserna framkomna idéerna hämmades rimligtvis något av projektets tydliga inriktning mot standardkomponenter och enkla tillverkningsmetoder. Trots att försök gjordes att förbise kravspecifikationen visade det sig vara svårt att ta fram idéer som inte tog hänsyn till den. Även de visualiseringsverktyg som användes medförde fokus på tvådimensionella och enkelkrökta former. En större spridning i användandet av skissverktyg samt bättre idésporrar hade kunnat vara hjälpmedel för att locka fram mer spridda idéer.

De mock-up-modeller som kontinuerligt byggdes under projektet var tills stor hjälp för att skapa förståelse för hur produkten och dess komponenter verkligen skulle komma att se ut och hur de skulle kunna placeras i förhållande till varandra. Möjligtvis skulle modellerna kunna ha medfört att produktens utformning i onödigt stor utsträckning har anpassats till de tillgängliga standardkomponenter som identifierats i projektet.

Utvärderingsmetoder som användes i projektet var bland annat Pugh- och elimineringsmatriser. Det resultat metoderna genererade ansågs dock inte vara av någon stor relevans då det visade sig att kraven som listades var allt för generella samtidigt som koncepten som utvärderades hade samma grundläggande funktioner. Att använda Pugh- och elimineringsmatriser för utvärdering tros fungera bättre när skillnaderna mellan koncepten är större eller när kravspecifikationen är mer specifik.

10.3 Genomförande

I projektet prioriterades realiserbarhet framför andra aspekter som uttryck och nyskapande. Prioriteringen grundades på uppdragsgivarens vilja att snabbt komma ut på marknaden samt den uppskattade storleken på produktserien, vilken uteslöt metoder och komponenter som kräver stora initiala kostnader. Det resulterade i att en stor del av arbetet gick ut på att leta efter lämpliga standardkomponenter. Således minskades möjligheten att lägga tid på andra delar i projektet, såsom att anpassa produkten till det av lantbrukarna och uppdragsgivaren önskade uttrycket och att skapa goda förutsättningar för ergonomisk interaktion med produkten.

Vid delredovisningen av koncepten var syftet att bestämma placering och rengöringsmetod. För att illustrera koncepten visualiserades de med hjälp av datorritade grundformer och verkliga fotografier med placeringar inritade. Visualiseringsmetoden valdes för att utesluta ofrivilliga bedömningar av exempelvis skisskvalité. Under delredovisningen för användarna gjorde dessa renderingar och foton att användarna fick en bra bild av hur produkten skulle kunna fungera och av eventuella problem med koncepten. Detta gjorde att mycket ny och användbar information framkom i detta skede.

Den datormodell som gjordes för att förklara spegelkonceptet tenderade dock att vilseleda uppdragsgivaren och projektgruppen själv till att tro att hålet i skalet för att filma igenom skulle kunna vara mindre än vad det i själva verket skulle behöva vara. Därmed tog uppdragsgivaren ett beslut något vilseledda av den datormodell som presenterades. Uppskattning av synfältets storlek borde därför ha gjorts, antingen av uppdragsgivaren eller av projektgruppen, innan tillfället för delredovisning.

Under projektet har ingen tillgång till värmekameror, rengöringskomponenter, germaniumglas eller andra ingående komponenter funnits. Det har bland annat inneburit att det har varit mycket svårt att utföra några tester. Därför har vissa beslut haft tvivelaktig grund samtidigt som ett beroende av uppdragsgivaren skapats. Till exempel skulle spegelkonceptets svagheter förmodligen mycket snabbt kunnat identifieras om tillgång till värmekamera och objektiv hade funnits.

Att inga rengöringsmetoder har kunnat testas innebar att det vid utvärdering av koncept inför delredovisningen saknades information om vilka rengöringssystem som skulle fungera i praktiken. Under delredovisning för uppdragsgivaren framfördes åsikten att det rengöringssystem som väljs skulle behöva testas innan projektet fördes vidare. Avsikten var att säkerställa att produkten skulle ha möjlighet att uppfylla kravspecifikationen. Tester utfördes aldrig och därför kvarstår den informationsbrist som fanns inför konceptvalet. Därmed behöver tester utföras för att säkerställa att vald rengörningsteknik och valda komponenter skapar en rengörning som håller kamerafönstret rent och torrt. Tester behöver även utföras för att fastställa rengörningstillfällenas varaktighet och frekvens.

10.4 Lärdomar

Lärdomar från projektet har framförallt varit vikten av planering, tydlig kommunikation och verkliga tester. Att tid lades i början av projektet på att göra en genomarbetad planering innehållandes en tydlig struktur med delsteg och interna leverabler visade sig senare i projektet vara till stor hjälp, bland annat då de situationer som ledde till iterering skulle hanteras. För att undvika missförstånd och irritation är det vid både intern och extern kommunikation viktigt att krav, förväntningar och förutsättningar specificeras tydligt. Slutligen är tester essentiella för att undvika onödigt arbete med idéer som inte fungerar. Ett bra verktyg för att undvika detta är att i varje delsteg som intern leverabel inkludera testresultat för att verifiera funktion.

10.5 Rekommendationer

För fortsatt arbete med kamerahuset rekommenderas följande;

- Bygg en prototyp för att produkten ska kunna testas mot kravspecifikationen innan slutgiltig produktion och lansering av produkten.
- Utför tester för att ta reda på om rengöringen fungerar, med vilken frekvens den behöver utföras samt hur vatten- och elanvändning kan minimeras.
- Ge möjlighet till avstängning av den automatiska rengöringen samt till manuell igångsättning av rengöringen.
- Förbättra arbetsställningen vid installation av kamerahuset. Detta kan göras genom att ytterligare förenkla de moment som behöver utföras på låg höjd.

- Utför ytterligare arbete med DFMA för att minska antalet komponenter och därmed förenkla tillverkning och montering.
- Utveckla en produktmanual med information om installation, skötsel, reparation och resthantering.
- Utför undersökningar för att ta reda på hur lantbrukare upplever produktens slutgiltiga uttryck.
- Besök stora mjölgårdar för ytterligare identifiering av behov och krav.
- Optimera produktens distribution, det val av komponenter som görs samt hur reparation utförs med utgångspunkten att minska transporter.

11 Slutsatser

Kor är mycket nyfikna på nya detaljer i ladugården, men efter en invänjningsperiod på ett par veckor lägger de varken märke till eller störs av färger, ljud och ljus hos en ny produkt. När en ko har vant sig vid en produkt sker knappt någon interaktion med produkten.

Lantbrukarna vill att kamerahuset ska vara funktionellt, med god djurhälsa samt inte inkräkta på djurens utrymme eller lantbrukarens uppsikt över korna. En förutsättning för att lantbrukaren ska vara intresserad av att köpa produkten är att den är ekonomiskt lönsam. Kamerahusets utseende ska bland annat uttrycka funktion, kvalitet och god djurhälsa. Kamerahuset ska även passa in i ladugårdsmiljön.

Kameraenheten kan mättekniskt och praktiskt placeras i anslutning till mjölkrobot, *smart gate* eller envägsgrind. Enheten skulle även kunna integreras i separationsgrinden.

Rengöringsutrustning som skulle kunna användas för att hålla produkten ren och torr är olika kombinationer av; linsskydd, vindrutetorkare, värmare, ångrengöringsutrustning, vattentvätt med högt eller lågt tryck samt tryckluft. Tester har dock inte utförts beträffande något av rengöringssystemen.

För att skydda kameraenheten mot fukt bör alla ickepermanenta förslutningar tätas med material som är beständigt med avseende på vatten och ammoniak. Även elektronik som sticker ut från kameraenheten bör skyddas genom att en kapsling som uppfyller aktuell IP-klass appliceras.

12 Referenser

- Abrahamsson, et.al. (2008) *Arbete och teknik på människans villkor*. Prevent, Stockholm
- Almström, P (2010), *DFMA – Design for manufacturing and assembly*, föreläsning i Tillverknings teknik
- Aratron, (2011). *Klammer/Profiler, Blockform*. <http://www.aratron.se/klammer-och-profilssystem> (2011-04-21)
- Farmers Guardian (2009) *Global dairy consumption is on the up*
- Bahr (2011) *Tryckluftsteknik – grunder, tips och förslag*, Weidhausen: Schneider Printmedien GmbH
- Baxte, K et.al (2009) *The Natural Step Primer*, Ottawa: The Natural Step Canada
- Blidgård, L.O. (2011) *Utvecklingsprocessen ur ett människa-maskinperspektiv*, PDU/DHF Chalmers
- Bradley, A.J (2002), *Bovine Mastitis: An Evolving Disease, Division of Animal Health and Husbandry*, Department of Clinical Veterinary Science, The Veterinary Journal 2002, vol. 164, ss. 116-128.
- Brandstroms Instruments (2010) *Applications*, <http://www.brandstromsinstruments.com>, (2011-03-24)
- Brismar, J et al. (2001) *Dentalett - tandrengöring med ultraljud*, Lund: Lunds Tekniska Högskola (Projekt i kursen funktionshinder)
- Bulgin Components PLC. (Maj 2003). *Ethernet Buccaneer® environmentally sealed connectors*. Alfreds Way Barking, England. <https://www1.elfa.se/data1/wwwroot/assets/datasheets/04467007.pdf> (2011-04-20)
- Camozzi, (2011) *Produktblad för PA-5.0/3.2-silvergrå-100*, <http://www.camozzi.se> (2011-01-26)
- Camozzi, (2011) *Produktblad för 6463 5-1/8*, <http://www.camozzi.se> (2011-01-26)
- Cargo Oil (2011) *Produktblad och säkerhetsblad för tc444 och clearshot*, www.cargo-oil.se (2011-03-24)
- Clarion (2011) *cc2001f*, <http://www.clarion.com> (2011-03-24)
- Ekman, T (2004) *Referat från Automatic Milking – A better understanding. En AMS-konferens i Lelystad 24-26 mars 2004*, <http://www.svenskmjolk.se> (2011-03-27)
- Elfa, (2011). *Metallslang 21 mm x 10 m, 2011.111.017*. https://www.elfa.se/elfa3~se_sv/elfa/init.do?item=55-142-35&toc=19832 (2011-04-20)
- Elfa, (2011). *Kabelförskruvning M12 x 1.5, 50.612M-R*. https://www.elfa.se/elfa3~se_sv/elfa/init.do?item=55-188-35&toc=0 (2011-04-20)
- Emmabodaglas (2011), *Produktblad för Cool Lite SS-108, Cool Lite SS-120 och Mirastar*, (2011-03-04)
- Ensto (2010), *kapslingsklasser*, http://www.ensto.com/download/18055_Degree_of_protection_SE_KLAR.pdf (2011-05-13)
- Exair (2011), *Produktkatalog*, sid 48, <http://www.exair.com> (2011-05-13)
- Flir (2011) *The ultimate infrared handbook for R&D Professionals – A resource for usin infrared in the research and development industry*
- Flir (2008) *Using wipers for thermal imaging cameras. A costly and inefficient solution*, Technical note
- Grene, (2011). *Rörhållare till skruv*, https://www.grene.com/shop/action/product_12000-12_700001_4187_226500001G43457G873708156?ddkey=https>SelectModuleCmd (2011-04-20)
- Grene, (2011). *Slangklämmor, rostfria*. https://www.grene.com/shop/action/product_12000-12_100001_873700706_873716484G8600001_Slangkl%c3%a4mmor+rostfria (2011-04-20)

- Grene, (2011). *Vinkelbeslag*. https://www.grene.com/shop/action/product_12000_-12_100001_1204_873716484G873701455G873701454_Vinkelbeslag (2011-04-21)
- Hardex, (2011). *Fästelement/ Ubult*. <http://www.hardex.se/sv/product/43/Ubult> (2011-04-21)
- Holmström, L (2011) *Konsumtion per person och år – Svensk mjölk*, <http://www.svenskmjolk.se/Statistik/Mejeri-och-konsumtion/Konsumtion-per-capita/> (2011-05-13)
- Holmström, L (2011) *Statistik speglar produktion och marknad – Svensk mjölk*, <http://www.svenskmjolk.se/Statistik/> (2011-05-13)
- Isnix (2006) *Produkter*, <http://isnix.se> (2011-03-24)
- Johannesson, H., Persson, J.-G., & Pettersson, D. (2004). *Produktutveckling - effektiva metoder för konstruktion och design*. Stockholm: Liber AB.
- Jönsson, H (2010) *Från mjölkpropagandan till mjölk är livet*, Arla – Historien om Arla, <http://www.cfn-presenterar-historien-om-arla.se/templates/Arla/Article.aspx?id=2004&ArticleID=1970&CategoryID=336&epslanguage=SV> (2011-05-13)
- Karlsson M, (2009), *Lyssna till kundens röst*, kurspärm till kursen Behov och krav på civilingenjörsprogrammet Teknisk Design på Chalmers
- Karlsson M, (2009), *Metodappendix*, kurspärm till Behov och krav på civilingenjörsprogrammet Teknisk Design på Chalmers
- Katzenellenbogen Y. och Ludvigsson M. (2004), *En studie om hur ett medierande objekt kan påverka användarkraven på en publik plats*, opublicerad
- Kopex, (2010). *Standardslang, LT-PVC*, från Miltronic. <http://mtron.spprod.com/country/3/external/pdf/Katalogsida%2006%20Skyddslang%20ovrigt%20kabelskydd%20131-176%2030.pdf> (2011-04-20)
- Natural step (2010) *Sustainability Life Cycle Assessment (SLCA) - Assessing the sustainability of products*, <http://www.naturalstep.org/sites/all/files/TNS-SLCA-tool.pdf> (2011-05-03)
- Nordpost, (2011). *Produktkatalog/Kreatur*. <http://www.nordpost.se/> (2011-04-21)
- Ofab, (2011). *Produkter/Stallprodukter*. <http://www.ofabskara.se/> (2011-04-21)
- Ulrich K.T. och Eppinger S. D. (1995): *Product Design and Development*. McGraw-Hill International Editions and Management and Organization Series. Mc-Graw Hill, inc.
- Pahl, G., & Beitz, W. (1996). *Engineering Design A Systematic Approach (Vol. II)*. Berlin: Springer.
- Nationalencyklopedin (2011) <http://www.ne.se> (2011-03-24)
- Rockwool (2010), *Energiberäkningar – Definitioner och förklaringar*, Otryckt användarguide
- Rydh, C-J et.al (2002) *Livscykelanalys : en metod för miljöbedömning av produkter och tjänster*
- Sandgren, C-H (2010), *Redogörelse för husdjursorganisationens djurhälsovård 09/10*, Svensk mjölk
- Shetty D. (2002) *Design for product success*. Dearborn, Mich. Society of Manufacturing Engineers
- Spraying Systems (2011), *Produktkatalog C*, sid 34-35, <http://www.spray.com> (2011-05-13)
- SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut (2009), *IP-klassning - Grad av skydd mot beröring och inträngande föremål (1:a siffran)*, http://www.sp.se/sv/index/services/ip/Documents/Grad_av_skydd_ber%C3%B6ring.pdf (2011-05-13)
- SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut (2009), *IP-klassning - Grad av skydd mot inträngande vatten (2:a*

- siffran), http://www.sp.se/sv/index/services/ip/Documents/Grad_av_skydd_vatten.pdf (2011-05-13)
- Stanton, N A (2006) *Hierarchical Task Analysis: Developments, Applications and Exstensions*. Applied Ergonomics 37 (1 Spec. Iss.), pp. 55-79.
- Steen, K (2003), *Sammanställning av antalet AMS i Norden 2003*, <http://www.svenskmjolk.se> (2011-03-27)
- Swedish Standards Institute (2008), *Kapslingsklasser för elektrisk materiel - Skydd mot yttre mekanisk påverkan på höljen (IK-beteckning)* <http://www.sis.se/elektroteknik/allm%C3%A4nt/ss-en-62262> (2011-05-13)
- Switchcraft, (2003). *EN3 Series 0.715" OD*. Chicago, Illinois, USA. <http://www.switchcraft.com/Category.aspx?Parent=815> (2011-04-20)
- Trelleborg (2011) Teknisk specifikation för 7003-EPDM, peroxidvulkad, http://www.trelleborg.com/upload/Elastomer%20Laminates/Swedish%20version/pdf/Teknspec_7003.PDF (2011-05-12)
- Ventim (2011), *Produktblad*, VM8612, <http://ventim.se> (2011-05-13)
- Vetus (2010) Vetus Catalogue 2010, *clear view screens*, <http://www.vetus.com> (2011-03-27)
- Wikström, Li: Föreläsning I kursen semantik på Civilingenjörsprogrammet Teknisk Design på Chalmers, 2010-03-16
- Wikström, Li: *Product semantics in theory and practice*. Proceedings from the 5th International Conference on Design and Emotion, Göteborg, 27-29 September, 2006, ISBN/ISSN: 91-975079-5-4.
- Woodeye, (2011) <http://www.ivab.se/sv/>, (2011-06-30)
- Youseffi, K – *Concept generation*, föreläsning i kursen: Introduction to New Product Development (ME110) på Mechanical Engineering, Berkley, University of California
- Österlin, K. (2003). *Design i fokus för produktutveckling*. Malmö: Liber AB.

Muntliga källor

- Anders Fritzén (försäljare på Camozzi Pneumatik) intervjuad per telefon den 25 februari 2011
- Anders Sundström (försäljare Spraying Systems AB) intervjuad per telefon den 10 februari 2011
- Antal Boldizar (biträdande professor vid organisationen för polymera material och kompositser på Chalmers) intervjuad den 18 februari 2011
- Clas Nelsson (Tekn. Lic. i optoelektronik, M.Sc. in Optics. Forskare och projektledare för Agricam) intervjuad vid flera tillfällen under våren 2011
- Jacob Söderberg (chef för mjölkföretagareutveckling på Svensk Mjölk), intervjuad per telefon den 2 Maj 2011
- Maria Wedel-Knutsson (professor och ansvarig för mastersprogrammet inom avancerade material på Chalmers) intervjuad den 17 februari 2011
- Renée Karlsson (Säljare på Emmabodaglas) intervjuad per telefon den 25 februari 2011
- Stefan Sjökvist, (Tekn. Lic. i Mekanisk värmeteori och strömningslära, forskare för Agricam), intervjuad per telefon den 25 februari 2011
- Tomas Roos (kundvårdare i Göteborg för specialrengöringar) intervjuad per telefon den 25 februari 2011
- Tommy Pettersson, (tekniker inom gummiduk på Trelleborg Sealing Solutions), intervjuad 2011-05-12.

Appendix

Appendix 1 – Kravspecifikation

Appendix 2 – REBA-utvärdering

Appendix 3 – Intervjumall

Appendix 4 – Hållbarhetsanalys

Appendix 5 – Fördelar och nackdelar med koncept

Appendix 6 – Elimineringsmatriser

Appendix 7 – Pughmatriser

Appendix 8 – Hierarkiska uppgiftsanalyser

Appendix 9 – Framstycke

Appendix 10 – Under och överplåt

Appendix 11–Bakstycke

Appendix 12 – Ytterskal

Appendix 13 –Fästplatta

Appendix 14 –Spännplatta

Appendix 15 – Bakstycke för slangfästen

Appendix 16 –Skenor

Appendix 17 –Bottenplatta

Appendix 18 –Spännring

Appendix 19 – Handtag

Kravspecifikation för skydd till CaDDi - Basic

Ursprung: U1 = Krav som utarbetats i samarbete med uppdragsgivaren vid projektstart, B1 = Brukarstudietillfälle 1, U2 = Krav som utarbetats i samarbete med uppdragsgivaren vid delredovisning, B2 = Brukarstudietillfälle 2, U3 = Krav efter rengöringsbeslut, U4= Krav efter ändring av konceptval Agricom, U5= Krav framkomna vid vidareutveckling av koncept, H= Krav från hållbarhetsanalys

Tekniska krav = T Objektivfönsterkrav = O Rengöringssystem = R Materialkrav = M Estetiska krav = ES Magnetventiler = MV Kulventil = KV Vattenmunstycke = VM
Tryckluftsmunstycke = LM Slangar = S Slangkopplingar = SK Montering = M Tillverkning och sammanställning = TV Hållbarhetskrav = H

Nivå 1	Nivå 2	Nivå 3	Nivå 4	Namn	Krav	Beskrivning	Verifieringsmetod	Mätvärde	Viktning	Ursprung
1				T1	Möjliggöra exakta mätningar av juvertemperatur	Genom att mäta juvertemperaturen hos kor kan diagnos om juverinflammation ställas	Genom att uppfylla krav T32,T34, T35		Krav	U1
	2			T32	Möjliggöra för mätning av hela kons juver	Hela juvret behöver synas för att kunna göra en korrekt mätning		Synfält på minst 2700 cm ²	Krav	U1
	2			T34	Hålla kameran ren och torr	För korrekt mätning krävs att kameran inte filmar genom smuts eller fukt	Genom att uppfylla krav T35		Krav	U1
		3		T35	Inneha ett automatiskt rengöringssystem	Rengöring ska ske med automatik		Tillräckligt rent för korrekt mätning	Krav	U1
1				T2	Möjliggöra för att mätning av 95% av alla kor knutna till en mjölkrobot minst en gång om dagen	Detta gäller då en besättning på minst 70 kor är knutna till roboten		(Hur ofta korna går förbi som minst) X (1 - Andel felmätningar) X (Andel kojjuver som innefattas inom mätområdet) > 95%	Krav	U1
1				T3	Produkten skall kunna placeras och monteras i en ladugårdsmiljö	Produkten skall kunna fästas på eller i anslutning till ladugårdens befintliga inredning	Genom att uppfylla krav T23		Krav	U1, B1
	2			T30	Ska kunna placeras vid anslutning till envägsgrind.	Produkten ska vara flexibel gällande placering	Genom att uppfylla krav T23		Önskemål	U4
	2			T22	Produkten ska kunna placeras i anslutning till smart gate och mjölkrobot	Produkten ska vara flexibel gällande placering	Genom att uppfylla krav T23		Krav	U2
		3		T23	Produkten ska kunna fästas på rör och väggar	I anslutning till envägsgrind, smart gate och mjölkrobot finns rör och/eller väggar		Det ska finnas fästelement anpassade för tvätumsrör samt för fästning på kakel och betongvägg	Krav	U2
1				T4	Klara kraven för kapslingsklass IP66	För att klara den fuktiga och orena miljön ska skyddsklass IP66 erhållas. Ska gälla för både produkten och chassidonen. Dvs. tekniken skall skyddas		Se spec. för IP66	Krav	U1
1				T5	Rymma en värmekamera ur serier FLIR 300	Rymma värmekameran tillsammans med något av tre tillhörande objektiv	Genom att uppfylla krav T39		Krav	U2
	2			T39	Produkten ska inneha ett tomt utrymme	Ytrymme som krävs för att rymma värmekameran med något av tre tillhörande objektiv		Utrymmet måste minst vara 75x75x270 mm	Krav	U2
1				T6	Produkten ska kunna användas inom ett temperaturintervall	Värmen i ladugården varierar under dygnet och under året		Temperaturintervall, -20 till +35 grader	Önskemål	B1
1				T7	Produkten ska kunna vara igång dygnet runt	Korna kommer passera kameran under hela dygnet. Därför behöver kameran filma hela dygnet		Kontinuerlig drift under hela livslängden	Krav	U1, B1
1				T8	Ha ett objektivfönster som släpper igenom värmestrålning	Kamerallinsen behöver skyddas men värmestrålningen ska inte hindras		Ja/Nej	Krav	U1
1				T9	Produkten ska inte hindra lantbrukarnas uppsikten över korna	Produktens utformning och placering skall tillåta uppsikt över korna		Lantbrukarna ska inte tycka att den skymmer sikten	Önskemål	B1
1				T10	Produkten ska medge god djurhälsa	Ej vara ivägen eller skadlig för djuren	Genom att uppfylla krav T17, T36		Krav	B1
	2			T17	Ej inkräkta på djurens utrymme	Ska inte vara en belastning för korna		Beakta ljus, färg, placeringen och produkten ska inte inkräkta på djurens utrymme	Krav	B1
	2			T36	Produkten ska inte ha några vassa kanter	Genom att inte ha några vassa kanter minskas risken för skador		Inga yttre kanter får vara mindre än 90°	Krav	B1
1				T11	Inneha chassidon för strömförsörjning	Kameran behöver strömförsörjning		Ja/Nej	Krav	U1, B1
1				T12	Inneha chassidon för ethernetanslutning	Produktens kommunikation sker via ethernet		Ja/Nej	Krav	U1
1				T13	Inneha utrymme för ytterliggare ett chassidon	Flexibilitetskrav från Agricom		Ja/Nej	Krav	U1
1				T16	Ej stora lantbrukarens dagliga arbete	Ska inte vara en belastning för lantbrukaren	Genom att uppfylla krav T14, T15, T38, T37		Krav	U1, B1
	2			T14	Minimera manuellt underhåll	Ej vara en belastning för lantbrukaren		Ej kräva underhåll mer än två gånger per dag, ej vid fasta tillfällen	Krav	B1
	2			T15	Medge enkelt manuellt underhåll	Vara lättillgänglig för lantbrukaren vid underhållsarbete	Genom att uppfylla krav T37 T38		Krav	B1
		3		T38	Medge lättillgänglig placering			Placeras inom 15 meter från lantbrukarens befintliga rörelsemönster	Önskemål	B1
		3		T37	Medge snabbt underhåll			Underhåll får ej ta längre tid än 10 min per dag	Krav	B1
1				T18	Produkten skall ha en livslängd på minst 10 år	Genom en livslängd på minst 10 år kommer produktens miljöpåverkan minskas		10 års livslängd	Önskemål	U1, B1

1	T19	Produkten skall vara slagtålig	Produkten skall ha förutsättningar för att klara den påverkan som kan uppkomma på de olika placeringarna		Önskemål	B1
1	T20	Produkten skall kunna manövreras med handskar	Vid kallt väder används ibland handskar. Lantbrukaren ska ej behöva ta av sig handskarna vid manövrering	Ej kräva värmeberöring, tillräckligt stora knappar	Krav	B1
1	T21	Produkten skall möjliggöra kommunikation av sin status	Den ska visa om den fungerar/inte fungerar	Medge indikation av strömförsörjning till lantbrukaren	Krav	B1
2	T33	Produkten ska medge att en lysdiod ska kunna placeras så att det går att se ljuset utifrån		Ja/Nej	Krav	U5
1	T25	Produkten skall anpassas till en europeisk marknad	Agricom riktar sig mot en Europeisk marknad	Anpassning av chassidon, språk på manualer, lagkrav	Krav	U1
1	T26	Produkten ska vara utformad så att den tål att kor biter och slickar på den alternativt placeras så att det inte är möjligt	Kor biter på det mesta	Ja/Nej	Krav	B2
1	T27	Klara närvaro av flugor och flugbajs	Det finns gott om flugor i ladugården	Uppfylls genom att den automatiska rengöringen sker tillräckligt ofta	Krav	B2
1	T28	Kotrafiken ska inte försämrats	Medge tillräckligt stor passage för att inte störa korna	Bredd på gång ska minst vara 80 cm	Krav	B2
1	T29	Vara så kort som möjligt i kamerans längsriktning inklusive kabelage	Begränsat med plats vid smart gate	Produkten ska vara så kort som möjligt i kamerans längsriktning	Önskemål	U4
1	T31	Klara kraven för kapslingsklass IK09	Kameran placeras i en tuff miljö, behöver tåla lättare smällar. Ej kosparkar. Kravet gäller ej objektivfönstret	Se spec. för IK09, tåla slagenergi på 10J	Krav	U2
1	O0	Produkten ska Inneha ett objektivfönster som släpper igenom värmestrålning och som det går att filma igenom		Ja/Nej	Krav	U1
2	O1	Objektivfönstret ska vara utbytbart	Objektivfönstret skall kunna bytas varför monteringen inte ska vara permanent	Ej permanenta fogningar	Krav	U1
2	O4	Objektivfönstrets diameter skall vara så liten som möjligt	Materialen är dyra	Diameter < 80 mm	Önskemål	U1
2	O5	Inga objekt som stör värmestrålning får förekomma i kamerans synfält mellan kamera och mätobjektet	Smuts får inte samlas framför linsen. Rengöringssystem får inte placeras inom kamerans synfält	Beräkningar	Ja/Nej	U2
2	O8	Objektivfönstrets ska vara tillräckligt stort för att inte begränsa synfältet vid användning av 90 graders objektiv	Krävd storlek på objektivfönstret beror av avstånd mellan objektiv och kamerafönster	Diameter > 40 mm	Krav	U3
1	R0	Ett automatiskt rengöringssystem ska säkerställa korrekt mätning		Genom att uppfylla krav O2, O3, R6, MV-1, KV-1, VM-1, LM-1, S-1, SK-1	Krav	U1
2	O2	Ytan skall hållas tillräckligt ren för att tillåta korrekt mätning	Värmestrålarna ska passera och temperaturmätningen inte influeras av andra objekts temperatur	Ytan ska se ren ut för ögat	Krav	U1
3	O6	Ytan ska hållas ren genom spolning av vatten	Tillförsel av vatten	Ja/Nej	Krav	U3
4	R1	Manuell samt elektrisk strypning av vattenflödet	Rengöringen ska skötas automatiskt men det ska även gå att stänga av vattnet manuellt	Kulventil samt magnetventil längs vattenledningen	Ja/Nej	U4
4	R2	Spolning ska ske med vatten direkt från befintligt vattensystem	Ingen pump ska användas för att öka trycket	Ja/Nej	Krav	U4
4	R3	Vid rengöring ska 2 liter vatten per minut appliceras på kamerafönstret		Uppfylls genom dimensionering av ventiler och vattenmunstycke (Se krav MV1-3, KV1-3 och VM1-5)	Krav	U5
2	O3	Ytan skall hållas tillräckligt torr för att tillåta korrekt mätning	Värmestrålarna ska passera och temperaturmätningen inte influeras av andra objekts temperatur	Ytan ska se torr ut för ögat	Krav	U1
3	O7	Ytan ska hållas torr genom att det blåses tryckluft på den	Tillförsel av tryckluft	Ja/Nej	Krav	U3
4	R4	Elektrisk strypning av luftflödet	Rengöringen ska skötas automatiskt	Magnetventil längs tryckluftsledningen	Ja/Nej	U5
4	R5	Vid rengöring ska 50 liter luft per minut appliceras på kamerafönstret		Uppfylls genom dimensionering av ventiler och luftmunstycke (Se krav MV1-3 och LM1-4)	Krav	U5
2	R6	Mätning ska kunna utföras 5 minuter efter rengöring		Mätning ska kunna ske 5 minuter efter rengöring	Önskemål	U5
2	MV-1	Vattenflödet ska kunna styras elektrisktoniskt		Ja/Nej	Krav	U5
3	MV0	Produkten ska inneha magnetventil för att kunna styra vattenflödet		Ja/Nej	Krav	U5
4	MV1	Kompatibel med 1/8-slang	Se krav för slangar	Ja/Nej	Krav	U5
4	MV2	Klara av tryck upp till 8 bar	Kompressorn i ladugården levererar tryck på mellan 6 och 8 bar	Ja/Nej	Krav	U5
4	MV3	Klara vattenflöde på 2 l vid 3 bars tryck	Vattnet kommer levereras med 3 bars tryck	Ja/Nej	Krav	U5
2	Kv-1	Vattenflödet ska kunna styras manuellt		Ja/Nej	Krav	U5

3	KV0	Produkten ska innehå kulventil för att kunna styra vattenflödet		Ja/Nej	Krav	U5
4	KV1	Kompatibel med 1/8-slang	Se krav för slangar	Ja/Nej	Krav	U5
4	KV2	Klara av tryck upp till 8 bar	Kompressorn i ladugården levererar tryck på mellan 6 och 8 bar	Ja/Nej	Krav	U5
4	KV3	Vattenflöde på 2l vid 3 bars tryck	Vattnet kommer levereras med 3 bars tryck	Ja/Nej	Krav	U5
2	VM-1	Vattnet ska kunna rengöra hela fönsterytan.	Genom att uppfylla krav VM0		Krav	U3
3	VM0	Produkten ska innehå vattenmunstycken för att kunna spreja vatten över hela fönsterytan		Ja/Nej	Krav	U5
4	VM1	Kompatibel med 1/8-slang	Se krav för slangar	Ja/Nej	Krav	U5
4	VM2	Klara av tryck upp till 8 bar	Kompressorn i ladugården levererar tryck på mellan 6 och 8 bar	Ja/Nej	Krav	U5
4	VM3	Stor spridningsvinkel	För att möjliggöra placering nära kamerafönstret	Spridningsvinkel > 90 grader	Krav	U5
4	VM4	Korrosionsbeständig	Användningsmiljön är korrosiv	A2-klassade material	Krav	U5
4	VM5	Backventil	För att eliminera dropp	Ja/Nej	Krav	U5
2	LM-1	Tryckluft ska kunna torka hela fönsterytan	Genom att uppfylla krav LM0		Krav	U3
3	LM0	Produkten ska innehå tryckluftmunstycke för att kunna blåsa luft över hela fönsterytan		Ja/Nej	Krav	U5
4	LM1	Kompatibel med 1/8-slang	Se krav för slangar	Ja/Nej	Krav	U5
4	LM2	Klara av tryck upp till 8 bar	Kompressorn i ladugården levererar tryck på mellan 6 och 8 bar	Ja/Nej	Krav	U5
4	LM3	Stor spridningsvinkel	För att möjliggöra placering nära kamerafönstret	Spridningsvinkel > 90 grader	Krav	U5
4	LM4	Korrosionsbeständig	Användningsmiljön är korrosiv	A2-klassade material	Krav	U5
2	S-1	Vatten och tryckluft måste kunna transporteras fram till munstyckena vid fönsterytan		Ja/Nej	Krav	U3
3	S0	Produkte ska innehå slangar för att transportera fram vatten och tryckluft till munstyckena vid fönsterytan		Ja/Nej	Krav	U5
4	S1	Innerdiameter 1/8 tum	Liten diameter som är tillräcklig	Ja/Nej	Krav	U5
4	S2	Korrosionsbeständig	Användningsmiljön är korrosiv	A2-klassade material	Krav	U5
4	S3	Klara av tryck upp till 8 bar	Kompressorn i ladugården levererar tryck på mellan 6 och 8 bar	Ja/Nej	Krav	U5
2	SK-1	Slangarna ska gå att fästa i munstycken och i varandra		Ja/Nej	Krav	U3
3	SK0	Produkten ska innehå slangkopplingar för att kunna fästa slangari munstycken och i varandra		Ja/Nej	Krav	U5
4	SK1	Kompatibel med 1/8-slang	Se krav för slangar	Ja/Nej	Krav	U5
4	SK2	Klara av tryck upp till 8 bar	Kompressorn i ladugården levererar tryck på mellan 6 och 8 bar	Ja/Nej	Krav	U5
4	SK3	Korrosionsbeständig	Användningsmiljön är korrosiv	A2-klassade material	Krav	U5
1	M1	Produkten ska vara korrosionsbeständig	Tåla att vistas i en korrosiv miljö. Tålighet motsvarande rostfritt	Endast exponera A2-klassade material för användningsmiljön	Krav	U1, B1
1	ES0	Produkten ska för målgruppen uttrycka värdena i EAW och EB		Undersökning av målgruppens åsikter kring produktens uttryck. 8 av 10 ska tycka att produkten uttrycker värdena i EAW och EB	Krav	U1, B1
2	ES1	Produkten bör se ren ut	Även om produkten är placerad i en smutsig miljö bör den se ren ut för att inge förtroende	Produkten ska se så ren ut för ögat som möjligt	Krav	B1
2	ES2	Produkten skall uttrycka en kvalitetskänsla	genom att utstråla kvaliteten kommer produkten inge ett större förtroende hos användarna	Undersökning av målgruppens åsikter kring produktens uttryck. 8 av 10 ska tycka att produkten uttrycker en kvalitetskänsla	Krav	U1, B1
2	ES3	Produkten skall passa in i sin miljö	Miljön är ladugårdsmiljö	Undersökning av målgruppens åsikter kring produktens uttryck. 8 av 10 ska tycka att produkten passar in i sin miljö	Krav	B1

1	ES4	Produkten ska särskilja sig från övriga produkter i ladugården	Det ska inte se ut som om produkten Lex är en Delaval-produkt		Undersökning av målgruppens åsikter kring produktens uttryck. 8 av 10 ska tycka att produkten särskiljer sig från övriga produkter i ladugården	Krav	U1
2	ES5	Produkten ska vara synlig för lantbrukaren	Agricams varumärke		Ja/Nej	Önskemål	U2
2	ES6	Det ska synas att det är en Agricom-produkt	Agricams varumärke		Undersökning av målgruppens åsikter kring produktens uttryck. 8 av 10 ska tycka att produkten är en Agricom-produkt	Krav	U1
3	ES7	Agricams logotyp ska finnas på och synas på produkten			Ja/Nej	Krav	U5
3	ES8	Produkten ska fågsättas så att den matchar Agricams profil			Ja/Nej	Krav	U5
1	M0	Produkten ska gå att montera och demontera			Ja/Nej	Krav	U1
2	M1	Medge enkel montering	Montering kommer utföras av Agricams personal		Montering ska inte kräva specialverktyg samt ej ta längre tid än 2h	Krav	U5
2	M2	Medge justeringar av installation	T.ex. ska position och vinkling gå att justera		Ej permanenta fästelement	Krav	U5
2	M3	Medge avlägsnande från vägg eller rör	Ska kunna plockas ner från vägg eller rör		Ej permanenta fästelement	Krav	U5
2	M4	Låg vikt			Maxvikt 10 kg	Önskemål	U5
2	M5	Arbetställning vid installation får inte vara skadlig			Så litet värde på Rula eller Reba som möjligt	Önskemål	U5
2	M6	Medge demontering av kameraskalet	Det ska vara möjligt att särskilja på olika material		Inga permanenta fästelement mellan komponenter av olika material	Krav	U2
1	TV0	Produkten ska vara enkel, lätt att tillverka och sammansättning				Krav	U1
2	TV1	Ska ej kräva specialverktyg	Produkten kommer att tillverkas i liten serie		Formen ska ej framställas med tillverkningsmetoder som kräver specialverktyg	Krav	U5
2	TV2	Ska ej kräva specialkompetens	Produkten kommer att tillverkas i liten serie		Verkstadsutbildad personal ska kunna tillverka produkten efter ritning utan vidare instruktioner	Krav	U5
2	TV3	Tillverkning och sammanställning får ej ta lång tid			Tillverkning och sammanställning får max ta 4 veckor	Önskemål	U5
1	H0	Vara ekonomiskt, socialt och ekologiskt hållbar	Produkten ska kunna motiveras ur dessa perspektiv	Genom att uppfylla krav H1, H2, H3, H4, H5, H6		Krav	U1, B1
2	H1	Utbytbara delkomponenter	Kamera, objektiv, kamerafönster, munstycken, ventilet, slangar, slangkopplingar och tätningar	Genom att uppfylla krav M6	Ja/Nej	Krav	H
2	H2	Ämnen med känt innehåll	Ekologisk hållbarhet under användningsfas	Begära information från underleverantörer	Ja/Nej	Krav	H
2	H3	Komponenter från lokala tillverkare	Minimera transportsträckor	Begära information från underleverantörer	Endast underleverantörer inom Sverige	Önskemål	H
2	H4	Märka material med materialtyp	För att underlätta resthantering		Alla material ska vara märkta med materialtyp	Krav	H
2	H5	Minimera användning av vatten	Ekologisk hållbarhet under användningsfas	Genom att uppfylla krav VM5	Minimera användning av vatten	Önskemål	H
2	H6	Förenkla isärplockning	För att underlätta resthantering		Demontering ska inte kräva specialverktyg	Önskemål	H

Appendix 2 - REBA

Rapid Entire Body Assessment

Position 1 är kroppsställning enligt bild 1. Den uppkommer vid finjustering av kameravinkeln vid placering av kameraenheten på lantbrukarens sida av mjölkroboten. Position 2 är kroppsställning enligt bild 2. Den uppkommer vid finjustering av kameravinkeln vid placering av kameraenheten på kornas sida av mjölkroboten.



REBA	Position 1		Position 2		Comments
Trunk	2		4		Position 2, back is twisted and tilted
Neck	2		3		Position 1+2, neck is twisted
Legs	3		3		Position 1+2, Knees flexion > 60
Score from Table A	5		8		
Load/Force	1		1		
Score A	6		9		
Activity	2		2		Position 1+2, One or more body parts are static, repeated small range motions
Upper arms (shoulders)	5	3	1	2	Position 1, Arm rotated, shoulder raised
Lower arms (elbows)	1	1	1	1	
Wrists	2	2	2	2	
Score from Table B	7	4	2	2	
Coupling	1	0	1	0	
Score B	8	4	3	2	
Score C	9	7	9	9	
Activity Score	1	2	1	2	
Reba Score	10	9	10	11	Risk level: 8 – 10, high, 11 – 15, very high

Appendix 3 - Intervjumall

Respondent:

Mjölkningsutrustning:

Antal kor:

- Upplever ni problem med mastit? (Hur ofta?) Tror ni att andra upplever problem med mastit?
- Hur upptäcker ni mastit?
- Vad gör ni om en ko har fått mastit?
- Vilka vanliga moment utförs under en arbetsdag?
(*snabb överblick*)
- Vad gör du på din lediga tid?
- Vilka fler arbetar här på gården (någon annan som har hand om korna)?
- Har du familj, bor du här bredvid?
- Hur rör sig korna under dagen (beskriv en vanlig dag för en ko)? Sommar/vinter?
(*göra planskiss*), *tänk på likheter mellan gårdar, fasta punkter som korna passerar, när står de stilla?, säsongsskillnader*
- Hur går mjölknings och utfodringsprocessen till?
(*görs det efter varandra, först mjölkning sedan mat?*)
- Vad tror du skiljer andra gårdar från den här gården?
Besöksgård kontra vanlig gård? Ekologisk gård.
- Hur går det att få rent saker i ladugården?
(*Hur hårt fastnar det?*) (*Hur rengör du saker?*)
- Hur mycket tid får underhåll ta?
- Kan du beskriva din bild av den generella bonden?
- Vad brukar du ha på dig när du jobbar (under hela året) (Arbetshandskar)?
- Hur får ni veta att det finns en ny bra produkt på marknaden?
- Vad gör att ni bestämmer er för att köpa in en ny produkt till lantbruket?
(*funktionalitet, ekonomi, användarvänlighet, utseende*)
Finns det någon produkt ni skulle vilja köpa in?
Varför?
- Finns det någon produkt inom (eller utom) ert lantbruk som ni tycker extra bra om?
Vad tycker du om din mobiltelefon eller bil?, fungerar den bra? Ny/gammal?
- Vad tycker ni om mjölkroboten?
Märke? Eventuella problem?
- Är det nått ni tycker är bra/ dåligt med mjölkroboten?
förenklar uppgifter, tidsbesparande, mindre personal
- Hur gör ni om mjölkroboten krånglar?
- Kan ni nämna någon produkt som ni är nöjd med?
Litar på,
- Vad är det som gör er nöjda med produkten?
- Var skulle ni vilja ha apparaturen placerad (varför)?
- Vad vill du att produkten ska uttrycka utseendemässigt?
Exempel: Sportbil ska uttrycka snabbhet och styrka. En leksak ska uttrycka glädhet och snällhet.
- Vill du veta att den är på? Hur vill du i så fall veta det?
Ljud, lampa som lyser.
- Vill du ha möjlighet att stänga av produkten?
Stänger ni av era nuvarande produkter eller står allt bara och går?
- Berätta mer exakt om hur du rengör saker. Vad använder du?

Appendix 4 - Hållbarhetsanalys

Projektets produkt löser problemet med mastit på ett nytt sätt. Därför är en analyserande jämförelse mellan denna lösning och den teknik som används idag intressant att göra. Det vill säga, att jämföra det faktiska nuläget där mastit upptäcks med hjälp av kemisk analys av mjölken mot att upptäcka den på ett tidigare stadium med hjälp av värmekamerateknik.

De första tydliga fördelarna med att produkten tillämpas är tidigare upptäckt inflammation, vilket ger bättre djurhälsa i form av kortare sjukdomstid, även mindre mängd kasserad mjölk och använd antibiotika är stora fördelar, vilket också ger färre resor för veterinärer. Nackdelar med att använda produkten kommer istället att vara mera använt material, högre initial kostnad för lantbrukarna samt sämre lönsamhet för veterinärer då de får mindre jobb.

Den genomförda hållbarhetsanalysen utgick från en trolig framtida produkt baserad på kraven i projektspecifikationen och har inte jämförts mot den befintliga tekniken för mastitdetektion. Detta val gjordes för att kunna göra en mer rättvis utvärdering av produktens hållbarhetspåverkan eftersom de olika teknikerna varierar så mycket mellan varandra.

För att uppnå projektets hållbarhetsvision har Naturliga stegets ABCD modell använts som verktyg för att göra en hållbarhetsanalys. Utgångspunkt för analysen har varit en trolig framtida produkt baserad på kraven i projektspecifikationen.

Vision

Projektgruppens vision med kameraskyddet till CaDDi Basic är att produkten ska vara lönsam för både Agricom och de ämnade kunderna. Produktens framställning och användning ska ha en positiv inverkan ur ett socialt perspektiv när det gäller mänskliga rättigheter, arbetsförhållanden och samhällsengagemang. Den negativa miljöpåverkan med avseende på ökad koncentration av material från jordskorpan och ökad koncentration av ämnen producerade av människor, i samhället samt undanträngning av natursystem ska minimeras under hela livscykelns samtidigt som mänskliga rättigheter inte ska äventyras.

Awareness

En uthållig eller hållbar produkt är en produkt som harmoniserar med principerna i hållbar utveckling inom det sociala, ekologiska och ekonomiska perspektivet. Det betyder att en produkt som är uthållig skall minimera sin negativa miljöpåverkan och frambringa en god social påverkan under alla faser i sin livscykel samt vara långsiktigt lönsam för alla parter ur ett ekonomiskt perspektiv.

Baseline

Syfte/mål med analysen

Syftet med hållbarhetsanalysen var att inom projektgruppen skapa en gemensam bild av nuläget, systemet och målbilden. Målet var att enligt ABCD-modellen besvara de frågeställningar som lyfts i det naturliga steget.

Bakgrund

Kameraskyddet till CaDDi Basic ska placeras i en ladugårdsmiljö och sitta fastmonterad under en längre tid. Kameraskyddet ska innehålla en värmekamera och kommer att kontinuerligt övervaka korna och filma deras juver för att upptäcka mastit. Kameraskyddet kommer mestadels vara uppbyggt av inköpta standardkomponenter. Troligtvis kommer produkten endast att tillverkas i en mindre skala.

Ur ett socialt perspektiv är det intressant var och under vilka förhållanden ingående komponenter kommer att tillverkas. Förhoppningsvis kommer de mänskliga rättigheterna att efterföljas och arbetsförhållandena vara rimliga. När det gäller montering och demontering är det också viktigt att tänka på de personer som utför detta. När produkten väl är installerad så ska den fungera passivt och kommer inte innebära någon fysisk användarinteraktion. Agricams samhällsengagemang är i dagsläget mer eller mindre obefintligt.

Resursförbrukning av energi och material kommer ha stor påverkan med avseende på det ekologiska perspektivet. Energi kommer att förbrukas vid tillverkning av komponenterna, vid transporter och vid användningen av produkten. Val av material kommer också att påverka resursförbrukningen. Dels går det åt olika mycket energi för att ta fram olika material och dels så är det stor skillnad på tillgången av olika material. Framställandet av olika material bidrar i olika stor grad till undanträngning av natursystem. Vilka material som kamerahöljet består av är ej fastslaget och alternativen kommer att vara begränsade p.g.a. krav från uppdragsgivaren. Kemikalier som kan finnas i elektriska komponenter, färg och ytbehandling bör utvärderas. Särskilt med tanke på vad som händer med produkten vid slutet av dess livslängd.

Funktionsanalys

- Huvudfunktion
 - Skydda värmekameran
 - Medge möjlighet till filmande med värmekameran
- Delfunktion:
 - Medge instrålning av värmestrålning till kameranlinsen
 - Hålla objektivfönstret rent och torrt
 - Skydda värmekameran mot stötar
 - Skydda värmekameran mot vatten och fukt
 - Skydda värmekameran mot damm
- Stödfunktion
 - Medge återkoppling
 - Marknadsföra Agricam

Intressentanalys

Ägare: Agricam som i sin tur ägs av Biototal (40 %), Termisk Systemteknik (40 %) och Elinor Eieren (20 %)

Inkubator: Lead

Kunder: Mjölkbönder som äger minst 70 kor

Användare: Mjölkbönder eller lantarbetare

Installatör: Agricams personal

Konkurrenter: Delaval (celltalsmätare), Lely (celltalsmätare), Startvac (vaccin), Veterinärnätverk (celltalsmätning, veterinärer)

Intressegrupper: Lantbrukarnas riksförbund, olika veterinärsamfund, Svensk mjölk och mejeriföreningar

Universitet: Chalmers tekniska högskola (projektgruppen), Linköpings universitet (studentgrupp utvecklar interface till CADDI-basics mjukvara)

Underleverantörer: Ej fastställt ännu

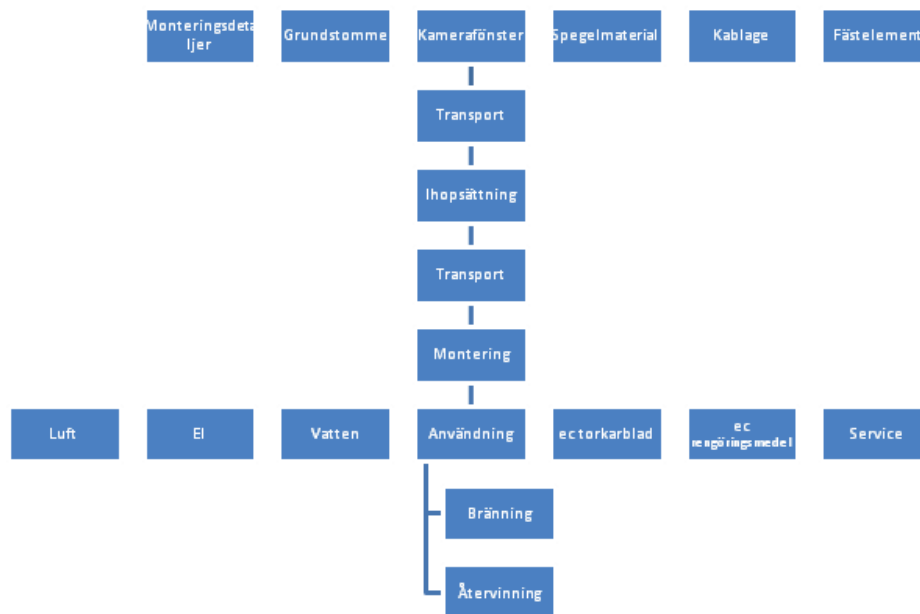
Prioritering av de viktigaste intressenterna som företaget behöver ta hänsyn till.

1. Ägare
2. Kunder – Krävs kunder för både kortsiktig och långsiktig lönsamhet
3. DeLaval och Lely – Krävs antagligen samarbete för långsiktig lönsamhet.
4. LRF och Svensk Mjölk – Organisationer som har stor inverkan på kunderna.

Övriga faktorer som kan påverka produkten:

- **Ekonomiska faktorer:** Världsmarknadspris på råmaterial (plåt, germanium), relativa priser (växelkurs euro och kronor)
- **Politiska faktorer:** Politiska mål (djurhälsa, det nya lantbruket), Guide-Lines (djurhälsa), lagar (vad får man ha i en ladugård?), skatter, miljösubventioner.
- **Sociala faktorer:** livsstil (den nya bonden), värderingar (djurhälsa), kultur (det nya lantbruket), demografi (Hur gamla/bakåtsträvande är bönder?), trender (köper en köper alla)
- **Tekniska faktorer:** forskning och utveckling/tekniska system (Eventuella konkurrenter i form av vacciner nya produkter från delaval), patent (vilka länder kan Agricom utöka till, vad skyddar patentet mot?), standarder, miljö, hälsoaspekter

Identifierade flöden



Figur 1; Flödesanalys

SLCA-matris

Nulägesbeskrivning av hållbarhetspåverkan						
	Design/ utveckling	Material (Råmaterial och tillverkade)	Produktion	Förpackning, distribution och försäljning	Användning	Resthantering (end of life)
Systemvillkor 1 Material från jordskorpan	Dator (metall, olja, kisel) Bensin för studiebesök	Objektivfönster (germanium, sand), Packningar (gummi), Plåt och skruvar (kol, järn, zink, krom), Kretskort (koppar, kisel, tenn, olja), Kontaktdon (plast, koppar, tenn, järn, zink, kol) Energi (uran), Vatten	Energi (olja, trä, uran) Metall till maskin (stål, aluminium), Dator (metall, kisel, olja), Vatten	Plast, transport (olja), trä	Vatten, luft, olja, kol, uran, germanium	Skyddsklass IP66 medför att många komponenter blir svåra att dela på. Metallåtervinning, elåtervinning
Systemvillkor 2 Ämnen producerade av samhället	Plasttillsatser i dator, Mock-ups	Plasttillsatser, färgämnen	Lim, lösningsmedel, silikon, färgämnen, ev. ytbehandling, flussmedel	Tejpläst (ex cellofan, acetat, PVC), tejpklistor (ex. gummi, harts, akrylat), färgämnen, papper	rengöringsmedel	Många ämnen integrerade med varandra, svårt att särskilja. Lättare med pappersförpackningen.
Systemvillkor 3 Undanträngning av natursystem		Undanträngning av vattensystem, oljeproduktion, skogskövling	Undanträngning av vattensystem, olja/kol produktion	Gifter från färgämnen, olja för transport, (många resor pga personlig service, procentuellt stor påverkan)	Undanträngning av vattensystem, olja/kol produktion	Förbränning frigör CO2. Soptippar tränger undan natursystem
Systemvillkor 4 Kunna möta männliga behov	50h arbetsveckor	Arbetsvillkor, Skadlig plastframställning, använda SAB000-certifierade leverantörer	Bristfälliga arbetsvillkor. Använda SAB000-certifierade leverantörer	Arbetsmiljövillkor för arbetare (distributörer, leverantörer)	Arbetsvillkor för lantbrukare, reparatörer, andra	Arbetsvillkor

Figur 2; SLCA-matris

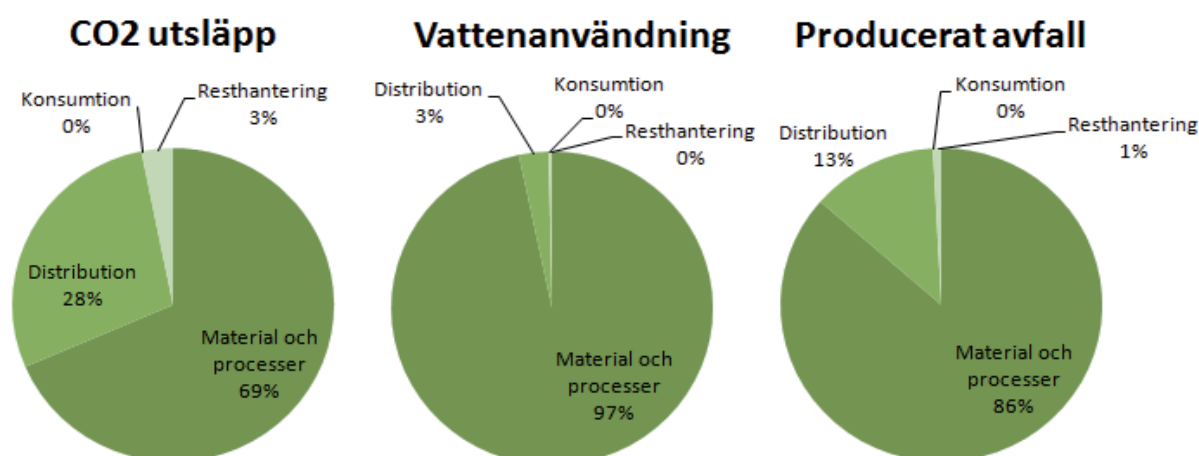
Resultatet från SLCA-matrisen (se figur 2) visade att det finns många områden som kan vara negativa ur ett hållbarhetsperspektiv. T.ex. kommer det användas mycket material från jordskopan och produktens leverne kommer antagligen innebära undantränning av natursystem. Störst förbättringsmöjligheter tros finnas inom materialval, användning och resthantering. Generellt tros dock produktens påverkan vara relativt liten.

Osynliga material

Under produktens livscykel kommer även så kallade osynliga material att förbrukas. T.ex. vid produktion genom materialspill, under användningen genom slitage och genom att material och ämnen innehåller ämnen som inte "syns", så kallade gömda material. Under produktionen kommer det att ackumuleras plåtspill vid stansning av plåtar och germaniumspill när kamerafönstret skärs ut. Under användning kommer användningsmiljön slita på germaniumglas, lack och på packningar. I och med att produkten troligtvis kommer tillverkas i liten skala kommer problem med gömda, sällsynta material inte vara lika akuta (som om den hade tillverkats i stor skala) eftersom kvantiteten av materialen inte eskalerar. Lack och färgämnen är komponenter som löper stor risk att innehålla dolda, farliga ämnen.

Livscykelanalys, identifikation av största glapp

Livscykelanalysen pekade mot att material och tillverkningsprocesser var den absolut störst faktorn som ledde till koldioxidutsläpp (68,5 % av totalt utsläpp), vattenanvändning (96,7 % av total vattenanvändning) och ackumulerat avfall (86,5 % om allt bränns). Distribution var en annan faktor som hade stor påverkan inom dessa områden (28,3 % av koldioxidutsläpp 3,0 % av vattenanvändningen och 12,7 % av ackumulerat avfall).



Figur 3; Grafer från LCA-analysen

Därför identifierades material och tillverkningsprocesser som det största glappet mellan produktens livscykel och en hållbar produkt. Även distribution och resthantering ansågs som faser som borde förbättras för att uppnå önskad målbild. Vattenanvändning under användningsfasen kunde dock inte tas med i varken LCA- eller SLCA-analysen, detta kan vara en faktor för vidare studier.

Creative solutions

Baserat på LCA-analysens olika områden togs olika förbättringspunkter fram. De identifierade punkterna baserades på generella riktlinjer och anpassades efter projektets situation. De uppkomna idéerna presenteras nedan.

Material och tillverkningsprocesser:

- *Minimera användande av material,*
Minska den totala användningen av material i produkten genom att göra en produkt som så ef-

fektivt som möjligt utnyttjar tillgängligt material. Beakta materialanvändningen både i materialstorlek och materialtjocklek.

- *Minimera antalet olika material samt använda så rena material som möjligt*
För att underlätta resthantering är det viktigt att produkten innehåller rena och så få olika sorters material som möjligt. Då projektets produkt kommer fungera som ett skydd för andra produkter är det viktigt att även dessa produkten innehåller få olika material.
- *Minimera antalet tillverkningsmoment och processer,*
En förenklad tillverkning är även tids- och kostnadseffektiviserad och då är antalet olika processer och moment som behöver göras av stor betydelse.
- *Endast använda material och ämnen med känt innehåll*
För att säkerställa att inga, eller så få som möjligt, skadliga material används är det viktigt att använda material där ingående ämnen är kända. Detta har betydelse i alla produktens livsfaser, då den alltid kommer vara i närheten av människor och djur.
- *Använda lättbearbetade material*
Lättbearbetade material ger enklare och billigare tillverkningsprocesser. Då kan klenare verktyg användas och mindre kraft krävs. Detta är även viktigt att beakta vid val av materialtjocklek.
- *Minimera material- och energispill i produktionen*
Genom att planera produktens tillverkning kan materialutnyttjandet maximeras. Detta är av stor betydelse även om produkten inte kommer tillverkas i speciellt stor skala.

Distribution och resthantering:

- *Utforma lättstaplade, kompakta och väldimensionerade förpackningar*
Vid distribution och försäljning är kompakta förpackningar av stor betydelse då de effektiviserar leveranser. Även om produkten kommer tillverkas i liten skala och kanske oftast kommer transporteras tillsammans med andra produkter, är det viktigt att minimera ej nyttjbart utrymme under transporten.
- *Köpa komponenter från lokala tillverkare*
Genom att handla av lokala tillverkare kommer transporter minskas. Detta blir speciellt betydelsefullt vid en liten lean-inriktad tillverkning då endast små kvantiteter av varje komponent kommer beställas.
- *Utföra design for disassembly*
Att beakta riktlinjerna som *design for disassembly* ställer upp är viktigt för att möjliggöra resthantering.
- *Så få olika tillverkare som möjligt*
Genom att köpa material från så få olika tillverkare som möjligt kan transporter samordnas och effektiviseras.
- *Inga permanenta fästen mellan olika materialtyper*
Genom att beakta detta kommer resthanteringsprocessen förenklas och effektiviseras.
- *Maximera användningen av återvinningsbara material*
Användning av återvinningsbara material ger en god hållbarutvecklingsprestanda som hjälper produkten att minska sin negativa miljöpåverkan.
- *Använda miljöcertifierad lack och färg*
Genom att använda miljöcertifierade lacker och färger på produkten kommer dels risken för att

djuren får i sig farliga ämnen från färg och tryck minskas samt risken att miljöskadliga ämnen kommer ut i naturen.

- *Märka material med materialtyp*
Om ingående delar i produkten märks med materialtyp kommer resthanteringsfasen underlättas avsevärt. Detta är en relativt enkel åtgärd, som förenklar mycket för användaren.
- *Förenkla isärtagning*
Genom att i den, till produkten, medföljande instruktionsboken tydligt demonstrera och illustrera hur produkten skruvas isär och delarna skall hanteras förenklas resthanteringsprocessen.

Vattenanvändning under användningsfas:

- *Använda så lite vatten som möjligt*
Genom att maximera utnyttjandet av det använda vattnet så hålls vattenförbrukningen på en så låg nivå som möjligt. Detta kan göras genom att använda ett så snålt munstycke som möjligt, samt genom att använda ett högre tryck under en kortare tid.
- *Minimera droppande vatten från rengöringsmunstycken*
Droppande munstycken kan, under en lång tid, generera en stor mängd outnyttjat vatten. Då projektets produkt kommer användas under en lång tid kommer den möjliga tiden för dropp vara avsevärd.
- *Så liten yta att rengöra som möjligt*
Då germaniumglasets yta, det vill säga den yta som måste rengöras minskas kommer den använda mängden vatten minska och därmed ge en snålare och effektivare rengöring.

Decide on priorities

I det sista steget i ABCD-processen analyserades potentialen för varje lösning som uppkom i föregående steg. Varje område diskuterades och de där störst skillnad kunde uppnås valdes ut för fortsatt arbete och implementering i projektet.

- *Minimera antalet tillverkningsmoment och processer*
Detta område är viktigt då tillverkningen kommer ske i liten skala och därmed kan inte några specialiserade verktyg tas fram för tillverkningen. Därmed är det betydelsefullt ur både ekonomiskt och ekologiskt perspektiv att tillverkningen använder sig av så få tillverkningsmoment och processer som möjligt samt att de som används är standardiserade och konventionella tillverkningsmetoder. Då kommer kostnaderna och energiåtgången vid tillverkningen minskas.
- *Endast använda material och ämnen med känt innehåll*
Produkten kommer under hela sin användningstid att vistas i en ladugård, vilket därmed betyder att den kommer ha nära kontakt med de djur som rör sig där. Då djur är mycket oberäkneliga och oförutsägbara är det viktigt att säkerställa att de inte kan få i sig några okända och möjligen farliga ämnen. Detta område är även mycket viktigt vid resthanteringen av produkten, då sorteringen av olika materialslag kan göras på ett korrekt sätt.
- *Köpa komponenter från lokala tillverkare*
Området har stor påverkan på transporter av material och komponenter. Eftersom produkten initialt kommer tillverkas i en liten upplaga kommer därmed även beställningarna hos tillverkarna att bli små. Detta i kombination med att många stora tillverkare har sin tillverkning utspridd över hela världen, kommer resultera i många små och ineffektiva transporter. Genom att istället köpa komponenter genom svenska grossister eller tillverkare kan dessa transporter effektiviseras och därmed minskas produktens påverkan.

- *Inga permanenta fästen mellan olika materialtyper*
Under produktens livslängd kommer dels olika förbrukningskomponenter behöva bytas ut samt även andra delar vid reparation. Om dessa delar är lätta att demontera kommer sådana åtgärder vara både enklare och billigare än om hela produkten behöver ersättas. Även vid resthantering av produkten är det viktigt att det går att skilja på olika material.
- *Förenkla isärtagning*
För att förenkla resthanteringen av produkten är det viktigt att tydligt förklara hur den ska monteras isär i olika materialslag för att dessa sedan enkelt ska kunna återvinnas. En sådan instruktion kan implementeras i produktens instruktionsbok.
- *Märka material med materialtyp*
Även detta område förenklar resthanteringen och gör det svårare att göra fel för personen som resthanterar produkten.
- *Minimera droppande vatten från rengöringsmunstycken*
Genom att direkt efter munstycket placera någon form av ventil som håller tillbaka vattnet kan dropp från munstycket förhindras. Detta medför att onödigt vattenslöseri kan avhjälpas.
- *Så liten yta att rengöra som möjligt*
Även detta krav avhjälpas onödigt vattenslöseri. Genom att hålla germaniumfönstret så litet som möjligt effektiviseras rengörningen och därmed minskas vattenanvändningen.

	<p>El finns tillgängligt Korna går förbi många gånger per dag Kan lösa fett</p>	<p>Ej lättillgänglig för bonden Reprisen ökar Livslängd rörliga delar? Kemikalier Kräver påfyllning Kräver värmare Kräver pump Vatten måste dras dit</p>
2B	<p>Registrering av ko finns El finns tillgängligt Korna går förbi många gånger per dag Inget slitage (?) Kan lösa fett (?)</p>	<p>Utsatt läge Ej lättillgänglig för bonden Inga kemikalier Låter/pyser (men låter redan vid roboten så är ok) Vattenvärmare krävs Tank krävs Mycket ej krävs? Blir blött/fuktigt, måste torka. Blir fuktigt i närheten, kräver avlopp Ska programmeras</p>
3B	<p>Registrering av ko finns El finns tillgängligt Korna går förbi många gånger per dag Blir aldrig smutsig (om fungerar)</p>	<p>Utsatt läge Ej lättillgänglig för bonden Krävs kompressor Krävs fläkt Livslängd rörliga delar? Krävs motor + styrning Låter mycket (men låter redan vid robot) Måste kunna öppna linsskyddet manuellt för att rengöra Klarar ej tungt smuts</p>
4B	<p>Registrering av ko finns El finns tillgängligt Korna går förbi många gånger per dag Blir aldrig smutsig (om fungerar)</p>	<p>Utsatt läge Ej lättillgänglig för bonden Krävs kompressor Krävs fläkt Låter mycket (men låter redan vid robot) Måste vara på hela tiden Klarar ej tungt smuts</p>
1C	<p>Endast en kamera krävs Utnyttjar utrymme som redan finns (inkräktar ej) Kan lösa fett</p>	<p>Mycket utsatt position Kräver spegellösning Stort ingrepp/stor förändring Kräver mycket material Reprisen ökar Livslängd rörliga delar? Kemikalier Kräver påfyllning Kräver värmare Kräver pump Vatten måste dras dit</p>
2C	<p>Endast en kamera krävs Utnyttjar utrymme som redan finns (inkräktar ej) Inget slitage (?)</p>	<p>Mycket utsatt position Kräver spegellösning Stort ingrepp/stor förändring</p>

	Kan lösa fett (?)	Kräver mycket material Inga kemikalier Låter/pyser (men låter redan vid roboten så är ok) Vattenvärmare krävs Tank krävs Mycket ej krävs? Blir blött/fuktigt, måste torka. Blir fuktigt i närheten Ska programmeras
3C	Endast en kamera krävs Utfnyttiar utrymme som redan finns (inkräktar ej) Blir aldrig smutsig (om fungerar)	Mycket utsatt position Kräver spegellösning Stort ingrepp/stor förändring Kräver mycket material Krävs kompressor Krävs fläkt Livslängd förliga delar? Krävs motor + styrning Låter mycket (men låter redan vid robot) Måste kunna öppna linsskyddet manuellt för att rengöra Klarar ej tungt smuts
4C	Endast en kamera krävs Utfnyttiar utrymme som redan finns (inkräktar ej) Blir aldrig smutsig (om fungerar)	Mycket utsatt position Kräver spegellösning Stort ingrepp/stor förändring Kräver mycket material Krävs kompressor Krävs fläkt Låter mycket (men låter redan vid robot) Måste vara på hela tiden Klarar ej tungt smuts

Appendix 6 - Elimineringstris

	A. Robot	B. Smart gate	C. Separationsgrind
1. Torkare	1A	1B	1C
2. Ånga	2A	2B	2C
3. Luftström och linsskydd	3A	3B	3C
4. Luftström	4A	4B	4C

Elimineringsstris

Elimineringskriterier: (+)=ja (-)=nej (?)=mer info krävs (!)=kontrollera specifikationer

Lösning	Löser huvud problem/funktion	Upp-fyller alla krav?	Kommentarer till krav	Säker inom miljö	Underhåll	Mer info	Kommentarer	Beslut
1A	Ja	?	Klarar torkare skydds-klassen? Klarar vätskan låg temp? Blir det tillräckligt rent och torrt?	Rengörings-vätska?	Påfyllning Byte av torkarblad	Kräver värmare Kräver vatten Om mjölkspill – lösningsmedel krävs Om rengöringsmedel – tank krävs Kräver förångare	Kan räcka med torkare på ena sidan Kan placeras relativt skyddat	
2A	Ja	?	Klarar systemet skydds-klassen? Klarar systemet låg temp? Blir det tillräckligt rent och torrt?	Ja	Påfyllning (ev. dest-vatten)	Kräver tank Kräver vatten (ev. dest) Kan ev. kräva värmare av glas	Inga rörliga delar Kan räcka med ånga på ena sidan Kan placeras relativt skyddat	
3A	Ja	?	Klarar systemet skydds-klassen? Blir det tillräckligt rent?	Ja	Inget	Krävs kompressor Krävs fläkt Krävs styrning_och motor	Klarar alla temp. Blir aldrig smutsig om det fungerar	

4A	Ja	?	Klarar systemet skydds- klassen? Blir det tillräckligt rent?	Ja	Inget	Krävs kompressor Krävs fläkt	Klarar alla temp. Blir aldrig smutsig om det fungerar Inga rörliga delar eller styrning	
1B	Ja	?	Klarar torkare skydds- klassen? Klarar vätskan låg temp? Blir det tillräckligt rent och torrt? Klarar systemet skydds- klassen? Klarar systemet låg temp? Blir det tillräckligt rent och torrt?	Rengörings- vätska? Ja	Påfyllning Byte av torkarblad Ute bland korna	Kräver värmare Kräver vatten Om rengöringsmedel – tank krävs Kräver bra skydd (utsatt läge) Kräver förångare Kräver tank Kräver vatten (ev. dest) Kan ev. kräva värmare av glas Kräver bra skydd (utsatt läge)	Kan ljudet störa? Inkräktar på djurens yta Djuren kan skada bladen?	
2B	Ja	?	Klarar systemet skydds- klassen? Klarar systemet låg temp? Blir det tillräckligt rent och torrt?	Ja	Påfyllning (ev. dest- vatten) Ute bland korna	Kräver bra skydd (utsatt läge) Kräver förångare Kräver tank Kräver vatten (ev. dest) Kan ev. kräva värmare av glas Kräver bra skydd (utsatt läge)	Kan ljudet störa?	
3B	Ja	?	Klarar systemet skydds- klassen? Blir det tillräckligt rent?	Ja	Inget	Krävs kompressor Krävs fläkt Krävs styrning och motor Kräver bra skydd (utsatt läge)	Kan ljudet störa? Inkräktar på djurens yta Klarar alla temp. Blir aldrig smutsig om det fungerar	
4B	Ja	?	Klarar systemet skydds- klassen? Blir det tillräckligt rent?	Ja	Inget	Krävs kompressor Krävs fläkt Kräver bra skydd (utsatt läge)	Kan ljudet störa? Inkräktar på djurens yta Klarar alla temp. Blir aldrig smutsig om det fungerar	

1C	Ja	?	Klarar torkare skydds- klassen? Klarar vätskan låg temp? Blir det tillräckligt rent och torrt?	Rengörings- vätska?	Påfyllning Byte av torkarblad Ute bland korna	Kräver värmare Kräver vatten Om rengöringsmedel – tank krävs Kräver ny grind Kräver gott skydd pga mkt ut- satt läge. Kräver förångare	Kan ljudet störa? Ej provat om det går att mäta Endast en kamera krävs Ei måste dras	
2C	Ja	?	Klarar systemet skydds- klassen? Klarar systemet låg temp? Blir det tillräckligt rent och torrt?	Ja	Påfyllning (ev. dest- vatten) Ute bland korna	Kräver tank Kräver vatten (ev. dest) Kan ev. kräva värmare av glas Kräver gott skydd pga mkt ut- satt läge Krävs kompressor	Kan ljudet störa? Ej provat om det går att mäta Endast en kamera krävs Ei måste dras	
3C	Ja	?	Klarar systemet skydds- klassen? Blir det tillräckligt rent?	Ja	Inget	Krävs fläkt Krävs styrning och motor Kräver gott skydd pga mycket utsatt läge	Kan ljudet störa? Ej provat om det går att mäta Endast en kamera krävs Ei måste dras	
4C	Ja	?	Klarar systemet skydds- klassen? Blir det tillräckligt rent?	Ja	Inget	Krävs kompressor Krävs fläkt Kräver gott skydd pga mycket utsatt läge	Kan ljudet störa? Ej provat om det går att mäta Endast en kamera krävs Ei måste dras	

Elimineringsmatrisen hjälper dig att sortera bort lösningar som inte håller måttet på ett tidigt plan, nästa kontroll är PUGH matrisen.

Koncept	
1.	Vid robot + torkare
2.	Inbyggd vid smart gate + ånga
3.	Spiegelkoncept vid smart gate + ånga
4.	Spiegelkoncept, spegel utanför, vid smartgate + ånga
5.	Spiegelkoncept, spegel utanför, vid smartgate + roterande
6.	Separationsgrind + linsskydd

Elimineringsmatris 2

Elimineringskriterier: (+)=ja (-)=nej (?)=mer info krävs (!)=kontrollera specifikationer

Lösning	Löser huvud problem/funktion	Uppfyller alla krav?	Kommentarer till krav	Säker inom miljö	Underhåll	Mer info	Kommentarer	Beslut
1	Ja	Krav?	Klarar torkare skyddsklassen? Klarar vätskan låg temp? Hur länge hålls det tillräckligt rent och torrt? Klarar systemet skyddsklassen?	Rengöringsvätska?	Påfyllning Byte av torrkärl	Kräver värmare Kräver vatten Om rengöringsmedel – tank krävs	Kan räcka med torkare på ena sidan Kan placeras relativt skyddat	
2	Ja	?	Klarar systemet låg temp? Hur länge hålls det rent och torrt?	Ja	Påfyllning (ev. destvatten) Ute bland korna	Kräver förångare Kräver tank Kräver vatten (ev. dest) Kan ev. kräva värmare av glas	Kan ljudet störa? Inkräktar på djurens yta	

3	Ja	?	Klarar systemet skydds- klassen? Klarar systemet låg temp? Blir det tillräckligt rent och torrt?	Ja	Påfyllning (ev. dest- vatten) Ute bland korna	Kräver förångare Kräver tank Kräver vatten (ev. dest) Kan ev. kräva värmare av glas	Kan ljudet störa?	
4	Ja	?	Klarar systemet skydds- klassen? Klarar systemet låg temp? Hur länge hålls det rent och torrt?	Ja	Påfyllning (ev. dest- vatten) Ute bland korna	Kräver förångare Kräver tank Kräver vatten (ev. dest) Kan ev. kräva värmare av glas	Kan ljudet störa?	
5	Ja	?	Klarar systemet skydds- klassen? Hur länge hålls det rent och torrt? Klarar systemet skydds- klassen? Hur länge hålls det rent och torrt?	Ja	Inget	Kräver skydd av spegeldelen Kräver motor Kräver bra skydd av roterande del	Kan ljudet störa? Tveksamt om det blir rent	
6	Ja	?	Klarar systemet skydds- klassen? Hur länge hålls det rent och torrt?	Ja	Varje gång det blir smut- sigt	Kräver styrning och motor Kräver gott skydd pga mycket utsatt läge Kräver manuell rengöring	Ej automatisk rengöring, hur mycket underhåll krävs	

Elimineringsmatrisen hjälper dig att sortera bort lösningar som inte håller måttet på ett tidigt plan, nästa kontroll är PUGH matrisen.

Appendix 7 - Pughmatriser

Koncept	Placering	Rengöringssystem
1A	Robot	Torkare
2B	Smart gate (spegelkoncept)	Anga
4B	Smart gate (inbyggd)	Luftström
3C	Separationsgrind	Luftström och linsskydd

PUGH-matris

Relativpoängsättning jämfört med referens, (-)=sämre (0)=likvärdig (+)=bättre

Kriterium:	Referens:	Alt:	Alt:	Alt:	Kommentarer:
Önskemål eller krav					
T4	1A 0	2B 0	4B 0	3C -	kan vara svårt att få linsskyddet tätt
T6	0	0	+	+	Ovisst hur 2B påverkas, vätska med låg fryspunkt bör användas i 1A
T14	0	-	+	+	
T17	0	-	-	-	Minus pga oljud samt vid 4B även pga plats
O3	0	?	?	?	Mer info behövs
O4	0	?	?	?	Mer info behövs
Antal -	0	2	1	2	
Antal 0	0	2	1	0	
Antal +	0	0	2	2	
Totalsumma	0	-2	1	0	
Rangordning	2	4	1	2	OBS att de viktigaste kraven ej är inräknade pga att mer info behövs

PUGH-matrisen hjälper dig att jämföra olika lösningar som alla uppfyller de viktigaste kriterierna. Ta med både krav (som kan uppfyllas olika bra) och önskemål som upplevs viktiga, gör listan längre om det behövs men ta inte med alla krav, sortera! Gör detta en gång till och låt alternativet som fått bäst poäng i första föröket vara ny referens för att kontrollera felaktigheter.

Kriterium:	Referens:	Alt:	Alt:	Alt:	Kommentarer:
Önskemål eller krav					
T4	4B 0	1A 0	2B 0	3C -	Linsskydd kan vara svårt att få tätt
T6	0	-	-	0	Ovisst hur 2B påverkas, vätska med låg fryspunkt bör användas i 1A
T14	0	-	-	0	
T17	0	+	0	0	
O3	0	?	?	?	Mer info behövs
O4	0	?	?	?	Mer info behövs
Antal -	0	2	2	1	
Antal 0	0	1	2	3	
Antal +	0	1	0	0	
Totalsumma	0	-1	-2	-1	
Rangordning	1	2	4	2	Samma som resultatet ovan

Beskrivning

1	Fyrkantig låda med tak
2	Fyrkantig låda med sluttande överdel
3A	Sluttande dubbelrör
3B	Dubbelrör ejsluttande
4	Böjda plåtar, oval

PUGH-matris

Relativpoängsättning jämfört med referens, (-)=sämre (0)=likvärdig (+)=bättre

Kriterium:	Viktning	Referens:	Alt:	Alt:	Alt:	Alt:	Alt:	Kommentarer:
Önskemål eller krav								
T3	5	1	2	3A	3B	4		
T4	5	0	0	0	0	0		
T10	4	0	0	0	0	0		
T15	3	0	0	0	0	0		
T20	1	0	0	0	0	0		
T24	4	0	0	0	0	0		
T30	3	0	0	0	0	0		Om kabeldon placeras undertill, - för 3A, 3B, 4
O5	5	0	0	0	0	0		
ES1	2	0	0	0	0	0		Osäkert hur de kommer se ut..
ES2	4	0	0	+	+	+		
ES3	2	0	0	-	-	-		
ES4	3	0	0	+	+	+		
ES5	3	0	0	0	0	0		
ES6	3	0	0	0	0	0		
Tillverkningskostnad	4	0	0	-	0	-		
Antal -				6	2	6		
Antal 0								
Antal +				7	7	7		
Totalsumma	0	0	0	1	5	1		
Rangordning	3	3	3	2	1	2		

PUGH-matrisen hjälper dig att jämföra olika lösningar som alla uppfyller de viktigaste kriterierna. Ta med både krav (som kan uppfyllas olika bra) och önskemål som upplevs viktiga, gör listan längre om det behövs men ta inte med alla krav, sortera! Gör detta en gång till och låt alternativet som fått bäst poäng i första föröket vara ny referens för att kontrollera felaktigheter.

Koncept	Beskrivning
1	Fyrkantig läda med tak
2	Fyrkantig läda med sluttande överdel
3A	Sluttande dubbelrör
3B	Dubbelrör ejsluttande
4	Böjda plåtar, oval
K	Kombinationskoncept

PUGH-matris

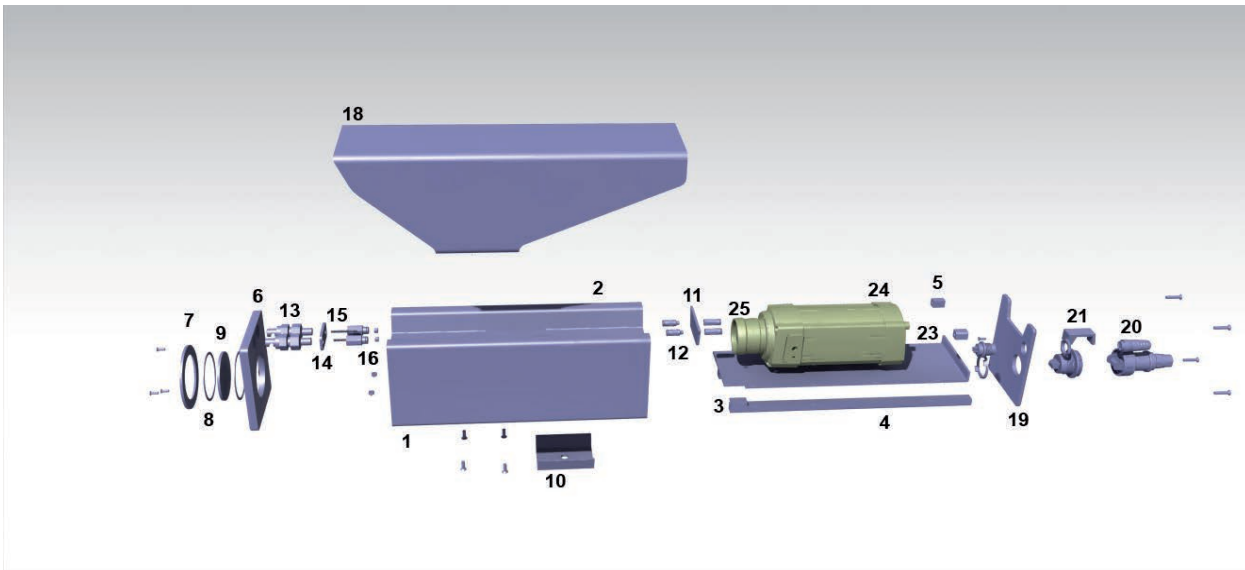
Relativpoängsättning jämfört med referens, (-)=sämre (0)=likvärdig (+)=bättre

Kriterium:	Viktning	Referens:	Alt:	Alt:	Alt:	Alt:	Alt:	Alt:	Kommentarer:
Önskemål eller krav									
T3	5	K	1	2	3A	3B	4		
T4	5	0	0	0	0	0	0		
T10	4	0	0	0	0	0	0		
T15	3	0	0	0	0	0	0		
T20	1	0	0	0	0	0	0		
T24	4	0	0	0	0	0	0		
T30	3	0	0	0	0	0	0		
O5	5	0	0	0	0	0	0		
ES1	2	0	0	0	0	0	0		
ES2	4	0	-	-	-	-	-		
ES3	2	0	0	-	-	0	0		
ES4	3	0	-	0	+	0	+		
ES5	3	0	0	0	0	0	0		
ES6	3	0	-	-	+	+	0		
Tilverkningskostnad	4	0	0	0	-	-	-		
Wow-potential	3	0	-	-	0	0	0		
Antal -	4	0	4	4	3	1	2		
Antal 0	16	16	12	12	11	14	13		
Antal +	0	0	0	0	2	1	1		
Totalsumma	0	0	-13	-12	-4	-1	-3		
Rangordning	1	1	6	5	4	2	3		

PUGH matrisen hjälper dig att jämföra olika lösningar som alla uppfyller de viktigaste kriterierna. Ta med både krav (som kan uppfyllas olika bra) och önskemål som upplevs viktiga, gör listan längre om det behövs men ta inte med alla krav, sortera! Gör detta en gång till och låt alternativet som fått bäst poäng i första föröket vara ny referens för att kontrollera felaktigheter.

Kommentar: Mycket liten skillnad och mycket uppskattningar av uttryck som vi inte säkert vet hur de kommer bli.

Appendix 8 - HTA



Figur 1, Kameraskydd

Ingående delar - kameraskydd

Innerskal

- 1 Underplåt
- 2 Överplåt
- Skenor
 - 3 Styrning för vagga
 - 4 Underskenor
- 5 Gängkloss för skruv
- 6 Framstycke
- Modul för kamerafönster
 - 7 Spännring
 - 8 Tätningar
 - 9 Kamerafönster
- 10 Fästplatta
- 11 Bakstycke för slangfästen

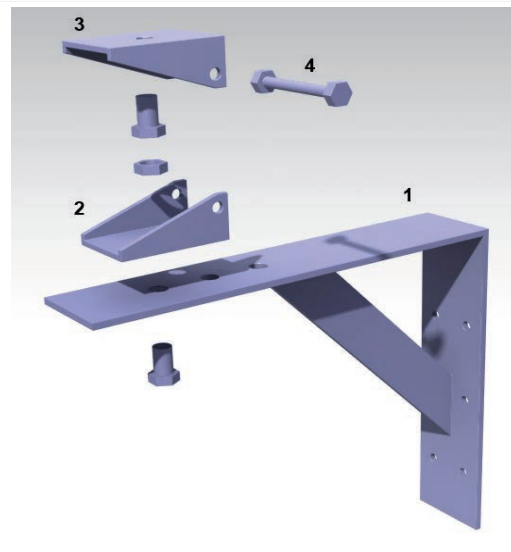
Rengöringsanordning

- 12 Slangfästen
- 13 Munstycken
- Fästarrangemang för munstycken
 - 14 Spännplatta
 - 15 Gängstänger
- 16 Slangklämmor
- 17 Slangar

18 Ytterskal

Vagga

- Bakstycke
 - 19 Huvuddel
 - 20 Chassidon
 - 21 Handtag
 - 22 Tätning
- 23 Bottenplatta
- Lysdioder
- Kamera
 - 24 Kamerakropp
 - 25 Objektiv



Figur 2 Fästarrangemang

Ingående delar - fästarrangemang

1 Konsol

Ställbart gångjärn

- 2 Undre vinkel
- 3 Övre vinkel
- 4 Låsskruv
- 5 ev. två av gasklämmor

Sammansättning av kameraskyddet

- Montera ihop innerskalet
 - Svetsa fast underskenorna i underplåten
 - Svetsa fast styrningen för vaggan i underplåten
 - Svetsa fast gängklossarna för skruvar i underplåten
 - Svetsa fast överplåten i underplåten
 - Förbered hål i innerskalet för fastskruvning av ytterskal (8st)
 - Borra hålen
 - Gänga hålen
 - Svetsa fast framstycket i huvudkroppen
 - Svetsa fast fästplattan i innerskalet
 - Skruva fast modul för kamerafönster
 - Montera tätning runt kamerafönstret
 - Placera kamerafönstret i framstycket
 - Skruva fast spännring i framstycket
 - Svetsa fast bakstycke för slangfästen
- Montera rengöringssystem
 - Montera slangfästen
 - Placera munstycket
 - Placera spännplattan över munstyckena
 - Sätt fast gängstängerna i framstycket
 - Spänn fast munstyckena mot framstycket genom att spänna åt muttrar kring gängstängerna
 - Fäst slangklämmorna vid munstyckena
 - Fäst slangklämmorna i bakstycket för slangfästen
 - Montera slangar mellan munstycken och slangfästen
- Montera ytterskalet
 - Se till att slangen ligger rätt
 - Trä ytterskalet över innerskalet
 - Skruva fast ytterskalet i innerskalet
- Montera vaggan
 - Förbered bakstycke
 - Montera chassidon

- Sätt chassidonen på plats
- Skruva fast chassidonen i bakstycket
- Montera slangkopplingar
 - Placera han och honkoppling
 - Skrava fast dem i varandra
- Skruva fast handtaget
- Skruva fast bottenplattan i bakstycket
- Montera kameran
 - Fäst objektivet i kameran
 - Skruva fast objektiv och kamera i bottenplattan
- Sätt in vaggan i kameraskyddet och skruva fast det.

Montering av kameraskyddet i vägg

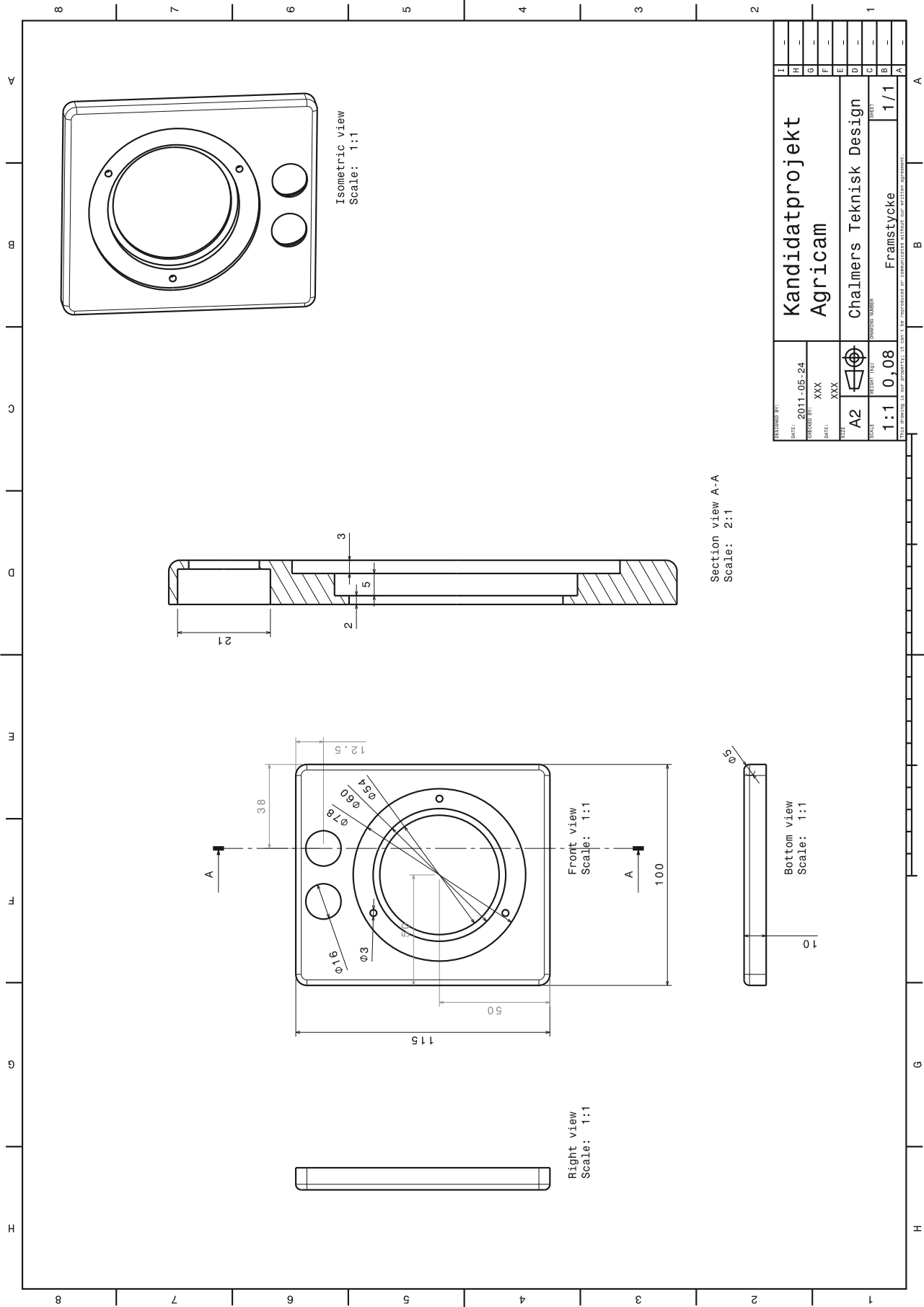
- 1. Skruva fast underdelen av vinkeln i fästet
- 2. Skruva fast överdelen av vinkeln i kameraskyddet
- 3. Skruva fast fästet i väggen
 - 3.1 Bestäm position
 - 3.2 Mät ut var hålen ska sitta
 - 3.3 Förborra
 - 3.4 Sätt i plugg
 - 3.5 Skruva fast fästet
- 4. Fäst kameran i fästet genom att skruva ihop vinkeldelarna
- 5. Koppla in vatten
 - 5.1 Dra en vattenslang från "elskåpet" till kamerans position
 - 5.2 Koppla ihop slangen med slangfästet i kamerans bakkant
- 6. Koppla in luft
 - 6.1 Dra en tryckluftslang från "elskåpet" till kamerans position
 - 6.2 Koppla ihop tryckluftslang med slangfästet i kamerans bakkant
- 6. Koppla in el
 - 6.1 Dra elsladd från elskåpet till kamerans position
 - 6.2 Montera på kontaktdonet
 - 6.3 Sätt fast kontaktdonet i kameran
- 7. Koppla in ethernet

- 7.1 Dra ethernetsladd från elskåpet till kamerans position
- 7.2 Montera på kontaktdonet
- 7.3 Sätt fast kontaktdonet i kameran
- 8. Finjustering av kameravinkelvinkel
 - 8.1 Lossa på skruven som håller ihop vinkeldelarna
 - 8.2 Ställ in önskad vinkel
 - 8.3 Skruva fast skruven

Förutsättningar

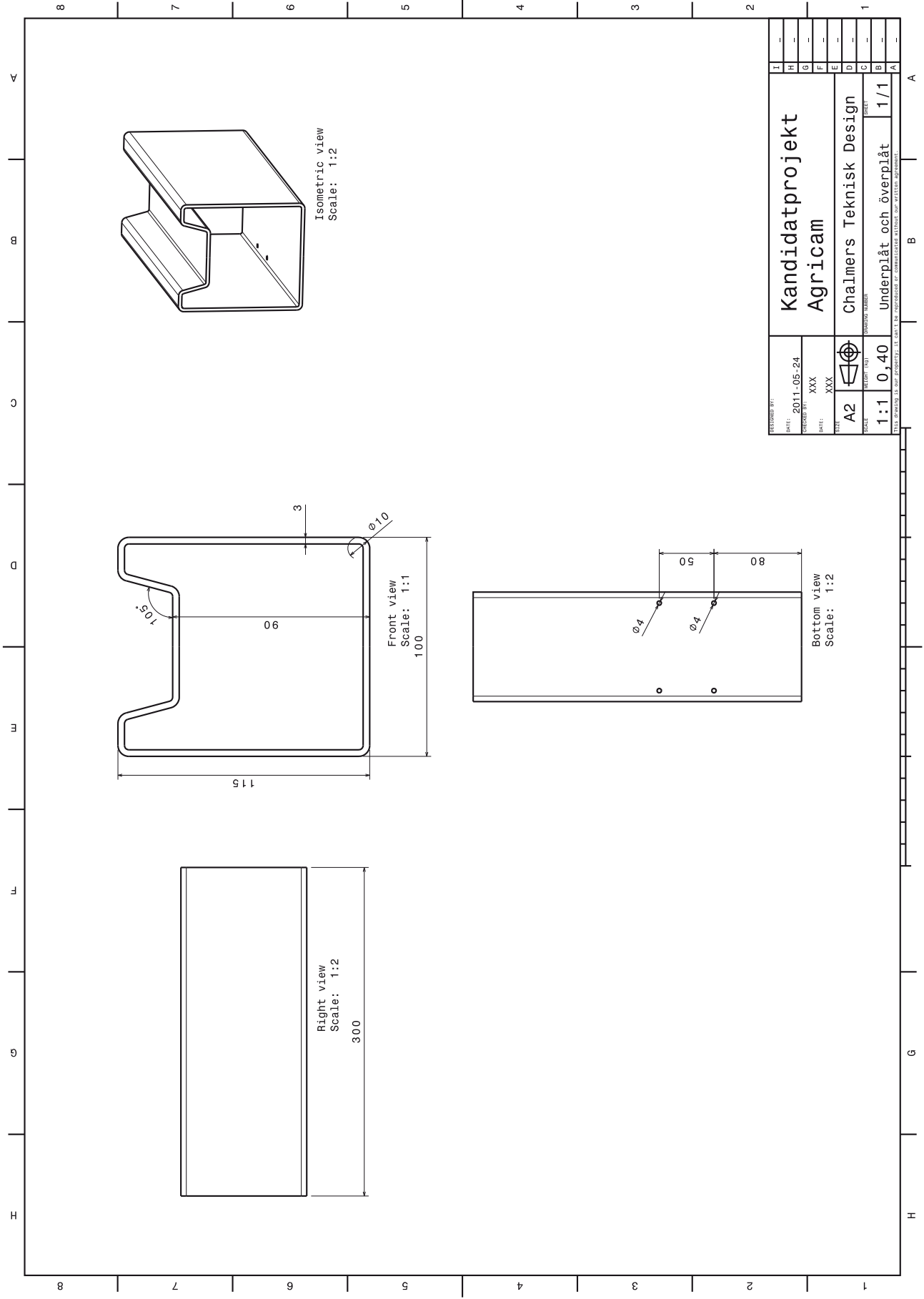
- Kamerans komponenter är färdiga, det vill säga lackade, bockade, sågade o.s.v.
- Elskåpet är monterat med ingående komponenter som magnetventiler, transformator o.s.v.
- Mjukvaran är installerad på datorn i lantbrukarens kontrollrum
- Alla kopplingar mellan elskåp, kompressor, vattenledningar och datorer är gjorda.
- Kulventiler är monterade på vatten och tryckluftslangar

Appendix 9 - Framstycke

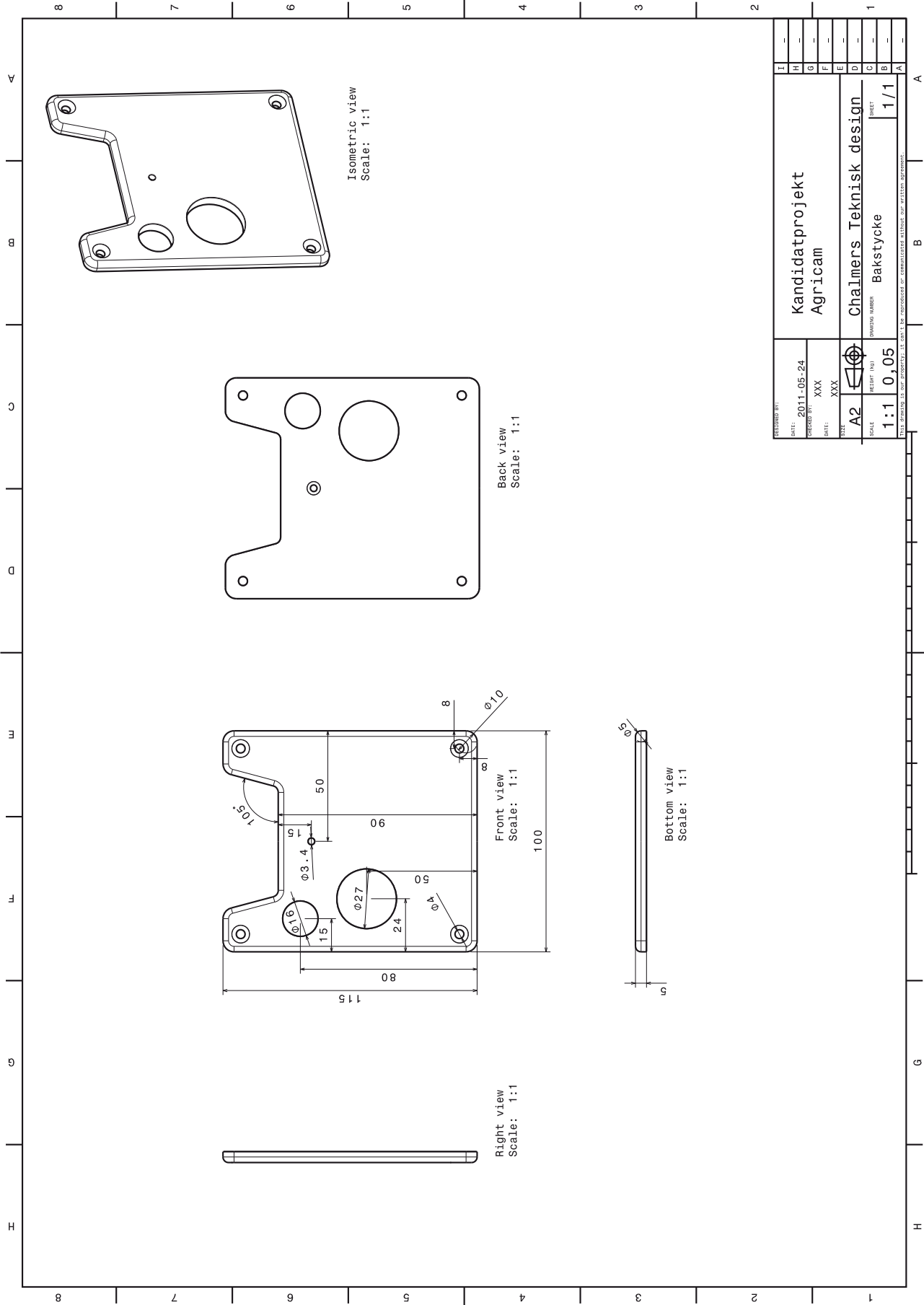


DOKUMENT NR: DATE: 2011-05-24 ÖSKRIFTS NR: DATE: XXX DATE: XXX SIZE: A2 SCALE: 1:1 WEIGHT: 0,08 PROJECT: Framstycke <small>THIS DRAWING IS OUR PROPERTY. IT CAN BE REPRODUCED OR COMMERCIALIZED WITHOUT OUR WRITTEN APPROVAL.</small>	Kandidatprojekt Agricam Chalmers Teknisk Design FÖRFATTARE:	1/1 1/1
--	---	------------

Appendix 10 - Under och överplåt

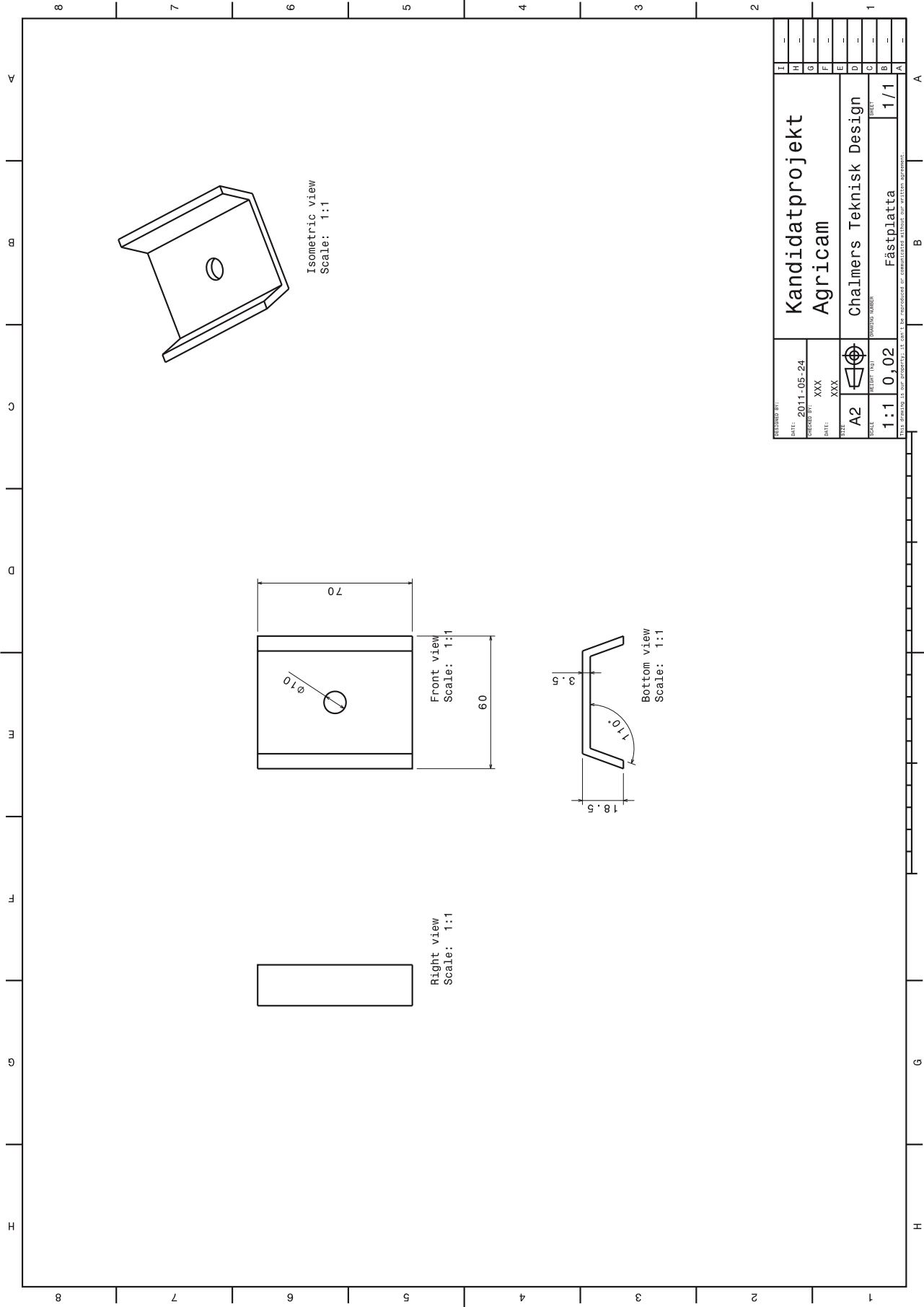


Appendix 11 - Bakstycke

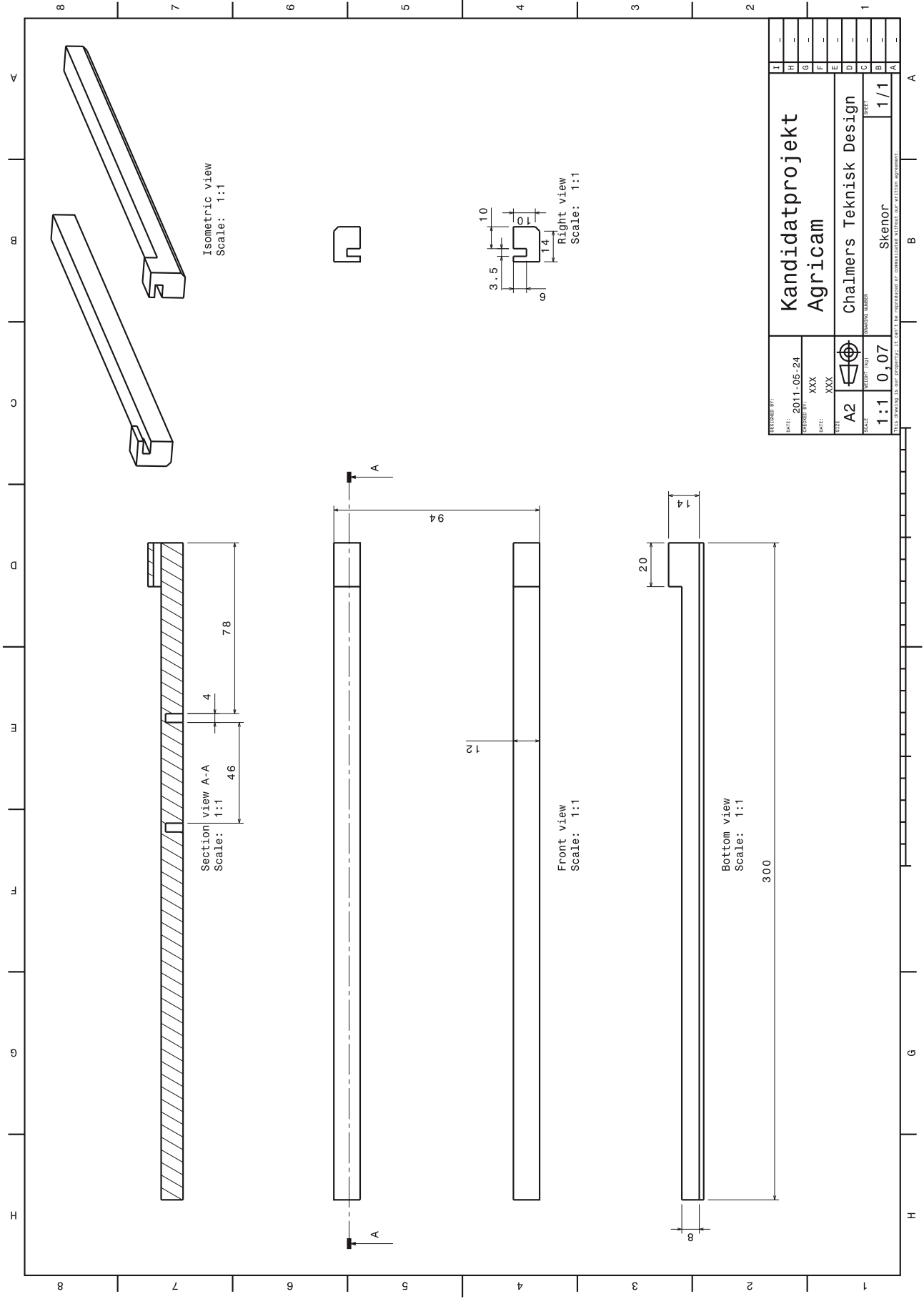


DATE: 2011-05-24	CHECKED BY: XXX	DATE: XXX	SCALE: 1:1	1/1
Kandidatprojekt Agricom		Chalmers Teknisk design Bakstycke		
A2		1/1		
1:1		1/1		

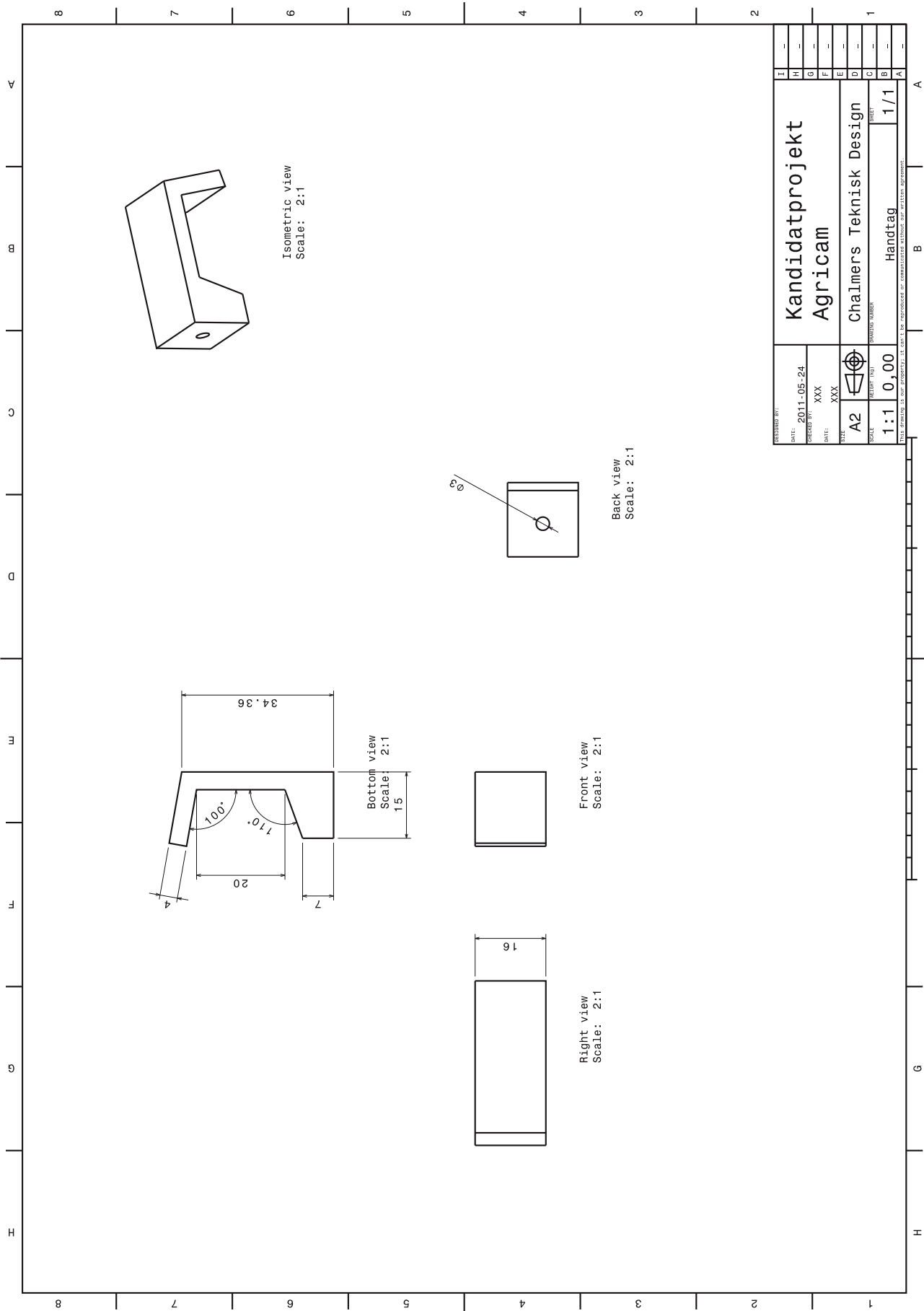
Appendix 13 - Fästplatta



Appendix 16 - Skenor



Appendix 19 - Handtag



DESIGNED BY:	DATE: 2011-05-24	CHECKED BY:	DATE: XXX	SIZE:	A2	SCALE:	1:1	PROJECT:	Handtag	1/1
Kandidatprojekt		Agricam		Chalmers Teknisk Design		1:1		Handtag		1/1
<small>THIS DRAWING IS OUR PROPERTY. IT CAN BE REPRODUCED OR COMMERCIALIZED WITHOUT OUR WRITTEN APPROVAL.</small>										

Kandidatarbete PPUX03

Utveckling av skydd för värmekamera placerad i ladugårdsmiljö
Kandidatarbete inom civilingenjörsprogrammet Teknisk Design

© David Carlson, Joel Laestadius Öberg,
Therese Lyckenvik Peterson, Göran Smith

Chalmers tekniska högskola
SE-412 96 Göteborg, Sverige
Telefon +46(0) 31-772 1000

Omslagsfoto: Joel Laestadius Öberg, Göran Smith
Tryck: Institutionen för Produkt- och Produktionsutveckling

