

Rapport

3. oktober 2011
Projektnr. 2000296
Version 1
CCM

Automatiserede hjælpeværktøjer til kødkontrol på kyllingeslagterierne

Udredningsprojekt

Fase 2. Teknologiudredning og skitse til udviklingsprojekt

Chris Claudi-Magnussen

Sammendrag

Baggrund

På de danske kyllingeslagterier foretages den lovpligtige kødkontrol ved visuel inspektion. Den teknologiske udvikling har blandt andet inden for vision-teknologi og computers regnekraft giver nye muligheder for automatiserede hjælpeværktøjer til den visuelle inspektion. De høje slagtehastigheder på kyllingeslagterierne (op til 12.000 kyllinger i timen) gør, at sådanne hjælpeværktøjer potentielt kan øge sikkerheden ved den visuelle kontrol betydeligt. For eksempel er det muligt at tage billeder af hver enkelt kylling og foretage avancerede beregninger på billederne med slagtehastigheder på 12.000 kyllinger i timen (jævnfør vision vision-klassificeringsprojektet).

Inden et egentligt udviklingsprojekt igangsættes, er det vigtigt både at få fastlagt hvilke krav, der er til de fremtidige værktøjer og at få afdækket de tekniske muligheder for at leve op til disse krav.

I udredningsprojekts fase 1 blev der gennemført en interessentanalyse og en projektafgrænsning hvor potentielle indsatsområder blev udpeget [1]. Nærværende rapport omfatter udredningsprojektets fase 2 og indeholder beskrivelse af:

- Tekniske muligheder for automatiserede hjælpeværktøjer til de i fase 1 udpegede indsatsområder (teknologiudredning)
- Afledte konsekvenser
- Cost-benefit / projektværdi
- Vurdering af muligheder for udviklingsprojekter

Konklusioner

Der findes nogle få kommercielle visionbaserede systemer, som vil kunne danne udgangspunkt for udvikling af automatiserede hjælpeværktøjer til *udvendig PM kødkontrol* (kontrol af slagtekrop). Et af dem er visionklassificeringssystemet, som forventes indført på de danske slagterier i nær fremtid. Uanset hvilket system, der eventuelt vælges, vil

det kræve kalibrering / videreudvikling i forhold til danske forhold og krav til kødkontrol.

Værktøjer til *bedøvelses-* og *stikkekontrol* samt *indvendig PM kontrol* (kontrol af organsæt) kræver nyudvikling af visionsystemer. I den forbindelse kan f.eks. multispektral vision overvejes.

Det anbefales derfor at opdele fremtidig udvikling af hjælpeværktøjer til kødkontrol på de danske kyllingeslagterier i to projekter:

1. Videreudvikle et udvalgt eksisterende visionsystem til udvendig PM kontrol
2. Udvikle værktøjer til bedøvelses- og stikkekontrol samt indvendig PM kontrol

Projekt 1 kan teknisk baseres på et eksisterende visionsystem, som kalibreres / videreudvikles til at opfylde kravene til den udvendige kontrol. Det foreslås, at søge Fjerkræafgiftsfonden til dette projekt.

Automatisering af både bedøvelse-/stikkekontrol og indvendig PM kontrol (projekt 2) vil kræve nyudvikling af visionprincipper og derfor foreslås det inddraget i et innovationskonsortium støttet af Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling.

Nærværende rapport er udarbejdet i samarbejde med Rose Poultry A/S, Lantmännen Danpo og Landbrug & Fødevarer, som har siddet i projektets styregruppe.

Indhold

Sammendrag	1
Potentielle indsatsområder udpeget i fase 1	4
Teknologiudredning	5
Eksisterende teknologi og systemer	5
Potentielle løsninger til de udpegede indsatsområder	7
Afledte konsekvenser	9
Logistik	9
Dataintegration	9
Arbejdsgange	9
Cost-benefit / projektværdi.....	10
Udviklingsprojekt.....	11
Anbefaling	11
Referencer	12

Potentielle indsatsområder udpeget i fase 1

I rapporten fra udredningsprojektets fase 1 beskrives potentielle indsatsområder for automatiserede hjælpeværktøjer [1] (se referencer sidst i denne rapport). På projektets styregruppemøde den 13. april 2011 udpegede styregruppen følgende indsatsområder, som der skulle arbejdes videre med i fase 2 [2]:

1. AM kontrol og kontrol med dyrevelfærd:
 - a. Ingen
2. Kontrol af bedøvelse og stikning
 - a. Våd og tilsmudset fjerdragt
 - b. For små kyllinger
 - c. Kyllinger, der hænger i ét ben
 - d. Tegn på elektrisk stød før bedøverkar
 - e. Momentan tonisk fase ved indgang til bedøverkar
 - f. Tonisk fase ved udgang fra bedøverkar
 - g. Korrekt stikning jævnfør halal
3. Trædepudesvidninger
4. PM kontrol
 - a. Udvendig kontrol
 - i. Afmagring
 - ii. Misfarvninger
 - iii. Bugvatersot
 - iv. Fyldt kro
 - v. Ledbetændelse
 - vi. Hudbetændelse
 - vii. Rifter
 - viii. Leverbetændelse (i det omfang det kan ses ved udvendig kontrol)
 - ix. Læsioner, brud og blodudtrækninger
 - x. Evt. svulster og misdannelser
 - b. Indvendig kontrol
 - i. Hjertesækbetændelse
 - ii. Luftsæk-/bughindebetændelse
 - iii. Leverforandringer
 1. Leverbetændelse
 2. "Processer"
 3. Farve
 4. Tekstur
 5. Form og størrelse
 - iv. Maskinskader
 - v. Forurening
 1. Gødning
 2. Galde
 3. Olie
 - vi. Ufuldstændig organudtagning
 - vii. Manglende organer og misdannelser

5. Kvalitetssortering
 - a. Trædepudesvidninger
 - b. Hele kyllinger
 - c. Lever med/uden galdeblære

I det følgende vurderes mulighederne for at udvikle automatiserede hjælpeværktøjer til de udpegede indsatsområder. Indledningsvis beskrives en række eksisterende systemer, som enten direkte eller ved videreudvikling potentielt kan anvendes inden for et eller flere af indsatsområderne.

Teknologiudredning

Eksisterende teknologi og systemer

E+V visionklassificering

E+V Technology's visionklassificeringssystem VTS2000 er videreudviklet og tilpasset til de danske kyllingeslagterier [3]. Udstyret er placeret lige inden den udvendige PM kontrol – det vil sige før organudtagningen. Udstyret er baseret på vision-teknologi hvor der tages et billede af brystsiden og et billede af ryggsiden af samtlige kyllinger. Ved hjælp af billedanalyse bestemmes slagtevægt, brystfiletvægt og brystfiletudbytte og forekomst af brækkede vinger, slagmærker på bryst og lår, skindskader og misfarvninger registreres. Udviklingsprojektet viste, at registrering af brækkede vinger er vanskelig / upræcis, fordi vingerne fra to nabokyllinger på linjen næsten altid lapper over hinanden. Det kan eventuelt løses ved at gøre afstanden mellem kyllingerne større i måleområdet. Der er forskellige tekniske muligheder for dette. Præcisionen i bestemmelsen af de nævnte skader er god nok til vurdering af kvaliteten for et hold men sandsynligvis ikke god nok i kødkontrolsammenhæng. Videreudvikling vil være nødvendig. Udstyret har en kapacitet på 12,000 kyllinger i timen. Billederne af kyllingerne kan gemmes.

Generelt er der gode muligheder for at videreudvikle udstyret til automatisering af den udvendige kontrol, men kræver måske, at der etableres større afstand mellem kyllingerne i måleområdet.

Meyn Quality Grading System

Meyns Quality Grading System er også baseret på vision-teknologi og tager lige som E+V's system billeder af bryst- og rygside. Systemet kan vurdere:

- Manglende skind
- Friske og gamle slagskader
- Svidninger og forekomst af fjer på bryst, underlår, vinger, hale og overlår
- Brud på og manglende vinger

Linco 7030 Vision Quality System

Endnu et visionbaseret system er LINCO's 7030 Vision Quality System. Systemet har en kapacitet på 12,000 kyllinger/time. Systemet findes i flere varianter med op til 6 kameraer. Følgende defekter kan registreres:

- Blodpletter
- Slagmærker
- Svidninger
- Skindskader
- Skader på skind i lyskere regionen
- Galdemisfarvninger
- Brækkede eller manglende vinger
- Fjer
- Kyllinger, der hænger i ét ben i bøjljen
- Tomme bøjljer

Følsomheden for de enkelte parametre kan justeres af brugeren, hvilket kan være en fordel ved kvalitetssortering men knapt så aktuelt ved kødkontrol, som skal være ens fra slagteri til slagteri og over længere tid. Systemet kan håndtere op til 20 forskellige kvalitetsklasser baseret på de nævnte defekter.

Stork/Marel veterinærssystem

Stork/Marels AQS-NT har et vision-system. Det har ikke været muligt at få en nærmere beskrivelse af systemet inden for projektets rammer. Det vides, at systemet er installeret hos the Emsland Frischgeflügel GmbH i Haren-Hüntel, Tyskland.

Meyn Footpad inspection system

Meyns Footpad Inspection System er et system til vurdering af trædepudesvidninger. Systemet tager et billede af trædepudesiden af fødderne efter, at de er afskåret, men mens de hænger i bøjljen. Baseret på farve og størrelse af svidninger klassificeres skaderne angiveligt baseret på det svenske pointsystem. I det svenske system har man indført ½ point for få og mindre alvorlige trædepudesvidninger, fordi erfaringerne viste, at det hidtidige pointsystem medførte alt for tør strøelse i besætningerne [6]. På billeder af udstyrets skærbilleder er dog angivet point 0, 1 og 2, som i det danske system. Brugeren kan selv justere definitionen af de enkelte point ved at ændre på en række parametre og den samlede score for en flok kan beregnes og de enkelte point (1 og 2) kan endda vægtes forskelligt. Der er løbende statistikker på skærmen og data gemmes i en Access database. De optagne billeder kan gemmes (1 MB pr. billede).

Baseret på en skriftlig beskrivelse virker systemet meget gennemarbejdet og også egnet til danske forhold. Rose Poultry forventer, at opsætte et testanlæg af Meyns udstyr på slagteriet i Skovsgaard i nær fremtid. Det giver mulighed for at teste udstyret under danske forhold og med danske kyllinger.

Hyperspektral-Multispektral vision

Agricultural Research Service (ARS) og Food Safety and Inspection Service (FSIS) under USDA, USA arbejder med visionsystemer til at skelne mellem sunde og syge dyr (fjerkræ) på slagtelinjen [4]. Der er tale om et linjeskan visionsystem, som angiveligt kan anvendes både til at fastlægge de relevante bølgelængder (hyperspektral analyse) i udviklingsfasen og til implementering på slagtelinjen (multispektral inspektion). Ændringer i valg af bølgelængder skulle efter sigende foretages i software og uden at skulle skifte filtre. Visionsystemet registrerer selv, når en kylling når frem til og forlader kameraets synsfelt og andre sensorer er derfor ikke nødvendige. Princippet i systemet er at sortere kyllingerne i to grupper: 1. De sunde kyllinger, som uden videre kan fortsætte i produktionen. 2. De syge kyllinger og de kyllinger, som systemet er i tvivl om. Gruppe 2 skal inspiceres manuelt for at afgøre hvilke, der kan fortsætte i produktionen og hvilke, der skal kasseres. Det fremgår ikke af den gennemgåede litteratur hvilke specifikke egenskaber ved kyllingerne, der indgår i definitionen af sund kontra syg kylling.

ARS arbejder også med multispektral vision til påvisning af gødningsforurening [5].

Så vidt vides er ingen systemer kommercielt tilgængelige endnu.

Potentielle løsninger til de udpegede indsatsområder

1. AM kontrol

Er ikke prioriteret og er derfor ikke undersøgt.

2. Kontrol af bedøvelse og stikning

Kontrol af våd og tilsmudset fjerdragt er ikke prioriteret men det vurderes, at kunne løses med vision-teknologi.

Kontrol af kvaliteten af bedøvelsen kan formentlig løses ved at måle strømmen gennem de kyllinger, som er i bedøveren. Det kan næppe lade sig gøre for den enkelte kylling, men kontrollen må baseres på den samlede strøm for de kyllinger, som er i bedøveren. Udfordringen kan være, at der skal tages hensyn til tomme bøjler. En anden løsning kan være baseret på visionteknologi, hvor både kyllingernes størrelse, om de hænger i ét ben og om de er i tonisk fase kan vurderes. Kontrol af for små kyllinger eller om en kylling hænger i ét ben kan alternativt registreres ved klassificeringen (senere i processen) og der kan på basis heraf følges op på ophængningen.

Kontrol af kvaliteten af stikningen vurderes ikke at kunne løses med vision-teknologi i stil med "VisStik" for slagtesvin – det vil sige registrering af om der kommer blod fra dyret. Dertil er slagtehastigheden for stor. I stedet for at kontrollere stikningen, kan kvaliteten af stikningen forbedres ved dynamisk at tilpasse knivens position til kyllingens størrelse og kyllingens/hovedets orientering i forhold til kniven. Kyllingens størrelse kan findes med vision eller en mekanisk føler. Kyllingens orientering kan

muligvis løses mekanisk og alternativt med vision. Det vurderes umiddelbart muligt at kunne justere stikkeknivens position med de nuværende slagtehastigheder.

3. Trædepudeskader

Med hensyn til trædepudeskader er det oplagt at teste Meyns udstyr under danske forhold, da det ser ud til at kunne opfylde danske krav. Det er dog ikke klart om udstyret kan kobles til en automatisk sortering af fødderne. Hvis ikke, burde det være relativt nemt at etablere et output fra udstyrets pc.

4a. Udvendig PM kontrol

og

4b. Indvendig PM kontrol

Indsatsområderne inden for den udvendige kontrol vurderes umiddelbart at være lettere at automatisere end områderne inden for den indvendige kontrol. Det skyldes, at slagtekroppen har en langt mere ensartet præsentation end organsættet. Det betyder, at det – for eksempel med vision – vil være lettere at identificere de enkelte dele af slagtekroppen end at identificere de enkelte dele af organsættet.

De fleste indsatsområder under den udvendige kontrol kan potentielt løses med en videreudvikling af E+V's klassificeringsudstyr. Kyllingerne hænger imidlertid for tæt i den nuværende opsætning. Det kan givetvis løses ved ændringer i conveyoren. Ledbetændelse i haserne vil ikke umiddelbart kunne registreres med E+V's klassificeringsudstyr, da haserne ikke er i billedfeltet og da en "ud-zoomning" af billedfeltet vil gøre klassificeringsnøjagtigheden mindre. En løsning kan være at supplere med et ekstra kamera. Videreudviklingen kan enten ske ved videreudvikling af den eksisterende software eller ved at sende de optagne billeder til en selvstændig pc, som så håndterer den udvendige kontrol. Lincos system kan være et attraktivt alternativ og bør vurderes nærmere.

De kommercielt tilgængelige systemer til veterinærkontrol er baseret på almindelige videobilleder. Ved multispektral vision optages og analyseres mange billeder af det samme objekt men ved forskellige bølgelængder (evt. også uden for det synlige spektrum) og det giver langt større muligheder for at identificere de forskellige organer og forskellige sygdomme, skader, misfarvninger og forureninger. Vision-teknologi baseret på multispektral billedanalyse har derfor et betydeligt potentiale for både den udvendige og den indvendige kontrol sammenlignet med traditionel analyse af videobilleder. Teknologien er forholdsvis ny, men er i Danmark blandt andet anvendt af Foss Electric og Videometer til identifikation af forskellige svampearter på kornkerner. DLF Trifolium har også sammen med Videometer arbejdet med måling af spireevne i græsfrø. Teknologisk Institut, DMRI arbejder med analyse af fedtindhold i kødråvarer i plastbakker. Udvikling af automatiserede værktøjer til udvendig og indvendig kontrol baseret på multispektral vision vurderes at have et stort potentiale men også at være relativt omfattende teknisk og økonomisk. En mulighed er at søge offentlig støtte i form af et innovationskonsortium (se under Udviklingsprojekt).

Med hensyn til måling af og sortering efter trædepudesvidninger henvises til ovenstående afsnit om dette.

Der findes visionsystemer til sortering af hele kyllinger. Sortering af kyllinger efter egnethed til anvendelse som hele kyllinger m.m. kan med fordel inddrages som en del af klassificeringen. Som nævnt tidligere hænger kyllingerne dog for tæt til at f.eks. brækkede vinger kan registreres og dermed sorteres tilstrækkeligt præcist. Kyllingens størrelse/vægt samt misfarvninger og skindskader registreres allerede med E+V's klassificeringsudstyr og kan anvendes til sortering.

Sortering af lever med/uden galde vurderes at kunne løses med vision-teknologi – måske med fordel med multispektral vision (se ovenfor).

Afledte konsekvenser

Logistik

Automatiseret registrering af egenskaber i forbindelse med kødkontrol og af kvalitet i øvrigt vil medføre ønsker og behov for automatisk sortering baseret på målingerne. Et system til kødkontrol, som sorterer kyllingerne i 1. *ingen fejl* og 2. *fejl eller tvivlsom* vil kræve et område / "sidespor" hvor gruppe 2 kan vurderes manuelt og godkendte kyllinger kan køres tilbage på produktionslinjen.

Som tidligere nævnt kræver udvendig kontrol og kvalitetssortering at conveyoren ændres, så der bliver større afstand mellem kyllingerne – især men ikke kun af hensyn til vurdering af vingerne.

Dataintegration

Automatiske registreringer kræver håndtering af de registrerede data herunder integration med slagteriets sortering og administrative systemer i øvrigt.

Arbejdsgange

I dag gennemføres kødkontrollen helt manuelt. Det er klart, at en hel eller delvis automatisering vil medføre ændringer i arbejdsgangene. Potentielt kan en væsentlig del af arbejdet i fremtiden bestå af overvågning og måske endda vurdering og sortering via videaskærme.

Automatiseret kontrol af bedøvelses- og stikkekvalitet vil ikke påvirke arbejdsgange og bemanning nævneværdigt, da halal-reglerne kræver, at der står en person lige efter stikningen.

Registrering af trædepudesvidninger og efterfølgende sortering af fødderne kan potentielt gøres helt automatisk og det manuelle arbejde kan så bestå i vurdering af resultater og opfølgning over for producenterne.

Et system hvor kyllinger med sikre fejl og kyllinger med usikker bedømmelse kontrolleres manuelt, mens kyllinger, som ikke har fejl, ikke skal kontrolleres manuelt, vil give dyrlægerne mere tid til at vurdere de førstnævnte kyllinger.

Cost-benefit / projektværdi

Hvis systemer til løbende kontrol af bedøvelses- og stikkekvalitet medfører målrettet opfølgning kan dyrevelfærden forbedres. Størst effekt vil en dynamisk styring af stikkekniven i forhold til kyllingens størrelse og orientering have. Herved kan flere kyllinger potentielt stikkes korrekt og dermed godkendes i forhold til halal-reglerne, som kræver, at begge blodårer og luftrøret overskærres i ét snit.

Et fuldautomatisk system til vurdering af trædepudesvidninger kan potentielt spare den manuelle stikprøvetagning hvor 2 x 50 fødder pr. hold udtages og vurderes. Vurderingen af niveauet af trædepudevidninger pr. hold vil være betydeligt mere præcis, idet alle fødder vurderes. Hvis systemet tilkobles en automatisk kvalitetssortering, kan den manuelle sortering spares.

En automatisering af den udvendige og indvendige kødkontrol vil potentielt forbedre kontrollen ved høje slagtehastigheder. Visionsystemer kan vurdere helt ensartet fra kylling til kylling og over tid selv ved meget høje slagtehastigheder. Det vurderes, at automatiske systemer vil kunne "frikende" i størrelsesordenen 90-95 % af de danske slagtekyllinger, så kun 5-10 % skal vurderes manuelt af en dyrlæge.

Den indvendige kontrol beskæftiger i dag to personer pr. slagtelinje og skift. Hvis denne kontrol automatiseres, er der et besparingspotentiale.

Det er oplagt, at udnytte registreringer fra automatiske systemer i kvalitetssorteringen. Dette overvejes allerede i forbindelse med den forventede indførelse af visionklassificering.

Udviklingsprojekt

Udvikling af automatiserede hjælpeværktøjer til kødkontrol kan potentielt finansieres af flere kilder:

1. Fjerkræafgiftsfonden
 - a. Begrænsede midler pr. år
2. Innovationskonsortium under Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling
 - a. Store midler (op til 20 mio. kr. over 2-4 år)
 - b. Kræver at projektet har højt innovativt niveau
3. Forebyggelsesfonden
 - a. Kræver betydelig effekt på arbejdsmiljø

Anbefaling

Det anbefales at:

- Fjerkræafgiftsfonden søges om støtte til udvikling af et hjælpeværktøj til udvendig PM kontrol
- Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling søges om støtte til et innovationskonsortium for fjerkræ omfattende blandt andet kontrol af bedøvelse og stikning samt indvendig PM kødkontrol.

Europæisk samarbejde og dermed EU-støtte kan endvidere overvejes.

Referencer

- [1] Automatiserede hjælpeværktøjer til kødkontrollen på kyllingeslagterierne. Udredningsprojekt. Fase 1. Interessentanalyse og projektafgrænsning. Rapport af 17. maj 2011. Projektnr. 2000296. Chris Claudi-Magnussen og Helle Daugaard Larsen. Teknologisk Institut, DMRI. Roskilde.
- [2] Automatiserede hjælpeværktøjer til kødkontrollen på kyllingeslagterierne. Styregruppemøde den 13. april 2011 hos Rose Poultry, Vinderup. Referat af 19. april 2011. Projektnr. 2000296. Teknologisk Institut, DMRI. Roskilde.
- [3] Vision classification and value-based payment of broiler chickens. Final report of 30 November 2010. Projekt No. 1379720. Danish Technological Institute, DMRI. Roskilde.
- [4] Machine vision system for on-line wholesomeness inspection of poultry carcasses. C.-C. Yang, K. Chao, M. S. Kirn, D. E. Chan, H. L. Early, and M. Bell. 2010. Poultry Science 89: 1252-1264.
- [5] Poultry safety boosted by new hyperspectral imaging system. By Rory Harrington. 12-Oct-2009. FoodProductionDaily.com (<http://www.foodproductiondaily.com/Quality-Safety/Poultry-safety-boosted-by-new-hyperspectral-imaging-system>).
- [6] Kyllingernes trædepuder. Landbrug & Fødevarers hjemmeside: http://www.danishmeat.dk/Husdyrproduktion/viden_om/Produktion_af_slagtekyllinger/Dyrevelfaerd/trae_depuder.aspx