



# Slutrapport

## SAF 79 WP4, Digital procesovervågning

### Projektperiode 2019-2021

Rikke Bonnichsen

28. januar 2022

Proj.nr. 2008782

Version: 1

RIB/mt

#### *Baggrund*

Fejl og nedbrud i de automatiske processer på slagteriet er årsag til reduceret produktionskapacitet, kvalitetsfejl og reducerede udbytter. På slagtegangen kan processer fejle, fx fordi udstyret er slidt eller mangler kalibrering. Det kan også skyldes tidligere procesfejl, eller at slagtekroppen er uden for specifikation.

Som det er i dag, udføres der manuelle stikprøvekontroller af et relativt lille antal slagtekroppe ift., hvordan de forskellige processer er forløbet. Dette gøres ud fra standardprocedurer, der beskriver, hvilke kategorier af fejl der skal registreres. Ved kontrollen tjekkes en række forhold mhp. at sikre, at de enkelte processer er korrekt udført uden påvirkning af kødkvaliteten. Stikprøvekontrollen fortæller noget om forekomsten af fejl i de tilfældige stikprøver og giver et overordnet billede af, hvilke procesfejl der er, og hvor der bør rettes op.

”Digital procesovervågning” er en arbejdsopgave i projektet [IT-løsninger i Industri 4.0 rammer](#). I arbejdsopgaven er der tidligere udviklet en visionmetodik, hvor slagtekroppen inspiceres før og efter processen, så udstyrsfejl kan detekteres. Der er behov for at anvende metodikken flere steder på slagtegangen, så de vigtigste processer er dækket. I arbejdsopgaven udvikles visionløsninger til udvalgte processer på slagtegangen.

*Overordnet projektmål* At udvikle løsninger til overvågning af procesudstyr på slagtegangen.

*Målgruppen* Slagterierne.

*Værdiskabelsen* Procesovervågning giver mulighed for at kontrollere samtlige slagtekroppe og at koble fundene sammen med grisens ID (og dermed al data på grisen fx køn, vægt, kødprocent etc.). Systemet vil hurtigere kunne opdage fejl, gradvise ændringer i fejlraten, eller at noget er begyndt at køre u hensigtsmæssigt. Det kan både være fejl i det pågældende udstyr eller i de forudgående manuelle procedurer. Det betyder, at fejl kan opdages hurtigt, og at sandsynlige fejlårsager kan diagnosticeres. Det giver mulighed for at sætte ind med vedligehold eller andre tiltag i tide.

Systemet giver således færre kvalitetsfejl, mindre udbyttetab og bedre udnyttelse af kapaciteten.

### Overvejelser i analyse- og idé-fasen

I samarbejde med slagterierne er der i analysefasen foretaget en gennemgang af udstyret på slagtegangen mht. at udvælge de processer, der vil have størst fordel af overvågning. I vurderingen er forhold omkring, hvilke processer der fejler hyppigst, hvilke processer der giver flest udfordringer (når de fejler), den forventede betydning for udbyttet og kvalitet, praktiske forhold ift. kameraplacering m.m. overvejet.

Følgende processer blev udvalgt i projektet:

- Kontrol af hængejern og ophængning af dyrene ved indgang til hvid slagtegang
- Kontrol af fedtendeboring
- Kontrol af friskæring
- Kontrol af opbrystning
- Kontrol af midtflækning

At medtage kontrollen ved indgang til hvid slagtegang giver bedre mulighed for at undersøge procesfejl og koble fejlene til udstyret. Dette fordi det på den måde sikres, at slagtekroppen ikke hænger skævt forud for de pågældende processer.

Overvejelser i analyse- og idé-fasen er beskrevet i [årsrapporten fra januar 2021](#), som findes på TI's hjemmeside.

### Metodeudvikling

Udviklingen af modeller til at finde og kategorisere fejl er sket med udgangspunkt i de typer af fejl, der kigges efter ved den manuelle stikprøvekontrol. Hertil er der lagt vægt på at lave fejlkategoriseringer med en detaljeringsgrad, der sikrer, at overvågningen på sigt vil kunne blive anvendelig ift. maskinstyring. Et andet vigtigt element, der er lagt vægt på i metodefase, er, at der laves robuste modeller med begrænset antal falsk positive eller negative resultater.

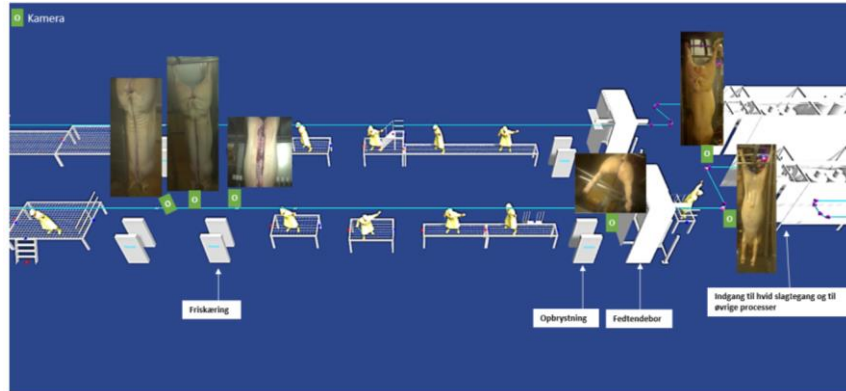
Når der anvendes vision, vil det ikke være muligt at observere samtlige af de fejl, der findes i den manuelle kontrol, fordi identifikation af visse fejltypen kræver, at man mærker/inspicere et område nærmere. Men der er stadig tale om, at en stor andel af fejlene, også meget betydningsfulde fejl, kan detekteres med vision.

Den manuelle stikprøvekontrol fortæller noget om forekomsten af fejl i de tilfældige stikprøver, men dette kobles ikke sammen med grisens ID (al data på grisen). Udviklingen af et visionssystem i projektet omfatter, at resultaterne fra overvågningen skal kunne samkøres med andre data og på den måde skabe bredt grundlag for at finde årsagssammenhænge i hele kæden.

### Løsning

I [årsrapporten fra januar 2021](#), som findes på TI's hjemmeside, er løsningsmodeller for processerne beskrevet.

Nedenfor ses en oversigt over opsatte kameraer i projektet. Kameraet ved indgang til hvid slagtegang anvendes til indgangskontrol, så det sikres, at slagtekroppen hænger korrekt forud for de øvrige processer. De øvrige kameraer er placeret, så der i videst muligt omfang kan laves indgangs- og udgangskontrol for processerne.



**Figur 1.** Kameraplaceringer med visning af de billeder, der optages før og efter de udvalgte processer.

Der er udviklet modeller til følgende:

*Kontrol af hængejern – indgang til hvid slagtegang med detektion af:*

- Fod/tå skubbet for langt ind på hængejernet
- Fejl i hasestik – fod/tå er for langt oppe eller nede
- Hængejern, der hænger skævt
- Slitage af hængejern
- Afstand fra hængejern til halerod
- Afstand fra hængejern til forben/albue

*Udgangskontrol for friskæreren med:*

- Fund og kategorisering af beskadigelse af kam eller nakkefilet – skyldes skæv opskæring
- Fund og kategorisering af flæskesvær
- Fund og kategorisering af haleskade

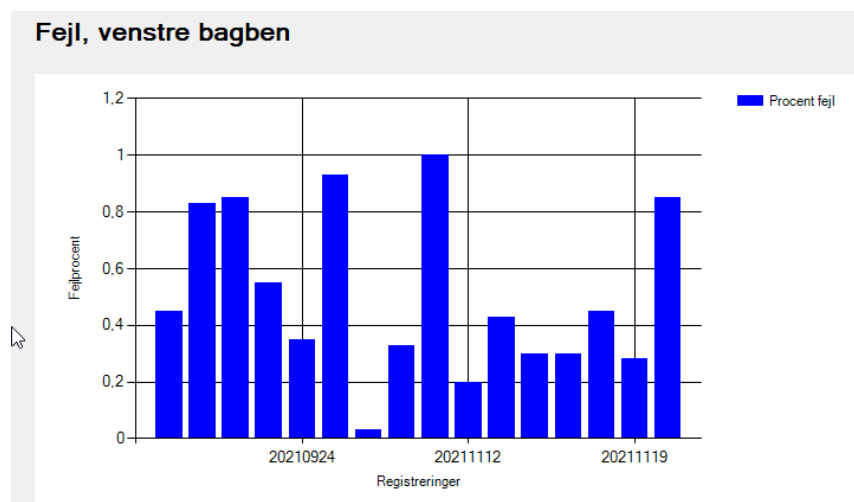
Funktionstests viser, at der er tale om robuste og anvendelige modeller med få falske positive og tilstrækkelig målepræcision.

Som eksempel på anvendelse af resultaterne vises her (figur 2) kontrollen ved indgang til hvid slagtegang for fejkategorien "Fod/tå skubbet for langt ind på hængejernet". På billedet ses, at venstre bagben er skubbet for langt ind på hængejernet. Det betyder, at grisen hænger skævt, hvilket kan medføre, at de efterfølgende processer fejler.



**Figur 2.** Grisens venstre bagben er skubbet for langt ind på hængejernet.

Figur 3 viser observationer af hængejernene på et slagteri i 16 dage med angivelse af en fejlprocent for, hvor ofte venstre bagben er skubbet for langt ind på hængejernet. Disse resultater kan kædes sammen med efterfølgende procesfejl eller andre data for det enkelte hængejern (gris). Ydermere vil fejlfindingen kunne kobles til en alarmering, så fejlen kan rettes med det samme.



**Figur 3.** Fejlprocent for, hvor ofte venstre bagben er skubbet for langt ind på hængejernet.

For processerne fedtendebor og opbrystning er der lavet datagrundlag/fundament klar til at lave funktionstest og færdiggøre modellerne, så de efterfølgende kan indarbejdes i en kommunikationsplatform.

Af tidsmæssige årsager er overvågning af midtflækning ikke prioriteret i projektet. Midtflækningen blev fravalgt, fordi en løsning til overvågning af midtflækning ville give logistiske udfordringer på slagteriet, idet implementeringen ville medføre, at der skulle reserveres plads på slagtelinjen, hvilket ikke var muligt.

*Konklusion/diskussion* Fra slagteriernes side er der enighed om, at digital procesovervågning har stort potentiale, selvom ikke alle fejltypen kan detekteres med vision. Ikke desto mindre er der stadig en stor værdi i at overvåge de fejltypen, det er muligt at detektere med vision, fordi man herved får en tæt på 100% kontrol fremfor en stikprøve.

Samtidig giver overvågningen mulighed for, at resultaterne kan samkøres med andre data og på den måde skabe bredt grundlagt for at finde årsags-sammenhænge i hele kæden.

Arbejdet fortsættes i regi af IT-løsninger i Industri 4.0 rammer i 2022 under AP5. Rettidig udvikling af produktions-IT og/eller kommercielt.

*Kontaktinformation* Rikke Bonnichsen. Mail: rib@teknologisk.dk