



# Slutrapport

## SAF 28 AP1 Digital procesovervågning i opskæring og udbening

01.01.2022-31.12.2023

3. januar 2024

Proj.nr. 2010403

Version: 1

Init. JEP/MT/DBN

### *Baggrund*

Digital procesovervågning i opskæring og udbening er en arbejdsopgave i projektet [IT-løsninger i Industri 4.0 rammer](#).

Projektet bygger videre på Teknologisk Instituts tidligere arbejde med udvikling af [Digital procesovervågning på slagtegangen](#). Her blev det vist, at der er et stort potentiale for optimering ved anvendelse af vision-SPC-metodikken for processerne fra indgangen til hvid slagtegang og frem til midtflækning. Inspektion af slagtekroppen før og efter processerne giver værdifuld information, hvor fejl i såvel udstyr som i de forudgående manuelle processer kan detekteres objektivt og kontinuerligt.

Det er således relevant at udbrede metodikken til de øvrige steder i slagtekæden, hvor den kunne skabe værdi. Projektet undersøger muligheder for at skabe løsninger til nogle af de processer, der udgør opskæring og/eller udbening. Der udvikles efterfølgende 1-2 konkrete løsninger på steder, hvor det vurderes at være mest relevant.

### *Overordnet projektmål*

Formålet med projektet er at udvikle nye agile IT-løsninger til at støtte op om slagteriernes behov for digitalisering og sporbarhed, der kan håndtere ændringer i såvel IT-struktur som i kunde- og myndighedskrav.

Målet i denne arbejdsopgave er at udvikle og implementere nye teknologiske IT-løsninger til overvågning, der bidrager til at reducere fejl og forbedre råvareudnyttelsen. Løsningerne adresserer en eller flere processer for opskæring og/eller udbening.

### *Målgruppen*

Slagterierne.

### *Overvejelser i analyse- og idé-fasen*

I analyse- og idéfasen var tilgangen at få udvalgt de mest relevante processer som case for projektet (fx tredeling, 3D-trimmer, spidsrygssaven, afsværing, trimning). Udgangspunktet var at vælge få cases med det ønske, at der ved projektets udgang skulle opnås implementerbare koncepter for løsningerne til kvalitetsvurderingen.

I analysefasen er de processer, der udgør opskæring og udbening, gennemgået, og konkrete problemstillinger er identificeret. De processer, hvor digital procesovervågning vil kunne skabe den største værdi, er efterfølgende afgrænset. Der er taget udgangspunkt i slagteribesøg samt

interviews med relevante medarbejdere i forskellige led i slagtekæden for at sikre, at problemstillingerne er belyst tilstrækkelig bredt, og at den estimerede værdiskabelse for de enkelte cases inddrager betydningen i hele kæden.

Der er efterfølgende lavet en endelig prioritering i regi af følge- og styregrupperne, hvor overvågning af tredelingen er udvalgt som den proces, der skal prioriteres højest i projektet. Udviklingen af systemet vil foregå på to slagterier.

Som anden prioritet i projektet vurderes det, at der også kan være stor værdi i at udvikle en løsning til overvågning af afsavning af spidsryg inkl. deling af midterstykke. Derfor er der lavet en opsamling af overvejelserne fra analysefasen ift. mulige metodevalg samt krav til en sådan overvågning. Casen vil blive påbegyndt, hvis der er ressourcer i dette projekt (efter udvikling af løsningen til tredeling).

#### *Metodeudvikling*

Der har været enighed om, at en løsning bør søge at overvåge og finde relevante fejl/forbedringspotentiale for tredeling. Der er stor forskel på udstyret på de forskellige slagterier. Dette har været med i overvejelserne, da løsninger skulle indtænkes. Det ønskes at lave en løsning, der relativt let kan installeres på nye slagterier. Derfor har det været vigtigt at udvikle stabile løsninger, der så vidt muligt er uafhængige af opsætningen på de enkelte værtsslagterier. Eksempelvis vil der ved overvågning af deling mellem forende og midterstykke kunne laves løsninger, der ser på skæreflader på forenden, men også løsninger der ser på skæreflader på midterstykket, da det ikke er muligt på alle slagterier at få et ordentligt billede af skæreflader på begge stykker. For begge delinger er det vurderet, at et visionsystem, der udelukkende har ydre information om kødstykkerne, vil kunne give den nødvendige information om skæringerne. Derudover er det vigtigt, at systemet i realtid kan optage billeder og eksekvere modeller, så informationen kan gives til operatører så hurtigt som muligt.

Der er også lagt stor vægt på at afprøve flere forskellige metoder for derved at finde frem til, hvilke løsninger der giver de bedste resultater og derved skaber størst værdi for slagterierne.

For delingen mellem skinke og midterstykke er det endt med, at vi finder afstanden fra nøglebenet til skæringen vha. en segmenteringsmodel. For delingen mellem midterstykke og forende er vi endt med en metode, hvor der gives én karakter til nakkeområdet og én karakter til brystområdet. Dermed kan vi også bestemme, om der er skåret skævt.

#### *Løsning*

Systemet til overvågningen af tredeling er sat op på to værtsslagterier. De to værtsslagterier blev bl.a. valgt, fordi de sikrer den variation i domæner, som modellen skal kunne håndtere. Fx er det på det første slagteri ikke muligt at få et billede af skæreflader på forenden, hvorfor vi

vurderer skæringen ud fra skærefladen på midterstykket, mens det på det andet værtsslagteri vurderes ud fra forenden alene. Derudover ligger skinken på det første værtsslagteri ret op ad midterstykket under vurdering, hvorimod det på andet værtsslagteri ligger frit og kan være roteret en del ift. planen. Dette gør modellerne mere robuste og mindsker derved tid og omkostninger ved en evt. installation på et nyt slagteri.

På det første værtsslagteri kan systemet køre i realtid (dvs. streame billeder, gemme billede, når produkt er i fokus, smide billedet i modellen og gemme resultatet). På det andet værtsslagteri er systemet sat op vha. en virtuel pc uden grafikkort; man kan derfor ikke følge med i realtid, da dette kræver større computerkraft. I stedet kan man evt. nøjes med fx at evaluere hvert tredje produkt, og i udgangspunktet er dette nok til at vurdere, om modellerne er gode nok.

Performance på løsninger er som følger:

- Deling mellem skinke og midterstykke. 98,6% af alle målinger er indenfor  $\pm 5$  mm af det korrekte mål. 86% er indenfor  $\pm 2$  mm. De primære fejl ses, når der hænger 'flapper' af kød ind over halebenet eller ud over skæringen.
- Deling mellem forende og midterstykke. Klassificering af nakkeenden har en præcision på 94%. Klassificering af brystenden har en præcision på 86%. Dette er nogenlunde forventeligt, da klassificering fra operatørernes side er lignende.

Der er foretaget to test af løsningen, et på hvert værtsslagteri. På første værtsslagteri er der kørt test i en måneds tid, hvor systemet har kørt uden problemer. På andet værtsslagteri er der kørt en uge-test, hvor resultaterne fra modellerne er blevet holdt op imod sorteringsgrupper, ændringer på saven, udbytter etc. for at finde sammenhænge.

#### Værdiskabelsen

Procesovervågning giver mulighed for at kontrollere samtlige slagtekroppe. Overvågningen vil hurtigt 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 processer. Det betyder, at fejl kan opdages hurtigt, og at sandsynlige fejlårsager kan diagnosticeres, hvilket giver mulighed for at sætte ind med vedligehold eller andre tiltag i tide.

Derudover er det vurderingen, at den hurtigere diagnosticering af fejl kan være med til at mindske spredningen på delingerne. Derved vil slagterierne få større råderum til at justere skæringen, alt efter hvad der økonomisk bedst kan betale sig – uden samtidig at øge antallet af produkter, der er uden for kundespecifikationerne, og som ellers skal behandles manuelt.

<i>Status og videre forløb</i>	Arbejdspakken sluttede i 2023.
<i>Kommunikation</i>	Slutrapport offentliggøres på Teknologisk Instituts hjemmeside.
<i>Kontaktinformation</i>	Jeppe Bo Andersen Teknologisk Institut/DMRI Gregersensvej 9 2630 Taastrup <a href="mailto:jepa@teknologisk.dk">jepa@teknologisk.dk</a>
<i>Projektdeltagere</i>	IPE, SUPB, HHEE, PVO, RIB, RIH, KHN, DBN, JEP A