



## Ophængning af forender

### Projektets formål og resultat

#### *Projekts formål*

Arbejdet vil primært omhandle udvikling af et automatisk robotudstyr bestående af en griber specifikt til at håndtere forender og en styringsalgoritme, baseret på kunstig intelligens, som er trænet til at forstå den biologiske variation, der optræder i forender. Forender har til forskel fra kamme nogle kraftige knogler, som let vil kunne forhindre en korrekt ophængning med produktnedfald til følge. Dette skal der i styringsalgoritmen tages højde for, hvorfor korrektionsmuligheder ligeledes skal indbygges. Udstyret dimensioneres som udgangspunkt til at kunne håndtere 500-600 forender pr. time. Løsningens udbredelsespotentiale er syv linjer svarende til 21 operatørpladser på tværs af den danske slagteribranche. En operatørplads kræver typisk en rokering hver 45. min svarende til en udskiftning på 28 operatører pr. driftstime, hvilket i høj grad er en flaskehals i produktionsplanlægningen og en hindring for at optimere driften yderligere. Tilbagebetalingstiden forventes at være 2-3 år. Heri er ikke medregnet gevinster afledt af et bedre arbejdsmiljø og optimeret produktionsplanlægning.

#### *Opnåede effekt af projektet*

Dette projekt automatiserer arbejdsopgaver, som involverer tunge løft og dermed bidrager negativt til arbejdsmiljøet. Gennem automatisering opnås udover de arbejdsmiljømæssige forbedringer en reduktion af enhedsomkostningerne primært hidhørende fra en mindre lønomkostning. Projektet understøtter en høj produktivitet ved at overflødiggøre jobrotation og dermed forenkler arbejdsplanlægningen. Projektet sigter på at fjerne nogle af de mest belastende arbejdsmiljøproblemer i slagteriet, hvor der er højest risiko for MSB-problemer. Effekten af arbejdsmiljøforbedringen vil kunne registreres over en årrække ved at medarbejdere får færre følgeskader af de tunge løft og vrid i kroppen, når de skal dreje sig og række ud for at udføre ophængning. Over tid vil resultatet ligeledes kunne måles ved færre sygedage for medarbejdere i afdelingen og færre tidlige tilbagetrækninger fra arbejdsmarkedet som følge af nedslidning.

*Resultat vs. formål opdelt på bruger, sektor og samfund*

De nye koncepter for ophængning af forender på juletræer har ved produktionslignende forhold demonstreret kapacitetskravet på 500-600 forender/time, svarende til 2 minutter pr. juletræ samtidigt med tilstrækkelig præcision m.h.t. placering af skankene på forenderne på hver enkel krog på juletræet. Projektet har leveret en funktionsmodel, som består af en forendegriber og et robotstyresystem, som er afprøvet og dokumenteret. Løsningen produktmodnes af branchens egne parter i samarbejde med kommercielle partnere baseret på viden overført fra projektet.

Projektet forbedrer arbejdsmiljøet for den enkelte operatør på slagteriet gennem fjernelse af en væsentlig del af det rutineprægede skelet- og muskelbelastende arbejde, som igen leder til mindre nedslidning af slagterimedarbejdere. At løfte og rykke på kamme er tungt arbejde, der resulterer i flere muskel- og skeletproblemer.

Fjernelsen af det fysisk betonede arbejde medfører, at slagteribranchen får lettere ved at tiltrække nye medarbejdere samt lettere ved at fastholde de eksisterende. På længere sigt vil det også reducere udgifter til sundhedssektoren og sygefravær for samfundet.

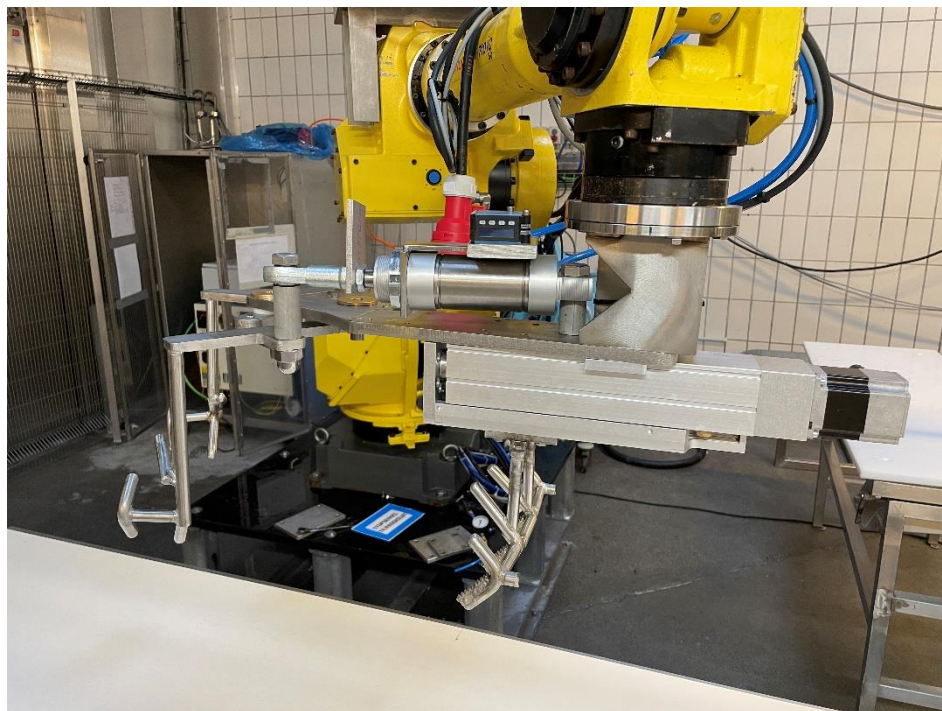
*Oplæg til videre arbejde*

Integrering af et visionsystem, som er trænet til at forstå den biologiske variation, der optræder i forender. Derudover har projektet inspireret til udvikling af andre ophængnings- og nedtagningsstationer til andre delstykker. I tredje kvartal 2021 påbegyndes projekterne; ophængning af midterstykker, nedtagning af midterstykker samt nedtagning af forender.

## **Beskrivelse af løsningen**

*Beskrivelse af funktionsprincip*

Projektet har opnået at bygge og funktionsafprøve en model til automatisk ophængning af forender, som bliver tilført en robotcelle via et transportbånd. Modellen indeholder en mekanisk griber monteret på en industrirobot. Med denne installation bliver det muligt automatisk at ophænge op til 600 forender pr. time i produktionen på et slagteri.



Figur 1 Illustration af griberværktøj

Båndopstillingen består af et transportbånd med produktionshastighed, et accelerationsbånd, der hæver/sænker båndhastigheden for at kompensere for tiden, det tager at skifte et juletræ og ophængningsværktøjet.

*Beskrivelse af mekaniske delsystemer*

Forendegriberen består af to kløer, der via lufttryksylinder klemmer om skanken. Åbne- og lukkemekanismen består af to kødben, der fører til, at kløerne cirkulært klemmer og åbner om skankene. Derudover består værktøjet af en rive, der lineært føres af en elektrisk cylinder til at åbne og lukke om forenden.

*Beskrivelse af elektriske delsystemer*

Riven føres af en elektrisk cylinder.

*Beskrivelse af software*

Data fra sensorerne bearbejdes, og robotbaner beregnes i robotens controller, og transportbåndet og sikkerhedssystemet kontrolleres af en PLC.

**Testresultater**

*Resultat af afsluttende test*

De afsluttende tests og dokumentation for ophængningsværktøjet blev udført den 09/12/2021 i Ringsted i Danish Crowns forsøgsrum. Der blev udført 64 ophængninger af forender, altså fire juletræer. På video1 ses værktøjets funktion, hvor der blev udført to ophængninger.

[\[Video1 – Ophængning af forender\]](#)

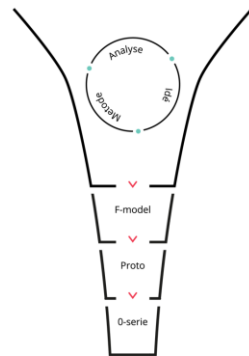
Forsøgene blev gennemført med en del tab. Uden et visionsystem er det svært at vide, hvordan skanken er orienteret og er dermed svær at gribe om. Sensoren fortæller udelukkende, hvor på båndet forenden er placeret. Når først værktøjet har grebet en forende, har den et fint greb om den.

Afvielser fra oprindelig kravspecifikation

Det endeligt værktøj er udviklet og opfylder de oprindelige kravspecifikationer. Vores sensorsystem afviger fra visionsystemet, som er trænet til at forstå den biologiske variation, der optræder i forender.

## Projekthistorik

Projektets historie opdelt efter innovationsmodellens faser og med tidslinje



Faser	Periode	Aktiviteter	Leverancer
Analyse		Fastlægge projektformål Patenterings-potentiale?	Kravspecifikation Analyserapport EO analyse
Ide		Idegenerere	Validerede koncepter til metodefasen
Metode		Metodeopbygning og afprøvninger. Teste og erfaringsopsamle på testopstilling	Metodeværktøjer Testresultater
F-model		Opbygning og test af funktionsmodel i realistisk scenarie.	Testresultater Dokumentationspakke
Proto			
0-serie			

## Økonomi

Projektregnskab med noter

1.1. Projektregnskab med noter – se general SAF projektøkonomi i noter

## Konklusion

Projektet har opnået at udvikle et mekanisk robotværktøj, der automatisk ophænger forender, som bliver tilført en robotcelle via et transportbånd. Efterfølgende er der blev udført afsluttende tests og dokumentation for ophængningsværktøjet den 09/12/2021 i DMRI's forsøgsrum i Ringsted. For at kende forendernes position på båndet er der installeret en afstandssensor. Dette sensorsystem oplyser ikke orienteringen og den biologiske variation, der optræder i forender, hvilket medførte at flere forender ikke kunne opsamles fra båndet.