



## Nedtagning af kamme

### Projektets formål og resultat

#### *Projekts formål*

Dette projekt har til formål at udvikle en nedtagningsstation til kamme, og vil primært vil bestå i at udvikle et egnet værktøj og en ny styringsalgoritme, som både kan håndtere produktvariationer og biologisk variation. Værktøjet, som monteres på en industrirobot, udvikles til fiksering af nedtagning af kammene.

Anlægget opstilles i udbening, hvor delstykkerne nedtages fra juletræer. Kapacitetsmålet er 600 til 700 delstykker pr. time, og udbredelsespotentialet i den danske slagteribranche er 7 linjer med i alt 11 operatørpladser. Pga. kravet om, at hver operatør maksimalt må løfte 10 ton/dag, kræver hver enkelt operatørplads en rocade hver 45. min. Operatøren kan desuden ikke komme tilbage til samme plads den dag.

Projektet som helhed vil bidrage til øget indtjening, og derudover forbedres arbejdsmiljø gennem fjernelse af en væsentlig del af det rutineprægede skelet- og muskelbelastende arbejde, som igen leder til mindre nedslidning af slagterimedarbejdere.

#### *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 lavere lønomkostning. Projektet understøtter en høj produktivitet ved at overflødiggøre jobrotation og dermed forenkle 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 nedtagningen. 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 nedtagning af kamme har ved produktionslignende forhold demonstreret kapacitetskravet på 600 kamme/time, svarende til 2 minutter pr. juletræ samtidigt med tilstrækkelig præcision m.h.t.

placering af kamme på båndet med kødet opad og ribbenene orienteret til samme side.

Projektet har leveret en funktionsmodel, som består af en kamgriber 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.

Projekterne 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 fastholder de eksisterende. På længere sigt vil det også reducere udgifter til sundhedssektoren og sygefravær for samfundet.

#### *Oplæg til videre arbejde*

Disse projekter har inspireret til udvikling af andre ophængnings- og nedtagingsstationer til andre delstykker. I tredje kvartal påbegyndes projekterne ophængning af midterstykker, nedtagning af midterstykker samt nedtagning af forender.

#### **Beskrivelse af løsningen**

##### *Beskrivelse af funktionsprincip*

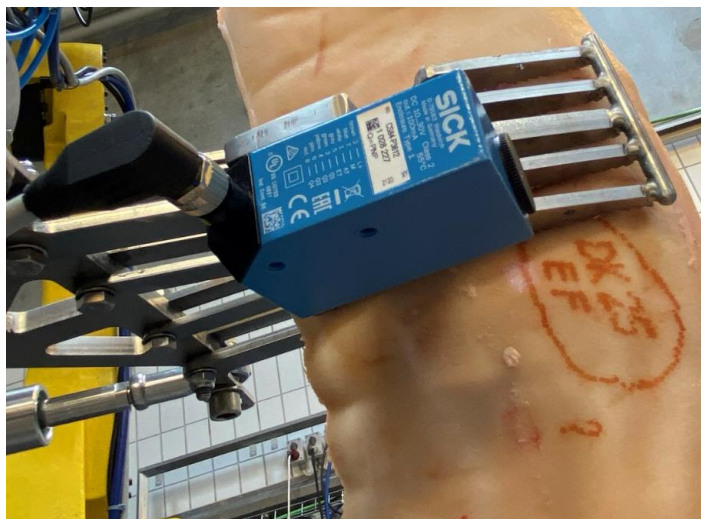
Projektet har opnået at bygge og funktionsafprøve en model til automatisk nedtagning af kamme, som bliver tilført en robotcelle via et transportbånd. Modellen indeholder en mekanisk griber monteret på en industrirobot, og et sensorsystem, som kan detektere, om det er en højre eller en venstre kam, således at kammene bliver placeret korrekt på båndet med sværen ned mod båndet og ribbenene orienteret mod samme retning. Med denne installation bliver det muligt automatisk at ophænge og nedtage op til 600 kamme pr. time i produktionen på et slagteri.

##### *Beskrivelse af mekaniske delsystemer*

Kamgriberen består af to grove kæber, der via lufttrykscylinder klemmer om kammen. For at opnå høj præcision under nedtagningen klemmes der om hofteenden, så robotten kan følge faconen på juletræskrogen og dermed undgå udvidelse af indstikningshullet. Derudover er der monteret en luftcylinder til at skubbe en farvesensor ud, som sætter systemet i stand til at afgøre, om det er køddelen, som vender opad. Ved kun at bringe sensoren ind i arbejdsområdet, når der foretages målinger, kan tilsmudsning af sensorglasset minimeres.

##### *Beskrivelse af elektriske delsystemer*

For at kunne identificere, om det er en højre eller venstre kam, er der monteret en farvesensor på griberværktøjet. Fordi der bliver klemt om hofteenden på både højre og venstre kamme, vil sensoren identificere svær for venstre kamme og kød for højre kamme.



Figur 1 Farvesensor på griberværktøj

#### *Beskrivelse af software*

Data fra encoder bearbejdes, så robotten er i stand til at placere kammen korrekt på båndet. 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 2. juli 2021 i Ringsted i samarbejdspartners forsøgsrum. Der blev udført 500 nedtagninger af kamme, altså 25 juletræer. På video1 ses en af de 25 nedtagninger, der blev udført.

[\[Video1 – Nedtagning af kamme\]](#)

Testen med nedtagningen af de 500 kamme gav syv sensorfejl, hvilket giver 1,4 % fejl.

Nedtagning af backs blev stillet som en tillægsopgave til nedtagning af kamme. Der blev testet med nedtagninger af 40 backs. Kæberne på værktøjet blev tilpasset efter bredden på backs, dvs. de blev lidt længere. Generelt var det svært at nedtage alle backs, fordi en del backs hænger skævt på juletræerne grundet den manglende stivhed i ophængningsområdet. Under testene blev tre backs tabt på gulvet.

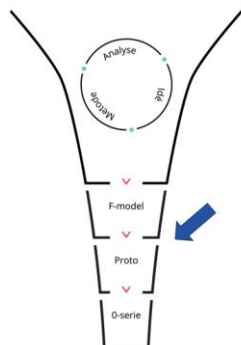
[\[Video2 – Nedtagning af backs\]](#)

##### *Afvielser fra oprindelig kravspecifikation*

Det endelige værktøj og koncept afviger ikke fra de oprindelige kravspecifikationer. Konceptet er testet på 500 kamme (25 juletræer).

## Projekthistorik

Projektets historie opdelt efter innovationsmodellens faser og med tidslinje



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

## Økonomi

Projektregnskab med noter Se general SAF projektøkonomi i noter.

## Konklusion

Dette projekt har leveret et koncept til nedtagning af kamme, som primært består af et værktøj, sensor og en ny styringsalgoritme, som både kan håndtere produktvariationer og biologisk variation. Konceptet håndterer en kapacitet på 600 delstykker pr. time. Konceptet er testet på 500 kamme og er dokumenteret. Derudover er værktøjet også testet på backs.

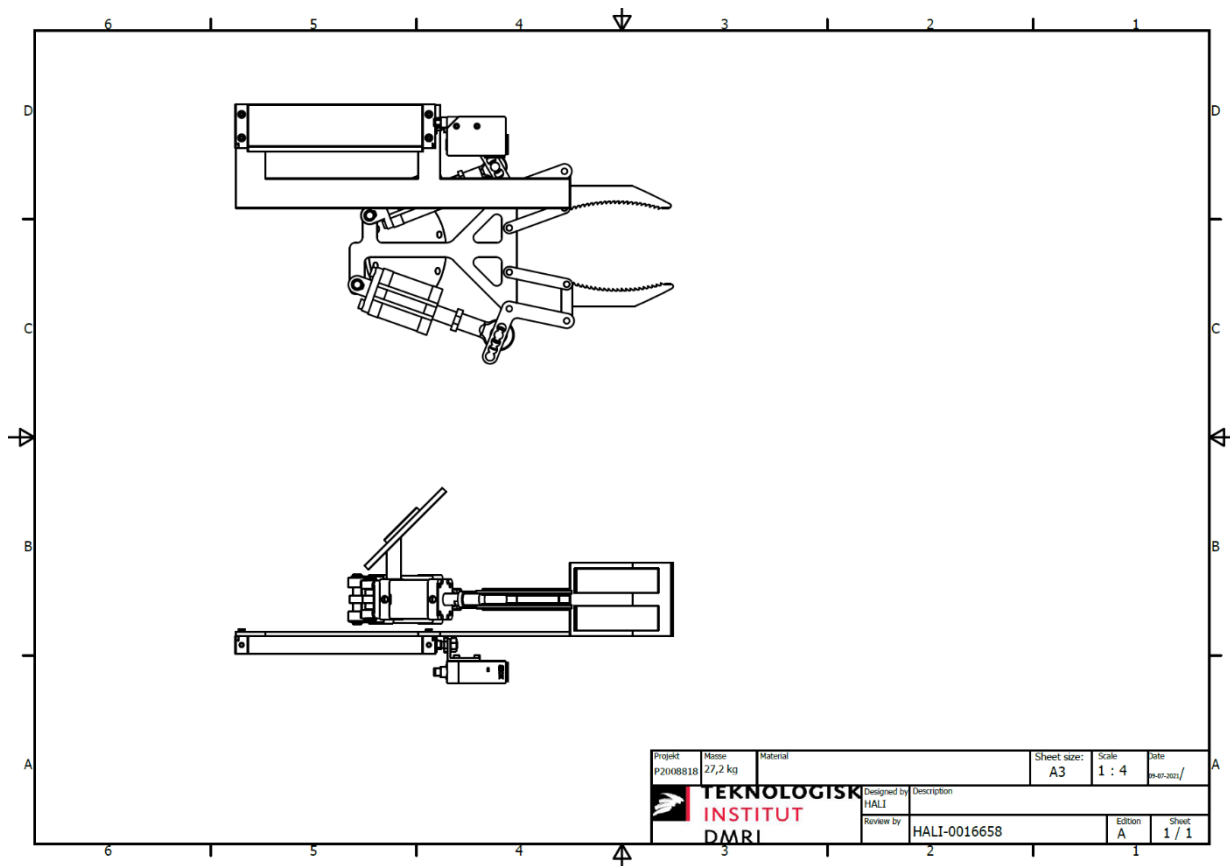
## Appendix

A1: Oprindelig kravspecifikation

.....\P2008818\_SAF 96 AP2 Nedtagning af kamme\Automatisering af tunge løft.pdf

A2: CAD dokumentation

.....\DMR\NP2008798 Ophængning af kamme



A3: Dokumentation fra afsluttende test

.....\P2008818\_SAF 96 AP2 Nedtagning af kamme\Fagligt\Foto video\Ringsted 2021-07-13

A4: Budget ved projektstart

.....\P2008818\_SAF 96 AP2 Nedtagning af kamme\Automatisering af tunge løft.pdf