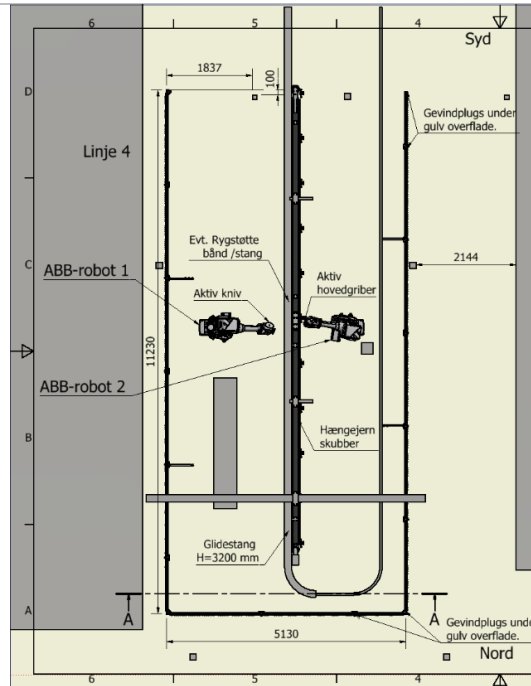




Automatisk udstikning af kæber

Projektets formål og resultat	
<i>Projektets formål</i>	Formålet med projektet er at reducere enhedsomkostningerne, skabe grundlaget for at udnytte digitale løsninger, forbedre arbejdsmiljøet og ruste slagteribranchen til en ny markedssituation, hvor kundetilpassede produkter er et nøgleord.
<i>Opnåede effekt af projektet</i>	<p>Projektet har fået rigtigt godt styr på fiksering af grisens kranie, hvilket er grundlaget for udstikningen af kæber. Denne opnåede viden er ikke kun relevant for dette specifikke projekt, men kan med fordel overføres til fremtidige projekter. Fikseringsprocessen vil blive dybere beskrevet under afsnittet "<i>Beskrivelse af mekaniske delsystemer</i>".</p> <p>Udover ovenstående styrker og muligheder har projektet også mødt udfordringer, hvilket blandt andet er ændringer af projektets scope, som blev besluttet ved et porteføljestyregruppemøde medio 2021. Dette har udfordret processen ift. at udvikle værktøj til den autonome udstikning af kæberne. Dog har vi opnået en masse gode erfaringer ift. udførelsen af skærekurven, som vil kunne benyttes i fremtidige projekter. En mere dybdegående beskrivelse af det skærende værktøj kan læses under afsnittet "<i>Beskrivelse af mekaniske delsystemer</i>".</p> <p>På baggrund af vores test mener vi, at det er plausibelt, at projektet vil kunne blive realiseret i fremtiden, når der er klarhed om, hvorledes området skal genoptages. Samtidigt har projektet også resulteret i en del ny læring, som kan benyttes til fremtidige projekter. (Læs mere om dette under "<i>Beskrivelse af løsningen</i>" og "<i>konklusion</i>").</p>
<i>Resultat vs. formål opdelt på bruger, sektor og samfund</i>	<p>Projektet sigte var, at den enkelte operatør på slagteriet kunne opnå et forbedret arbejdsliv gennem et mindre fysisk belastende arbejde. En væsentlig højere automatiseringsgrad i industrien vil eliminere det hårde fysiske arbejde og erstatte den med overvågningsarbejde og kvalitetskontrol. Dette vil på længere sigt reducere udgifterne til sundhedssektoren samt sygefravær for samfundet.</p> <p>Projektet har vist, at det vil være realistisk at opnå disse mål som led i en samlet udvikling af dette produktionsområde.</p>

<p><i>Oplæg til videre arbejde</i></p>	<p>Ud fra den opnåede viden i projektet mener vi, at hvis projektet genoptages i fremtiden, vil vi kunne løse både denne opgave samt lignende opgaver, herunder eksempelvis projekter omhandlende: Halsrens, opbrystning, generel slagtegangsfiksering, generel skæring i varm tilstand samt snit tæt på knogle.</p>
<p><b>Beskrivelse af løsningen</b></p>	
<p><i>Beskrivelse af funktionsprincip</i></p>	<p>For at kunne levere et kontrolleret kæbesnit er det en nødvendighed at fikseres grisens kranie. Ved hjælp af test er vi kommet frem til en kombination af tre punkter, som giver den bedste fiksering af grisens kranie samtidigt med, at værktøjet ikke er i vejen for skærekurven. De tre punkter er som følgende:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bagsiden af kraniet (nakken)</li> <li>2. Oversiden af trynen</li> <li>3. Inde i grisens gane</li> </ol> <p>Når disse tre punkter fikseres, er grisens kranie stabiliseret og klart til at blive skåret i (læs mere dybdegående om fikseringsværktøjet under punktet "<i>beskrivelse af mekaniske delsystemer</i>").</p> <p>Ved hjælp af test er vi kommet frem til, at luftkniven leverer et pænere og hurtigere snit sammenlignet med en almindelig kniv. Herudover er det nødvendigt, at det skærende værktøj kan skubbe til kødet samtidig med, at kniven er inde i kødet (læs mere dybdegående om fikseringsværktøjet under "<i>beskrivelse af mekaniske delsystemer</i>").</p> <p>Hele processen bliver udført imens, at grisen glider på glidestangen uden, at grisen stopper. Der står en robot på hver side af glidestangen. Den ene robot fikserer grisen, hvorefter den anden robot udfører kæbesnittet på grisen. Herunder ses et layout fra testcellen, der illustrerer ovenstående.</p>



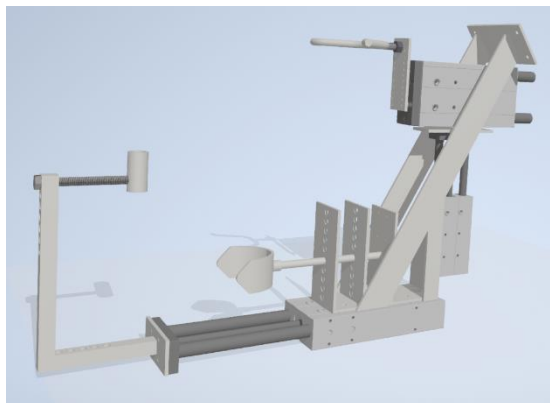
Beskrivelse af mekaniske delsystemer

Systemet består af to forskellige værktøjer. Et fikseringsværktøj og et skærende værktøj. Herunder vil de to værktøjer blive beskrevet separat.

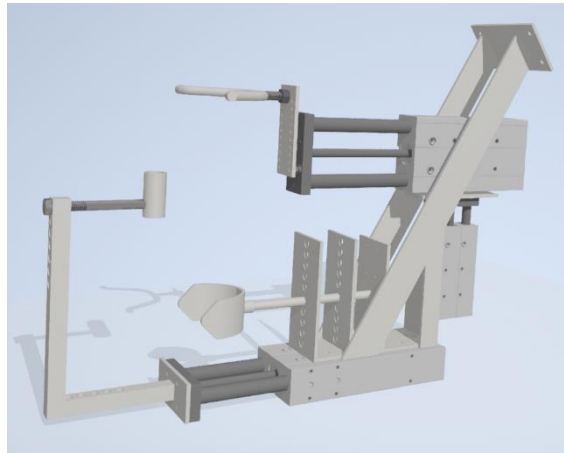
**Fikseringsværktøjet**

Formålet med fikseringsværktøjet er, at det skal kunne præsentere grisens hoved således, at knivværktøjet kan udskære kæbesnittet. Kriterierne for en sådan præsentation er at fiksere grisens kranium uden, at værktøjets geometri kommer i vejen for knivværktøjets bevægeområde.

På billede 1.1 ses fikseringsværktøjet i "åben position".



Billede 1.2 viser fiskeringsværktøjet i "lukket position".



Billede 1.3 viser fikseringsværktøjet i "lukket position" med en gris.

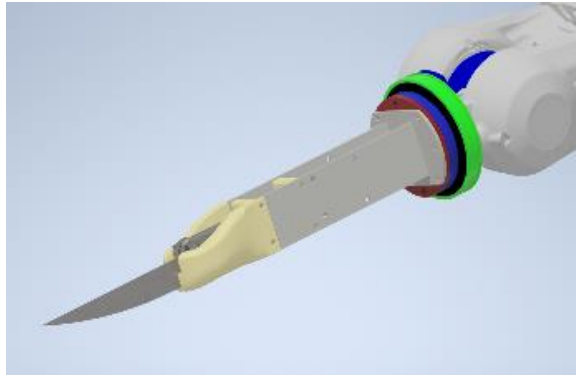


Fikseringsværktøjet er designet således, at når værktøjet er i "lukket position" afmåles positionen af de tre cylindere. Positionen af de tre cylindere giver et indblik i grisens kranies dimensioner. Således kan vi beregne en unik skærekurve for hver enkelt gris, som giver det udbytte, som slagteriet ønsker på den pågældende dag.

### Skæreværktøj

Det skærende værktøj består af en standard luftkniv (model: EFA PK 25 Pneumatic powerknife). Det skærende værktøj skal kunne "skubbe" til kødet efter, at knivbladet har penetreret grisens kind. Derfor har vi udviklet et modul, som kan påsættes for enden af knivens skaft, som gør det muligt at skubbe til kødet uden at beskadige det oscillerende knivblad.

På billede 2.1 ses det skærende værktøj monteret på robotflangen.



På billede 2.2 ses det skærende værktøj monteret på robotflangen i sin helhed.



*Beskrivelse af elektriske delsystemer*

#### **Fikserende værktøj**

For at kunne måle placeringen af de tre cylinders placeringer, benyttede vi Festos positionstransmitter (model: sdat-mhs-m160-1l-sa-e-0.3-m8).

Positionstransmitterne fortæller os præcis, hvilken position cylinderen står i, hvilket gør, at vi får et indblik i grisens kranies dimensioner. Således kan vi beregne en unik skærekurve for hver enkelt gris, som giver det udbytte, som slagteriet ønsker på den pågældende dag.

For mere information følg nedenstående link til datablad:  
[https://www.festo.com/cat/xdki/data/doc\\_engb/PDF/EN/SDAT-MHS\\_EN.PDF](https://www.festo.com/cat/xdki/data/doc_engb/PDF/EN/SDAT-MHS_EN.PDF)

	<p><b>Skærende værktøj</b></p> <p>Her benyttes en luftkniv (model: EFA - PK 25 Pneumatic powerknife). Teknisk data om luftkniven: Motor output 320 Watt. Vægt 1,35 kg. Lufttryk ved brug 7 bar. Luft forbrug 350 l/min. Frekvens 100 Hz. Slaglængde 25mm.</p> <p>For mere information følg nedenstående link til datablad:  <a href="http://www.efa-germany.com/efa-en/Finishing/BA_003012918_EFA805_EFA-S5L_PK25_EFA-RZ100_I03.pdf">http://www.efa-germany.com/efa-en/Finishing/BA_003012918_EFA805_EFA-S5L_PK25_EFA-RZ100_I03.pdf</a></p>
<i>Beskrivelse af software</i>	<p>Fremadrettet vil det være en naturlig fortsættelse af arbejdet at videreudvikle software, der kan indsamle data fra de tre cylinderes position, når de griber i grisens kranie. Dataindsamling vil medføre, at det bliver muligt at kunne benytte positionen af de tre cylindere til at generere et tredimensionelt billede af grisens kranie og herefter "on the fly" beregne den optimale skærekurve for den enkelte gris. Dette vil give det optimale udbytte for hver enkelt gris.</p>
<b>Testresultater</b>	
<i>Resultat af afsluttende test</i>	<p>Det produktionsområde, som projektet indgår i er, p.t. under forandring, og projektet endte derfor med at sigte på at udvikle og dokumentere metoder, mens en samlet afsluttende test først giver mening, når løsningerne indgår i et samlet nyt koncept for området.</p>
<i>Afvielser fra oprindelig kravspecifikation</i>	<p>Det produktionsområde, som projektet indgår i, er p.t. under forandring og projektet endte derfor med at sigte på at udvikle og dokumentere metoder, mens en samlet afsluttende test først giver mening, når løsningerne indgår i et samlet nyt koncept for området.</p> <p>Derfor har projektet afvielser fra kravspecifikationerne. Afvigelse er støttet af branchen.</p>
<b>Projekthistorik</b>	
<i>Projektets historie opdelt efter innovationsmodellens faser og med tidslinje</i>	<p>Tidslinje med aktiviteter og leverancer fra januar til december 2021</p>

<p>Projektmål: Fjerne hoveder fra slagtekroppe – ekstra proces i multifunktionsrobotcellen</p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Faser</th> <th>Periode</th> <th>Aktiviteter</th> <th>Leverancer</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Analyse</td> <td>Jan. og feb. 2021</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>Afdækning af behov</li> <li>Beregning af potentialet/benefit</li> <li>Kravspecifikation</li> <li>Afdækning af patentforhold</li> </ul> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>Analyserapport</li> <li>Kravspecifikation</li> </ul> </td> </tr> <tr> <td>Ide</td> <td>Feb. 2021</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>Idégenerering</li> <li>Patentering af ideer</li> </ul> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>Idérapport</li> <li>Indlevering af patentansøgning</li> </ul> </td> </tr> <tr> <td>Metode</td> <td>Marts til juni 2021</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>Værktøjsudvikling</li> <li>Analyse af data (RGB og 3D billeder)</li> <li>Detektion af keypoints - algoritmeudvikling</li> <li>Udvikling af robotbaner</li> <li>Testarbejde</li> </ul> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mekanisk metodeværktøj til afskæring af halve hoveder</li> <li>Algoritmer</li> <li>Robotbaner</li> <li>Metoderapport</li> </ul> </td> </tr> <tr> <td>F-model</td> <td>Juli til dec. 2021</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>Videreudvikling af værktøjer, robotbaner og algoritmer</li> <li>Testarbejde</li> <li>Dokumentation af kvalitet</li> <li>Kommerciel samarbejdspartner</li> </ul> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mekanisk funktionsmodelværktøj til afskæring af halve hoveder</li> <li>Algoritmer</li> <li>Robotbaner</li> <li>F-modelrapport</li> <li>Samarbejdsaftale med partner</li> </ul> </td> </tr> <tr> <td>Proto</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>0-serie</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Faser	Periode	Aktiviteter	Leverancer	Analyse	Jan. og feb. 2021	<ul style="list-style-type: none"> <li>Afdækning af behov</li> <li>Beregning af potentialet/benefit</li> <li>Kravspecifikation</li> <li>Afdækning af patentforhold</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyserapport</li> <li>Kravspecifikation</li> </ul>	Ide	Feb. 2021	<ul style="list-style-type: none"> <li>Idégenerering</li> <li>Patentering af ideer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Idérapport</li> <li>Indlevering af patentansøgning</li> </ul>	Metode	Marts til juni 2021	<ul style="list-style-type: none"> <li>Værktøjsudvikling</li> <li>Analyse af data (RGB og 3D billeder)</li> <li>Detektion af keypoints - algoritmeudvikling</li> <li>Udvikling af robotbaner</li> <li>Testarbejde</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mekanisk metodeværktøj til afskæring af halve hoveder</li> <li>Algoritmer</li> <li>Robotbaner</li> <li>Metoderapport</li> </ul>	F-model	Juli til dec. 2021	<ul style="list-style-type: none"> <li>Videreudvikling af værktøjer, robotbaner og algoritmer</li> <li>Testarbejde</li> <li>Dokumentation af kvalitet</li> <li>Kommerciel samarbejdspartner</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mekanisk funktionsmodelværktøj til afskæring af halve hoveder</li> <li>Algoritmer</li> <li>Robotbaner</li> <li>F-modelrapport</li> <li>Samarbejdsaftale med partner</li> </ul>	Proto				0-serie			
Faser	Periode	Aktiviteter	Leverancer																											
Analyse	Jan. og feb. 2021	<ul style="list-style-type: none"> <li>Afdækning af behov</li> <li>Beregning af potentialet/benefit</li> <li>Kravspecifikation</li> <li>Afdækning af patentforhold</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyserapport</li> <li>Kravspecifikation</li> </ul>																											
Ide	Feb. 2021	<ul style="list-style-type: none"> <li>Idégenerering</li> <li>Patentering af ideer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Idérapport</li> <li>Indlevering af patentansøgning</li> </ul>																											
Metode	Marts til juni 2021	<ul style="list-style-type: none"> <li>Værktøjsudvikling</li> <li>Analyse af data (RGB og 3D billeder)</li> <li>Detektion af keypoints - algoritmeudvikling</li> <li>Udvikling af robotbaner</li> <li>Testarbejde</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mekanisk metodeværktøj til afskæring af halve hoveder</li> <li>Algoritmer</li> <li>Robotbaner</li> <li>Metoderapport</li> </ul>																											
F-model	Juli til dec. 2021	<ul style="list-style-type: none"> <li>Videreudvikling af værktøjer, robotbaner og algoritmer</li> <li>Testarbejde</li> <li>Dokumentation af kvalitet</li> <li>Kommerciel samarbejdspartner</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mekanisk funktionsmodelværktøj til afskæring af halve hoveder</li> <li>Algoritmer</li> <li>Robotbaner</li> <li>F-modelrapport</li> <li>Samarbejdsaftale med partner</li> </ul>																											
Proto																														
0-serie																														

## Økonomi

Projektregnskab med noter

Se generel projektregnskabsrapport

## Konklusion

På baggrund af resultaterne af de udførte test mener vi, at det er plausibelt at kunne opnå et godt resultat, hvis man i fremtiden ønsker at løse en opgave, som har lignende kravspecifikationer.

Den viden, som vi har genereret i løbet af projektet kunne eksempelvis benyttes i fremtidige projekter omhandlende: Halsrens, opbrystning, generel slagtegangsfiksering, generel skæring i varm tilstand samt snit tæt på knogle.

Vi kan konkludere, at vi vil kunne løse opgaven, og at vi i fremtiden vil kunne påtage os lignende opgaver og benytte den erhvervede viden fra dette projekt.

## Appendix

A1: Oprindelig kravspecifikation

[..\Fagligt\Krav\Kravspecifikation til halvehoveder oprindelig.docx](#)

A2: CAD dokumentation

Inventor\DMRI\2008799

A3: Dokumentation fra afsluttende test

Se funktionsmaskine rapport

[..\Fagligt\Funktionsmaskine\Funktionsmaskinerapport input fra KRGR.docx](#)

A4: Oprindelig tidsplan og realiserede tidsplan

A5: Budget ved projektstart