



---

DATO: (August 2011)

## Slutrapport

### for forsknings- og udviklingsprojekter med tilskud fra Innovationsloven

---

#### 1. Projekttitel:

Optimering af råvareudnyttelse på svineslagterier - nytteværdi og datakvalitet

---

#### 2. FødevarerErhvervs j.nr.: 3414-08-02284

---

#### 3. Ansøger (titel, navn, adresse, tlf., fax. og e-mail):

Projektleder Marchen Hviid, DMRI, TI, Maglegaardsvej 2, 4000 Roskilde ☎ 7220 2677  
mahd@teknologisk.dk

---

#### 4. Deltagende samarbejdsparter (navn, adresse, tlf., fax., og e-mail):

Danmarks Tekniske Universitet, DTU Management, Produktionstorvet, Bygn. 424, 2800 Kgs.  
Lyngby

Virksomhed: Danish Crown, Marsvej 43, 8960 Randers SØ

Virksomhed: Tican amba, Strandvejen 6, 7700 Thisted

---

#### 5. Kontaktpersoner (titel, navn, adresse, tlf., fax. og e-mail. For hver deltagende institution er der udpeget én kontaktperson):

Per Langaa Jensen, institutdirektør, Danmarks Tekniske Universitet

Søren Tinggaard, projektchef, Danish Crown

Torben Z. Kock, produktionsdirektør, Tican amba

---

Alle relevante oplysninger **skal** fremgå af statusrapporten.

**Slutrapport samt publikationer og artikler mm. fra hele projektperioden sendes i ét eksemplar til:**

FødevarerErhverv

Udviklingsstøttekontoret

Nyropsgade 30

1780 København V

---

**6. Øvrige projektmedarbejdere (titel, navn, adresse, tlf., fax., og e-mail):**

**DMRI:** Niels Christian Kjærsgaard, 7220 2689 [nck@teknologisk.dk](mailto:nck@teknologisk.dk) , Eli V. Olsen 7220 2598 [evo@teknologisk.dk](mailto:evo@teknologisk.dk) , Lars Bager Christensen 7220 2657 [lbc@teknologisk.dk](mailto:lbc@teknologisk.dk) , Mianne Darré 7220 2687 [mtde@teknologisk.dk](mailto:mtde@teknologisk.dk) , Peter Vorup 7220 2712 [pvo@teknologisk.dk](mailto:pvo@teknologisk.dk)

**DTU:** Toke Koldborg Jensen, arbejder nu for Rambøll, [toke.jensen@gmail.com](mailto:toke.jensen@gmail.com)

**Danish Crown:** Stig Eilenberg, 8919 1537 E-mail: [ste@danishcrown.dk](mailto:ste@danishcrown.dk) , Preben Kruse Jensen, 8919 1543 E-mail: [pkj@danishcrown.dk](mailto:pkj@danishcrown.dk)

**TICAN:** Keld S. Andersen, 9919 2348 E-Mail: [ksa@tican.dk](mailto:ksa@tican.dk) , Flemming Pedersen, 9919 2328 E-Mail: [flp@tican.dk](mailto:flp@tican.dk)

---

**7. Projektets start- og slutdato: 01-01-2009 til 30-06-2011**

---

## 8. Slutrapport: (maks. 4-6 sider)

### A. Sammendrag af projektets formål og af projektets indhold i henhold til den godkendte projektansøgning:

Formålet med dette projekt var at videreudvikle, produktionsmodne og implementere de første moduler af ”Den virtuelle slagter” i industriens arbejde med at optimere råvareudnyttelsen. Industriens arbejde blev understøttet gennem udvikling af ny software og værktøjer, der dækker områder som:

- Virtuel skæring af produkter ved brug af database med 3D-modeller af slagtekroppe (mange anvendelser, bl.a. estimering af udbytter og kvalitet af hele grise, delstykker eller produkter, særlige moduler til specifikke høj-pris produkter samt til udvikling af nye produkter)
- Optimering af råvareanvendelsen på slagterierne og på tværs af forsyningskæden (i form af demonstrationsmodeller der efterfølgende kan implementeres på slagterierne)
- Driftsopfølgning (væsentlig forbedret efterkalkulation og udbyttekontrol)

Projektet vil bidrage med en væsentlig kompetenceopbygning på Danish Meat Research Institute (DMRI, TI), Deformalyze, DTU Management og indenfor den danske slagteribranche. De danske slagteriers konkurrenceevne forbedres gennem optimeret råvareanvendelse.

### B. Projektets resultater og konklusion:

Programpakkerne ”PigClassWeb” og ”backbatch” blev udviklet og kan i dag benyttes af de store slagteriselskaber til virtuel tredeling og udbytteberegninger. Programmet er desuden benyttet til at forbedre udbyttemodeller til konsekvensberegninger for slagterierne. Det web-baserede program består af en database med 3D-skan af danske grise, en upload-klient til håndtering af skanningsdata, et datamodul til beregning af kød, fedt og knogler i delstykker og udskæringer af midterstykket (backs med biprodukter) på en delmængde af skanningerne og et outputmodul med de beregnede vævstypewægte og udbytter (L.B. Christensen et al, 2010).

Med PigClassWeb- og backbatch-programmerne er det muligt at forbedre udbyttemodellerne og dermed modellerne for sortering af råvaregrundlaget.

- *Skabe platform for konsekvensberegninger*

Ved at tilstræbe en produktion i midten af det påkrævede afsætningsinterval kan modellerne til konsekvensberegningerne gøres væsentligt mere robuste mht. at overholde de afsætningsmæssige krav. Jo større afvigelse fra midten, jo større ”straf” påføres. Der er konstrueret en ny optimeringsmodel, hvor produktionsdagen er delt op i en række tidsintervaller, og hvor der kan stilles ”krav” til, hvor meget af de forskellige produkter der skal være produceret inden udgangen af den pågældende tidsperiode. Hermed tages hensyn til det tidsmæssige aspekt, f.eks. at visse ordrer/produkter skal være klar til afsendelse til Italien på et bestemt tidspunkt af dagen.

Optimeringsmodellerne blev udvidet til også at håndtere en sekundær sortering baseret på mere nøjagtige målninger. Værdien af den sekundære sortering forventes at stige, jo mere ”kundespecifikke” målningerne bliver. On-line CT har muligheden for at gøre ekstramålninger meget ”kundespecifikke”, f.eks. meget nøjagtige backskvaliteter, vægte af kamber eller hovedprodukt. Optimering af sorteringen kan gøres 3-dimensionel og udover slagtevægt og kødprocent også medtage en ny kvalitetsparameter som f.eks. backskvalitet. T. Koldborg Jensen og N.C. Kjærsgaard (2010).

- *Beskrive "best practice" for effektiv innovation i komplekse brancheprojekter*

I projektet var planlagt at afholde 3 workshoper med fokus på effektiv innovation mellem projektparterne med Søren Laursen, LOOP som facilitator. Det første blev afholdt som kick-off-møde og gav en rigtig god start på projektet med fokus på indhold og forventninger. Der blev samtidig identificeret nye projektideer, og bl.a. ph.d.-projektet *virtual cutting* blev herefter startet i samarbejde med DTU-IMM.

Det systematiske og synlige arbejde med effektiv innovation betød, at samarbejdet med øvrige projekter hos DMRI blev mere effektivt, og som *"innovation spinoff"* har dette projekt givet input til projektet *"CT-skanner til udbytteoptimeret fødevarerproduktion"* under højteknologifonden (045-2009-3) og SAF-projektet *"Visionmåling på kasser"* til kvalitetskontrol af tilskårne produkter.

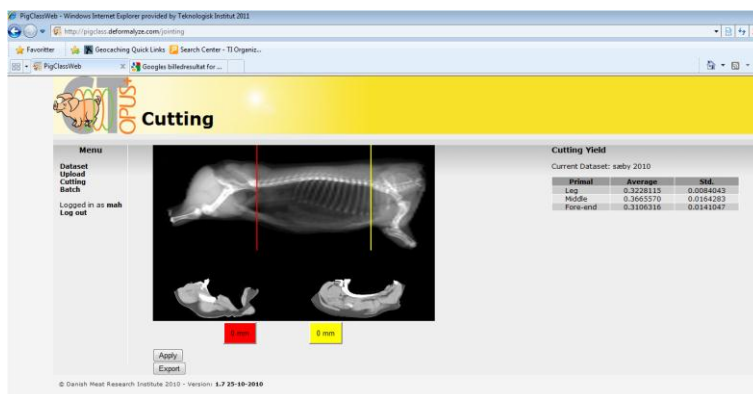
Projektet har desuden bidraget til et innovationskonsortium CIA-CT: *"Centre for Industrial Application of CT scanning"* <http://www.cia-ct.mek.dtu.dk> samt deltagelse i to europæiske workshoper vedr. CT-skanning med indlæg og en nordisk workshop med indlæg. Disse workshoper har været med til at gøre DMRI til naturlige partnere og dermed beskrive indholdet i en FP7-cost ansøgning (FAIM).

### C. Projektets faglige forløb:

Projektet var i ansøgningen opdelt i 5 delprojekter, og denne opdeling blev benyttet i hele projektet. Delprojekt 1 og 4, og delprojekt 2 og 3 var naturligt integreret, og der var et tæt samarbejde mellem alle 4 delprojekter. Delprojekt 5, som havde fokus på Innovation i komplekse brancheprojekter, var vanskeligere at integrere og var desværre ramt af flere organisatoriske ændringer, som var medvirkende til, at fokus blev ændret undervejs i projektførelsen.

Projektet startede med et kick-off-møde med alle projektpartnere den 22. januar 2009, hvor projektets indhold, milepæle og aktører blev endeligt aftalt.

Den første vigtige milepæl var at bringe resultater/programmer fra projektet: *"den virtuelle slagter"*'s ph.d.-afhandlinger fra universitetets platform over på en kommerciel og brugervenlig platform nemlig PigClassWeb. I august 2009 kunne platformen præsenteres ved ICoMST 2009, som DMRI var arrangør af. Programmet blev efterfølgende testet, valideret, justeret og benyttet i delprojekt 2 og 3. I 2010 blev softwaremodullet Backbatch til virtuel deling af midterstykker med tilhørende udbytteberegninger også udviklet, valideret og implementeret, men med en reduceret brugergrænseflade.



### Tre-delning med PigClassWeb programmet.

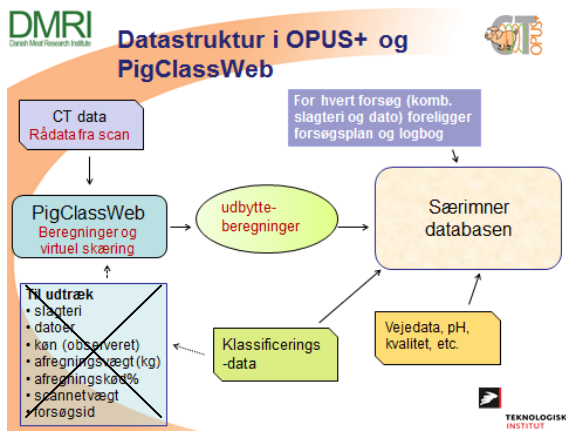
Udover tre-delning i nul-punktet kan de to linier (gul, rød) flyttes, og nye udbytter (yield) beregnes.

Der regnes på alle grise i et givet datasæt.

Der oprettes samtidig en database, som indeholder vægt samt kød-, ben- og fedtandel af alle delstykker.

Databasen til at håndtere de skannede grise og de øvrige forsøgsdata blev også etableret hurtigt. Oprindeligt ønskede projektgruppen, at alle deltagere fik adgang til alle data. Dette blev undervejs ændret til, at DMRI har adgang til alle data, og de enkelte projektpartnere har adgang til egne data.

Især databaseopbygning og datahåndtering var vanskeligere og mere ressourcekrævende end oprindeligt forventet. Samtidig betød organisationsændringer og personalenedskæring hos DMRI, at der i slutningen af 2009 måtte ske en revurdering af strukturen.



### Struktur af databasen:

Den overstregede del blev ikke implementeret. Det er kun muligt at foretage udtræk på datoer.

### Data i Særimner er fra følgende forsøg:

Ringsted kalibreringsdata

Horsens (forskel m/u hoved)

Sæby (h/v, kalibrering, midterstykker)

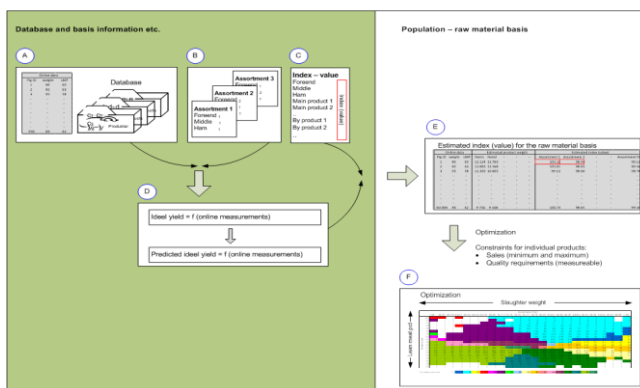
Alternative racer (desværre kun 7 stk, da CT-skanneren var i stykker)

Herning øko (kan ikke 3-deles)

Alle skanningerne i projektet er gennemført på Danish Crown (DC) slagterier, og DC deltog med slagting og klargøring af slagtekroppene og efterfølgende kvalitetsbedømmelser.

Et vigtigt element i optimerings- og produktionsplanlægning er valide udbyttemodeller, dvs. relation mellem klassificeringsdata og produktudbytter. I projektet er undersøgt flere forskellige metoder til at estimere udbyttet af klassiske midterstykkeprodukter, og sammen med Tican blev modellerne testet i et skæreforsøg, som også gav input til driftsopfølgingsdelen. De forbedrede metoder til udbyttemodeller bl.a. ved at tage hensyn til tredelingen kan efterfølgende implementeres.

Beregninger til simulering af produktionsplanlægning og forbedret driftskontrol blev baseret på et opdigtet slagteri, men med realistiske data. Det var nemlig vanskeligt for projektets deltagere at levere reelle data, mens realistiske modeldata var enklere at gå til.



### Framework for optimeringsmodel

Ud fra udbyttemodeller (D), klassificering (A) og værdi (C) kan for alle produkt-sortimenter (B) beregnes værdi af en population (E).

Den optimale anvendelse kan beregnes med GAMS og vises i en planlægningsfigur som (F).

Der blev beregnet værdi af en given population under flere forskellige leveringsstrategier og markedskrav/-priser.

### Effektiv innovation

I december 2009 blev den anden workshop afholdt, igen med deltagelse af alle projektdeltagere. Desværre var der i løbet af 2009 sket flere organisatoriske ændringer på DMRI, og det var ikke lykkedes for LOOP at videreudvikle sig, så der var ingen fornyelse i forhold til kick-off-mødet i januar 2009. På den baggrund blev der ikke afholdt flere workshoper i projektet. Brug af ekstern facilitator i et længere projekforløb kræver en tæt kommunikation om forventninger og ændringer undervejs i projektet. Det er desuden vigtigt, at der er en god kemi mellem facilitator og projektets

styregruppe, ellers kan planlagt innovation virke som en hæmsko på projektets fremdrift.

**D. For samarbejdsprojekter med flere projektparter redegøres yderligere for:**

Samarbejdet mellem DTU management og DMRI viste sig at være meget personafhængigt. Da projektmedarbejderen på DTU fik andet arbejde, og projektkoordinatoren samtidig blev alvorligt syg, var det ikke muligt at opretholde samarbejdet. DTU har derfor ikke deltaget i afslutningen af projektet. Projektmedarbejderen havde dog tilrettelagt projektarbejdet således, at den lovede leverance blev opfyldt inden jobskifte, og dermed blev de økonomiske rammer også udfyldt.

Fra virksomhederne og DMRI har der været personsammenfald mellem medarbejdere i dette projekt og projektet vedr. udvikling af on-line CT, og koordineringen har dermed været enkel.

Det har desuden været muligt at bruge rammerne for dette projekt til etablering af yderligere samarbejde med andre centre på Teknologisk Institut (Målekvalitet) i CIA-CT konsortiet.

Trækket på Danish Crowns kompetencer har været lidt mindre end forventet. Det skyldes primært, at en væsentlig delopgave, nemlig skanning af slagtekroppe fra projektet alternative racer, ikke kunne gennemføres, da skanneren desværre gik i stykker på det tidspunkt, hvor netop disse grise skulle slagtes. Det betød, at de timer, som Danish Crowns slagtere skulle have leveret til klargøring af slagtekroppe, alligevel ikke skulle leveres.

**E. Vurdering af projektets erhvervs- og samfundsmæssige betydning:**

DMRI har investeret i en brugerlicens på optimeringsværktøjet GAMS, således at arbejdet i ph.d.-projektet: *Optimization of the Raw Material Use at Danish Slaughterhouses* kunne fortsætte.

Danish Crown og Tican har via dette arbejde kunnet bibeholde førerpositionen vedrørende råvaresortering og er nu klar til næste trin med brug af on-line CT til optimal anvendelse af midterstykker.

Både Danish Crown og Tican har benyttet resultaterne fra forsøget til en revurdering af deres udbyttmodeller og derefter implementeret denne viden i sortering og driftopfølgning.

På DMRI blev kompetencen i CT-målinger, opbygning af databaser, produktionsplanlægning, driftkontrol og generel viden om kød-/fedtfordeling i slagtekroppen, herunder betydning af slagteprocesser, vedligeholdt og udbygget.

Deformalize ApS fik som underleverandør i projektet mulighed for at konsolidere deres nystartede firma og derved skabe mulighed for yderligere opgaver indenfor avanceret billedbehandling og dataanalyse af CT-billeder.

I projektet blev mulighed for ikke destruktiv måling af kødkvalitetsparametre, som protein, fedt og dryptab, undersøgt i et tilknyttet specialeprojekt i samarbejde med KU-Life. Især måling med fasekontrast-CT og mikro-CT er lovende muligheder, som bør undersøges i fremtidige projekter.

Projektet har synliggjort behovet for, at der skabes et egentligt forretningsområde indenfor metrologi på biologiske materialer, herunder brug af fantomer til kontrol af måleudstyr som CT-skannere, andre røntgenudstyr til fremmedlegemedetektion og også visionudstyr og pH-målere. Projektet har også synliggjort behovet for sporbarhed i produktionskæden for at kunne gennemføre en egentlig driftkontrol, hvor den forventede værdi af råvaren kan sammenholdes med den faktisk hjembragte værdi. Projektet er desuden inspirator til et egentligt virtuelt salgsværktøj, hvor kunde og sælger

sammen kan foretage virtuelle snit i en slagtekrop og dermed opnå en bedre sammenhæng mellem pris og de råvarer, som skal indgå i leverancen.

#### **F. For forskningsprojekter suppleres med:**

Dette projekt betød, at DMRI fik mulighed for at deltage i CIA-CT: Centre for Industrial Application of CT scanning <http://www.cia-ct.mek.dtu.dk>, hvor projektet kunne bidrage med skanninger og udvikling af forbedrede systemer til kvalitetssikring af de gennemførte skanninger.

Samtidig blev der skabt kontakt med andre forskere, som bl.a. indgår i højteknologiprojektet On-line CT, som er et direkte udspring af innovationsarbejdet i dette projekt.

Ved at deltage i CIA-CT fik dette projekt også mulighed for at få erfaring i at benytte andre typer end medicinske skannere til måling på kødprøver bl.a. Mikro-CT og fasekontrast-CT.

Arbejdet i dette projekt har desuden bidraget til 2 ph.d.-projekter på DTU IMM, hvoraf det ene ”*Computed Tomography in the Modern Slaughterhouse*” er afsluttet, mens det andet *Virtuel Cutting* er på 2. år, og til et specialeprojekt sammen med KU-Life ”*Detection of Meat and Fat Quality in Pork and Beef using X-ray*”.

#### **G. Redegørelse for projektets perspektiver:**

##### **H. Projektets økonomiske forløb:**

Pr. 1. oktober 2010 blev det nødvendigt at søge om ændringer i DMRI's budget, jf. brev af 9. september 2010. Det var desuden nødvendigt at søge om 6 måneders forlængelse frem til 30. juni 2011.

Trækket på Danish Crowns kompetencer har været lidt mindre end forventet. Det skyldes primært, at en væsentlig delopgave, nemlig skanning af slagtekroppe fra projektet alternative racer, ikke kunne gennemføres, da skanneren desværre gik i stykker på det tidspunkt, hvor netop disse grise skulle slagtes. Det betød, at de timer, som Danish Crowns slagtere skulle have leveret til klargøring af slagtekroppe, alligevel ikke skulle leveres.

**Liste over publikationer m.m., der er et direkte resultat af projektet:**

<b>Forfatter</b>	<b>År</b>	<b>Titel</b>	<b>Udgiver</b>
<b>Lars Bager Christensen</b> , Søren G. H. Erbou, Martin Vester-Christensen, Mads Fogtmann Hansen, Mianne Darré, Marchen Hviid, and Eli V. Olsen	2010	OPTIMIZED WORKFLOW AND VALIDATION OF CARCASS CT SCANNING	56 <sup>th</sup> ICoMST 2010, Korea
<b>Toke Koldborg Jensen</b> Niels Kjærsgaard	2010	Raw material utilization in slaughterhouses - optimizing expected profit using mixed-integer programming	Report 8. 2010 DTU Management Engineering
<b>Lars Bager Christensen</b>	2011	Accuracy in Biology - Application of CT Scanning in (Meat) Industry	CIA-CT Conference, Taastrup, 1. juni 2011
<b>Maiken Stubkjær Schubert</b>	2009	Detection of meat and fat quality in pork and beef using X-ray	Master Thesis, Faculty of Life Science, KU
<b>Marchen Hviid &amp; Lars Bager Christensen</b>	2010	Avanceret skanning skal måle slagte- og kødkvalitet	Dansk Kemi 91, nr. 10
<b>Marchen Hviid</b> , Søren Erbou and Eli V. Olsen.	2011	The content of meat - Is there a difference between left and right sides of pig carcasses	57 <sup>th</sup> ICoMST 2011, Ghent-Belgium
<b>Eli V. Olsen</b>	2010	Metrological traceability and view from Nordic classification trail	FAnI Days - CT Pig Class Workshop Rennes
<b>The Editors (Angela Cantatore)</b>	2010	Center for Industrial Application of CT scanning	Project Newsletter May 2010 - No. 2

**I. Uddybende beskrivelse af projektets forløb og opnåede resultater (maks. 5 A4-sider):**

---



---

**9. Underskrifter og dato** (suppleret med navn, titel og institution/virksomhed i  
blokbogstaver):

\_\_\_\_\_ den \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ den \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ den \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ den \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_