



Rapport

11. august 2016
Proj.nr.2004280
EVO/DBN

Metoder til validering af måledata

Målinger til klassificering af svin

Sammendrag

I denne rapport gives en status for de nyeste resultater indenfor klassificering af svin. Det omfatter et sammendrag af de seneste resultater fra anvendelser af CT skanninger som referencemetode til kalibrering af online klassificeringsudstyr. Der gives en aktuel status for indflydelsen af faktorer som køn og årstid på klassificeringen.

Det altdominerende online-klassificeringsudstyr er det såkaldte AutoFOM III, som er implementeret i mange europæiske lande. Ensartetheden af klassificeringerne mellem lande er vurderet.

Der gives et forslag til opdatering af det nationale kalibreringssystem, som opdateres hver uge af Klassificeringskontrollen til sikring af fælles klassificeringsniveau på de danske slagterier.

Endelig gives eksempler på anvendelser af CT skanninger i et nordisk og europæisk perspektiv.

Indhold

Kalibreringsreference baseret på CT.....	2
Sporbarhedskalibrering af CT-referencen.....	4
Overvejelser vedr. instrumentel reference baseret på CT.....	6
Sammenligning af LMP bestemt med AF III kalibreret i hhv. Danmark og Tyskland for svin med forventet stor variation.	8
Klassificering af so- og galtgrise - afhængigheden af udstyr.....	10
Kødprocentens sæsonvariation.....	13
Klassificering med AutoFOM III	18
Klassificering af hangrise.....	20
Kalibreringssystemet – opdatering med rullende CT skanning (forslag)	21
Eksempel på anvendelse af CT-data: Sammenligning af nordiske svin	23
Anvendelse af CT i Europa	25
Aktuelle og kommende klassificeringsudstyr.....	26
Referencer	27

Kalibreringsreference baseret på CT

CT reference Ved CT skanning opnås en 3D afbildning af slagtekroppen ved hjælp af 1x1x10 mm voxels. Med billedanalyse relateres hver voxel til enten kød, fedt eller ben – en analyse, som ikke er entydig, da der er en række grænsetilfælde både rent måleteknisk ved fastlæggelse af voxel-værdierne under skanningen og i den efterfølgende analyse, samt i den anatomiske definition af vævstyper.

Den anvendte metode i DK har vist sig at være robust blandt andet fordi densiteten af hver vævstype estimeres i hvert forsøg, se tabel 1, hvorved eventuelle forsøgsforskelle elimineres.

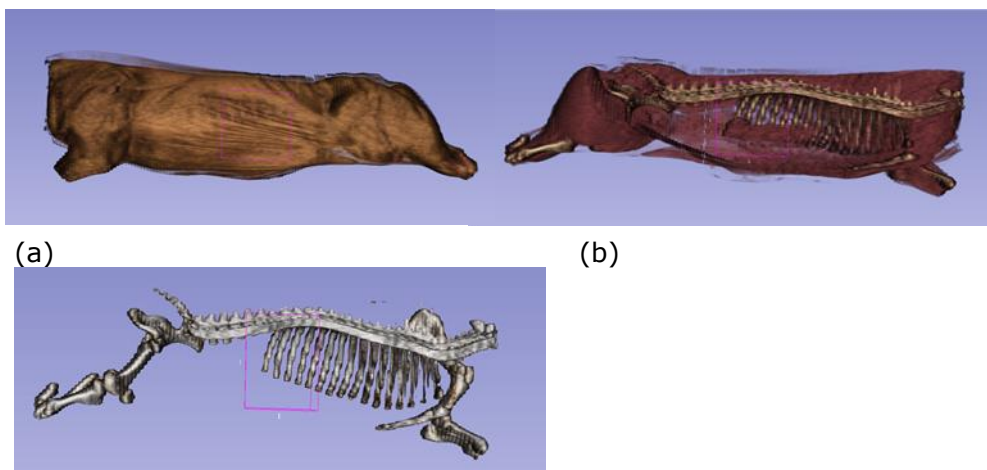
Kødprocenten fastlægges ved det målte volumen af kød omregnet til vægt, i relation til den totale vægt af den skannede slagtekrop.

Figur 1
Topogram

(projektion af
3D billede til et
plan)



Figur 2
**Rekonstrueret
3D billede med
isolering af**
(a) ydre fedt-
lag
(b) kød og
knogler
(c) knogler



Densitet kg/dm ³	Fat	Meat	Bone
Denmark, 2008	0.997 [0.992;1.003]	1.117 [1.111;1.124]	1.433 [1.368;1.497]
Denmark, 2012	0.982 [0.968;0.996]	1.124 [1.111;1.138]	1.392 [1.254; 1.530]
Norway, 2008	0.976 [0.967;0.985]	1.105 [1.097;1.113]	1.434 [1.348;1.520]
Norway, 2013	0.986 [0.981;0.991]	1.119 [1.113;1.124]	1.522 [1.467;1.577]
Sweden, 2010	0.990 [0.983;0.997]	1.120 [1.111;1.130]	1.419 [1.333;1.504]

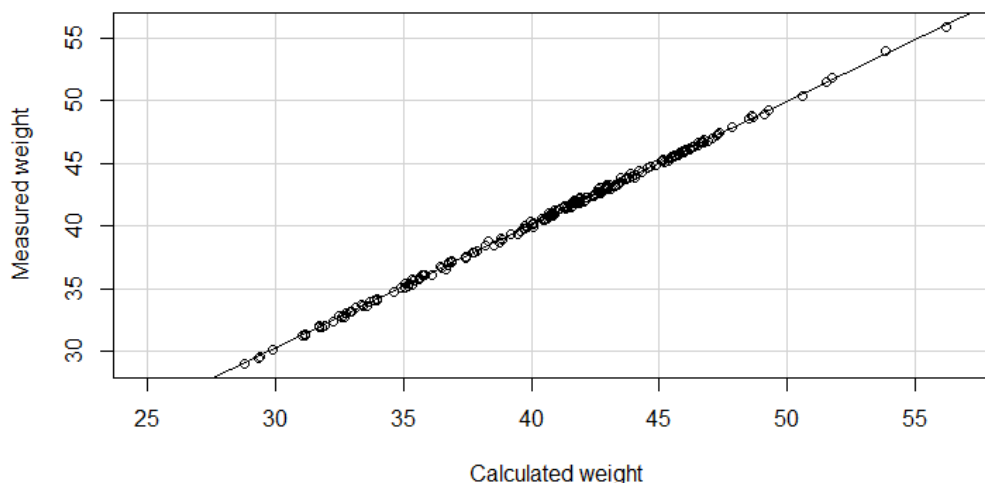
**Tabel 1 - Esti-
merede gen-
nemsnitts-densi-
teter**

Sweden, 2014	0.989 [0.980;0.998]	1.127 [1.118;1.137]	1.327 [1.233;1.420]
--------------	---------------------	---------------------	---------------------

Kvalitetskontrol af CT skanning

For at sikre, at 3D-data fra CT skanning er fejlfri, beregnes vægten af de skannede slagtekroppe ved hjælp af densiteterne i tabel 1, og sammenlignes med den faktiske vejede vægt. I nedenstående figur ses et eksempel på af validering. Hædningskoefficienten er bestemt med en std.err.=0,00025 og spredningen, std.dev., omkring linjen er i størrelsesordenen 150 gram.

Figur 3
Validering af CT data



Referencens sporbarhed

Et af problemerne med CT-bestemte vævstyper er sporbarhed til det niveau, der er fastlagt ved manuel dissektion. Derfor har det været nødvendigt fortsat at dissekere et antal slagtekroppe. Vi har i EU regi arbejdet på at nedbringe antallet af dissektioner. Da vi samtidig har observeret et problem i relationen mellem total dissektion med CT og partiel dissektion med kniv (Norge/Sverige-data, se senere), er forslaget nu, at antallet af manuelle dissektioner kan reduceres til 10 forudsat, det er total-dissektioner.

Manuel total-dissektion vs. CT-totaldissektion

Ved manuel totaldissektion dissekeres hele slagtekroppen på nær hoved excl. kæbe og tæer. Men kødmængden sættes i relation til hele slagtekroppen:

$$(1) \text{LMP}_{\text{EU}} = \frac{\text{Vægt af manuelt bestemt kød i slagtekroppen}}{\text{Vægt af slagtekroppen}}$$

Ved CT-dissektion bestemmes mængden af kød i hele slagtekroppen på nær hoved excl. kæbe og tæer, som ovenfor. Men kødmængden sættes i relation til vægten af den skannede krop uden hoved og tæer:

$$(2) \text{LMP}_{\text{CT}} = \frac{\text{Vægt af CT-bestemt kød i slagtekroppen}}{\text{Vægt af CT-skannet slagtekrop}}$$

Sporbarhedskalibrering:

$$(3) \text{LMP}_{\text{EU}} \approx 0,92 \times \text{LMP}_{\text{CT}}$$

Kommentar til definition af CT-totaldissektion Da LMP_{CT} blev defineret, var EU-referencen partiel dissektion, og en kalibrering sikrede sporbarhed. Definitionen var ikke bundet af en bestemt divisor. Derfor valgtes en divisor, der var lig med vægten af den skannede slagtekrop.

Siden (den danske) definition af LMP_{CT} blev fastlagt, er det blevet aktuelt at sporbarhedskalibrere til manuel totaldissektion. Årsagen var, at der konstateredes forskellige sporbarhedskalibreringer til partiel dissektion afhængig af svinetype, hvilket blev tilskrevet for store variationer af den del af slagtekroppen, som ikke indgår i partiel dissektion.

Sporbarhedskalibrering af CT-referencen

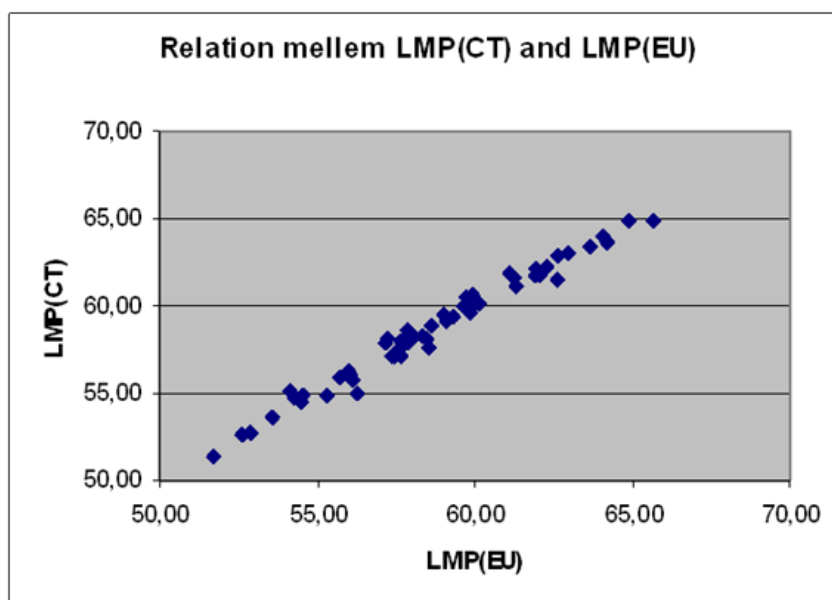
Klassificeringskontrollen i Danmark og de norske og svenske samarbejdspartnere, Animalia og Jordbruksverket, har venligst stillet data til rådighed for nedenstående overvejelser.

I 2008 blev relationen mellem kød% opnået med partiel manuel dissektion LMP_{EU} og kød% opnået med CT, LMP_{CT} , baseret på danske grise fastlagt til:

$$\text{LMP} = 1,54 + \text{LMP}_{\text{CT}} \times 0,9281$$

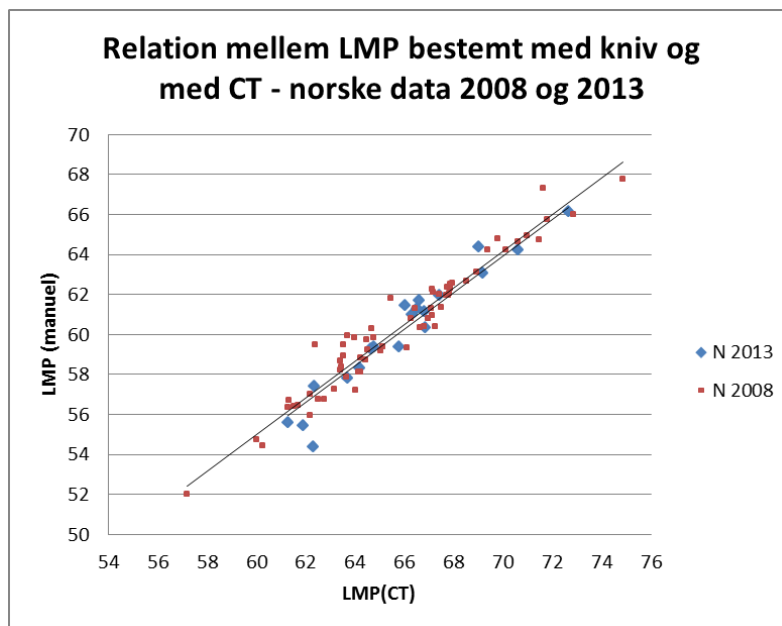
(estimeret prediktionsusikkerhed: 0,48 LMP).

*Figur 4
Relation mellem virtuel LMP_{CT} , og manuel bestemt LMP_{EU} .
DK 2008*



I 2008 og 2013 blev tilsvarende forsøg udført i Norge med den danske CT skanner og norske slagtere.

Figur 5
Relation mellem virtuel LMP_{CT} , og manuel bestemt LMP_{EU} .
Norge 2008 og 2013



De estimerede relationer:

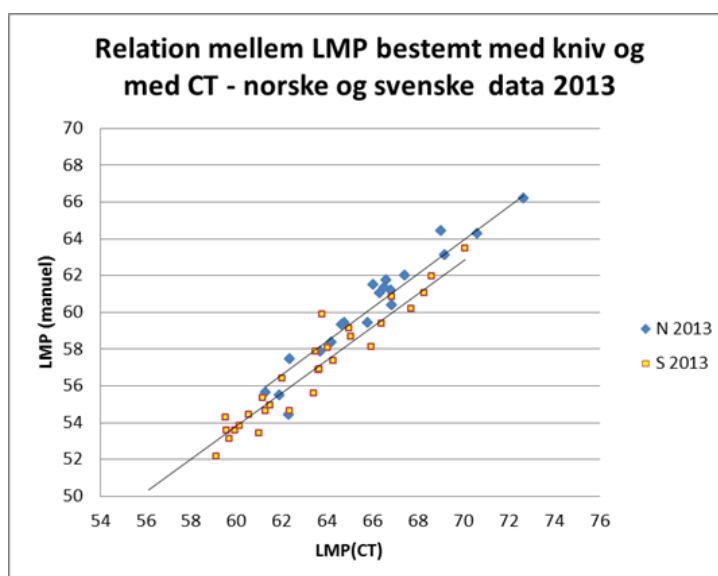
2008: $LMP = 0,85 + LMP_{CT} \times 0,91$

2008 og 2013: $LMP = -0,69 + LMP_{CT} \times 0,926$

(parameterestimaterne er estimeret med std.err.=1,72 hhv. 0,026)
Der er ikke signifikant forskel på 2008-relationen og 2013-relationen ($p > 0,15$). Interceptet er ikke signifikant forskellig fra 0 ($p > 0,6$)

Ligeledes i 2013 blev et forsøg udført i med svenske grise, der blev fragtet til Norge og dissekeret af de norske slagtere og målt med den danske CT skanner.

Figur 6
Relation mellem virtuel LMP_{CT} , og manuel bestemt LMP_{EU} .
Norske og svenske grise, 2013



Den manuelt dissekerede kødprocent, LMP, i norske grise er cirka 1 kød% højere end i tilsvarende svenske grise vurderet med CT. Forskellen er statistisk signifikant ($p < 0,001$), men korrelationen (hældningen) er den samme.

På baggrund af de norsk-svenske resultater udført i Norge konkluderes, at den partielle dissektion introducerer en bias. De norske grise er ældre, vokser langsommere og har en lavere kropsvægt end svinene fra Sverige.

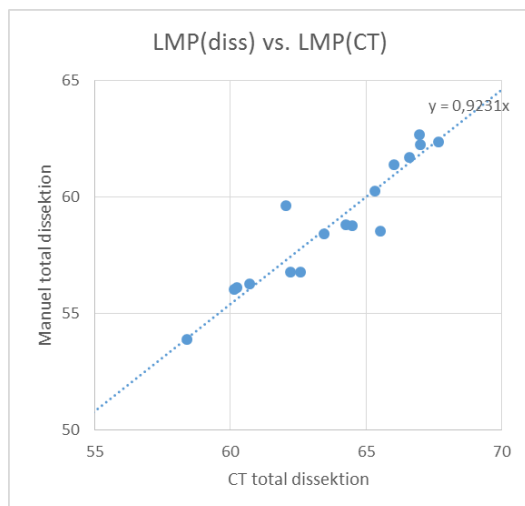
Overvejelser vedr. instrumentel reference baseret på CT

Kommentar til dissektion som referencemetode Det overordnede mål er at fastlægge en referencemetode baseret på CT skanning, som kan anvendes til kalibrering af online-klassificeringsudstyr uden forudgående kalibrering af CT-skannerne ved hjælp af manuelle dissektioner. Det antages, at den instrumentelle kalibrering i stedet kan udføres ved hjælp af fantomer. Det forudsætter kendskab til usikkerhed og robusthed af de enkelte elementer i metoden. En detaljeret beskrivelse af problemstillingen fremgår af en artikel, som er indsendt til publicering i Meat Science (Olsen, E.V. et al).

Partiel dissektion efterlader en usikkerhed om metodens egnethed som standard for kødprocent på grund af for stor variation af de dele, som ikke dissekeres. Derfor er det besluttet at anvende totaldissektion til kalibrering af CT-metodens niveau (sporbarhed af LMP_{CT} til niveau fastlagt med dissektion).

Test i Finland Sporbarhed DMRI har assisteret de finske klassificeringsmyndigheder i forbindelse med "An application for updating of the lean meat assessment formulae for HGP 4, and AutoFOM III to be used for grading pig carcasses in Finland". Data er i et vist omfang officielle og i denne sammenhæng blev resultatet: Den tilfældige afvigelse mellem kniv- og CT-dissektion var større end forventet, men den gennemsnitlige korrektionsfaktor (0,92) var i samme størrelsesorden, som tidligere estimeret til partiel dissektion.

Figur 7
*Kødprocent be-
 stemt ved to-
 taldissektion
 med hhv. kniv
 og CT*



*CT-skannere
 er forskellige*

En fælles EU referencemetode baseret på CT kan ikke besluttes, før vi kender forskellene mellem CT skannere, og hvordan forskellene kan håndteres. I forbindelse med skiftet fra en ældre GE-skanner til en lidt nyere og hurtigere Toshiba-skanner konstateredes forskelle på mange punkter. Senest har en sammenligningstest med den helt nye tyske SIEMENS-skanner yderligere vist, at der er forskel mellem skannere. Det planlagte forsøgsdesign med 10 skannerindstillinger pr. slagtekrop kunne gennemføres på den danske skanner inden for max. en time, mens det ville tage mere end tre timer på den tyske på grund af et ringere kølesystem på CT-scanneren. Hurtig køling er ikke et problem i human-medicinsk anvendelse, som er CT skannernes primære anvendelsesområde, hvorfor de forskellige CT producenter fokuserer mere eller mindre på denne del.

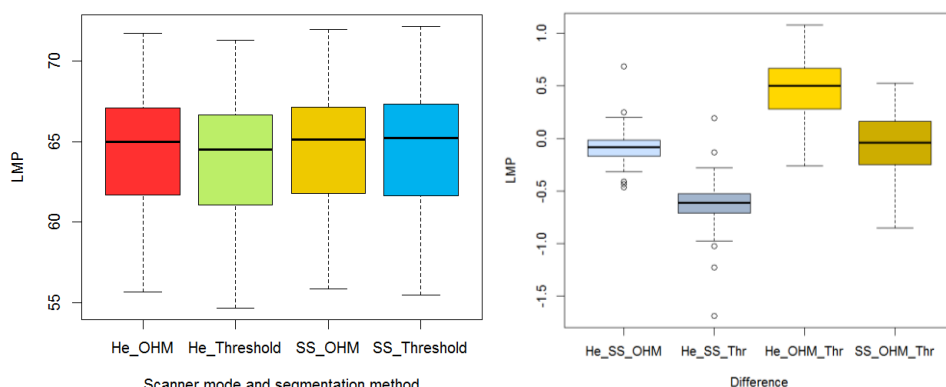
*...men måler
 de også for-
 skelligt?*

Selv om forsøgsdesignet måtte ændres, forventer vi, at data vil give basal viden om faktiske forskelle med hensyn til volumenmåling af vævstyper afhængig af forskellige skanningsparametre og skannernes fysiske konstruktion.

*Foreløbige re-
 sultater*

Forsøg udført på den samme CT scanner (Toshiba) har vist, at skanningstypen, det vil sige enten kontinuerlig (helical) eller stepvis (step&shoot) måling, har betydning for det rekonstruerede 3D billede. Måden at segmentere billedet i vævstyperne kød, fedt og knogler (Owen Hjort Mohn, OHM, eller Threshold, (se beskrivelse i Vester-Christensen, M. et al.) har ligeledes betydning.

Figur 8 viser LMP beregnet ud fra forskellige CT indstillinger (Venstre) og differencen mellem dem (højre)



Boxplot – Venstre, Total LMP af de forskellige skanner indstillinger (He – Helical og SS – step&shoot) og segmenterings metoder (OHM –Owen Hjort Mohn og Threshold). Højre viser differencen mellem de forskellige metoder anvendt.

Resultaterne har vist at både niveauet og spredningen varierer afhængigt af skanner-indstilling og segmenteringsmetode. Variationen er størst når man sammenligner segmenteringsmetoder (Nielsen, D.B.).

Sammenligning af LMP bestemt med AF III kalibreret i hhv. Danmark og Tyskland for svin med forventet stor variation.

Ikke dansk normal population

Datasættet er stillet til rådighed af Seges. Det består af flere end 10.000 målinger med AF III på slagtesvin af en type, der er forskellig fra det danske normal-svin. Kødprocenten er bestemt med både den tyske og den danske kalibreringsformel.

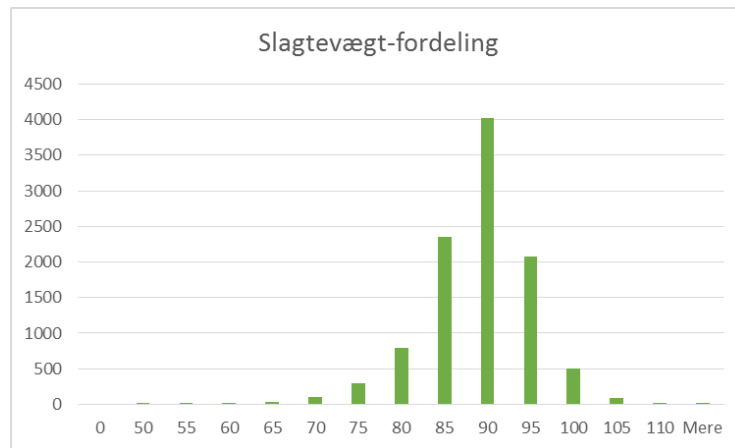
Den gennemsnitlige slagtevægt er 85 kg (std.dev. 6,2 kg) og den gennemsnitlige danske kødprocent er 61,5 % (std.dev. 2,6 %).

Det var forventet, at kød%-variationen ville være større end i normalpopulationen, hvilket ikke er tilfældet. Men kød%-niveauet er højere. Overensstemmelsen mellem kødprocent, LMP, bestemt med den tyske og danske kalibreringsformel er god, den gennemsnitlige afvigelse er 0,2% (std.dev.1).

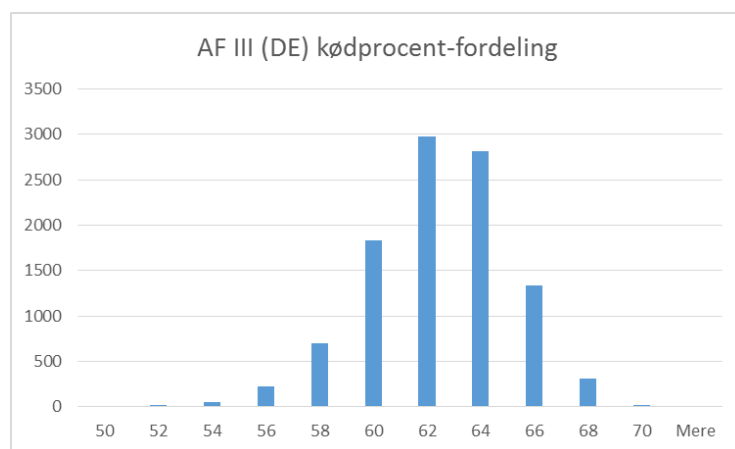
Kommentar

Forskellen mellem LMP beregnet med den tyske henholdsvis danske kalibreringsformel er mindre, end observeret i andre studier. Dette må tilskrives, at de her iagttagne resultater er opnået med mindst mulig påvirkning fra eventuelle ydre faktorer, det vil sige ét måleudstyr og eksakt samme rå-datagrundlag. Der er således ikke "støj" fra reproducerbarhedsfaktorer som forskellige udstyr og installationsforhold. Påvirkning fra forskellige slagteprocesser anses normalt for minimal, da der måles tidligt i slagteprocessen.

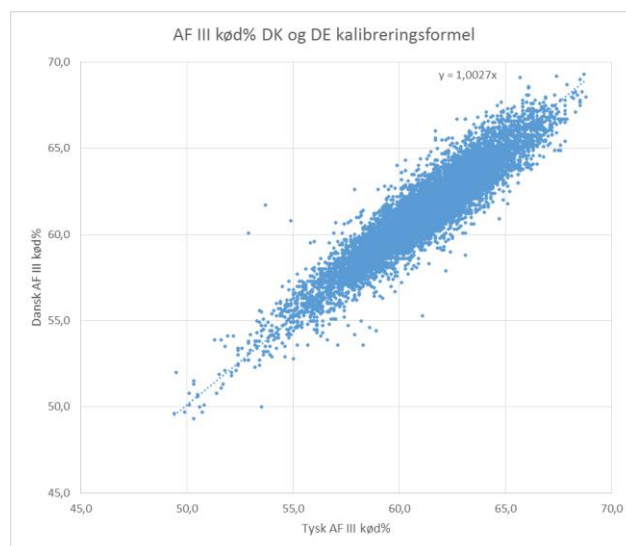
Figur 9
Fordeling af
slagtevægt



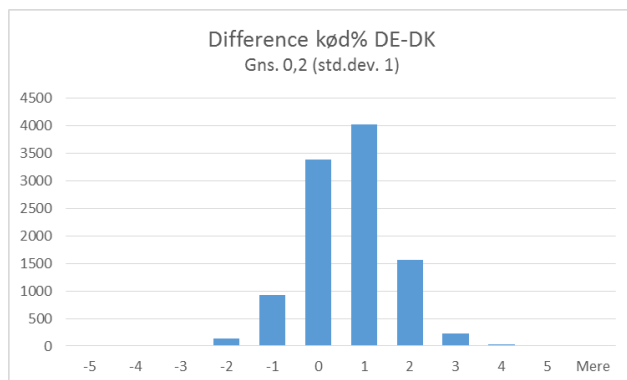
Figur 10
Kød%-forde-
ling



Figur 11
Scatterplot af
kød% bestemt
med hhv. tysk
og dansk kali-
breringsformel



Figur 12
Fordeling af
difference
mellem tysk og
dansk kød%



Klassificering af so- og galtgrise - afhængigheden af udstyr

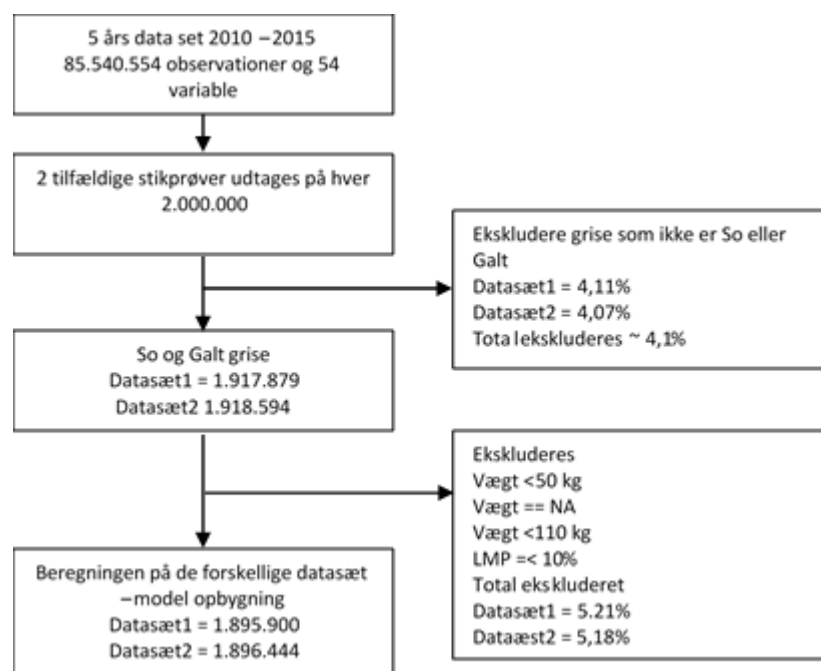
Klassificering af so- og galtgrise

Data, der er anvendt, er venligst udlånt fra klassificeringskontrollen i perioden 2010 uge14 til 2015 uge12. Datasættet består af 85.540.554 observationer og reduceres med eksklusions-kriterier, jævnfør flowchartet under. Der udvælges stikprøver på 2 millioner dataeksempler. For at undersøge repræsentativiteten af stikprøveudtagning, er variationen mellem fem tilfældige stikprøver på 2 millioner vurderet og vist i tabel 2. Der kan ikke påvises signifikante forskelle mellem stikprøverne.

I den videre analyse anvendes to af stikprøverne, som betegnes Datasæt 1 og Datasæt 2. Datasæt 1 anvendes til at præsentere resultaterne og datasæt 2 anvendes som en test af estimatet fra populationen.

Den angivne LMP er "Afregningskødprocent". Dvs. den målte kødprocent korigeret i henhold til Klassificeringskontrollens kalibreringssystem.

Figur 13
Flowchart



Flowchartet illustrer hvordan to stikprøver på 2 millioner (Datasæt1 og Datasæt2) behandles.

Tabel 2
Reproducer-
bare stikprøver

	LMP				Vægt				Antal	
	So		Galt		So		Galt		So	Galt
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	n	n
1	61,01024	2,16213	59,55155	2,51470	82,72142	6,87953	82,47948	6,92772	944727	951173
2	61,00912	2,16308	59,54924	2,51460	82,71774	6,88242	82,48842	6,90291	944379	952065
3	61,00992	2,16549	59,55256	2,51382	82,72017	6,68756	82,48830	6,91415	943448	952946
4	61,00425	2,16663	59,54780	2,51580	82,71803	6,88537	82,47507	6,91324	942787	953520
5	61,01789	2,16230	59,54540	2,51188	82,70971	6,89223	82,49566	6,91500	943700	952619

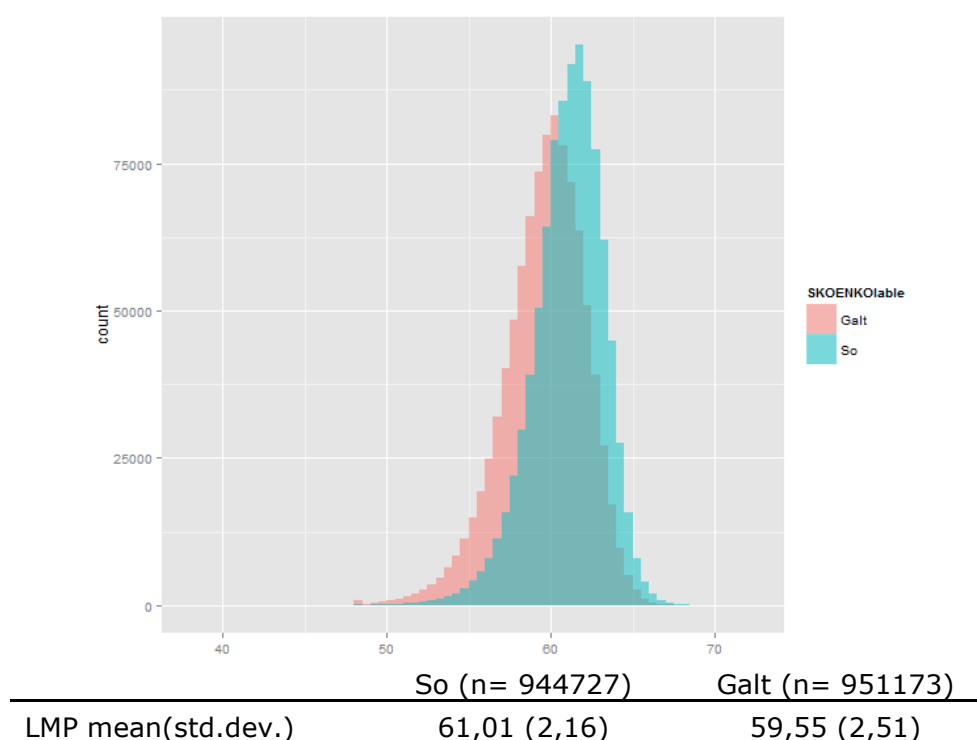
Tabel 3
Oversigt over
so- og galt-
grise fordelt på
udstyr

LMP	So mean (std)	%N	Galt mean (std)	%N	Difference
Autofom	61,02 (2,15)	51,05	59,52 (2,49)	51,44	1,50
AutofomDK	61,05 (2,15)	29,64	59,62 (2,54)	30,32	1,43
KC	60,94 (2,27)	15,98	59,47 (2,58)	15,44	1,47
MK	60,93 (2,04)	2,74	59,72 (2,31)	2,45	1,21
Vides ikke	60,31 (0,96)	0,32	60,24 (1,01)	0,21	0,07
NA	60,58 (1,42)	0,27	59,75 (1,84)	0,14	0,83

På tværs af udstyr (Autofom, Autofom DK og KC) ligger differencen mellem so- og galtgrise på 1,43-1,50 LMP.

NB. Autofom indeholder både Autofom I og Autofom III som løbende blev udskiftet.

Figur 14
Deskriptiv sta-
tistik: LMP for
so- og galt
grise



Model 1 beskriver forskellen i LMP mellem køn

Model 1: $LMP \sim \alpha + \beta \times \text{køn} + \varepsilon$

Hvor So=0, galt = 1 og $\varepsilon \sim \text{nf}(0,1)$.

$$\text{LMP}_{\text{prædikeret}} = 61,01 - 1,459 \times \text{køn}$$

std.err. (α) = 0,0024, std.err.(β) = 0,0034

Tabel 4

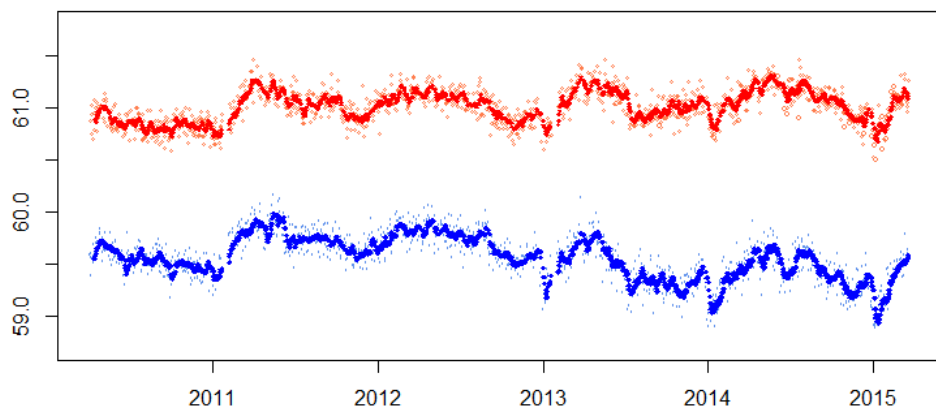
Fordelingen af antal slagtekroppe, der er klassificeret pr udstyr

pr. udstyr i %	SO				GALT			
	AF	AF dk	KC	MK	AF	AF dk	KC	MK
2010	23,08	14,08	10,65	2,06	23,06	14,51	10,14	1,88
2011	22,09	14,29	10,92	2,64	22,60	14,54	10,22	2,25
2012	23,88	15,09	8,97	1,60	24,68	15,44	8,36	1,38
2013	28,20	15,28	5,30	0,40	28,69	15,79	5,57	0,41
2014	28,87	15,02	5,00	0,42	28,92	15,56	5,32	0,47
2015	28,87	14,74	5,13	0,41	28,93	15,71	5,49	0,44

Udstyr klassificeret som "Ved ikke" eller missing er ekskluderet

Udviklingen over tid bliver plottet som dags-gennemsnit for so og galt grise. Dage med < 500 klassificerede so- eller galtgrise er blevet ekskluderet. Dette var gældende i 174 dage (103 dage havde < 100 klassificeringer) i stikprøven.

Figur 15 viser udviklingen i LMP over tid for so- og galtgrise



Cirklerne (lyserøde og lyse blå) er daglig gennemsnit (størrelsen på cirklen er relativ til standard deviationen) og de solide prikker er løbende gennemsnit for de sidste 7 dage.

Figur 16 viser udviklingen over tid for LMP-differencen mellem so- og galtgrise.

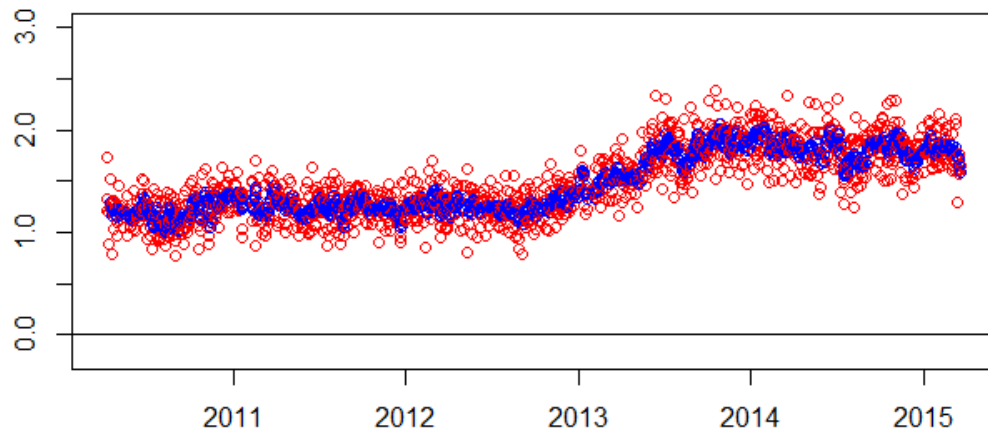


De røde cirkler viser differencen mellem so- og galtgrise på dags niveau og de blå firkanter viser løbende gennemsnit for de seneste 7 dage

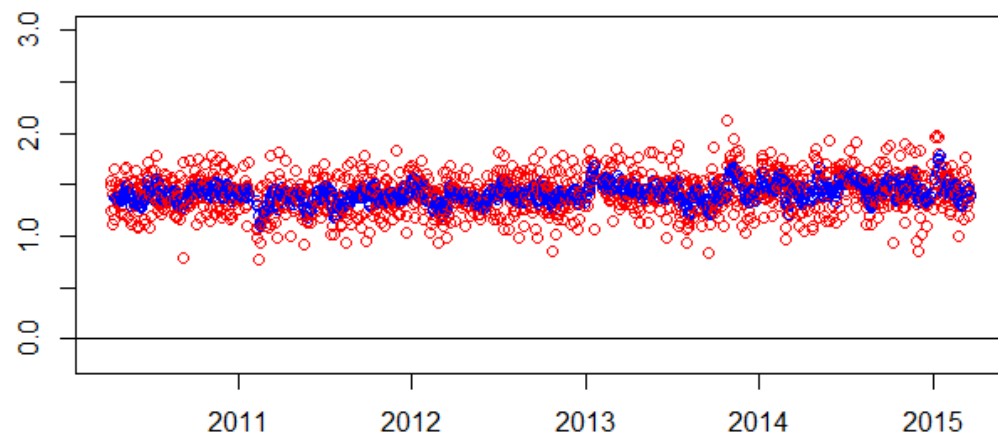
Datasættet indeholder mange forskellige udstyrsmodeller, hvilket kunne forklare den ændrede tendens der skete fra 2013. Særligt den øgede andel af Autofom jf. Tabel 4 (og udskiftningen fra Autofom I til Autofom III) kunne have en effekt, trods anvendelsen af korrigerede kødprocenter (afregningskødprocent).

Datasættet splittes op i Autofom og andre (AutofomDK, KC, MK)

Figur 17 viser udelukkende Autofom data



Figur 18 viser alle andre udstyr end Autofom I/III udstyr (dvs. AutofomDK, KC, MK)



Ændringen i 2013 bliver forstærket, når man kun ser på Autofom data. Andelen af so og galt grise klassificeret med Autofom steg mellem 2012 til 2013 med over 4%, se Tabel 4. Yderligere blev ældre Autofom I udstyr udskiftet med Autofom III. En sådan ændring havde effekt på afregningskødprocenten og blev senere verificeret ved at kigge på et enkelt slagteris udskiftning af Autofom I til Autofom III. Her blev samme tendens observeret.

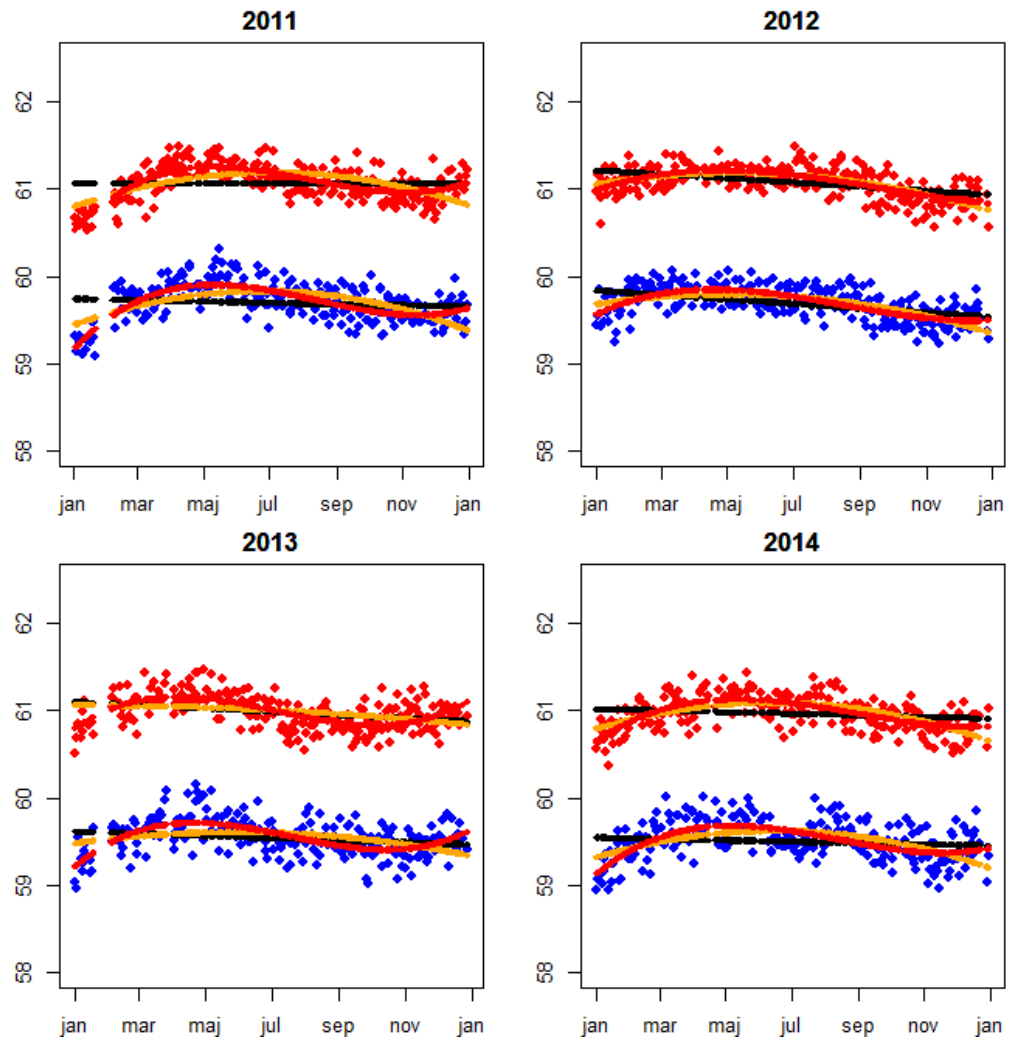
Kødprocentens sæsonvariation.

Sæsonvariation af LMP – opdelt på køn og totalt

Samme data som i ovenstående afsnit er anvendt til at undersøge sæsonvariationen af LMP. LMP for galtgrise var overordnet 1,46% lavere end for sogrisene.

Sæson variation mellem grisene modeleres ved brug af linære 1., 2. og 3. grads polynomium. Autofom data er ekskluderet fra sæson analysen, da det tidligere er vist at Autofom forstyrrer målingerne.

Figur 19
So (rød) og
Galt (blå) LMP
udviklingen
over året
2011-2014



De solige linjer repræsenterer: første (sort), anden (orange) og tredje (rød) grads modelering af LMP over hele året.

Differencen mellem so- og galtgrise var konstant i løbet af året. Det er ikke muligt at fastlægge en model, som entydigt beskriver variationen over et år. Men fælles for de fire år er, at kødprocenten stiger i løbet af første kvartal. I figur 20 ses data for første kvartal, Q1. Tendensen er dog ikke lige markant i alle årene. I første kvartal er der typisk en periode med større vægtvariation som følge af helligdagene omkring jul.

En anden forklaring kan være, at temperaturen har en betydning, således at svinene fra naturens side får et tykkere fedtlag om vinteren. I løbet af foråret bliver fedtlaget tyndere og kødprocenten stiger.

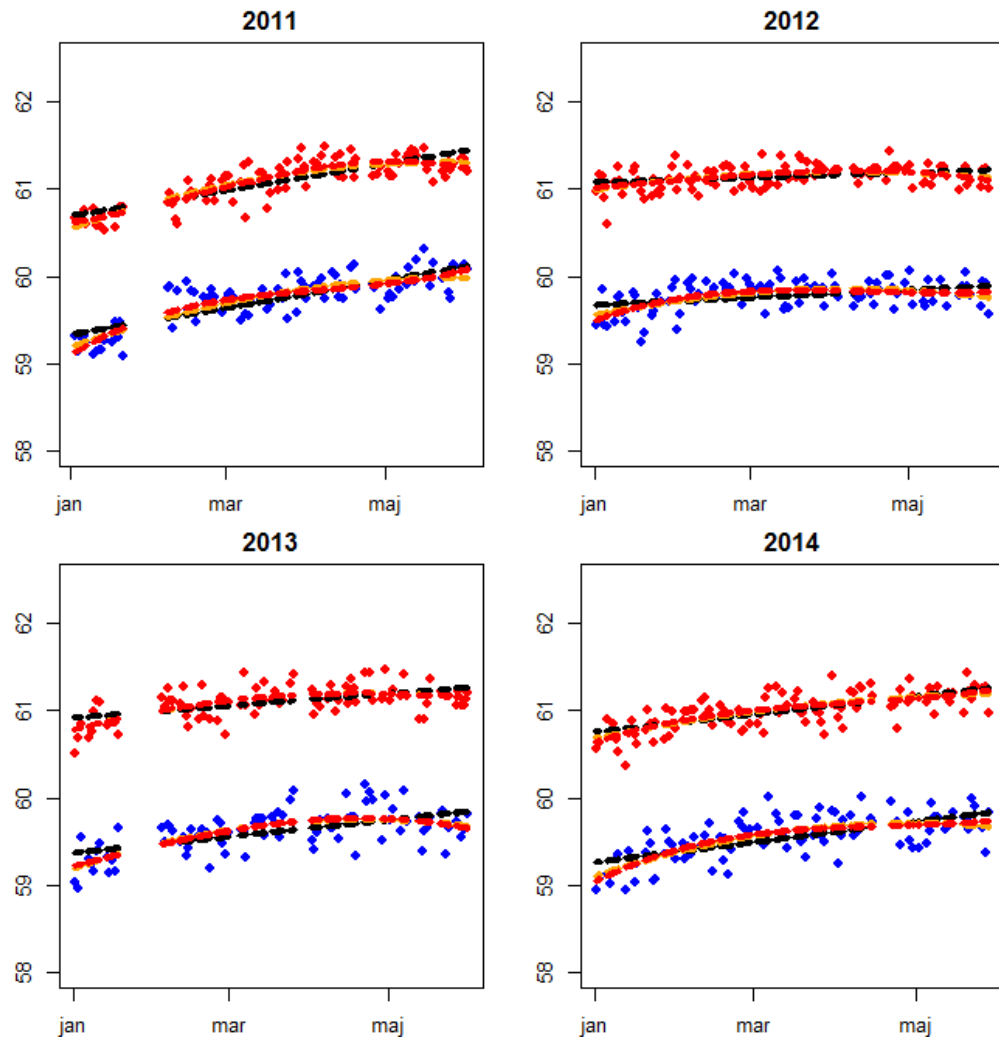
I figur 21 ses, at der er en sammenhæng mellem kødprocent og vægt i første kvartal – lavere kød% med stigende vægt. Tendensen er dog mindre udpræget i resten af året (figur 22).

Figur 20

LMP udviklingen i første del af året:

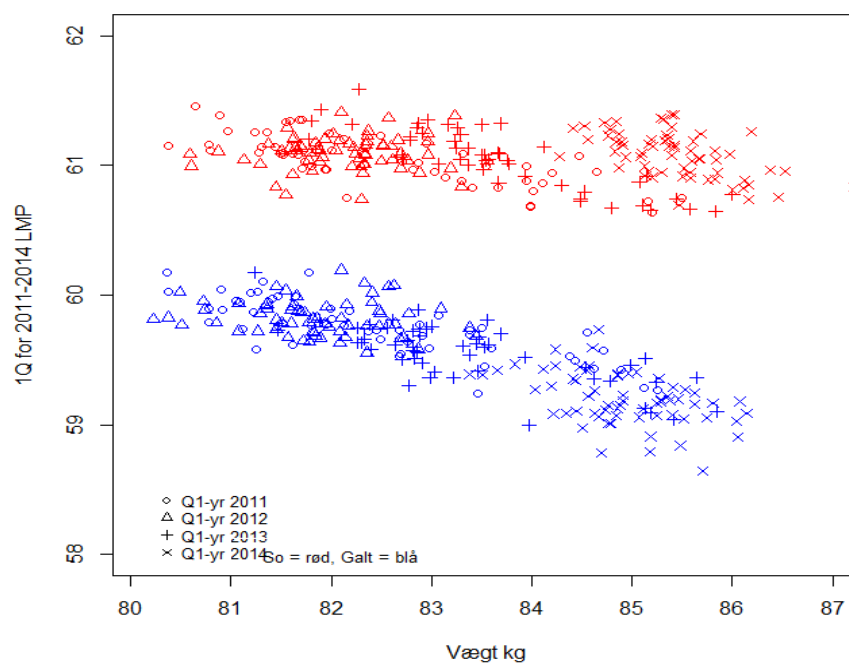
1.jan til 1.jun
2011-2014

So (rød) og
Galt (blå)

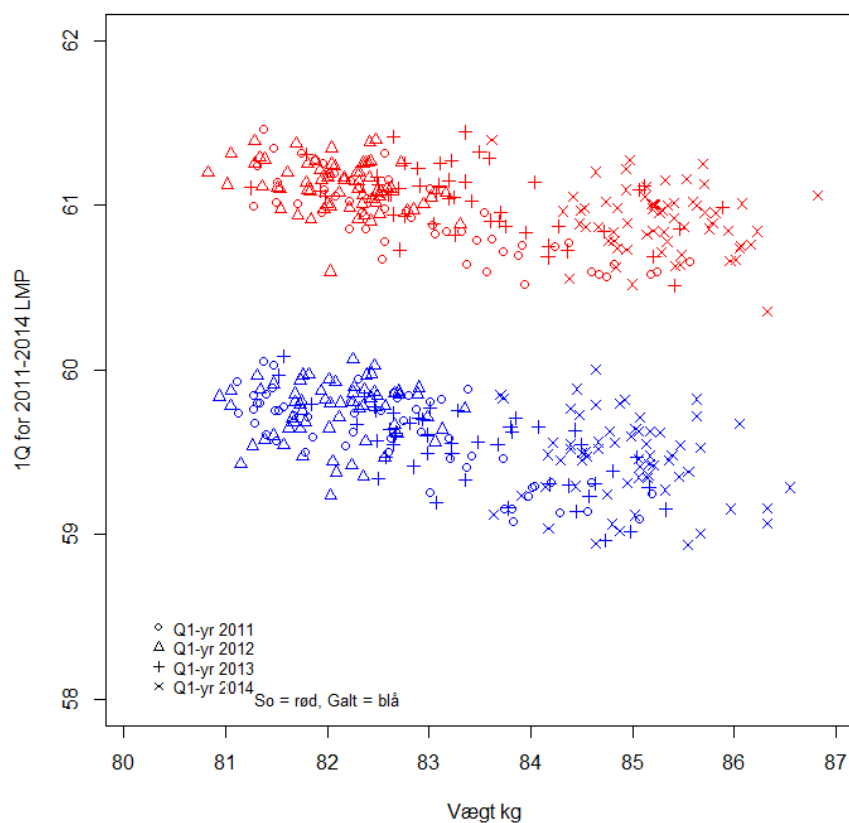


De solide linjer repræsenterer: første (sort), anden (orange) og tredje (rød) grads modelering af LMP over første halvdel af året 1-jan til 1-jun.

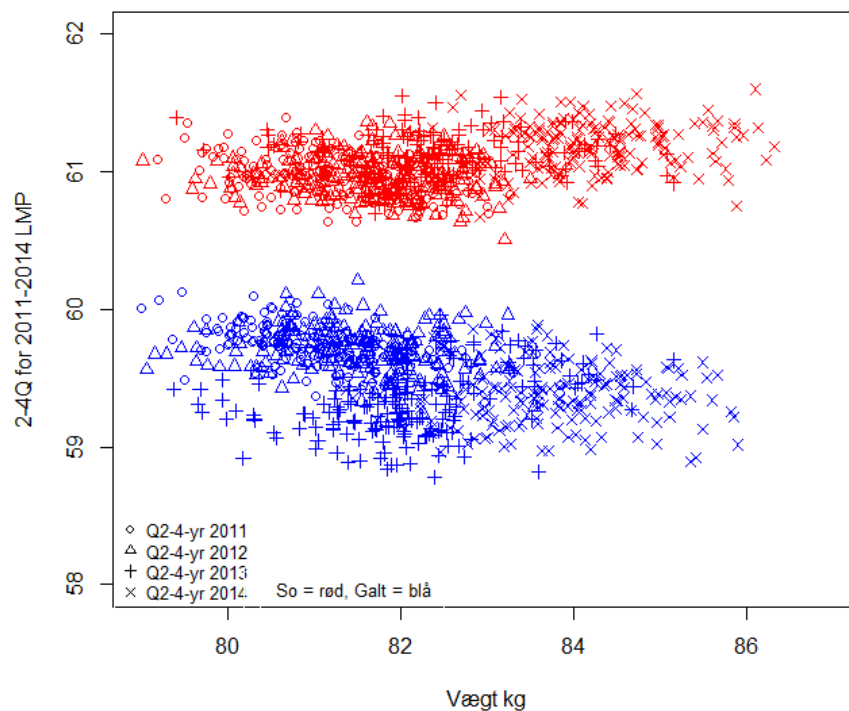
Figur 21 a.
KUN Autofom
I/III udstyr i
første kvartal.



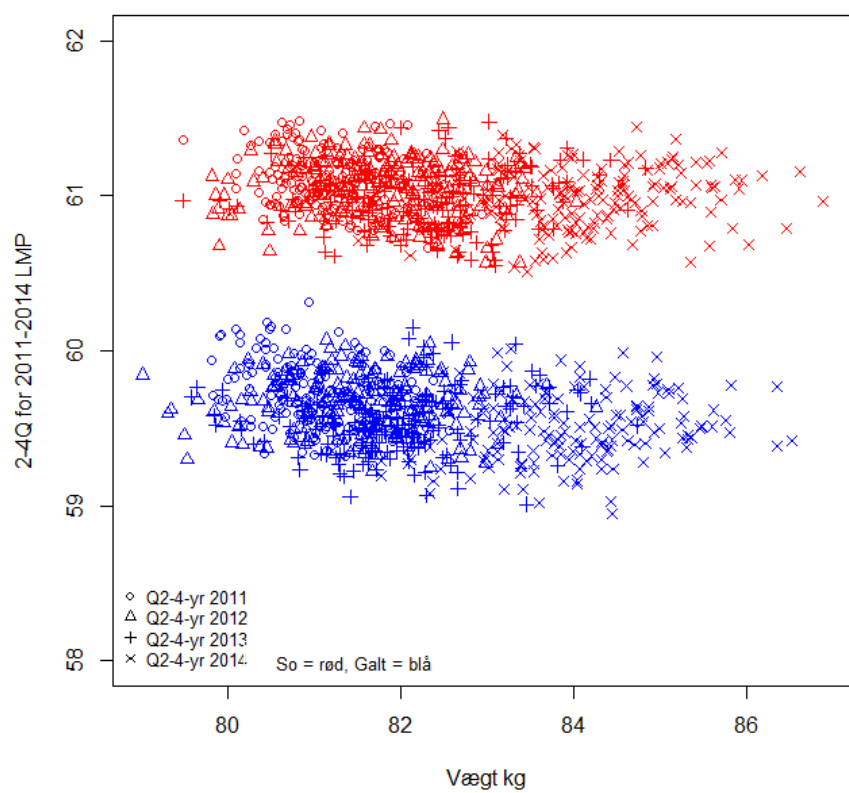
Figur 21 b.
Alle andre ud-
styr end Auto-
fom I/III ud-
styr i første
kvartal.



Figur 22 a.
 Autofom I/III I
 andet til fjerde
 kvartal



Figur 22 b.
 Alle andre ud-
 styr end Auto-
 fom I/III i an-
 det til fjerde
 kvartal.



Klassificering med AutoFOM III

AutoFOM III målinger

Algoritmen i AutoFOM III bestemmer ca. 40 beskrivende parametre samt 16 parametre, der beskriver validiteten af målingen. Beregningerne baseres dels på en profil i længderetningen og dels en profil på tværs på det sted, hvor spæklaget er tyndest. Profilen omfatter både højre og venstre side af slagtekroppen, se figur 23. Den danske formel indeholder 8 af de målte karakteristika:

$$\begin{aligned} \text{LMPEU} = & 72.05017 \\ & -1.31831 \times \text{R2P5} \text{ (sværtykkelse)} \\ & -0.37231 \times \text{R2P10} - 0.36672 \times \text{R2P11} \text{ (to mål for spæktykkelse)} \\ & +0.03146 \times \text{R3P3} + 0.05058 \times \text{R3P5} \text{ (to mål for filetykkelse)} \\ & -0.02641 \times \text{R4P8} - 0.06667 \times \text{R4P10} - 0.27698 \times \text{R4P11} \\ & \text{(tre mål for tykkelsen af det første spæklag)} \end{aligned}$$

Sammenligning af tre AutoFOM III formler

AutoFOM III – og alle andre klassificeringsudstyr – skal kalibreres i hver region (EU medlemsstat), hvor de anvendes. Da det er forskellige svin og forskellige udstyr og installationer, bliver kalibreringsformlerne lidt forskellige. Men da mange af de beskrivende parametre er indbyrdes korrelerede, kan formlerne være forskellige og alligevel give samme resultat. I forbindelse med kalibrering i Finland, blev det muligt at sammenligne den danske, tyske og finske formel anvendt på finske måldata. I tabel 5 er overensstemmelsen mellem LMP bestemt med AutoFOM III med de tre formler og LMP bestemt med CT, se (2). Der er fuld overensstemmelse med den finske formel, da de finske data samtidig er kalibreringsdata. Men både den danske og tyske formel afviger ikke markant og spredningerne er ligeledes acceptable.

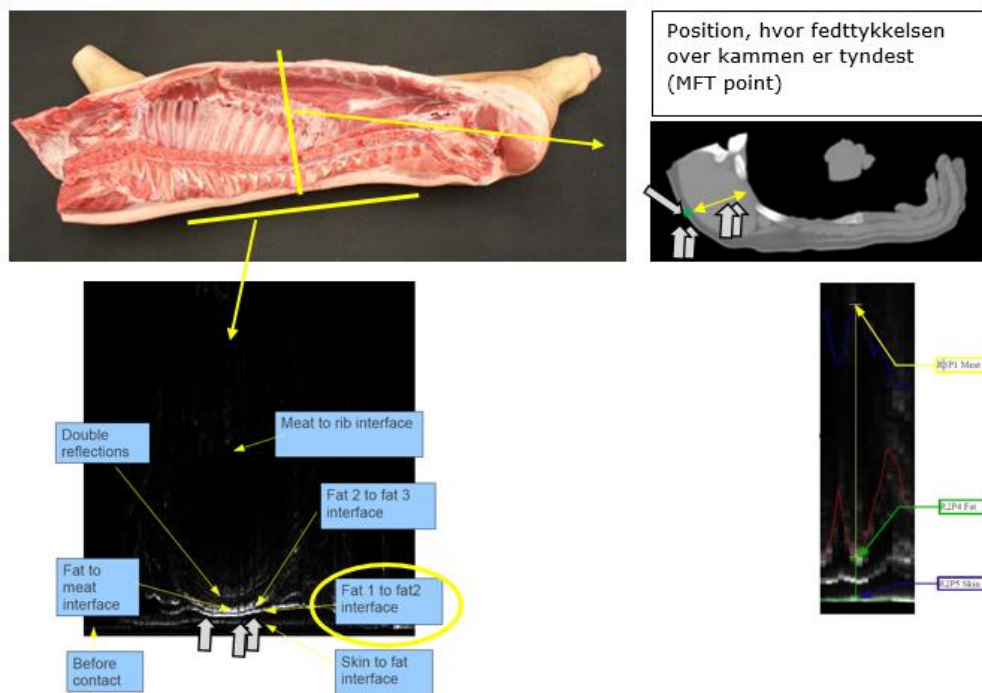
Tabel 5

	SF	DK	DE
Average ($\text{LMP}_{\text{EU}} - \text{LMP}_{\text{AF III}}$)	0.0	0.23	0.33
Std.dev. ($\text{LMP}_{\text{EU}} - \text{LMP}_{\text{AF III}}$)	1.4	1.5	1.5

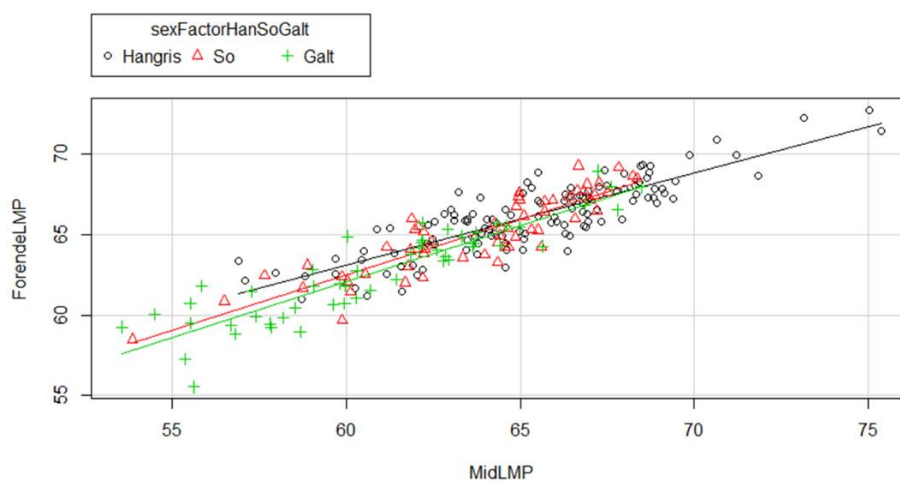
Kommentar

Kød% bestemt med AutoFOM III i Danmark er bestemt med fem målinger ud for det sted på ryggen, hvor spæklaget er tyndest, samt tre steder på langs af ryggen. Kødprocenten i hele slagtekroppen er således bestemt ud fra en karakteristika af midterstykket. Ved hjælp af CT-skanninger kan et konstateres, at so- og galtgrise har nogenlunde samme kropsfordeling ved samme slagteevægt. Da det endvidere kan vises, at korrelationen mellem kød% i midterstykket og hhv. i forende og skinke er meget høj, figur 24-25, kan prediktionsformlen baseres alene på midterstykkets karakterisering, men afhængig af køn.

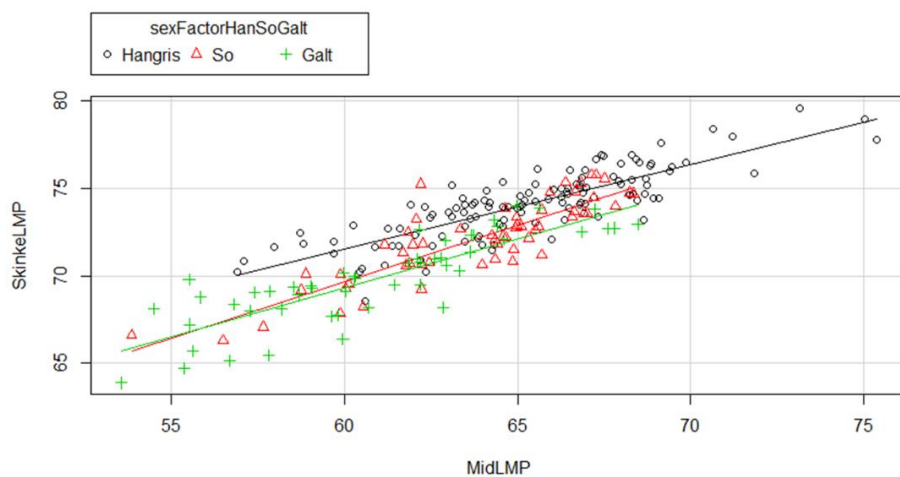
Figur 23
Skitse af de
målinger, der
udføres med
AutoFOM III



Figur 24
Relation mellem
kød% i
forenden og i
midterstykket
(CT skanninger)



Figur 25
Relation mellem
kød% i
skinken og i
midterstykket
(CT skanninger)



Klassificering af hangrise

*Sporbarheds-
kalibrering af
CT-LMP mht.
hangrise*

De aktuelle kalibreringer af online-klassificeringsudstyrene er baseret på partiel dissektion af stikprøve af so- og galtgrise. Omfanget af hangrise vil måske stige og spørgsmålet er nu, om det større hoved på hangrise medfører, at relationen (3) ikke passer på hangrise. Der findes resultater fra to forsøg, der omfatter hangrise, og hvor vægt af hoved og tæer er vejet separat. Den første er fra 1993, "Forundersøgelse vedr. forskel i produktionsegenskaber mellem hangrise og galte" ved Hans Busk. Den anden er fra 2016, "Kontrolskanninger af 50 so+galt-grise og 50 hangrise" ved Klassificeringskontrollen. Gennemsnitsvægtene er gengivet i tabellen nedenfor.

Tabel 6

Gennemsnitlig vægt af afskårne dele og delstykker for so, galt og hangrise (halv slagtekrop)

Delstykker		Galtgrise, kg	Hangrise, kg	Hangrise korr., kg	Sogrise, kg
½hoved	1993	1,94	2,06	2,08	
	2016	1,961	2,037		1,945
Tæer	1993	1,01	1,11	1,12	
	Bagtå	2016	0,861	0,718	0,696
	Fortå	2016	0,495	0,505	0,487
Halssnitte (kæbesnitte)	1993	0,74	0,67	0,68	
	2016	0,773	0,780		0,771
Mørbrad	1993	0,57	0,58	0,58	
	2016	0,638	0,636		0,631
Forende	1993	10,16	10,41	10,49	
Skinke	1993	10,26	10,19	10,27	
Midterstykke	1993	12,96	12,33	12,43	
Totalvægt	1993	37,64	37,35	37,64	
Vægt af "skannet krop"	1993	34,69	34,18	34,45	
	2016	39,60	38,55		39,06

*Effekt af for-
skellig vægt af
hoved og tæer
på galt- og
hangrise*

På baggrund af 2016-resultaterne kan der ikke konstateres signifikante forskelle på delvægtene (korrigeret til samme slagtevægt) mellem galt- og hangrise.

Antag, at vægten af slagtekroppen uden hoved og tæer ($\approx$ "vægt af skannet krop") er ca. 0,24 kg lavere for hangrise, som det blev bestemt i 1993, og antag en galt og en hangris begge har 22,6 kg kød (halv slagtekrop) og har samme totalvægt (37,64 kg). Anvendes formel (1) og (2) bliver $LMP_{EU}=60$ og $LMP_{CT}=65,1$ hhv. 65,6 for galt hhv. hangrise. Korrigeres LMP_{CT} med faktor 0,92, formel (3), bliver LMP_{CT} korr. = 59,9 hhv. 60,3.

Effekten af forskellen på hoved og tæer for galt og hangrise – forudsat forskellen er signifikant - resulterer i en kødprocentforskel beregnet med CT i størrelsesordenen 0,4.

Kalibreringssystemet – opdatering med rullende CT skanning (forslag)

Rullende CT skanning

I Danmark gennemføres en ugentlig kontrol af klassificeringsniveauet baseret på antagelsen om, at alle slagterier tilføres ens svin, når der ses bort fra specialproduktioner. Kontrollen viser, at klassificeringsudstyret og/eller behandlingen af slagtekroppene i perioder afviger med en effekt på op til 0,6 kød%-enheder fra gennemsnittet. En afvigelse, der korrigeres for inden afregning til landmanden. Justeringen har vist sig at være robust, således at der kan korrigeres for afvigelser ned til 0,15 kød%-enheder. Dette er valideret ved hjælp af sammenligning af store leverancer fra samme landmænd til forskellige klassificeringsudstyr.

Problemstilling

Forskellen mellem de to Autofom-kalibreringer (version DK og III) skyldes delvis stikprøvevariation. Selv om systematisk bias forsøges elimineret ved stikprøveudvælgelsen, er alene tidspunktet på året en faktor, som vil medføre systematisk variation. Der ud over er referencemetoden også behæftet med systematisk variation relateret til slagter-teamet ved manuel dissektion og til CT-skanneren (type, software etc.).

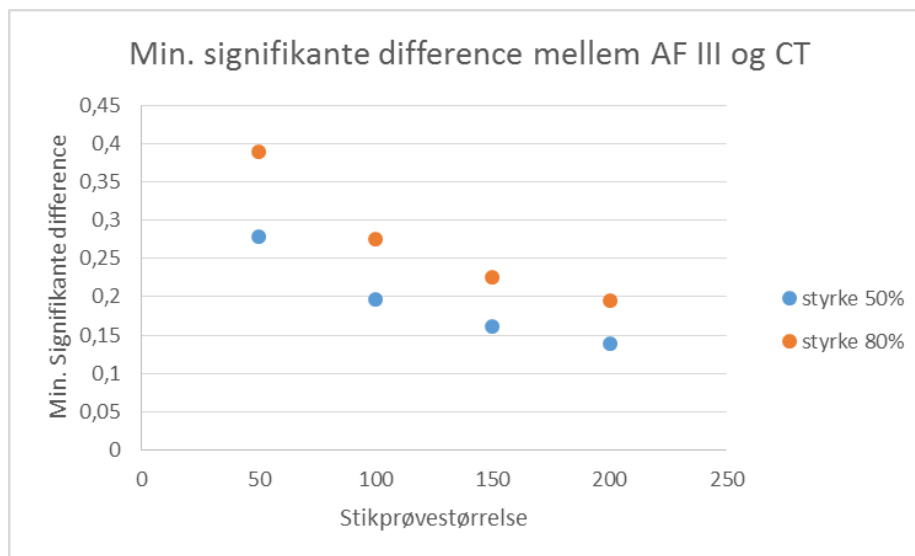
De enkelte klassificeringsudstyr er ikke justeret med samme værdi over tid. Årsagen til denne variation er ikke fuldstændig afklaret. Det er tidligere observeret, at årstidsvariationen ikke forløber helt ens i hele landet. Der ud over er udskiftning af komponenter og ændret slagteproces, kilder til afvigelser.

Data til både kontrol og kalibrering

Forudsat der kan opnås et robust system, som sikrer stabile resultater fra den mobile CT-skanner over tid, vil målesikkerheden på reference-målingerne blive så god, at det vil være muligt at sprede dataindsamlingen over året og til alle slagterier. Et akkumuleret datasæt vil eliminere årstidsvariation ved eventuel re-kalibrering og den enkelte stikprøve på fx 50 slagtekroppe (forsøg over to dage) vil kunne afsløre systematiske forskelle større end ca. 0,3 kød% enheder med 50% sikkerhed og større end 0,4 med 80% sikkerhed.

Data kan suppleres med flere dages målinger op til 200 slagtekroppe/uge, hvilket vil kunne fastlægge den gennemsnitlige forskel mellem reference og onlinemåling på 0,2 enheder med 80% sikkerhed.

Figur 26
Signifikante
forskelle ved
teststyrke 50
og 80%



Ulempe

Da der kun er ét udstyr pr. slagtelinje, vil der fortsat være en usikkerhed relateret til stikprøvevariation. Men efter blot to gentagelser vil det være muligt dels at få et udtryk for størrelsen af denne variation og dels at eliminere effekten ved re-kalibrering.

Systemet vil påføre slagterierne en større udgift end udgiften ved re-kalibrering hver 5.-10. år. Men slagterierne vil opnå betydelig mere information. Det er en udfordring at sandsynliggøre, at værdien af denne information modsvarer omkostningerne.

Der er endvidere en række forudsætninger, der skal være på plads. Eksempelvis skal der være et effektivt system til at sikre, at CT-skanningerne udføres robust og præcist.

Fordele

Alle udstyr, og ikke kun alle udstyrstyper, vil indgå med de installationsforhold, der er gældende på det enkelte slagteri. Det giver mulighed for at analysere miljø-faktorerne betydning i detaljer.

CT skanningerne indeholder detaljeret information om hver slagtekrop, som kan anvendes som input til driftskontrol, produktionsplanlægning og reference til den kommende online CT-skanner.

Eksempel på anvendelse af CT-data: Sammenligning af nordiske svin

Eksempel på anvendelse af CT

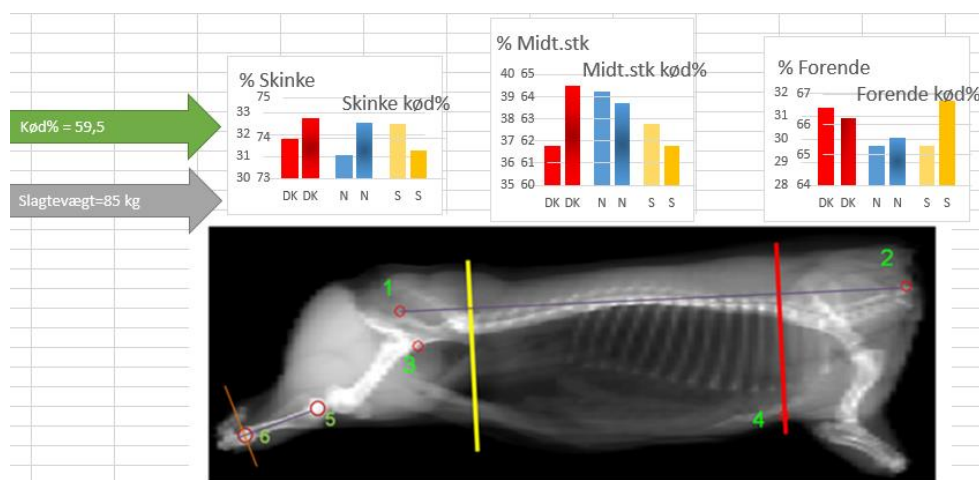
En vigtig fordel ved CT er muligheden for, virtuelt, at lave mange typer produkter af alle slagtekroppe. Det giver mulighed for at fastlægge relationen mellem produktudbytter og LMP og slagtevægt med henblik på sortering.

Data fra de nordiske lande er anvendt til at vise hvordan forskellige grupper af svin kan analyseres og sammenlignes.

Tre stikprøver – én fra hvert land – har som udgangspunkt forskellig kødprocent og slagtevægt. De gennemsnitlige delkødprocenter mv. er derfor justeret til en gennemsnitsgris på 85 kg og LMP=59,5. Det giver følgende resultater:

Figur 27

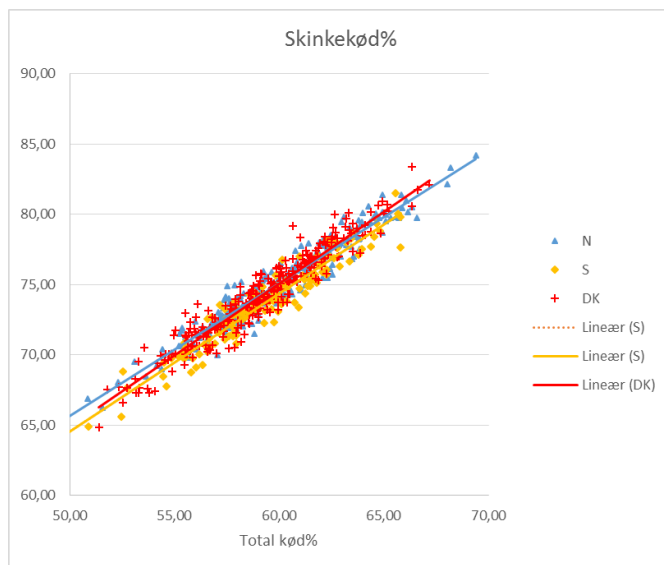
Eksempel på anvendelse af CT data til sammenligning af delstykker



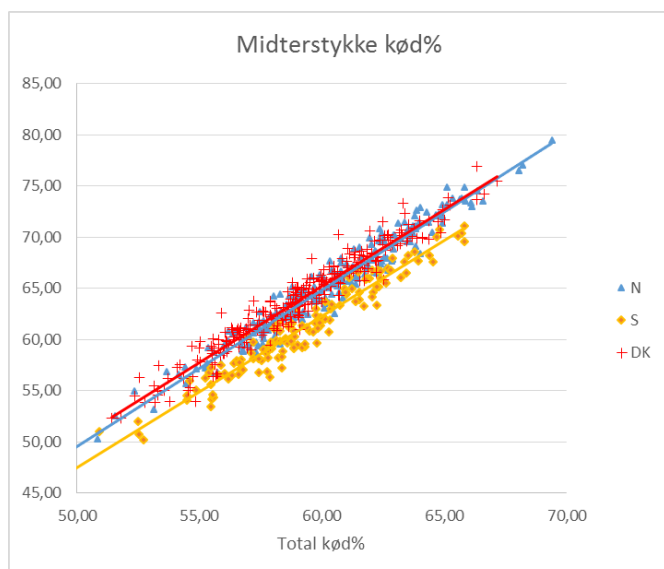
De venstre søjler er andel delstykke og de højre søjler er kødindhold. Eksempelvis er skinkeandelen størst på de svenske grise, men kødindholdet er lavest. De danske grise har det mindste, men magreste midterstykke.

Korrelationen mellem delstykkeprocenter og LMP er høj, men relationen er ikke nødvendigvis helt ens. Nedenfor er to eksempler, hvor relationen mellem skinkeprocent og LMP er ens i de tre stikprøver, mens de svenske midterstykkeprocenter er forskudt sammenlignet med de norske og danske.

Figur 28
Relation mellem skinkekød% og helkødprocent

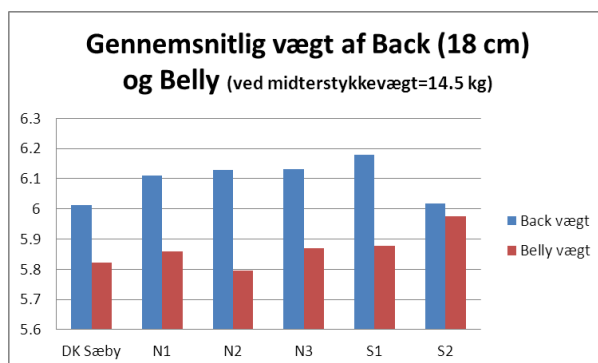


Figur 29
Relation mellem midterstykket kød% og helkødprocent



Analysen kan naturligvis fortsættes mere detaljeret, her er blot et enkelt eksempel på sammenligning af backs (stikprøverne er henholdsvis opdelt i krydsningstyper for norske og svenske grise og der er anvendt en anden dansk stikprøve, end ovenfor)

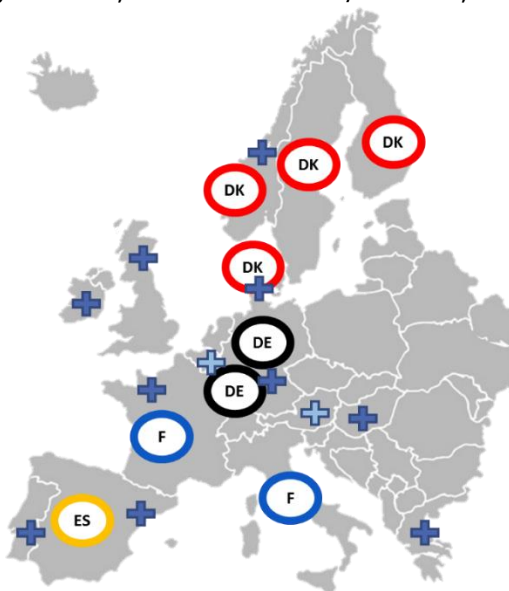
Figur 30
Eksempel på detaljeret sammenligning af svinetyper



Anvendelse af CT i Europa

Figuren nedenfor viser udbredelsen af CT-skannere til kalibreringsformål, vist med "+" tegn (de lyseblå markerer, at en CT skanner er til rådighed). Cirklerne angiver, hvor kalibrering med CT rent faktisk er gennemført med angivelse af, hvilken skanner/metode, der er anvendt.

*Figur 31
Udbredelsen af
CT-skannere
og kalibreringer
med CT*



*Anvendelse af
CT i forbindelse
med avl
Norge*

Anvendelsen af CT i forbindelse med avlsarbejde har de seneste år fået større fokus inden for svineproduktion og andre produktionsdyr.

Skotland

Norsvin Delta arbejder med non-invasive metoder (CT, ultralyd, near-infrared spectroscopy) til udvælgelsen af de "rigtige" orner. Scotlands Rural College anvender også CT som en del af deres avls-udvælgelse for at øge spisekvaliteten af kødet og for at kvantificere andre skeletale karakteristika. (http://www.sruc.ac.uk/info/120274/ct_scan-ning_service)

*Figur 32
CT skanning af
levende gris i
Norge*



CT scanningen giver et indblik i:

- Krops sammensætningen af grisen, LMP på hel- eller delstykkeni-veau, placeringen af de forskellige knoglestrukturer.

- Fordelingen af det intra-muskulære fedt som en parameter for kødkvaliteten.
- Sygdomsdiagnostik af muskel og skeletale sygdomme kan ud fra CT scanningen identificeres (Osteomyelitis, Osteochondrosis). Men også andre informationer om sygdomme i lunger og hjertet kan identificeres.

Aktuelle ideer til CT udvælgelse af avlsparametrene

I Danmark kunne det være relevant at måle skeletale skulder-strukturer til at reducere andelen af skulder-sår. Undersøgelse af osteochondrosis og reduktion af forekomst.

NOTE: En endnu ikke publiceret artikel (Af Henrik Elvang Jensen) har vist en sammenhæng imellem forekomsten af mørbradblødninger og muskelfæstet på ryggen. Om der er sammenhæng mellem skinke-blødninger og dens fæste er ukendt og avls-potentialet er også stadig uvist.

Aktuelle og kommende klassificeringsudstyr

I modsætning til tidligere, ser det ikke ud som om der er stor konkurrence på markedet for klassificeringsudstyr. Carometec er helt klart dominerende på verdensmarkedet. I Spanien er firmaet Lenz ved at produktmodne deres PIGSCAN udstyr. De forventer at udstyret er klar til salg ultimo 2016, og deres målgruppe er mellemstore slagterier, hvor AutoFOM er for dyr. Udstyret kan i princippet opstilles alle steder på slagtelinjen, men deres foretrukne måleposition er efter skoldning og svidning, og før åbning af slagtekroppen. Udstyret er testet i Ringsted og blev implementeret umiddelbart før kølerummet. Funktionstesten i Ringsted viste meget lav robusthed, og dermed høj hyppighed af manglende klassificering.

*Figur 33
PIGSCAN klassificeringsudstyr*



Figure 7. PIGSCAN scanning split carcasses



Figure 8. PIGSCAN scanning the entire carcass

Fremtidsscenariet kunne blive en videreudvikling af online CT og måling på kolde halve slagtekroppe inden tredeling, alternativt måling på uåbnede slagtekroppe inden ophængning på hængejern. I begge tilfælde vil det kræve en del udviklingsomkostninger, hvorfor vi har brug for en analyse af benefit. En analyse af værdien af information forskellige steder på slagteriet er planlagt i 2017.

Referencer

Busk, H. (1993). Forundersøgelse vedr. forskel i produktionsegenskaber mellem hangrise og galte.

Nielsen, D.B. (2015). Analysis of lean meat percentage in pig carcasses: Comparison of two different scanner settings and two different segmentation methods. FAIM IV. Cost Action 1102. Proceedings.

Olsen, E.V., Christensen, L.B., Nielsen, D.B. (2016). A review of CT and manual dissection for calibration of devices for pig carcass classification - evaluation of uncertainty. Submitted.

An application for updating of the lean meat assessment formulae for HGP 4, and AutoFOM III to be used for grading pig carcasses in Finland. Working document, CMO, Dno 384/21/2015.

Vester-Christensen, M., Erbou, S. G. H., Hansen, M. F., Olsen, E. V., Christensen, L. B., Hviid, M., Ersbøll, B.K., Larsen, R. (2009). Virtual dissection of pig carcasses. Meat Science, 81(4), 699–704.