



## Rapport

27. september 2013  
Proj.nr. 2001474  
Version 1  
CCM/HNH

### Fedtkvalitet i moderne svineproduktion

### Jodtal, smeltepunkt og sammenhæng mellem fedtvæv (fedtatlas) samt farve af spæk og pH i kam

Chris Claudi-Magnussen

## Sammendrag

Seks grupper af so-, galt- og hangrise er fodret på forskellig måde, så der er opnået stor variation i jodtallet i fire fedtvæv: Rygspæk, nakkespæk, flomme og lyskefedt. For eksempel varierer jodtallet i rygspæk fra lidt over 60 til lidt over 100. Generelt er det vist, at højere kødprocent betyder højere jodtal og at køn har en vis betydning for jodtallet, men fodringen har klart størst betydning for jodtallet.

Jodtallet i nakkespæk følger i høj grad jodtallet i rygspæk og er på samme niveau selvom der er en vis variation fra gris til gris, idet jodtallet i nakkespæk kan beregnes ud fra jodtallet i rygspæk med en usikkerhed på 2,6 jodtalsenheder. Jodtallet i flomme ligger i gennemsnit 10 jodtalsenheder under rygspækkets jodtal og kan beregnes ud fra dette med en usikkerhed på 4,3 jodtalsenheder hvilket ikke er særligt præcist. Jodtallet i lyskefedt ligger også under jodtallet i rygspæk, men forskellen bliver større jo højere jodtallet er. Jodtallet i lyskefedt kan beregnes ud fra jodtallet i rygspæk med en usikkerhed på 2,9 jodtalsenheder.

Der er også opnået stor variation i fedtvævenes stigesmeltepunkt. Generelt falder smeltepunktet med stigende jodtal, men beregning af smeltepunkt ud fra jodtal er ikke særligt præcis. For de enkelte fedtvæv forklares kun mellem 41 og 67 % af variationen i smeltepunktet ud fra jodtallet og usikkerheden på beregningen er 2 – 3 °C. Det skønnes, at ca. halvdelen af modellernes usikkerhed på 2 – 3 °C skyldes måleusikkerheden på smeltepunkt og jodtal. Beregning af smeltepunktet ud fra *fedtsyresammensætningen* giver ikke en mindre usikkerhed.

Rygspækkets gule farve varierer lidt fra fodringsgruppe til fodringsgruppe, men der er ikke en klar tendens. Den gule farve er korreleret med jodtallet, men det kan ikke umiddelbart afgøres om sammenhængen i virkeligheden skyldes farvestoffer fra de anvendte fodermidler.

pH i kam og inderlår er ikke forskellige for fodringsgrupperne og afhænger heller ikke af jodtallet.

## Indhold

Sammendrag .....	1
Baggrund .....	3
Fremgangsmåde.....	3
Resultater og diskussion.....	4
Grisene.....	4
Jodtal i rygspæk (forventet og faktisk) .....	5
Jodtal i nakkespæk .....	6
Jodtal i flomme .....	8
Jodtal i lyskefedt.....	9
Jodtal generelt.....	10
Smeltepunkt .....	10
Fedtatlas (sammenhæng mellem væv) .....	14
Jodtal .....	14
Smeltepunkt.....	20
Smeltepunkt og jodtal.....	26
Smeltepunkt og fedtsyresammensætning .....	34
Farve af rygspæk .....	37
pH i kam og inderlår .....	39
Konklusion .....	39

## Baggrund

### Formål

Målet for projektet som helhed er formulering af nye anbefalinger for foderfedtkilder og -mængder med henblik på en optimal kvalitet af spæk/fedt på slagtekroppen set i forhold til kvalitet af ferske kødudskæringer samt udbytte og kvalitet af forarbejdede kødprodukter.

I denne rapport beskrives jodtal og smeltepunkt for rygspæk, nakkespæk, flomme og lyskefedt for i alt 123 grise, der er fodret på seks forskellige måder for at opnå stor variation i fedtets jodtal. Sammenhængen mellem de enkelte væv beskrives. Det beskrives hvordan smeltepunktet kan bestemmes ud fra henholdsvis jodtal og fedtsyresammensætning. Desuden beskrives farven af rygspæk og pH i kam.

### Forsøgsmateriale

Forsøgsgrisene er produceret af Landbrug & Fødevarer VSP, der har sammensat foderet efter et forventet jodtal i spækket ved slagtning. I forsøget indgår 6 fodringsgrupper opdelt efter forventet jodtal. I hver fodringsgruppe er der både so-, galt- og hangrise – i alt 123 grise. Se tabel 1.

**Tabel 1. Forsøgsgrise**

Fodringsgruppe	1	2	3	4	5	6
Forventet jodtal	66	72	78	84	90	96
Antal galt- han- og sogrise	8+7+6=21	5+6+9=20	5+7+9=21	6+5+8=19	7+7+7=21	7+5+9=21

For hver gris er der udtaget fedtprøver fra rygspæk, nakkespæk, flomme og lyskefedt. Der er foretaget fedtsyreanalyse inkl. beregning af jodtal og bestemt stigesmeltepunkt for alle væv. Udover køn er slagtevægt og kødprocent registreret.

For detaljer henvises til "Mianne Darré: Detailplan. Fedtkvalitet i moderne svineproduktion. Delopgave 2 – Fedtkvalitet og produktkvalitet/-udbytte. Projekt nr. 2001474-12. Plan af 16-10-2012. Teknologisk Institut, DMRI".

## Fremgangsmåde

Jodtallet er beregnet ud fra en kemisk analyse af fedtsyresammensætningen (angivet i procent af alle fedtsyrer) ved at anvende de faktiske molvægte for hver enkelt fedtsyre:

$$Jodtal = \sum_{\text{alle fedtsyrer}} \left( \frac{\text{antal dobbeltbindinger}_{\text{fedtsyre}} \times \text{molvægt}_{I_2}}{\text{molvægt}_{\text{fedtsyre}}} \times \text{procent}_{\text{fedtsyre}} \right)$$

Jodtallet angives som heltal (uden decimaler). Der henvises til "Kirsten Jensen og Søren Krogh Jensen: Standardbetingelser for jodtalsbestemmelse i svinefedt og foderstoffer fastlagt ud fra fedtsyresammensætning. Notat af 2. februar 2010. Teknologisk Institut DMRI."

Smeltepunktet er bestemt som stigesmeltepunkt og er et gennemsnit af tre gentagne målinger (Tina Frogne: Vejledning i stige-smeltepunkt i spæk. Personlig meddelelse af 20-09-11. Teknologisk Institut DMRI.).

Data er blandt andet beskrevet og analyseret ved hjælp af procedurerne Mixed, Reg og Corr i SAS og plots, PLS og MLR i Unscrambler. Som udtryk for hvor præcis en model er til at beskrive en given parameter beregnes *RMSE (Root Mean Square Error)*. RMSE er modellens usikkerhed og den defineres sådan her:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n-p}}$$

hvor p er antal modelparametre inkl. intercept

I Unscrambler plots af to variable mod hinanden beregnes *RMSED (Root Mean Square Error of Deviation)* og *SED (Standard Error of Deviation)*. RMSED er et udtryk for hvor godt den ene variabel beskriver den anden (igen en slags usikkerhed), mens SED er det samme, men korrigeret for forskellen i de to variables gennemsnit (bias). De er defineret sådan her:

$$RMSED = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - x_i)^2}{n}}$$

$$SED = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - x_i - Bias)^2}{n}}$$

## Resultater og diskussion

### Grisene

Grisenes gennemsnitlige slagtevægt er 86,4 kg, men fodringsgrupperne har ikke helt samme vægt (p=0,04), idet fodringsgruppe 4 har højere vægt end de øvrige grupper (se tabel 2). Det betyder, at eventuelle effekter af fodringsgruppe og slagtevægt er konfunderet, men da vi føler os sikre på, at der er effekt af fodringsgruppe på jodtal og smeltepunkt, vælges det at se bort fra en eventuel effekt af slagtevægt og fokusere på fodringsgruppe.

Der er ikke statistisk forskel på de tre køns slagtevægt (p=0,2).

Tabel 2. Slagtevægt i kg

Fodringsgruppe	Slagtevægt											
	Galt			Han			So			Alle		
	Antal	Gnsn	Spr	Antal	Gnsn	Spr	Antal	Gnsn	Spr	Antal	Gnsn	Spr
1	8	84.5	5.3	7	87.1	3.7	6	86.7	2.5	21	86.0 <sup>a</sup>	4.1
2	5	84.5	3.3	6	86.7	1.8	9	88.1	3.4	20	86.8 <sup>a</sup>	3.2
3	5	86.6	5.9	7	84.7	5.7	9	85.7	3.9	21	85.6 <sup>a</sup>	4.8
4	6	87.0	5.9	5	95.5	6.9	8	88.4	1.6	19	89.8 <sup>b</sup>	5.8
5	7	84.1	2.7	7	82.2	9.1	7	87.7	3.4	21	84.7 <sup>a</sup>	6.0
6	7	84.8	2.6	5	89.0	5.0	9	85.3	7.6	21	86.0 <sup>a</sup>	5.7
Alle	38	85.2	4.3	37	87.0	6.8	48	86.9	4.3	123	86.4 <sup>a</sup>	5.2

Den gennemsnitlige kødprocent for grisene er 59,7, men galtgrisene har signifikant lavere kødprocent end han- og sogrisene ( $p=0,001$ ) (se tabel 3). Kødprocenten er ikke statistisk forskellig for de seks fodringsgrupper.

**Tabel 3. Kødprocent**

Fodringsgruppe	Kødprocent											
	Galt			Han			So			Alle		
	Antal	Gnsn	Spr	Antal	Gnsn	Spr	Antal	Gnsn	Spr	Antal	Gnsn	Spr
1	8	58.5	1.9	7	60.5	1.6	6	60.0	2.1	21	59.6	2.0
2	5	58.7	1.7	6	58.5	2.5	9	60.3	2.3	20	59.3	2.3
3	5	60.4	2.1	7	60.6	2.0	9	60.0	3.0	21	60.3	2.4
4	6	58.4	2.7	5	59.9	3.2	8	59.6	3.0	19	59.3	2.9
5	7	58.2	1.6	7	60.6	2.5	7	61.1	1.4	21	60.0	2.2
6	7	58.3	1.7	5	58.2	1.8	9	62.1	2.0	21	59.9	2.6
Alle	38	58.7 <sup>a</sup>	2.0	37	59.8 <sup>b</sup>	2.4	48	60.5 <sup>b</sup>	2.4	123	59.7	2.4

### *Jodtal i rygspæk (forventet og faktisk)*

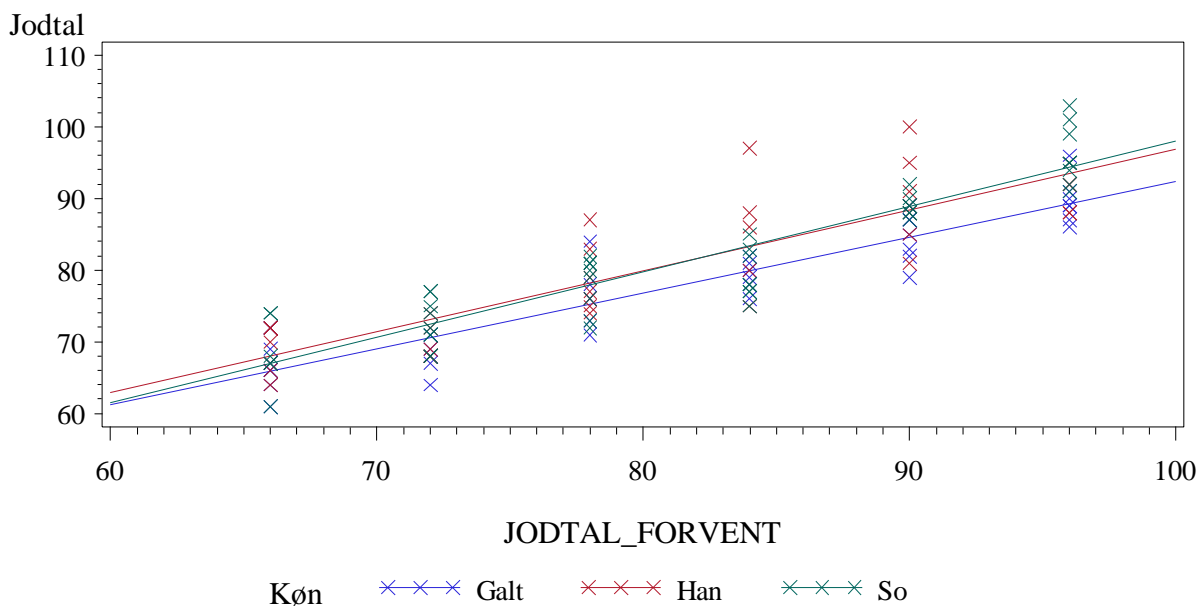
I tabel 4 ses jodtallet i rygspæk for hver fodringsgruppe pr. køn og samlet.

**Tabel 4. Jodtal i rygspæk pr. fodringsgruppe og køn sammenholdt med forventet jodtal pr. fodringsgruppe**

Gruppe	Forventet jodtal	Jodtal											
		Alle			Galt			Han			So		
		Antal	Gnsn	Spr	Antal	Gnsn	Spr	Antal	Gnsn	Spr	Antal	Gnsn	Spr
1	66	21	68	3.9	8	67	3.8	7	69	3.3	6	69	4.9
2	72	20	71	3.5	5	68	2.6	6	70	2.6	9	73	3.4
3	78	21	78	4.3	5	76	5.0	7	79	4.7	9	78	3.7
4	84	19	81	5.3	6	79	2.2	5	85	8.3	8	79	3.5
5	90	21	88	4.7	7	85	3.5	7	90	6.3	7	89	1.6
6	96	21	93	4.5	7	90	3.3	5	91	3.0	9	96	4.0

I gennemsnit stemmer de faktiske jodtal rimeligt overens med det forventede, selvom gruppe 1 godt kunne have haft lidt lavere jodtal og gruppe 4, 5 og 6 lidt højere jodtal.

I figur 1 ses jodtalsfordelingerne sammenholdt med de forventede jodtal.



**Figur 1. Jodtal i rygspæk (lodret akse) sammenholdt med det forventede jodtal jævnfør de seks fodringsgrupper (vandret akse)**

Som ventet stiger jodtallet i rygspæk med stigende jodtalsgruppe ( $p < 0,0001$ ). Alle grupper er statistisk forskellige fra hinanden. Uafhængigt af fodringsgruppe stiger jodtallet med 1,1 pr. kødprocentenhed ( $p < 0,0001$ ). Effekten er ens for alle seks fodringsgrupper (ingen vekselvirkning). Der er tendens til effekt af køn ( $p = 0,06$ ), idet der er tendens til, at hangrisenes jodtal er ca. 1,8 højere end galtgrisenes jodtal. Som det ses af tabel 4 og figur 1 er der en vis spredning i jodtallet inden for hver fodringsgruppe. En del af denne spredning kan forklares med variation i kødprocent og kønseffekt. Totalt forklarer fodringsgruppe, kødprocent og køn ca. 90 % af variationen i rygspækkets jodtal ( $R^2$ ). Resten (10 %) må tilskrives almindelig biologisk variation.

Ved forsøgsplanlægningen blev der opstillet en model til beregning af den forventede fordeling af jodtal i rygspæk. Ved brug af seks fodringsgrupper og en forventet spredning i hver gruppe på 3,5 fås en forventet fordeling som vist i bilag 1a. De faktiske data viser, at spredningen varierer fra 3,5 for gruppe 2 til 5,3 for gruppe 4 (se tabel 4). Sættes spredningen til 4,5 i beregningsmodellen fås en forventet fordeling som vist i bilag 1b.

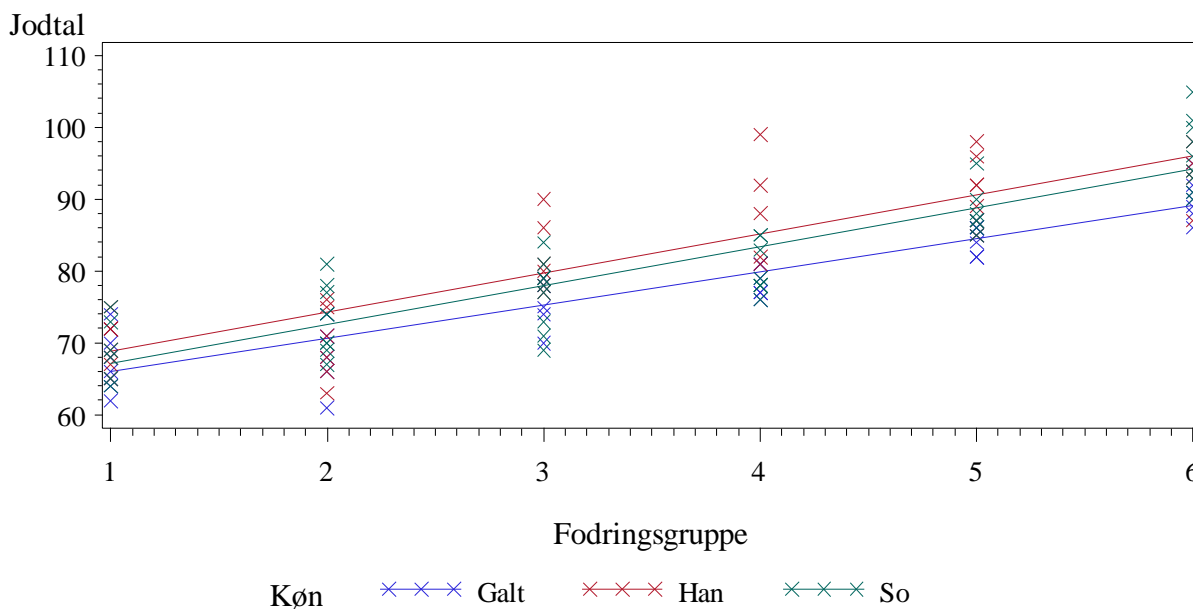
I bilag 1c ses den faktiske fordeling af jodtal i rygspæk pr. fodringsgruppe og samlet for forsøgets grise. Som ventet er grisene ikke så jævnt fordelt som i den teoretiske model og fordelingen er desuden lidt smallere end planlagt. Alt i alt er der dog opnået en tilstrækkelig god spredning i rygspækkets jodtal, som efterfølgende kan sammenholdes med produktkvalitet og -udbytter.

### *Jodtal i nakkespæk*

I tabel 5 ses gennemsnit og spredning af jodtal i nakkespæk og i bilag 2a ses fordelingerne grafisk pr. fodringsgruppe og samlet. Fordelingen ligner fordelingen i rygspæk meget. Jodtallet stiger med 1,3 pr. kødprocentenhed ( $p < 0,0001$ ). Effekten af fodringsgruppe afhænger af kønnet (vekselvirkning,  $p = 0,02$ ), men generelt stiger jodtallet med stigende fodringsgruppe (se figur 2). Effekten af kødprocent, fodringsgruppe og køn forklarer 91 % af variationen i nakkespækkets jodtal ( $R^2$ ).

Tabel 5. Jodtal i nakkespæk pr. fodringsgruppe og køn

Gruppe	Jodtal											
	Alle			Galt			Han			So		
	Antal	Gnsn	Spr	Antal	Gnsn	Spr	Antal	Gnsn	Spr	Antal	Gnsn	Spr
1	21	69	3.9	8	68	4.1	7	70	3.5	6	69	4.3
2	20	71	5.2	5	68	4.9	6	70	5.1	9	73	4.7
3	21	78	5.1	5	75	3.6	7	82	4.7	9	77	4.9
4	19	82	5.9	6	79	2.2	5	88	7.4	8	80	3.5
5	21	88	4.4	7	85	2.0	7	91	4.7	7	88	3.4
6	21	94	4.9	7	90	2.9	5	93	4.0	9	96	5.0



Figur 2. Jodtal i nakkespæk (lodret akse) for de seks fodringsgrupper (vandret akse)

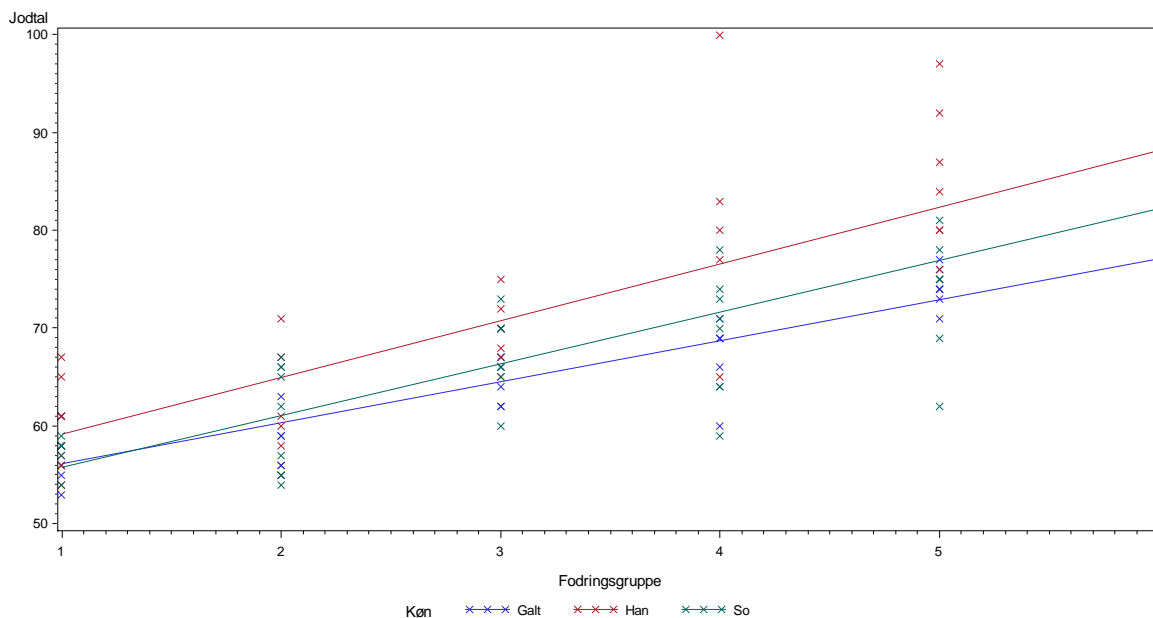
## Jodtal i flomme

Tabel 6 viser gennemsnit og spredning for jodtal i flomme pr. fodringsgruppe og køn. I bilag 2b ses fordelingerne grafisk.

**Tabel 6. Jodtal i flomme pr. fodringsgruppe og køn**

Gruppe	Forventet jodtal	Jodtal											
		Alle			Galt			Han			So		
		Antal	Gnsn	Spr	Antal	Gnsn	Spr	Antal	Gnsn	Spr	Antal	Gnsn	Spr
1	66	21	58	3.5	8	57	2.8	7	60	4.8	6	57	1.8
2	72	20	61	5.0	5	59	2.9	6	62	5.9	9	61	5.5
3	78	21	67	3.8	5	64	2.5	7	70	3.3	9	67	3.8
4	84	19	72	9.4	6	67	3.9	5	81	12.6	8	69	6.3
5	90	21	78	7.7	7	74	2.0	7	85	7.4	7	74	6.3
6	96	21	82	5.6	7	77	3.7	5	84	4.8	9	85	4.7

Jodtallet i flomme er noget lavere end i ryg- og nakkespæk (se også senere), men har stadig en betydelig variation. Jodtallet stiger med stigende fodringsgruppe, men stigningen og jodtallets niveau afhænger af køn (vekselvirkning,  $p=0,002$ ), se figur 3. Uafhængigt af fodringsgruppe og køn stiger jodtallet med 1,0 pr. kødprocentenhed ( $p<0,0001$ ). Effekten af kødprocent, fodringsgruppe og køn forklarer 84 % af variationen i flommes jodtal ( $R^2$ ).



**Figur 3. Jodtal i flomme (lodret akse) for de seks fodringsgrupper (vandret akse)**



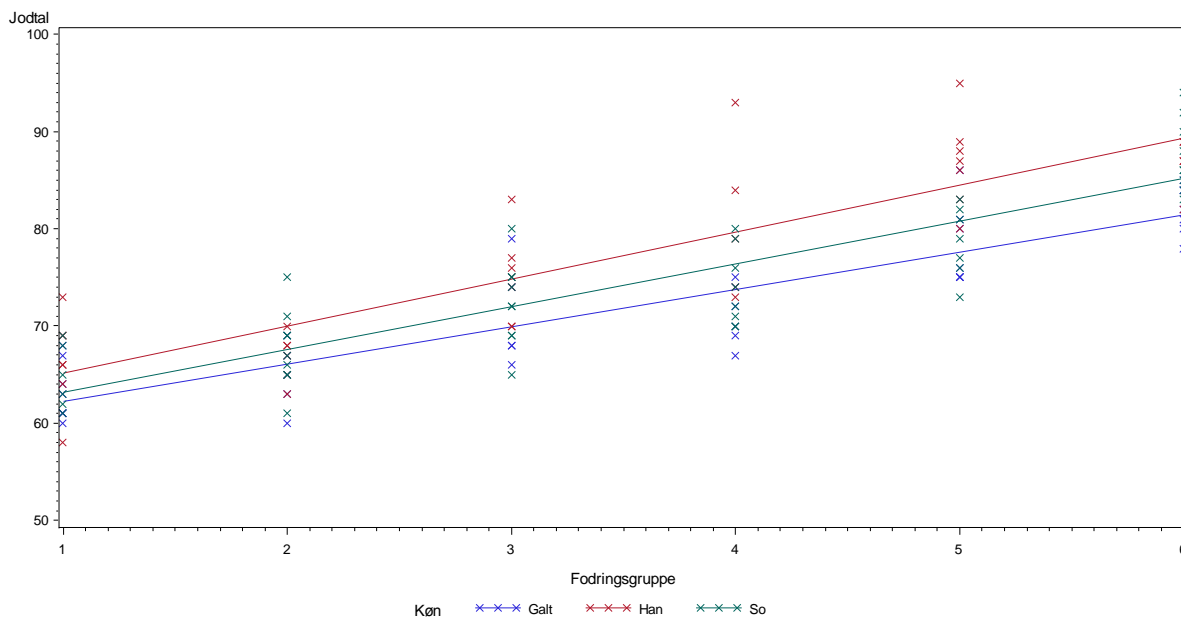
## Jodtal i lyskefedt

Tabel 7 viser gennemsnit og spredning for jodtal i lyskefedt pr. fodringsgruppe og køn. I bilag 2c ses fordelingerne grafisk.

**Tabel 7. Jodtal i lyskefedt pr. fodringsgruppe og køn**

Gruppe	Forventet jodtal	Jodtal											
		Alle			Galt			Han			So		
		Antal	Gnsn	Spr	Antal	Gnsn	Spr	Antal	Gnsn	Spr	Antal	Gnsn	Spr
1	66	21	65	3.8	8	63	3.0	7	66	4.7	6	65	3.3
2	72	20	67	3.5	5	65	3.5	6	67	2.5	9	68	4.0
3	78	21	73	4.7	5	71	5.4	7	75	4.5	9	72	4.4
4	84	19	75	6.1	6	71	3.1	5	81	8.2	8	74	4.0
5	90	21	81	5.7	7	78	4.2	7	87	4.7	7	79	3.6
6	96	21	86	4.0	7	82	2.5	5	87	2.9	9	88	3.7

Jodtallet i lyskefedt er noget lavere end i ryg- og nakkespæk (se også senere), men har stadig en betydelig variation. Jodtallet stiger, som forventet, med stigende fodringsgruppe. Jodtallet stiger med 1,0 pr. kødprocentenhed ( $p < 0,0001$ ). Hangrisene har højere jodtal end so- og galtgrisene ( $p < 0,0001$ ). Der er ingen vekselvirkninger. Effekten af kødprocent, fodringsgruppe og køn forklarer 85 % af variationen i lyskefedtets jodtal ( $R^2$ ).



**Figur 4. Jodtal i lyskefedt (lodret akse) for de seks fodringsgrupper (vandret akse)**

## Jodtal generelt

I tabel 8 ses det gennemsnitlige jodtal i de fire fedtvæv for forsøgets 123 grise. Rygspæk og nakkespæk har begge jodtal på 80 ( $p=0,7$ ) mens lyskefedt er 6 jodtalsenheder lavere end de to ( $p<0,0001$ ) og flomme er 4 jodtalsenheder lavere end lyskefedt ( $p=0,0002$ ). Disse forskelle gælder for forsøgets grise med stor spredning i jodtal, men ikke for en normal slagtesvinepopulation med mindre spredning, da nogle forskelle afhænger af jodtalsniveau (se senere).

**Tabel 8. Gennemsnitlig jodtal for de fire fedtvæv**

Fedtvæv	Jodtal
Rygspæk	80 <sup>c</sup>
Nakkespæk	80 <sup>c</sup>
Flomme	70 <sup>a</sup>
Lyskefedt	74 <sup>b</sup>

## Smeltepunkt

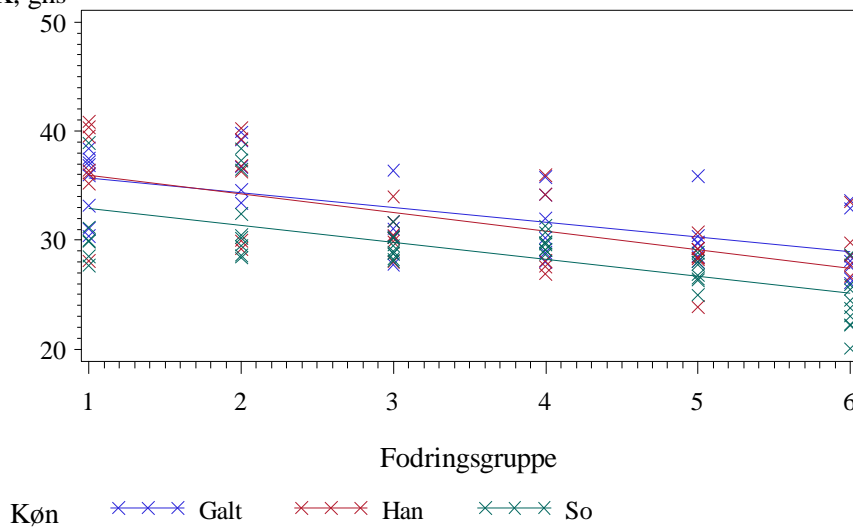
Tabel 9 og figur 5 viser smeltepunktet for rygspæk fordelt på køn og fodringsgruppe. I bilag 3 ses en grafisk fremstilling af fordelingen af smeltepunkt for alle grise samlet. Som forventet falder smeltepunktet med stigende fodringsgruppe ( $p<0,0001$ ). Desuden falder smeltepunktet med  $-0,5$  °C pr. kødprocentenhed ( $p=0,0001$ ) og smeltepunktet er ca.  $2,5$  °C lavere for sogrisene end for han- og galtgrisene ( $p>0,0001$ ).

**Tabel 9. Smeltepunkt for rygspæk pr. fodringsgruppe og køn med angivelse af faktisk jodtal for hver fodringsgruppe**

Gruppe	Jodtal	Smeltepunkt											
		Alle			Galt			Han			So		
		Antal	Gnsn	Spr	Antal	Gnsn	Spr	Antal	Gnsn	Spr	Antal	Gnsn	Spr
1	68.1	21	34.5	4.31	8	35.1	3.09	7	36.7	4.39	6	31.0	4.04
2	70.6	20	34.4	4.19	5	36.8	2.82	6	35.3	4.68	9	32.4	3.94
3	78.0	21	30.3	2.06	5	31.5	3.13	7	30.6	1.84	9	29.4	1.15
4	80.9	19	30.5	2.72	6	31.5	3.06	5	30.6	4.21	8	29.8	0.87
5	87.8	21	28.5	2.39	7	30.2	2.64	7	28.3	2.11	7	27.0	1.29
6	92.8	21	26.9	3.67	7	29.1	3.03	5	29.3	2.62	9	24.0	2.51

## Rygspæk

Smeltepunkt - Lab K, gns



Figur 5. Smeltepunkt for rygspæk (lodret akse) for de seks fodringsgrupper (vandret akse)

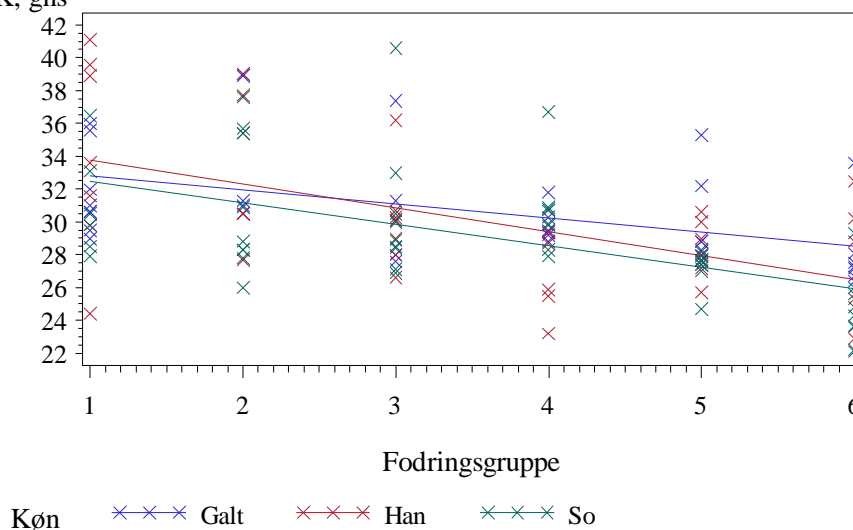
Tabel 10 og figur 6 viser smeltepunktet for nakkespæk fordelt på køn og fodringsgruppe. I bilag 3 ses en grafisk fremstilling af fordelingen af smeltepunktet for alle grise samlet. Smeltepunktet falder med stigende fodringsgruppe ( $p < 0,0001$ ) og falder med  $0,5 \text{ }^\circ\text{C}$  pr. kødprocentenhed ( $p = 0,0002$ ). Kønnen har ikke betydning for smeltepunktet i nakkespæk ( $p = 0,5$ ).

Tabel 10. Smeltepunkt for nakkespæk pr. fodringsgruppe og køn med angivelse af faktisk jodtal for hver fodringsgruppe

Gruppe	Jodtal	Smeltepunkt - Lab K, Gnsn											
		Alle			Galt			Han			So		
		Antal	Gnsn	Spr	Antal	Gnsn	Spr	Antal	Gnsn	Spr	Antal	Gnsn	Spr
1	68.7	21	32.4	4.23	8	31.8	2.64	7	34.1	6.07	6	31.1	3.23
2	71.0	20	32.5	4.35	5	34.1	4.40	6	33.5	4.54	9	31.0	4.18
3	78.0	21	30.4	3.63	5	30.9	3.95	7	30.1	3.04	9	30.4	4.24
4	81.8	19	29.3	2.75	6	29.8	1.08	5	26.5	2.52	8	30.6	2.70
5	88.0	21	28.5	2.22	7	29.8	2.87	7	28.3	1.69	7	27.2	1.19
6	93.6	21	26.6	3.12	7	28.1	2.48	5	27.9	3.84	9	24.6	2.21

## Nakkespæk

Smeltepunkt - Lab K, gns



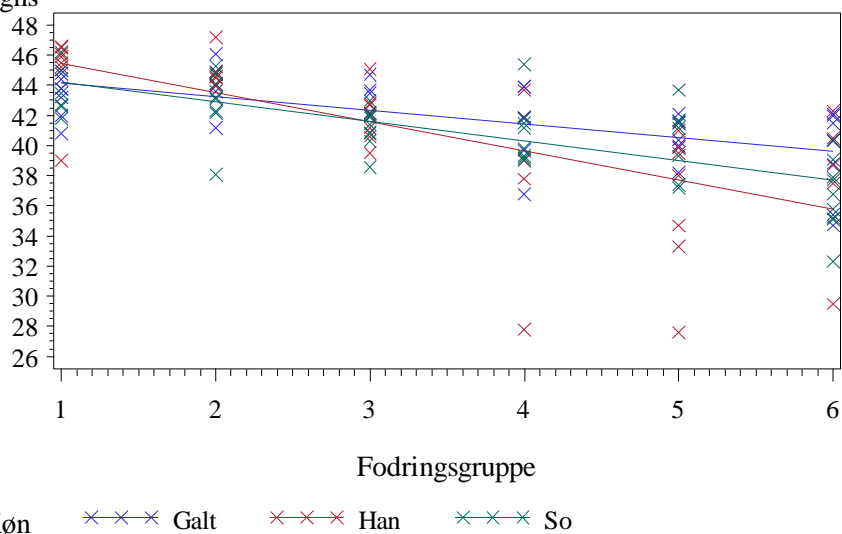
Figur 6. Smeltepunkt for nakkespæk (lodret akse) for de seks fodringsgrupper (vandret akse)

Tabel 11 og figur 7 viser smeltepunktet for flomme fordelt på køn og fodringsgruppe. I bilag 3 ses en grafisk fremstilling af fordelingen af smeltepunkt for alle grise samlet. Smeltepunktet falder med stigende fodergruppe ( $p < 0,0001$ ) og falder med 0,3 °C pr. kødprocentenhed ( $p = 0,009$ ). Køn har ikke betydning for smeltepunktet ( $p = 0,3$ ).

Tabel 11. Smeltepunkt for flomme pr. fodringsgruppe og køn med angivelse af faktisk jodtal for hver fodringsgruppe

Gruppe	Jodtal	Smeltepunkt											
		Alle			Galt			Han			So		
		Antal	Gnsn	Spr	Antal	Gnsn	Spr	Antal	Gnsn	Spr	Antal	Gnsn	Spr
1	58.2	21	44.0	2.01	8	43.5	1.44	7	45.0	2.68	6	43.6	1.66
2	60.6	20	43.9	1.92	5	44.0	1.82	6	44.9	1.18	9	43.1	2.18
3	67.4	21	42.0	1.59	5	43.2	1.12	7	42.0	1.81	9	41.2	1.29
4	71.7	19	40.3	3.77	6	41.3	2.72	5	38.0	6.18	8	40.9	2.12
5	77.6	21	39.0	3.61	7	40.5	1.33	7	36.3	4.75	7	40.3	2.41
6	82.2	21	37.8	3.37	7	39.3	3.10	5	37.7	4.93	9	36.7	2.42

Smeltepunkt - Lab K, gns

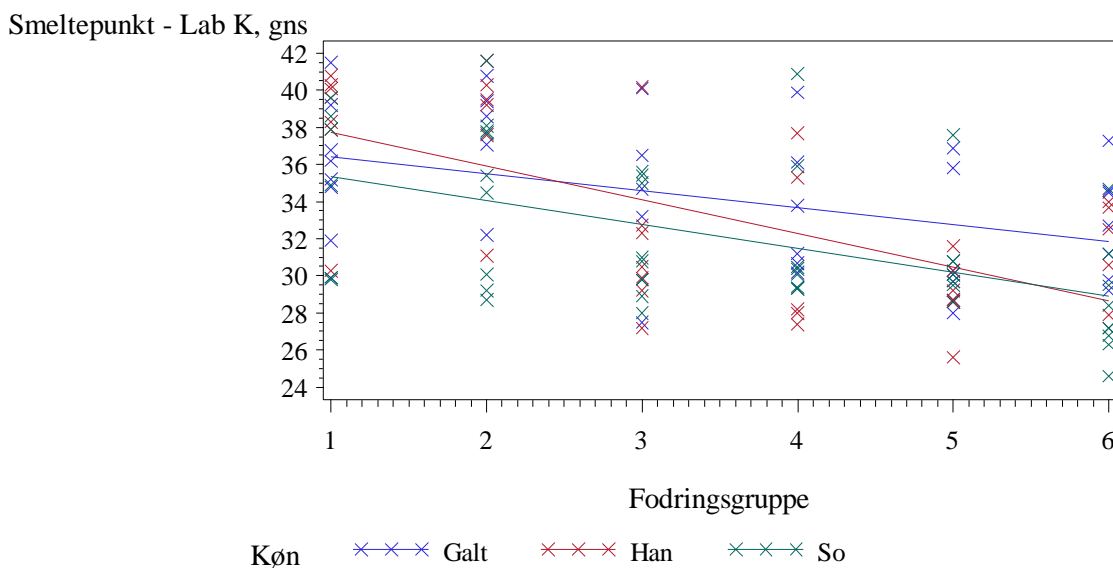


**Figur 7. Smeltepunkt for flomme (lodret akse) for de seks fodringsgrupper (vandret akse)**

Tabel 12 og figur 8 viser smeltepunktet for lyskefedt fordelt på køn og fodringsgruppe. I bilag 3 ses en grafisk fremstilling af fordelingen af smeltepunkt for alle grise samlet. Smeltepunktet falder med stigende fodringsgruppe ( $p < 0,0001$ ) og falder med 0,4 °C pr. kødprocentenhed ( $p = 0,003$ ). Køn har ikke betydning for smeltepunktet ( $p = 0,2$ ).

**Tabel 12. Smeltepunkt for lyskefedt pr. fodringsgruppe og køn med angivelse af faktisk jodtal for hver fodringsgruppe**

Gruppe	Jodtal	Smeltepunkt - Lab K, Gnsn											
		Alle			Galt			Han			So		
		Antal	Gnsn	Spr	Antal	Gnsn	Spr	Antal	Gnsn	Spr	Antal	Gnsn	Spr
1	64.7	21	36.4	3.92	8	35.7	3.71	7	38.2	3.63	6	35.1	4.37
2	66.7	20	36.5	4.16	5	37.6	3.31	6	38.2	3.73	9	34.8	4.55
3	72.9	21	32.3	3.80	5	34.4	4.64	7	31.7	4.18	9	31.6	2.95
4	74.8	19	32.3	4.12	6	33.7	3.79	5	31.3	4.81	8	32.0	4.21
5	81.3	21	30.4	2.94	7	31.4	3.52	7	28.9	1.85	7	31.0	3.00
6	85.5	21	30.7	3.40	7	32.8	2.91	5	31.7	2.53	9	28.4	3.02



**Figur 8. Smeltepunkt for lyskefedt (lodret akse) for de seks fodringsgrupper (vandret akse)**

### *Fedtatlæs (sammenhæng mellem væv)*

I dette afsnit beskrives sammenhængen mellem rygspæk og henholdsvis nakkespæk, flomme og lyskefedt med hensyn til jodtal og smeltepunkt.

#### **Jodtal**

Figur 9 viser sammenhængen mellem jodtallet i henholdsvis rygspæk (den vandrette akse) og nakkespæk (lodret akse). Det ses, at der er en høj grad af sammenhæng mellem jodtallet i de to væv. Der er ikke forskel på det gennemsnitlige jodtal i de to væv set over alle tre køn ( $p=0,7$ ). Hvis man kender jodtallet i rygspæk og vil beregne jodtallet i nakkespæk og man kender kønnet, kan følgende ligninger bruges:

Galt:  $2,691 + 0,964 \times \text{jodtal i rygspæk}$  (RMSE=2,2 jodtalsenheder)

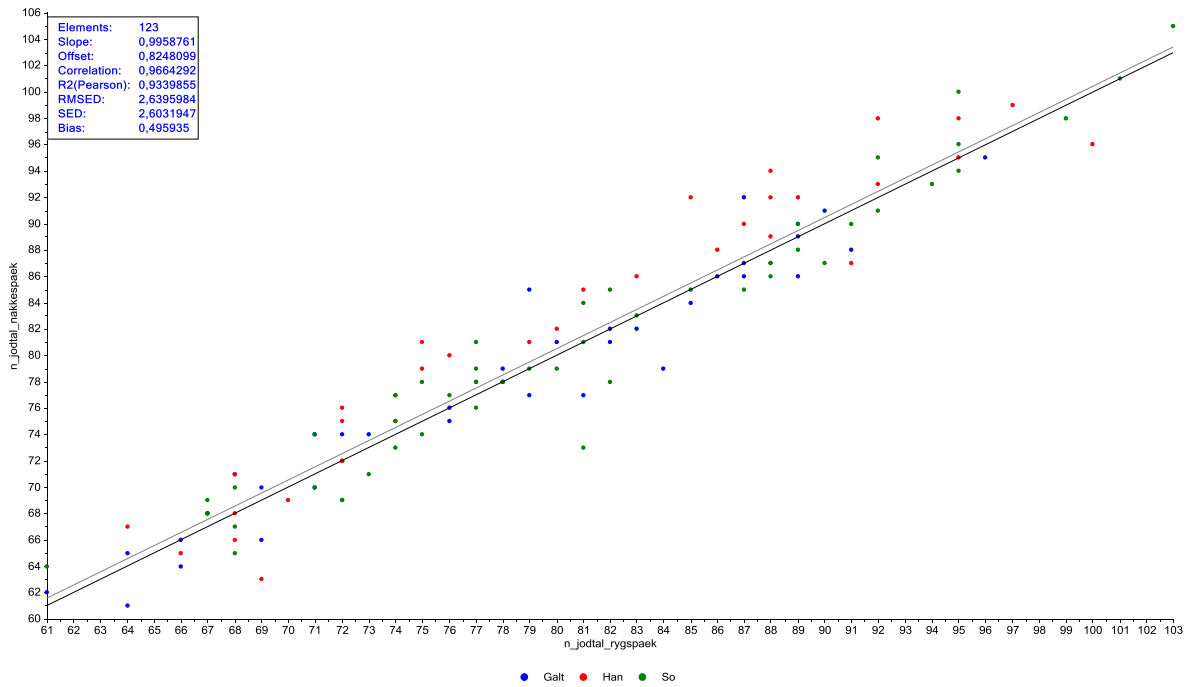
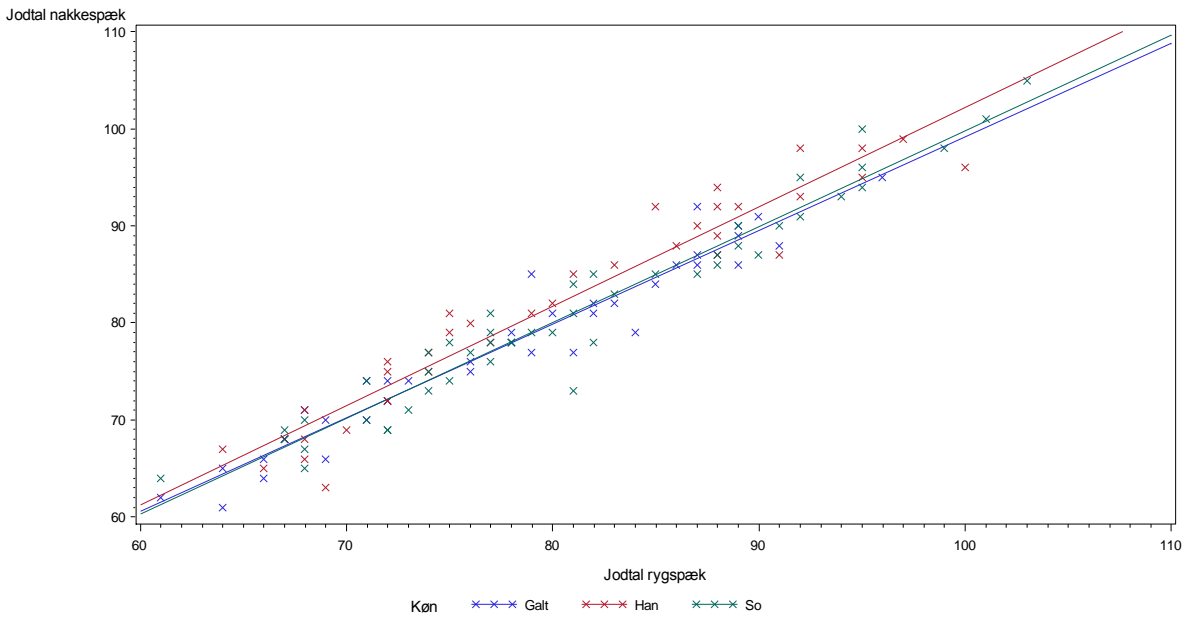
So:  $0,931 + 0,989 \times \text{jodtal i rygspæk}$  (RMSE=2,4 jodtalsenheder)

Han:  $-0,209 + 1,024 \times \text{jodtal i rygspæk}$  (RMSE=2,9 jodtalsenheder)

RMSE er usikkerheden på bestemmelsen af jodtallet i nakkespæk ud fra jodtallet i rygspæk. Hvis man *ikke* kender grisens køn, kan følgende ligning bruges:

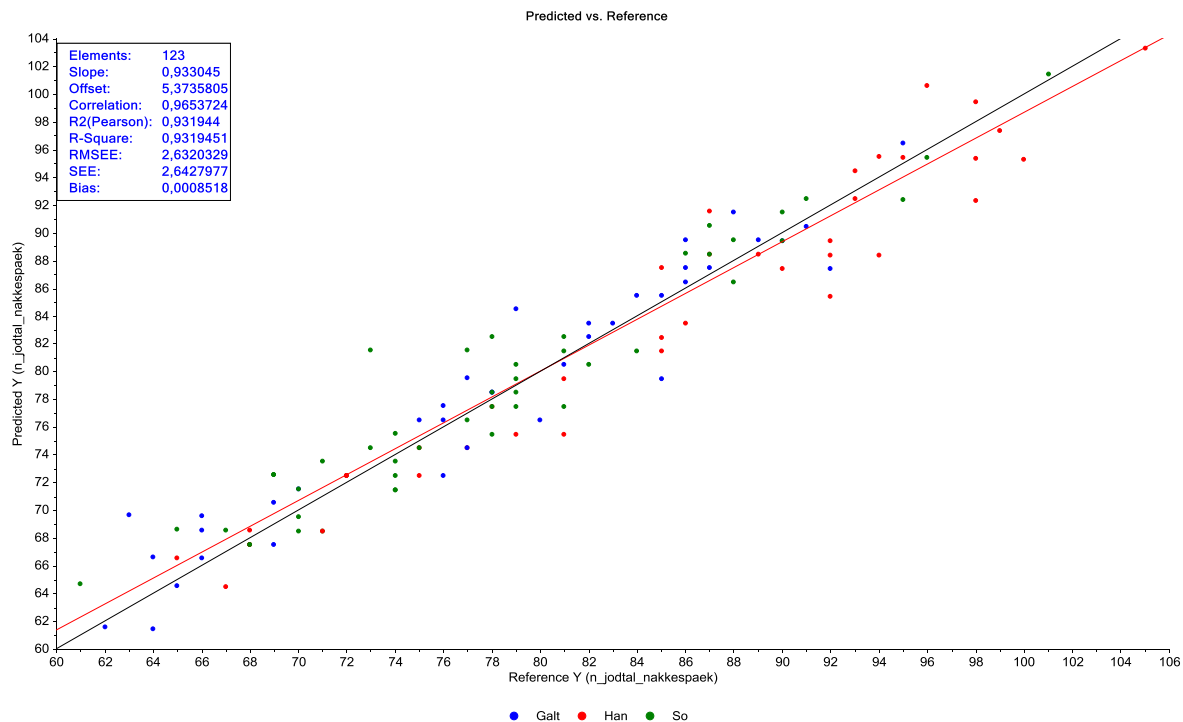
Alle:  $0,825 + 0,996 \times \text{jodtal i rygspæk}$  (RMSE=2,6 jodtalsenheder)

For alle fire modeller er konstantleddet ikke statistisk signifikant forskelligt fra 0 og hældningen ikke statistisk signifikant forskellig fra 1. Som tommelfingerregel kan man regne med, at jodtallet i nakkespæk er lig jodtallet i rygspæk, selvom der vil være noget variation fra gris til gris jævnfør modellernes usikkerhed på 2 - 3 jodtalsenheder.



**Figur 9. Sammenhæng mellem jodtal i rygspæk (den vandrette akse) og nakkespæk (lodret akse) med angivelse af køn. Øverst med regressionslinjer for hvert køn, nederst med en fælles regressionslinje (grå) og en linje, der angiver hvor de to jodtal er ens (sort).**

Figur 10 illustrerer den fælles model for jodtal i nakkespæk ud fra jodtal i rygspæk (plot fra MLR i Unscrambler hvor RMSEE stort set svarer til RMSE i SAS).



**Figur 10. Regressionsmodel for jodtal i nakkespæk ud fra jodtal i rygspæk (målt jodtal på den vandrette akse og modellens jodtal på den lodrette akse)**

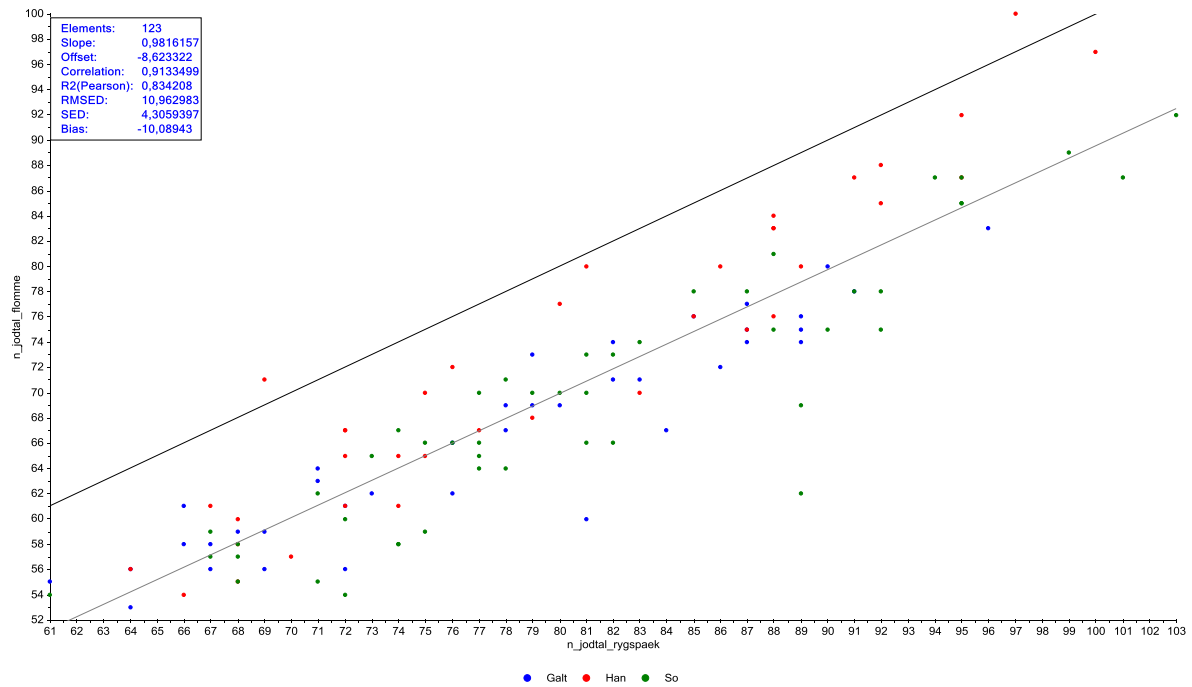
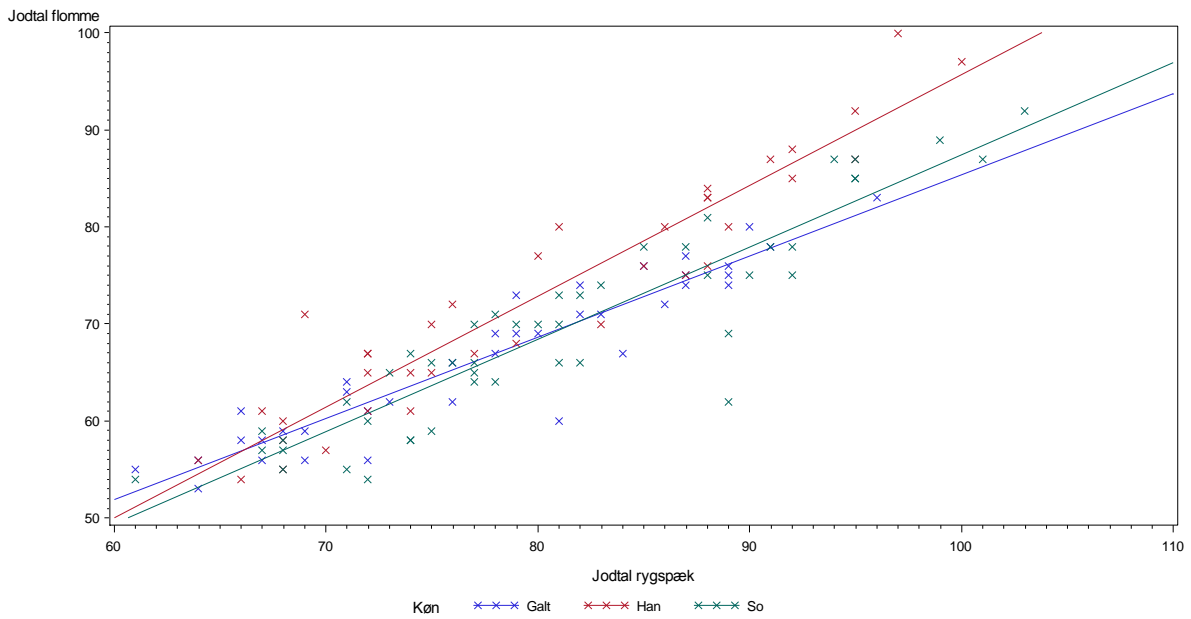
Figur 11 viser sammenhængen mellem jodtallet i henholdsvis rygspæk (den vandrette akse) og flomme (lodret akse). Der ses en tydelig niveauforskel; jodtallet i flomme er generelt lavere end i rygspæk. Det ses også, at sammenhængen mellem de to væv er forskellig for de tre køn, idet hældningerne er forskellige ( $p=0,004$ ). Hvis man kender jodtallet i rygspæk og vil beregne jodtallet i flomme og man kender kønnet, kan følgende ligninger bruges:

- Galt:  $1,691 + 0,836 \times \text{jodtal i rygspæk}$  (RMSE=2,9 jodtalsenheder)
- So:  $-7,677 + 0,951 \times \text{jodtal i rygspæk}$  (RMSE=4,1 jodtalsenheder)
- Han:  $-18,401 + 1,141 \times \text{jodtal i rygspæk}$  (RMSE=3,9 jodtalsenheder)

Hvis man *ikke* kender grisens køn, kan følgende ligning bruges:

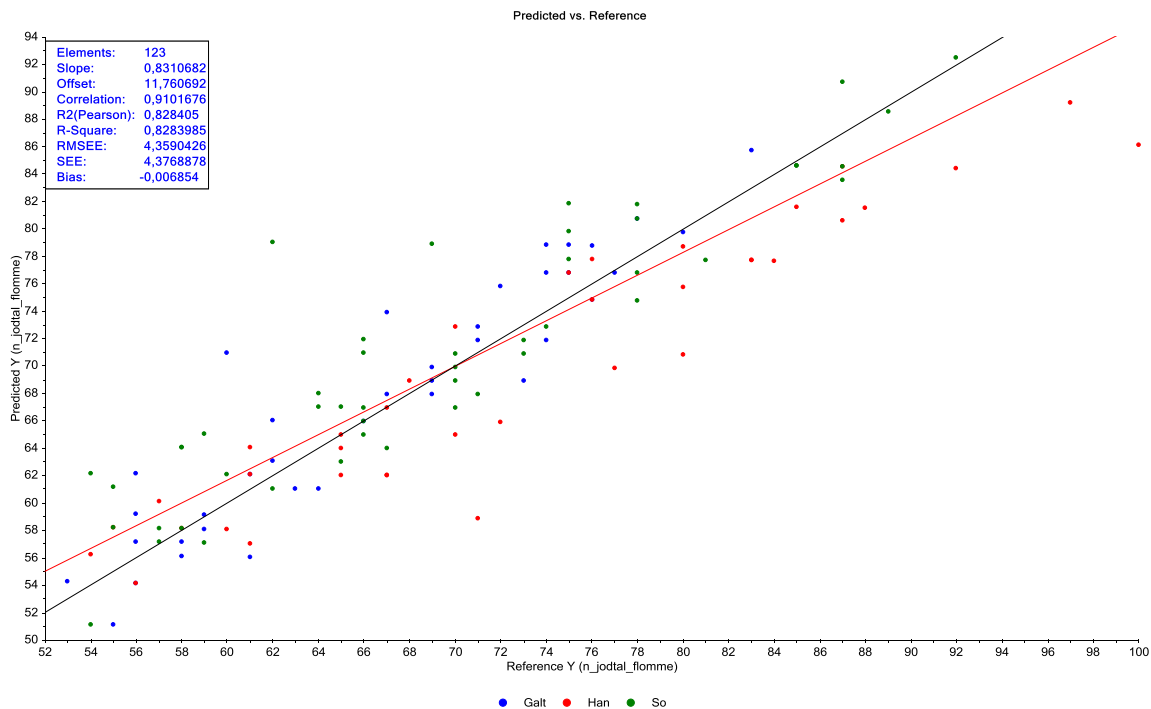
- Alle:  $-8,623 + 0,982 \times \text{jodtal i rygspæk}$  (RMSE=4,3 jodtalsenheder)





Figur 11. Sammenhæng mellem jodtal i rygspæk (den vandrette akse) og flomme (lodret akse) med angivelse af køn. Øverst med regressionslinjer for hvert køn, nederst med en fælles regressionslinje (grå) og en linje, der angiver hvor de to jodtal er ens (sort).

Figur 12 viser den fælles model for jodtal i flomme ud fra jodtal i rygspæk. Modellen har en forklaringsgrad ( $R^2$ ) på 82 %.



**Figur 12. Regressionsmodel for jodtal i flomme ud fra jodtal i rygspæk (målt jodtal på den vandrette akse og modellens jodtal på den lodrette akse)**

Figur 13 viser sammenhængen mellem jodtallet i henholdsvis rygspæk (den vandrette akse) og lyskefedt (lodret akse). Jodtallet er lavere i lyskefedt end i rygspæk. So- og galtgrise forløber meget ens, mens hangrisene har et lidt andet forløb, som det også ses af ligningerne nedenfor. Hvis man kender jodtallet i rygspæk og vil beregne jodtallet i lyskefedt og man kender kønnet, kan følgende ligninger bruges:

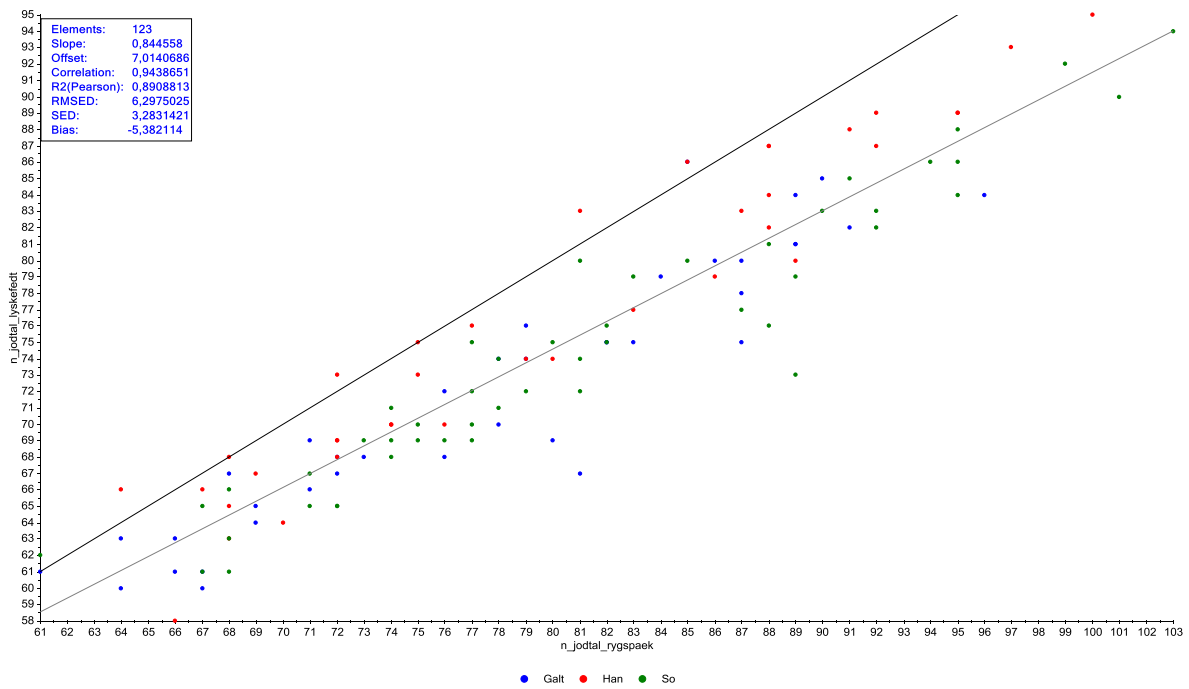
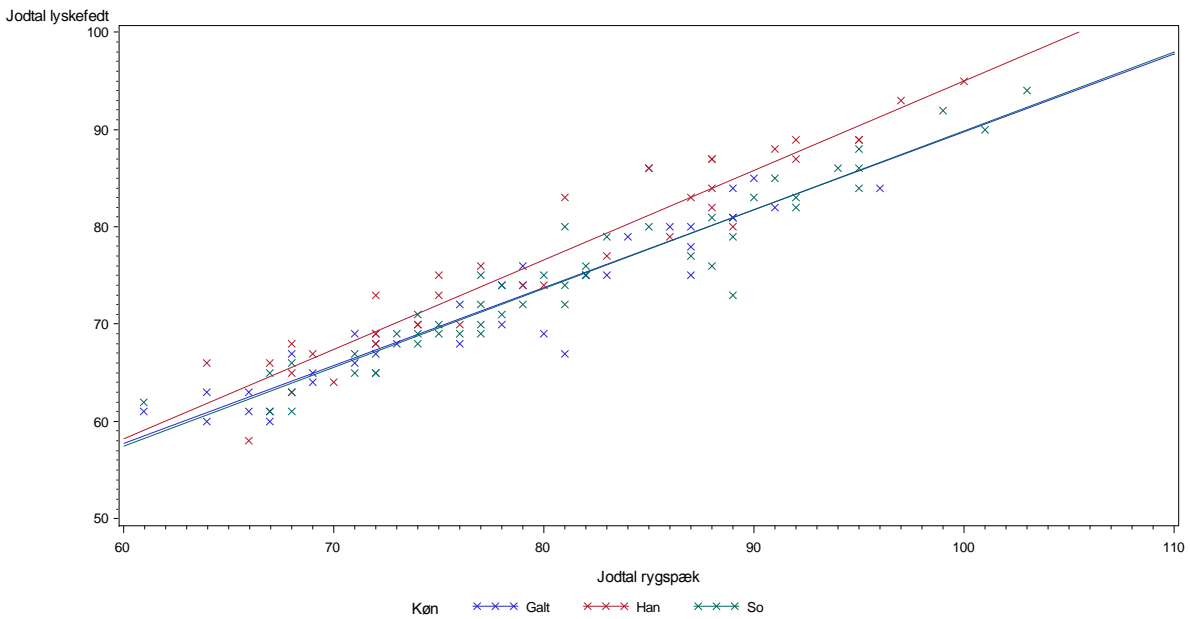
Galt:  $9,575 + 0,802 \times \text{jodtal i rygspæk}$  (RMSE=2,77 jodtalsenheder)

So:  $8,943 + 0,809 \times \text{jodtal i rygspæk}$  (RMSE=2,37 jodtalsenheder)

Han:  $2,910 + 0,921 \times \text{jodtal i rygspæk}$  (RMSE=2,67 jodtalsenheder)

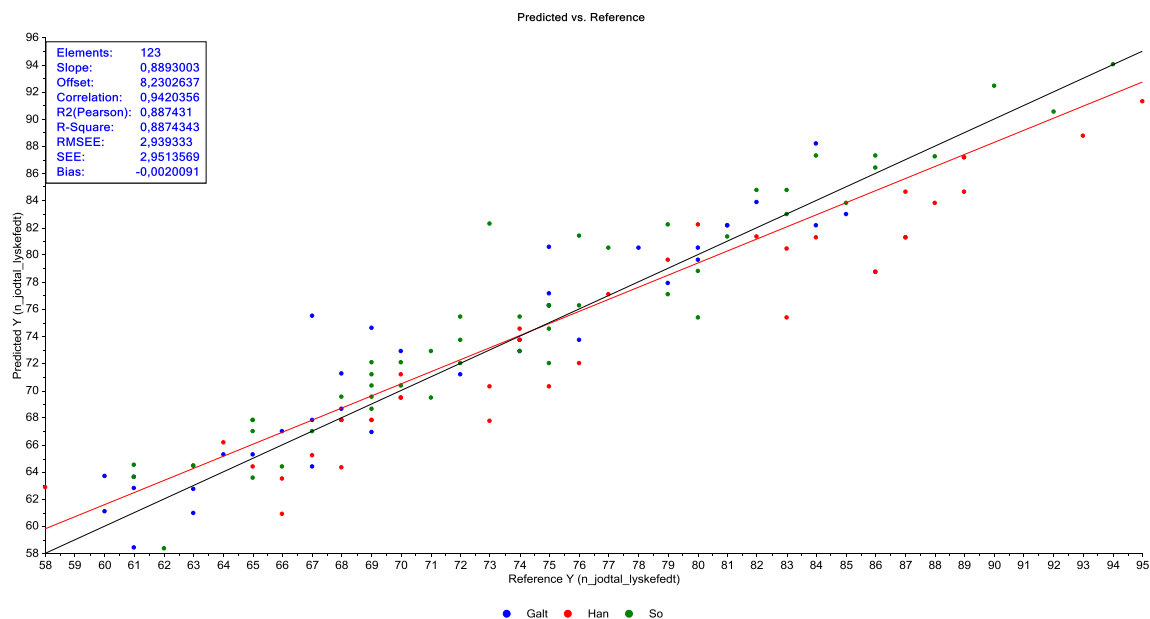
Hvis man *ikke* kender grisens køn, kan følgende ligning bruges:

Alle:  $7,014 + 0,845 \times \text{jodtal i rygspæk}$  (RMSE=2,92 jodtalsenheder)



**Figur 13. Sammenhæng mellem jodtal i rygspæk (den vandrette akse) og lyskefedt (lodret akse) med angivelse af køn. Øverst med regressionslinjer for hvert køn, nederst med en fælles regressionslinje (grå) og en linje, der angiver hvor de to jodtal er ens (sort).**

Figur 14 viser den fælles model for jodtal i lyskefedt ud fra jodtal i rygspæk. Modellen har en forklaringsgrad ( $R^2$ ) på 89 %.



**Figur 14. Regressionsmodel for jodtal i lyskefedt ud fra jodtal i rygspæk (målt jodtal på den vandrette akse og modellens jodtal på den lodrette akse)**

### Smeltepunkt

Figur 15 viser sammenhængen mellem smeltepunktet i henholdsvis rygspæk (den vandrette akse) og nakkespæk (lodret akse). Sammenhængen er ikke imponerende, selvom smeltepunktet dog trods alt stiger i nakkespæk, når det stiger i rygspæk. Hvis man kender smeltepunktet i rygspæk og vil beregne smeltepunktet i nakkefedt og man kender kønnet, kan følgende ligninger bruges:

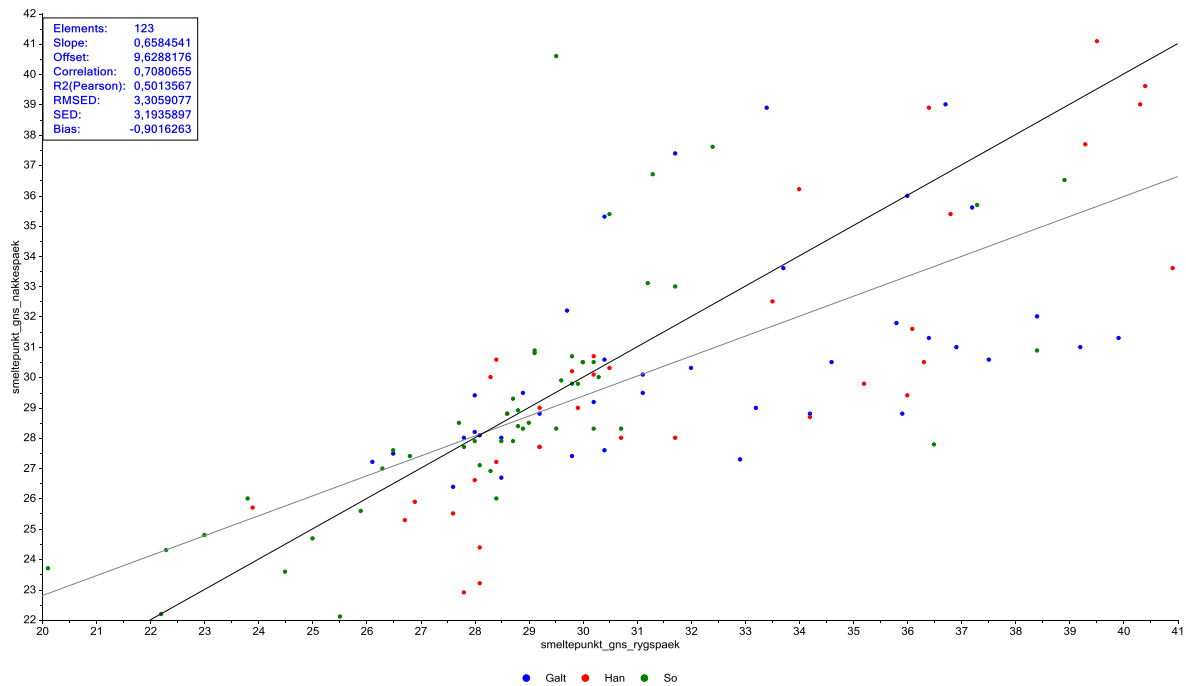
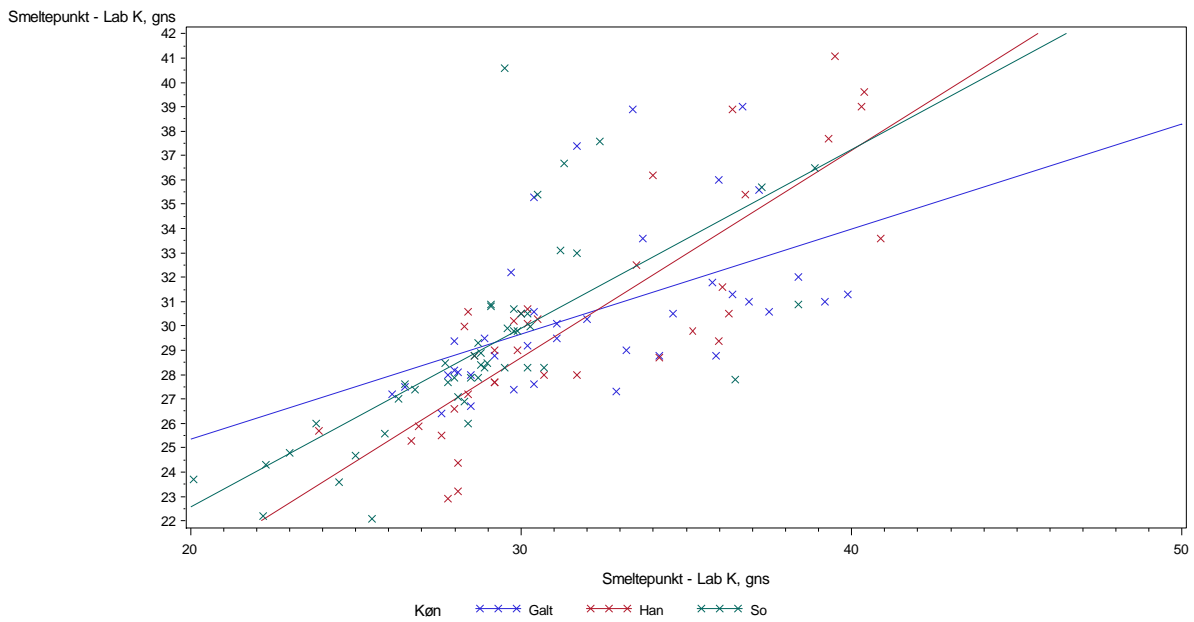
Galt:  $16,717 + 0,431 \times \text{smeltepunkt i rygspæk}$  (RMSE=2,9 °C)

So:  $7,921 + 0,733 \times \text{smeltepunkt i rygspæk}$  (RMSE=2,8 °C)

Han:  $3,142 + 0,852 \times \text{smeltepunkt i rygspæk}$  (RMSE=2,6 °C)

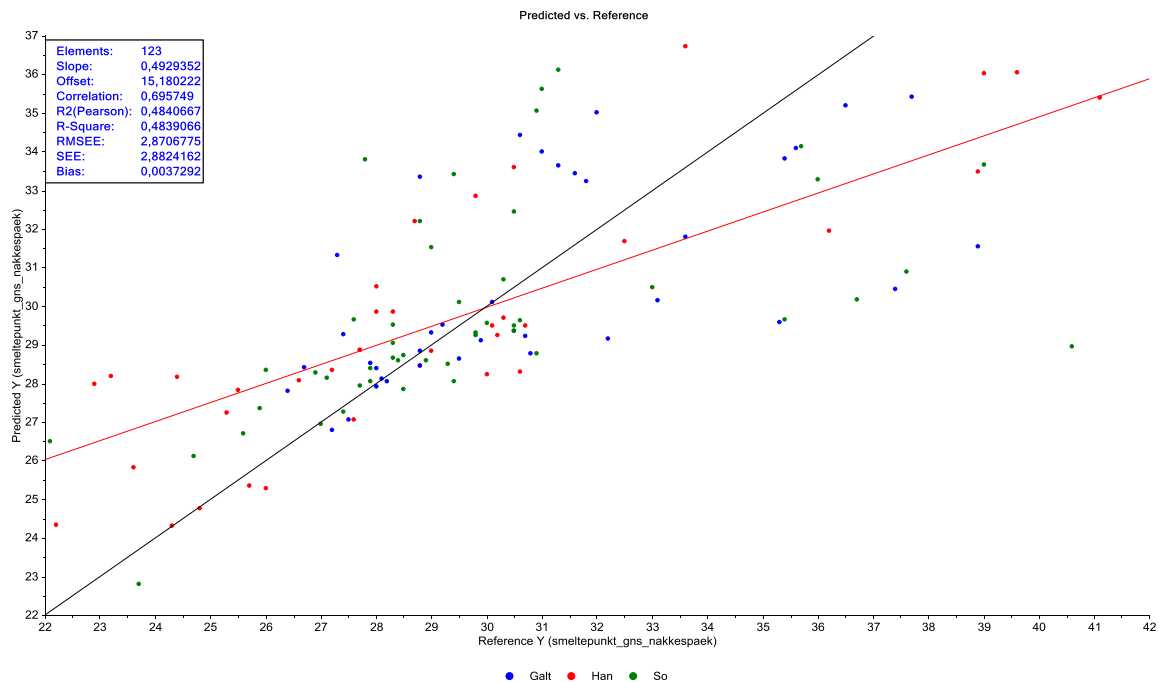
Hvis man *ikke* kender grisens køn, kan følgende ligning bruges:

Alle:  $9,629 + 0,658 \times \text{smeltepunkt i rygspæk}$  (RMSE=2,8 °C)



**Figur 15. Sammenhæng mellem smeltepunkt i rygspæk (den vandrette akse) og nakkespæk (lodret akse) med angivelse af køn. Øverst med regressionslinjer for hvert køn, nederst med en fælles regressionslinje (grå) og en linje, der angiver hvor de to jodtal er ens (sort).**

Figur 16 viser den fælles model for smeltepunkt i nakkespæk ud fra smeltepunkt i rygspæk. Det er tydeligt, at det ikke er nemt at estimere smeltepunktet i nakkespæk ud fra smeltepunktet i rygspæk. Modellen er ikke særligt god – forklaringsgraden ( $R^2$ ) er kun 48 %.



**Figur 16. Regressionsmodel for smeltepunkt i nakkespæk ud fra smeltepunkt i rygspæk (målt smeltepunkt på den vandrette akse og modellens smeltepunkt på den lodrette akse)**

Figur 17 viser sammenhængen mellem smeltepunktet i henholdsvis rygspæk (den vandrette akse) og flomme (lodret akse). Hvis man kender smeltepunktet i rygspæk og vil beregne smeltepunktet i flomme og man kender kønnet, kan følgende ligninger bruges:

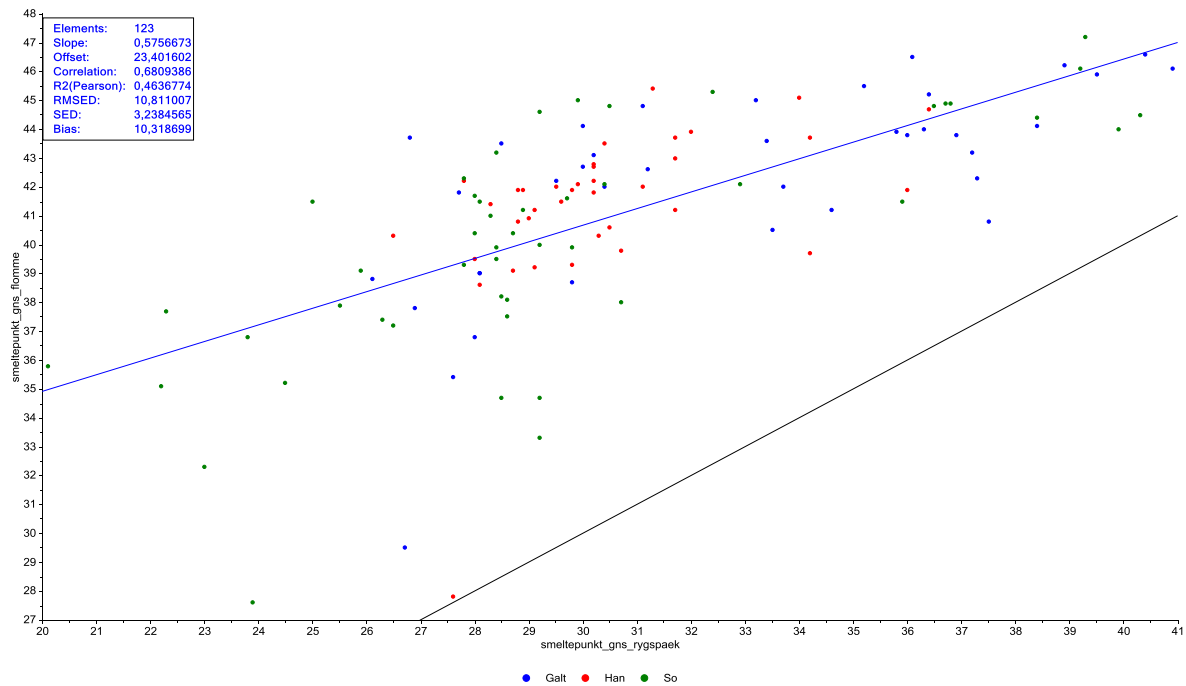
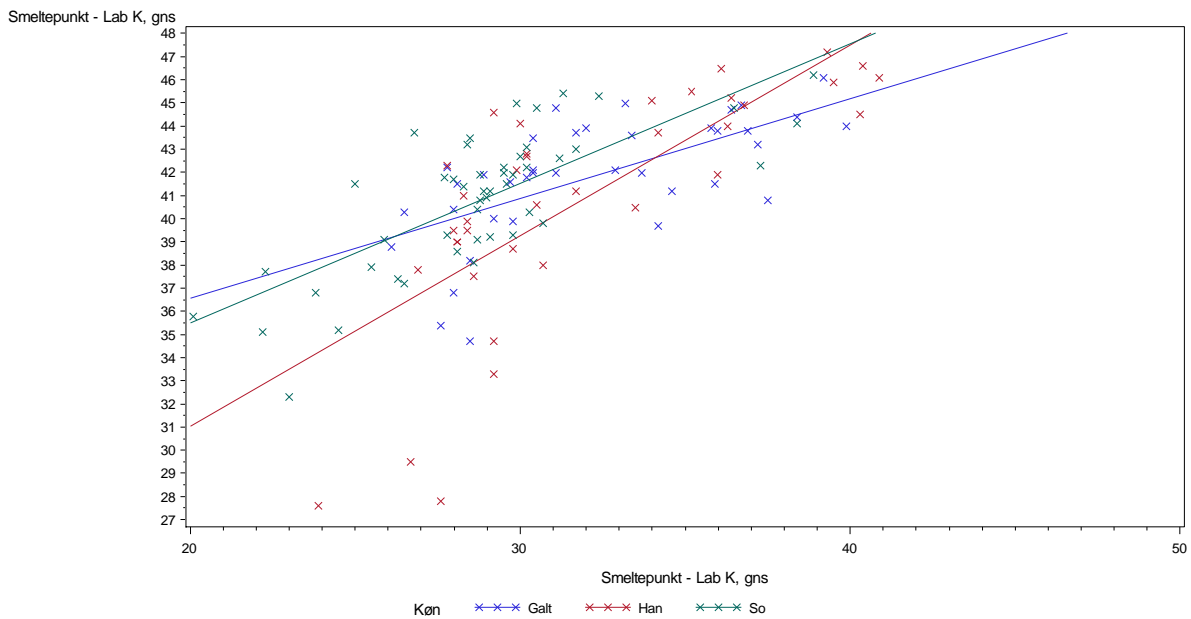
Galt:  $27,977 + 0,430 \times \text{smeltepunkt i rygspæk}$  (RMSE=2,0 °C)

So:  $23,456 + 0,602 \times \text{smeltepunkt i rygspæk}$  (RMSE=2,0 °C)

Han:  $14,607 + 0,822 \times \text{smeltepunkt i rygspæk}$  (RMSE=3,4 °C)

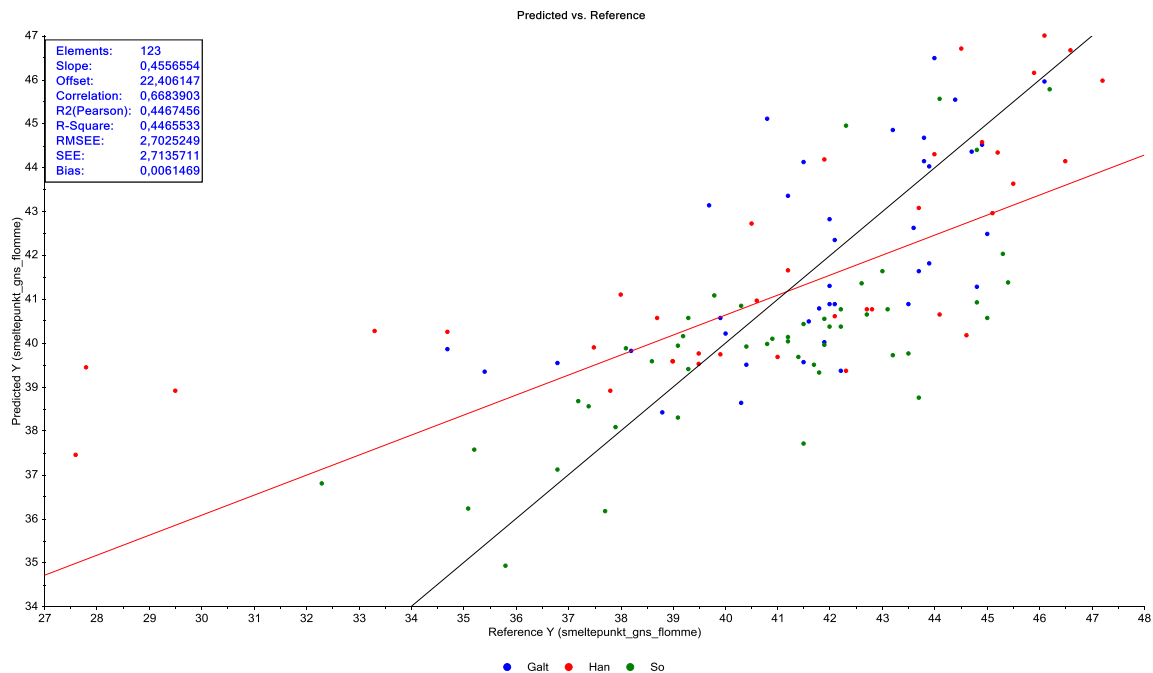
Hvis man *ikke* kender grisens køn, kan følgende ligning bruges:

Alle:  $23,402 + 0,576 \times \text{smeltepunkt i rygspæk}$  (RMSE=2,7 °C)



**Figur 17. Sammenhæng mellem smeltepunkt i rygsæk (den vandrette akse) og flomme (lodret akse) med angivelse af køn. Øverst med regressionslinjer for hvert køn, nederst med en fælles regressionslinje (blå) og en linje, der angiver hvor de to jødtal er ens (sort).**

Figur 18 viser den fælles model for smeltepunkt i flomme ud fra smeltepunkt i rygsæk. Det er tydeligt, at det heller ikke er nemt at estimere smeltepunktet i flomme ud fra smeltepunktet i rygsæk – forklaringsgraden ( $R^2$ ) er kun 45 %.



**Figur 18. Regressionsmodel for smeltepunkt i flomme ud fra smeltepunkt i rygspæk (målt smeltepunkt på den vandrette akse og modellens smeltepunkt på den lodrette akse)**

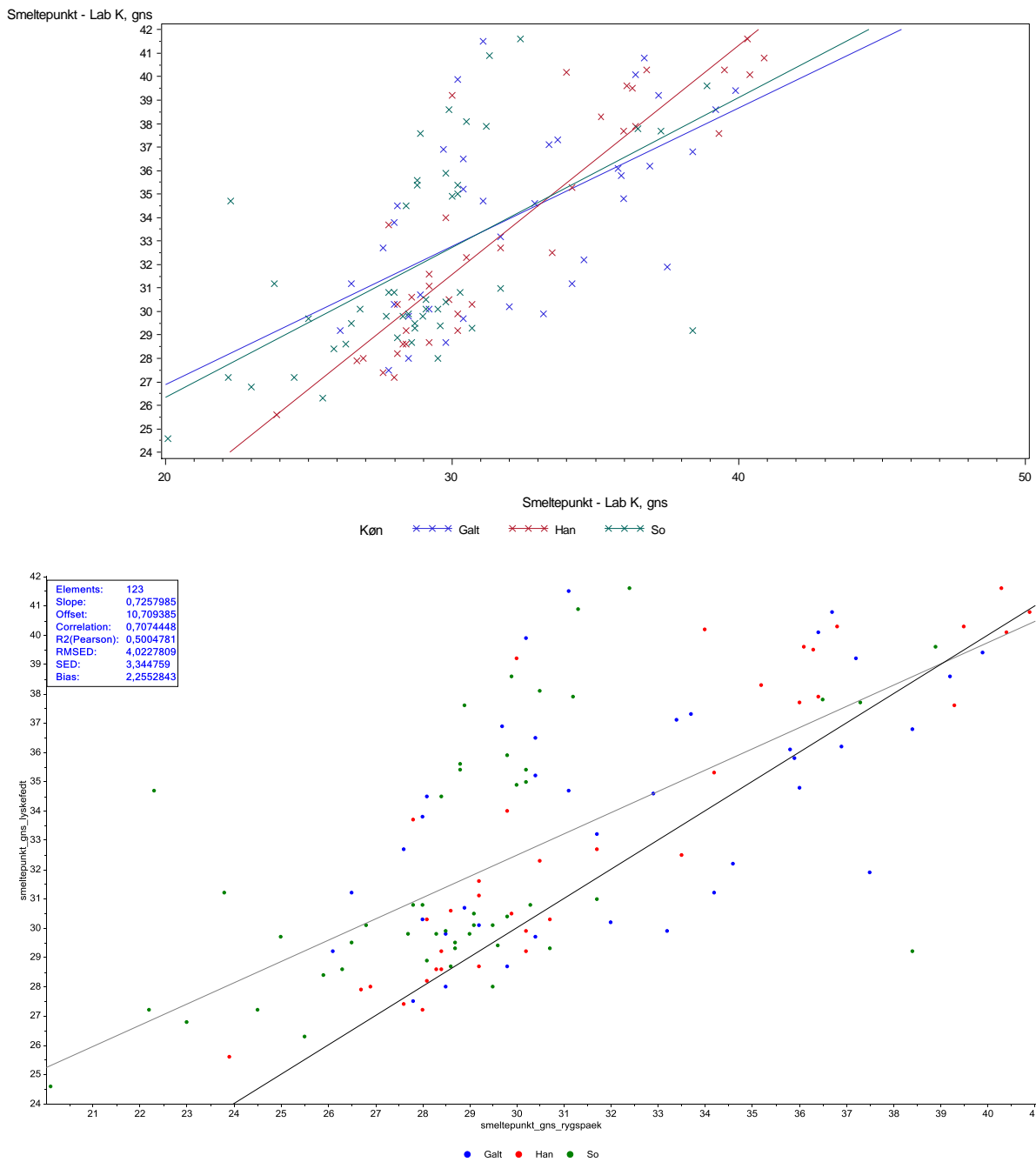
Figur 19 viser sammenhængen mellem smeltepunktet i henholdsvis rygspæk (den vandrette akse) og lyskefedt (lodret akse). Hvis man kender smeltepunktet i rygspæk og vil beregne smeltepunktet i lyskefedt og man kender kønnet, kan følgende ligninger bruges:

- Galt:  $15,119 + 0,589 \times \text{smeltepunkt i rygspæk}$  (RMSE=3,3 °C)
- So:  $13,595 + 0,638 \times \text{smeltepunkt i rygspæk}$  (RMSE=3,5 °C)
- Han:  $2,310 + 0,975 \times \text{smeltepunkt i rygspæk}$  (RMSE=2,3 °C)

Hvis man *ikke* kender grisens køn, kan følgende ligning bruges:

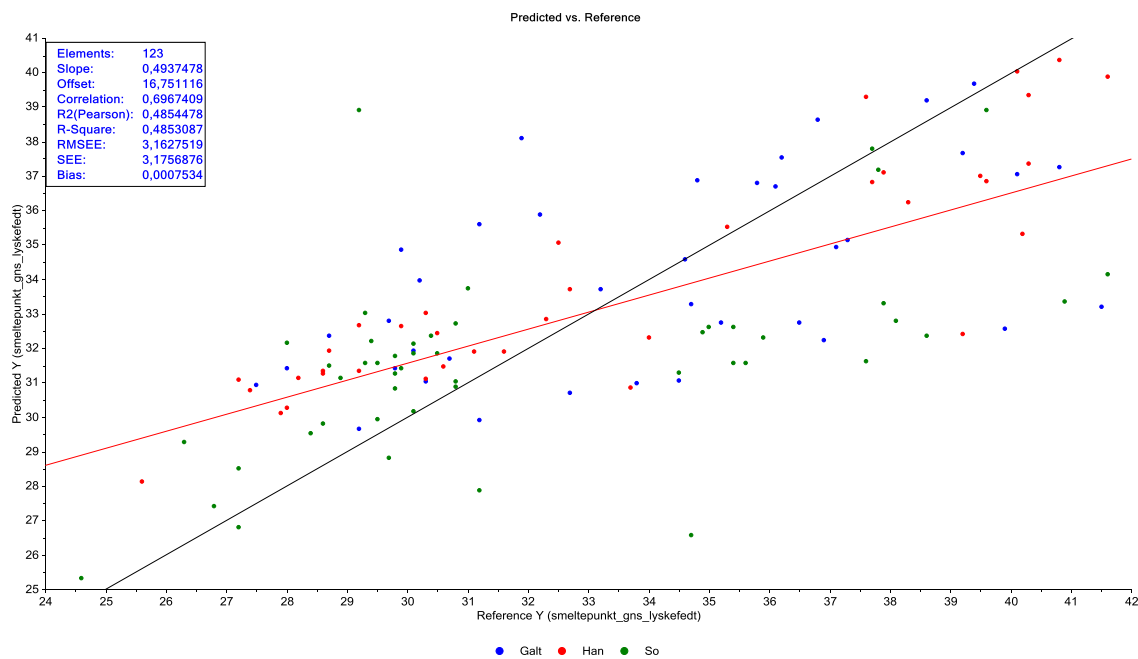
- Alle:  $10,709 + 0,726 \times \text{smeltepunkt i rygspæk}$  (RMSE=3,1 °C)





**Figur 19. Sammenhæng mellem smeltepunkt i rygsæk (den vandrette akse) og lyskefedt (lodret akse) med angivelse af køn. Øverst med regressionslinjer for hvert køn, nederst med en fælles regressionslinje (grå) og en linje, der angiver hvor de to jodtal er ens (sort).**

Figur 20 viser den fælles model for smeltepunkt i lyskefedt ud fra smeltepunkt i rygsæk. Det er tydeligt, at det heller ikke er nemt at estimere smeltepunktet i lyskefedt ud fra smeltepunktet i rygsæk – forklaringsgraden ( $R^2$ ) er kun 49 %.



**Figur 20. Regressionsmodel for smeltepunkt i lyskefedt ud fra smeltepunkt i rygspæk (målt smeltepunkt på den vandrette akse og modellens smeltepunkt på den lodrette akse)**

### Smeltepunkt og jodtal

I dette afsnit beskrives hvordan smeltepunktet kan bestemmes ud fra jodtallet i de fire fedtvæv.

Figur 21 viser sammenhængen mellem jodtallet i rygspæk (den vandrette akse) og smeltepunktet i rygspæk (lodret akse). Hvis man kender jodtallet i rygspæk og vil beregne smeltepunktet i rygspæk og man kender kønnet, kan følgende ligninger bruges:

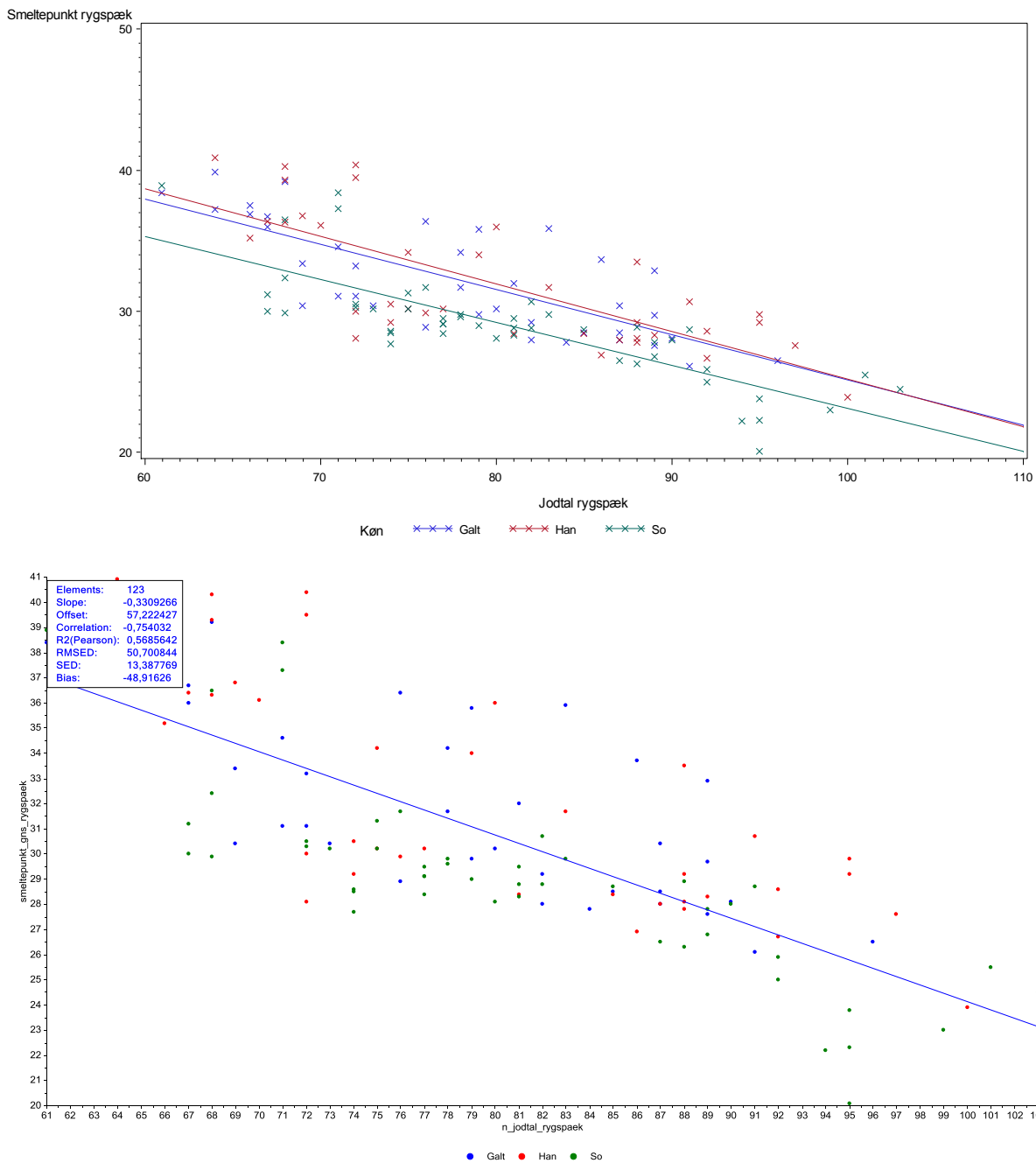
Galt:  $57,103 - 0,320 \times \text{jodtal i rygspæk}$  (RMSE=2,6 °C)

So:  $53,521 - 0,304 \times \text{jodtal i rygspæk}$  (RMSE=2,3 °C)

Han:  $58,890 - 0,337 \times \text{jodtal i rygspæk}$  (RMSE=3,1 °C)

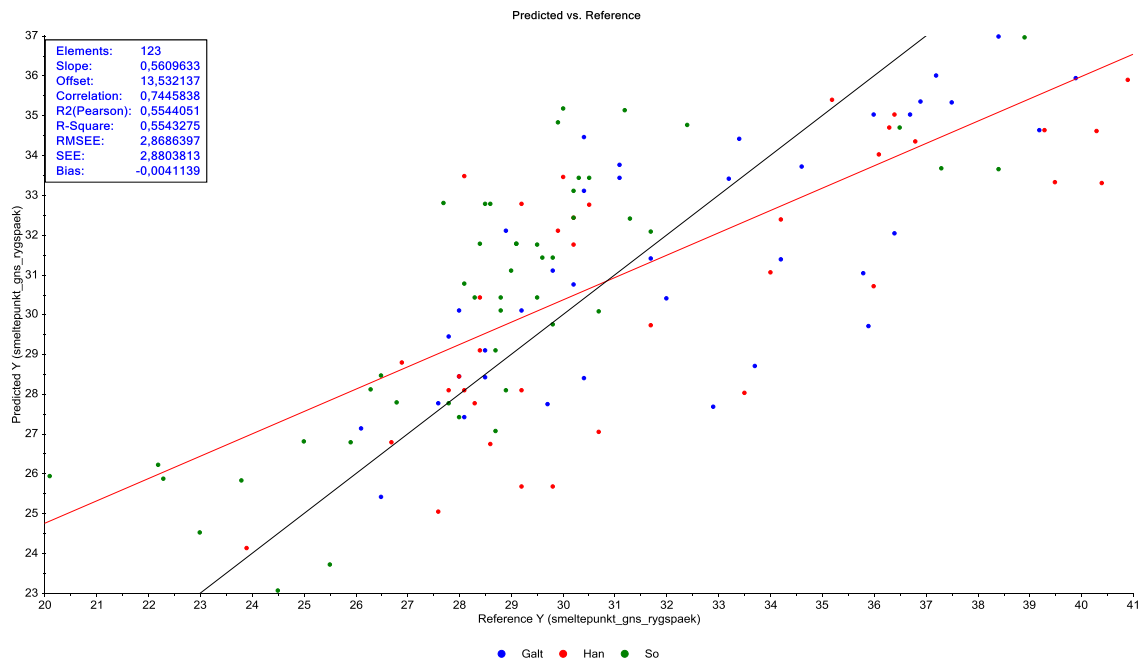
Hvis man *ikke* kender grisens køn, kan følgende ligning bruges:

Alle:  $57,222 - 0,331 \times \text{jodtal i rygspæk}$  (RMSE=2,9 °C)



**Figur 21. Sammenhæng mellem jodtal (den vandrette akse) og smeltepunkt i rygspæk (lodret akse) med angivelse af køn. Øverst med regressionslinjer for hvert køn, nederst med en fælles regressionslinje.**

Figur 22 viser den fælles model for smeltepunkt i rygspæk ud fra jodtal i rygspæk. Selvom der er en vis sammenhæng mellem smeltepunkt og jodtal, giver jodtallet ikke et alt for godt mål for smeltepunktet – forklaringsgraden ( $R^2$ ) er kun 55 %.



**Figur 22. Regressionsmodel for smeltepunkt i rygspæk ud fra jodtal i rygspæk (målt smeltepunkt på den vandrette akse og modellens smeltepunkt på den lodrette akse)**

Figur 23 viser sammenhængen mellem jodtallet i nakkespæk (den vandrette akse) og smeltepunktet i nakkespæk (lodret akse). Hvis man kender jodtallet i nakkespæk og vil beregne smeltepunktet i nakkespæk og man kender kønnet, kan følgende ligninger bruges:

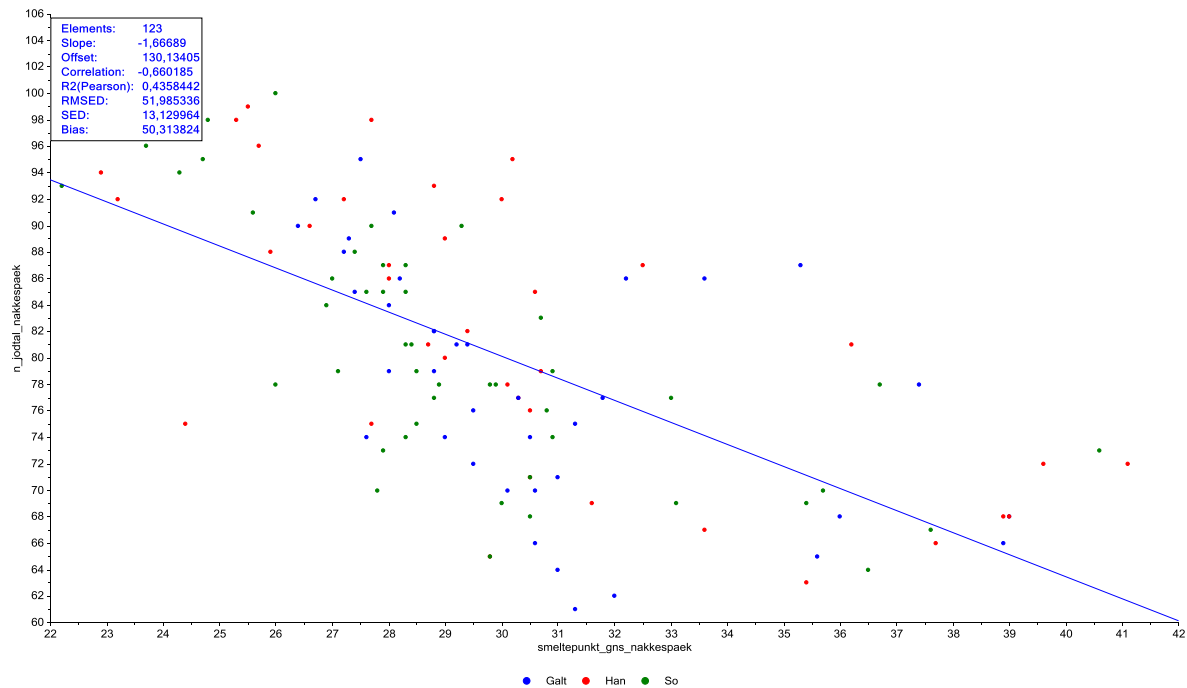
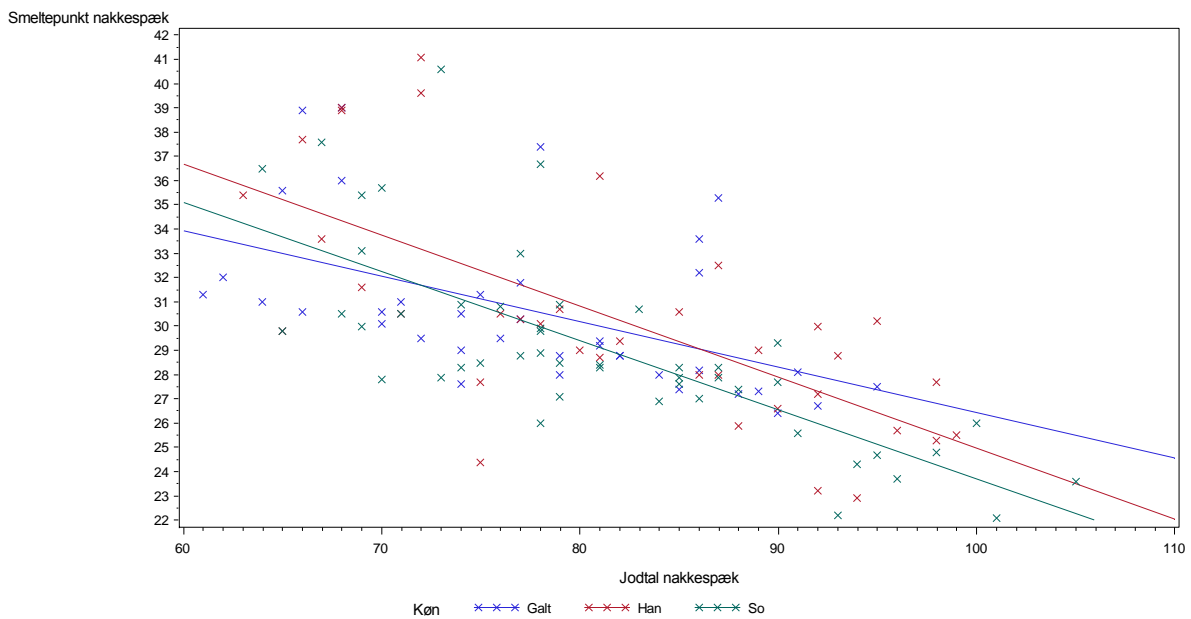
Galt:  $45,203 - 0,188 \times \text{jodtal i nakkespæk}$  (RMSE=2,9 °C)

So:  $52,227 - 0,285 \times \text{jodtal i nakkespæk}$  (RMSE=2,7 °C)

Han:  $54,222 - 0,292 \times \text{jodtal i nakkespæk}$  (RMSE=3,4 °C)

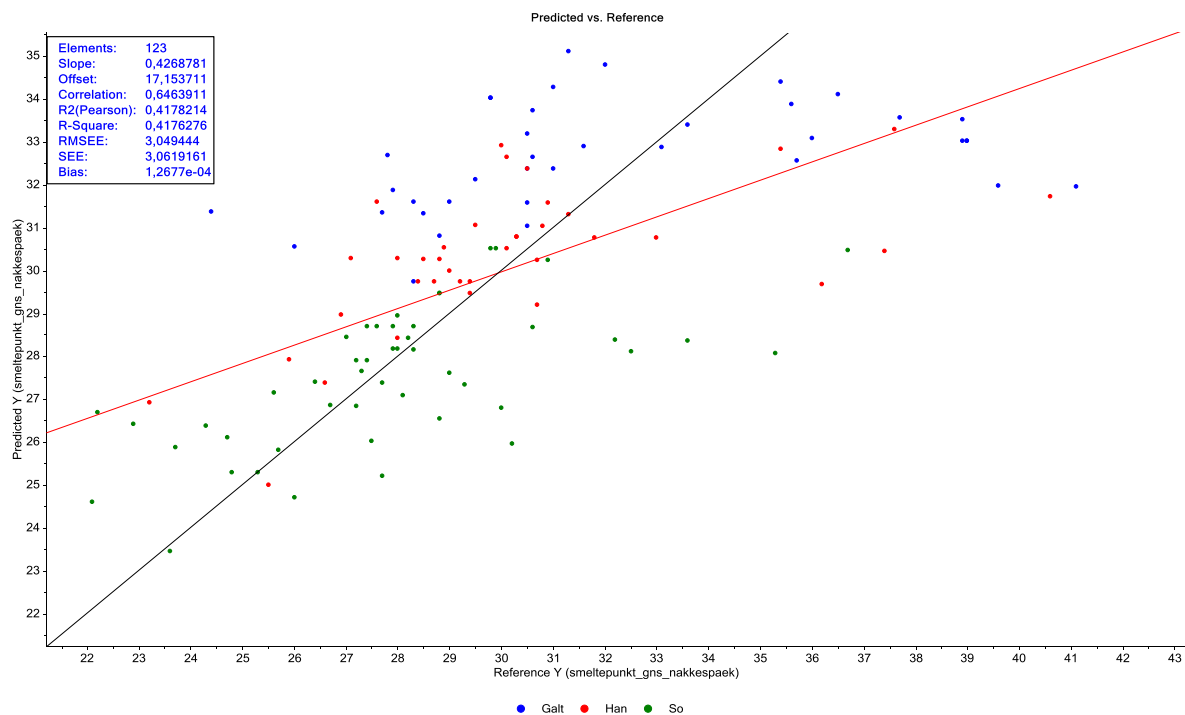
Hvis man *ikke* kender grisens køn, kan følgende ligning bruges:

Alle:  $50,912 - 0,261 \times \text{jodtal i nakkespæk}$  (RMSE=3,0 °C)



**Figur 23. Sammenhæng mellem jodtal (den vandrette akse) og smeltepunkt i nakkespæk (lodret akse) med angivelse af køn. Øverst med regressionslinjer for hvert køn, nederst med en fælles regressionslinje.**

Figur 24 viser den fælles model for smeltepunkt i nakkespæk ud fra jodtal i nakkespæk. Selvom der er en vis sammenhæng mellem smeltepunkt og jodtal, giver jodtallet ikke et godt mål for smeltepunktet – forklaringsgraden ( $R^2$ ) er kun 42 %.



**Figur 24. Regressionsmodel for smeltepunkt i nakkespæk ud fra jodtal i nakkespæk (målt smeltepunkt på den vandrette akse og modellens smeltepunkt på den lodrette akse)**

Figur 25 viser sammenhængen mellem jodtallet i flomme (den vandrette akse) og smeltepunktet i flomme (lodret akse). Hvis man kender jodtallet i flomme og vil beregne smeltepunktet i flomme *og* man kender kønnet, kan følgende ligninger bruges:

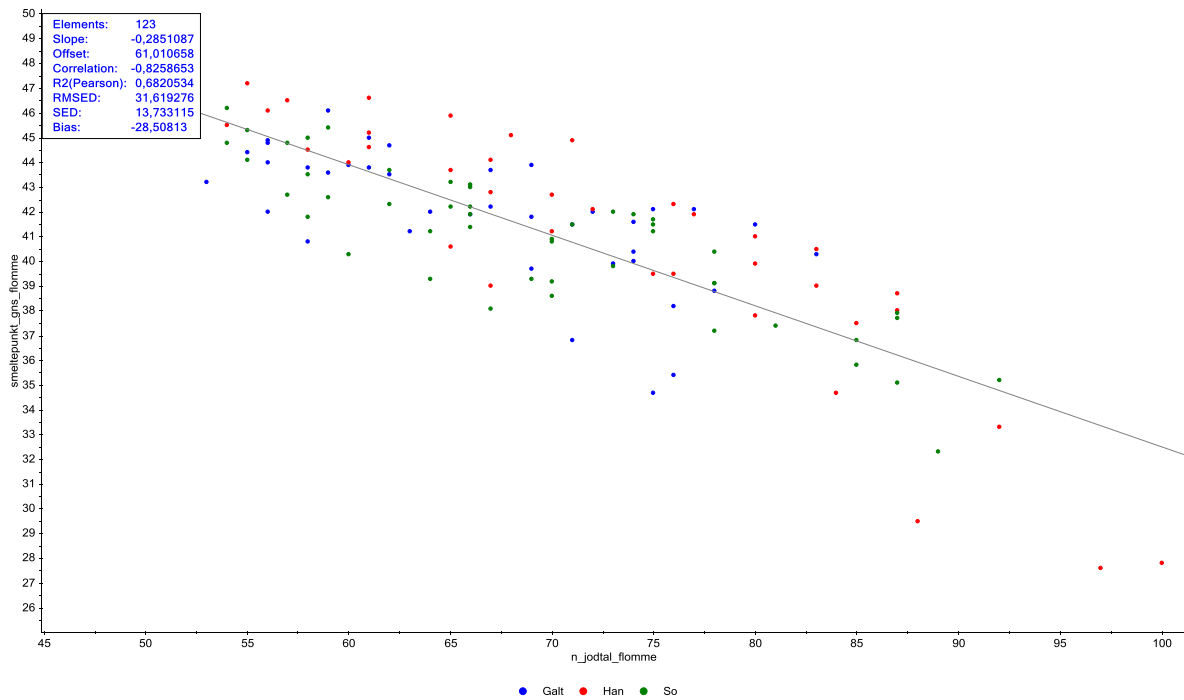
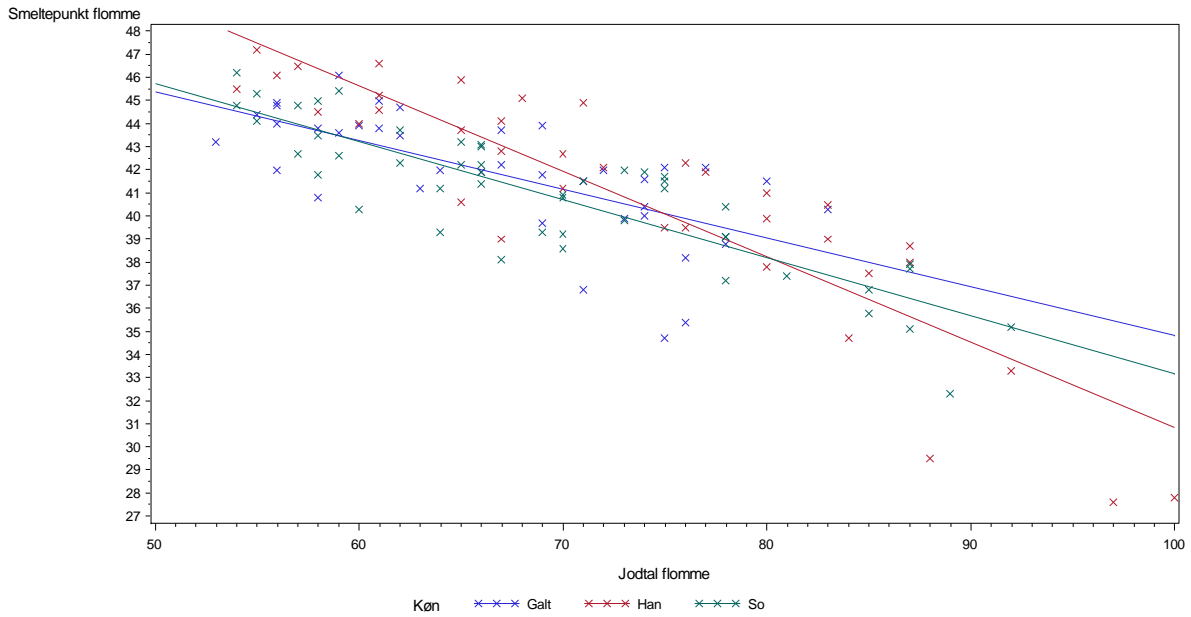
Galt:  $55,920 - 0,211 \times \text{jodtal i flomme}$  (RMSE=2,0 °C)

So:  $58,328 - 0,252 \times \text{jodtal i flomme}$  (RMSE=1,5 °C)

Han:  $67,793 - 0,369 \times \text{jodtal i flomme}$  (RMSE=2,3 °C)

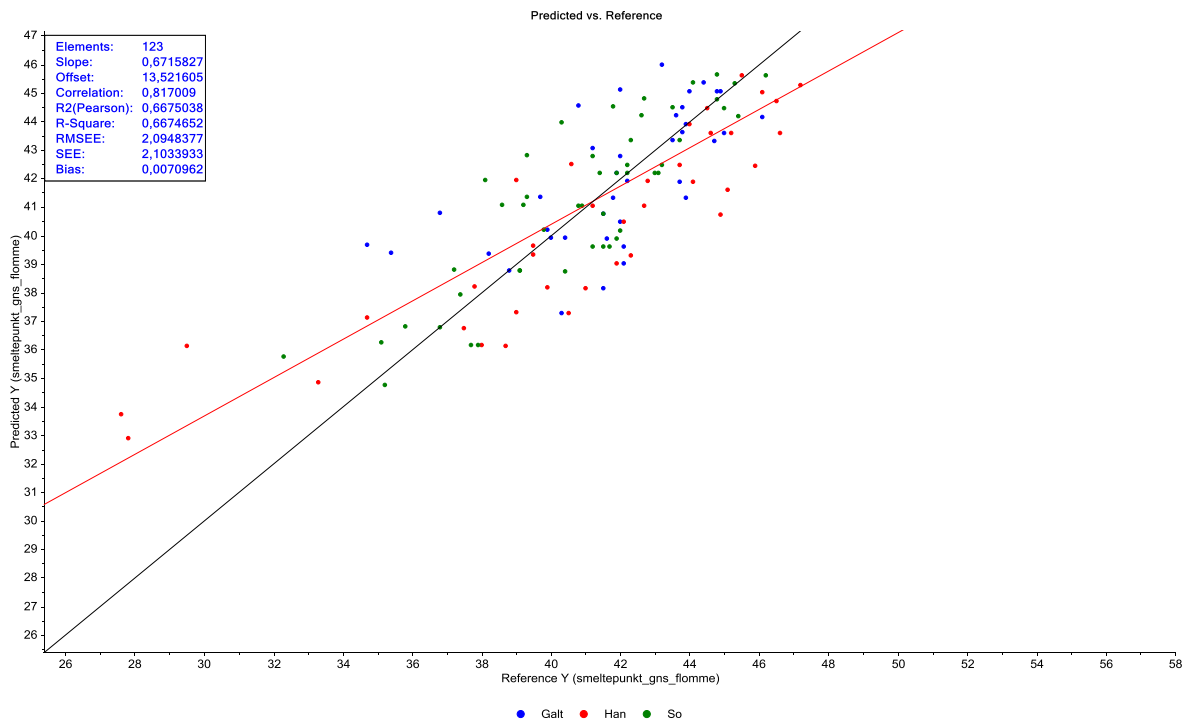
Hvis man *ikke* kender grisens køn, kan følgende ligning bruges:

Alle:  $61,011 - 0,285 \times \text{jodtal i flomme}$  (RMSE=2,1 °C)



**Figur 25. Sammenhæng mellem jodtal (den vandrette akse) og smeltepunkt i flomme (lodret akse) med angivelse af køn. Øverst med regressionslinjer for hvert køn, nederst med en fælles regressionslinje.**

Figur 26 viser den fælles model for smeltepunkt i flomme ud fra jodtal i flomme. Selvom der er en vis sammenhæng mellem smeltepunkt og jodtal, giver jodtallet ikke et alt for godt mål for smeltepunktet – forklaringsgraden ( $R^2$ ) er kun 67 %.



**Figur 26. Regressionsmodel for smeltepunkt i flomme ud fra jodtal i flomme (målt smeltepunkt på den vandrette akse og modellens smeltepunkt på den lodrette akse)**

Figur 27 viser sammenhængen mellem jodtallet i lyskefedt (den vandrette akse) og smeltepunktet i lyskefedt (lodret akse). Hvis man kender jodtallet i lyskefedt og vil beregne smeltepunktet i lyskefedt og man kender kønnet, kan følgende ligninger bruges:

Galt:  $52,566 - 0,257 \times \text{jodtal i lyskefedt}$  (RMSE=3,4 °C)

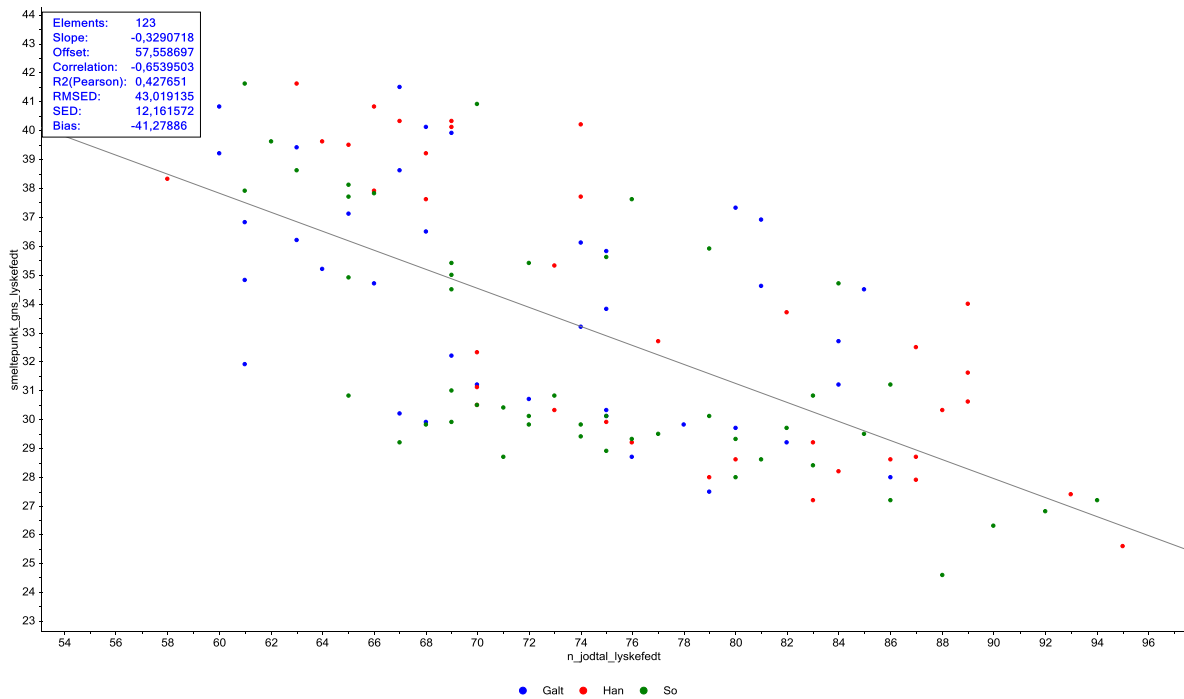
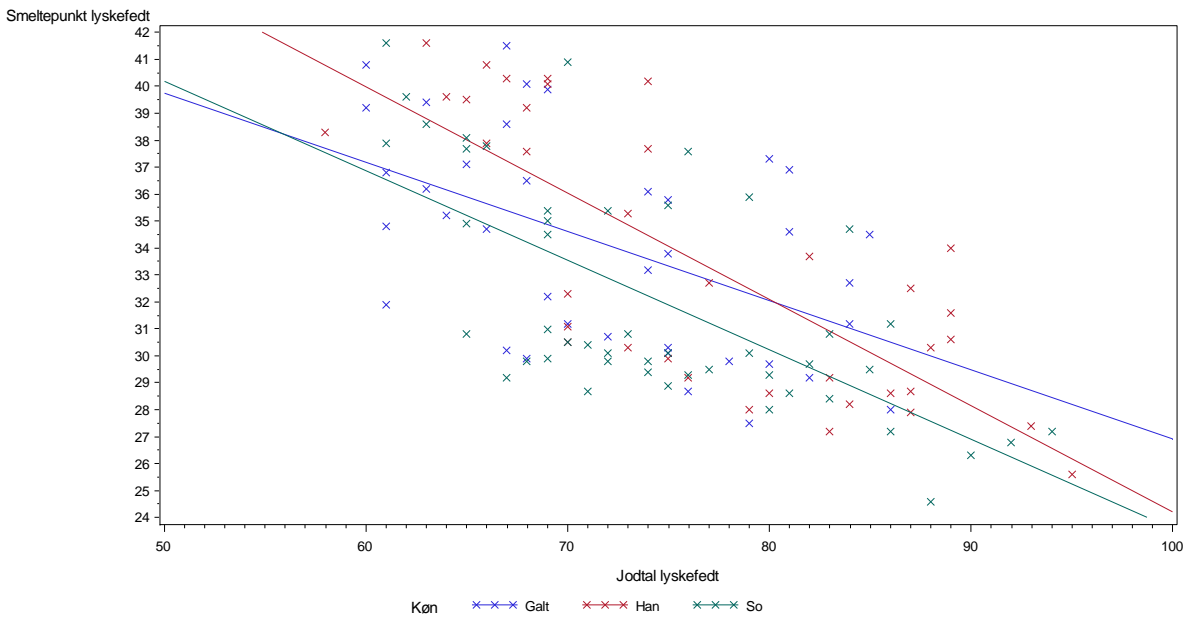
So:  $56,770 - 0,332 \times \text{jodtal i lyskefedt}$  (RMSE=3,2 °C)

Han:  $63,614 - 0,394 \times \text{jodtal i lyskefedt}$  (RMSE=3,2 °C)

Hvis man *ikke* kender grisens køn, kan følgende ligning bruges:

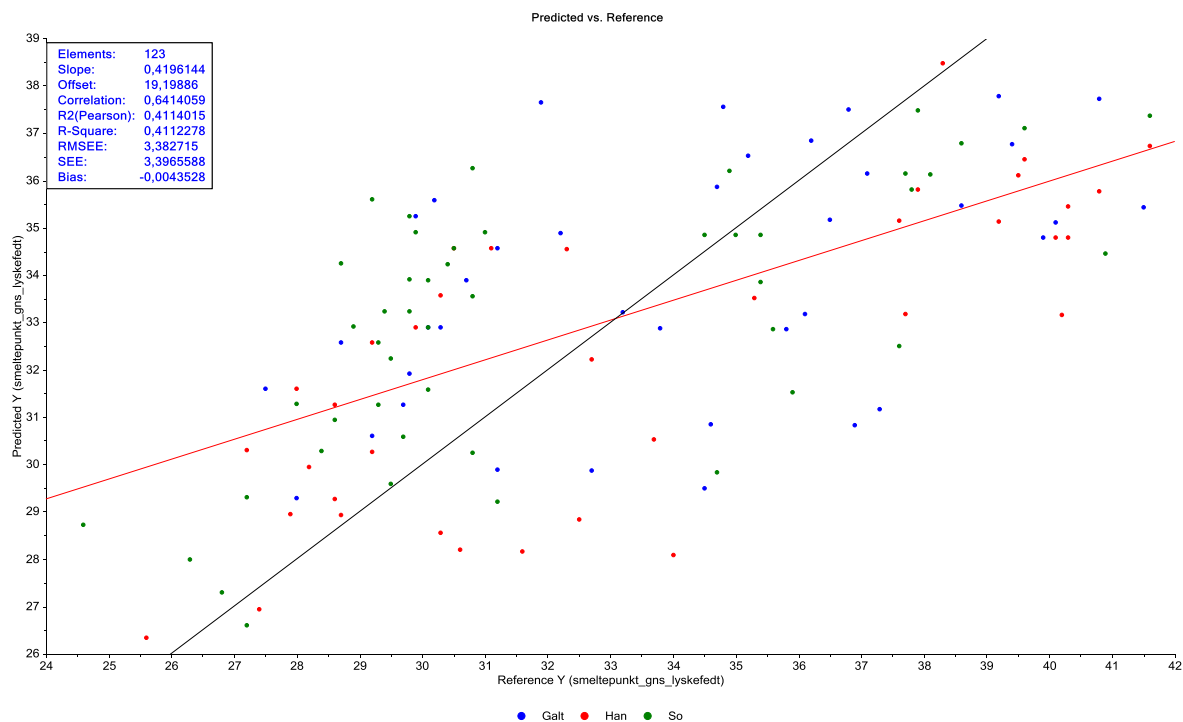
Alle:  $57,559 - 0,329 \times \text{jodtal i lyskefedt}$  (RMSE=3,4 °C)





**Figur 27. Sammenhæng mellem jodtal (den vandrette akse) og smeltepunkt i lyske (lodret akse) med angivelse af køn. Øverst med regressionslinjer for hvert køn, nederst med en fælles regressionslinje.**

Figur 28 viser den fælles model for smeltepunkt i lyskefedt ud fra jodtal i lyskefedt. Selvom der er en sammenhæng mellem smeltepunkt og jodtal, giver jodtallet ikke et godt mål for smeltepunktet – forklaringsgraden ( $R^2$ ) er kun 41 %.



**Figur 28. Regressionsmodel for smeltepunkt i lyskefedt ud fra jodtal i lyskefedt (målt smeltepunkt på den vandrette akse og modellens smeltepunkt på den lodrette akse)**

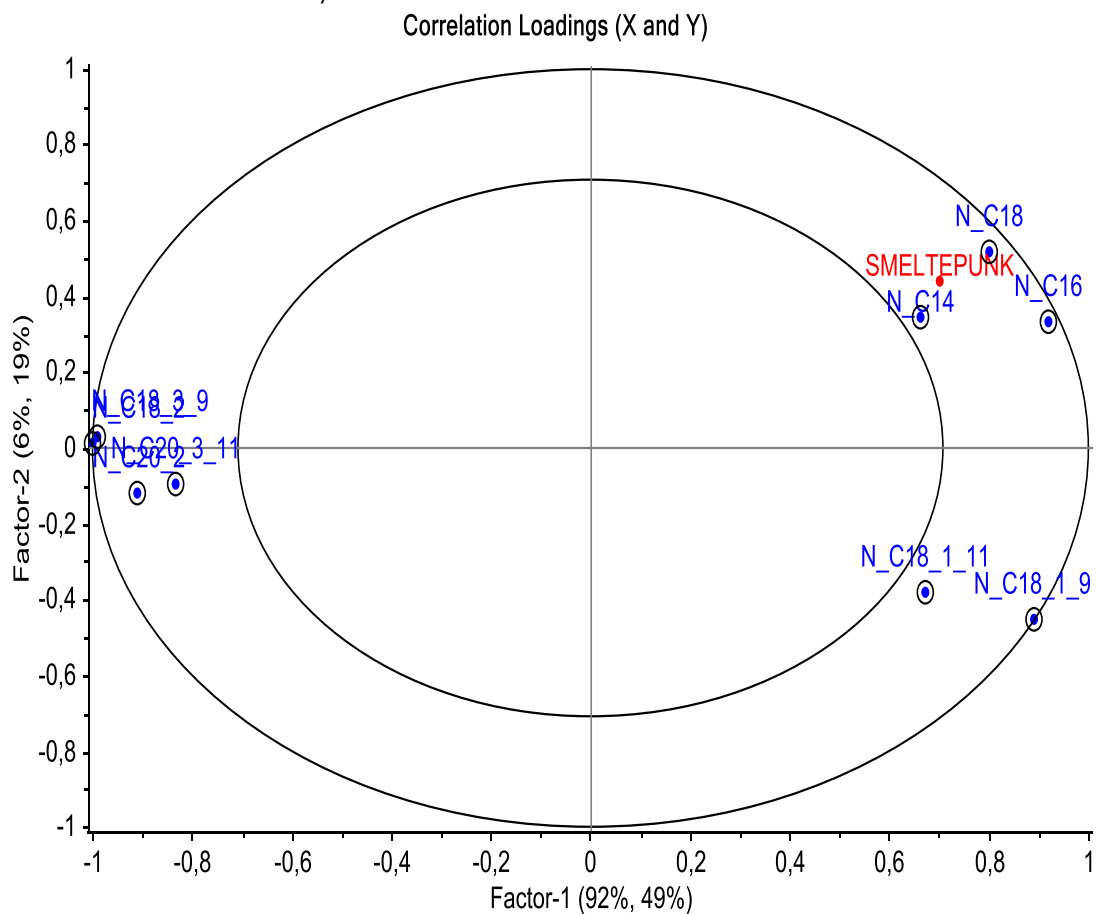
Det ses, at usikkerheden på bestemmelse af smeltepunkt ud fra jodtal er omkring 2-3 °C. Det er undersøgt om det alene skyldes måleusikkerheden på jodtal og smeltepunkt. Som nævnt er smeltepunktet bestemt som gennemsnittet af tre gentagne målinger. Ud fra spredningen på de tre målinger i nærværende data kan måleusikkerheden estimeres til ca. 0,5 °C.

Usikkerheden på jodtallet er kompliceret at beregne præcist, men med nogle antagelser kan der foretages en gennemsnitsbetragtning: Vi antager, at måleusikkerheden på den enkelte fedtsyres procentandel er 0,2 %, at der typisk indgår 9 umættede fedtsyrer, at fedtsyrerne har en gennemsnitlig molvægt på 282, at de i gennemsnit har 1,5 dobbeltbindinger og at de i gennemsnit hver udgør en andel på 6,5 %. Med disse antagelser kan usikkerheden på jodtallet skønnes til ca. 2,5 jodtalsenheder eller ca. 3 %. Det betyder, at usikkerheden på jodtalsbestemmelsen bidrager med ca. 0,8 °C til usikkerheden af smeltepunktsmodellerne. Sammen med usikkerheden på smeltepunktet bidrager de to måleusikkerheder med ca. 1,3 °C ud af modellerens usikkerhed på 2-3 °C. Det vil sige, at ca. halvdelen af modellerens usikkerhed skyldes måleusikkerheden på smeltepunkt og jodtal. Det kan derfor konkluderes, at fedtets smeltepunkt afhænger af andet end jodtallet. Indholdet af mono-, di- og triglycerider er ikke analyseret, men da indholdet af mono- og diglycerider forventes at være meget lavt og ret konstant, har det næppe nogen betydning for variationen i smeltepunktet.

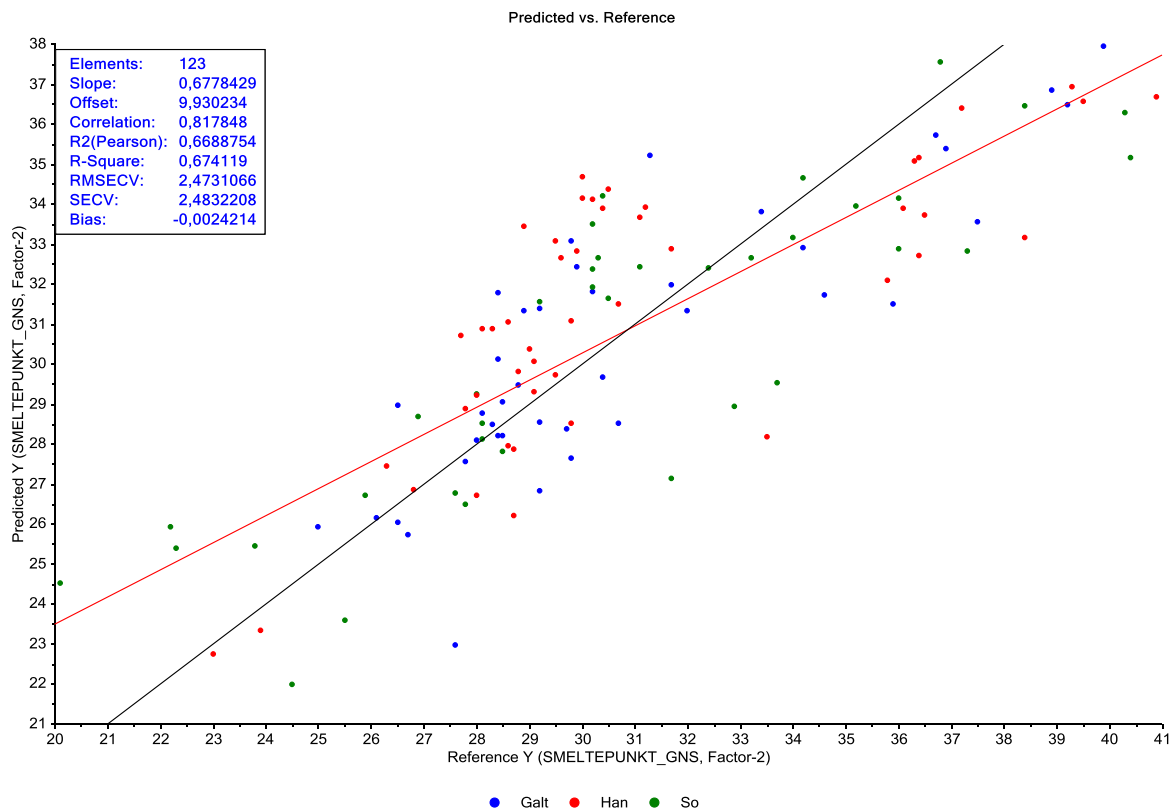
### Smeltepunkt og fedtsyresammensætning

Jodtallet er beregnet ud fra fedtsyresammensætningen. I dette afsnit beskrives hvordan smeltepunktet i rygspæk kan bestemmes ud fra fedtsyresammensætningen. En model, som beskriver smeltepunktet ud fra fedtsyresammensætningen, kan opstilles på flere måder. Fedtsyresammensætningen er hver enkelt fedtsyres forekomst som procent af summen af alle fedtsyrerne. Fedtsyrernes forekomst er derfor altid korreleret med hinanden. Traditionel lineær regressionsanalyse forudsætter, at de uafhængige variable (her fedtsyrerne) netop skal være *uafhængige (ikke korrelerede)*. Et bedre alternativ er derfor at anvende regressionsanalysen på

principalkomponenterne fra en principal komponent analyse (PCA), idet principalkomponenter pr. definition er uafhængige. I principal komponent regression (PCR) foretages først en PCA og derefter en regressionsanalyse på principalkomponenterne. Et endnu bedre alternativ er imidlertid at anvende PLS-R (partial least squares regression) også blot kaldet PLS (projection to latent structures) hvor dannelsen af principalkomponenterne sker under hensyntagen til hvordan den afhængige variabel (her smeltepunktet) afhænger af de uafhængige variable (fedtsyrer). PLS er gennemført med Unscrambler hvor det ved hjælp af en "uncertainty test" er muligt at udvælge de fedtsyrer, som er signifikante, til modellen. For at tillade at fedtsyrer med høj forekomst (og stor numerisk variation) kan få mere betydning i modellen end fedtsyrer med lille forekomst (og lille variation) er fedtsyredata *ikke* vægtet. Analysen er kørt med fuld krydsvalidering for at få det bedste bud på modellens usikkerhed. Figur 29a og b illustrerer resultatet af en PLS for rygspæk (RMSECV i figur 29b står for Root Mean Square Error of Cross Validation).



**Figur 29a. PLS-model af rygspæks smeltepunkt ud fra fedtsyresammensætning**



**Figur 29b. PLS-model af rygpæks smeltepunkt ud fra fedtsyresammensætning**

Modellen anvender de to første principalkomponenter baseret på ni udvalgte fedtsyrer. Tabel 13 viser modellens fedtsyrer med parameterestimater (fuld model).

**Tabel 13. PLS-model af rygpæks smeltepunkt ud fra fedtsyresammensætning**

	Fuld model	Reduceret model
Konstantled	41,031	40,961
C14:0 Myristinsyre	0,0335	-
C16:0 Palmitinsyre	0,580	0,582
C18:0 Stearinsyre	0,720	0,772
C18:1(9) Oliesyre	-0,652	-0,655
C18:1(11) Octade-11-censyre	-0,0535	-
C18:2 Linolsyre	-0,493	-0,494
C18:3(9) Linolensyre	-0,0462	-0,0462
C20:2 Eicosadiensyre	-0,0353	-
C20:3(11) Eicosatriensyre	-0,0100	-

Som forventet påvirker de mættede fedtsyrer smeltepunktet i positiv retning og de umættede fedtsyrer smeltepunktet i negativ retning. Modellen beskriver 67 % af smeltepunktets variation (R-Square i figur 29b) og usikkerheden i bestemmelsen af smeltepunktet ud fra fedtsyrerne er 2,5 °C (RMSECV i figur 12b). Usikkerheden er således den samme som hvis smeltepunktet bestemmes ud fra jodtallet og samme overvejelser kan bruges her.

I modellen har C14:0, C18:1(11), C20:2 og C20:3 så lille betydning, at de kan udelades uden at det får praktisk betydning. Den reducerede model fremgår også af tabel 13. R-Square er stadig 67 % og usikkerheden (RMSECV) stadig 2,5 °C (data ikke vist – forskellene mellem modellerne ligger ude på decimalerne). Man kan opstille en PLS-model der tager hensyn til køn (hovedvirkning og vekselvirkninger med fedtsyrer). Modellen bliver ret kompliceret og er kun marginalt bedre end de to foregående modeller (R-Square=68 % og RMSECV=2,4 °C – data ikke vist).

### *Farve af rygspæk*

Tabel 14 viser farven (L, a og b) i rygspækket målt med Minolta udstyr. Lysheden (L) og rød farve (a) er ikke forskellig for fodringsgrupperne ( $p=0,1$  og  $0,2$ ), men hangrisenes rygspæk er lidt lysere en so- og galtgrisenes ( $p=0,004$ ) og han- og sogrisene har lidt rødere rygspæk end galtgrisene ( $p=0,04$ ). Gul farve (b) er ens for de tre køn. Til gengæld er den gule farve ikke ens for de seks fodringsgrupper ( $p=0,004$ ). Fodringsgruppe 4 har den mindste gule farve, mens gruppe 1 har den mest gule farve. Der ses ikke en generel tendens, når man går fra gruppe 1 til gruppe 6, så man skulle tro, at spækkets jodtal ikke betyder noget for den gule farve, men der er faktisk en lille effekt af jodtal på den gule farve. For hvert jodtalsenhed falder den gule farve (b) med 0,02 ( $p=0,03$ ), hvilket selvfølgelig ikke er ret meget, og da jodtallet kun forklarer 3-4 % ( $R^2$ ) af variationen i den gule farve, så har det ingen praktisk betydning. Den gule farve er svagt korreleret med jodtallet ( $r=0,19$  og  $p=0,03$ ), men det kan ikke umiddelbart afgøres om sammenhængen i virkeligheden skyldes farvestoffer i de anvendte fodermidler og ikke jodtallet som sådan.

Tabel 14. Farve i rygspæk. L, a og b værdier målt med Minolta udstyr

Gruppe	L (lyshed)											
	Galt			Han			So			Alle		
	Antal	Gnsn	Spr	Antal	Gnsn	Spr	Antal	Gnsn	Spr	Antal	Gnsn	Spr
1	8	78.9	2.1	7	80.1	1.4	6	78.7	1.8	21	79.2	1.8
2	5	79.8	1.6	6	79.6	1.8	9	77.9	1.6	20	78.9	1.8
3	5	78.2	1.4	7	78.9	1.6	9	79.1	1.7	21	78.8	1.6
4	6	79.5	1.2	5	79.8	1.7	8	79.8	2.1	19	79.7	1.7
5	7	78.3	1.1	7	79.5	2.0	7	77.5	2.1	21	78.5	1.9
6	7	77.8	1.1	5	80.5	1.3	9	77.5	2.0	21	78.3	2.0
Alle	38	78.7 <sup>a</sup>	1.6	37	79.7 <sup>b</sup>	1.6	48	78.4 <sup>a</sup>	2.0	123	78.9	1.8
Gruppe	a (rød)											
	Galt			Han			So			Alle		
	Antal	Gnsn	Spr	Antal	Gnsn	Spr	Antal	Gnsn	Spr	Antal	Gnsn	Spr
1	8	5.0	1.1	7	4.7	0.9	6	5.3	0.9	21	5.0	1.0
2	5	4.6	0.7	6	4.8	1.1	9	5.0	0.5	20	4.8	0.7
3	5	4.9	0.5	7	5.6	0.8	9	5.2	1.2	21	5.3	0.9
4	6	3.6	1.1	5	5.5	1.4	8	4.5	1.6	19	4.5	1.5
5	7	4.6	0.5	7	5.1	0.8	7	5.4	0.7	21	5.0	0.7
6	7	4.7	0.8	5	4.7	0.8	9	5.0	0.5	21	4.8	0.7
Alle	38	4.6 <sup>a</sup>	0.9	37	5.1 <sup>b</sup>	1.0	48	5.0 <sup>b</sup>	1.0	123	4.9	1.0
Gruppe	b (gul)											
	Galt			Han			So			Alle		
	Antal	Gnsn	Spr	Antal	Gnsn	Spr	Antal	Gnsn	Spr	Antal	Gnsn	Spr
1	8	6.0	1.0	7	6.2	1.2	6	5.8	0.9	21	6.0 <sup>c</sup>	1.0
2	5	5.4	1.1	6	5.7	1.8	9	5.6	1.4	20	5.6 <sup>bc</sup>	1.4
3	5	5.2	0.3	7	5.6	0.7	9	5.6	1.6	21	5.5 <sup>bc</sup>	1.1
4	6	5.2	0.4	5	5.3	1.3	8	3.9	1.5	19	4.7 <sup>a</sup>	1.3
5	7	4.8	0.7	7	5.2	1.4	7	5.5	0.8	21	5.2 <sup>ab</sup>	1.0
6	7	4.9	1.0	5	4.7	1.2	9	5.2	0.6	21	5.0 <sup>ab</sup>	0.9
Alle	38	5.3	0.9	37	5.5	1.3	48	5.3	1.3	123	5.3	1.2

## pH i kam og inderlår

pH er målt i både kam og inderlår, men kun for so- og galtgrise. Tabel 15 viser pH i kam og inderlår. Hverken pH i kam eller pH i inderlår afhænger af fodringsgruppe ( $p=0,9$  og  $0,6$ ) eller jodtal ( $p=0,8$  og  $0,4$ ). Der er heller ikke sammenhæng mellem jodtal i rygspæk og pH i kam og i inderlår (proc corr;  $p=0,5$  og  $0,2$ ). Galtgrisene har en anelse højere pH i både kam og inderlår end sogrisene ( $p=0,04$  og  $0,002$ ), men forskellene er små.

Tabel 15. pH i kam og inderlår

Gruppe	pH kam								
	Galt			So			Alle		
	Antal	Gnsn	Spr	Antal	Gnsn	Spr	Antal	Gnsn	Spr
1	8	5.58	0.13	6	5.53	0.08	14	5.56	0.11
2	5	5.55	0.08	9	5.55	0.08	14	5.55	0.07
3	5	5.59	0.06	9	5.56	0.08	14	5.57	0.07
4	6	5.62	0.13	8	5.53	0.06	14	5.57	0.10
5	7	5.60	0.05	7	5.53	0.06	14	5.56	0.06
6	7	5.57	0.07	9	5.55	0.10	16	5.56	0.08
Alle	38	5.58 <sup>b</sup>	0.09	48	5.54 <sup>a</sup>	0.07	86	5.56	0.08

Gruppe	pH inderlår								
	Galt			So			Alle		
	Antal	Gnsn	Spr	Antal	Gnsn	Spr	Antal	Gnsn	Spr
1	8	5.75	0.12	6	5.65	0.05	14	5.71	0.11
2	5	5.71	0.13	9	5.71	0.14	14	5.71	0.13
3	5	5.76	0.14	9	5.70	0.11	14	5.72	0.12
4	6	5.73	0.15	8	5.60	0.06	14	5.65	0.13
5	7	5.81	0.18	7	5.63	0.04	14	5.72	0.16
6	7	5.71	0.16	9	5.67	0.10	16	5.69	0.12
Alle	38	5.75 <sup>b</sup>	0.14	48	5.66 <sup>a</sup>	0.10	86	5.70	0.13

## Konklusion

Ved hjælp af de seks fodringsgrupper er det lykkedes at opnå en tilfredsstillende spredning i jodtallet – ikke kun i rygspæk, men også i nakkespæk, flomme og lyskefedt. Jodtallet i rygspæk varierer fra lidt over 60 til lidt over 100. Generelt betyder højere kødprocent højere jodtal. Køn har også en vis betydning for jodtallet, men fodringen har klart den største betydning.

Jodtallet i nakkespæk følger i høj grad jodtallet i rygspæk og er på samme niveau. Kender man jodtallet i rygspækket, kan jodtallet i nakkespækket beregnes med en usikkerhed på 2,6 jodtalsenheder. Jodtallet i flomme ligger i gennemsnit 10 jodtalsenheder under rygspækkets jodtal og kan beregnes ud fra dette med en usikkerhed på 4,3 jodtalsenheder. Jodtallet i lyskefedt ligger også under jodtallet i rygspæk, men forskellen bliver større jo højere jodtallet er. Jodtallet i lyskefedt kan bestemmes ud fra jodtallet i rygspæk med en usikkerhed på 2,9 jodtalsenheder.

Smeltepunktet falder med stigende fodringsgruppe for både rygspæk, nakkespæk, flomme og lyskefedt samtidig med at højere kødprocent betyder lavere smeltepunkt. Kun for rygspæk har kønnet betydning. Beregning af smeltepunktet ud fra jodtal eller fedtsyresammensætning i det enkelte fedtvæv er ikke særligt præcis. Kun mellem 41 og 67 % af variationen i smeltepunktet kan forklares ud fra jodtallet. Der er opstillet to slags modeller til beregning af smeltepunktet i rygspæk – ud fra jodtallet og ud fra fedtsyresammensætningen. Smeltepunktet kan beregnes ud fra jodtallet og ud fra fedtsyresammensætningen – begge med en usikkerhed på ca. 2 – 3 °C. Fedtsyremodellen kan reduceres til at omfatte fem fedtsyrer: C16:0 palmitinsyre, C18:0 stearinsyre, C18:1(9) oliesyre, C18:2 linolsyre og C18:3(9) linolensyre uden at det går ud over usikkerheden. Modellen bliver ikke bedre af at medtage information om grisens køn. Det skønnes, at ca. halvdelen af modellernes usikkerhed på 2 – 3 °C skyldes måleusikkerheden på smeltepunkt og jodtal.

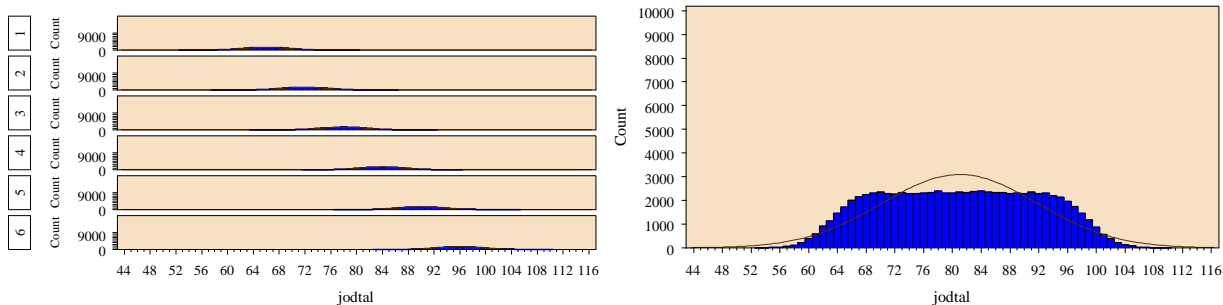
Rygspækkets gule farve varierer lidt fra fodringsgruppe til fodringsgruppe, men der er ikke en klar tendens. Den gule farve er korreleret med jodtallet, men det kan ikke umiddelbart afgøres om sammenhængen i virkeligheden skyldes farvestoffer fra de anvendte fodermidler.

pH i kam og inderlår er ikke forskellige for fodringsgrupperne og afhænger heller ikke af jodtallet i rygspæk.

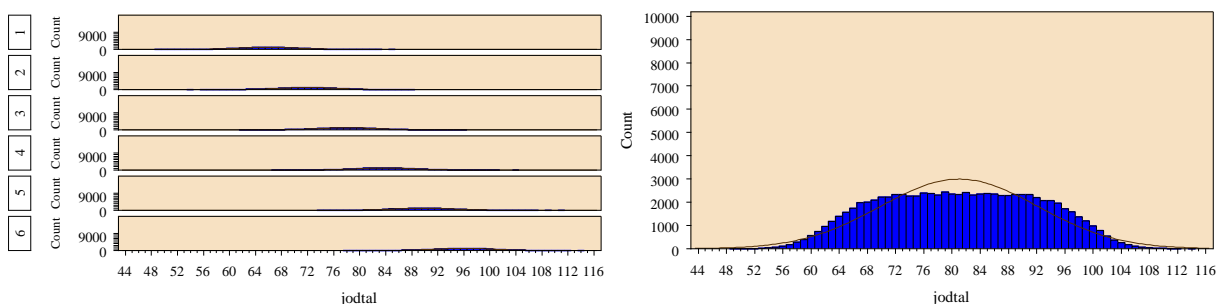


**Bilag 1. Fordeling af grise på jodtal forventet i rygspæk og faktisk i rygspæk, nakkespæk, flomme og lyskefedt pr. fodringsgruppe og samlet**

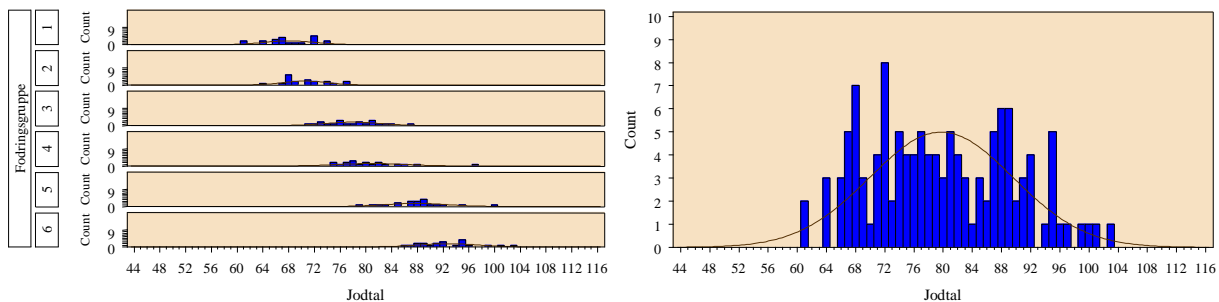
a. Forventet fordeling ved spredning 3,5 (divider lodret akse med 1000).



b. Forventet fordeling ved spredning 4,5 (divider lodret akse med 1000)

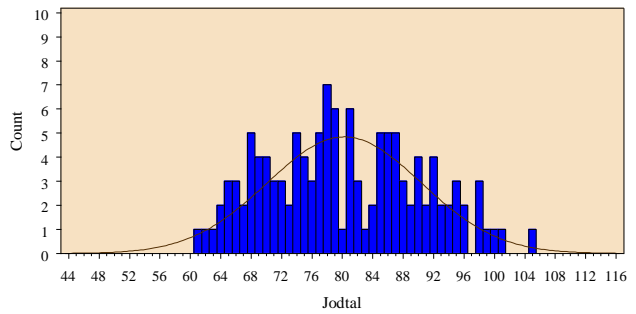
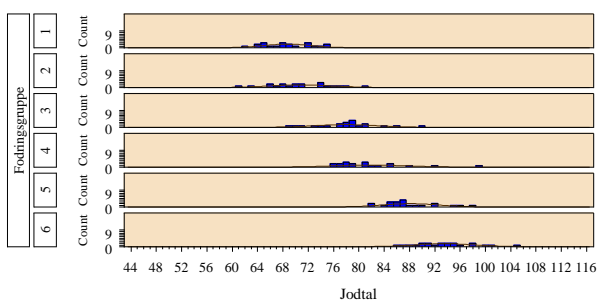


c. Rygspæk (faktisk)

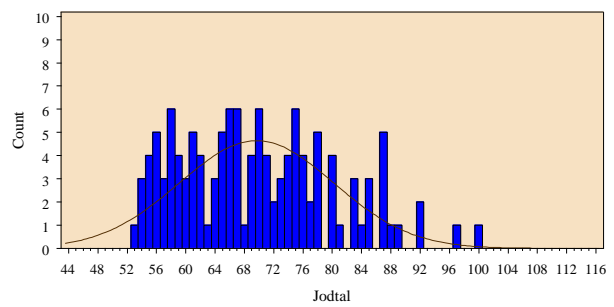
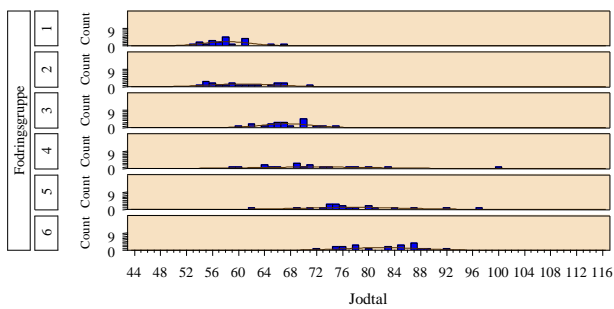


## Bilag 2. Fordeling af grise på jodtal (faktisk) i nakkespæk, flomme og lyskefedt pr. fodringsgruppe og samlet

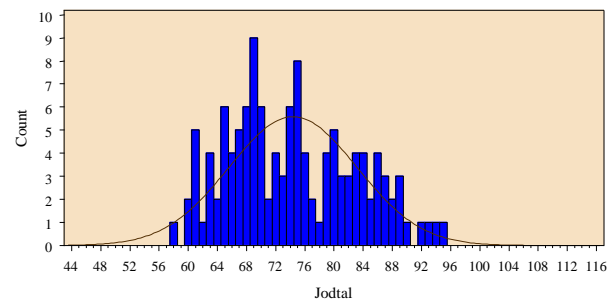
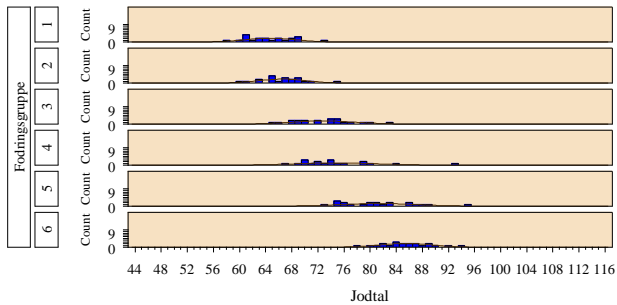
### a. Nakkespæk



### b. Flomme



### c. Lyskefedt



**Bilag 3. Fordeling af grise på smeltepunkt i rygspæk, nakkespæk, flomme og lyskefedt**

