A background image of a white plate filled with sliced salmon, showing the characteristic orange-pink color and white skin. The text is overlaid on this image.

**Fôrets betydning  
for laksens helsetilstand,  
kvalitet og næringsverdi  
som mat for mennesker**

resultater basert på forsøk 2011-2012

**Turid Mørkøre**

A top-down view of a white plate filled with numerous pieces of fresh salmon fillets. The salmon is cut into irregular, bite-sized chunks, showing the characteristic orange-pink color and white marbling. The pieces are piled together, filling most of the plate. The background is a plain, light color.

# FREMRAGENDE MAT



# Laks som mat



- Laks bidrar med høyverdig og lettfordøyelig protein
- Laks har en gunstig fettsyreprofil
- Laks er en god kilde til
  - Vitaminer som Vit A, D and B12
  - Mineraler som jod og selen

**Mange gode grunner til å spise laks**

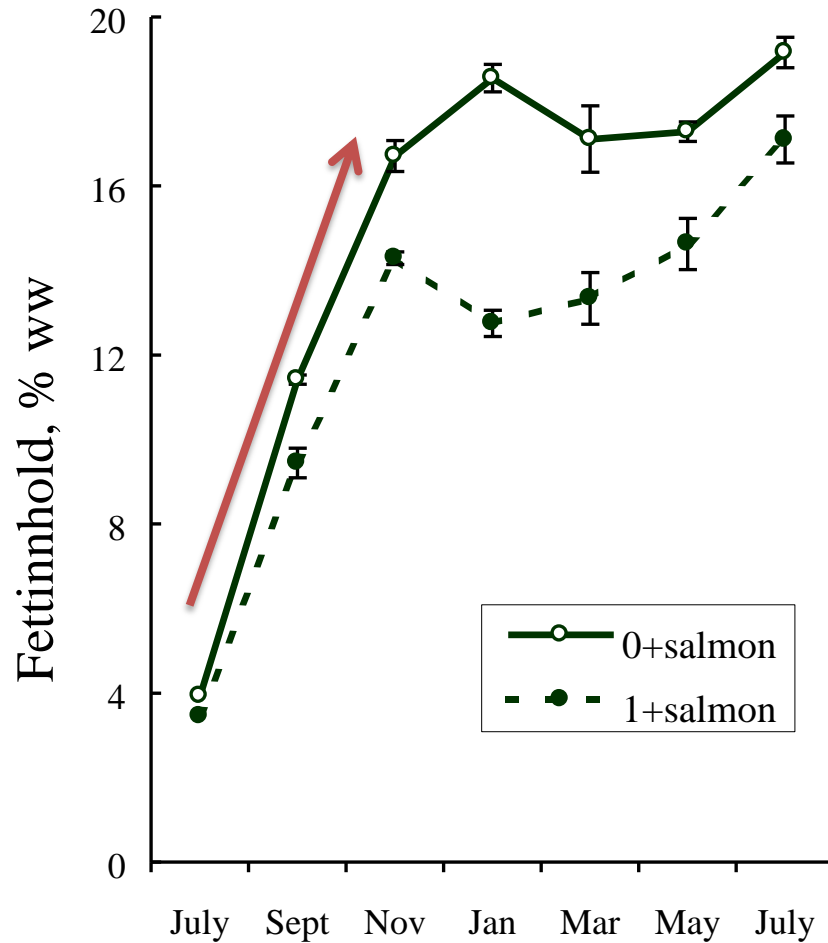
- Det er ikke gitt norske tallfestede anbefalinger om inntak av de lange umettede marine n-3 fettsyrene (EPA, DHA)
- European Food Safety Authority anbefaler et inntak på 1-2 middagsmåltider fet fisk per uke eller omkring 250 milligram EPA + DHA per dag som en del av forebygging av hjerteinfarkt

**Fettsammensetning i fôret ⇒**

**Fettsammensetning i laksen**

**Har vi mulighet til å forbedre  
utnyttelsen av EPA/DHA fra fôret?**

# Fettinnhold- sesongvariasjoner



*Mørkøre & Rørvik 2001*

Laksen programmert til å deponere fett om høsten  
Proteinretensjonen lavere om høsten  
Mineralretensjonen lavere om høsten

Vi begynte med å lage tre grupper laks med ulik energistatus og vekstpotensial ved inngangen til høsten:

Lav vekst og fettdeponering

**Fet**

Standard  
laksefôr, 34%  
fett

600 laks

Økt vekst og fettdeponering

**Mager**

Standard  
torskefôr,  
18% fett

600 laks

Veldig høy vekst og  
fettdeponering

**Mager med  
lav kf**

Standard  
torskefôr,  
18% fett –  
halv rasjon

600 laks

Laksen fikk disse fôrene i perioden mai – august startvekt 1kg  
– all fisk individmerket (Pit-Tag)

# Fôrene i forsøket

Mai-aug

- Standard fôr 34% fett
- Magert fôr 18% fett
- Magert fôr ½ rasjon

Aug-des

- Høy **raps**
- Høy **raps** + **protein**
- Høy **marin** (nov) → raps

Rousselot® FG is an edible fish gelatin particularly rich in glycine, glutamic acid, proline, alanine and arginine

Des-mars

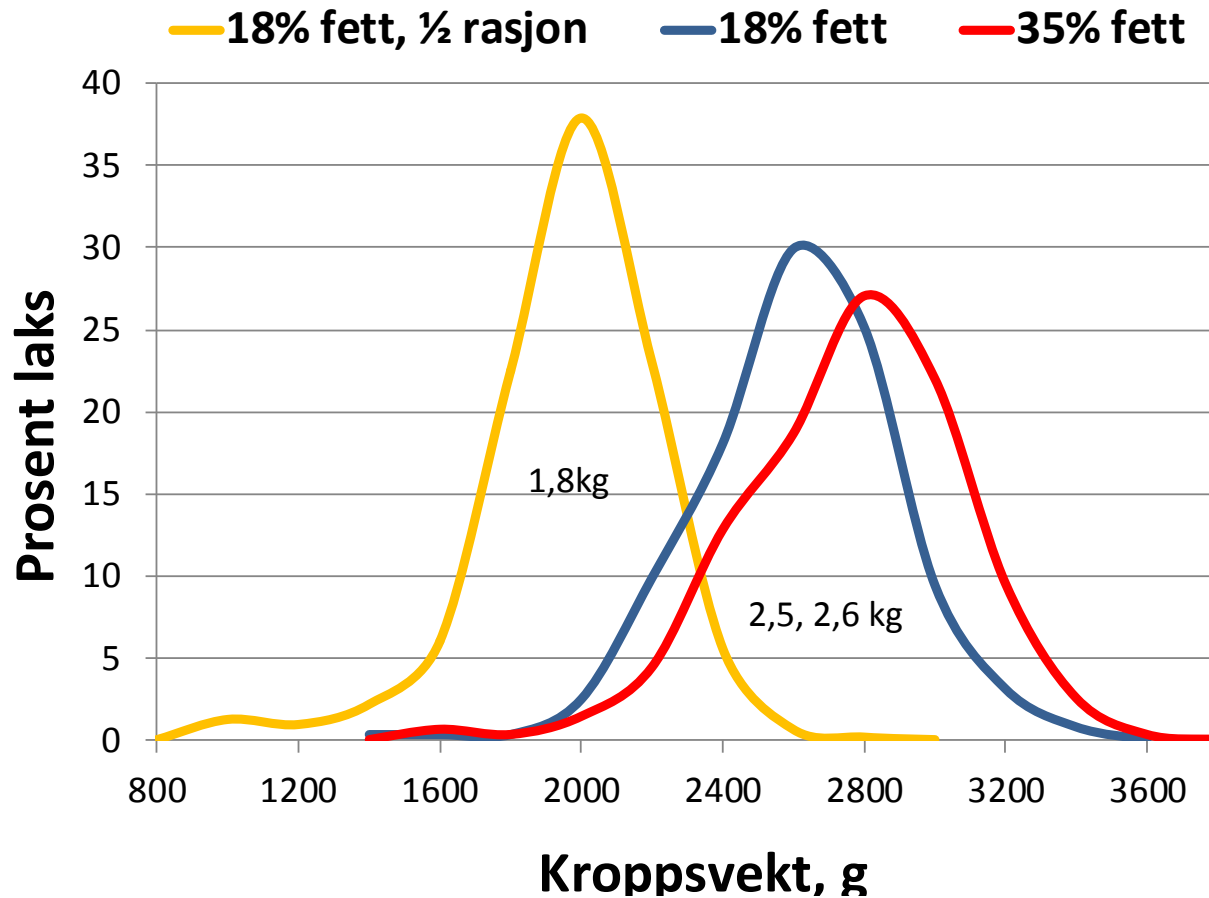
- Samme som fra aug – desember + en gruppe overført fra Høy **marin** → Høy **raps**



Film 😊

# Resultater august

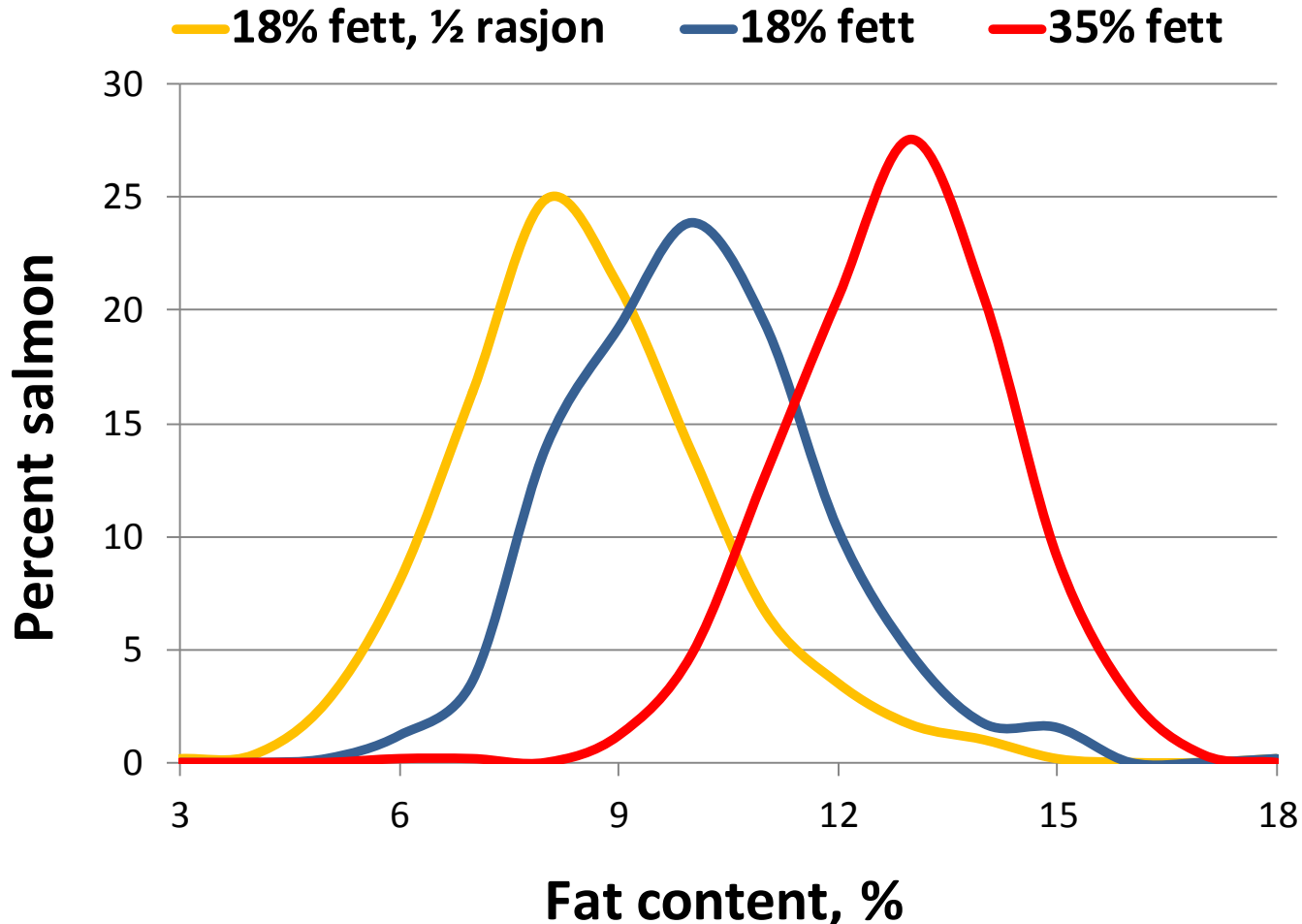
## Kroppsvekt



Veldig fornøy med denne. Nydelig normalfordelt. Best tilvekst for høyfettgruppen, men forskjellen ikke så stor mellom 35% og 18% fett. Nydelig overlapp mellom alle grupper.

# Resultater august

## Fettinnhold

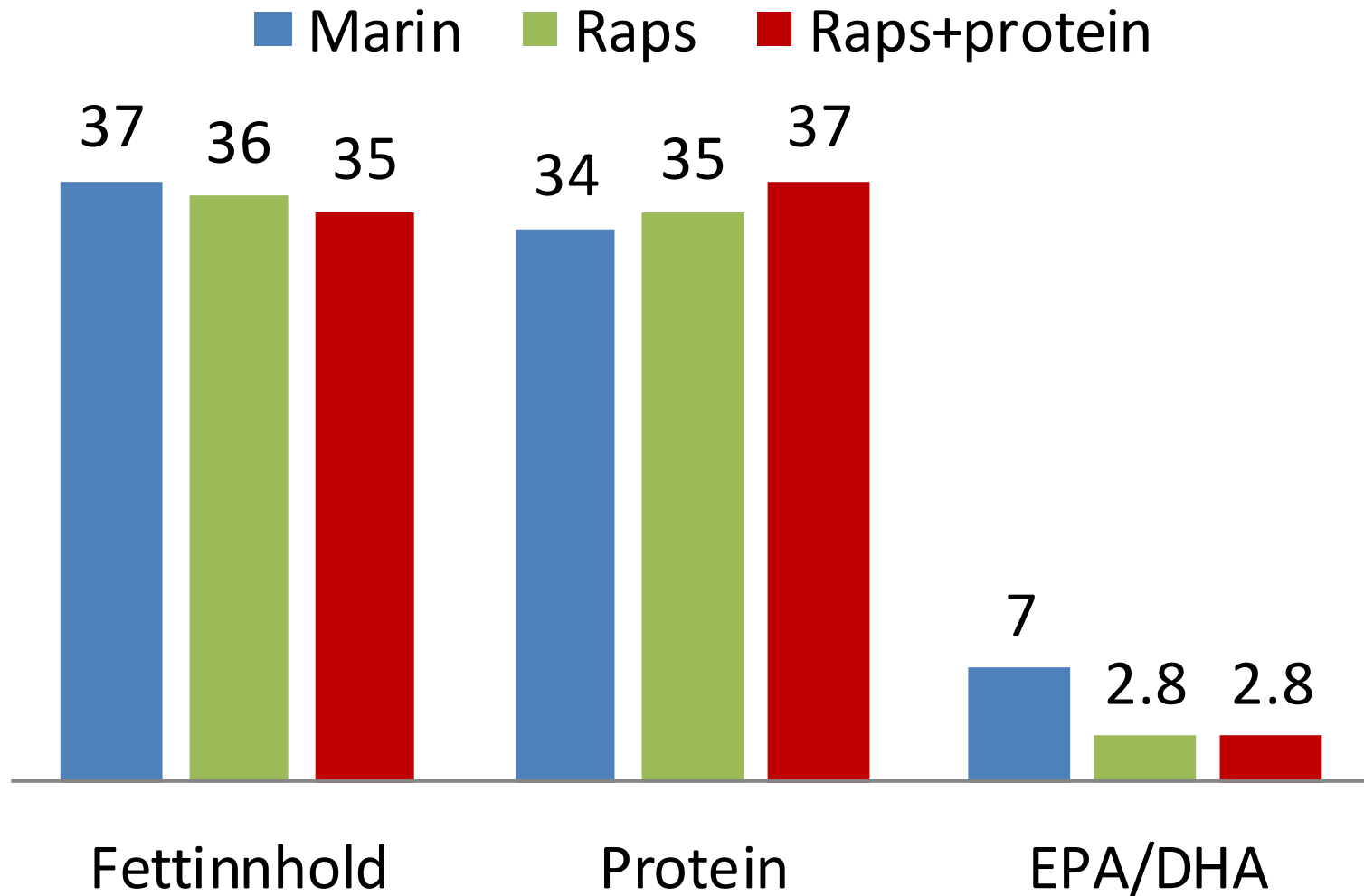


Om mulig ennå mer fornøyd med denne. Viser at NIR målingene av fett fungerer veldig bra. Dette er altså resultater fra målingene av all fisk. Også her, vakker normalfordeling.

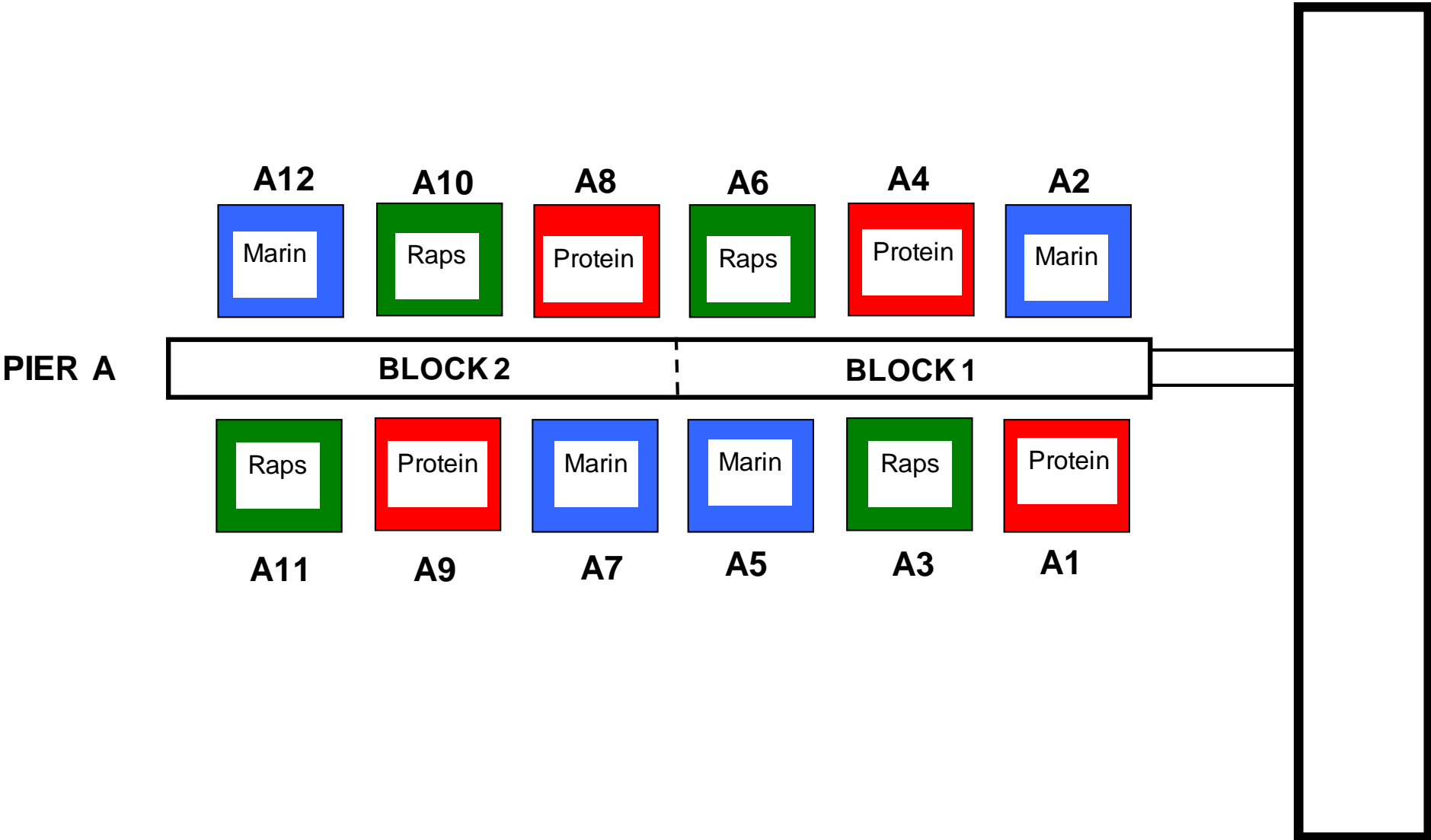
VI LYKTES MED Å PRODUSERE 3 GRUPPER MED LAKS MED ULIKT FETTINNHold

# Fôrsammensetning (9mm)

---



# Oppsett



# Uttak Averøy, oktober 2011



# Uttak oktober 2011

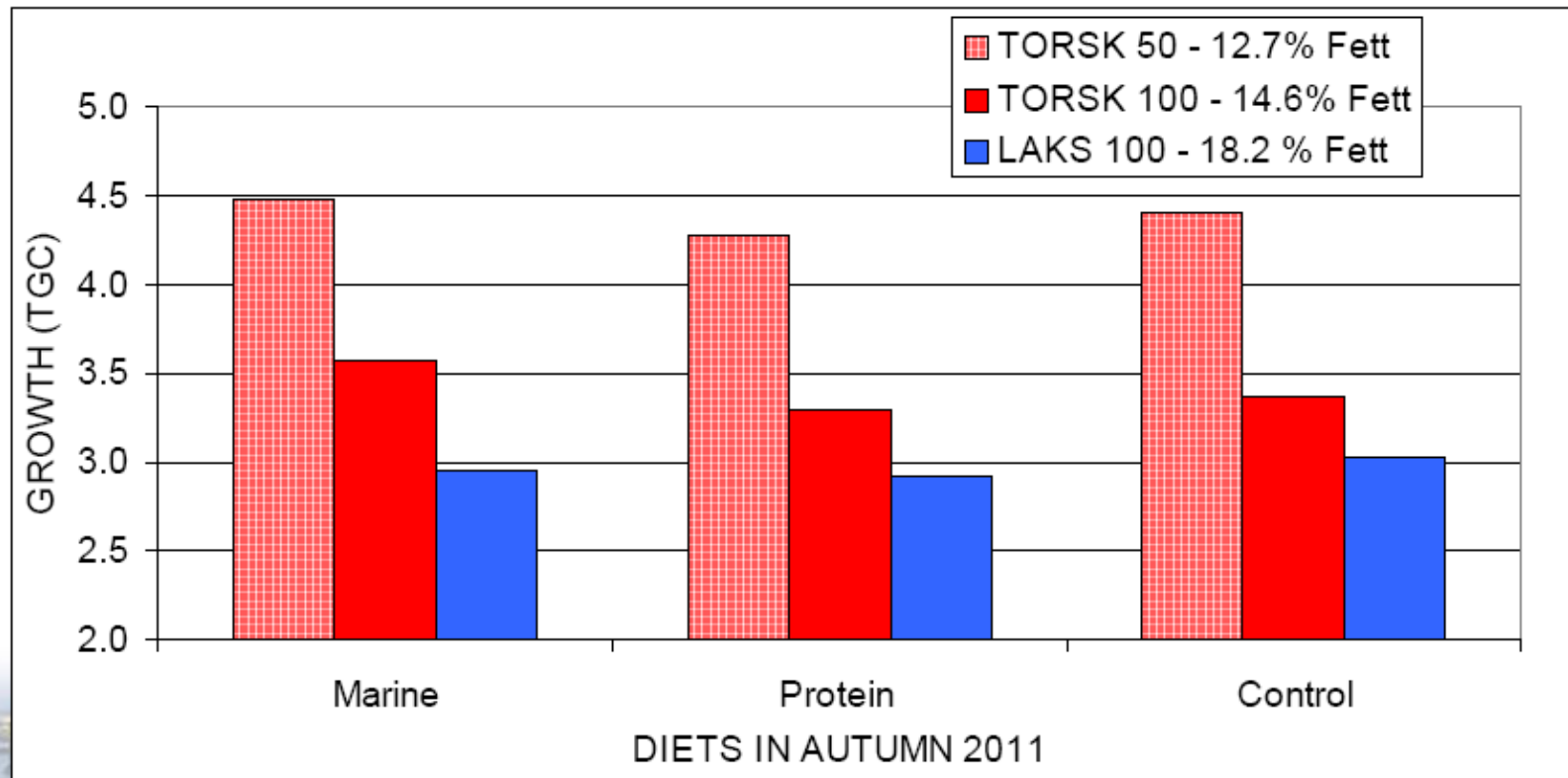
## Kroppsvekt

35% fett i pre-diet	⇒ 3.98 kg (+1.32 kg)
18% fett pre-diet	⇒ 4.00 kg (+1.53 kg)
- halv rasjon	⇒ 3.56 kg (+1.73 kg)

## Fillet fat content

35% fett i pre-diet	⇒ 13.9 % (+0.5 %)
18% fett i pre-diet	⇒ 13.0 % (+1.9 %)
- halv rasjon	⇒ 13.1 % (+4.2 %)

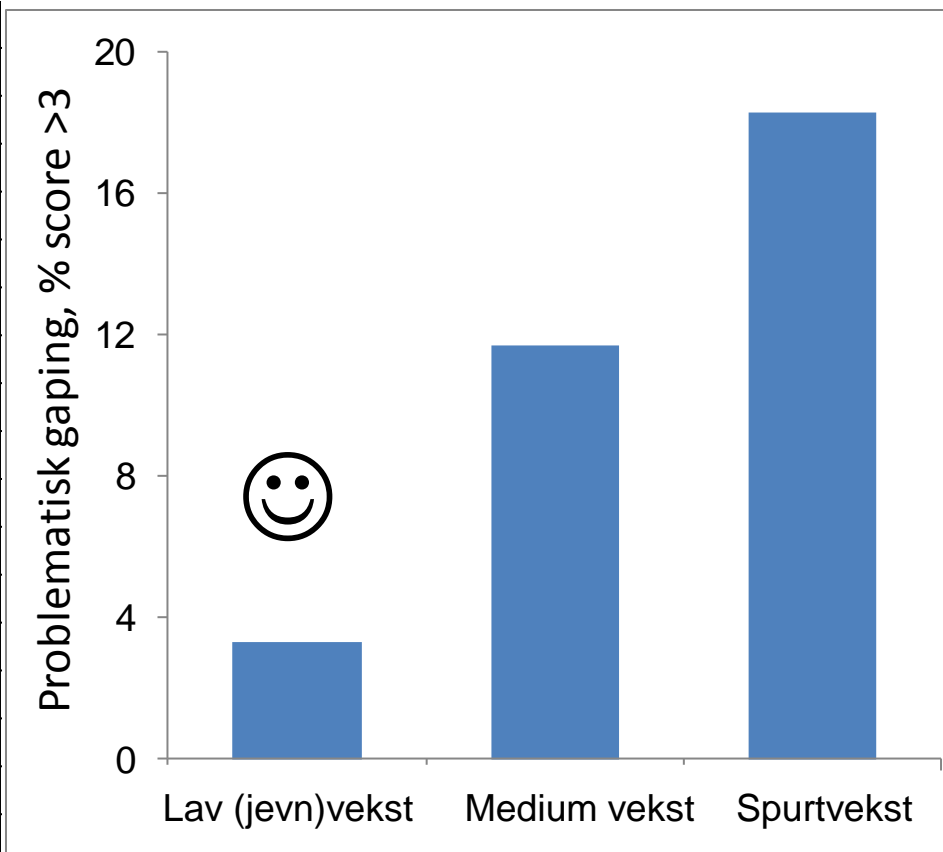
## SAMME TILVEKSTMØNSTER (TGC) UAVHENGIG AV FÔRVALG OM HØSTEN (Merd 1-6)





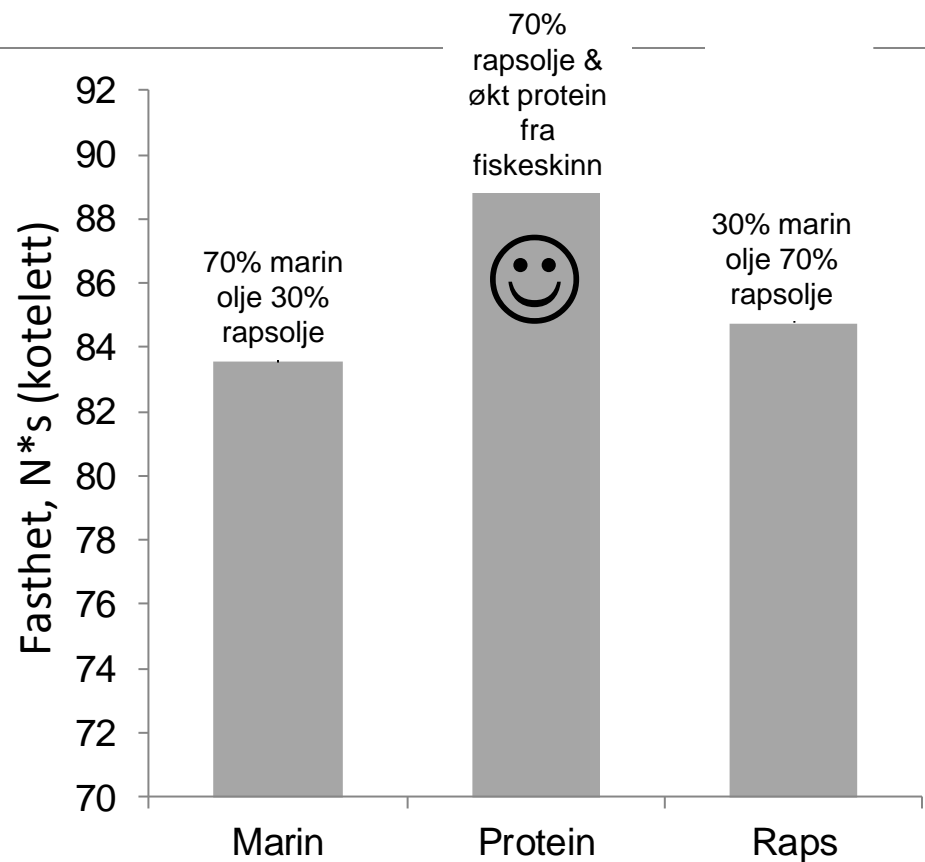
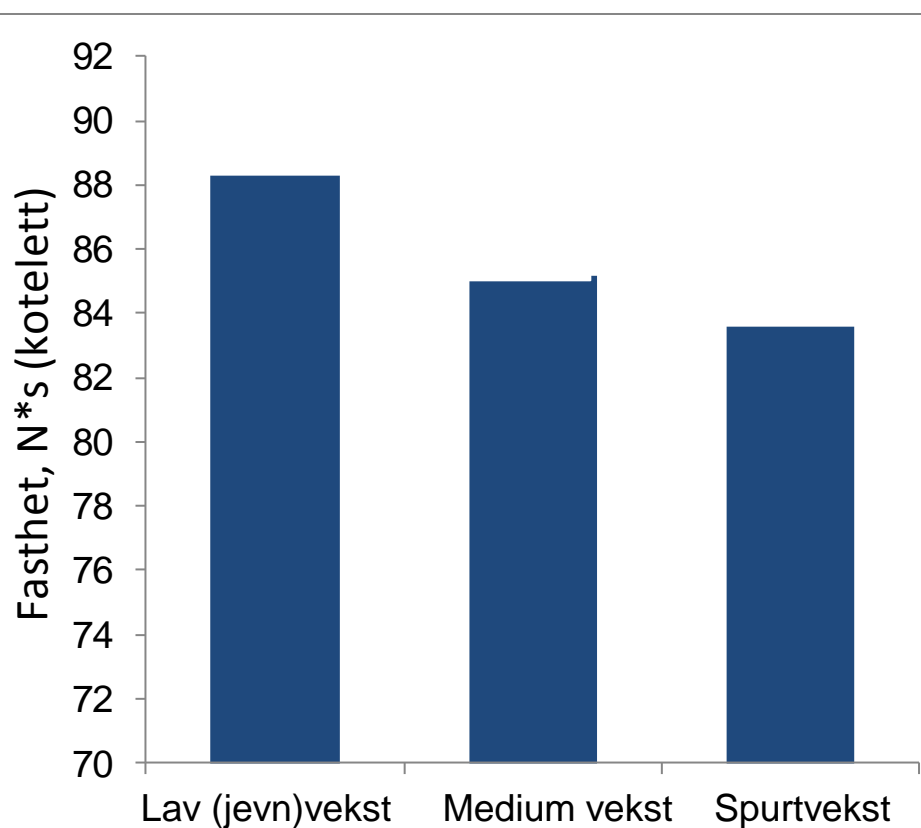
## Resultater oktober

Filetspalting, vist som andel laks med problematisk gaping (% fisk). Resultatene viser at spurtveksten kombinert med høy (ektrem..) fettdeponering til laksen som fikk pre-diet 18% fett ½ rasjon førte til betydelig mer gaping -nærmere 20% av fisken vs lavere enn 5% for laksen som fikk pre-diet 35% fett og som hadde lav vekst og fettakkumulering i perioden. En liten og mest sannsynlig ubetydelig positiv effekt av ekstra tilsetning av protein i fôret



## Resultater oktober

Fasthet i rå kotelett viste samme mønster som problematisk filetspalting, men her var det en mer fremtredende effekt av ekstra tilsetning av protein i fôret

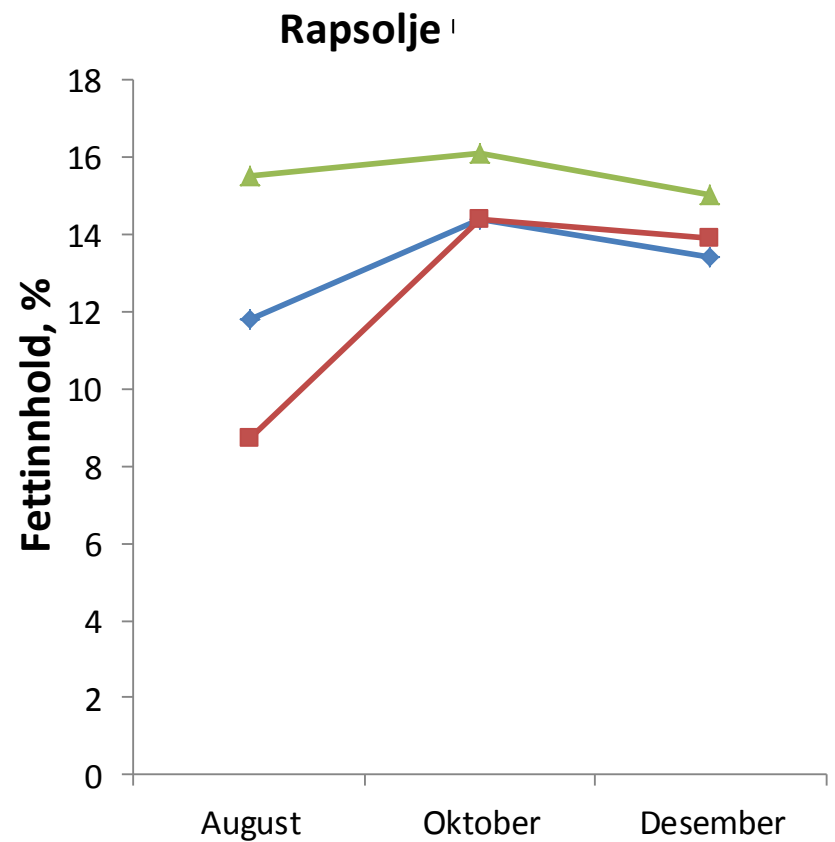
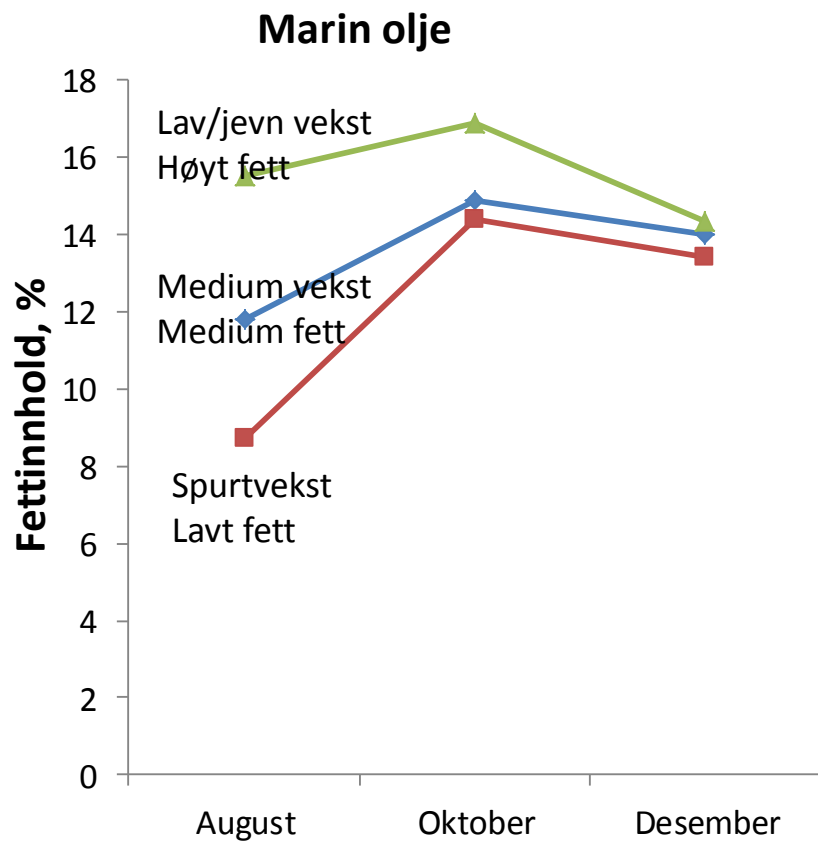


Væsketap viste samme mønster

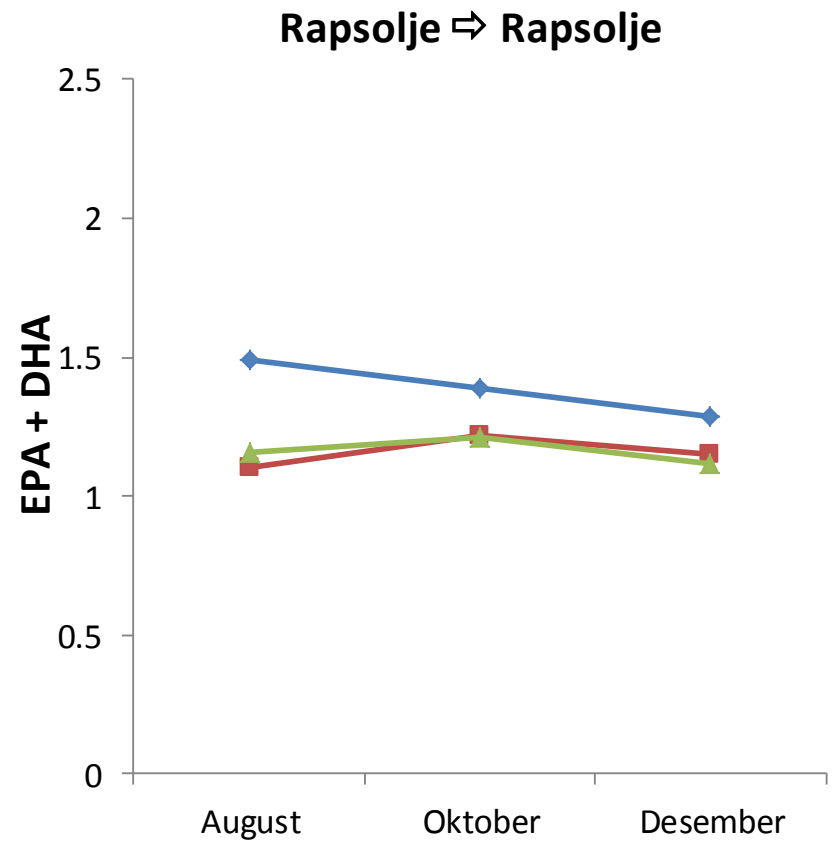
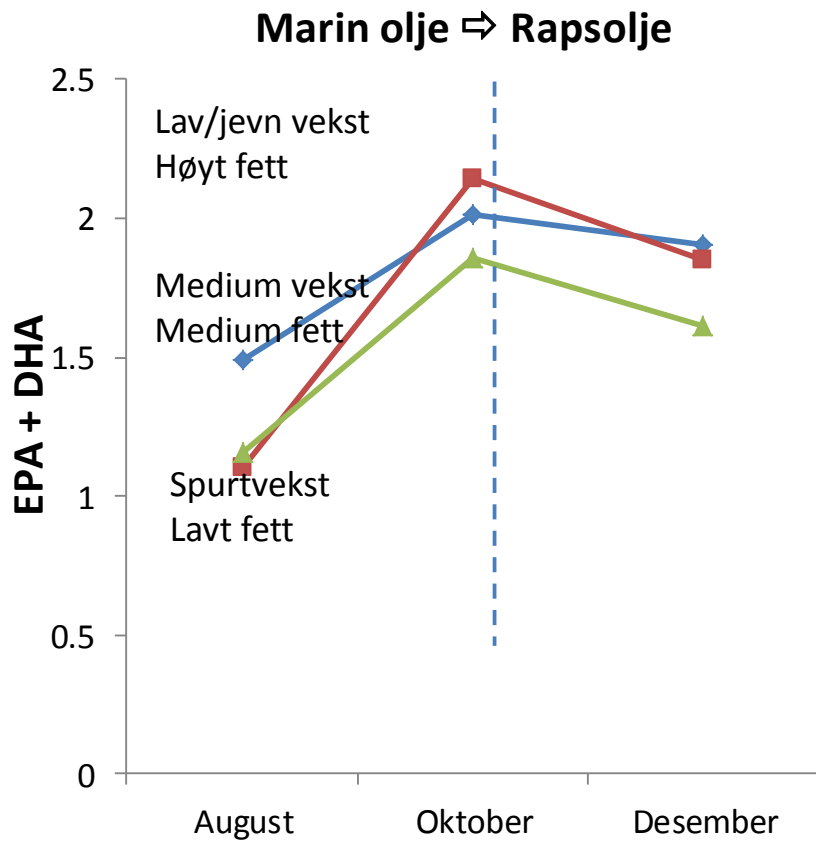
DESEMBER 2011



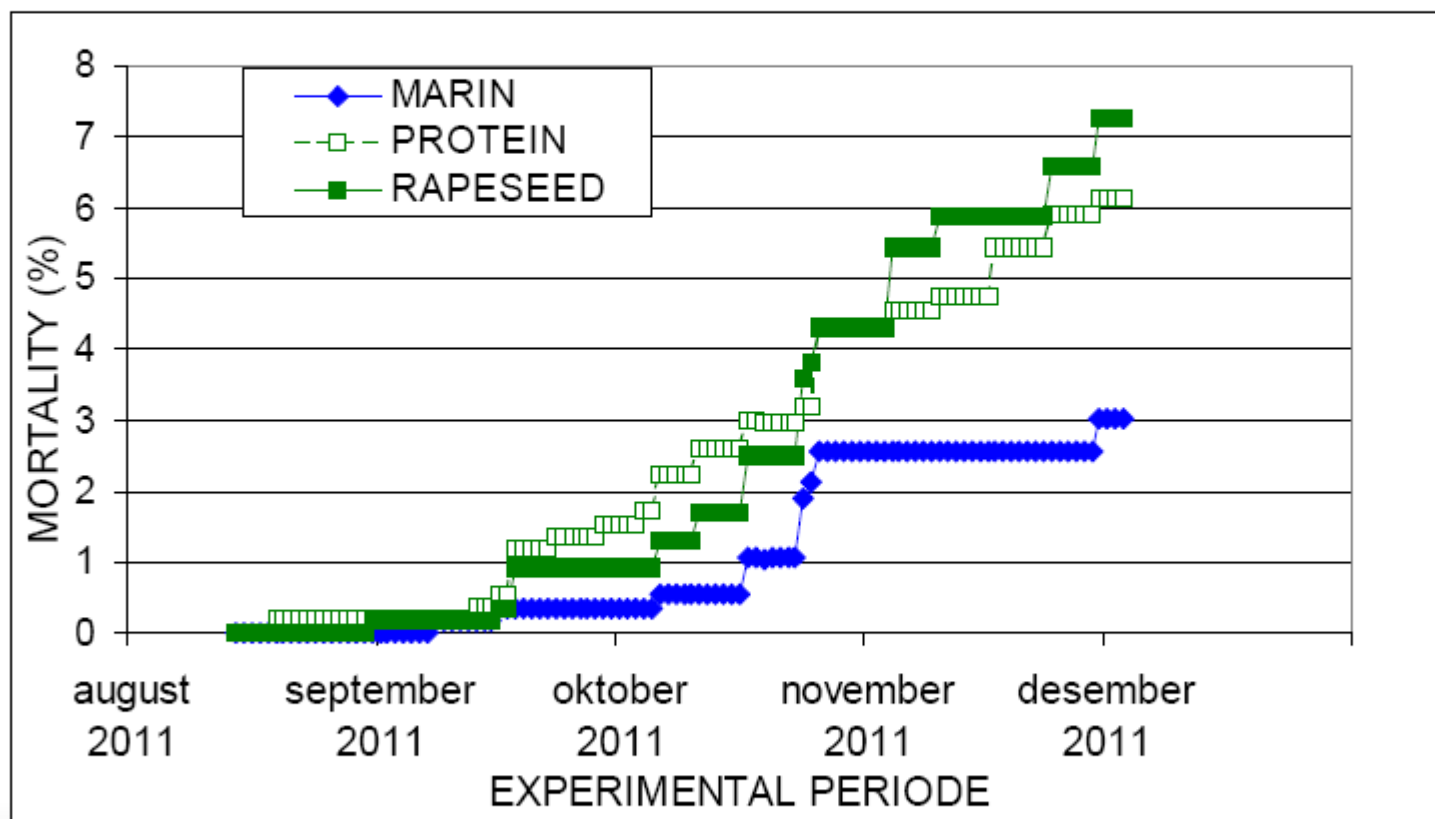
# Endringer i fettinnhold gjennom høsten



# Endringer i EPA + DHA gjennom høsten



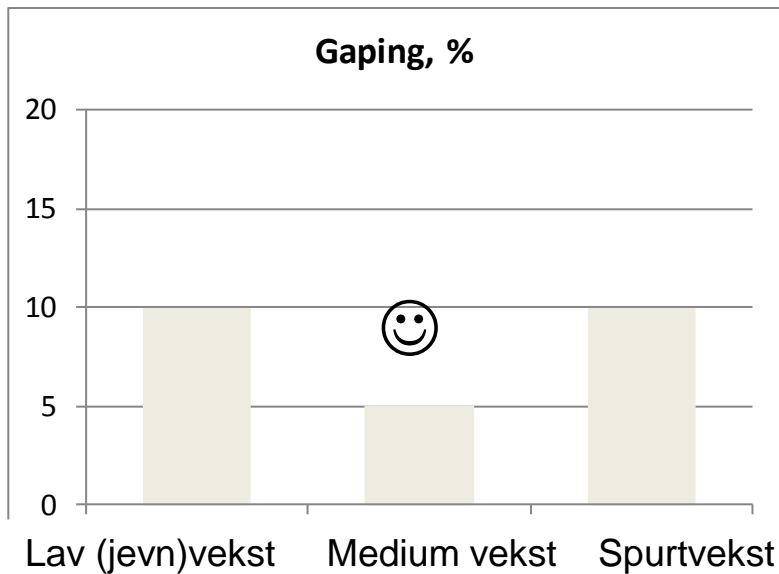
## UTVIKLING I USPESIFIKK DØDELIGHET HØSTEN 2011



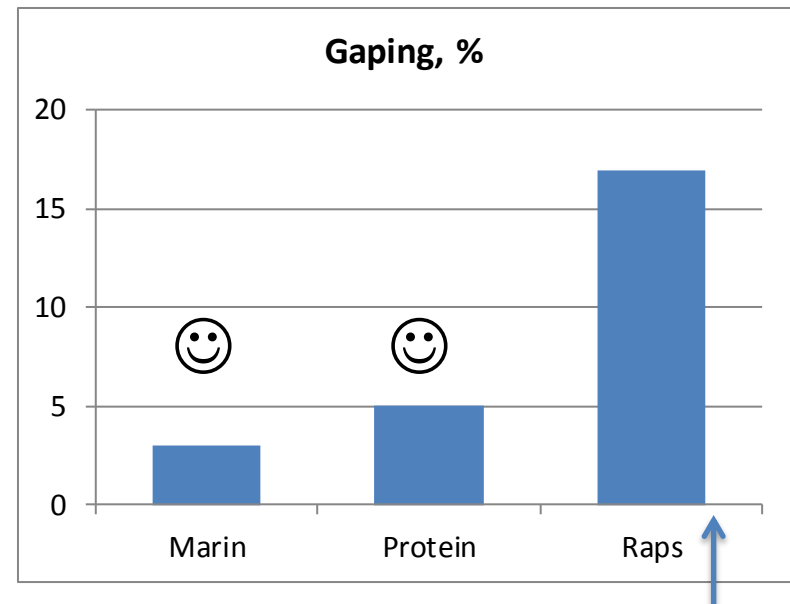
Test for uavhengig dødelighet mellom fôrgrupper gir  $P=0.005$

Resultater desember  
**Gaping, % fisk**

- Pre-diet, mai-aug



- Hoved-diet, aug-des



UPS – denne ser ikke bra ut....  
For 3 av 4 nøter var denne forskjellen  
ennå mer markant, mens for 4. rapsnota  
var det mindre gaping

# MARS 2012



Slitne



Kry



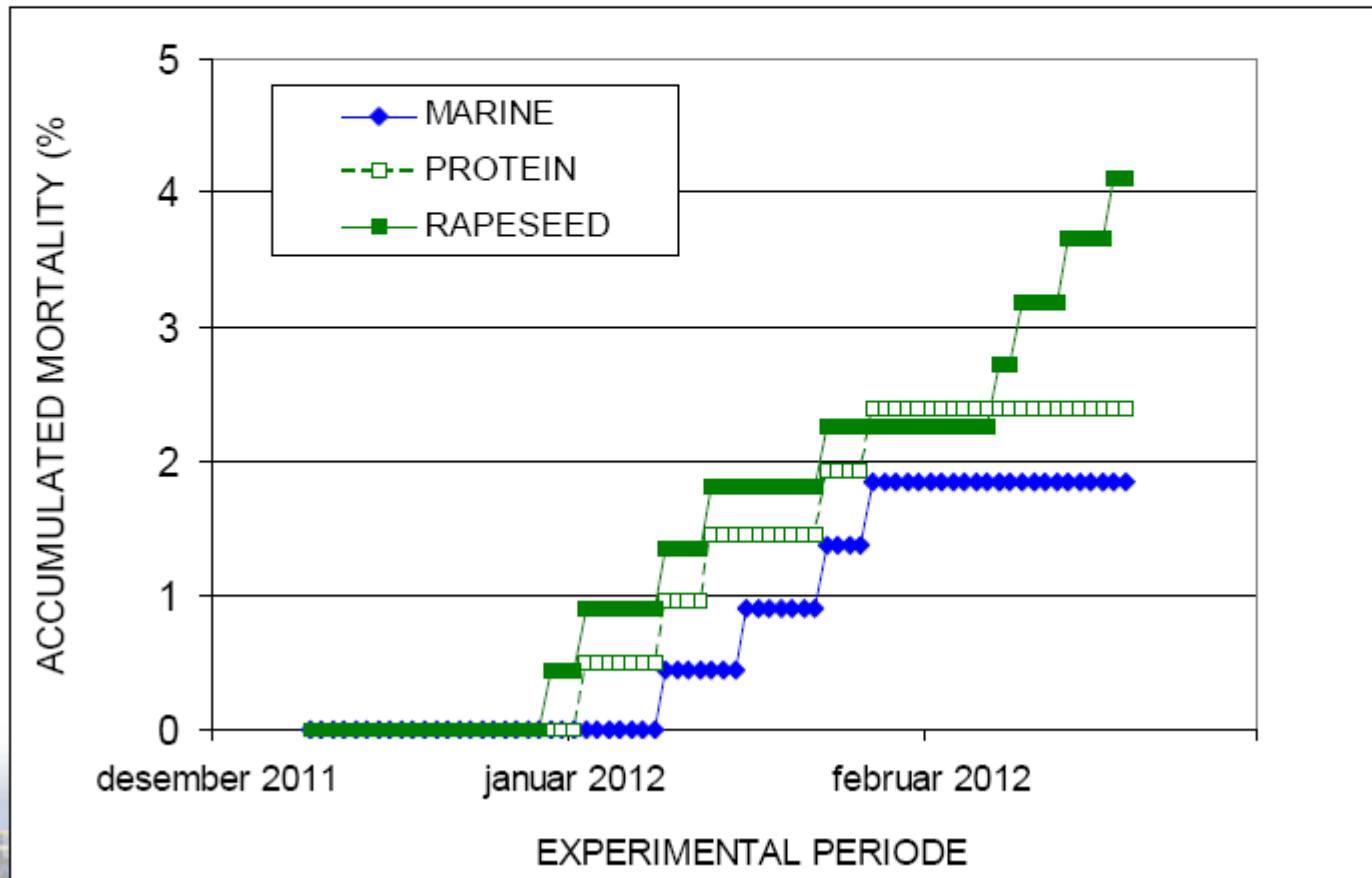
Blide



Fokusert



# Dødelighet desember til mars

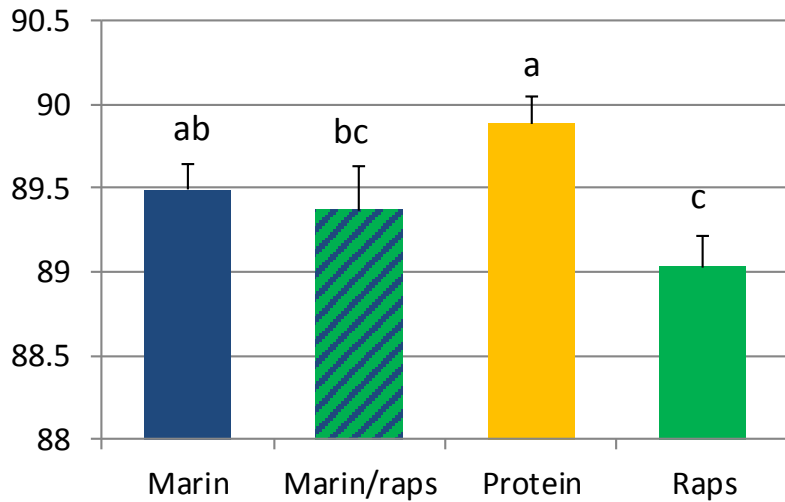


# Utbytte

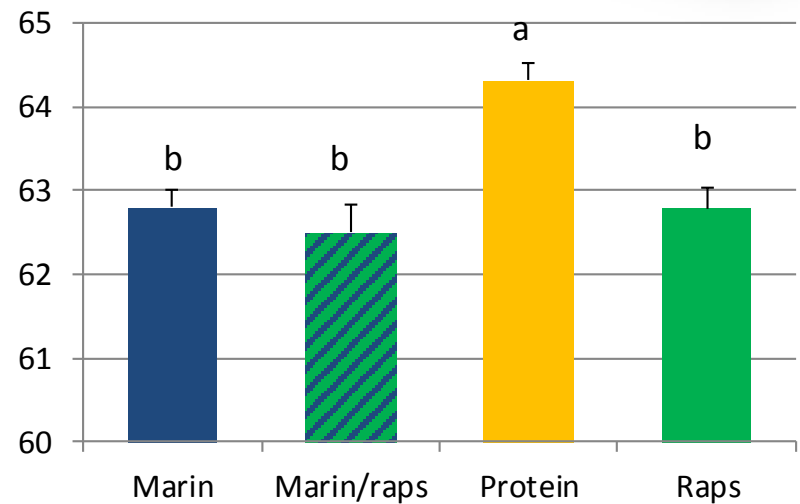
Fin fisk – Omtrent samme vekta for alle fôra - Over 6 kilo i gjennomsnitt og noen over 10.



Slakteutbytte, %

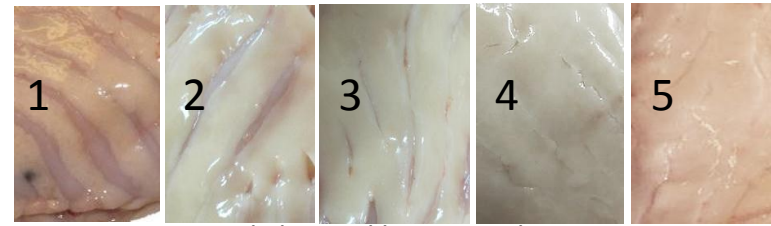


Filetutbytte, %



**Proteinfôret ga høyest slakteutbytte og høyest filetutbytte. Rapsfôret lavest**

# Innvollsfett og sløyvesvinn

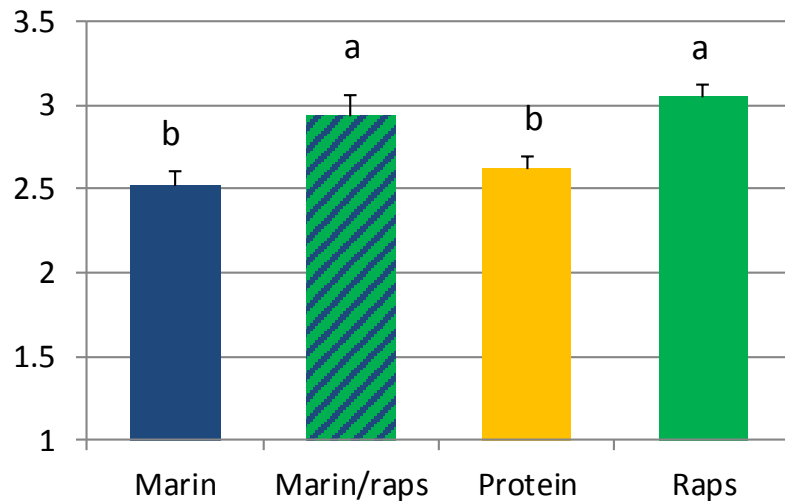


Ny skala, utviklet i prosjektet

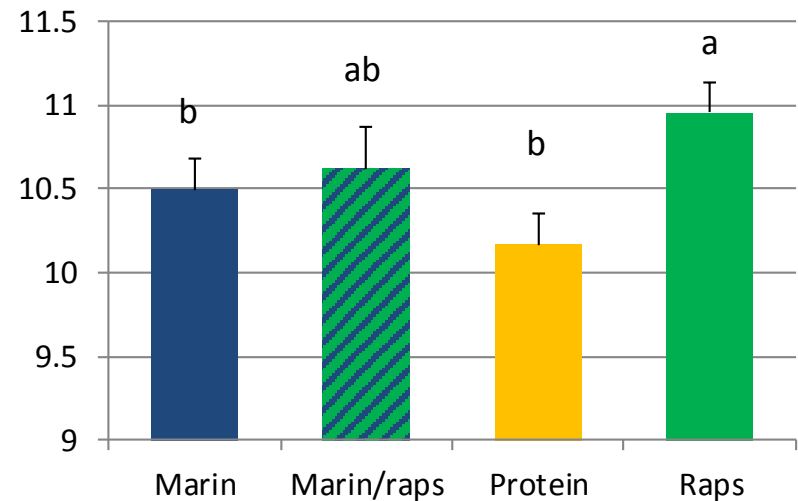
Blindsekker synlige 1: Godt synlige; 2: synlige, 3: sprekker, 4: synlige gjennom fett, 5: ikke synlige gjennom fett.

Fungerte bra !

### Innvollsfett, poeng

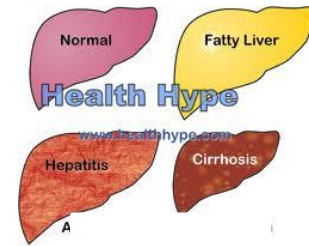


### Sløyvesvinn, %



Laksen som fikk rapsfôret hadde mest innvollsfett og høyest sløyvesvinn

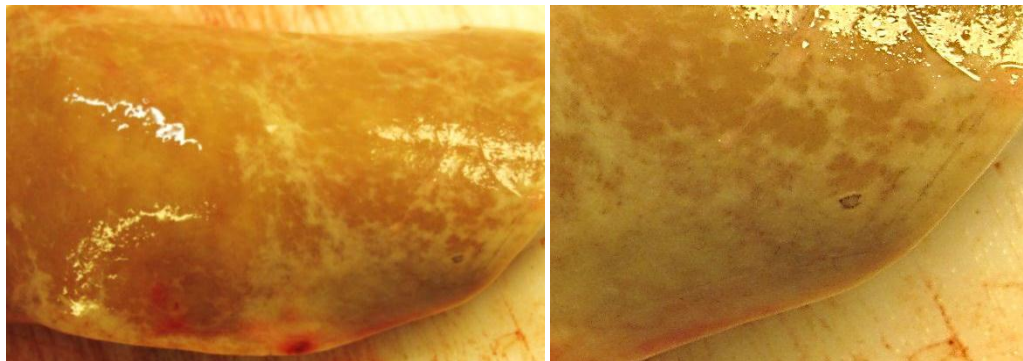
# Lever



- Vurdert
- leverstørrelse: % av kroppsvekt
  - utseende: 1) farge: lys 1 poeng, mellom brun 2 poeng, mørk brun 3 poeng  
2) skjoldet lever +/-
  - blødninger i lever: vurdert ved uttak av histologiske snitt +/-

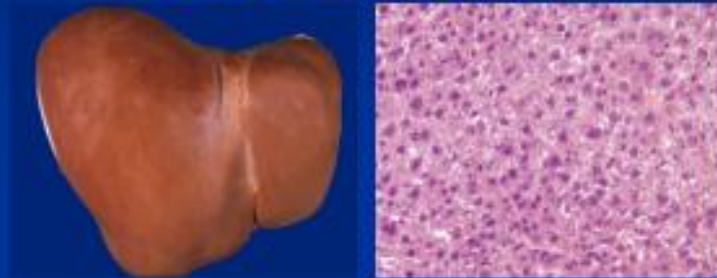


## Avvik observert av lever fra raps-gruppen

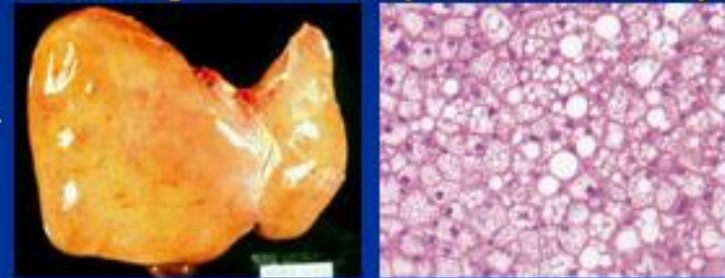


# Non-Alcoholic Fatty Liver Disease (NAFLD)

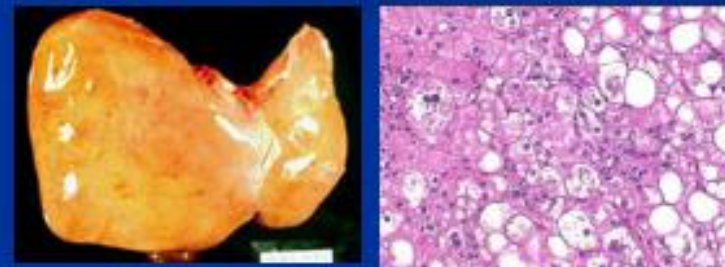
**Normal liver**



**Fatty liver (Steatosis)**



**Cirrhosis**

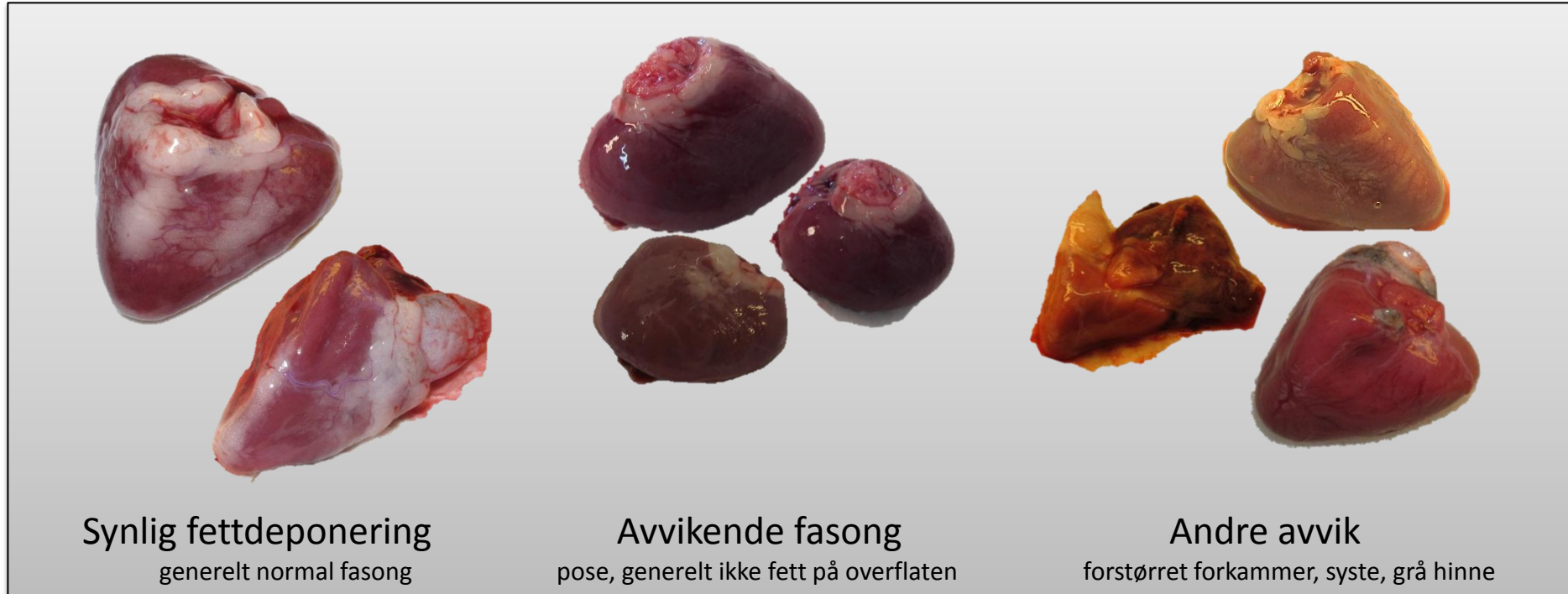


**Steatohepatitis**

- inflammation
- fibrosis

# Hjerte

- Vurdert
- hjertestørrelse: % av kroppsvekt (ventrikel vekt)
  - utseende: 1) synlig fettdeponering på overflaten av hjerte
  - 2) form, +/- avvikende form
  - cyste på hjertet, vurdert ved uttak av histologiske snitt +/- og andre avvik

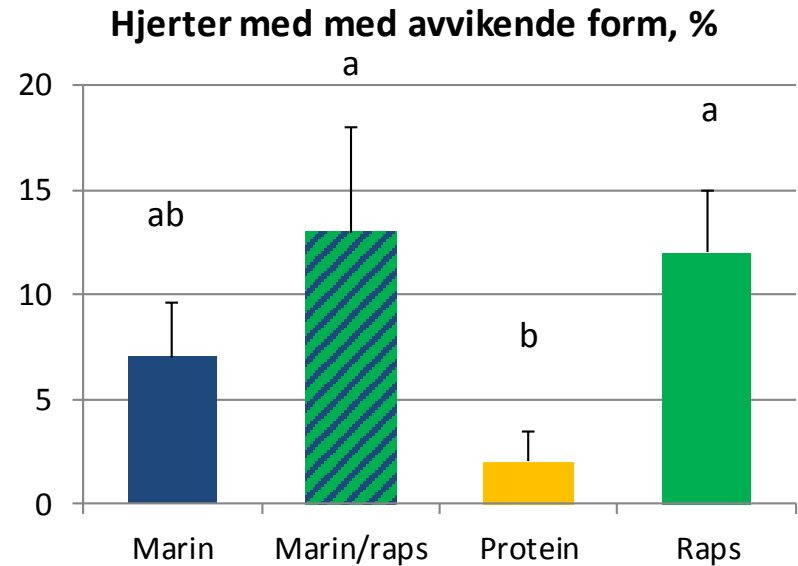
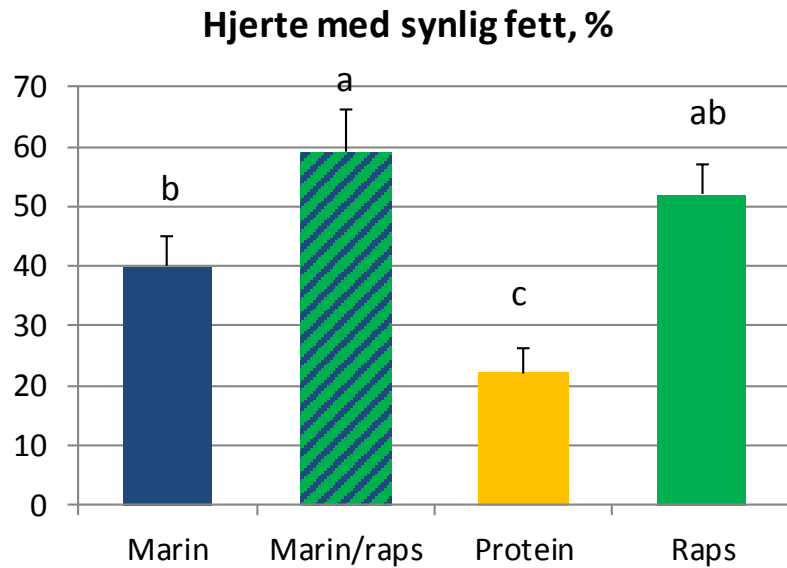


Andre avvik, spesielt (mest hos rapsgruppen) :

- Væske i bukhulen (ascites) - Veske i bukhulen kan være en følge av leverskade
- Veske i svømmeblæren
- Veske i hjertehulrom (perikardialhulen)
- Høyest dødelighet for laksen som fikk rapsfôr (Observert veske i bukhulen i død fisk)

# Hjerte

andel laks med fett på overflaten  
og avvikende fasong (posehjerte)



# Sensorisk analyse av laks

Sensorisk analyse (akkreditert analyse)

Signatur: \_\_\_\_\_  
Josefine Skaret

Nofima, 4. mai 2012

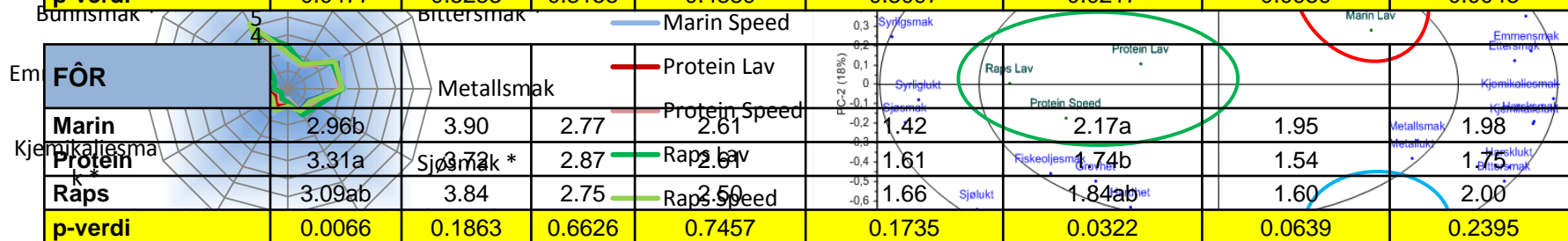




# Sensorikk



SORTER	Fersk lukt	Metalllukt	Sjølukt	Fiskeoljelukt	Vegatabilsk oljelukt	Harsk lukt	Kjemikalielukt	Bunnlukt
Marin Lav	2.95a	3.85	2.68	2.44	1.48	1.95ab	1.92	2.04ab
Marin Speed	2.98a	3.95	2.86	2.78	1.36	2.39a	1.98	1.93ab
Protein Lav	3.35a	3.65	2.85	2.56	1.76	1.74ab	1.66	1.94ab
Protein Speed	3.27a	3.79	2.89	2.65	1.45	1.75ab	1.42	1.57b
Raps Lav	3.23a	3.82	2.98	2.60	1.60	1.63b	1.47	1.67b
Raps Speed *	2.95a	3.85	2.52	2.40	1.72	2.05ab	1.73	2.32a
<b>p-verdi</b>	<b>0.0477</b>	<b>0.5253</b>	<b>0.3155</b>	<b>0.4389</b>	<b>0.3097</b>	<b>0.0217</b>	<b>0.0959</b>	<b>0.0048</b>



ENERGI	smak							
Lav	3.18	3.77	2.84	2.53	1.61	1.77	1.68	1.88
Speed	3.07	3.86	2.76	2.61	1.51	2.06	1.71	1.94
<b>p-verdi</b>	<b>0.2395</b>	<b>0.4465</b>	<b>0.5883</b>	<b>0.2566</b>	<b>0.3674</b>	<b>0.1401</b>	<b>0.8581</b>	<b>0.4917</b>

Hva betyr så dette i praksis ?



# Sensorikk



FÔR	Marin olje	Rapsolje +protein	Rapsolje
<u>Tekstur</u>			
Hardhet	☹️	😊	☹️
Grovhet	😊	☹️	☹️
<u>Smak</u>			
Fersk	☹️	😊	😊
Bitter	☹️	😊	😊
Harsk	☹️	😊	☹️
<u>Lukt</u>			
Fersk lukt	☹️	😊	😊
Harsk lukt	☹️	😊	😊



# Samlet inntrykk



**Marin olje**



**Rapsolje+protein**



**Rapsolje**



**Marin olje**



**Rapsolje+protein**



**Rapsolje**



**Marin olje**



**Rapsolje+protein**



**Rapsolje**



Totalt

1. Protein 😊

2. Raps 😐

3. Marin 😞

## RESULTATER - OPPSUMMERT

**Marin** vs **Raps** :

- Høyere slakteutbytte
- Mindre innvollsfett
- Mindre og mørkere lever
- Ikke skjoldet lever
- Tendens til mindre fett på hjertet
- Mest EPA/DHA
- Utvikler mer harsk lukt og smak

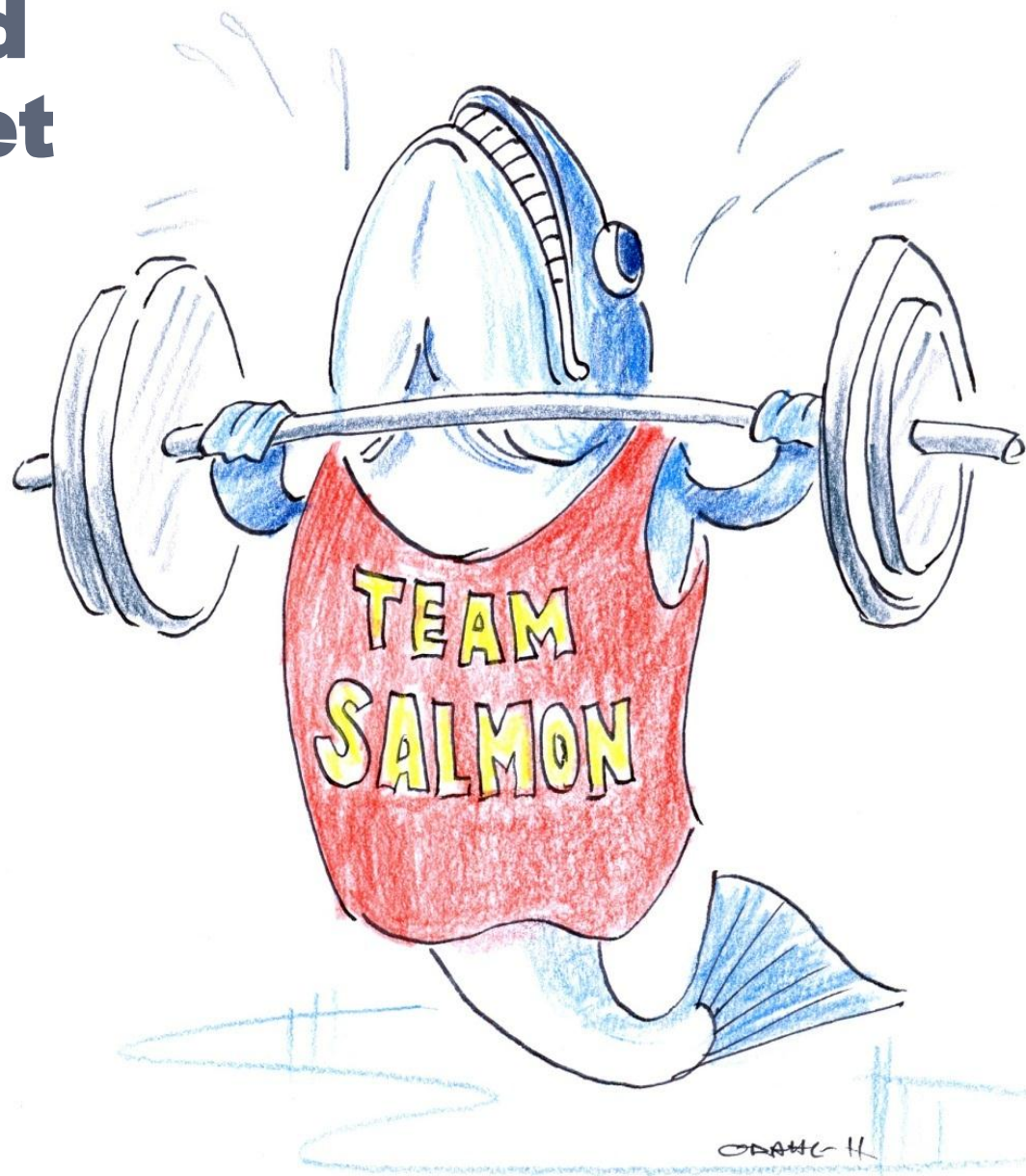
## RESULTATER - OPPSUMMERT

**Protein** vs. **Raps**

- Høyere slakteutbytte
- Høyere filetutbytte
- Mindre innvollsfett
- Lavere frekvens av skjoldet lever
- Mindre synlig fett på hjertet
- Færre fisk med avvikende hjertefasong
- Fastere i kjøttet
- Best på smak

**Robust laks med  
god spisekvalitet**

**- er mulig !**





# Sensorikk



	Jevn vekst	Spurtvekst
<u>Tekstur</u>		
Hardhet	☺	☹
Grovhet	☺	☹
<u>Smak</u>		
Fersk	☺	☹
Bitter	☺	☹
Harsk	☺	☹
<u>Lukt</u>		
Fersk lukt	☺	☹
Harsk lukt	☺	☹

# Samlet inntrykk



Jevn vekst 😊😊😊😊😊

Spurt vekst

Jevn vekst 😐😐

Spurt vekst 😐😐

Jevn vekst

Spurt vekst 😞😞😞😞😞

Totalt

1. Jevn 😊

2. Spurt 😞