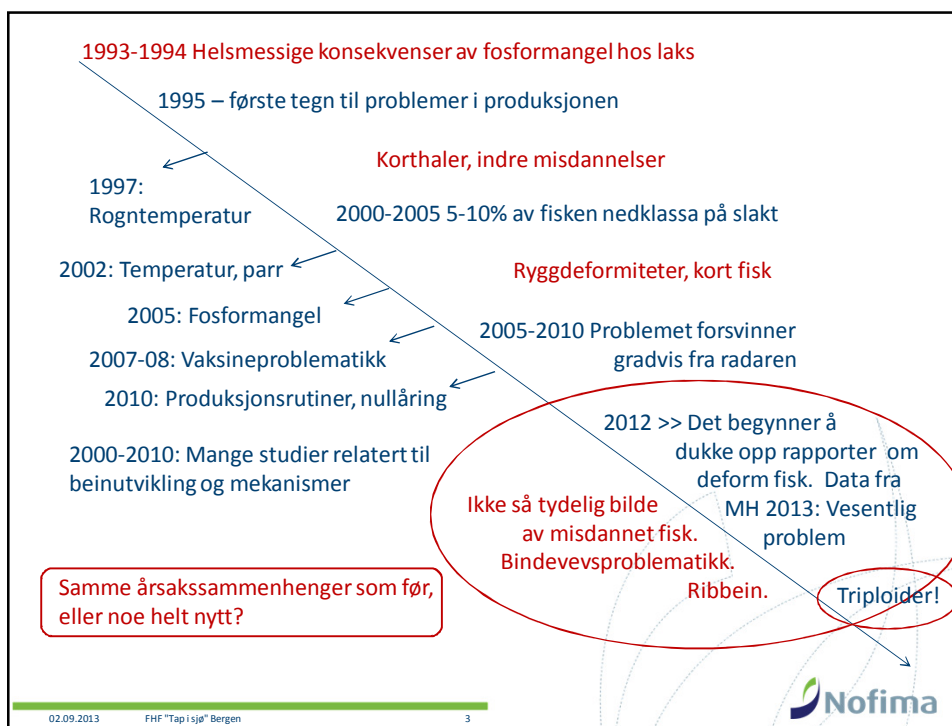


# Bedre mineralernæring gir bedre kvalitet og mindre tap

Grete Bæverfjord, Nofima





Oppdrag fra FHF:

***Evaluering av tidligere forskning på effekten av ulike mineralnivå i fôr på utviklingen av deformiteter***

***Nofima og NIFES, HI og APC***

Ramme 700 000 NOK 2011-2012

- Review, manuskript for publisering i Aquaculture Nutrition
- Vedlegg med oppsummering av kunnskapshull og forskningsbehov
- Populærvitenskapelig faktaark

02.09.2013 FHF "Tap i sjø" Bergen 4 Nofima

## Mineral nutrition and bone health in farmed salmonids – a review

Grete Baeverfjord\*<sup>1</sup>, Per Gunnar Fjellidal<sup>2</sup>, Sissel Albrektsen<sup>3</sup>, Bjarne Hatlen<sup>1</sup>, Vegard Denstadli<sup>4</sup>, Elisabeth Ytteborg<sup>5</sup>, Harald Takle<sup>5</sup>, Eric-Jan Lock<sup>6</sup>, Marc H.G Berntssen<sup>6</sup>, Anne-Kathrine Lundebye<sup>6</sup>, Torbjørn Åsgård<sup>1</sup> and Rune Waagbø<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Nofima, NO-6600 Sunndalsøra, Norway

<sup>2</sup>Institute of Marine Research (IMR), NO-5984 Matredal, Norway

<sup>3</sup>Nofima, NO-5000 Bergen, Norway

<sup>4</sup>Aquaculture Protein Centre (APC), P.O. Box 5003, NO-1432 Ås, Norway (Present address: Biomar)

<sup>5</sup>Nofima, NO-1432 Ås, Norway

<sup>6</sup>NIFES, Postboks 2029 Nordnes, NO 5817 Bergen, Norway

Referansegruppe:

Harald Sveier, Olav Breck, Eldar Bendiksen,  
Jan Vidar Jakobsen, Trygve Sigholt, Trygve Berg Lea

02.09.2013

FHF "Tap i sje" Bergen

5



## Sammenhengen mellom mineralernæring og deformiteter

- Det er vist en klar sammenheng mellom utvikling av deformiteter og nedsatt mineralisering
- Gjelder først og fremst fosfor (P)
- Gjelder sink (Zn)
- Andre elementer: Svakere dokumentasjon
  - Eldre studier, lite relevante
  - Ryggmisdannelser observert ved ekstreme tilstander
- NB! Deformiteter: Alltid en sammensatt situasjon

02.09.2013

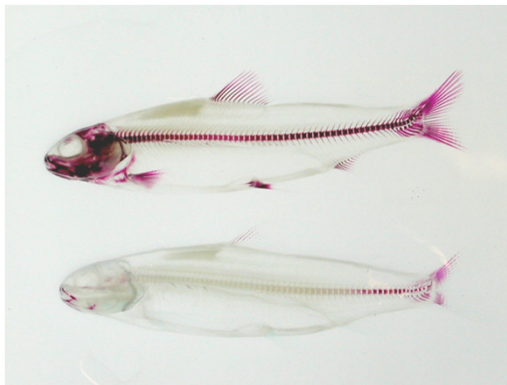
FHF "Tap i sje" Bergen

6



## Hva skjer ved fosformangel ?

- Få symptomer annet enn skelett annet enn i svært alvorlige tilfeller
- Påvirker tilvekst lite



5g fisk, høy og lav P.  
Foto: Synnøve Helland, Nofima

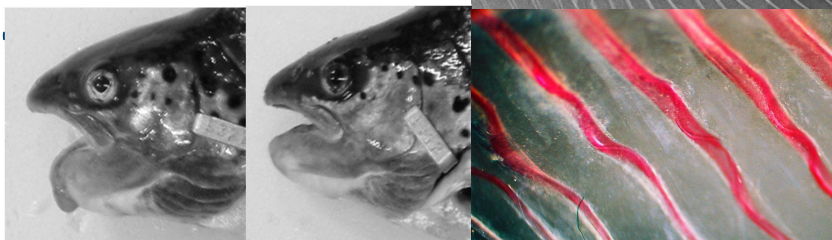
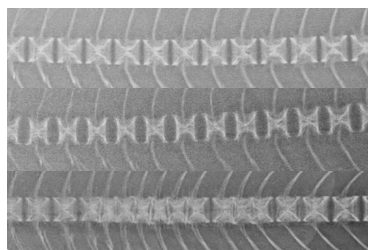
02.09.2013

FHF "Tap i sjø" Bergen

7

## Hva skjer ved fosformangel ?

- Få symptomer annet enn skelett annet enn i svært alvorlige tilfeller
- Påvirker tilvekst lite
- Påvirker
  - Ryggvirvler
  - Underkjeve, hodeknokler
  - Ribbein, virvelstråler
  - Skjellkledning



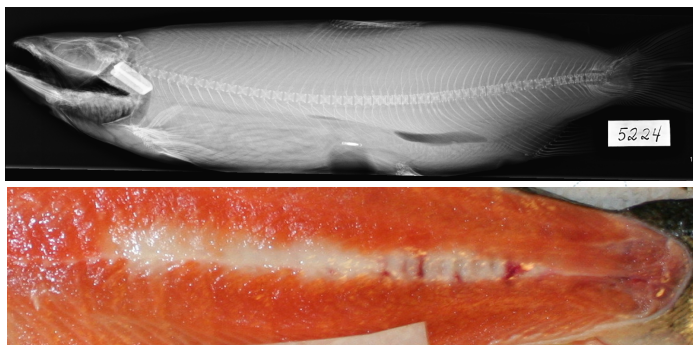
02.09.2013

FHF "Tap i sjø" Bergen

8

## Hva skjer ved fosformangel ?

- Langtidseffekter på beinutvikling
  - Mangel i en periode kan korrigeres, men feil i bein kan likevel komme til syne med tida
  - Alvorlighetsgrad beinutvikling korrelert til graden av mangel, både i mengde og i tid



02.09.2013

FHF "Tap i sjø" Bergen

9

 Nofima

## Fosfor, hva er problemet?

- Det trengs relativt mye fosfor, og fôret er (tilnærmet) eneste kilde
- Fosforbehovet er dynamisk, avhenger av
  - Tilvekst og fôrfaktor
  - Livsstadium
  - Miljøpåvirkning
- Behovsestimatene er gamle og sprikende
- Tilsetninger koster, og «tar plass» fra andre ingredienser
- Usikre/ikke tilgjengelige data om innhold og tilgjengelighet av fosfor fra fôrmidlene
- Store endringer i bruk av råvarer på kort tid
- Ingen overvåking av mineralisering/beinhelse i produksjonen

02.09.2013

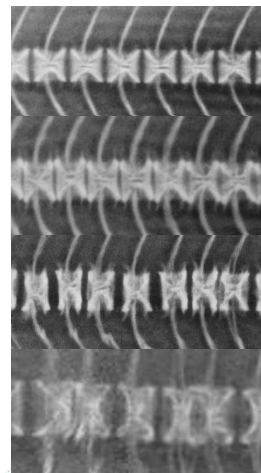
FHF "Tap i sjø" Bergen

10

 Nofima

## Sink, hva er problemet?

- Stor variasjon i sinkinnhold og –fordøyelighet i fôr
- Sink analyseres ikke rutinemessig – har ikke fokus
- Stor variasjon i sink i fisk!
- EU har gitt øvre grense på 200 mg/kg fôr
- Tilbakeholdenhet med supplementering
- Sinkmangel (<20 mg/kg fisk) gir ryggvirvleskader – ikke vanlig
- Suboptimale sinknivå (25-35 mg/kg fisk) - vanlig
- Sink er en sentral faktor i mange biologiske funksjoner (immunkompetanse, sårheling osv.)
- Hva betyr suboptimale nivå av sink for fiskens robusthet?
- Suboptimale sinknivå kan forverre en subklinisk P-mangel.



02.09.2013

FHF "Tap i sjø" Bergen

11

### Gjeldende kunnskapsgrunnlag for behov, P og Zn

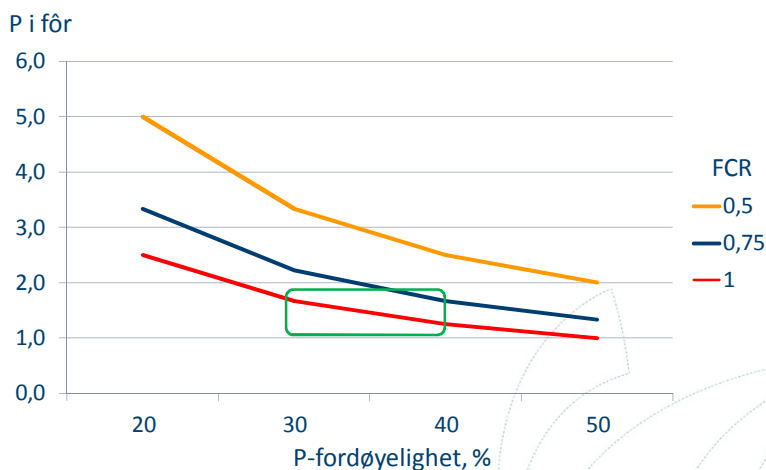
Element	Species	Reference	Fish size interval (g)	Dietary protein source	Duration of study (weeks)	SGR*	Estimated requirement
P	A. salmon	Ketola, 1975	6,5-9,5	Soybean meal	5	1,1	0,6g available P 100g <sup>-1</sup> diet
		Vielma & Lall, 1998	42-170	Casein, gluten, corn starch	15	1,3	0,83-0,93%
		Åsgård & Shearer, 1999	1,4-3,5	Casein, gelatin	9	1,5	0,9% available P at FCR 0,6
	Rainbow trout	Ogino & Takeda, 1978	1,2-3,5	Egg albumin	6	2,5	0,7-0,8% available P
		Ketola & Richmond, 1994	9-28 35-105	Casein, blood meal, albumin	10 15	1,6 1,1	0,54-0,61% non-phytin P
Zn	A. salmon	Maage & Julshamn, 1993a	40-150	Cod muscle	8	1,6	>67 mg kg <sup>-1</sup> dry diet
		Maage & Julshamn, 1993b	0,15-1,5	Cod muscle	12	2,7	57-97 mg kg <sup>-1</sup> dry diet
	Rainbow trout	Ogino & Yang, 1978	1,8-9,5	Egg albumin	8	3	15-30 mg kg <sup>-1</sup>
		Satoh et al., 1987	1,3-6,4	Egg albumin	12	1,9	20-49 mg kg <sup>-1</sup>

02.09.2013

FHF "Tap i sjø" Bergen

12

## Beregning av nødvendig innhold av P i fôr Faktoriell modell (hensyn til FCR og fordøyelighet)



02.09.2013

FHF "Tap i sjø" Bergen

13

## Beregning av nødvendig innhold av P i fôr:

Mål: Innhold av P i fisk	Behov, fordøyelig P i fôr pr kg tilvekst*	Fordøyelighet, % av total P i fôret	FCR	Nødvendig innhold av P i fôr	Nødv. % P i fôr
4000 mg kg <sup>-1</sup> fisk	5000 mg kg <sup>-1</sup> tilv.	50	1	10 000 mg P kg <sup>-1</sup> fôr	1%
4000 mg kg <sup>-1</sup> fisk	5000 mg kg <sup>-1</sup> tilv.	50	0,8	12 500 mg P kg <sup>-1</sup> fôr	1,25%
4000 mg kg <sup>-1</sup> fisk	5000 mg kg <sup>-1</sup> tilv.	50	0,6	16 700 mg P kg <sup>-1</sup> fôr	1,7%
4000 mg kg <sup>-1</sup> fisk	5000 mg kg <sup>-1</sup> tilv.	30	1	16 700 mg P kg <sup>-1</sup> fôr	1,7%
4000 mg kg <sup>-1</sup> fisk	5000 mg kg <sup>-1</sup> tilv.	30	0,8	20 100 mg P kg <sup>-1</sup> fôr	2%
4000 mg kg <sup>-1</sup> fisk	5000 mg kg <sup>-1</sup> tilv.	30	0,6	27 800 mg P kg <sup>-1</sup> fôr	2,8%

\*Forutsatt 80% retensjon av fordøyd P

02.09.2013

FHF "Tap i sjø" Bergen

14

## Endringer i råvarebruk over tid

Use of plant ingredients vs. fish ingredients over the past 20 years in Norwegian aquaculture (% used of total feed sold from three feed companies\*).

	1990	2000	2010	2012
Fish meal	63,8	37,5	25,6	19,5
Plant protein (various sources)	0	15,4	36,9	36,7
Starch (mainly wheat)	10,3	10,9	9,4	11,1
Fish oil	23,4	30,7	17,0	11,2
Plant oil	0	0	12,0	18,3

\*Microingredients such as vitamins, minerals and amino acids are excluded

Data fra Ytrestøyl m.fl., 2013

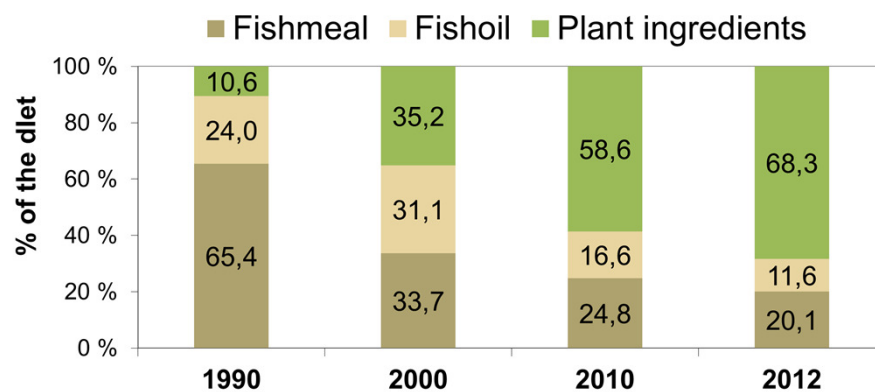
02.09.2013

FHF "Tap i sjø" Bergen

15



### Figure 1: Norwegian salmon feed 1990-2012



Ytrestøyl m.fl., 2013

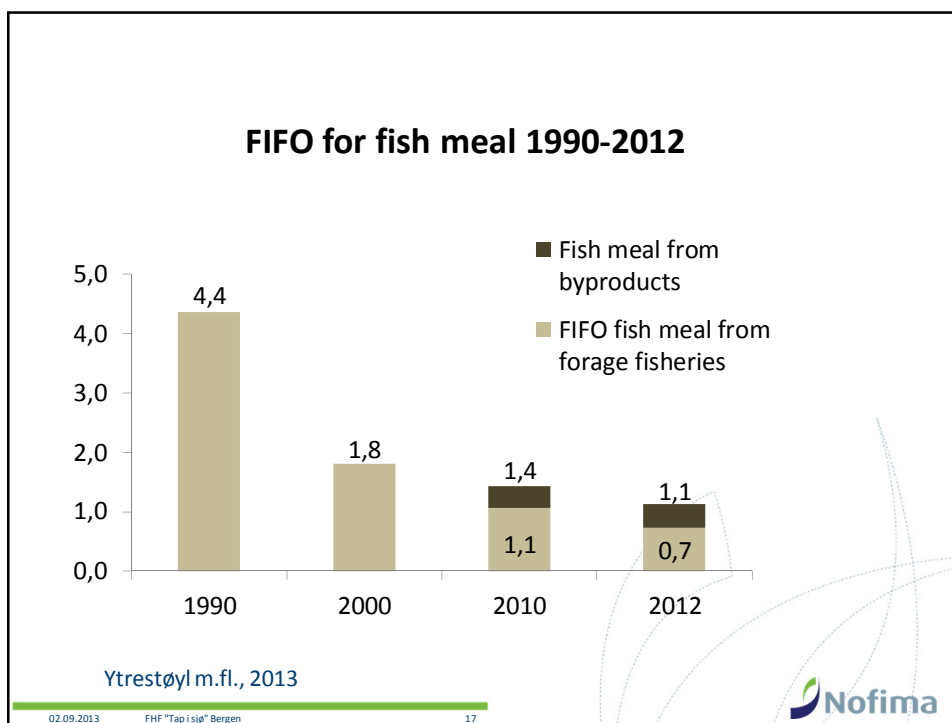
02.09.2013

FHF "Tap i sjø" Bergen

16







### Mineralisering og mineralopptak – hva påvirker?

- Nivå av elementer i fôr og tilgjengelighet
- Tilvekst og fôrfaktor
- Fiskens behov (størrelse, livsstadium)

- Kunnskapen vi har om dette er fragmentarisk og tilfeldig
- Så langt: Fôreffektene overskygger øvrige effekter

02.09.2013 FHF "Tap i sjø" Bergen 18

Nofima

## Metoder

- Lite utvikling av metoder relatert til mineralernæring i nyere tid
  - Noen få eksempler på nytenkning i seinere år
    - Løselig P
    - Fiber som indikator
  - Utvikling av markører for opptak av Zn og P
- Mangel på metoder er et viktig hinder for muligheter til å overvåke situasjonen tilfredsstillende
  - Fisken er i praksis rettsløs
- Gjeldende metoder er tidkrevende, lite fleksible og dyre i bruk
- Alternative metoder må utvikles og valideres
- Spesielt behov for alternative metoder som gjelder tilgjengelighet av elementer i kommersielle dietter



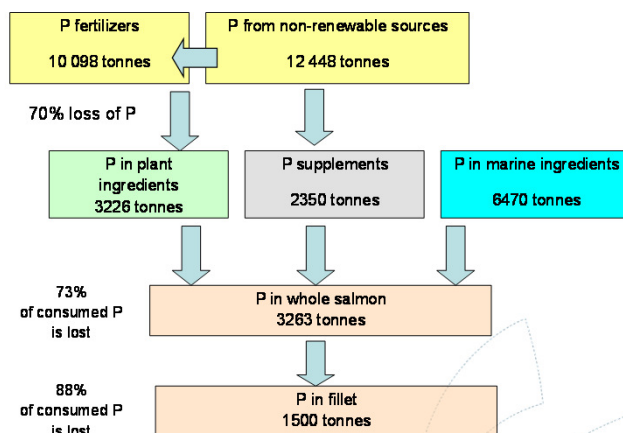
02.09.2013

FHF "Tap i sjø" Bergen

19

## Fosfor er en begrenset ressurs globalt

### P budget for the 2010 salmon production



02.09.2013

FHF "Tap i sjø" Bergen

20

## Produksjonstemperatur laks

- Optimal temperatur for tilvekst 15-16°C
  - Gjelder ikke fisk større enn 100-200g? (Bæverfjord et al. 2012)
  - Gjelder ikke i sjø? (Hevrøy et al. 2013)
- Høg temperatur i ferskvann inducerer fusjoner i ryggraden
  - Temperatur 0-60g > 12°C gir økt antall ryggdeformiteter (2003)
  - Temperaturinduserte fusjoner fortsetter å utvikle seg (2006)
  - På vevs nivå skjer det en forskyvning i differensiering som forklarer hvordan fusjonene oppstår (12°C vs. 16°C) (2010)
- Temperatur påvirker vekst og differensiering
  - Økt veksthastighet gir høyere veksthastighet, og øker behovet for fosfor pr kg fôr.
  - Effekt av temperatur på opptak og utnyttelse av mineraler er ukjent
- Produksjonstemperatur i ferskvann er på tur opp?
- 12-13-14-15-16-17°C

## Sikker mineralisering:

### Hva er de viktigste spørsmålene?

- Hva er egentlig **behovene** for fosfor og sink i ulike livsstadier, og hvordan bør de uttrykkes?
- Hvordan kan vi oppnå sikker mineralforsyning med **nye fôrmidler**
  - Plantefôrmidler
  - Marine og animalske biprodukter
- **Fosforkilder:**
  - Hvordan øke utnyttelsen av de kildene vi har til rådighet?
  - Hvordan møter vi situasjonen med begrensede P-ressurser?
- **Sink:** Hvor mye sink trenger fisken for å holde seg frisk?
- Bør vi sette øvre grense for **produksjonstemperatur** i ferskvann?
  - For å unngå temperaturinduserte misdannelser
  - For å unngå sekundærskader pga. for høy veksthastighet
- Hvordan utvikle **tidsmessige metoder** for analyse og overvåking av mineraler i fôr og fisk, og for overvåking av bein helse