

Postsmolt – ytelse og velferd i lukkede og semilukkede anlegg

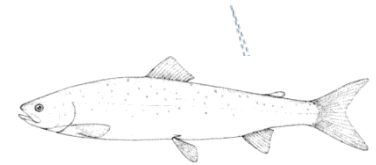
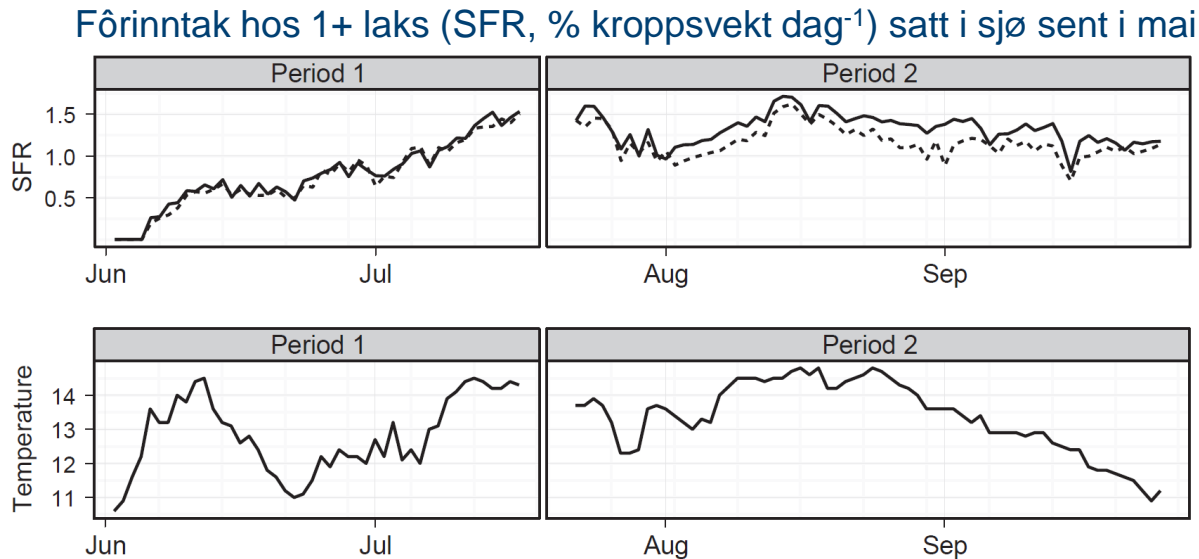
FHF- samling verdikjede havbruk

Bendik Fyhn Terjesen (seniorforsker, Nofima)
og Sigurd Handeland (seniorforsker Uni Research)

-
På vegne av NFR-OPP og Postsmolt konsortiene

Bakgrunn

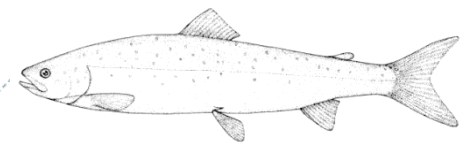
- Tap av fisk i norsk lakseproduksjon har stor variasjon, men snitt på samme nivå nå, ~ 20%, som 12 år siden (Arealutvalget 04.02.11)
- Tapet, mistet fisk og tapt tilvekst, kan skje tidlig etter utsett av liten smolt i sjøen (<100 g/ind) (f.eks Oehme et al., 2010)



Oehme, M., Grammes, F., Takle, H., Zambonino-Infante, J.-L., Refstie, S., Thomassen, M.S., Rørvik, K.-A., Terjesen, B.F., 2010. Dietary supplementation of glutamate and arginine to Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) increases growth during the first autumn in sea. *Aquaculture*. 310, 156-163

Bakgrunn forts.

- En av mulige løsninger er å redusere tiden i tradisjonelle nøter i sjø
- FKD åpnet nylig for økning fra 250 g/ind til 1 kg/ind settefisk, prøveperiode
- Hypoteser: en større settefisk kan
 - ✓ redusere problemer med lus,
 - ✓ redusere tap av fisk, og gi raskere vekst
 - ✓ redusere produksjonstid, spesielt ved lav vintertemperatur
 - ✓ Redusere produksjonsrisiko
- En slik produksjonsplattform kan vi også kalle «Kombinasjonslinjer»

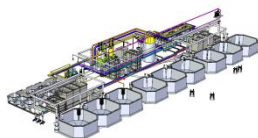


Kombinasjonslinjer, til 1 kg i lukkede anlegg

Lukket anlegg på land

Settefisk i lukket anlegg i ferskvann på land

0-70 g



Postsmolt i lukket anlegg på land

70 g – 1 kg



Kortere periode i trad. nøter til slakt

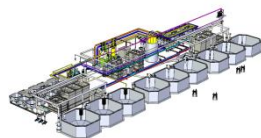
1 kg – 4.5 kg



Semi-lukket anlegg i sjø

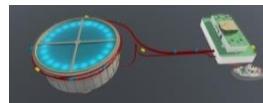
Settefisk i lukket anlegg i ferskvann på land

0-70 g



Postsmolt i semi-lukket anlegg i sjø

70 g – 1 kg



Kortere periode i trad. nøter til slakt

1 kg – 4.5 kg



Hovedmål i prosjektet Optimalisert postsmolt-produksjon (NFR-OPP)

«Utvikle grunnleggende og anvendt kunnskap om hvorvidt tiden i åpne nøter i sjø for laks kan reduseres, ved å øke tiden på land eller i semi-lukkede anlegg i sjø, og kartlegge konsekvensene for fiskens ytelse, fysiologi, helse og produksjonskostnad»



Problemstillinger i OPP

- **Problem:** «...har så langt ikke sett noen (semi-lukket/lukket) systemer som er kostnads-effektive nok for produksjon av postsmolt opp mot 1 kg, verken på land eller i sjø.»

(Cato Lyngøy, tidligere konsernleder teknologi og miljø, Marine Harvest, styreleder i OPP, IntraFish, 29/10/12)

- **Problem:** Utilstrekkelig kunnskap om biologiske krav hos postsmolt av Atlantisk laks i semi-lukkede anlegg, for optimal ytelse, velferd og helse

Under testing i OPP: Landbasert produksjon av 1 kg postsmolt i RAS, resirkulering



Nofima Centre for Recirculation in Aquaculture, Sunndalsøra, Norway

Snart under testing i OPP, semi-lukkede anlegg i sjø til 1 kg (21 000 m³ vol, 450 m³/min flow)



Foto: Aquafarm Equipment

OPP «Optimalisert postsmoltproduksjon»

Industriforum
semi-lukkede anlegg
(under etablering)

Koordinator



IFU Aquafarm-Marine Harvest
(Innovasjon Norge)

IFU fase 1:
«Bygging
prototype
lukket merd»

IFU fase 2:
«Uttesting
prototype
lukket merd»

Nærings-PhD
Sara Calabrese (MH/UiB, PhD student)



NFR-OPP Styringsgruppe

Marine Harvest (prosjekteier), Grieg SeaFood, Smøla Klekkeri og Settefisk,
Nofima, UNI Research, Universitet i Bergen,
Universitetet for Miljø og Biovitenskap, Høyskolen i Bergen, NIVA

NFR-OPP assosierte medlemmer

Lerøy SeaFood Group, Lingalaks, Erko Settefisk, Hauge Aqua

NFR-OPP Teknisk prosjektleder: Nofima

NFR-OPP 3
RAS salinitet

NFR-OPP 1
Tetthet &
vannbehov

NFR-OPP WP1:
«Kunnskaps-
oppbygging»

NFR-OPP 4
RAS
utsetts-
tidspunkt

NFR-OPP 2
CO₂ toleranse



NFR-OPP WP2:
«Feltforsøk Marine
Harvest»
Semi-lukket i sjø
Forsøk 5a

NFR-OPP WP3:
«Feltforsøk Smøla
KS»
Semi-lukket i sjø
Forsøk 5b

NFR-OPP WP4:
«Feltforsøk Grieg
SeaFood»
Resirkulering
Forsøk 6

NFR-OPP WP5:
«Markører
ytelse,
helse, velferd»
Analyser
Forsøk 1-6

FHF-Postsmolt
styringsgruppe

Ørjan Tveiten (MH),
Frode Mathisen (GSF),
Svein Martinsen (SKS), Harald
Sveier (LSG), Erlend Haugarvoll
(LL), Merete Bjørgan Schrøder
(FHF, observatør), Kjell Maroni
(FHF, observatør)

Postsmolt A:
«Tetthet &
vannbehov»

(UNI Research)

Postsmolt D:
«CO₂ toleranse»

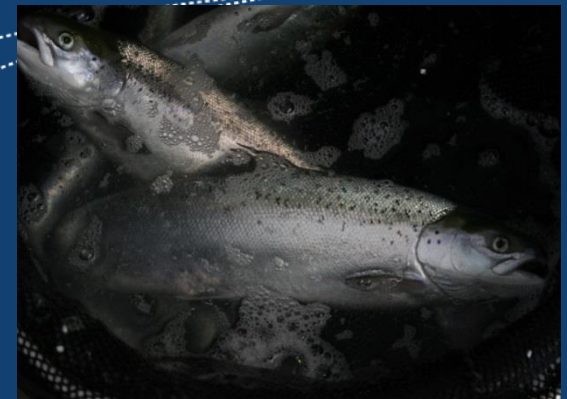
(Høyskolen i Bergen)

Postsmolt E:
«Helse og sykdom
i semi-lukkede anlegg»

(Veterinærinstituttet)



Effekter av salinitet og vannhastighet under produksjon av postsmolt i RAS, resirkuleringsanlegg (OPP3)

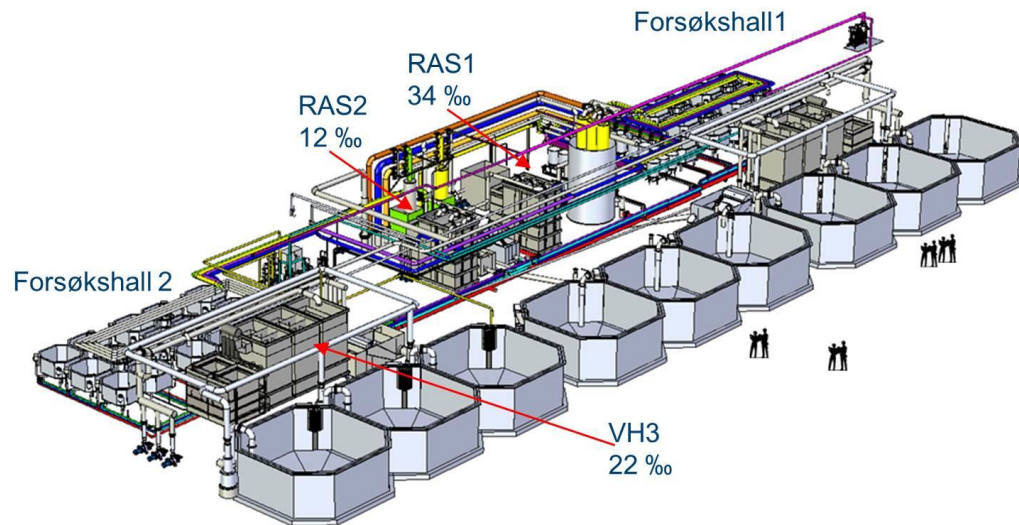


B.F. Terjesen^{1*}, T. Ytrestøyl¹, J. Kolarevic¹, S. Calabrese^{2,3}, B.O. Rosseland⁴, H-C. Teien⁴, Å. Åtland⁵, T.O. Nilsen², S. Stefansson², S.O. Handeland⁶, H. Takle¹

¹Nofima, ²Univ. of Bergen, ³Marine Harvest Norway, ⁴Norw. Univ. of Life Sciences; ⁵NIVA; ⁶UNI Research

Konsekvenser av valg av salinitet under planlegging og drift av RAS

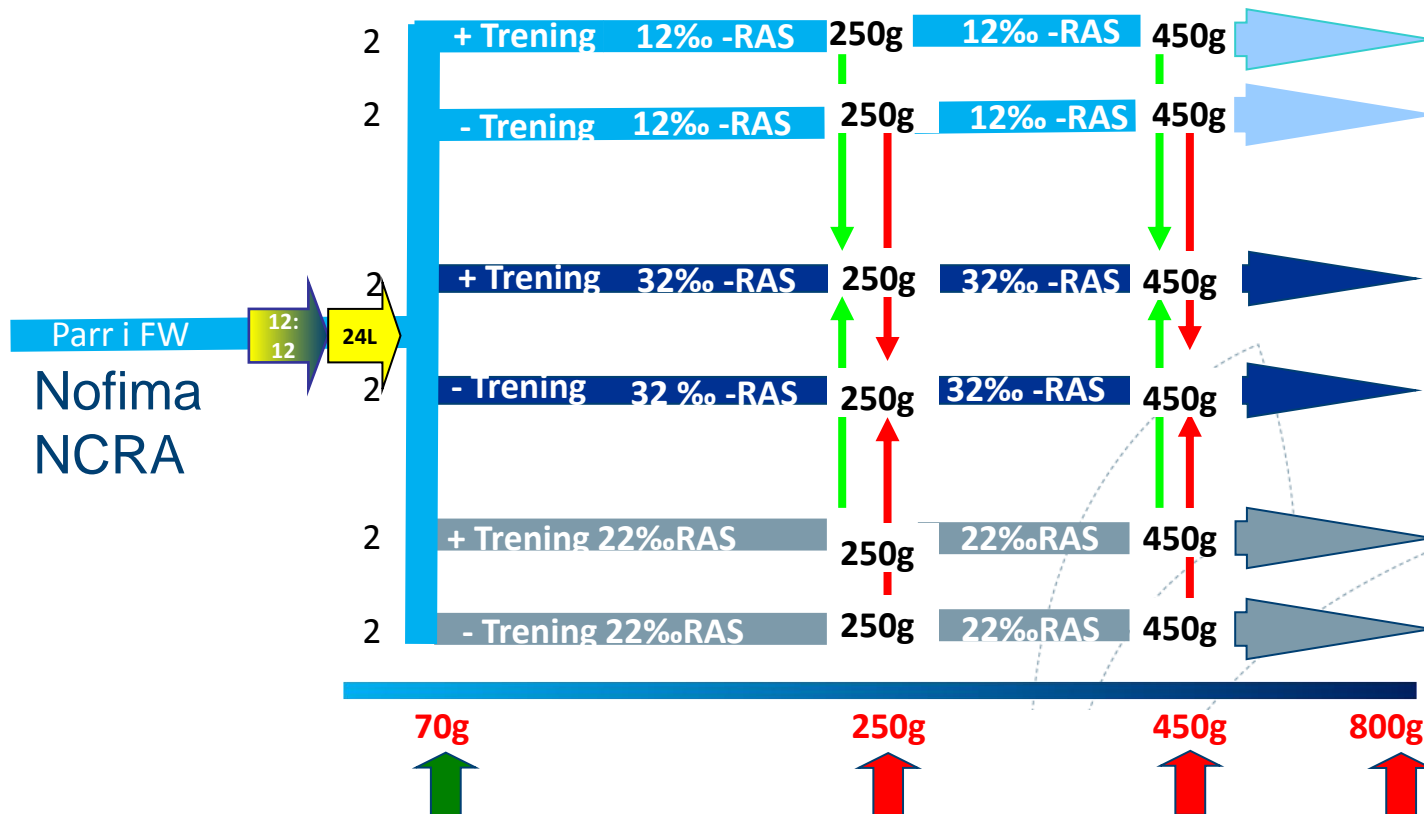
- Sjøvanns-RAS kan ha høyere driftskostnader enn fersk/-brakkvanns-RAS, fordi:
 - ✓ CO₂ fjerningseffektivitet er lavere i sjø- enn ferskvann (f. eks. Moran, 2010)
 - ✓ Ammoniakk-fjerning er lavere sjø- enn i ferskvann (f. eks. Chen al, 2006)
- Resulterer i behov for å pumpe mer vann og/eller større anlegg for samme produksjon
- **Eller kan postsmolt holdes ved lav salinitet i RAS og likevel takle overgang til fullstyrke sjø?**



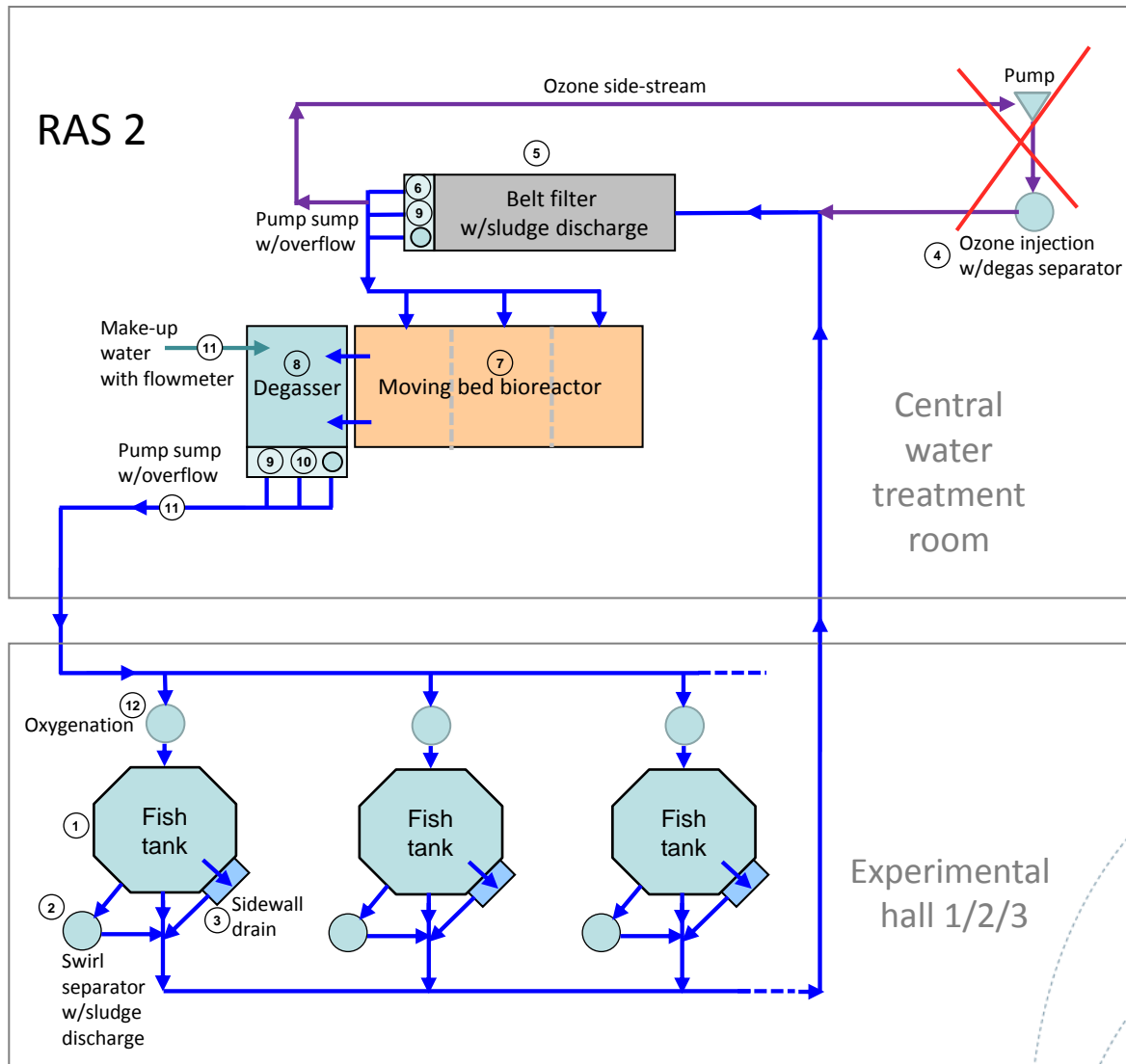
Nofima senter for resirkulering i akvakultur (NCRA), Sunndalsøra

Forsøksdesign: Optimal salinitet og vannhastighet i produksjon av postsmolt i RAS

- ✓ Hva er optimal salinitet for fisken, for overlevelse, helse, ione-regulering og kjønnsmodning, opptil 1 kg?
- ✓ Kan redusert saltholdighet gi mer energi tilgjengelig for vekst?
- ✓ Kan trening av fisken gjennom vannhastighet påvirke disse?



RAS-oppsett gjennom forsøket

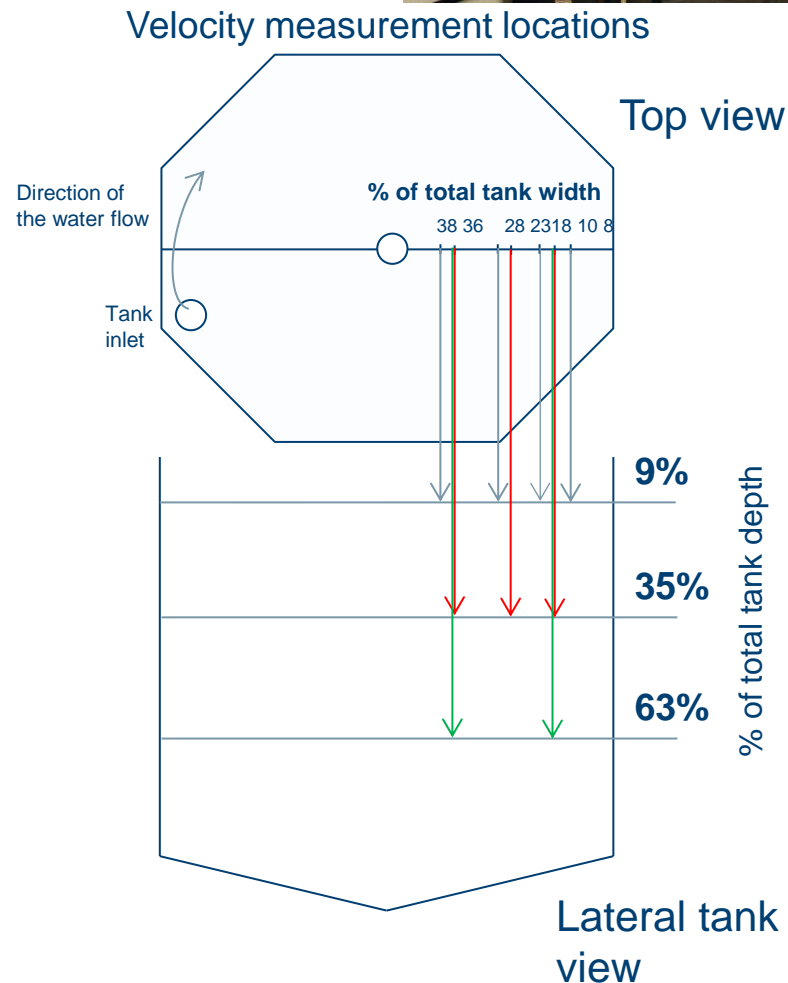
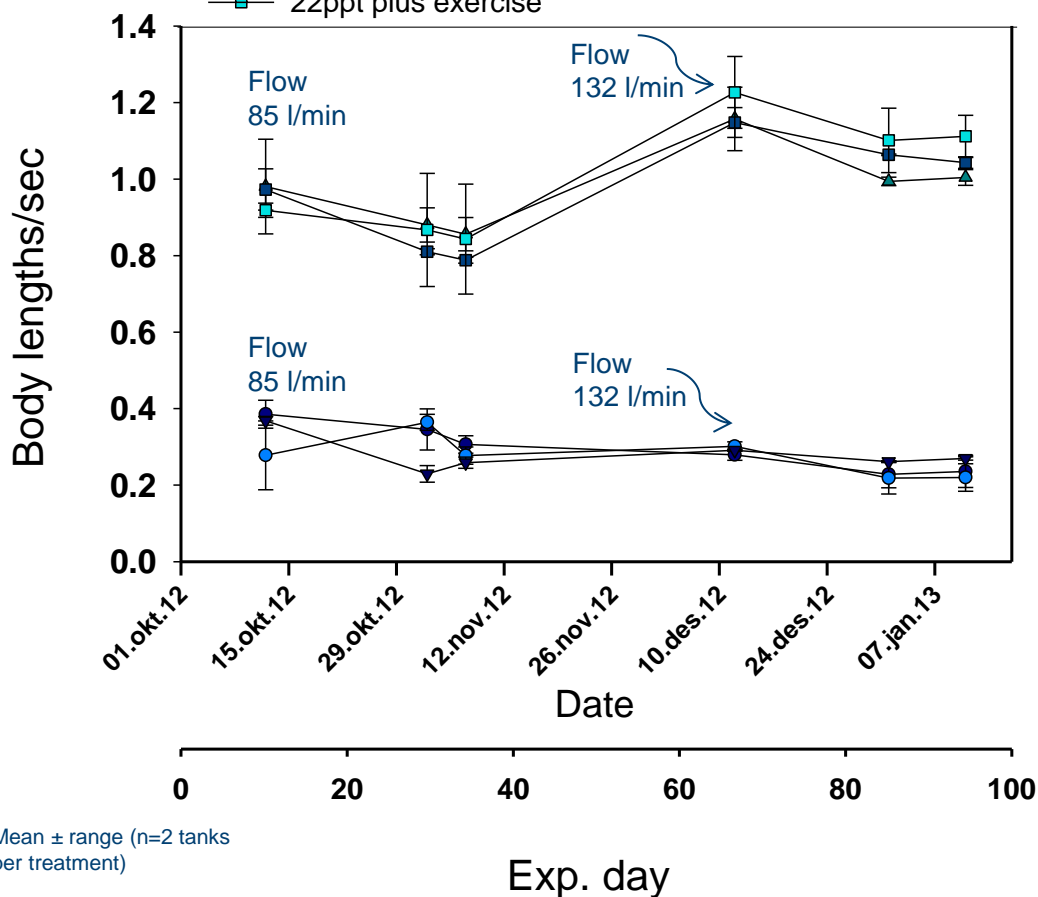


RAS1/2 Nofima senter for resirkulering i akvakultur (NCRA), Sunndalsøra

Svømmehastighet (BL/s) til ~250 g



- 32ppt minus exercise
- 12ppt minus exercise
- ▼ 22ppt minus exercise
- ▲ 32ppt plus exercise
- 12ppt plus exercise
- 22ppt plus exercise



Mean ± range (n=2 tanks per treatment)

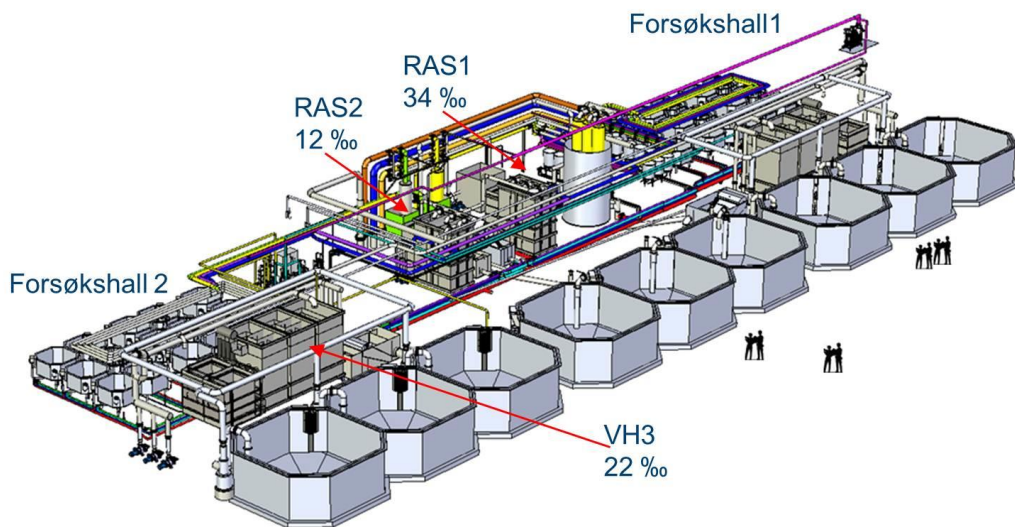
Forhold i RAS gjennom forsøket

RAS	Temp °C	pH	CO ₂ mg/l	Alkalinity CaCO ₃ mg/l	% Reused flow	% Water exchange /day	Feedload, % of capacity	Feedload/ water exh (kg/m ³ /day)
12‰	12.4±0.9	7.5±0.2	6.1±1.5	72±20	98.7±0.8	25±7	11.0±3.4	0.44±0.30
22‰	12.1±0.8	7.6±0.1	7.0±0.2	110±26	98.8±0.7	24±6	10.6±3.9	0.49±0.28
32‰	12.6±0.9	7.8±0.1	6.9±0.4	137±33	98.9±0.4	25±2	9.1±3.9	0.46±0.20

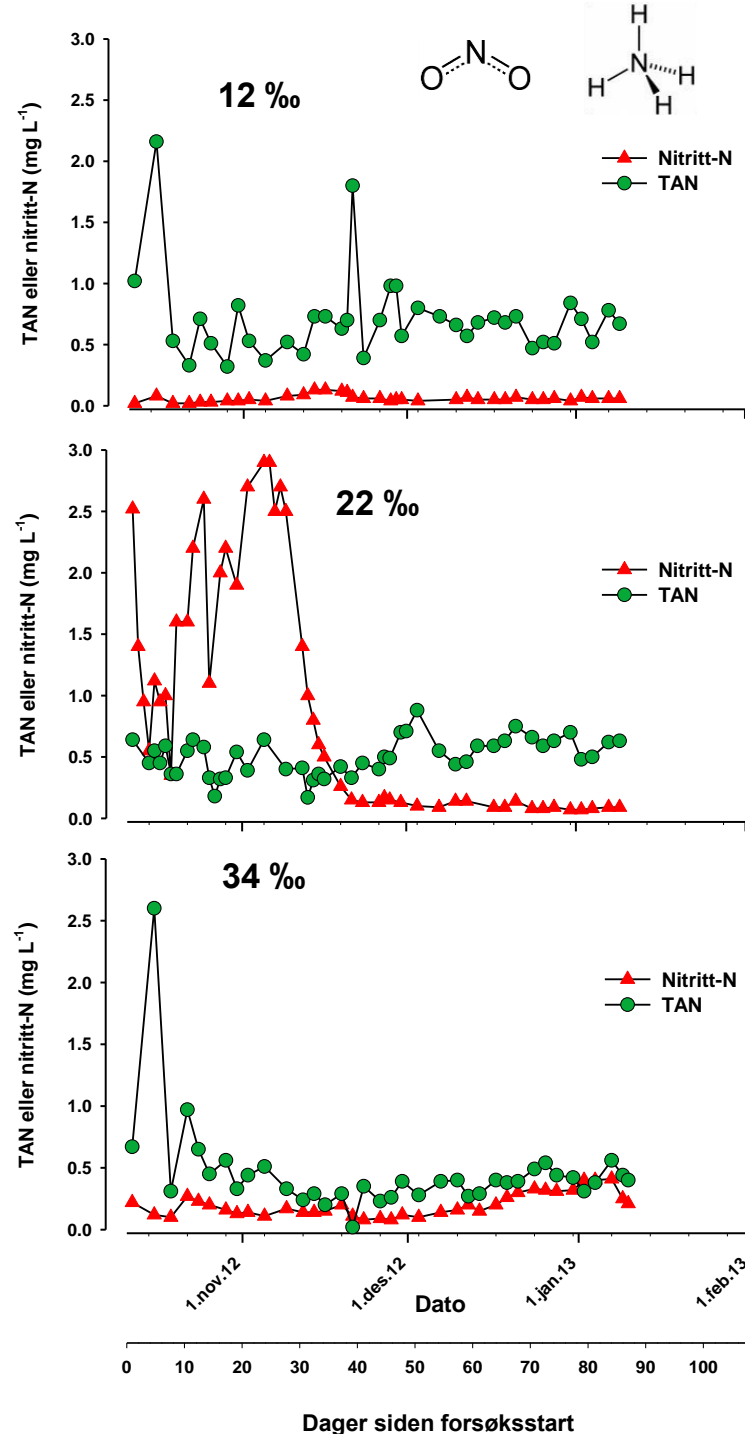
Mean ± SD (n=4 tanks per grouping). Water quality measured in tank outlet



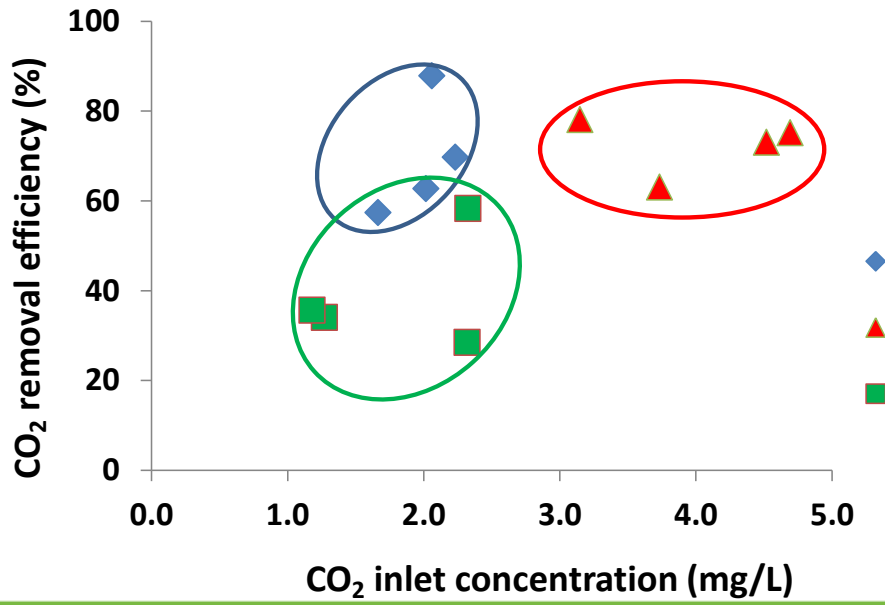
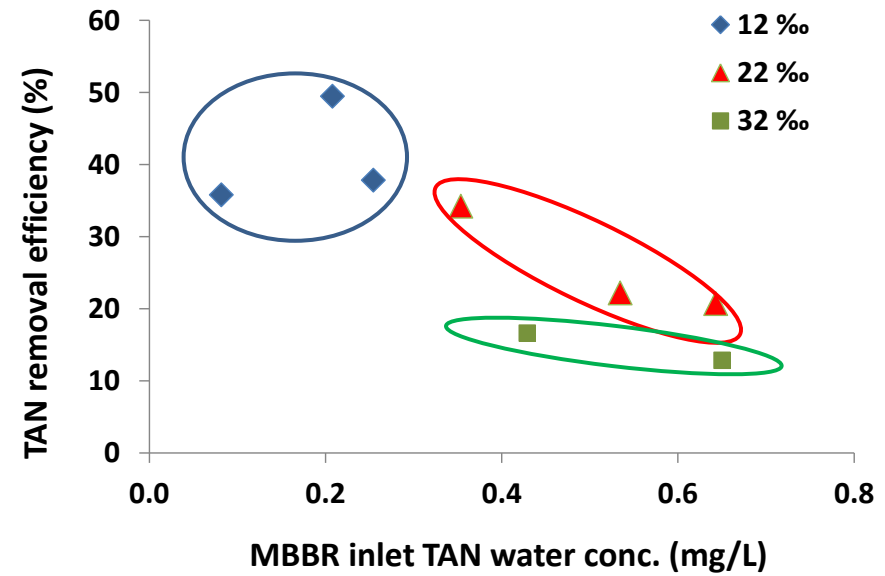
OPP3: Vannkvalitet frem til 250 g/ind. uttak



Nofima senter for resirkulering i akvakultur (NCRA), Sunndalsøra



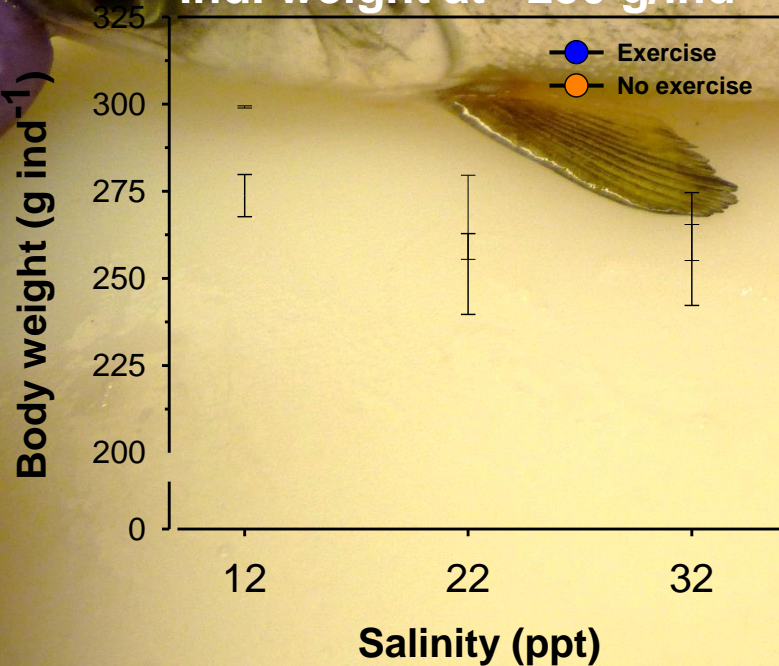
Effekter av salinitet i RAS på fjerningseffektiviteter



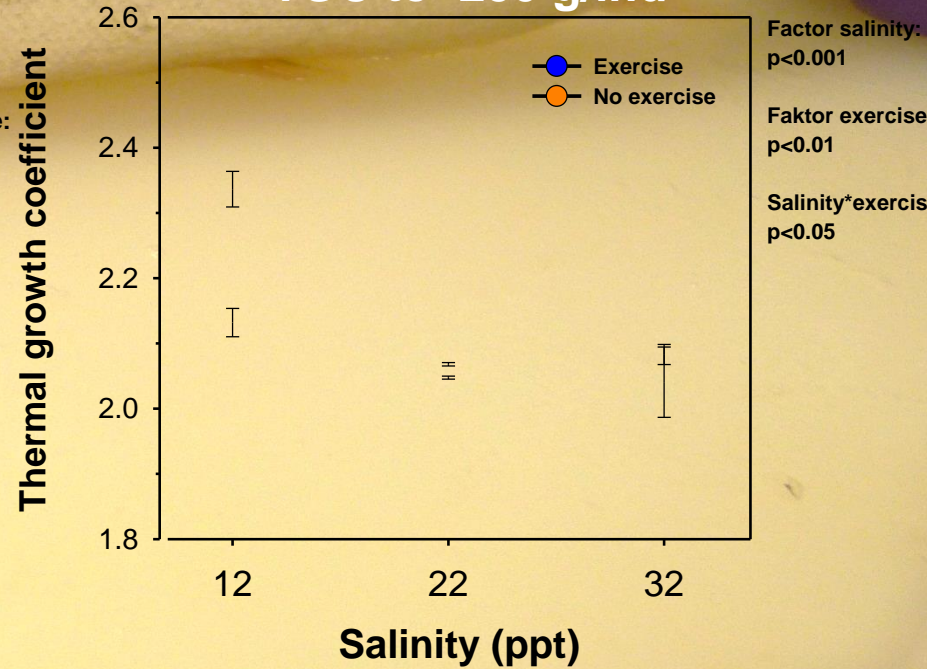
Postsmolt ved ~250 g, produsert ved 12 ‰ i resirkuleringsanlegg



Ind. weight at ~250 g/ind

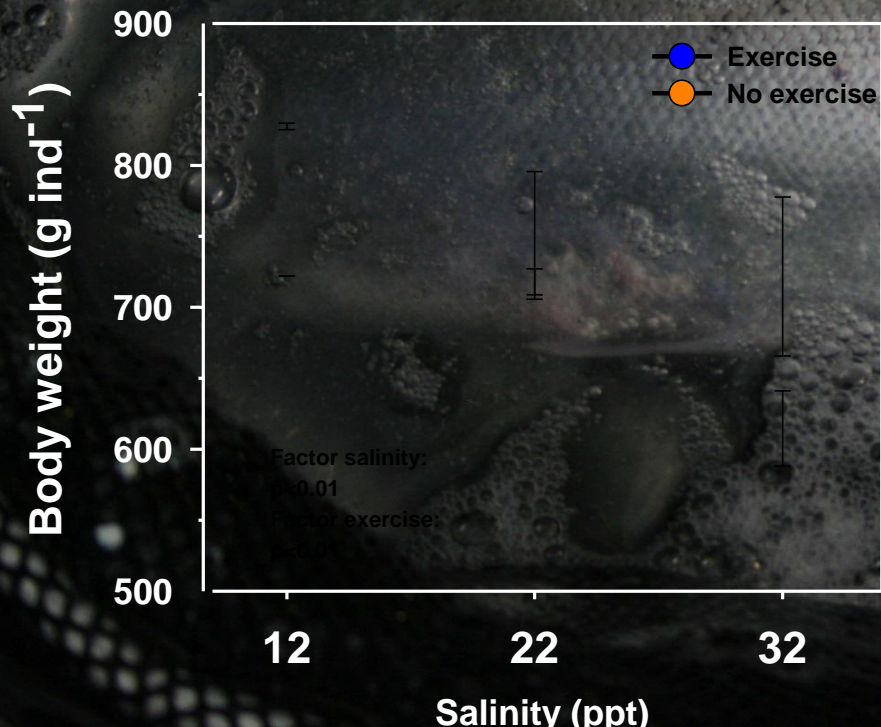


TGC to ~250 g/ind

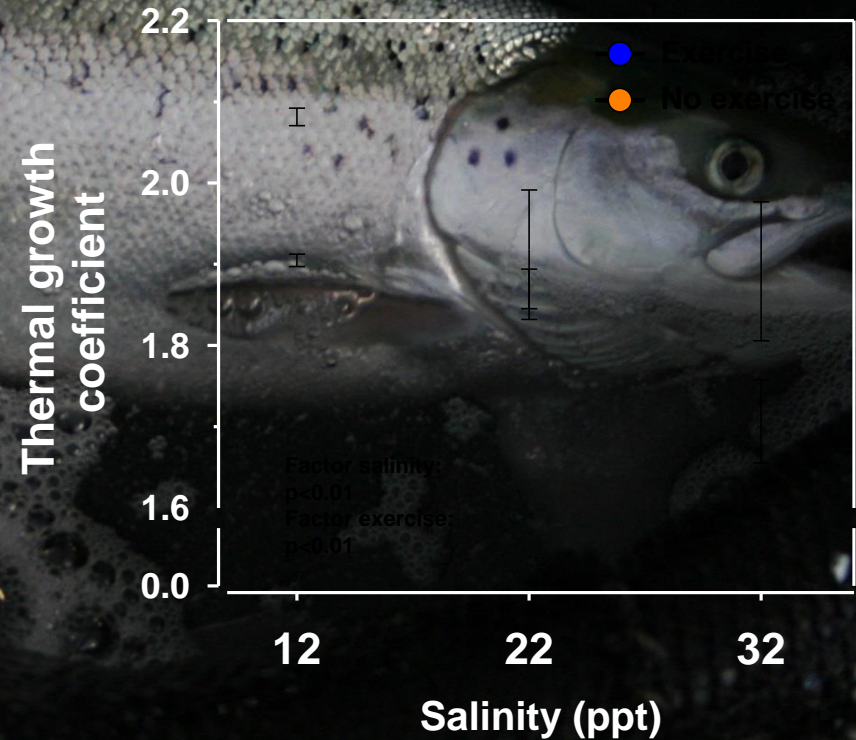


Postsmolt ved ~800 g, produsert ved 12 ‰ i resirkuleringsanlegg

Body weight at end of exp.

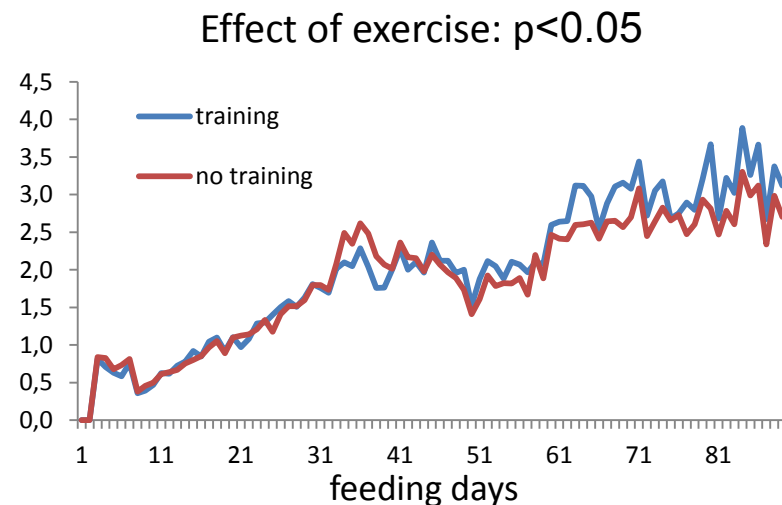
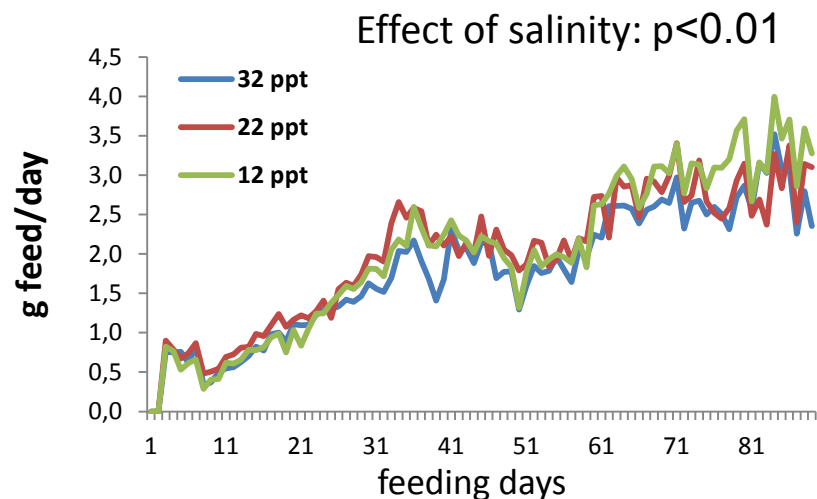


TGC entire experiment

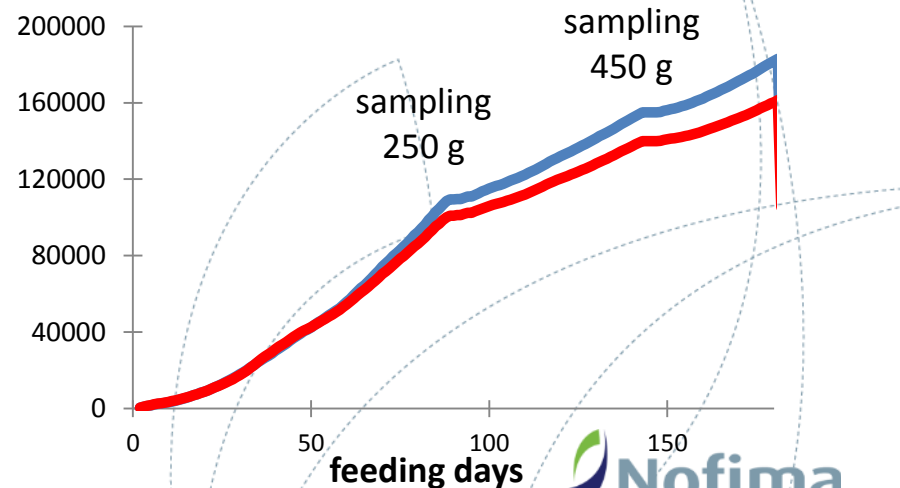
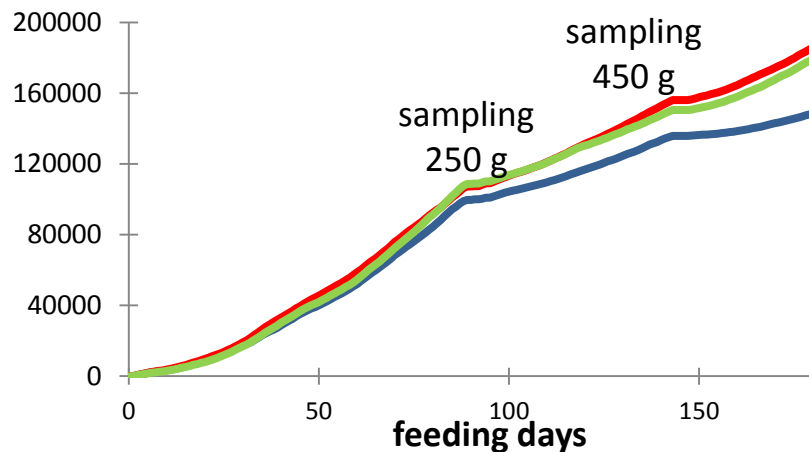


Hvorfor er veksthastigheden høyere ved lav salinitet og med trening?

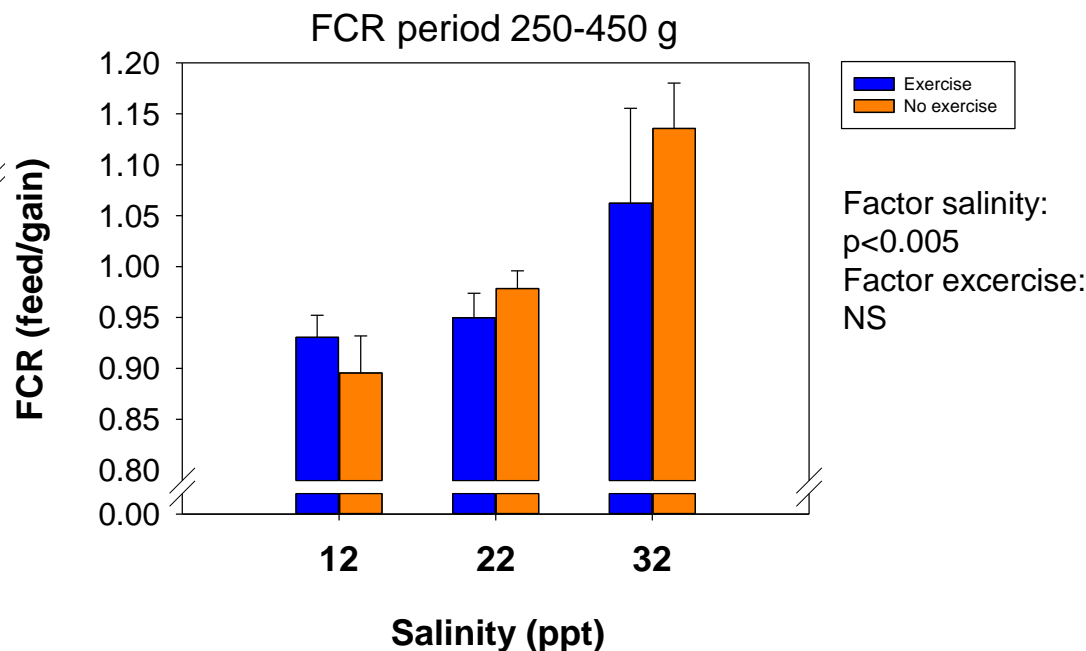
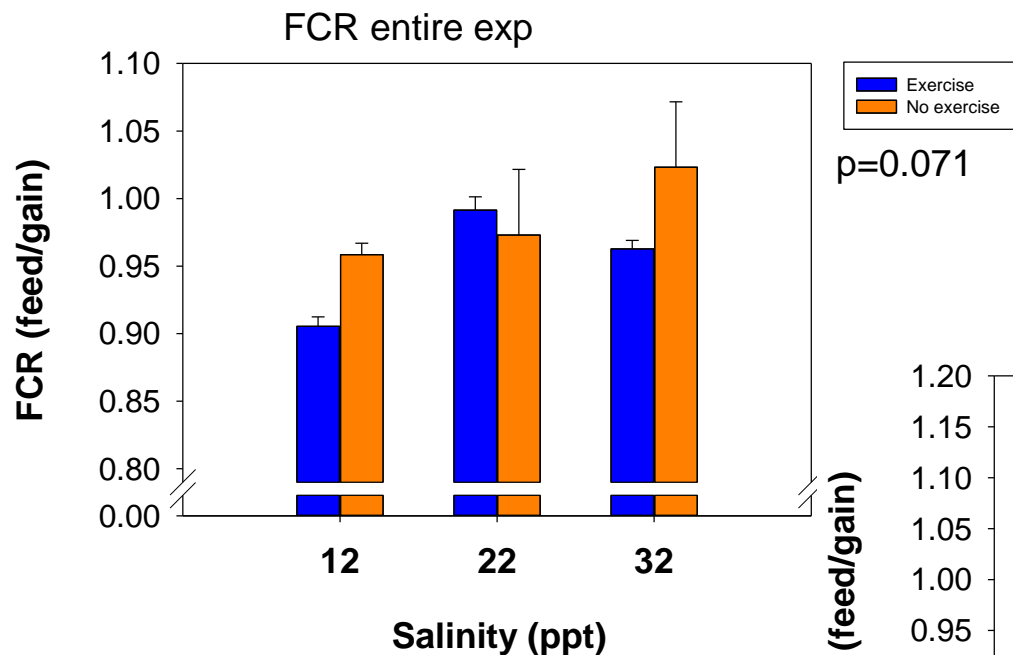
Individual feed intake period 1 (BW 70-250 g)



Cumulative feed intake g per tank period 1-3

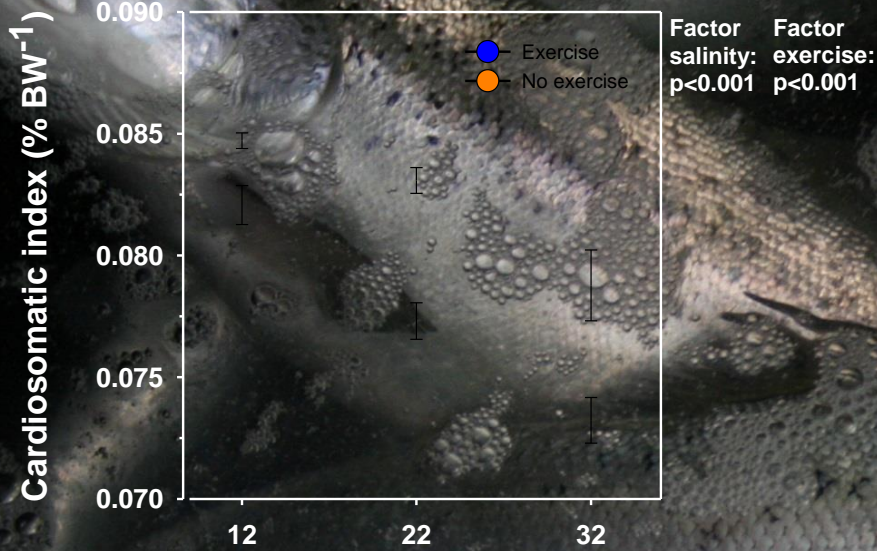


Hvorfor er veksthastigheten høyere ved lav salinitet og med trening??

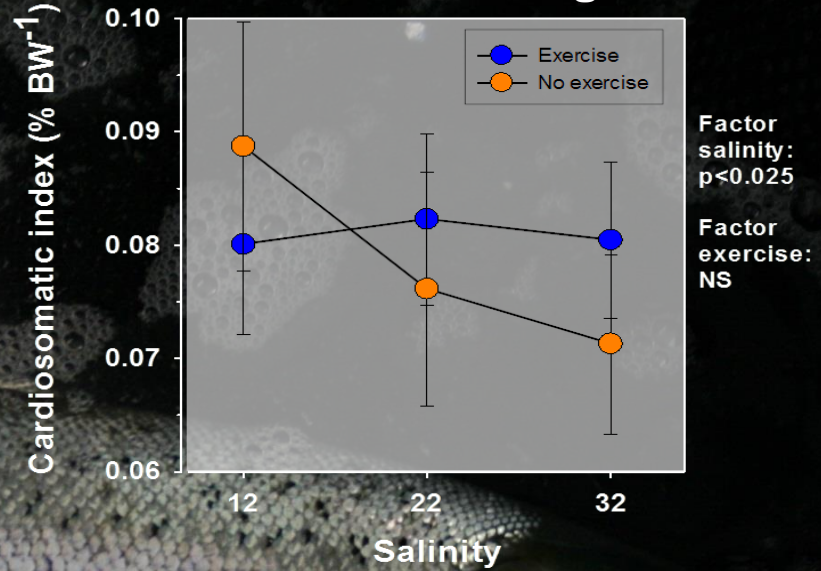


Organindekser ved 250 og 800 g

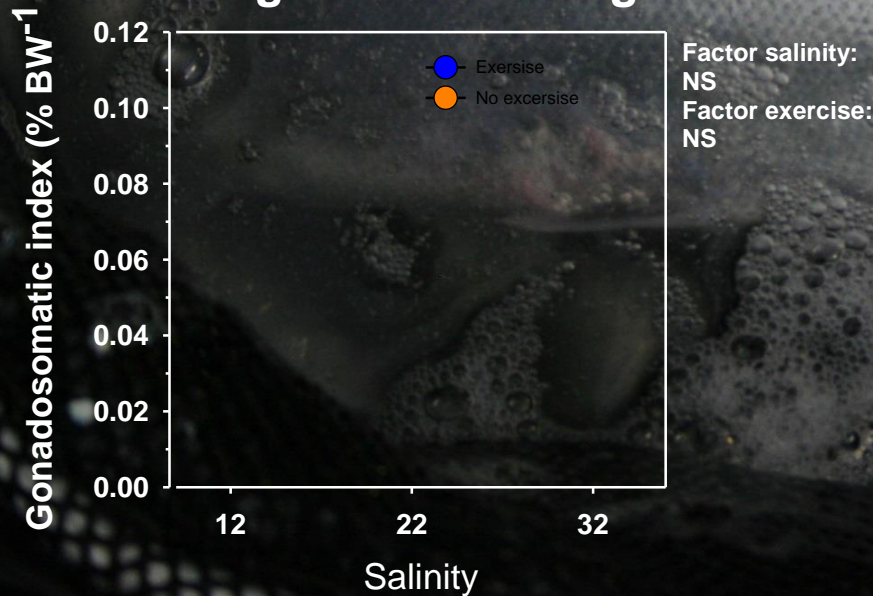
Heart index 250 g/ind



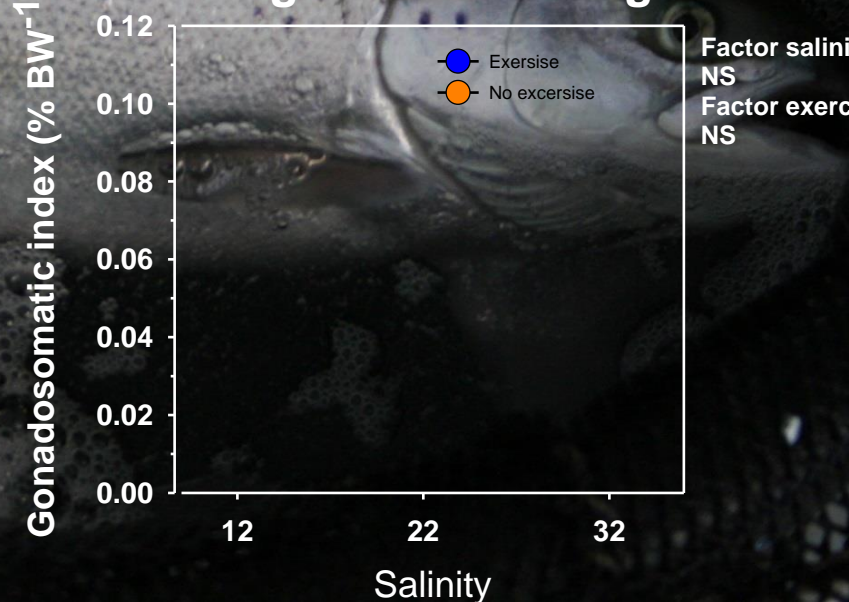
Heart index 800 g/ind



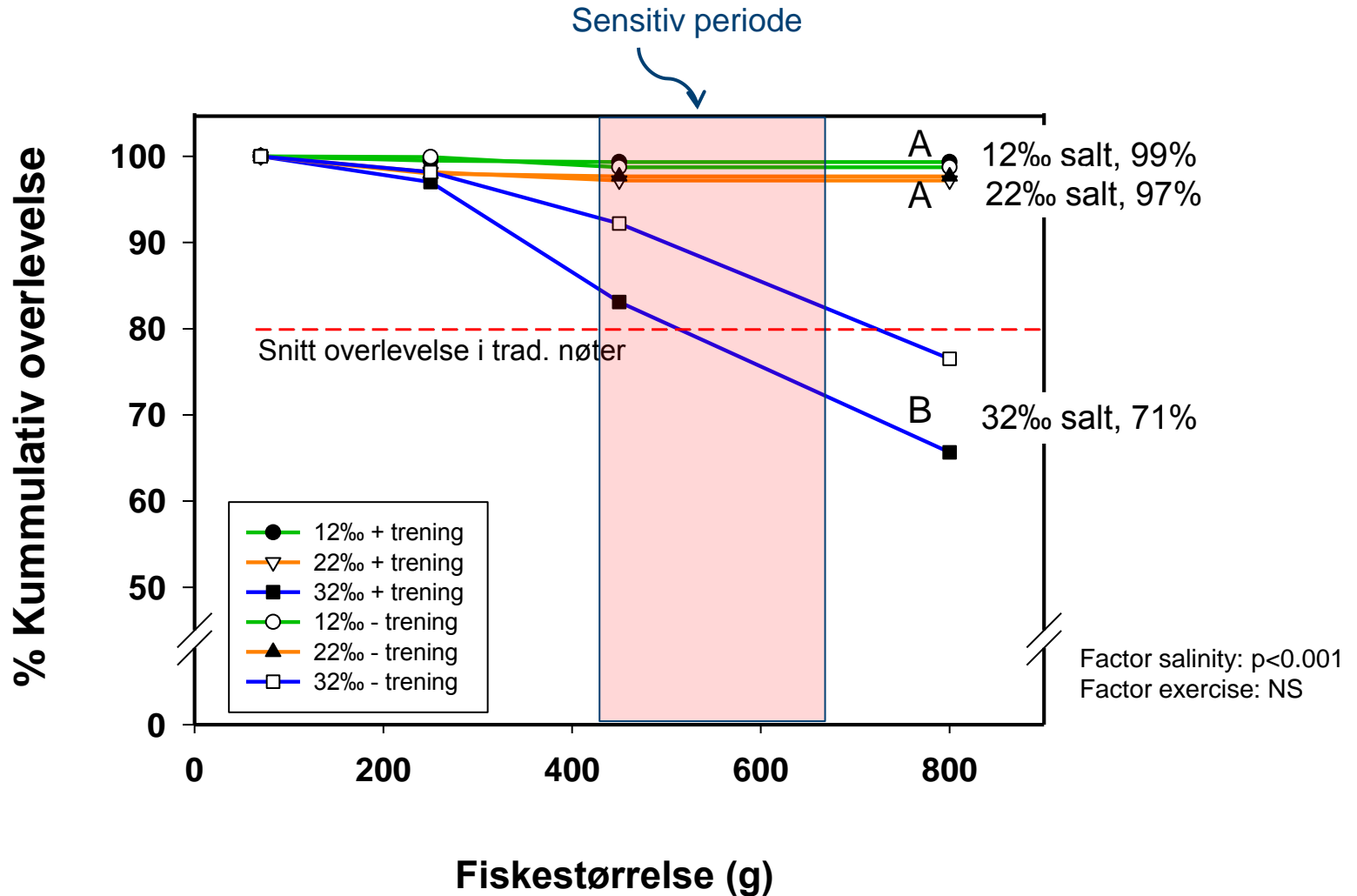
Male gonad size 250 g/ind



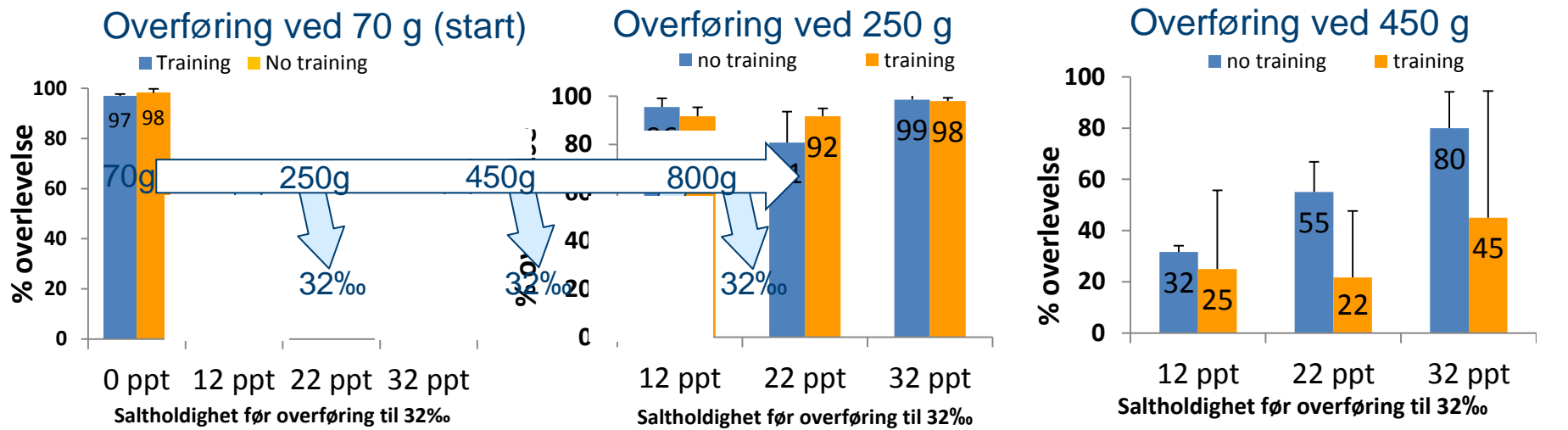
Male gonad size 800 g/ind



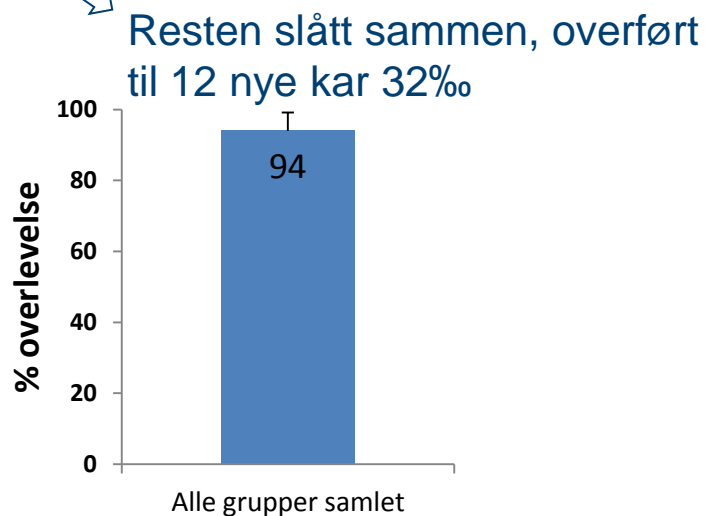
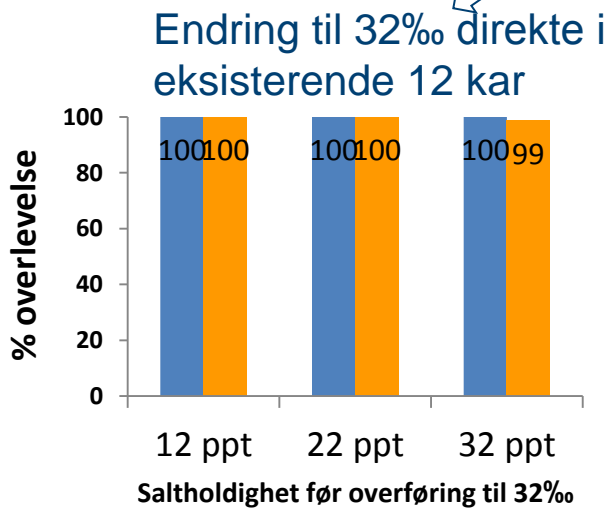
Overlevelse, når fisken ble holdt på 12, 22, eller 32 ‰, gjennom hele produksjonen



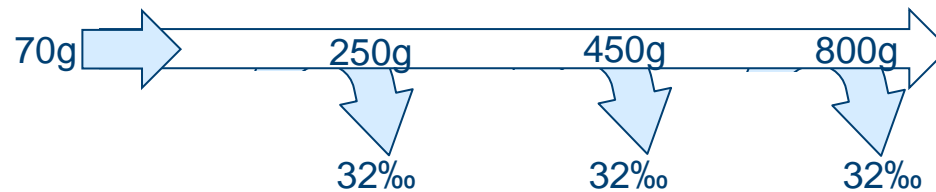
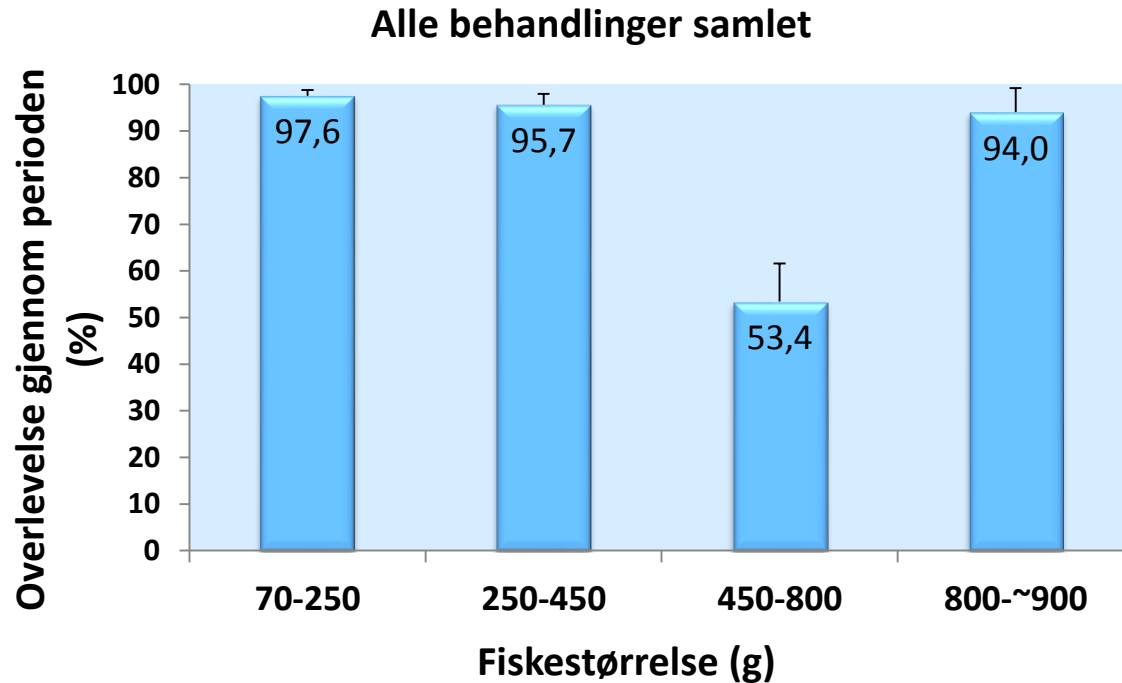
Overlevelse når overføring fra 0 (start) el. 12/22/32‰ til 32‰ på ulike fiskestørrelser



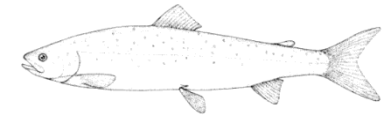
Ved forsøksslutt ~800 g



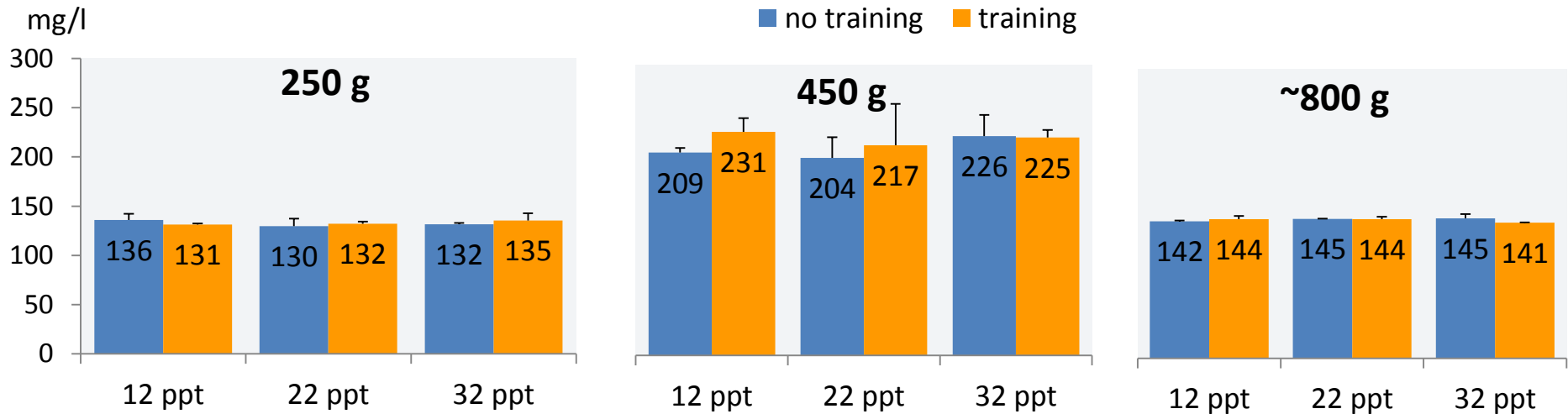
Oppsummering overlevelse, når fisken overføres til 32‰ ved ulike størrelser



Sjøvannstoleranse (32-34 ‰, 72 t) når overført ved ulike størrelser



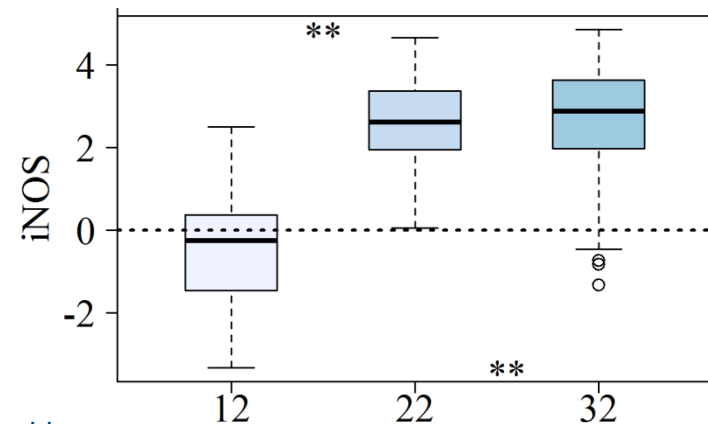
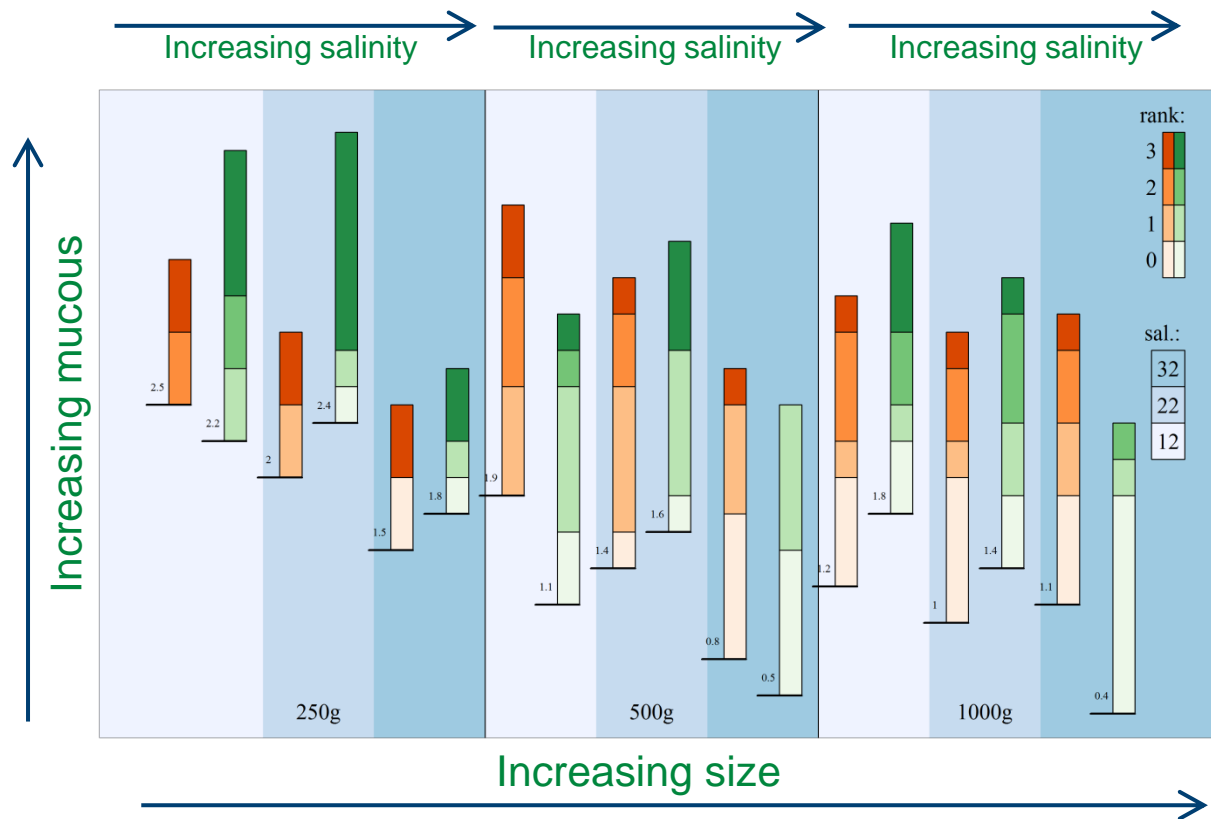
Plasma klorid



Ingen signifikante effekter av behandling (tidligere saltholdighet eller trening)

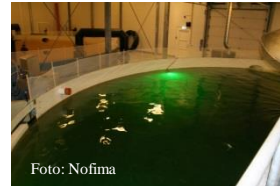
Skinnhelse og velferd

- ✓ Viktig vev for patogen og parasitt-kontroll
- ✓ Signifikant mindre slim og slimceller, ved høyere salinitet og fiskestørrelse
- ✓ Trening hadde sign. negativ effekt på vevsskade ved 22 og 32, men ikke ved 12 ‰, på slutten av forsøket
- ✓ Sign. oppregulering av de stress-relaterte genene HSP70 og iNOS i skinn ved 32, 22 versus 12 ‰
- ✓ Eksterne velferds-markører: liten forskjell i finneslitasje
- ✓ Tidligere utslag av katarakt hos fisk i 32 ‰, versus 12 og 22 ‰



Industriell-skala uttesting i OPP

- **Uttesting av kombinasjonslinje, lukket landbasert (OPP6)**
 - ✓ Ble startet i juli ved Grieg SeaFood sitt landbaserte anlegg for postsmolt i Lebesby, Finnmark, 12 og 22‰, ut i sjø i november



- **Uttesting av kombinasjonslinje, semi-lukket i sjø (OPP5)**
 - ✓ Oppstart i tank på 21 000 m³, utsett sent oktober ved Marine Harvest sin lokalitet i Etne Kommune, Hordaland



Konklusjoner

■ Også laks har godt av mindre salt og mer trening!

- ✓ Lukkede anlegg gir mulighet til styrt endring av miljøet, i motsetning til i not
- ✓ I landbasert kombinasjonslinje gav lav saltholdighet økt vekst, høyere fôrintak, tendens til bedre FCR, bedre skinnhelse, og mer effektiv vannbehandling
- ✓ Men, det var først ved kombinasjon med trening at effekten ble maksimert
- ✓ Beste gruppe, 12‰ med trening, hadde 99% overlevelse - viser at det er potensial for lavt svinn i produksjonen
- ✓ I størrelsesområdet 400-700 g var fisken sensitiv til håndtering og 32‰
- ✓ Slike funn kan bidra til å senke produksjonskostnad i lukkede anlegg

■ Mer forskning er nødvendig

- ✓ Funn i pilotskala må alltid verifiseres i industriell skala
- ✓ Vi satte ikke fisken videre i not, det vil bli gjort i OPP6 og OPP4 i 2014
- ✓ Fremtidig forskning må jobbe videre med utfordringer m.h.p. optimal vannkvalitet, fiskevelferd, helse, skinn, sensorer med mer, i lukkede og semi-lukkede anlegg

Takk for oppmerksomheten!

Takk til alle OPP-kolleger og andre bidragsytere:

Ørjan Tveiten, Sara Calabrese, Olav Breck, Cato Lyngøy (tidl. MH)

Frode Mathisen, Per Magne Eriksen

Svein Martinsen



Harald Sveier, Gunnar Steinn Gunnarsson



Sigurd Handeland, Lars Ebbesson



Sigurd Stefansson, Tom Ole Nilsen



Bjørn Olav Rosseland, Hans Christian Teien, Brit Salbu

Harald Takle, Trine Ytrestøyl, Hilde Toften, Torbjørn Åsgård, Jelena Kolarevic



Sveinung Fivelstad, Camilla Hosfeld, Kristin Kvamme



Åse Åtland, Torstein Kristensen



Øyvind Vågnes, Brit Hjeltnes, Kari Norheim, Agathe Medhus



Veterinærinstituttet
Norwegian Veterinary Institute

Erlend Haugarvoll, Rolv Haugarvoll



Cato Lyngøy (Hauge Akva)

Finansiert av industrikonsortium (Marine Harvest, Grieg, Smøla KS m.fl.)

Finansiert av Norges Forskningsråd (NFR)

-Prosjekt 217502/E40, "Optimalisert postsmoltproduksjon"



Tilknyttede aktiviteter finansiert av FHF

-Prosjekt 900816 «Effekter på helse, sykdom og velferd ved postsmoltproduksjon i semi-lukkede anlegg»



Kontakt: bendik.terjesen@nofima.no

