Kort- og langtidsforløp av nefrokalsinose hos laksefisk

Tom Ole Nilsen
Institutt for Biovitenskap

UNIVERSITETET I BERGEN

901874
Prosjektnummer

Prosjektinformasjon
Prosjektnummer: 901874
Status: **Pågår**
Startdato: 01.01.2024
Sluttdato: 31.12.2026
Fagfelt: Havbruk; Fiskehelse og fiskevelferd

FHF-ansvarlig
Morten Lund
Fagsjef – Fiskehelse og velferd - Oslo
morten.lund@fhf.no
473 58 030

Ansvarlig organisasjon
Universitetet i Bergen (UiB)
post@uib.no
55 58 00 00

Prosjektleder
Tom Ole Nilsen
Universitetet i Bergen (UiB)
Førsteamanuensis
Tom.nilsen@uib.no
481 03 533

Prosjektgruppe

Referansegruppe

Christine Klykken
Aqua Kompetanse AS - Forsker

Hans Petter Rønning
Sisomar AS - Biolog

Per Anton Sæther
Åkerblå AS - Seniorrådgiver, fiskehelse

Effects of water quality and feed on nephrocalcinosis in Atlantic salmon and Rainbow trout - Early detection and mitigating measures (NephroReduce)

Main goals:

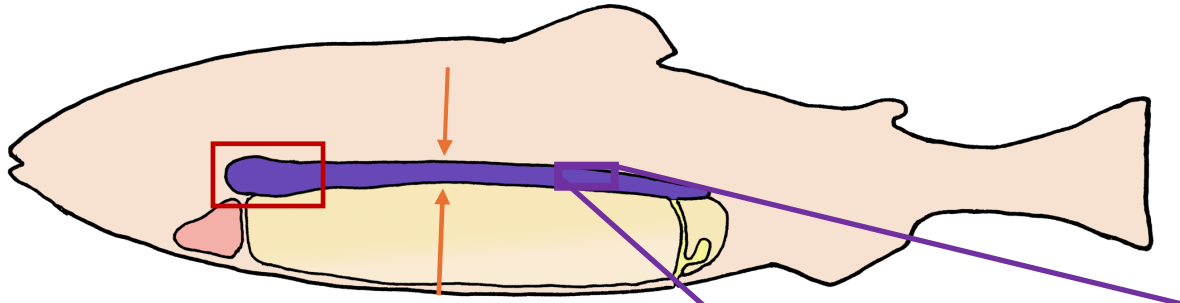
Provide new knowledge on **kidney function** and its related **physiological changes** in Atlantic salmon and Rainbow trout exposed to **rearing conditions that may result in formation of kidney stones**

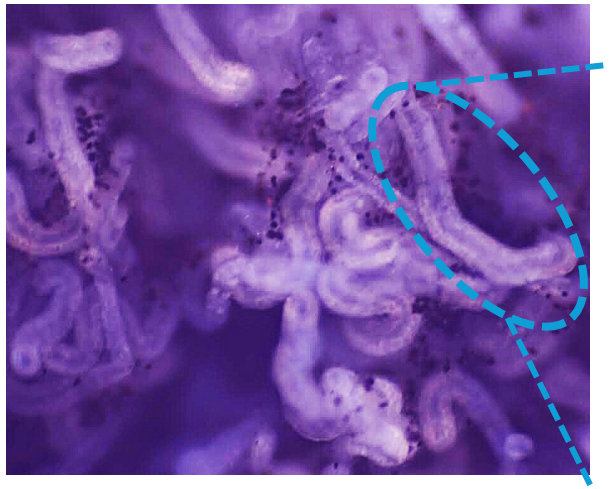
Develop **preventive measures** and provide **"best practice"** to the industry for overall reduction of nephrocalcinosis

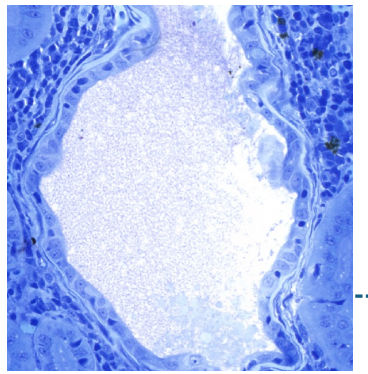
Følg med på utviklingen i prosjektet på **LinkedIn NephroReduce** – resultat og oppdateringer kommer fortløpende

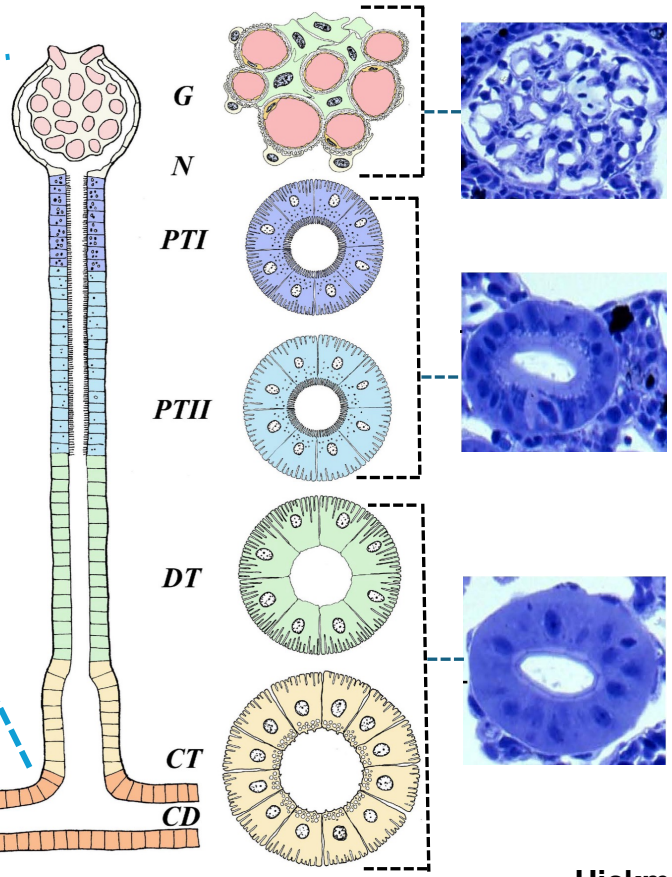
Nyre hos fisk

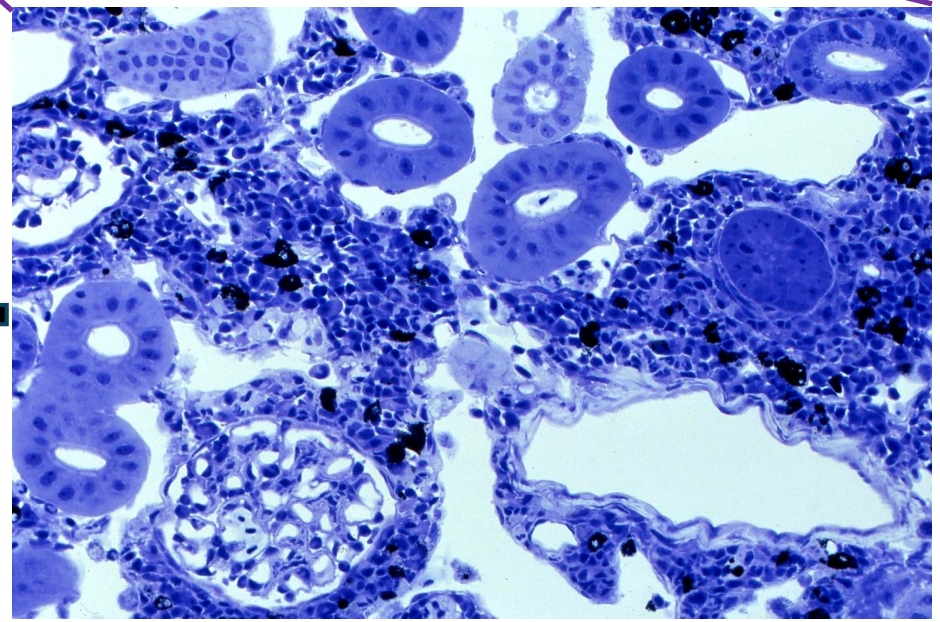
- **Head kidney** – immunfunksjon og hormoner (cortisol, adrenalin)
- **Stannius legemer** – kalsium og fosfor regulering (stanniocalcin)
- **Trunk kidney**– osmoregulering, syre-base regulering og metabolism







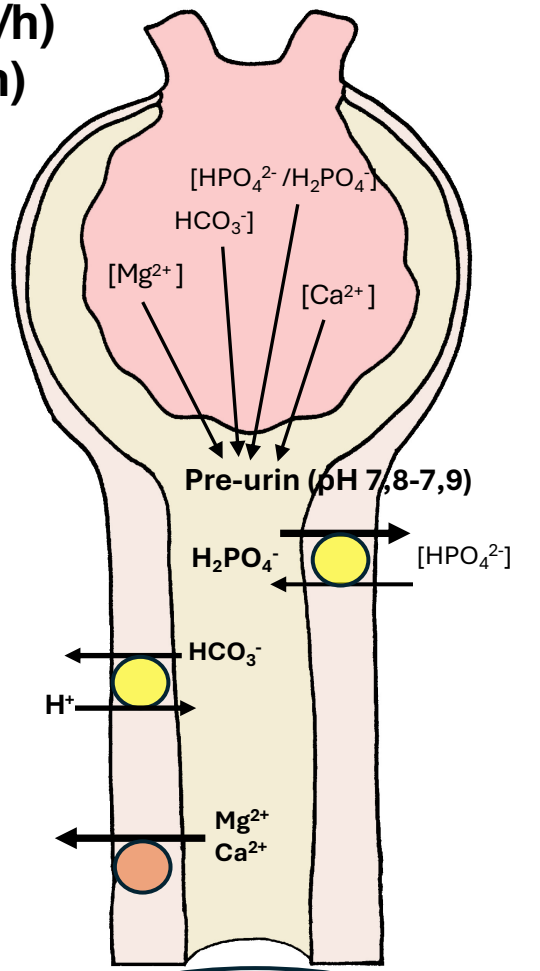




Hickman and Trump, 1969; Marshall and Grosell et al., 2006; Takvam et al 2021a

Ferskvann

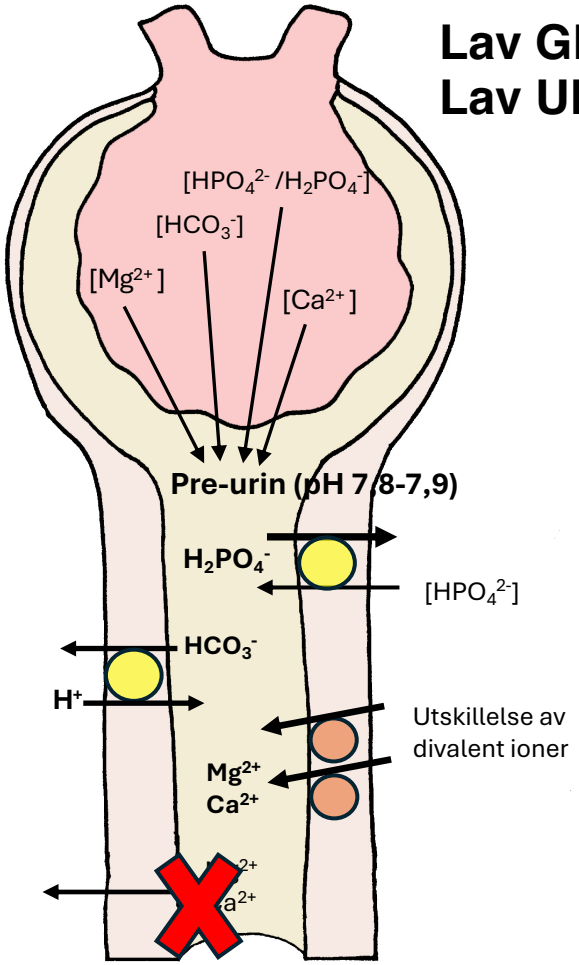
Høy GFR (4-16 ml/kg/h)
Høy UFR (1-4 ml/kg/h)



Urin pH: 7-7,3
Lavt salt innhold

Sjøvann

Lav GFR (0,2-1,5 ml/kg/h)
Lav UFR (0,2-0,3 ml/kg/h)



Urin pH: 6,5-6,8
Høyt salt innhold

Hva trengs for å starte en mineralutfelling?

Mineral complex	Chemical formula	# of samples
Amorphous carbonate apatite (Dahllite)	$Ca_{10}(PO_4)_6CO_3$	63
Struvite	$MgNH_4PO_4 \times 6\ H_2O$	6
Brushite	$CaHPO_4 \times H_2O$	7
Whitelock	$MgCa_8(PO_4)g$	10
Newberyite	$MgHPO_4 \times 3\ H_2O$	8

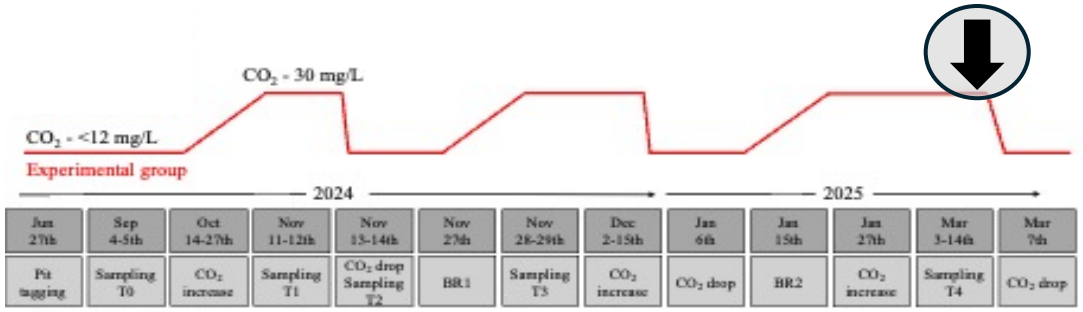
Klykken et al. 2022

- ✓ High pH and a nucleating event!
- ✓ High bicarbonate
- ✓ High calcium
- ✓ High ammonia
- ✓ High phosphate
- ✓ High magnesium

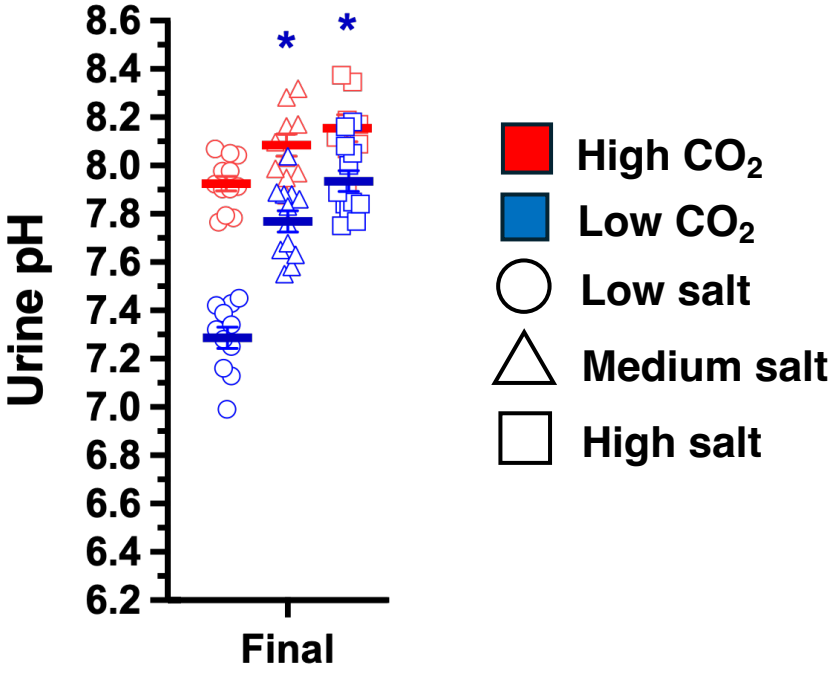


Eksperimentelle data:

Spot testing at final high CO_2



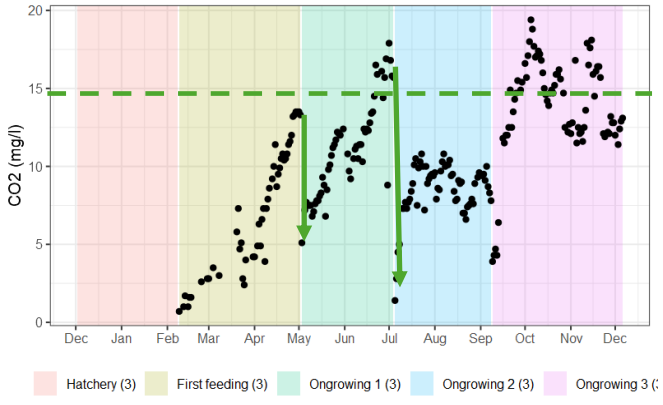
Diet	Ca (mg/kg)	P (mg/kg)	Mg (mg/kg)
A-2mm	10714.0	11643.2	2050.1
B-2mm	15558.5	13876.2	3074.9
C-2mm	21307.6	17407.0	4246.3



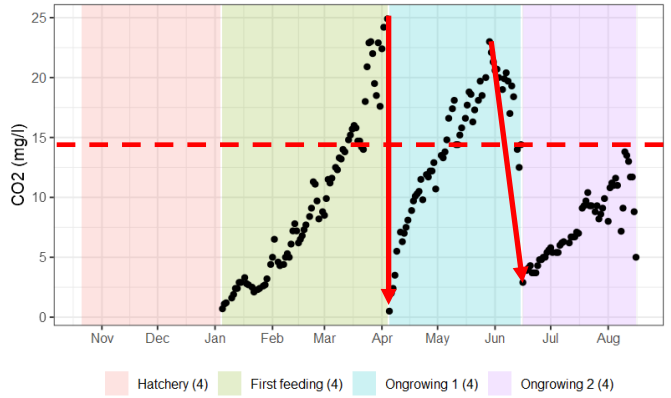
Kommersielle data:

CO_2 fluktasjoner:

Mild nefrokalsinose

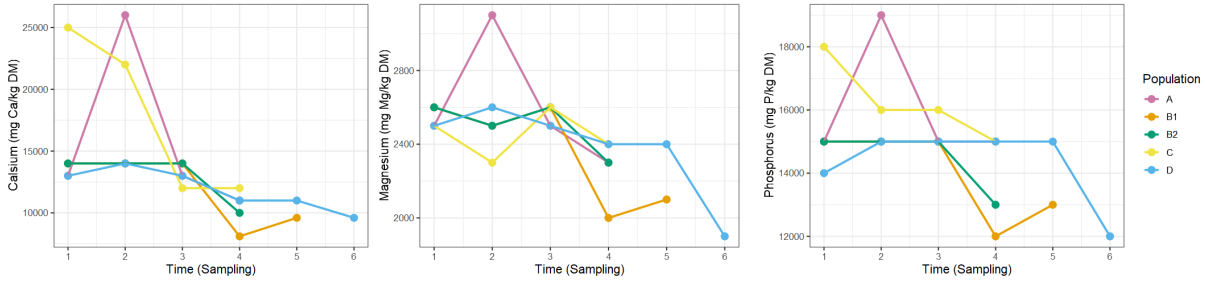


Alvorlig nefrokalsinose



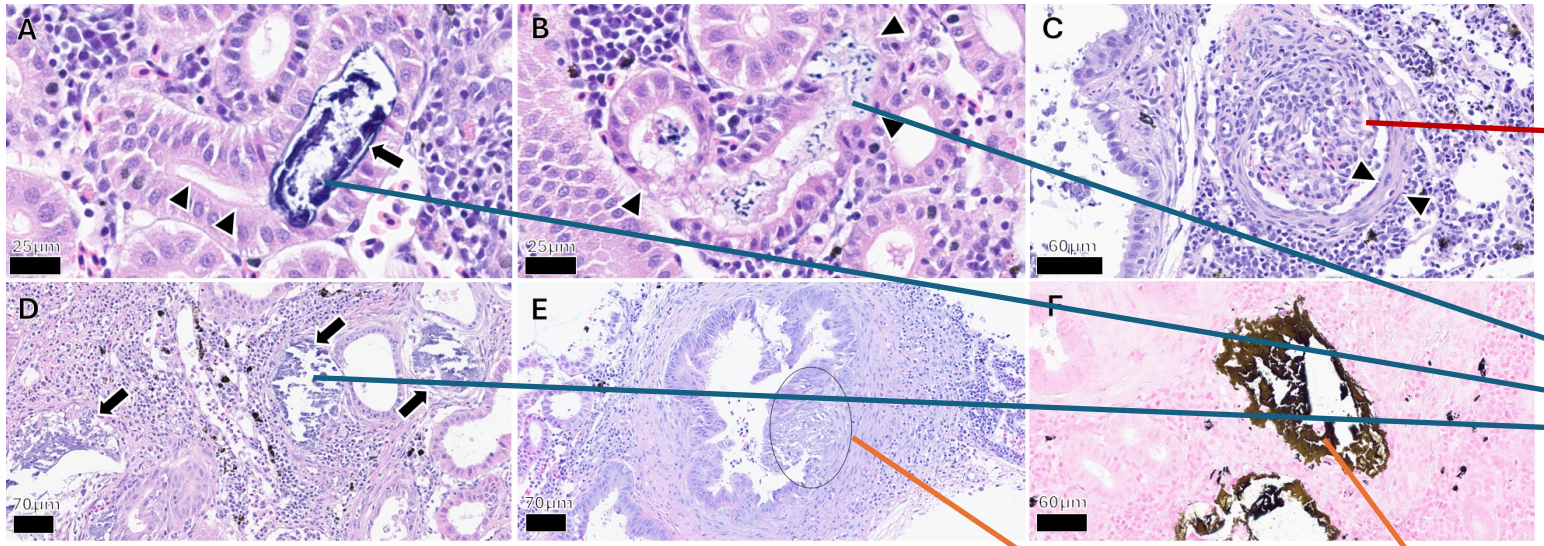
Fôrkomposisjon (Ca, Mg and P) kommersielle fôr:

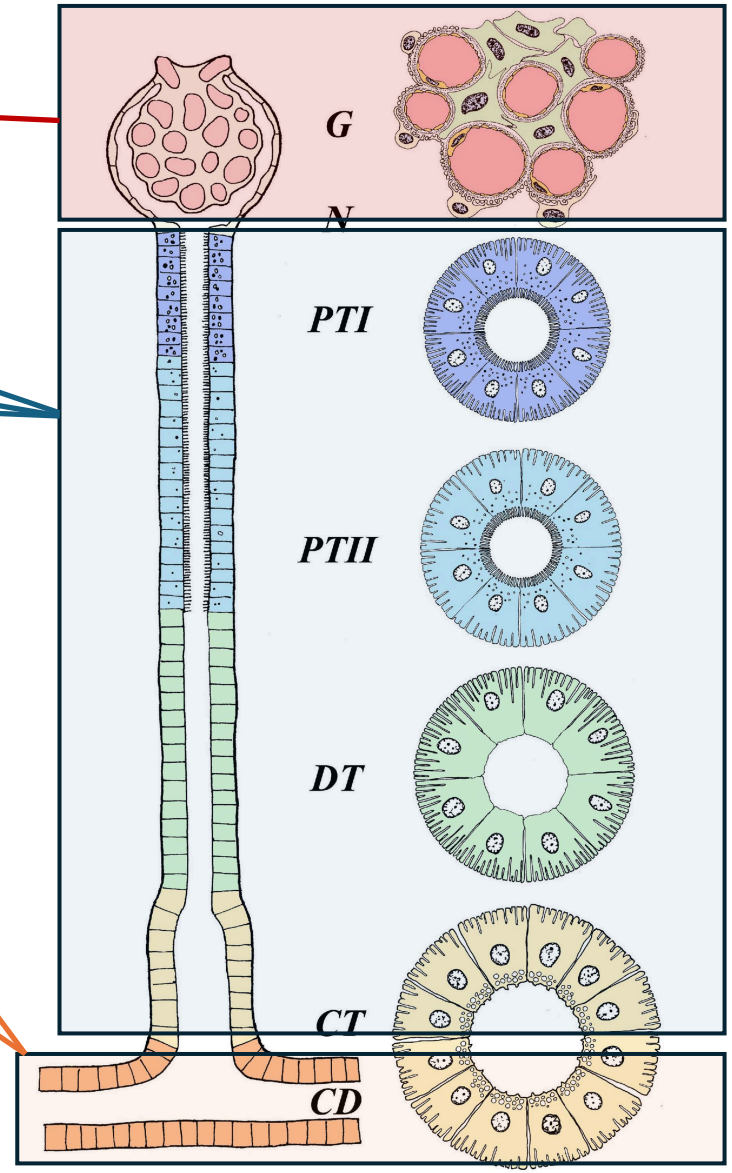
- **Ca:** 10 000-25 000 mg/kg
- **P:** 12 000-21 000 mg/kg
- **Mg:** 2000- 3000 mg/kg



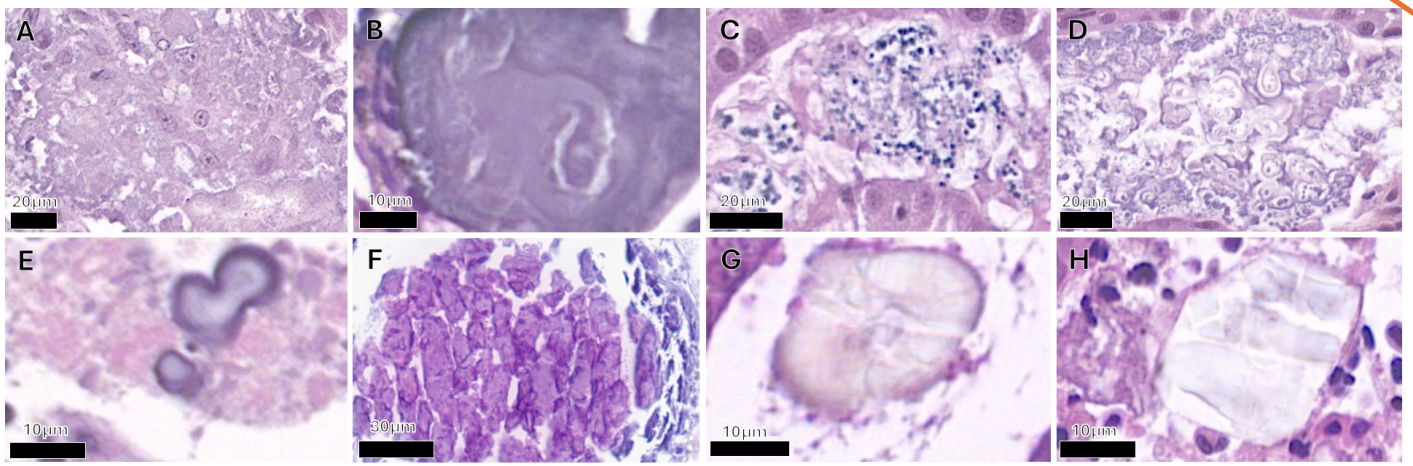
Takvam et al., in review

Progresjon og utvikling over tid i kommersielle anlegg - laks





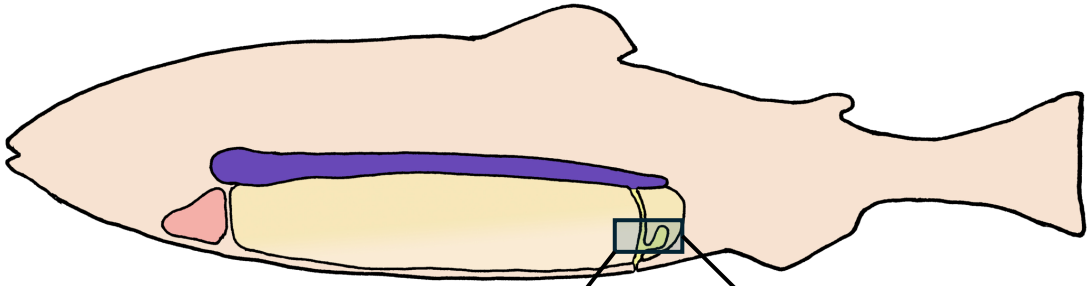
Nyrestein fra amorf (tidlig) til mer harde krystaller (seinere)

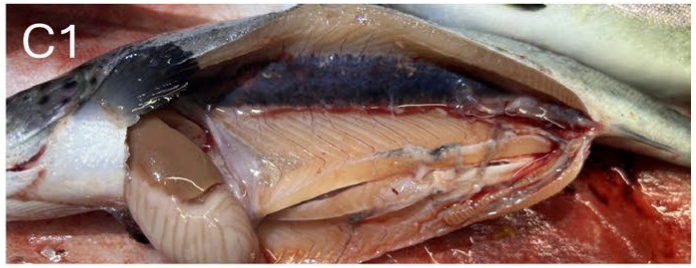


Takvam et al., in review

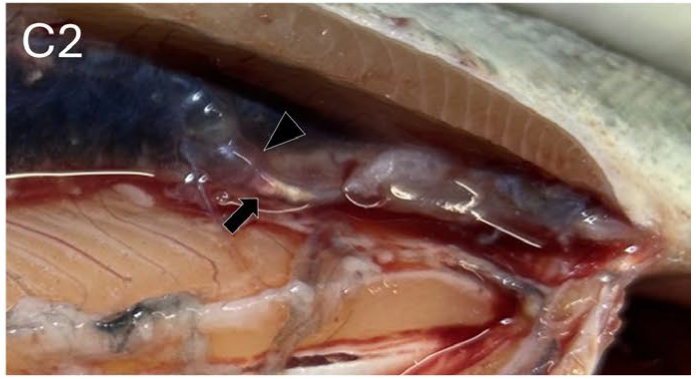
Utfellinger i urinblære (urinplugg), kan utvikle seg raskt

- ❑ Sammenhenger med nefrokalsinose?
- ❑ Behov for differnsial diagnoser på nyrestein:
  - Nephrolithiasis (nefroner)
  - Ureterolithiasis (ureter)
  - Urocystolithiasis (urinblære)
- ❑ Kan opptre sammen og alene
- ❑ Alvorlige tilfeller gir økt dødlighet på land og i sjø

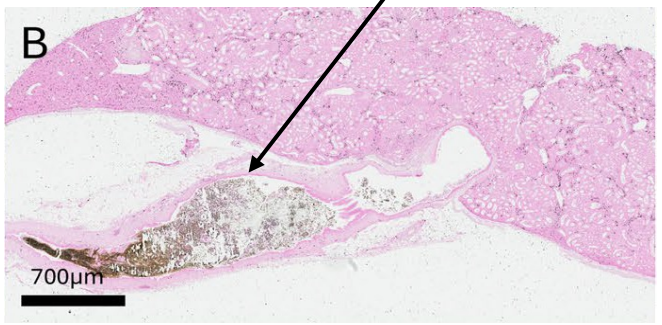


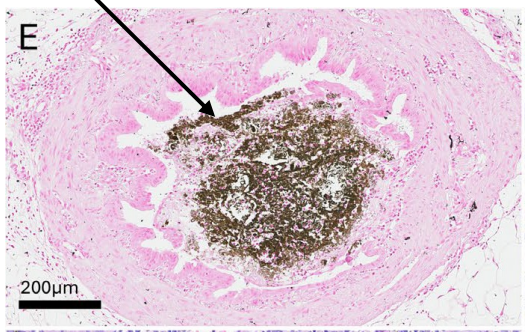


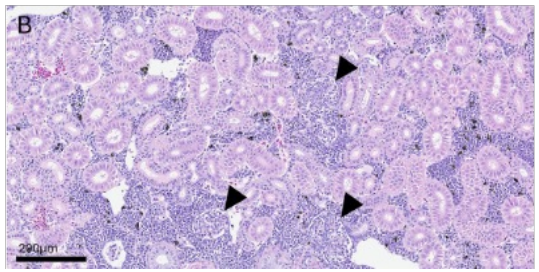


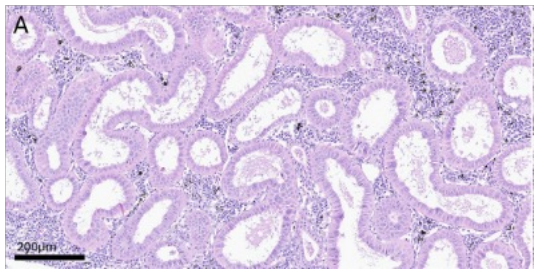












Dalum et al., 2025

Fase 1 (20 juni til 25 sept):
- Størrelse: ~5-50 gram
- Kontinuerlig lys (24:0)
- Temperatur: 10-13 grader
- CO2: 1-6 mg/l
- Salinitet: 0 ppt

Fase 2 (25 sept til Nov 6):
- Størrelse: ~50-80 gram
- Kontinuerlig lys (24:0)
- Temperatur: 10-12 grader
- CO2: 3-8 mg/l
- Salinitet: 0-0,1 ppt

Fase 3 (Nov 6 til Nov 26):
- Størrelse: ~80-100 gram
- Kontinuerlig lys (24:0)
- Temperatur: 12 grader
- CO2: 3-6 mg/l
- Salinitet: 0,1 ppt

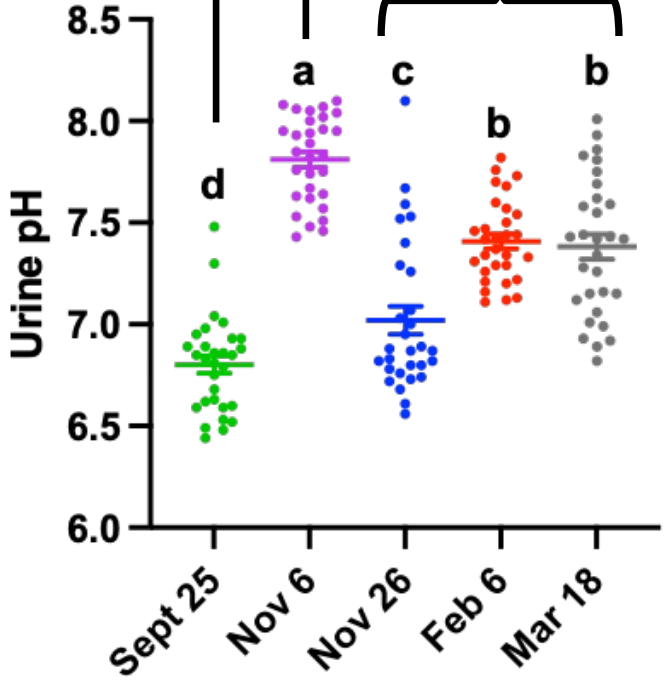
Fase 4 (Nov 26 til Feb 6):
- Størrelse: ~100-400 gram
- Kontinuerlig lys (24:0)
- Temperatur: 10-12 grader
- CO2: 1-10 mg/l
- Salinitet: 12-13 ppt

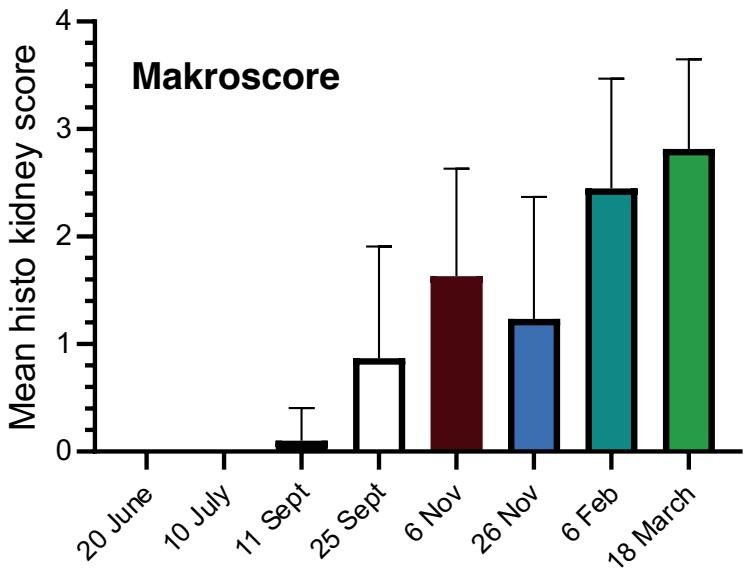
Fase 5 (Feb 6 til Mar 18):
- Størrelse: ~400-600 gram
- Kontinuerlig lys (24:0)
- Temperatur: 8-11 grader
- CO2: 5-12 mg/l
- Salinitet: 12-14 ppt

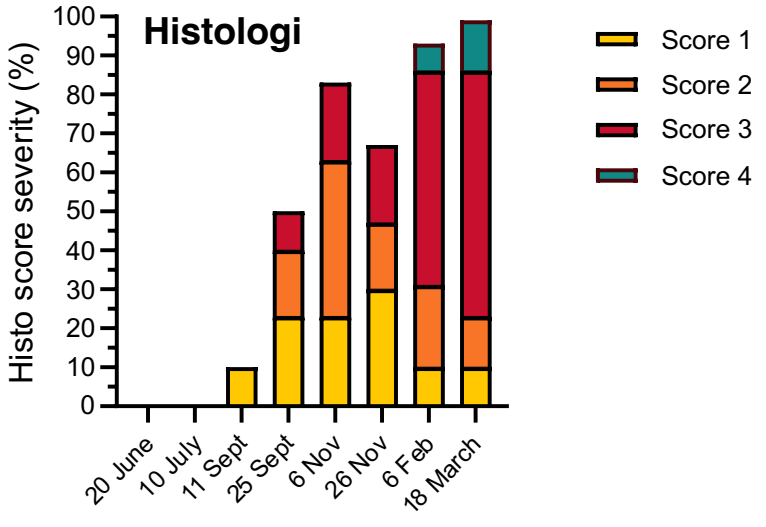
Før sortering, vaksinering og saltfôr

Ca 3 uker etter vaksinering

Ny avdeling, økt salinitet, høyere og mer variabel CO_2







NB: <u>Primært kalsiumbaserte steiner:</u> 90% dahlite (calcium phosphorus carbonate) + 10% weddellite (calcium oxalate dihydrate)

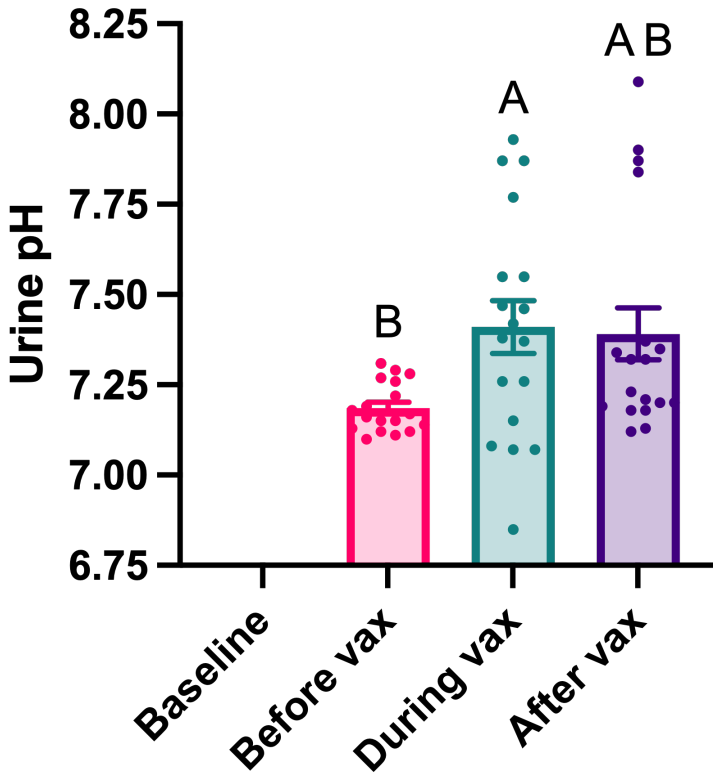
IPN Nehprocalcisnosis: PL Julia Mullins

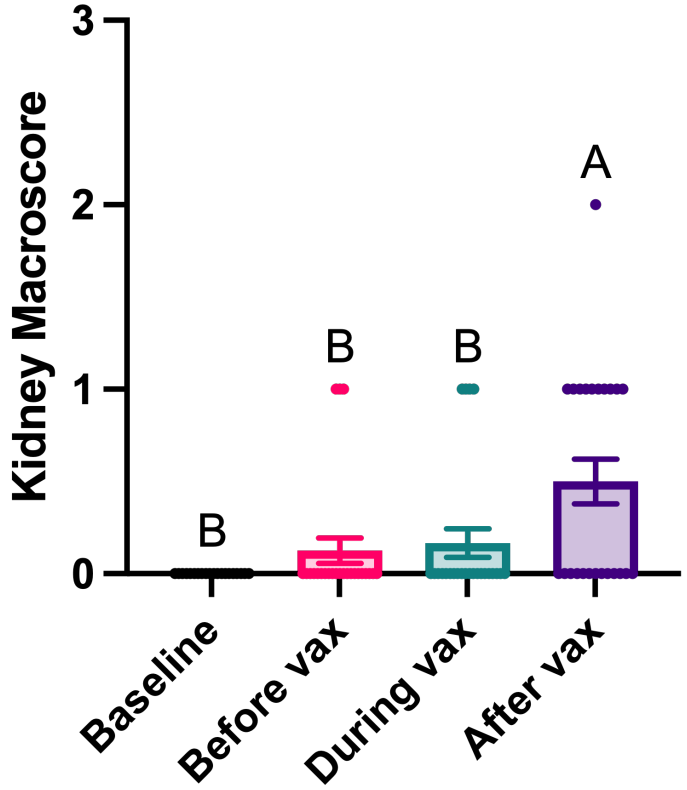
Urine pH and Nephrocalcinosis in commercial rainbow trout facilities

Before vaccination (22nd of May):
- Continues light (24:0)
- Temperature: 12-13 degrees
- **CO2: ? mg/l**

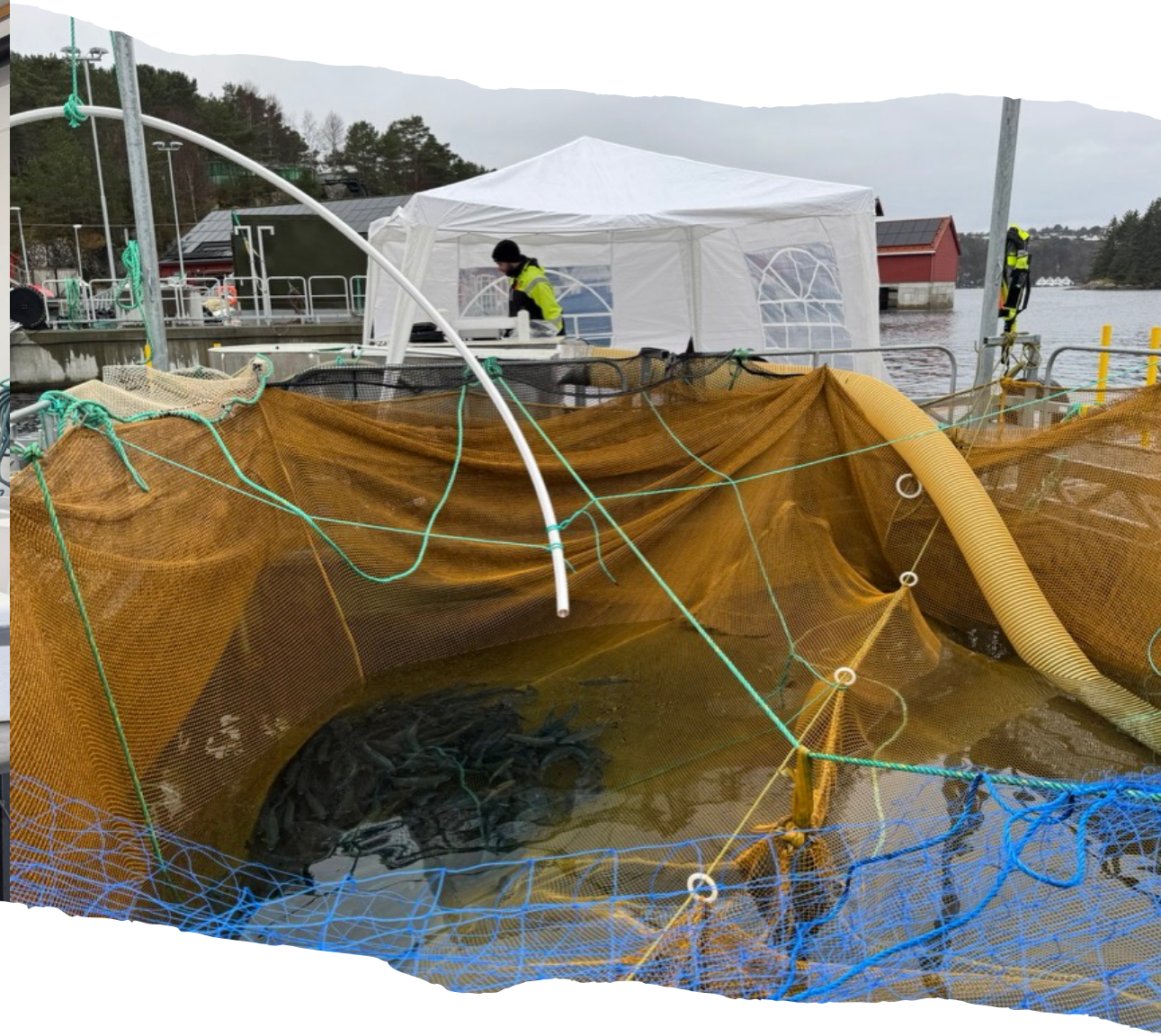
During vaccination (27th of May):
- Continues light (24:0)
- Temperature: 12 degrees
- **CO2: ? mg/l**

2 weeks after vaccination (10th of June):
- Continues light (24:0)
- Temperature: 12-13 degrees
- **CO2: <10 mg/l**









Collaboration FHF project early trout development

Grete Bæverfjord, Ingrid Lein og Kirsti Hjelde

Does the kidney function recover from nephrocalcinosis?

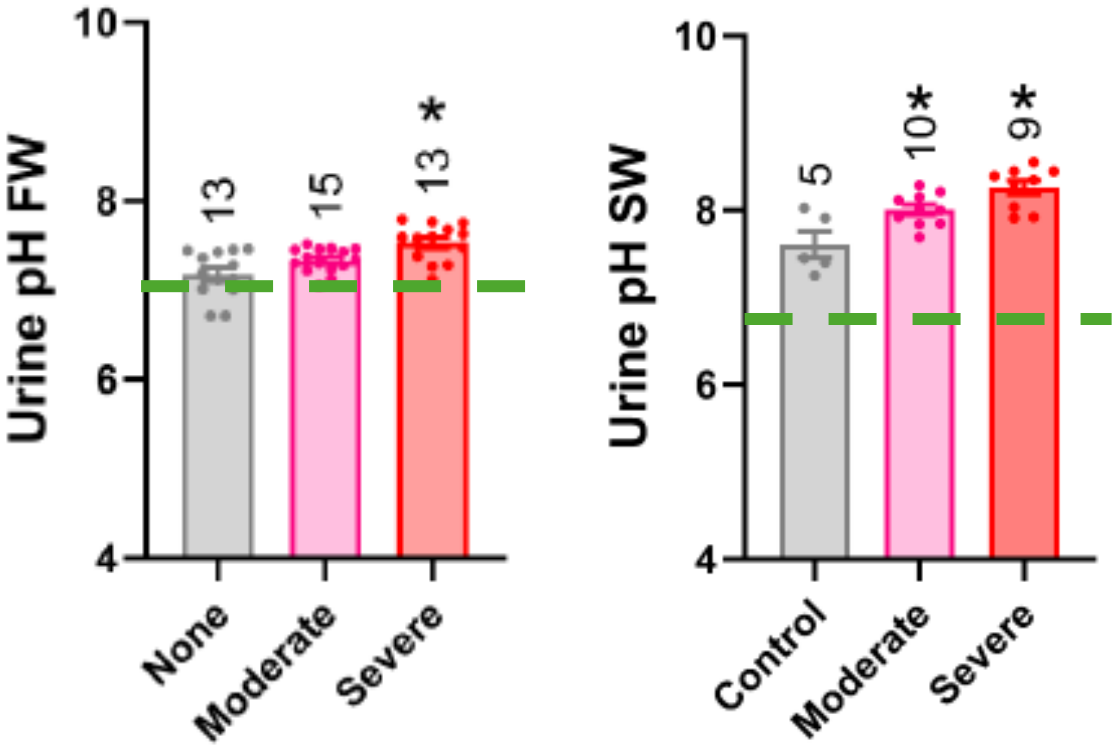
Rainbow trout with known degree of nephrocalcinosis in fresh water and 3 months after seawater transfer

- Live x-ray diagnosis of rainbow trout prior to sampling
  - No nephrocalcinosis
  - Moderate nephrocalcinosis
  - Severe nephrocalcinosis





Nyrefunksjon regnbue ørret før utsett og etter 3 måneder i sjø



Mean weight and ± sem in grams

	FW	3 Months SW	12 months SW
No	144 ± 7	747 ± 75	3135 ± 208
Moderate	119 ± 4	557 ± 75	1982 ± 511
Severe	141 ± 6	513 ± 83	2399 ± 265

Kidney function do <u>not</u> recover after three months in sea

- still able to survive and grow

❑ Oppsummering fra eksperimentelle forsøk og kommersiell produksjon:

- **'Baseline'** (50-60 gram) viser **normale urin pH nivå (6,7-7)**
- **Håndtering, flytting** og **overgangsfôr** kan gi store utslag i urin pH
- Fisk klarer **ikke** komme tilbake til normal pH og får **vedvarende høy urin pH**
- **Høye nivå av fosfat og kalsium i urin** hos fisk i kommersiell produksjon
- **Flytting** og **økt tilgjengelighet av mineraler (fôr og vann)** kan medføre økt utfelling
- **Hovedsakelig** $Ca_{10}(PO_4)_6CO_3$ som feller ut på høy urin pH (fra rundt 6,8) og tilgjengelighet av mineraler (mye Ca og P i urin)
- Bruk av **lysstyring (vintersignal og vårsignal)** gir **reduksjon** i nefrokalsinose

Hvilke tiltak kan vi innføre for å redusere mineral utfelling i nyre?

Tiltak for å redusere mineralutfelling i nyre

- **Redusere høy** og **variabel CO_2** – forbedringer i CO_2 degassing kapasitet og teknologi
- **Redusere biomasse** og **tetthet (flere men mindre rogninnsett?)** om mulig – bedre CO_2 kontroll
- **Gjør målinger av CO_2 i karene** (om mulig) ettersom vi finner høyere CO_2 i kar enn i sumpen/uttaksvannet
- **Kalsiumbuffere –** hver gang pH justeres i karet blir det mer kalsium i systemet (mindre kontroll på CO_2 → mer buffer → mer kalsium)
- Endring av buffer: **kalsiumbaserte buffere** gir sannsynligvis økt akkumulasjon av kalsium i kar (RAS)
- Bruk av **fotoperiode** for å smoltifisere er gunstig for riktig utvikling av nyrene og bør være en integrert del av produksjon
- **Minimere bruk av sjøvann/havsalt** spesielt før smoltifiseringen - nyrene må utvikle toleranse for salter
- **Kommersielt fôr** kan øke risiko selv på «standard» mineralnivåer brukt i dag (øker pH, kalsium og fosfor i urin → økt utfellingsrisiko)
- **Overgangsfôr (**høyere mineralinnhold; Ca, Mg og Pi) før smoltifisering bør brukes med forsiktighet og på riktig tidsunkt i lys av nye funn
- **Akkumulasjon av fosfor** i RAS anlegg (kommer sannsynligvis fra fôret) – bruk av fosforfeller et mulig alternativ

Konklusjon: flere faktorer i vannmiljø, fôr og produksjonsprotokoller (lys, salinitet og temperatur) gir uheldige fysiologiske forstyrrelser.....MEN mye kan allerede gjøres bare ved riktig timing av miljøsignaler

Takk for oppmerksomheten



Tom Ole Nilsen:
Tom.nilsen@uib.no
Tlf: 48103533

Marius Takvam (PhD student

Thi Hong Gam le (Post-doc)

Elsa Denker (Senioringeniør)

Marius Nilsen (NORCE; Researcher)

11 MSc studenter ved UiB

Big thanks to all contributing partners and to FHF for funding:

Nofima:
Kirsti Hjelde
Kevin Stiller

Moredun RI:
Kim Thompson
Kevin Mclean

Aquaticode:
Stian Rognlid
Ana Silva

Mowi:
Trond Rosten
Marianna Sebastianpillai
Kari Marie Børtveit
Marianne Elnæs
Patricia López González
Jone Bjelland
Håkon Rydland Sæbo

Cermaq:
Cecilie Isachsen Lie
Marit Holmvaag Mehus

University of Gothenburg:
Kristina Sundell
Henrik Sundh

Skretting ARC:
Julia Mullins

Hofseth:
Svend Amund Skotheim
Malin Hoem Storholt

University of British Columbia:
Chris M. Wood
Colin Brauner
Cameron Emadi

Patogen:
Elisabeth Faureng
Anette Nordby
Helle Holm

Lerøy:
Julia Fossberg Buhaug
Siri Ag
Camilla Bø

Osland:
Oda Gjerde
Henrikke Oppedal

Hima Seafood:
John Andre Normann