



# Gjelleproblematikk ved vakuum, luftbobler som kan føre til gjellesvekkelser

Tore Seternes

Professor, Norges Fiskerihøgskole, UiT - Norges arktiske universitet

Morefish Academy, Trondheim, 061123



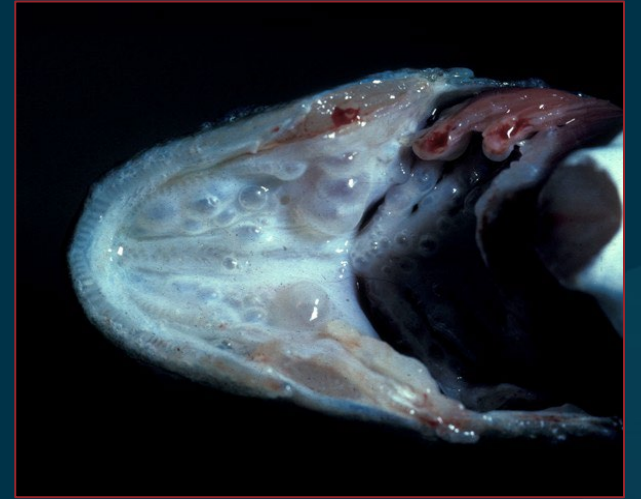
# Gassblæresyke

- 'Total dissolved gas pressure' (TGP) som er viktig!

# Klassisk gassblæresyke:

- *Gassblæresyke hos fisk oppstår ved ukompensert, hyperbarisk nivå av totalt løselige gasser i vann ('total dissolved gas pressure', TGP), og det foreligger en del kunnskap om denne tilstanden:*
  - Fysisk prosess som oppstår når fisk ikke klarer å kompensere for høyere gasstrykk i blod i forhold til omgivelser
    - Dekompresjon av gass i blodkar gir utfelling av gassbobler
    - Disse vil kunne fungere som embolier, og i uttalte tilfeller fås tilstopping av blodkar

# Klassisk gassblæresyke:



- EXOPHTHALMIA resultat av utfellinger av gassbobler i den choroide kjertel bak øye
- Utfellinger av gassbobler langs finner, i gjeller og i gane-tak
- Hva med innvendige skader?? Blodpropper etc.

# Klassisk gassblæresyke:

- Kritiske faktorer:
  - Størrelse på fisk
  - Art
  - Grad av gass-overmetning
  - Temperatur i vann
  - Forhold mellom gasser i vann

Akutt fase

«Raske» og  
«sakte» vev

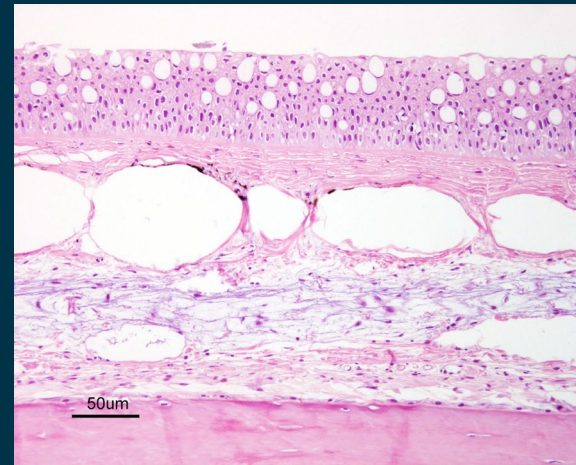
Kronisk fase

# Klassisk gassblæresyke:

*Histopatologi:* - Utfelling av gassbobler i en rekke organer



*Utfelling gassbobler i karstrukturer i lameller*



*Utfelling gassbobler gjelle-lokk*



*Utfelling gassboble epidermis*

# Barotraume/ trykkfallsyke

- Skader som oppstår i kroppen når atmosfæretrykket i kroppens hulrom blir forskjellig fra atmosfæretrykket i omgivelsene

# Barotraume/ trykkfallsyke

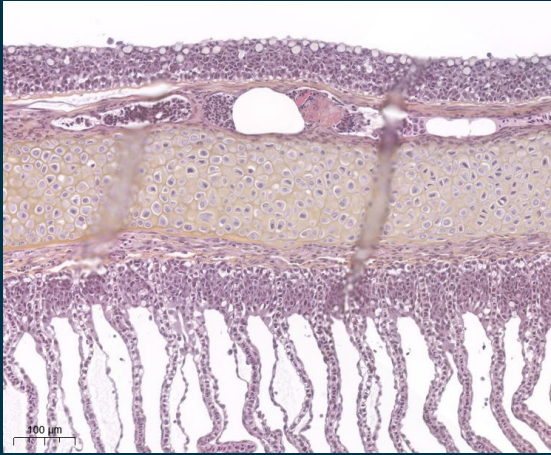
*Veldig lite kjent rundt denne tilstanden for fisk, men overføringsverdi fra gassblæresyke samt dykkersyke humanmedisin stor:*

- Kort oppsummert skiller gassblæresyke seg fra trykkfallsyke ved at overmetningsgradienten av gass er motsatte av hverandre i perioden hvor kliniske symptomer utvikles (D'Aoust and Smith, 1974)
- Virker som det er lite fokus på denne problemstillingen i næringen i dag?
- Aktuelt for:
  - Ulike pumpe-prosesser av fisk
  - Termiske behandlinger
  - Andre operasjoner

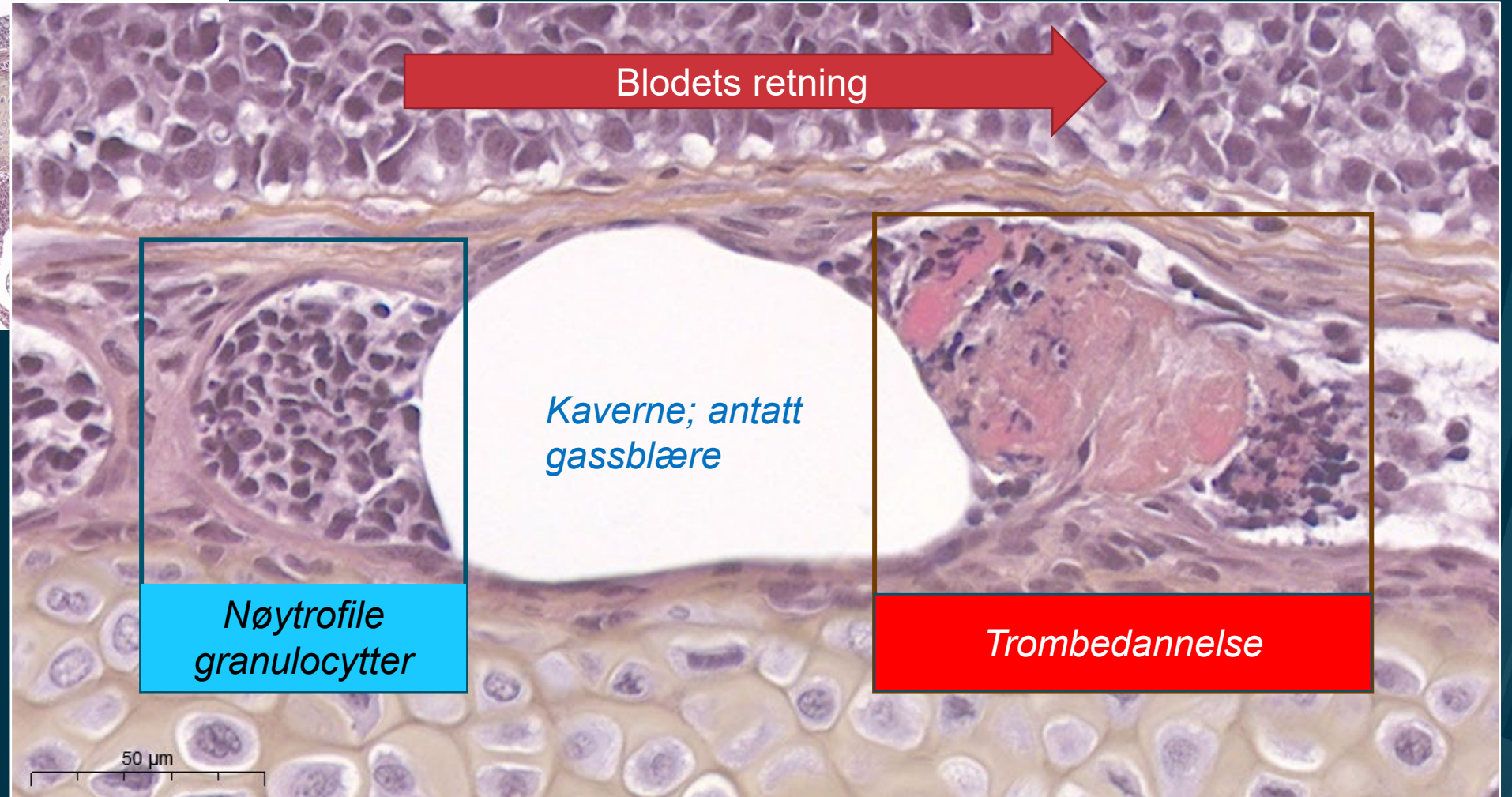


# Trykksfallsyke

*Human forskning: «Kronisk smertesituasjon med kronisk forhøyede stressnivåer»*



Bilder: Alf Dalum  
Patogen AS



# Trykkfall ved pumping

- Håndtering og trenging av fisk
  - Sett på som en alvorlig stressfaktor i oppdrett
- Utfordringer under pumping
  - Kan føre til redusert fiskevelferden

Dette kan være utfordringer som:

## 1. Pumpehastighet

- Lav hastighet
- Høy hastighet

## 2. Bruk av vakuum og overtrykk → trykkendringer

- Generelle skader forårsaket av håndtering ved pumping



Kilde: Skala Maskon

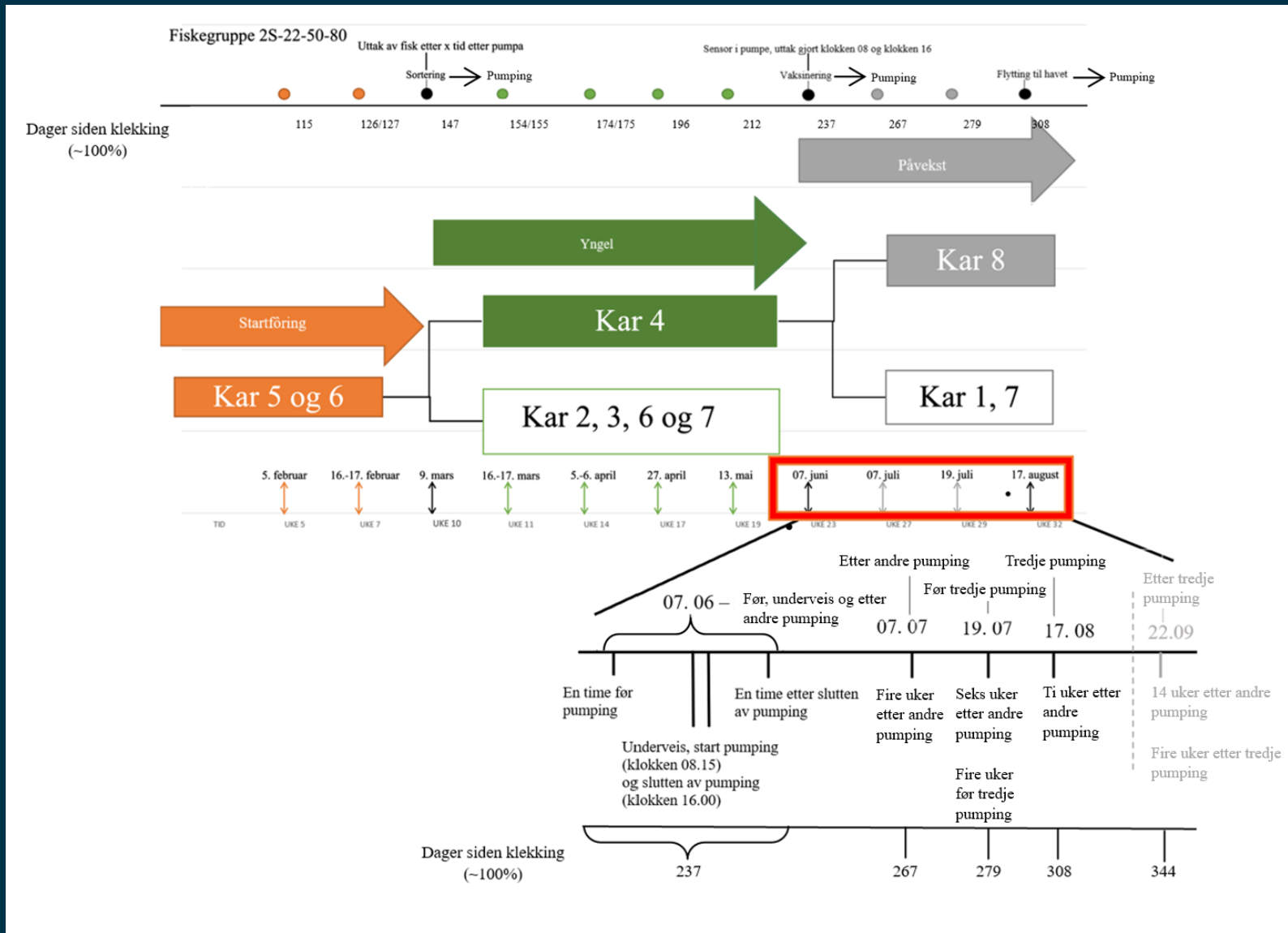
# Hovedmål

Undersøke konsekvenser på gjellehelsen før, under og etter pumping av atlantisk laks (*Salmo salar*) i kommersiell produksjon på et settefiskanlegg med RAS-teknologi og startfasen på matfisklokalitet. Dette med fokus på fiskevelferd, gjellehelse, trykkendringer og ved histologiske undersøkelser.

# Delmål

- Å undersøke gjeller før, under og etter pumping (i timer)
- Å undersøke gjeller over tid (dager/uker) etter 3 pumpeoperasjoner (etter første, andre og 3 pumping)
- Å undersøke fiskevelferd og vannparametre i samme periode

# Forsøksoppsett



# Analysemetoder

Fysiske analysemetoder: vannkvalitet før, under og etter pumping

- Måling av miljøparametere før og etter pumping
- Utregning av undertrykk og det reelle gasstrykket under pumping

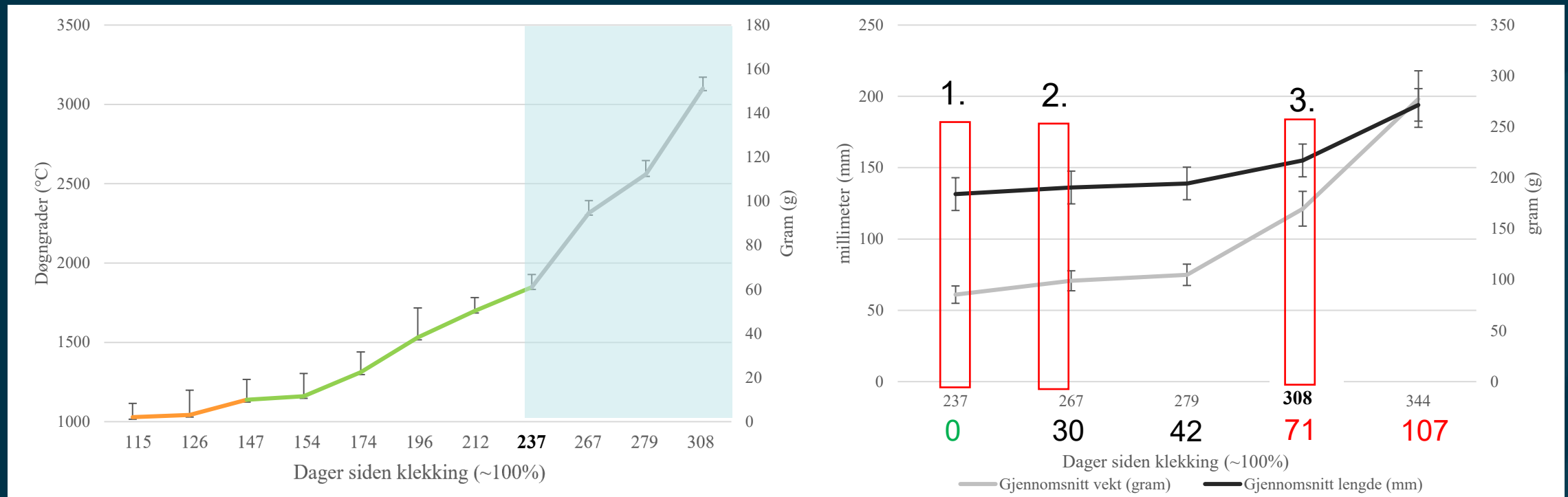
Analyser av biologisk materiale: før under og etter pumping

- Mikroskopering av våtpreparat gjeller
- Histologi, HE-farging av gjeller
- Fettfarging av våtpreparat med oil red O

# Vekst

- Graf til venstre: vektutvikling, ulike avdelingene
  - Data er et estimat fra Fishtalk
  - Blå boks viser til periode med pumping
- Graf til høyre: vekt- og lengdeutvikling
  - Egne målinger
  - Et gjennomsnitt av gram og millimeter for 15 individer per uttak

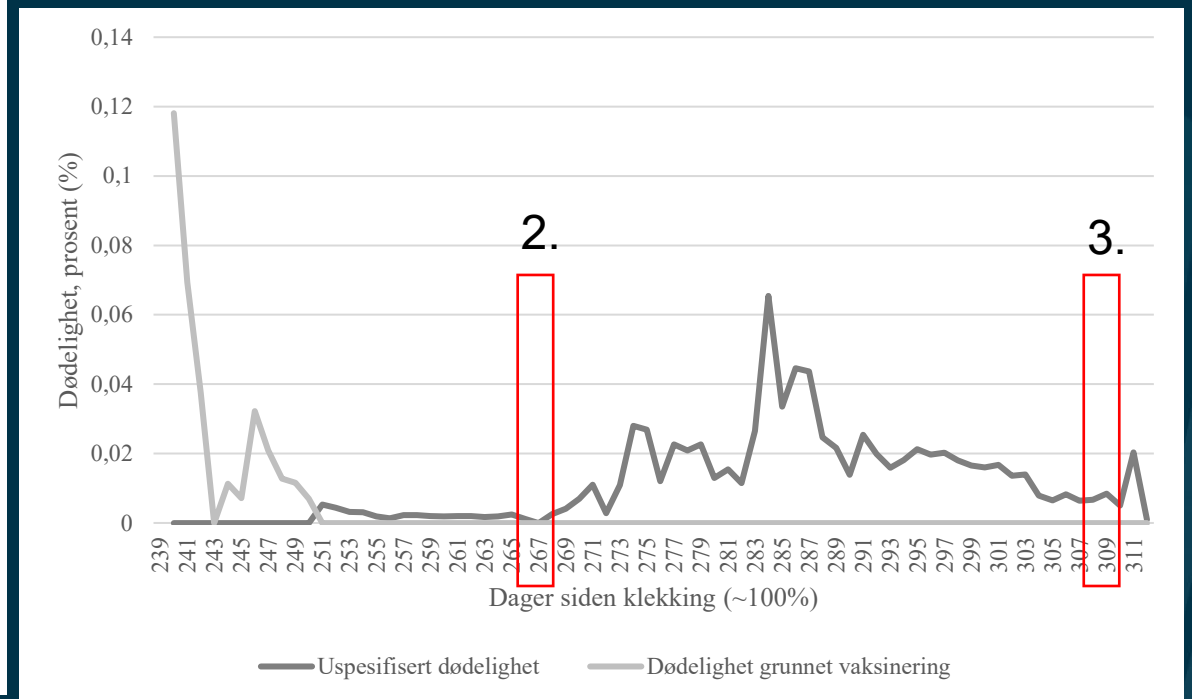
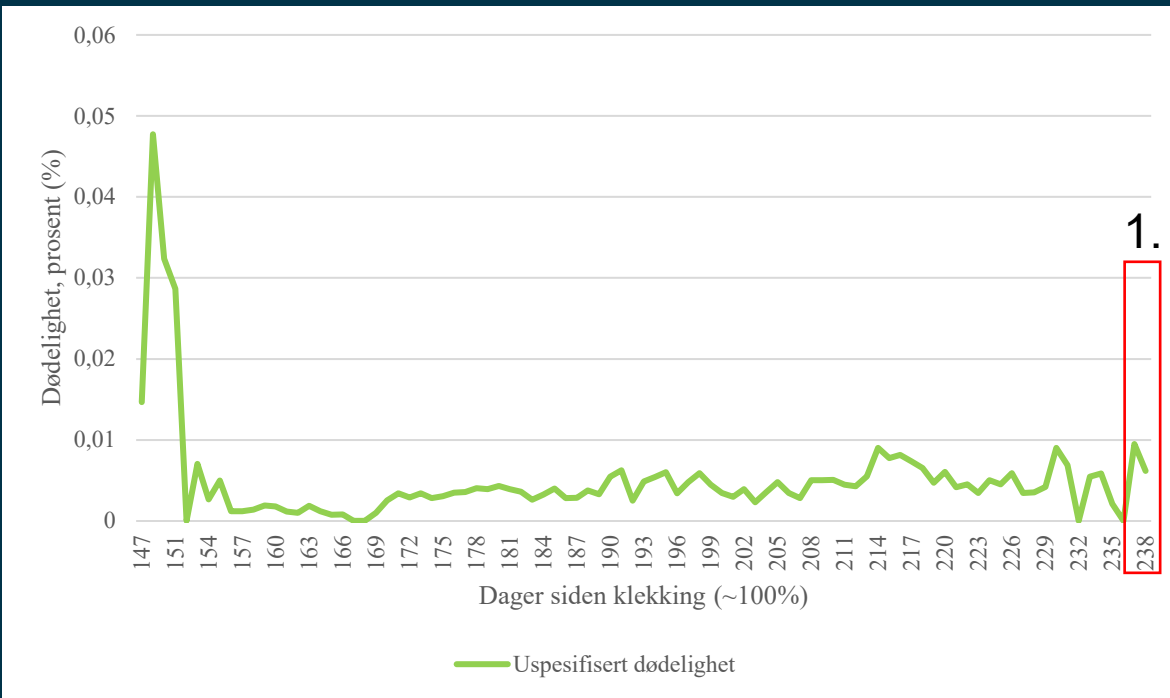
- Første pumping dag 237
- Andre pumping dag 263
- Tredje pumping dag 308 (til sjø)



# Dødelighet

- Dødelighet (%)
  - Yngel (grønn graf)
  - Påvekst (grå graf)
- For hele fisegruppen, ikke bare de fulgte karene
- Kategorier
  - Uspesifisert dødelighet
  - Dødelighet grunnet vaksinerings

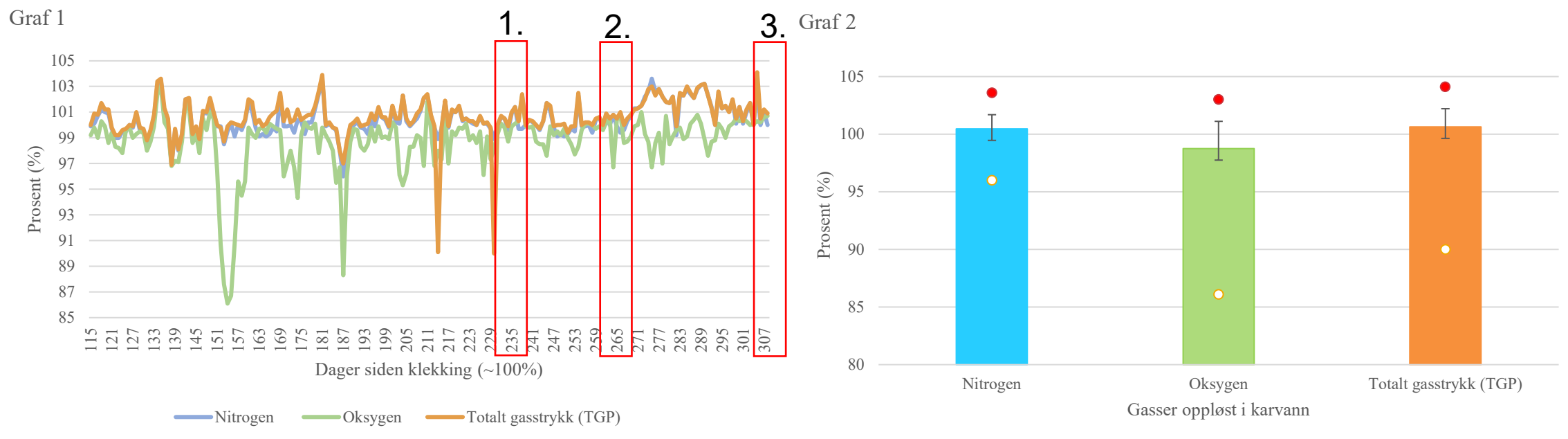
- Første pumping dag 237
- Andre pumping dag 263
- Tredje pumping dag 308 (til sjø)



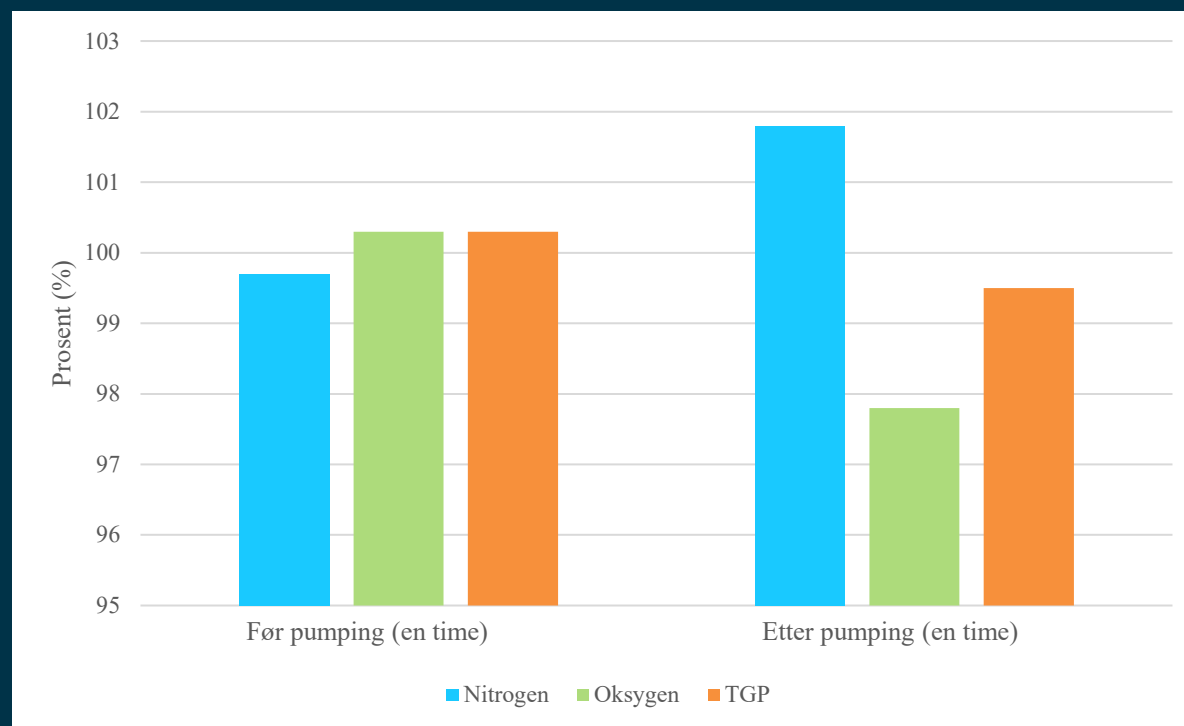


# Miljøparametere under hele uttaksperioden

- Grafene inneholder samme informasjon – ulikt oppsett
  - Graf 1: data fra hver enkelt måling under uttaksperioden, dager siden klekking
  - Graf 2: totalt gjennomsnitt
    - Standardavvik
    - Høyeste og laveste måling

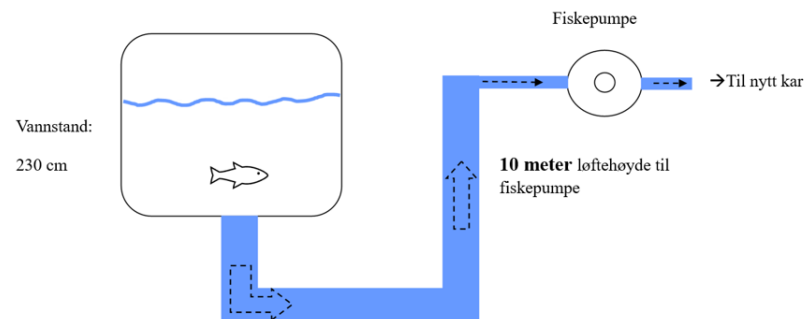


# Miljøparameter før og etter pumping

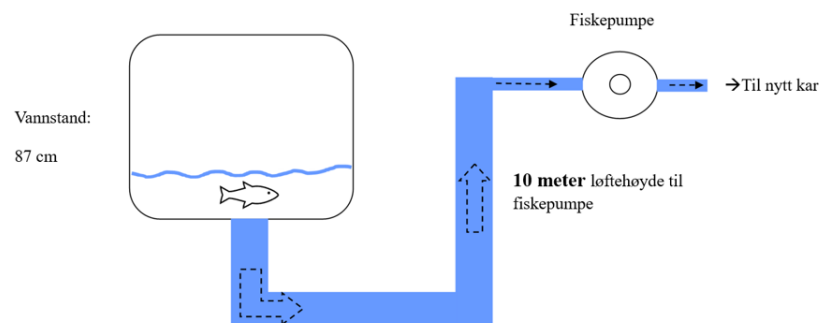


# Vannstand i kar og løftehøyde

Klokken 08.15



Klokken 16.00



# Undertrykk og det reelle gasstrykket

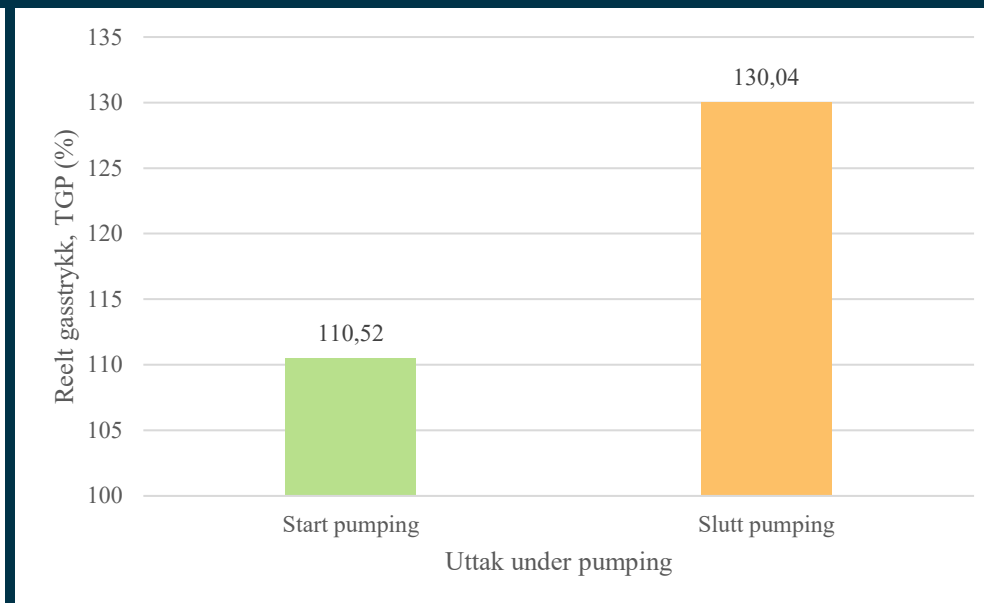
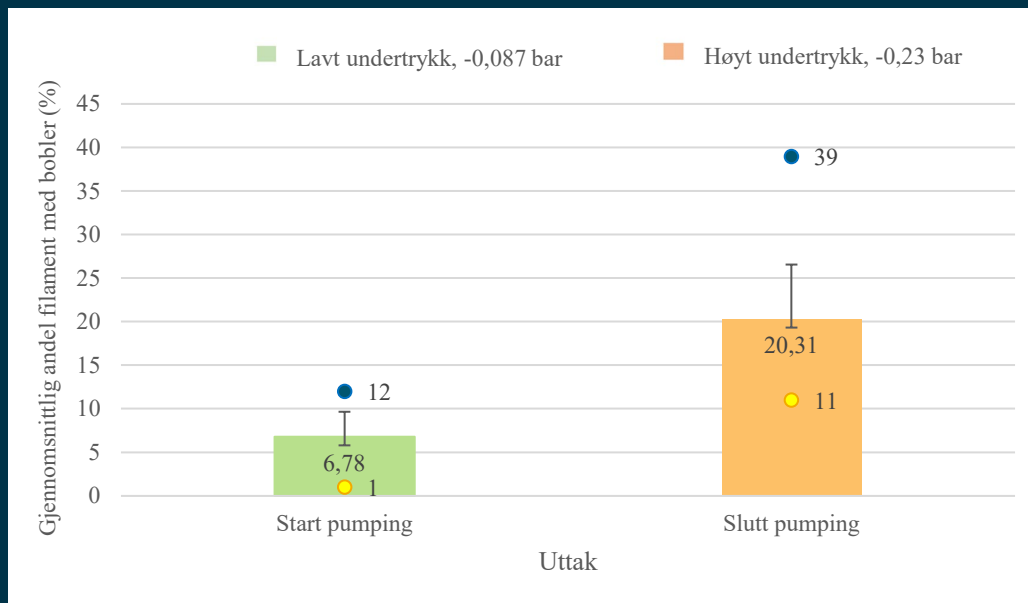
Graf til venstre:

- Lavt og høyt undertrykk
  - Under starten og slutten av pumpingen
- Registrerte filament med bobler (%) per gjellebue
  - n = 15 per uttak

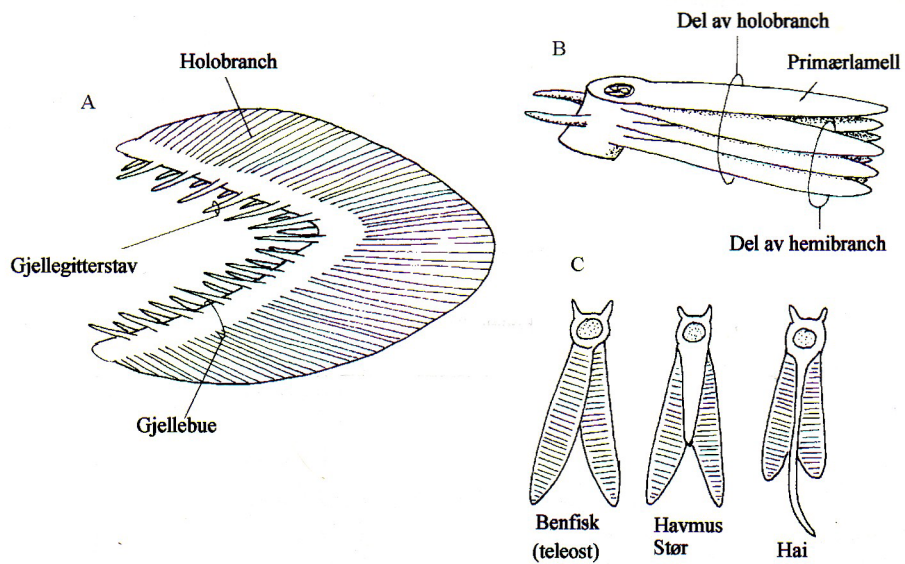
Graf til høyre:

- Utrechnet reelt gasstrykk
  - Under starten og slutten av pumpingen

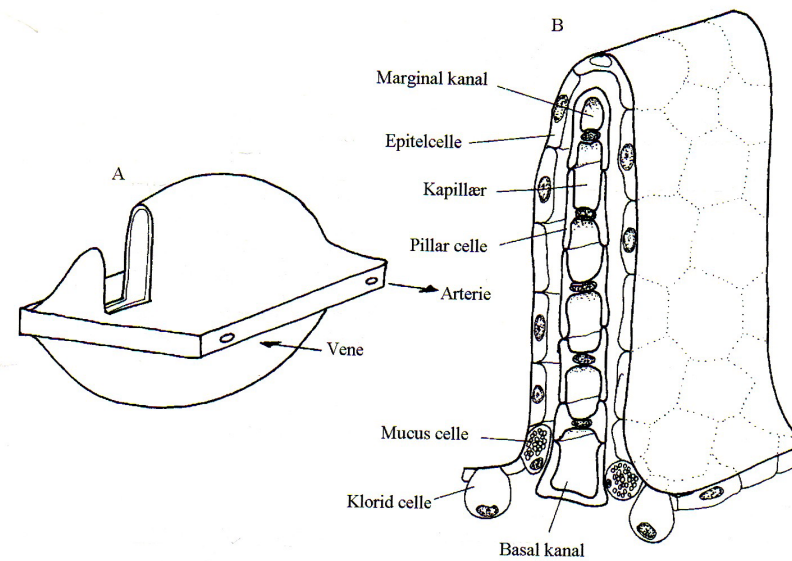
- Start og slutt pumping
  - Økende undertrykk = økende antall registrerte filament med bobler
  - Økende reelt gasstrykk



# Gjeller



Figur 83 A, B, C: skjematiske figurer som viser forholdet mellom gjellebue, gjellegitterstaver (A), hemibranch og holobranch (B). C: merk at enkelte arter har septum mellom hemibranchene.

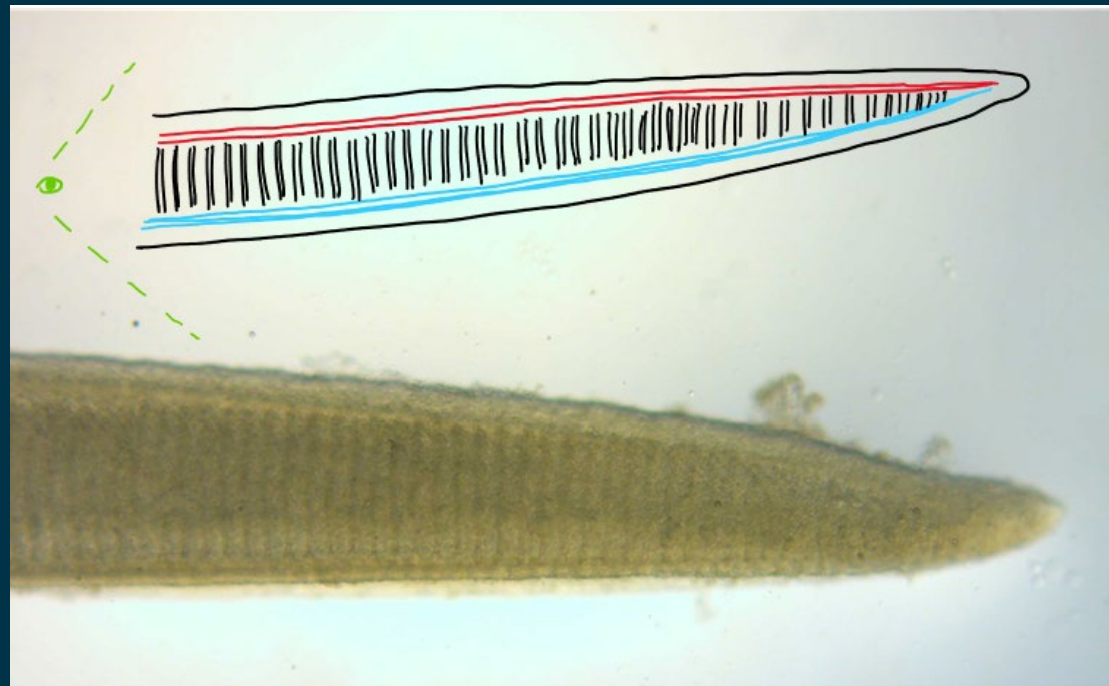
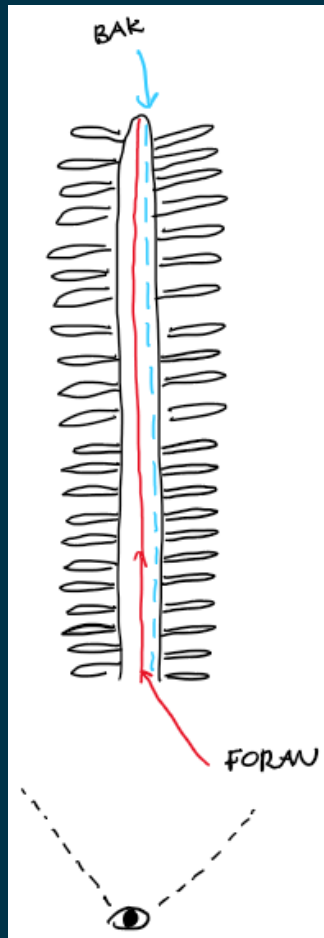
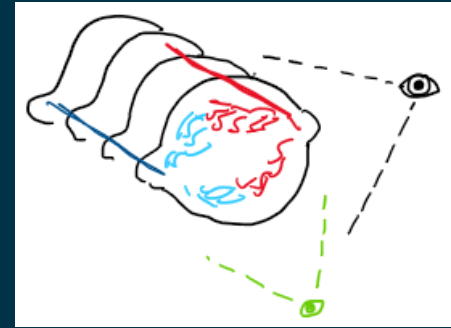


Figur 84 Sekundærlameller hos teleost. A: form på to lameller på over- og undersiden av en primærlamell. B: snittflate tatt ut fra en sekundærlamell i A, og som viser de forskjellige cellyper i en sekundærlamell.

# Gjeller



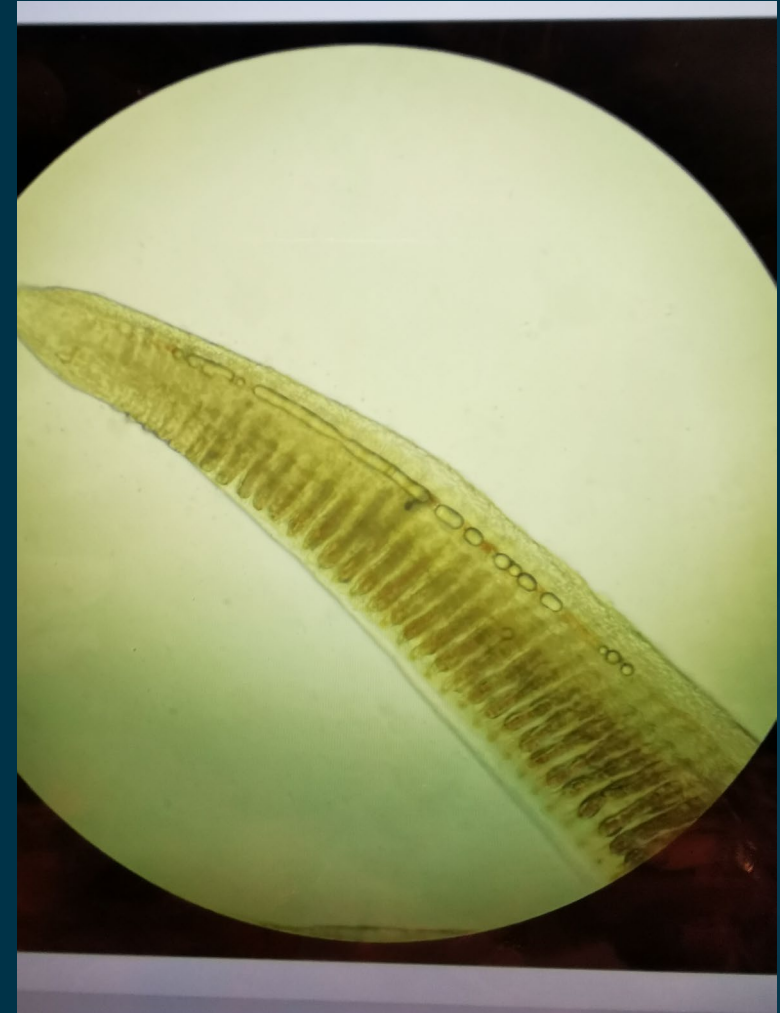
# Gjeller (våtpreparat)





# Forekomst av bobler før og etter pumping

- A = før pumping (en time)
- B = etter pumping (en time)
- Økende forekomst av bobler etter pumping
  - Ulike fasonger, størrelser, utbredelse i filament, med mer

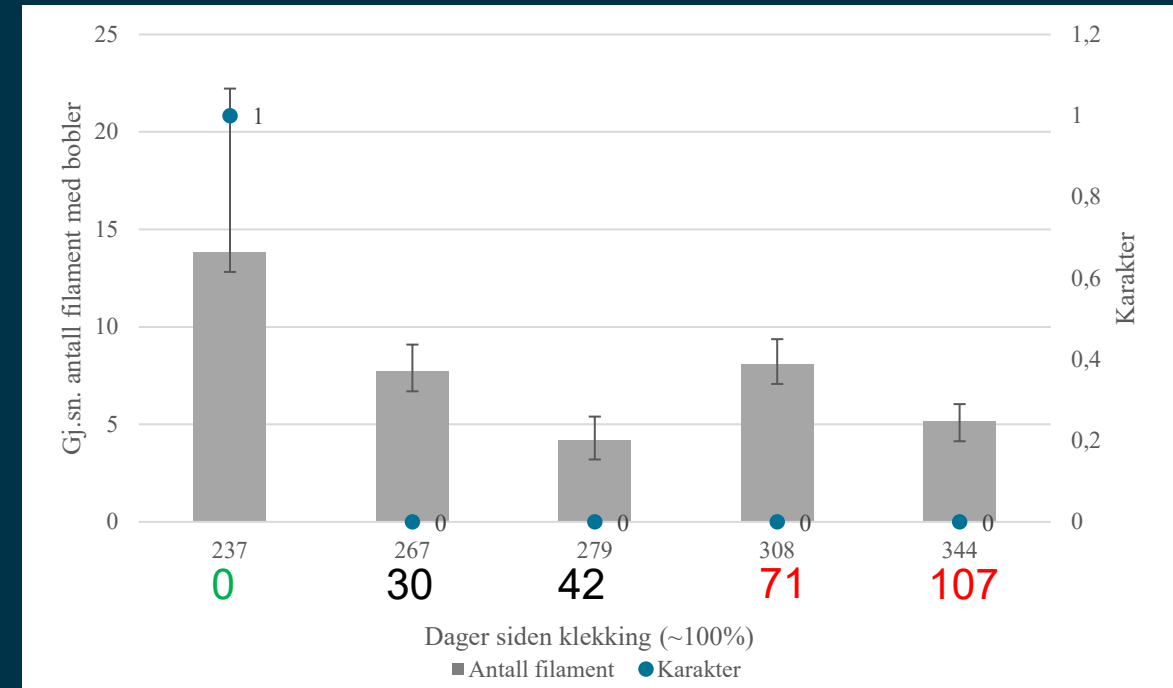
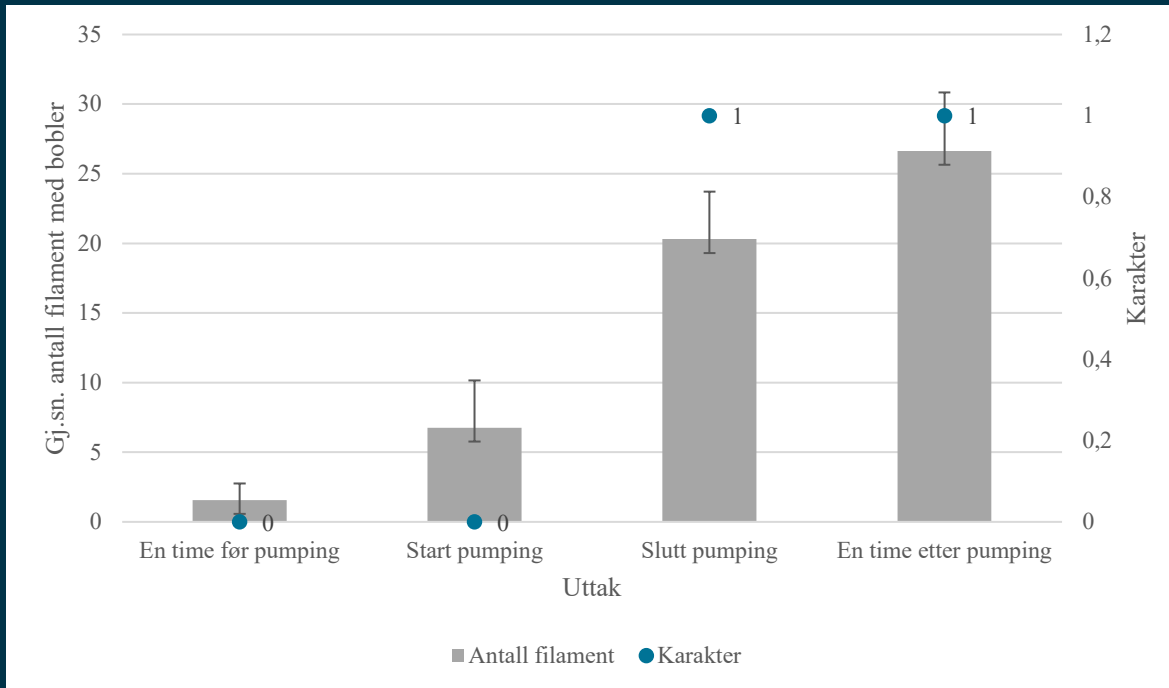




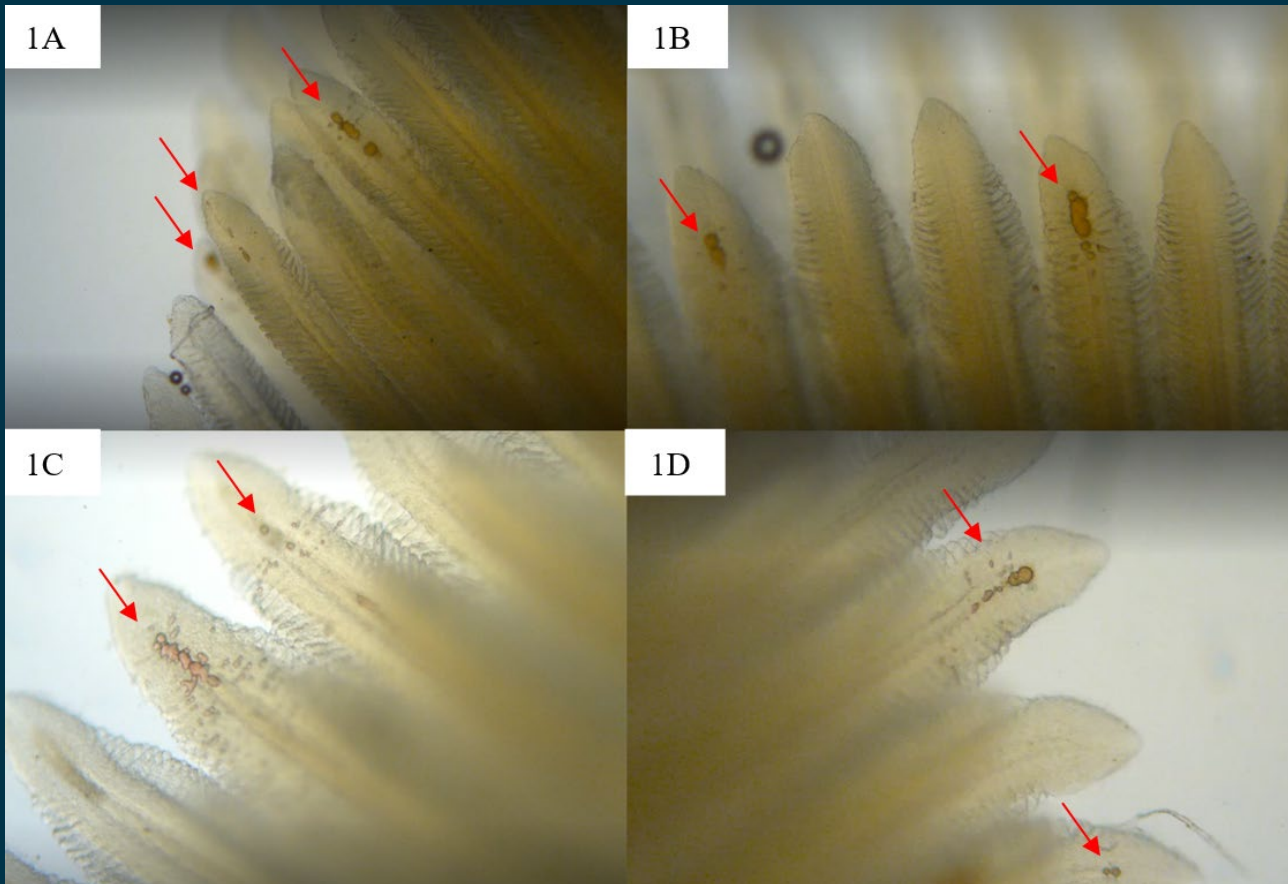
# Filament med bobler før, under og etter pumping

- Forekomsten og utviklingen av registrerte filament med bobler
  - Gjennomsnitt
  - Tid før, under og etter pumping

- Viser forekomst av bobler gjeller i tiden etter 1, 2 og 3. pumping
- Første pumping dag 237
- Andre pumping dag 263
- Tredje pumping dag 308 (til sjø)



# Gjeller farget med Oil Red O

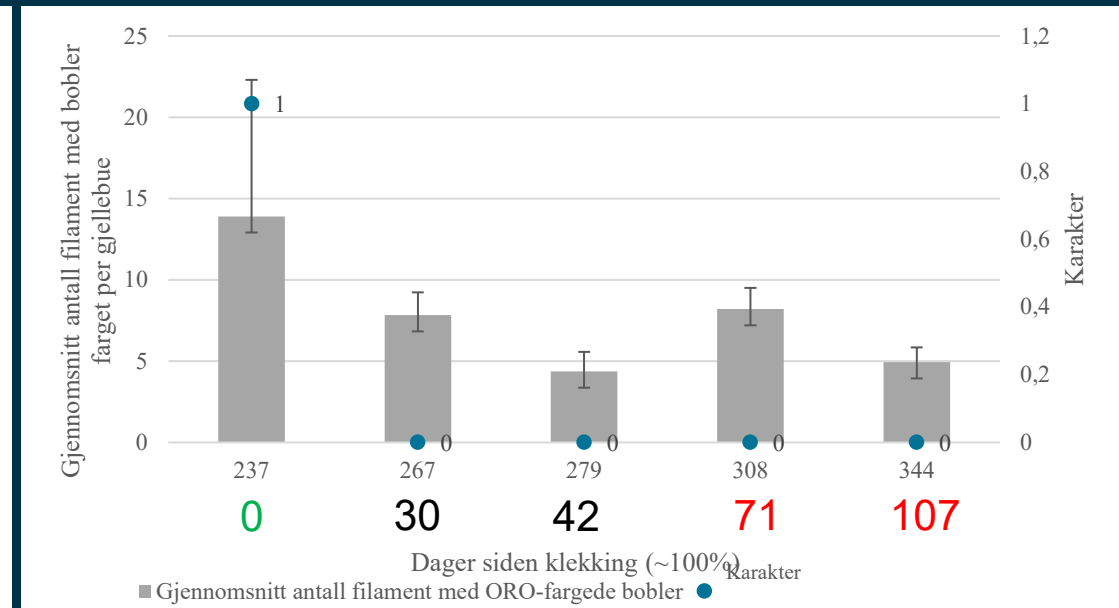
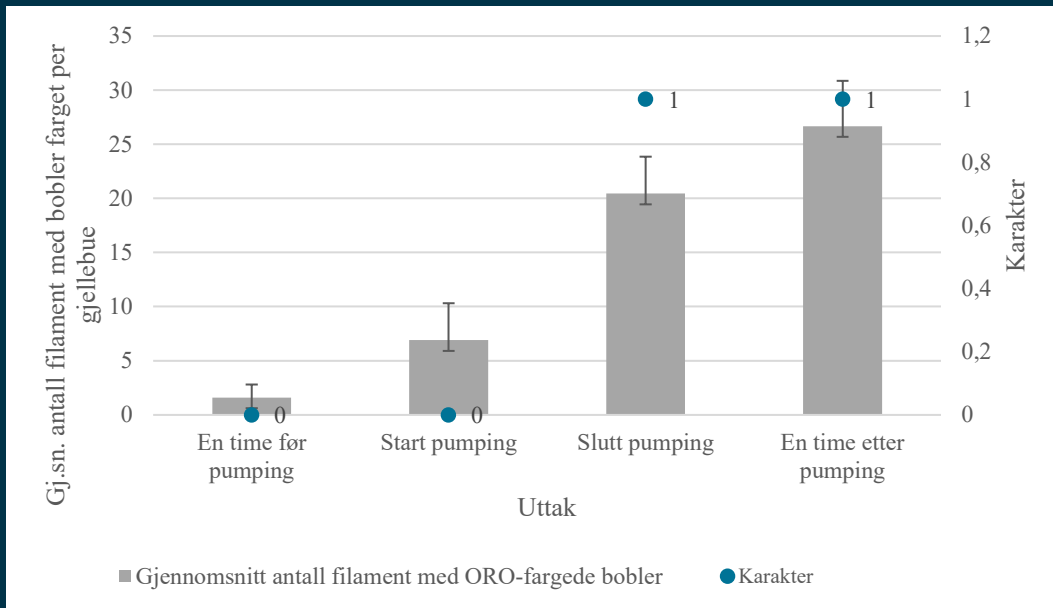


- Bobler farget med Oil Red O
  - Prøver fra etter pumping
- Fargen festet seg til boblene
  - Fasong på boblene vises bedre
  - Bildene viser også hvor ulik utbredelsen av boblene i gjellefilamentene er

# Oil Red O

- Likt oppsett som registrering av filament med bobler
  - For å vise at boblene i de tidligere undersøkte filamentene blir farget
- Antall registrerte filament med fargede bobler
  - Oil Red O
- Uttak
  - Før, under og etter pumping
- Tabell med karakter/boblescore

- Fargen festet seg til boblene
- Grafene er i takt med utviklingen av registrerte filament med bobler
- Variasjon
  - Størst 237 dager siden klekking



# Scoringsskjema

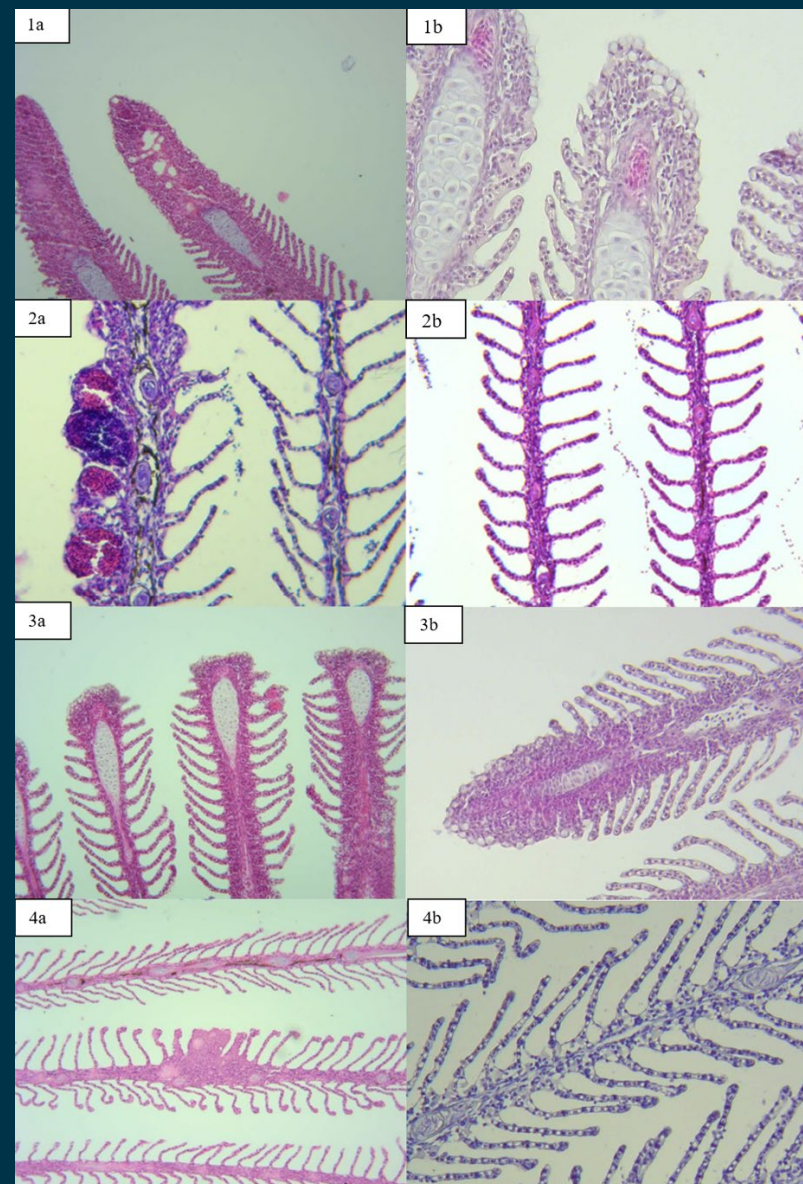
Gjellescore	Kommentar
1	Perfekte gjeller  Ingen tegn til påvirkning på gjellekvaliteten.
2	Noe redusert gjellekvaliteten  Det er få tegn til påvirkning på gjellekvaliteten. Det kan være enkelte områder med tap av lameller, lite område med slim, og små tegn til hvite flekker.
3	Redusert gjellekvalitet  Det er tegn til påvirkning på gjellekvalitet. Dette kan være tap av lameller, områder med slim, og liten del av gjellen har hvite flekker.
4	Svært redusert gjellekvalitet  Det er en stor grad tegn til påvirkning på gjellekvaliteten. Dette kan være store mengder tap av lameller, ekstreme mengder slim, store områder med hvite flekker, og lite blodtilførsel til gjellene.

Boblescore	Antall filament med bobler per gjellebue	% av filament med bobler
0	0-10	0-10%
1	11-30	11-30%
2	31-69	31-69%
3	70-100	70-100%

# Histologi

Prøveuttak, 237 dager siden klekking (~100%)	Før pumping (en time)	Under pumping, Start	Under pumping, Slutt	Etter pumping (en time)
<b>Gjeller</b>				
Lukkede lamellære blødninger	0/10	1/15	5/15	1/10
Kavernedannelser	1/10	6/15	5/15	7/10
Forkortet filament	0/10	2/15	1/15	1/15
Lamellær fusjon	0/10	1/15	2/15	0/10
Lamellær hypertrofi	0/10	5/15	6/15	2/10
Lamellær klubbing	6/10	12/15	15/15	10/10

- Ulike registrerte vevsforandringer i undersøkte gjeller
  - Forekomst av vevsforandringer
  - Før, under og etter pumping
  - 50 individer
- Økende registrering av forandringer i vev under og etter pumping
- Bildene er ikke representativt for utvalget i tabellen
  - Snittet ulikt
  - Ulik grad av forandringer i vevet for hver prøve



# Konklusjon I (bobler)

- Økende forekomst av registrerte filament med bobler fra før til etter håndtering ved pumping av atlantisk laks
- Det er tegn til at en slik håndtering med et økt reelt gasstrykk underveis kan ha påvirket fiskevelferden negativ ved undersøkelser av gjellene.
- Det ble funnet redusert gjellekvalitet gjennom mikroskopiske undersøkelser på våtpreparat og histologisk.
- Trykkendringene under pumping var høyt, dette med tanke på det reelle gasstrykket
  - Anbefalt maks 100%
  - Målinger på 110% og 130%
- Samtidig er det vanskelig å fastslå i hvor stor grad konsekvensene kan ha påvirket laksen.

# Konklusjon II

1. Tilveksten innad fiskegruppen er ikke påvirket i stor grad.
2. Dødeligheten er lav under produksjon.

# Takk for oppmerksomheten ...

... og en stor takk til

- Vilde Lundin, Øystein Vågen Dimmen, Matthijs van den Boogaard og Alf Dalum