

FHF-prosjekt 901701

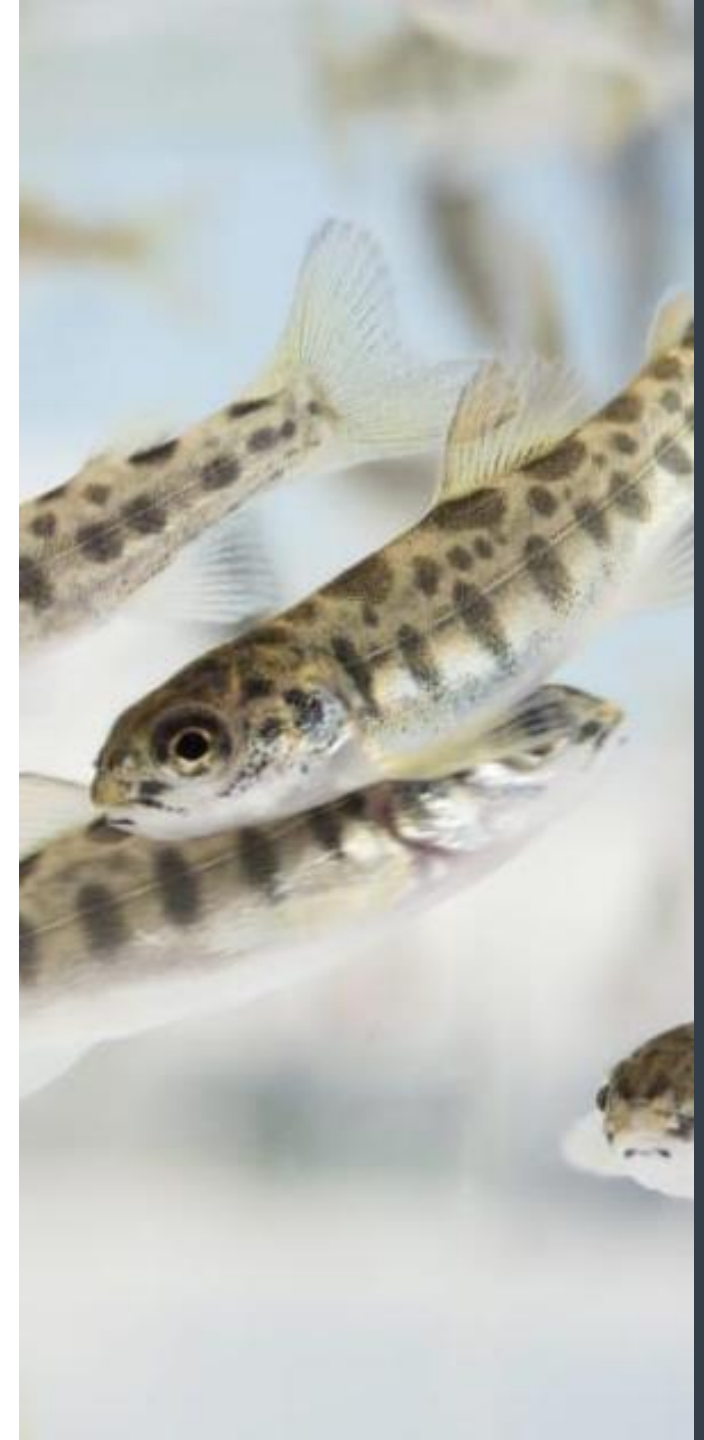
Kunnskapskartlegging - produksjon av stor laksesmolt



- Ledes av seniorforsker Trine Ytrestøyl, Nofima
- Mål: Kartlegge kunnskapsstatus om produksjon av stor laksesmolt
 - Publisert og erfaringsbasert kunnskap
 - Dagens produksjonsregimer
 - Prestasjon i sjøfase



Referansegruppe: Trond Rosten (MOWI), Harald Takle (Cermaq), Timo Rosche (Grieg Seafood)
Renate Johnsen (Pharmaq)



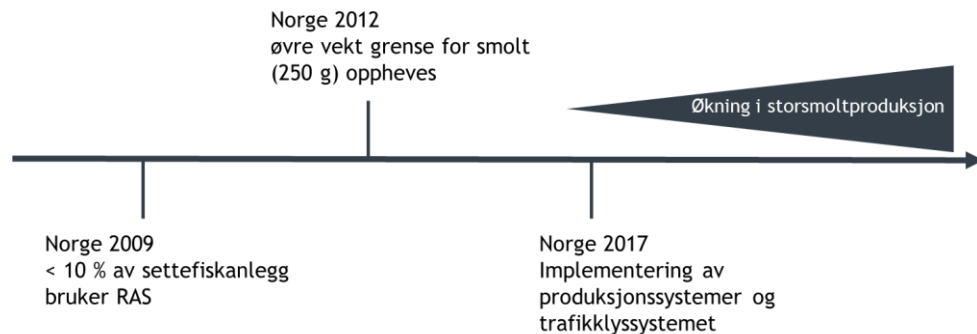
Smoltstørrelse - historisk utvikling

Økende snittvekt på fisk satt ut i sjø

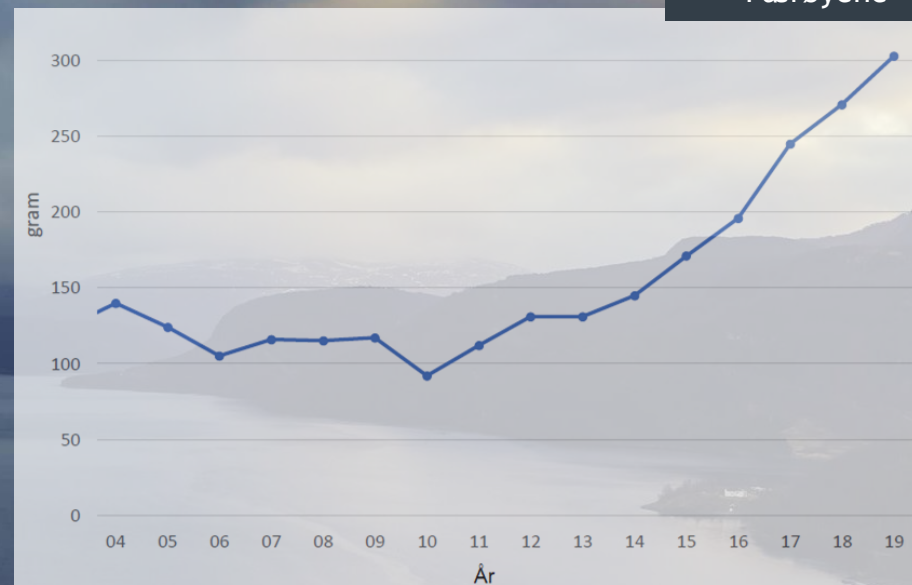
- Færøyene (~2005)
- Norge
 - 3 % over 250 g i 2018
 - 16-17 % over 250 g i 2020-2021

Følger eller sammenfaller med

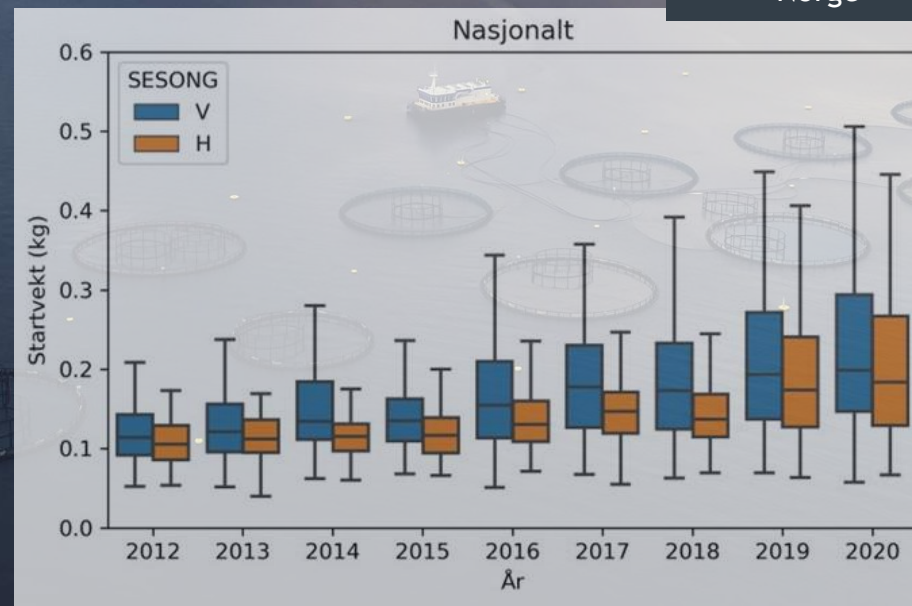
- Produksjonstekniske endringer
- Endringer i regelverk



Færøyene

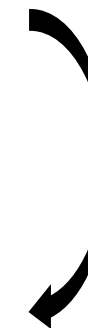
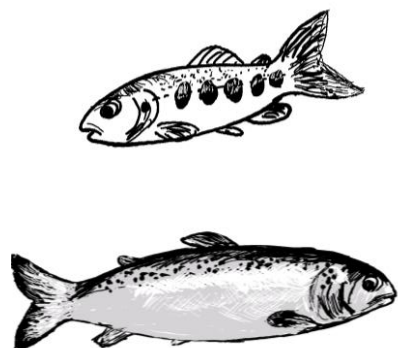


Norge

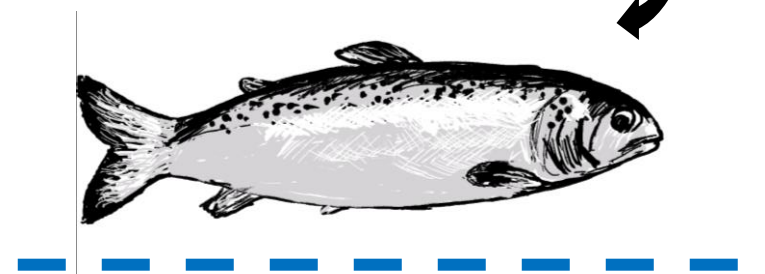


Produksjon av tradisjonell smolt (<250 g) *versus* smolt > 250 g (storsmolt)

Klekking



Sjø



Smoltifisering?
Salinitet?

Sjø

Smoltvurdering?

Slakt

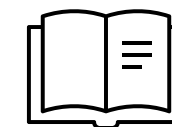
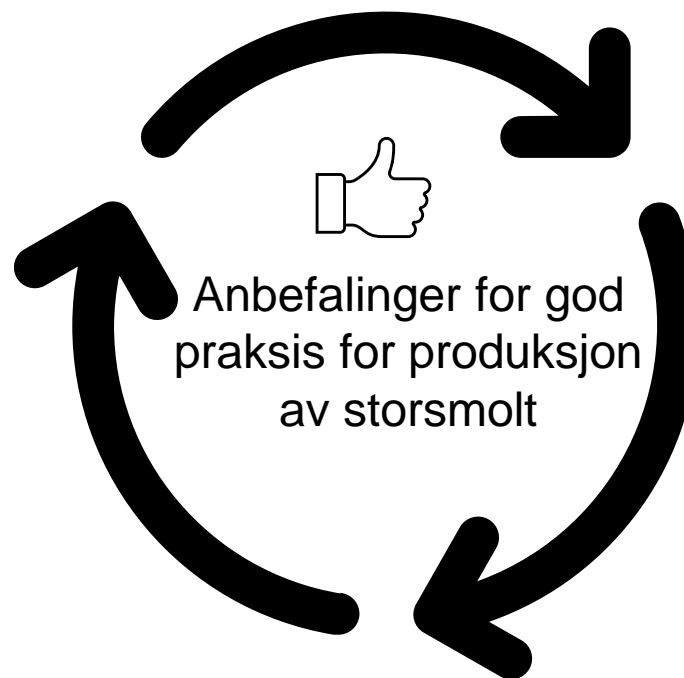


Prestasjon?

Omfang og organisering av prosjektet



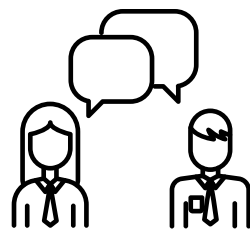
Analyse av
produksjonsdata



Analyser av litteraturdata

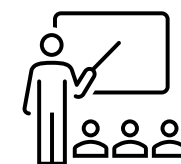
Kartlegging av dagens praksis
ved produksjon av storsmolt:

- Spørreskjema
- Intervju
- dialogmøter

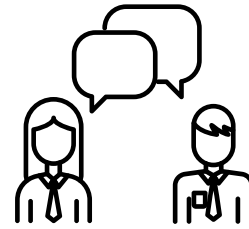


Formidling

- Publisering
- E-læringskurs
- Webinar/foredrag

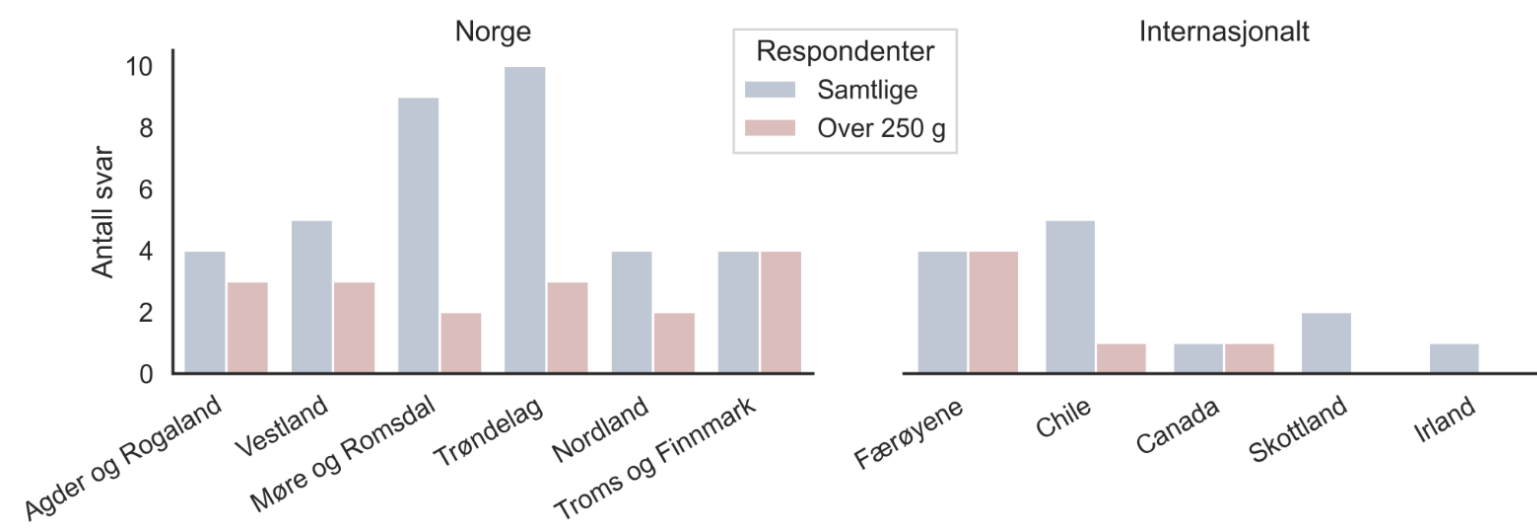
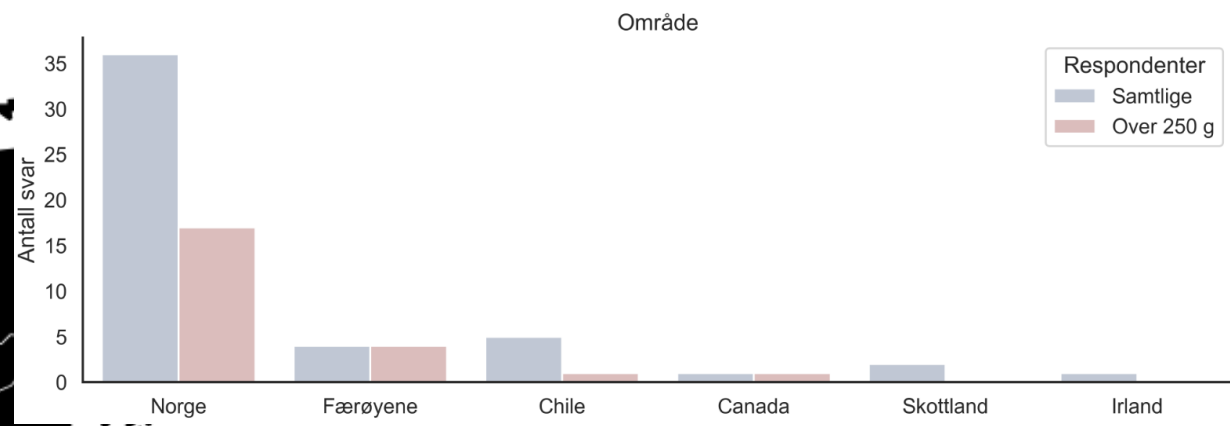
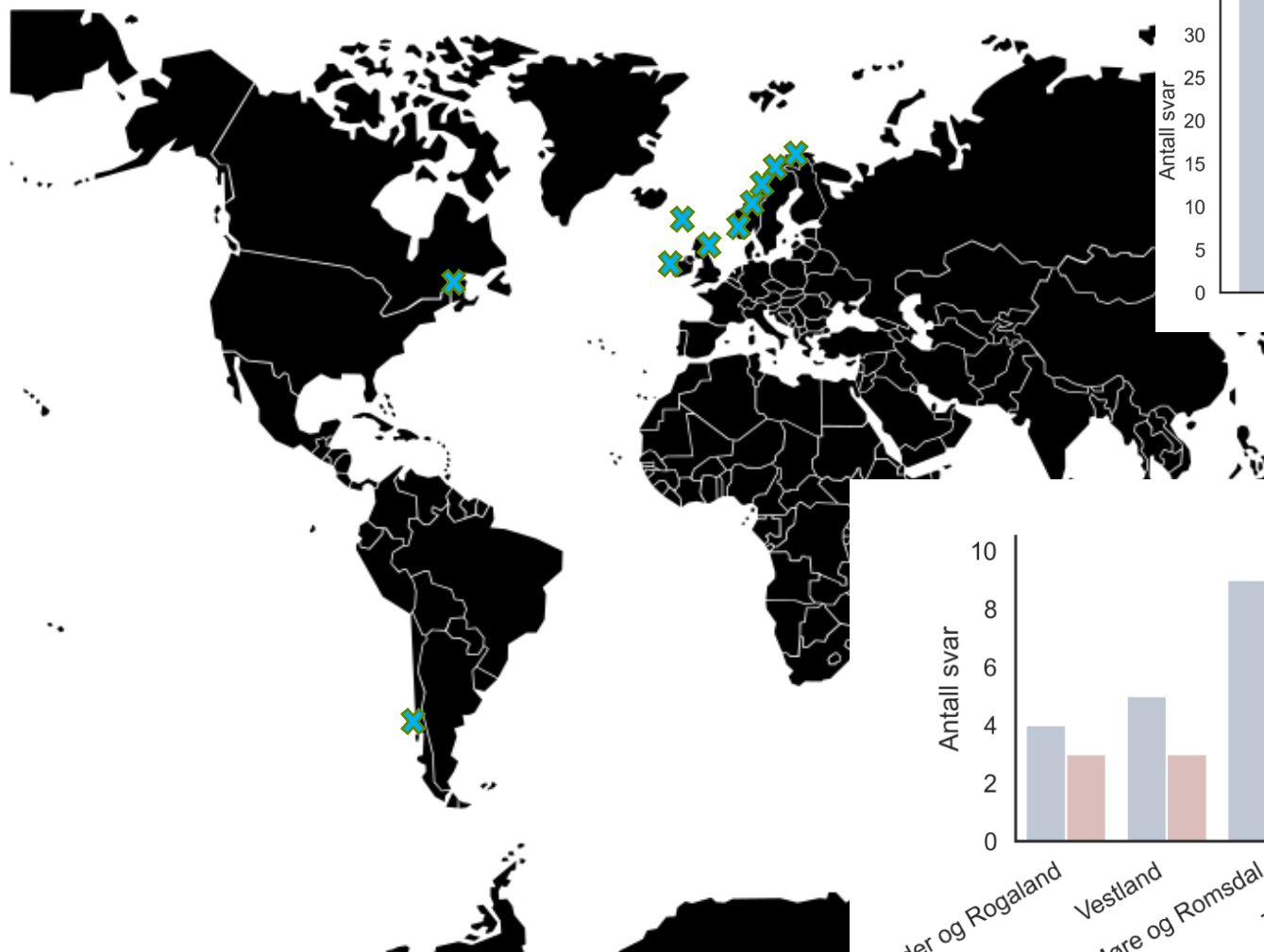


Intervju og dialogmøter



- Dybdeintervju med 8 produsenter av storsmolt
 - Dagens praksis på anlegget/anleggene: teknologi og produksjonsforhold, størrelse på storsmolten
 - Smoltifiseringsprotokoll: hvilken metode som benyttes og hvilke faktorer avgjør valg av metode.
 - Produksjonsbetingelser på land: Fokus på vannkvalitet, grenseverdier, produksjonsintensivitet og utfordringer med drift eller fiskevelferd.
 - Prestasjon på sjø: Forutsetninger for en god overgang til sjø, og parametere for prestasjon i sjøfase.
 - Motivasjon for denne typen produksjon, hvordan evaluere prestasjon og kunnskapshull i dagens produksjon
- 3 dialogmøter (2 fysiske og ett digitalt, med til sammen 63 deltakere) med workshop hvor det var en case-basert tilnærming til ulike problemstillinger relevant for storsmoltproduksjon

Spørreskjema – innkomne svar

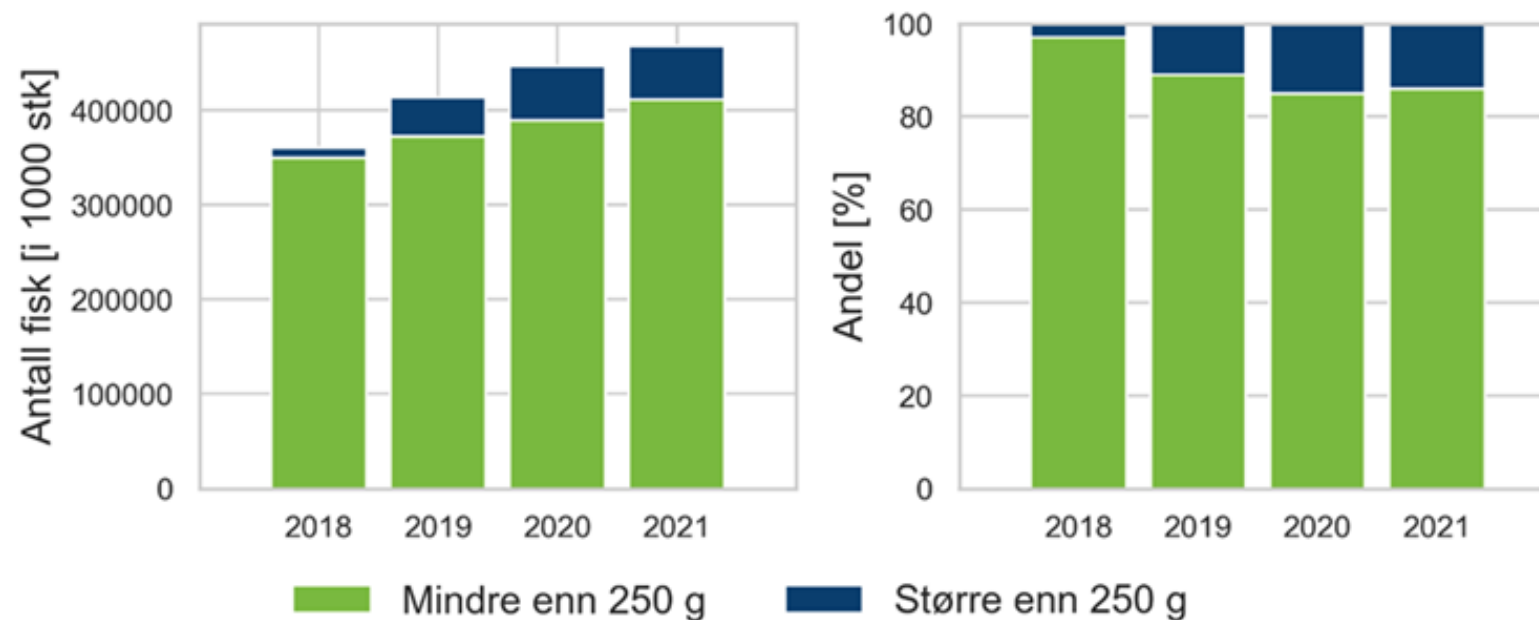


Hva er motivasjon for å produsere storsmolt?

bedre fiskevelferd (18) bedre forutnyttelse (7)
bedre konsesjonsutnyttelse (35) bedre tilvekst (18)
behov for færre lusebehandlinger (38)
behov for (6) færre lusebehandlinger (6) ingen konklusjon trenger mer forskningsdata (1)
kortere eksponeringstid for sykdommer (4) kortere tid i sjø (4) kortere (1)
lavere dodelighet (17) produksjonstid (1) sjø (1) vi ser ingen fordeler (4)

- **Hovedmotivasjon – korte ned sjøfase**
 - Luseproblematikk
 - Konsesjonsutnyttelse
 - Helse- og velferd
- Planer om å produsere fisk over 250 g
 - ~ 40 % vurderer å begynne
 - ~ 60 % vil øke andelen

Nærmer seg 20% storsmolt (> 250g) som settes ut i norsk oppdrett



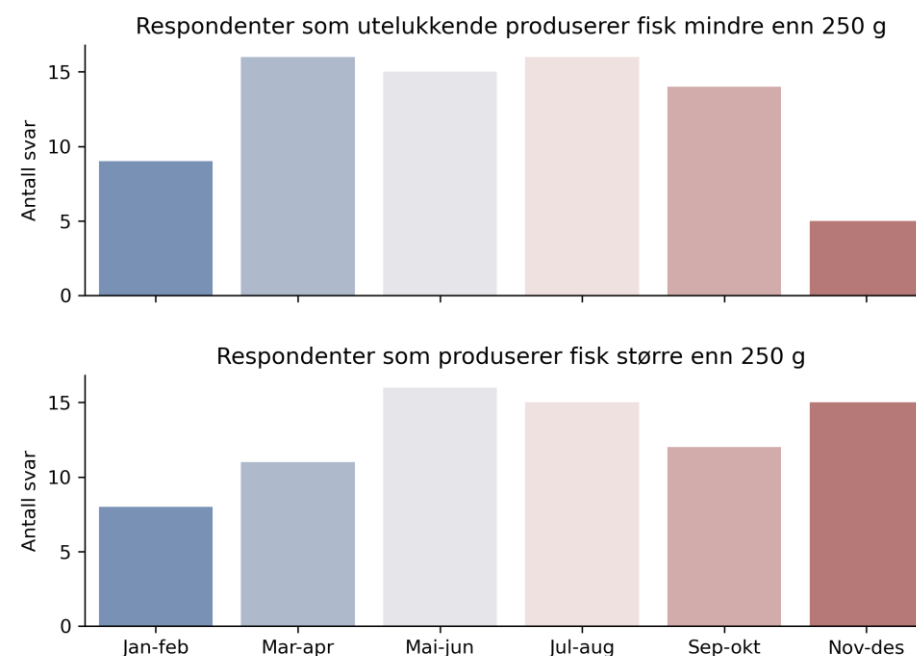
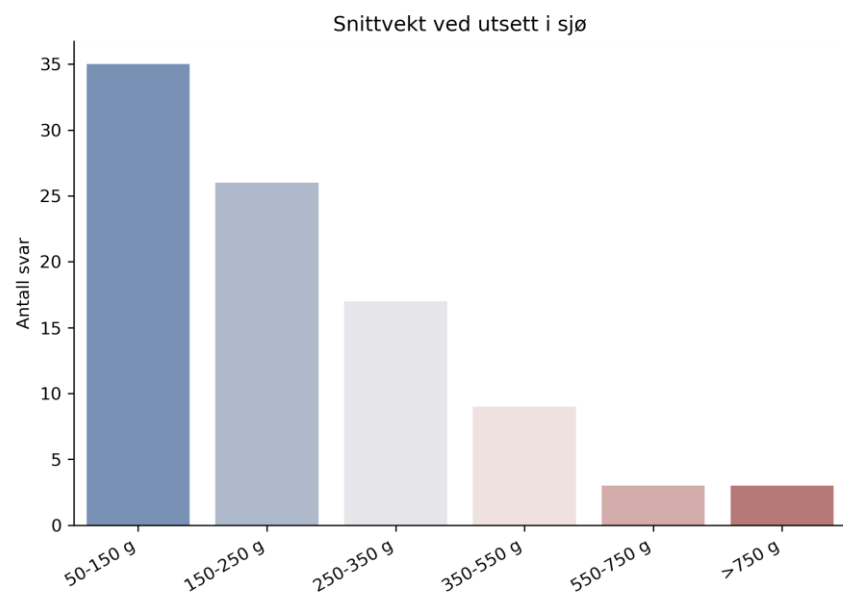
Regionale forskjeller i utsett av storsmolt i Norge

- Større andel storsmolt i Rogaland, Vestland og Møre og Romsdal
- Lite i Trøndelag og Nordland



I Norge er det foreløpig få som produserer fisk for utsett større enn 500g

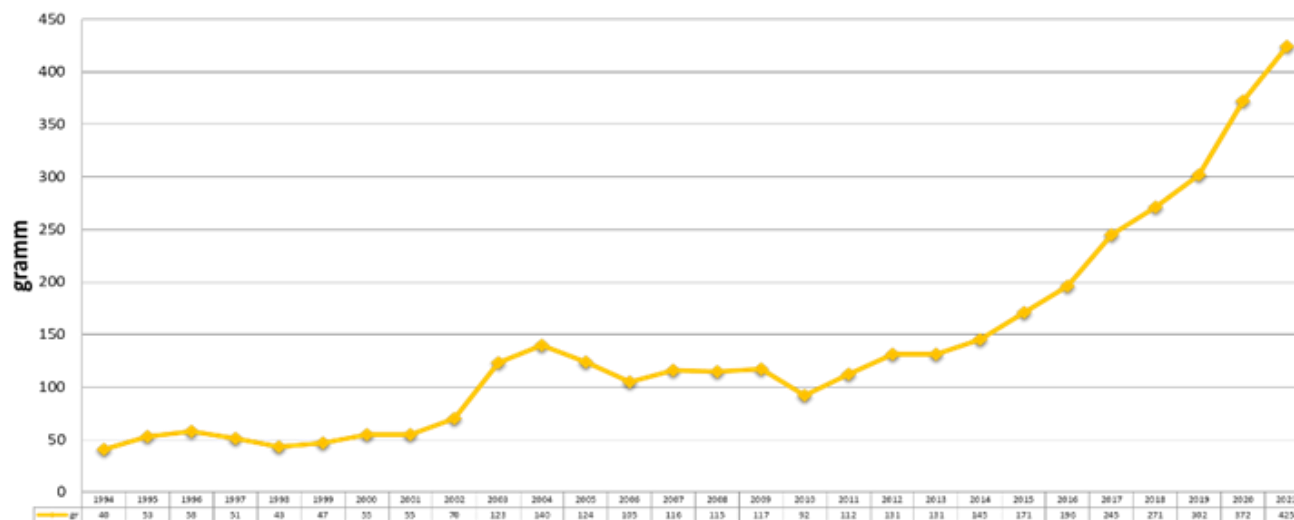
Både stor og liten smolt settes ut hele året, men en større andel av den store smolten settes ut på senhøsten (Nov-Des)



Utvikling på Færøyene med storsmoltproduksjon:



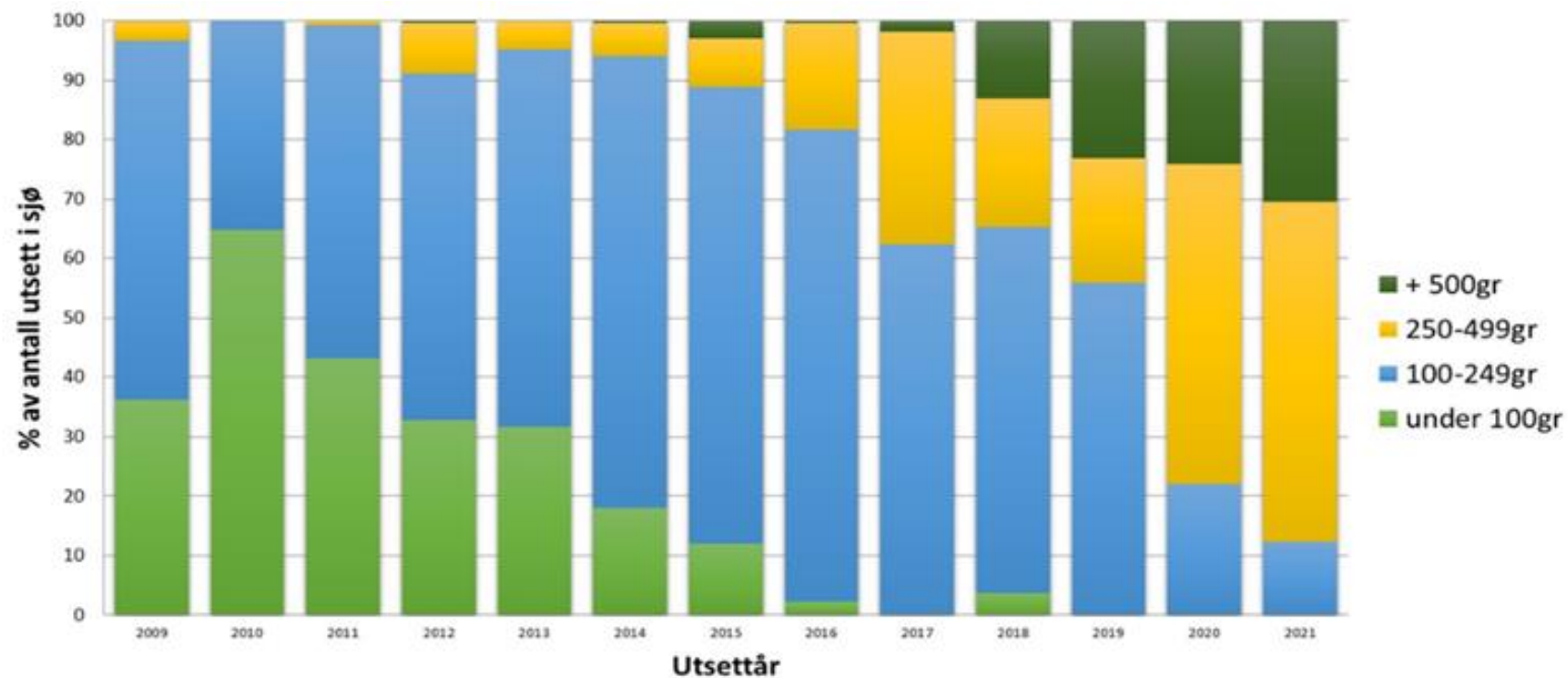
- Produksjonstid i sjø er redusert fra ca 18 mnd i 2007 til i underkant av 14 mnd i dag



- Snittstørrelse ved utsett er på ca 420 g

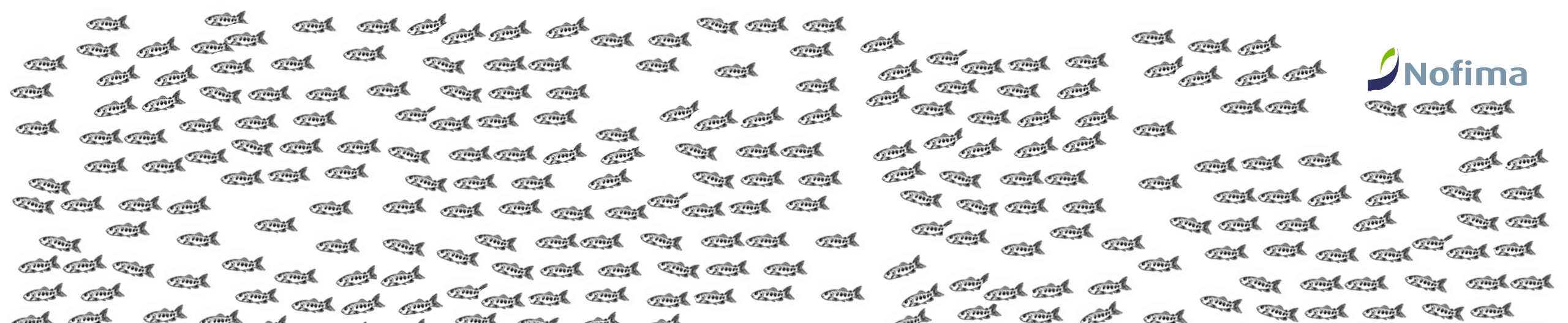
Kilde: Avrik

Størrelsesfordeling ved utsett på Færøyene

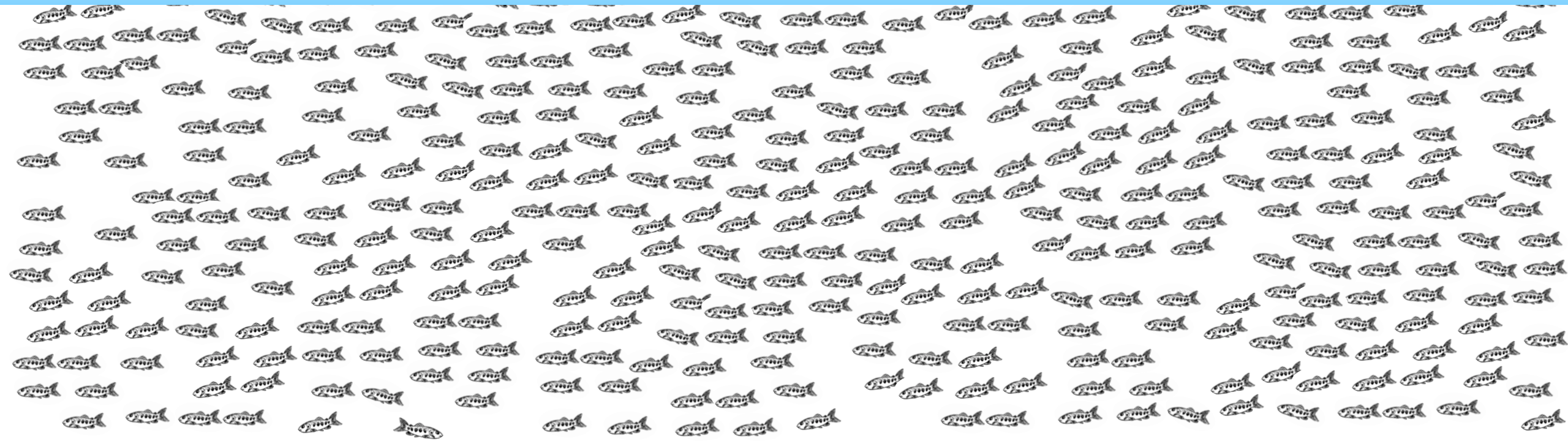


- 30% er > 500 g
- Nesten 60% er mellom 250-500 g

Kilde: Avrik



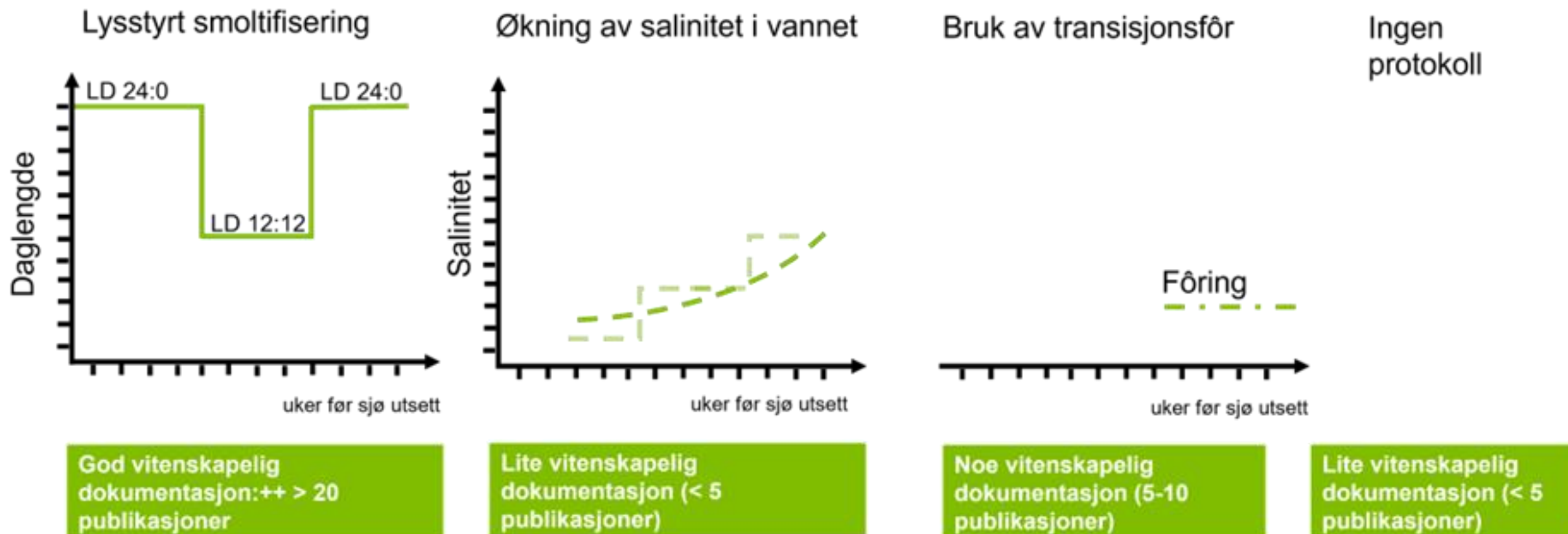
Hvilke signaler bruker smoltprodusentene til å forberede flere (hundre)tusen lakseyngel på et liv i sjø?



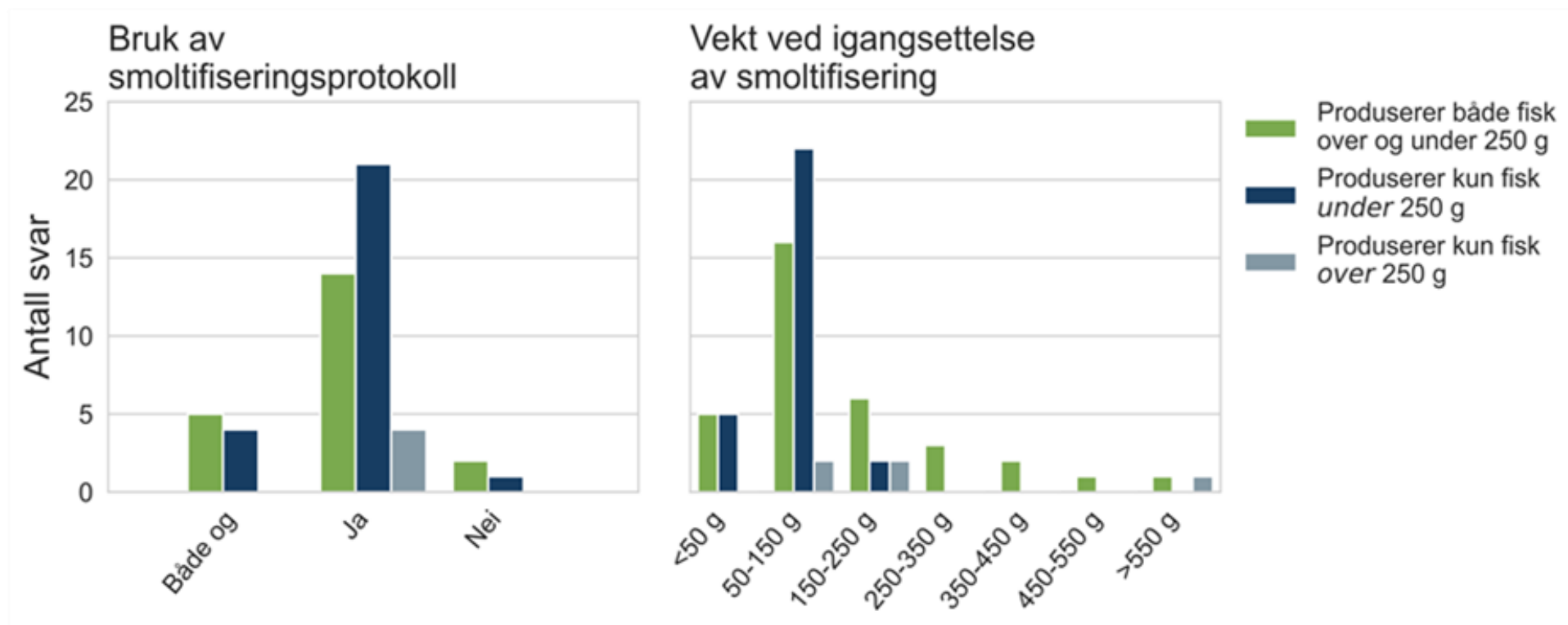
Strategier for å indusere sjøvannstilpasning:

Smoltifisering: fisken går fra å være tilpasset et liv i ferskvann til et liv i sjøvann

- Fisken går gjennom fysiologiske, morfologiske og atferdsmessige endringer

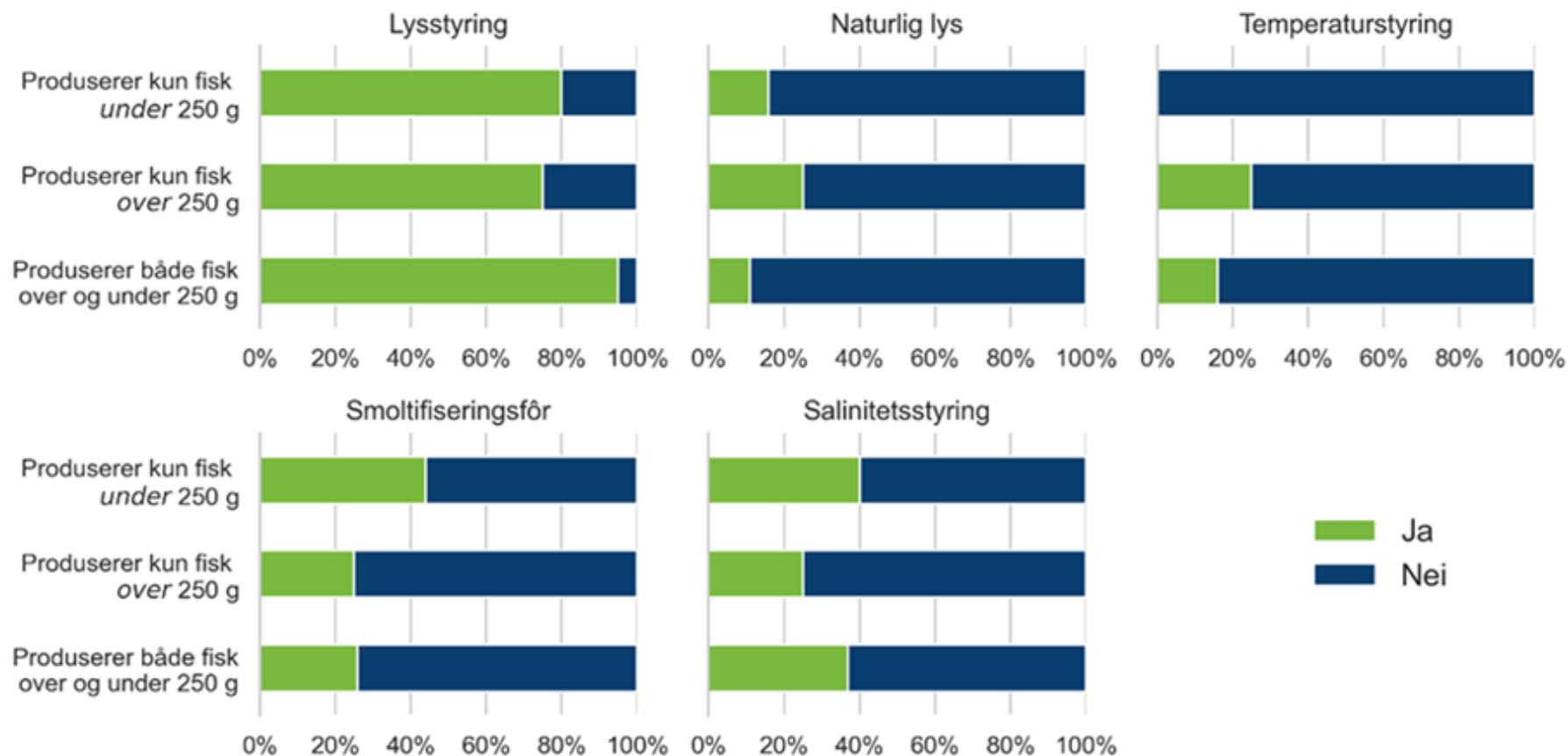


Benytter dere smoltfiseringsprotokoll?



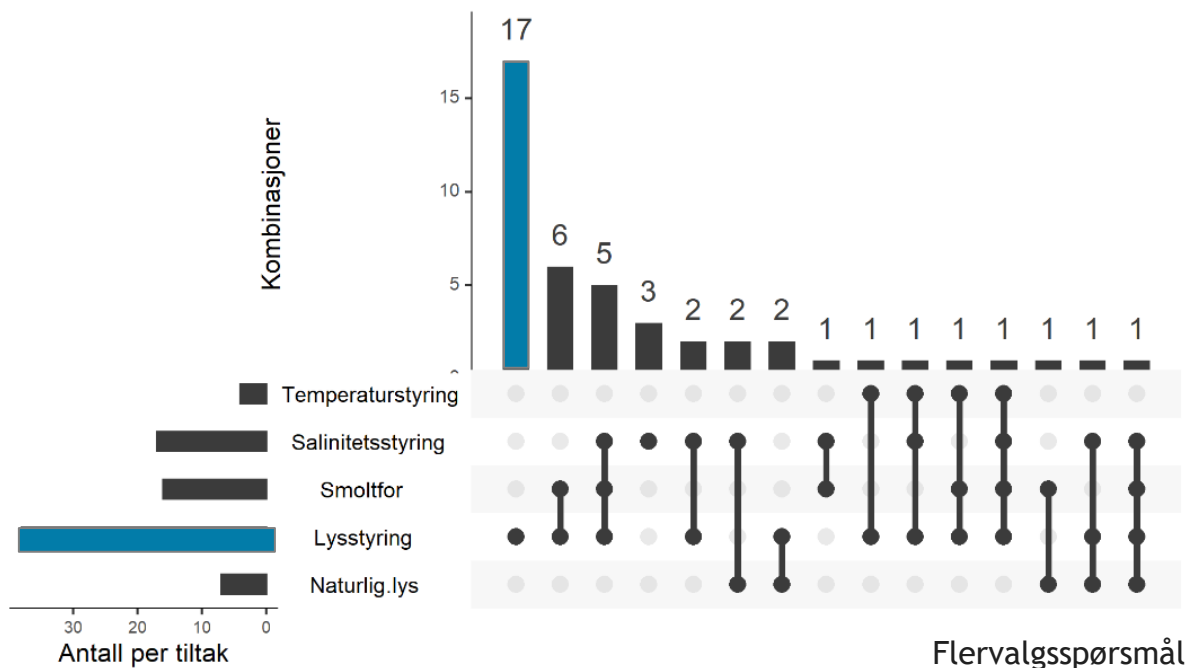
- De fleste benytter en protokoll for å indusere smoltifisering
- Gjøres ved samme vekt for stor og liten smolt (50-150 g)

Smoltifiseringsprotokoller – liten - og storsmolt



Smoltifiseringsprotokoller var relativt likt representert ved produksjon av smolt <250 g og smolt >250g

Smoltifiseringsmetoder



Ingen vesentlige forskjeller mellom de som setter ut større vs. mindre fisk

Fordeler og ulemper:

- **Lysstyring**- god smoltifisering, men opplever dårligere tilvekst, og når fisken er klar må den settes ut
- **Smoltfôr** - holder fisken lengre i smoltifisering, krever jevn appetitt, blandede erfaringer i kombinasjon med lysstyring
- **Salinitetsstyring** - god vekst, dårlige indikatorer på smoltifisering, størrelsesavhengig

Vurdering av smoltifiseringsprotokoller fra dialogmøter

| Metode | Fordeler | Ulemper | Kommentar |
|--------------------|--|---|---|
| Lysstyring | Veletablert metode som gir god og synkron smoltifisering selv om det er størrelsesspredning | Dårligere tilvekst i mørkeperioden, spesielt i kombinasjon med temperaturfall. Fisken kan oppleve stress når lyset endrer seg. Når fisken er smoltifisert må den overføres til brakkvann eller settes ut på sjø. Kan gi utfordringer med ujevn vannkvalitet i RAS hvis det ikke føres når det er mørkt. | Stor grad av enighet om at dette er en velfungerende metode. Enkelte oppdrettere mener at lysstyring ikke er nødvendig da stor fisk vil sjøvannstilpasses basert på størrelse. |
| Smoltifiseringsfôr | God tilvekst i settefiskfase. Fisken kan holdes lengre i «smoltvinduet» | Krever at hele gruppen har god appetitt og fôrtilgang for synkron smoltifisering | Flere erfarte at kombinasjon av smoltifiseringsfôr og lysstyring gir god tilvekst etter utsett |
| Salinitetsøkning | Enkelte har erfart at gradvis økning i salinitet er tilstrekkelig signal når fisken er over 250 gram | Enkelte har opplevd ujevne grupper og usikkerhet knyttet til om fisken er osmoregulatorisk forvirret | Stor grad av ulike erfaringer |
| Ingen protokoll | | | Få erfaringer delt under dialogmøter |

Evaluering av sjøvannstoleranse/smoltstatus



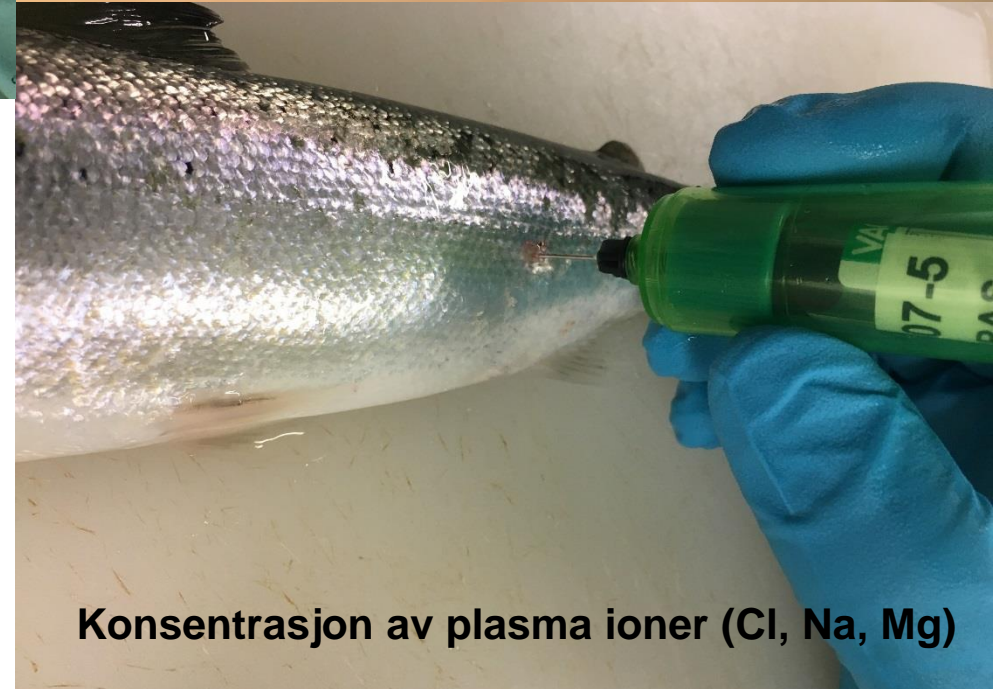
NKA aktivitet i gjeller og uttrykk av isomerer (ferskvann/sjøvann)

- Sjøvannstest/kloridtest: oftest 24 t på fullt sjøvann før blodprøver tas og analyseres for klorid, eventuelt også Na og Mg



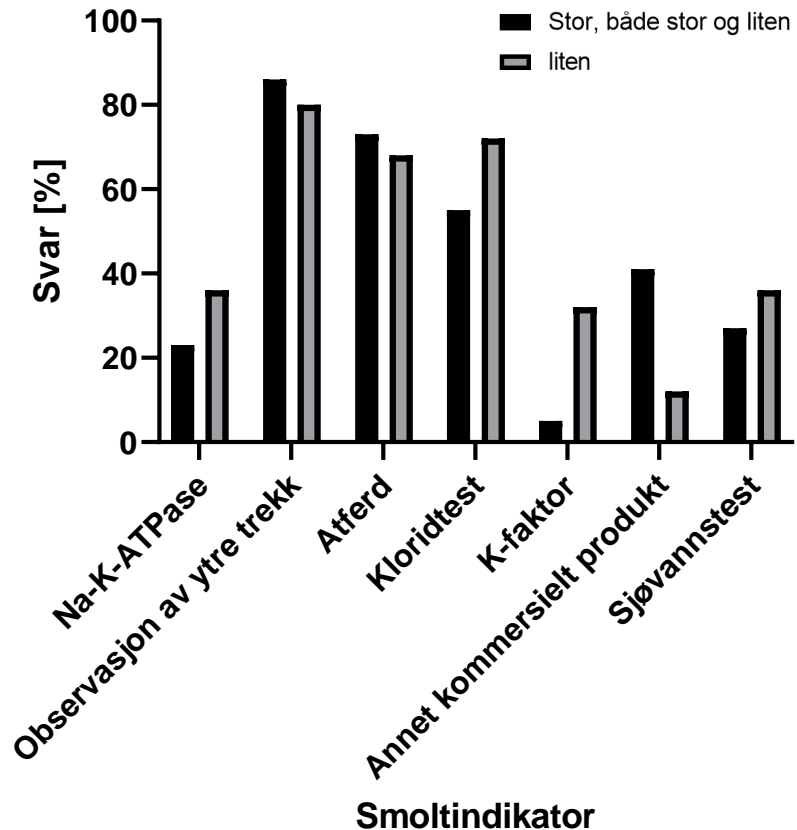
Morfologi og adferd

- Parr merker
- Sølvfarge
- Finnefarge
- Kondisjonsfaktor
- Svømme med strømmen



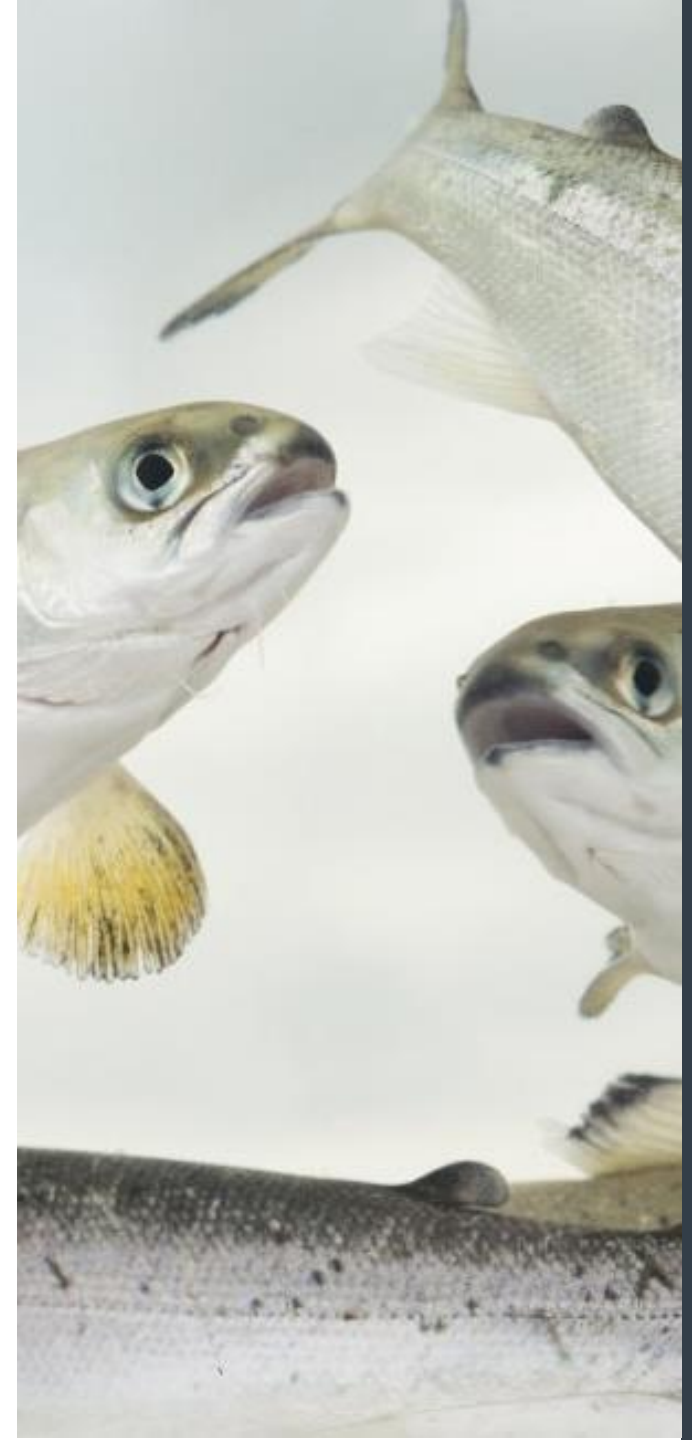
Konsentrasjon av plasma ioner (Cl, Na, Mg)

Smoltvurdering i praksis

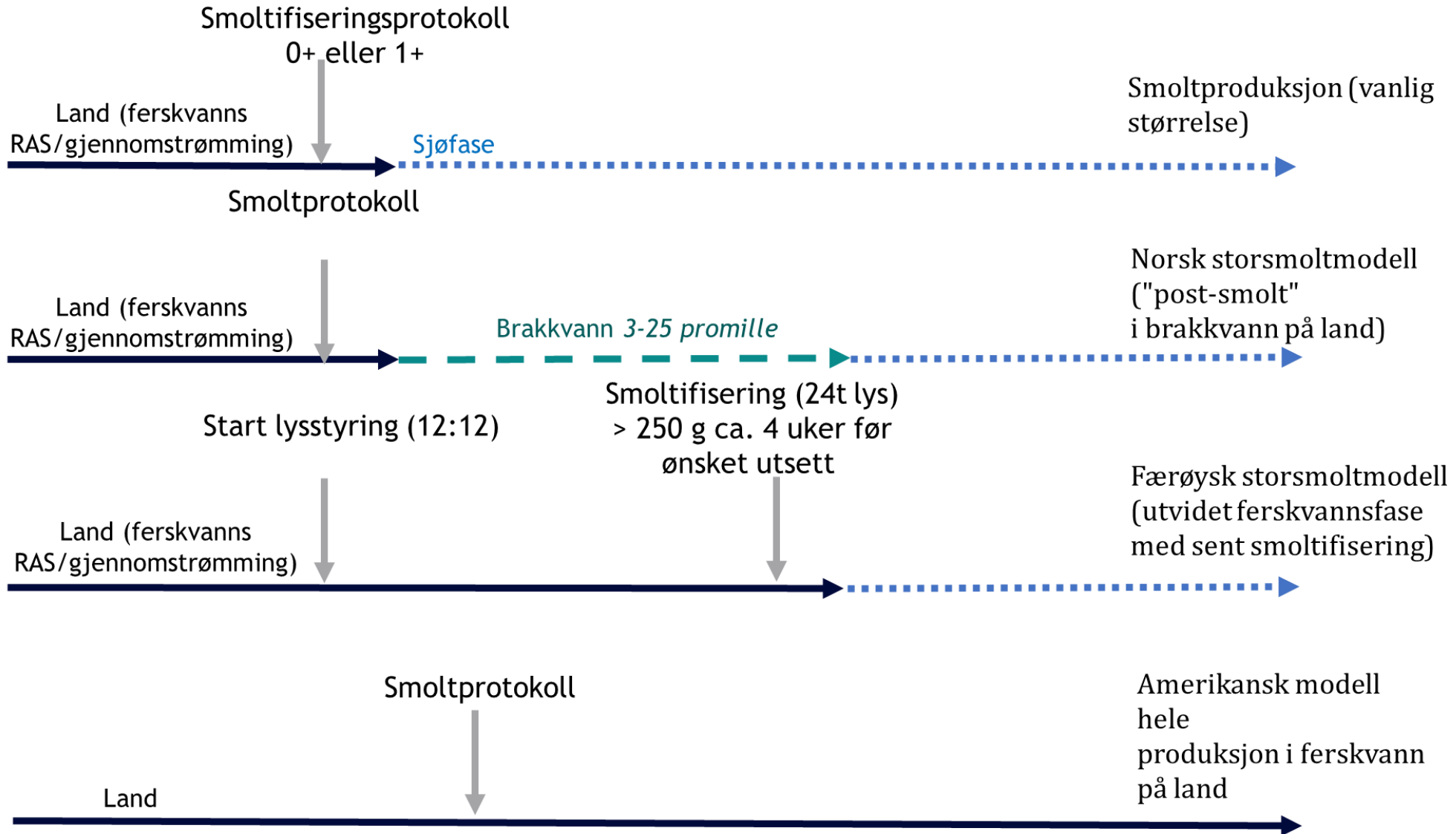


- Dårlig smoltifisering → dårligere overlevelse og dårligere tilvekst i sjø
- Tradisjonelle metoder har vært sjøvannstest med kloridmålinger og Na-K-ATPase målinger
- De fleste evaluerer smoltstatus med flere metoder; kloridtester, sjøvannstester og vurdering av ytre trekk og atferd
- Noen få bruker enkeltmetoder som kloridtest, genuttrykk eller Na-K-ATPase
- Det anbefales å vurdere flere parametre over tid

Annet kommersielt produkt = genuttrykk NKA isomere

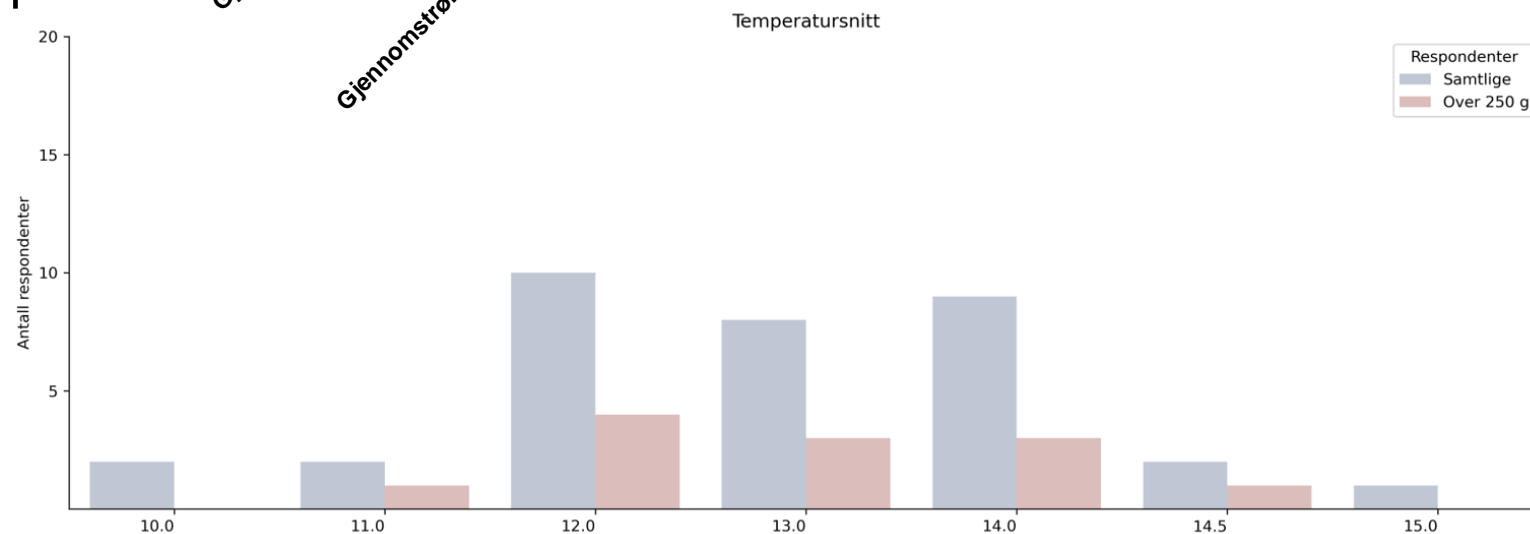
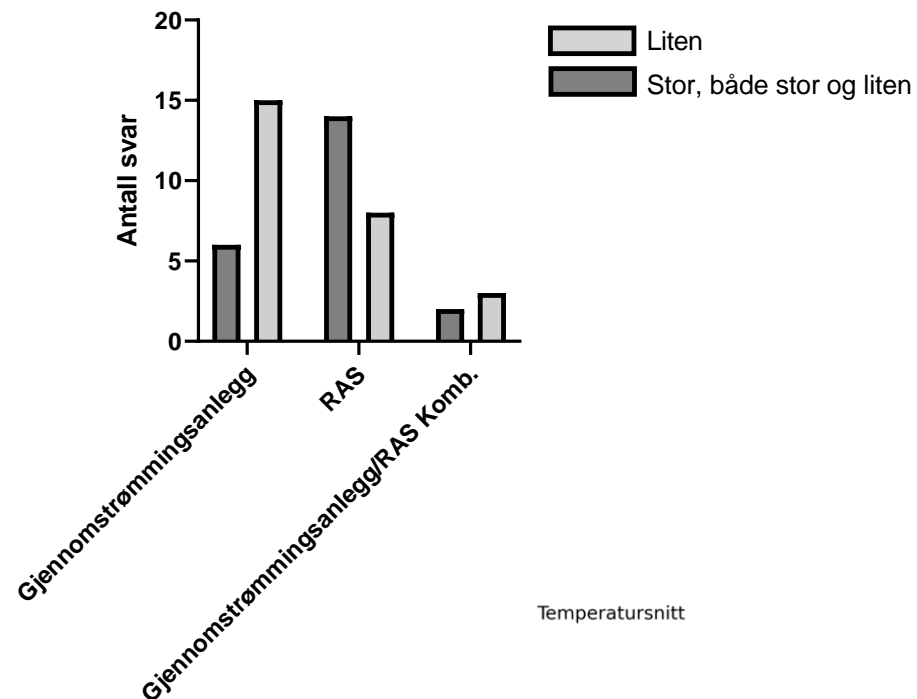


Produksjonsstrategier



Produksjonsbetingelser i postsmoltfasen

- Overvekt av RAS til produksjon av stor fisk
- Temperaturstyring vesentlig 12-14 °C
- Akklimatisering
 - Temperatur
 - Salinitet
- Salttilsetning av andre årsaker enn akklimatisering
 - Nitritt
 - HSS
 - Sopp



Produksjonsforskjeller

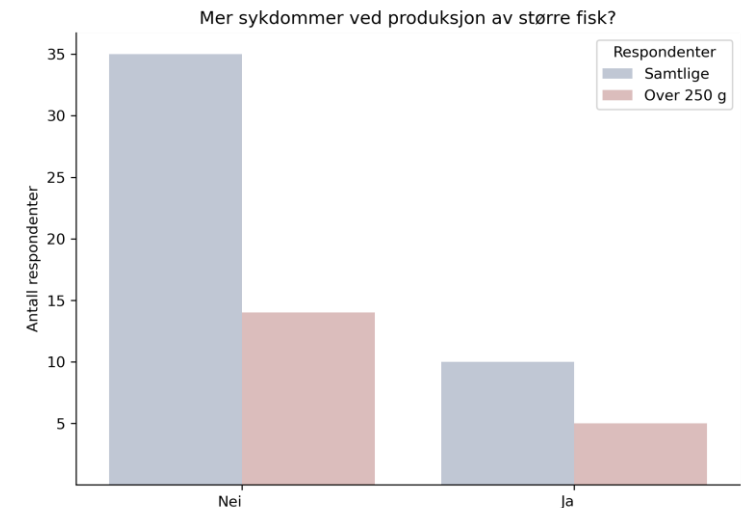
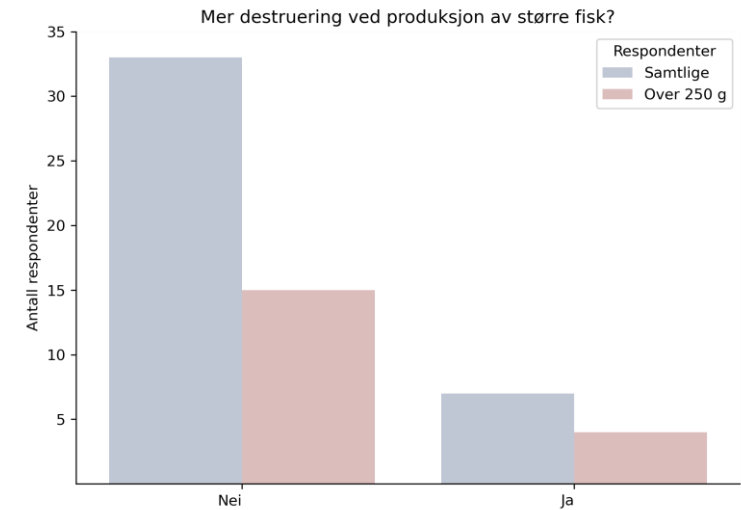
Storsmolt vs tradisjonell smolt

- Erfaringsbasert produksjon - i stor grad en videreføring av dagens tradisjonelle smoltproduksjon
- Likheter
 - Temperatur 12-14 °C
 - Sortering
 - Destruering
 - Sykdomsutfordringer er lave eller ingen forskjell, inkl. HSS
- Storsmolt «særtrekk»?
 - RAS anlegg
 - Overflatearealet av karet er viktigere enn dybden
 - Tilpasning og endring i størrelse på pumper, avløp, og rør
 - Redusere tetthet eller antall individer, flere mener 60 kg/m³ er maks
 - Redusere temperatur ~10 °C ved stor postsmolt
 - Øke flow/vannhastighet når fisken blir større

«Kjølekapasitet en begrensning i RAS»



« usikkert om 12-15 ppt er nok til å opprettholde sjøvannstoleranse »



Resultat fra work-shop

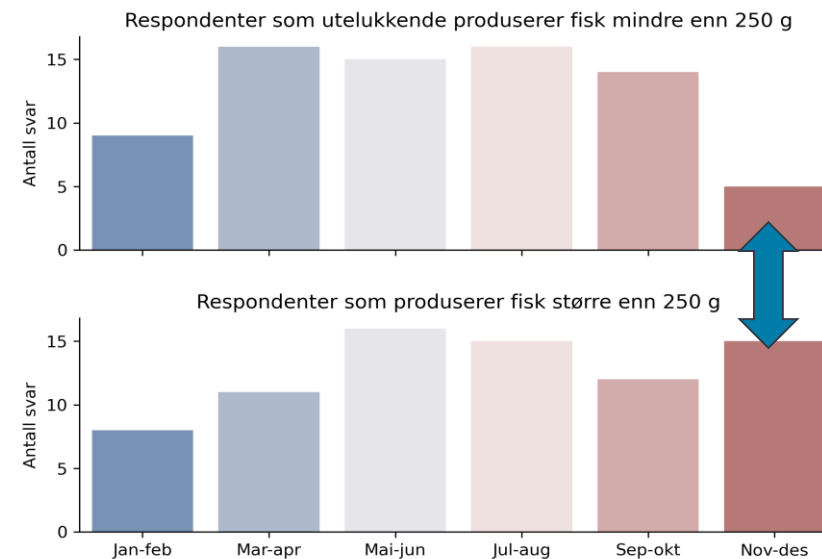
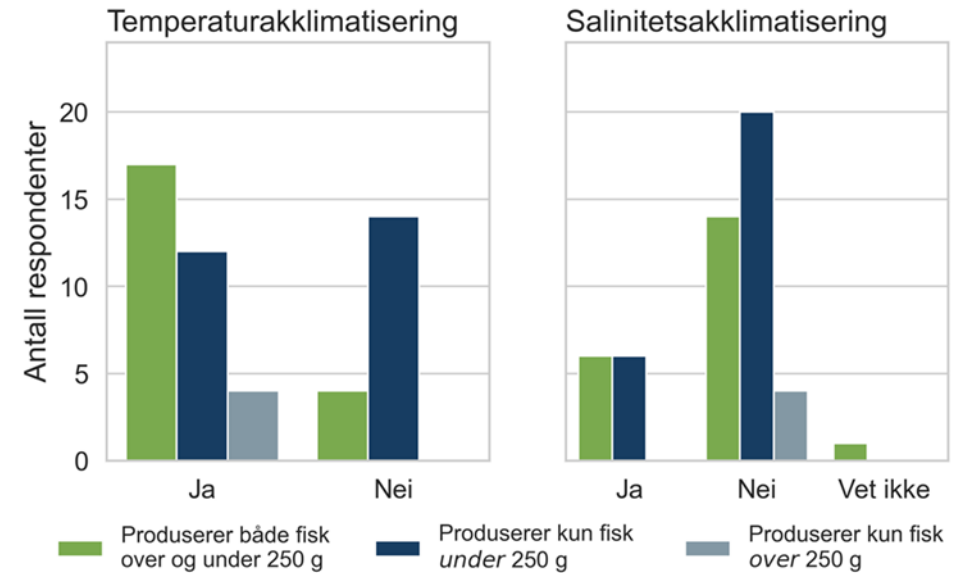
| Miljøparameter | Dagens produksjonsbetingelser | Ønskede produksjonsbetingelser |
|-----------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Temperatur | 12-14 C | 10-12 C |
| CO ₂ | Øvre grense: 15 mg/L | Øvre grense: 12 mg/L |
| Tetthet | Øvre grense: 75 kg/m ³ | Øvre grense: 60 kg/m ³ |
| Salinitet | 12-15 promille | 12-26 promille* |

Utsett av storsmolt i sjø

- Flertallet (80%) akklimatiserer fisken til temperatur før utsett, færre til salinitet (35%)
- Flere benytter brakkvann for å holde fisken i smoltvinduet

Sjøutsett av tradisjonell- og stor smolt

- ~ 50 % setter ut storsmolt i juli-august
- ~ 27 % setter ut storsmolt i januar-februar



Robust smolt og prestasjon i sjø (diskutert på dialogmøte)

Målet med storsmoltproduksjon er å produsere en smolt av god kvalitet som har høy overlevelse og god tilvekst i sjø

Hvilke indikatorer benyttes for å vurdere dette?

| Indikatorer | Hvorfor er indikatorene viktig |
|--|---|
| Overlevelse på land | Registrere dødelighet i landfasen. Sier noe om miljø og helseforhold. |
| Smoltutbytte; overlevelse og tilvekst i sjø | Forholdet mellom kilo slaktet fisk og kilo smolt som settes i sjøen. |
| Overlevelse i sjø etter utsett, smoltifisering | Registrere dødelighet rett etter utsett viser om fisken var klar for utsett, og om overføringen har vært god. |
| Tilslag ved fôring | Hvor raskt fisken tar fôr, tilvekst i perioden etter utsett. |
| Vurdering av helsestatus: Hjerte-helse, gjellehelse, skinnhelse, nyrer | God helse gir god vekst. Nedsatt helsetilstand vil gi utfordringer. |

Prestasjon i sjø

Hvilke produksjonsstrategier på land gir de beste prestasjoner på sjø?

- Ikke tilstrekkelig grunnlag for å konkludere
 - Mål på prestasjon → trenger bedre datagrunnlag
 - Mekanismer/årsakssammenhenger
- Varierende tilbakemeldinger i intervju og spørreundersøkelse:
 - Dødelighet
 - Appetitt/tilslag/tilvekst
 - Håndteringer/robusthet

«Postsmolt som har gått på "kontinuerlig vår" virker "utmattet" når den settes ut.»

«Storsmolt tåler håndtering dårligere, men er mer robust etter utsett.»



«Redusert intensitet på produksjon på land, gir bedre prestasjon på sjø etter utsett»

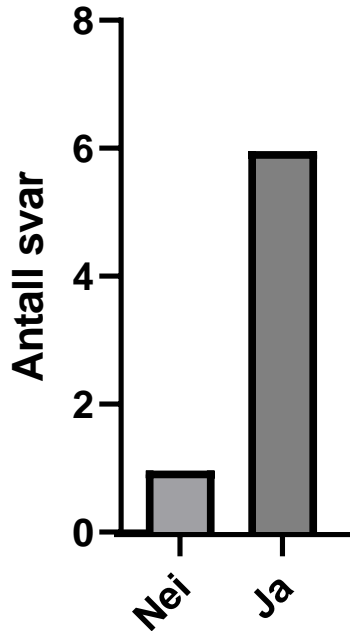
«Opplever ikke at storsmolten tåler håndtering dårligere, men har vært veldig forsiktige fordi det er mer krevende og risikofyllt å levere/håndtere fisk fra større enheter.»



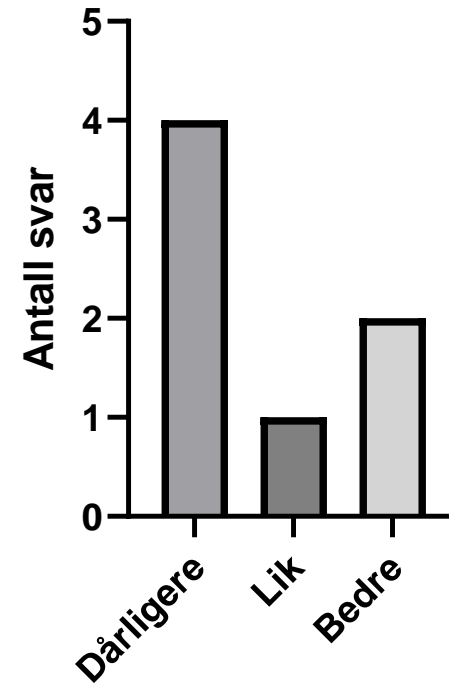
Prestasjon i sjø– Spørreundersøkelse

OBS! bare syv respondenter med erfaring fra storsmoltprestasjon

Opplever dere at fiskegrupper med smoltvekt over 250 g ved utsett oftere har høyere dødelighet den første måneden etter utsett?

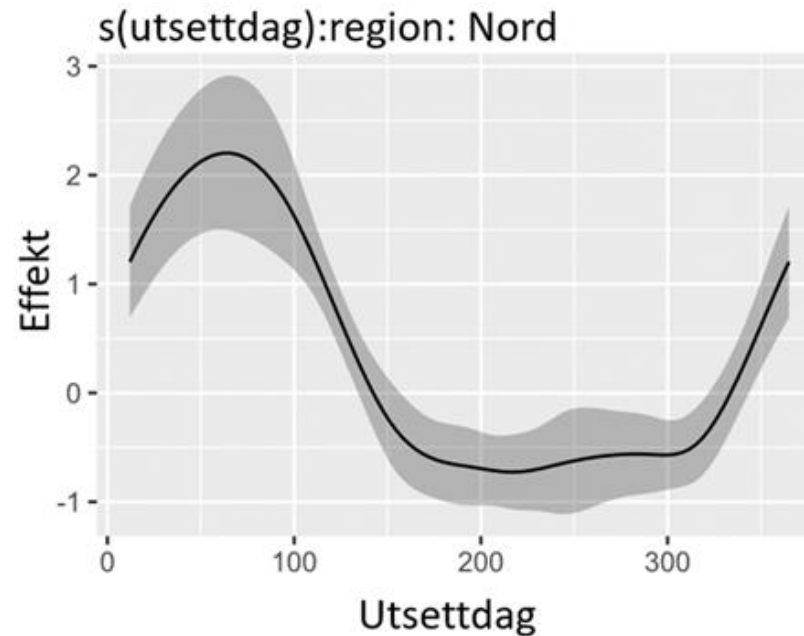
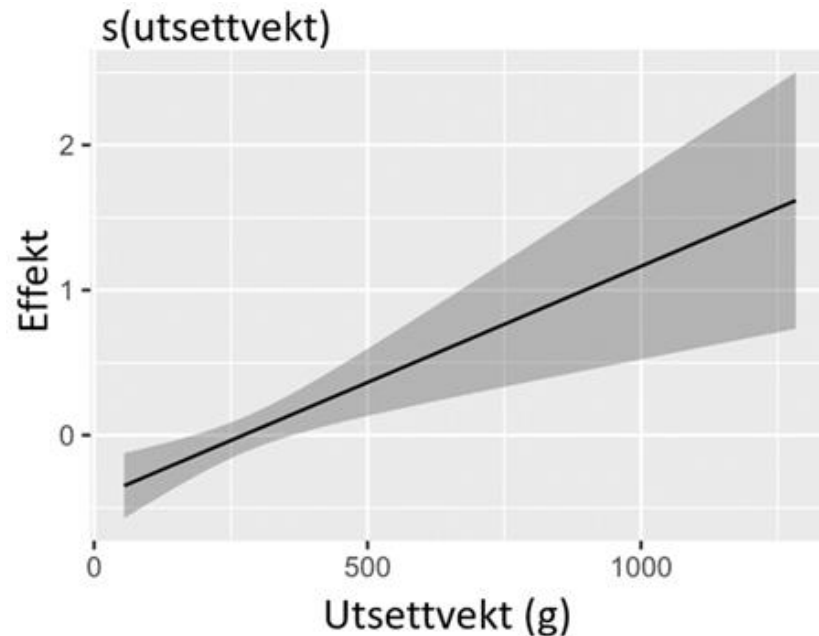


Opplever dere at fiskegrupper med smoltvekt over 250 g ved utsett har dårligere, lik, eller bedre appetitt den første måneden i sjø?



Data fra sjøfase i norsk storsmoltproduksjon

- Begrenset mengde tilgjengelige data
- Ikke grunnlag for å vurdere effekt av produksjonsbetingelser i settefiskfasen
- Indikasjoner på høyere dødelighet de første 60 dager i sjø ved utsett av større fisk og ved utsett på lave temperaturer i Nord-Norge
- Utsett av større smolt ga kortere tid i sjø og færre lusebehandlinger



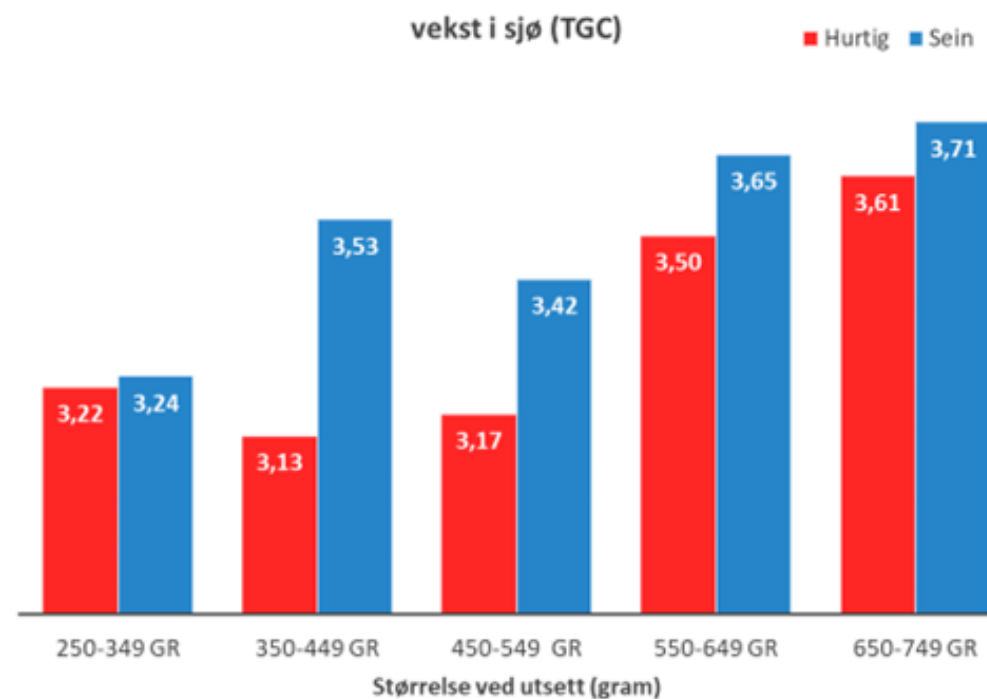
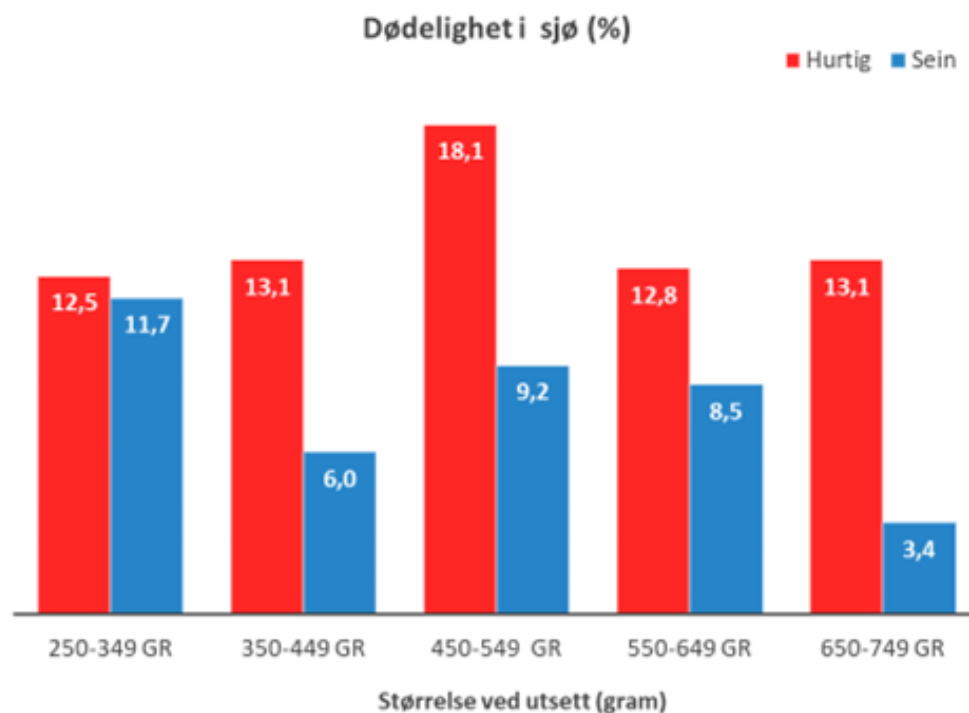
Erfaringer fra Færøyene; vekst og overlevelse i sjø

- Den store smolten presterer like bra i sjø som mindre smolt, både med tanke på vekst og overlevelse
- Den største smolten var i snitt 7.2 mnd kortere i sjø

| Størrelses Gruppe | Smolt vekt (g) | Slaktevekt (kg) | FCR eco | % døde | Vekst TGC | Vekst SGR | Temperatur i sjø (°C) | Måneder i sjø |
|-------------------|----------------|-----------------|---------|--------|-----------|-----------|-----------------------|---------------|
| S: u/100 gr | 80 | 6,04 | 1,17 | 8,9 | 3,026 | 0,78 | 8,2 | 18,3 |
| M: 100-200 gr | 134 | 6,15 | 1,18 | 10,1 | 3,019 | 0,73 | 8,3 | 17,3 |
| L: 200-500 gr | 284 | 6,09 | 1,18 | 12,1 | 3,112 | 0,68 | 8,4 | 14,8 |
| XL: +500 gr | 679 | 5,84 | 1,12 | 9,1 | 3,424 | 0,64 | 8,0 | 11,1 |

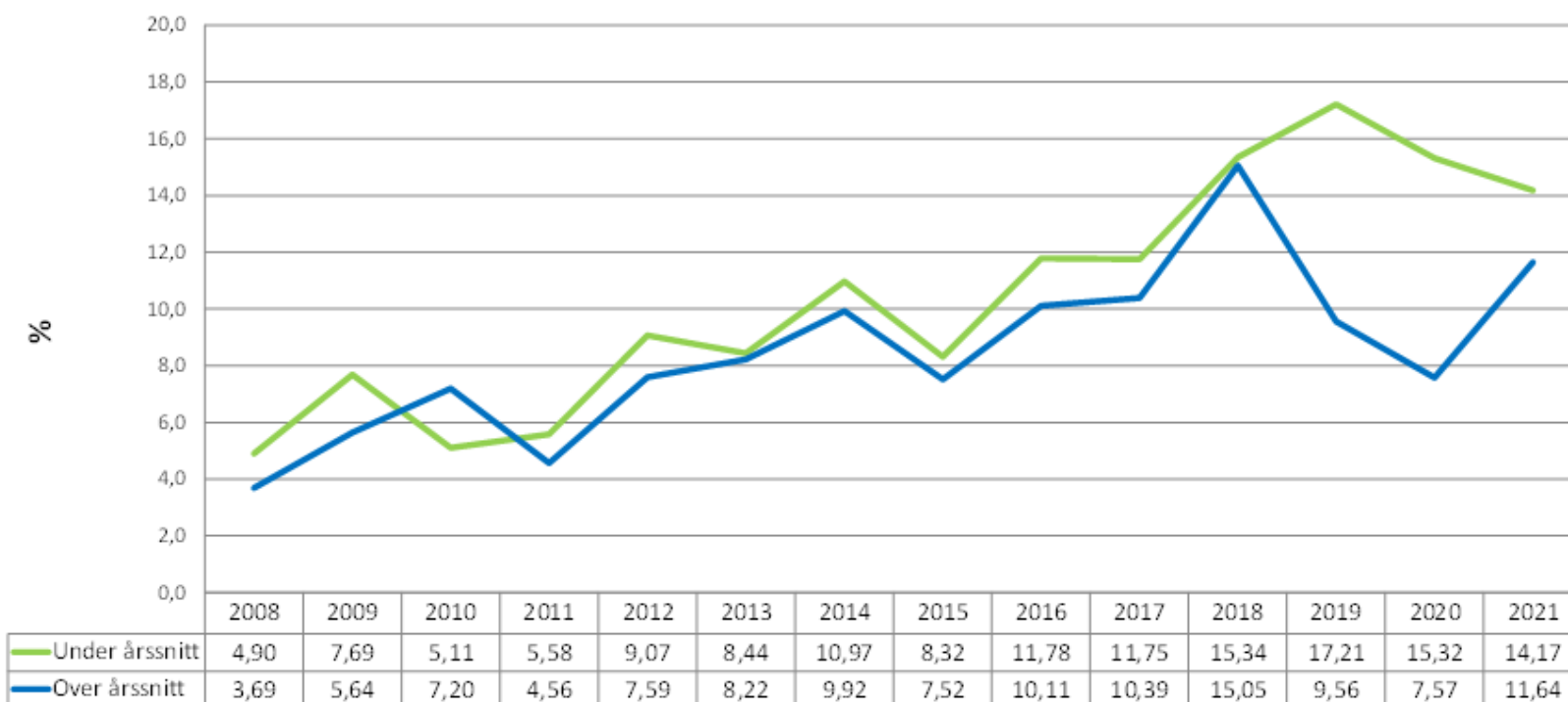
Erfaringer fra Færøyene; effekt av intensitet i RAS

- Fisk som vokser raskere i RAS har høyere dødelighet i sjø og lavere vekst sammenlignet med fisk som vokste saktere i RAS

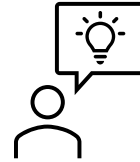


Utvikling i dødelighet i sjø på Færøyene

Dødelighet Færøyene, liten vs stor smolt pr år



Hovedfunn i prosjektet

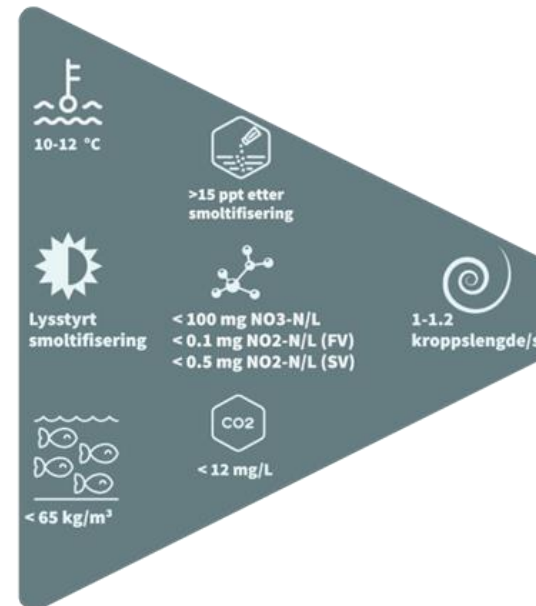


- De fleste oppdrettere benytter en form for protokoll for å indusere sjøvannstilpasning, hovedsaklig lysstyring, men også salinitsøkning, smoltfôr eller kombinasjoner av disse. Smoltsignalet gis mellom 50-150 g for både stor og liten smolt, og det benyttes samme smoltfiseringsprotokoller
- Tidspunkt for utsett av storsmolt i Norge sammenfaller i stor grad med tidspunktet for tradisjonelt smoltutsett
- En utbredt oppfatning blant oppdrettere var at for høy intensitet i produksjonen i RAS medfører dårligere robusthet og prestasjon i sjøfasen, og data fra Færøyene støtter dette
- På Færøyene benyttes et langt vintersignal med 12:12 lys:mørke inntil 4 uker før utsett. Da settes den på 24 timer lys. Hele produksjonen på land skjer i ferskvann og så og si all produksjon av storsmolt skjer i RAS
- Data fra Færøyene viser at det er potensiale for god vekst i sjøfase ved utsett av en stor smolt, og at det ikke er en effekt av størrelse ved utsett på prestasjon
- Datagrunnlaget fra sjøfase i norsk produksjon av storsmolt var begrenset, men kan tyde på en høyere dødelighet de første 60 dager etter utsett med økende smoltstørrelse og ved utsett på vinteren i Nord-Norge. Dødelighet var også påvirket av anlegget fisken kom fra, men det er ikke grunnlag for å si noe om betydning av produksjonsbetingelser i RAS for prestasjon i sjøfasen.
- Utsett av en større smolt reduserte antall lusebehandlinger i sjøfasen, noe som er formålet med å sette ut større smolt

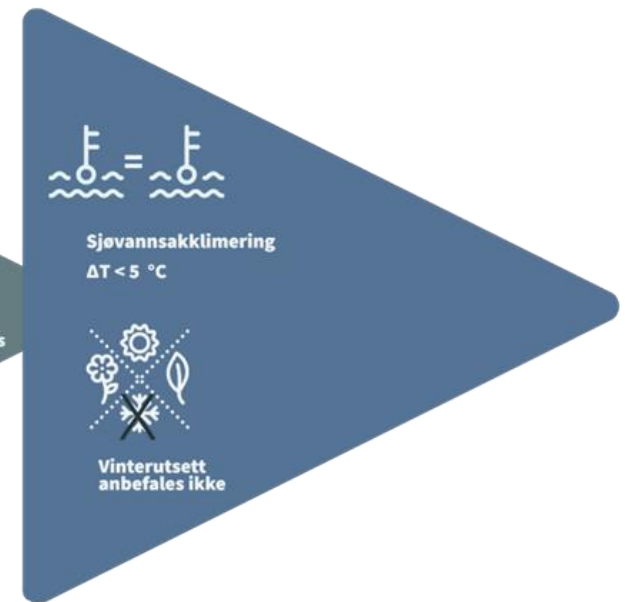
Anbefalinger for produksjon av storsmolt

- En temperatur på 10-12°C synes å gi lite kjønnsmodning og god vekst i sjøfase
- Det anbefales lysstyring inntil mer dokumentasjon på alternative metoder foreligger
- Tetthet bør ikke overstige 65 kg/m³
- Vannhastighet bør ligge mellom 1-1.2 kroppslengder per sekund
- CO₂ bør være under 12-15 mg/L
- Salinitet bør være minimum 12-15 ppt i en postsmolt
- Det anbefales å ikke ha større temperatursprang enn 3-5°C ved utsett
- Det anbefales ikke å sette ut storsmolt på lave temperaturer

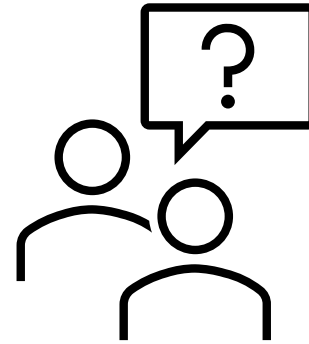
Storsmoltproduksjon



Sjøutsett



Kunnskapsbehov



- Er intensiteten i settefiskproduksjonen for høy?
- Hva er optimal salinitet for å opprettholde sjøvannstoleranse og samtidig sikre god vekst og skinnkvalitet i en post-smolt?
- Hva er optimal tetthet for stor postsmolt i RAS?
- Optimal fotoperiode og behov for lysstyring i større fisk
- Driftsbetingelser med tanke på fôring og utforming av kar med tanke på overflate/volum
- Betydning av vannkvalitet for fiskehelse, særlig med tanke på gjeller og skinn
- Behov for å koble protokoller og produksjonsbetingelser i RAS til prestasjon etter utsett i sjø

Takk for oppmerksomheten
og
stor takk til alle som har bidratt med
erfaringer og innspill til prosjektet!

Følg prosjektet:

<https://www.fhf.no/prosjekter/prosjektbasen/901701/>