

Bærekraftig bruk av kystarealene i havbruk: Finnes det tilgjengelig areal for vekst?



Bård Misund
Ragnar Tveterås



Veterinærinstituttet
Norwegian Veterinary Institute

Cecilie Walde



BluePlanet

Andrea Viga
Eivind Helland
Kursat Kan Abkas



Martin H. Bryde
Grunde Bruland

AquaNext, Sola, 14. november 2023

Bidragstakere til arealprosjektet



Stavanger
kommune



Andre relevante prosjekter som gir kunnskap

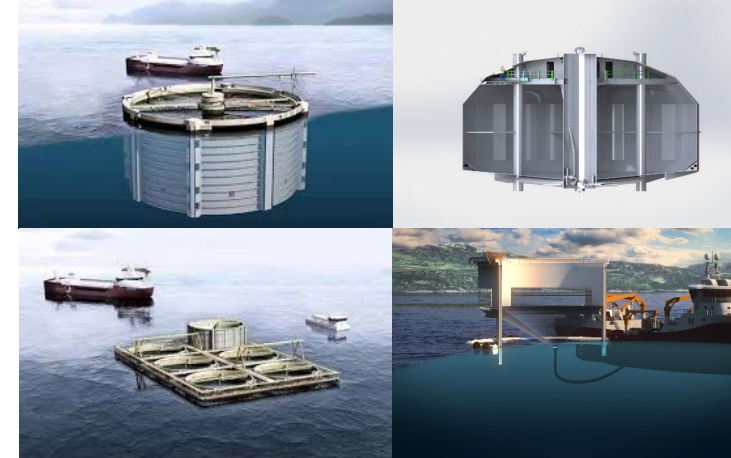
- **A unified framework for regulation of multi-technology salmon aquaculture**, UiS, NTNU Samfunn, UiB, Univ. i København, Sjømat Norge, BluePlanet, NFKK, Bellona, finansiert av Norges forskningsråd, mer info [Prosjektbanken \(forskingsradet.no\)](https://prosjektbanken.forskingsradet.no)
- **Fra rødt til grønt i Vestland fylke**, Veterinærinstituttet, Havforskningsinstituttet, Universitetet i Stavanger, finansiert av Vestland fylkeskommune.
- **Økt kunnskap om klima-, natur- og miljøpåvirkninger fra ulike produksjonsformer for laks (PÅLAKS)**, Sintef, UiS/Norce, finansiert av FHF, mer info <https://www.fhf.no/prosjekter/prosjektbasen/901833/>

Teknologiske innovasjoner gir muligheter for nye verdikjeder, bruk av nye lokaliteter, og nye strategier for effektiv utnyttelse av arealer

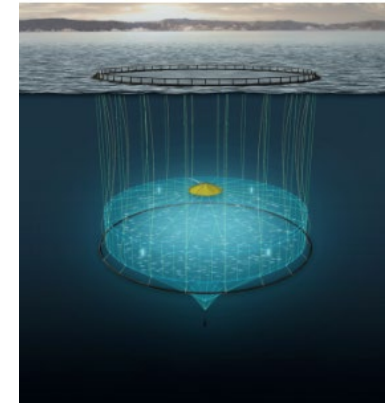
Lukket på land



Lukket og semilukket i sjø



Dypdrift



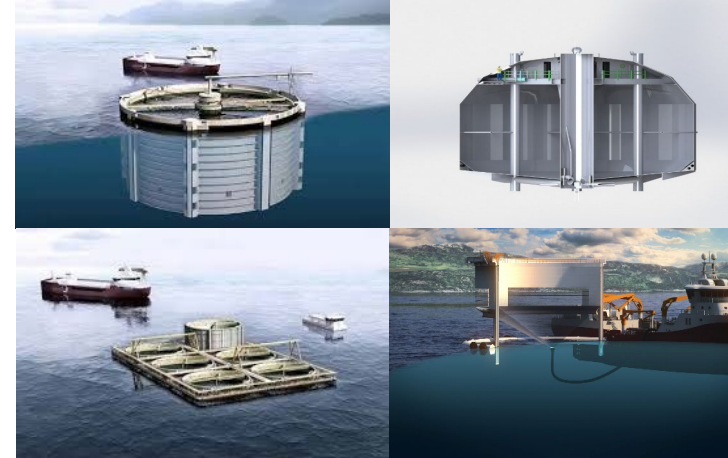
Vekst kan realiseres på flere måter

1. Vekst på eksisterende lokaliteter
2. Endre lokalitetsstruktur for å redusere smittepress
3. Lukke deler av produksjonssyklusen og få raskere omløpshastighet matfisk i åpne anlegg med bruk av større smolt og postsmolt
4. Lukke hele produksjonssyklusen i forhold til smittepress

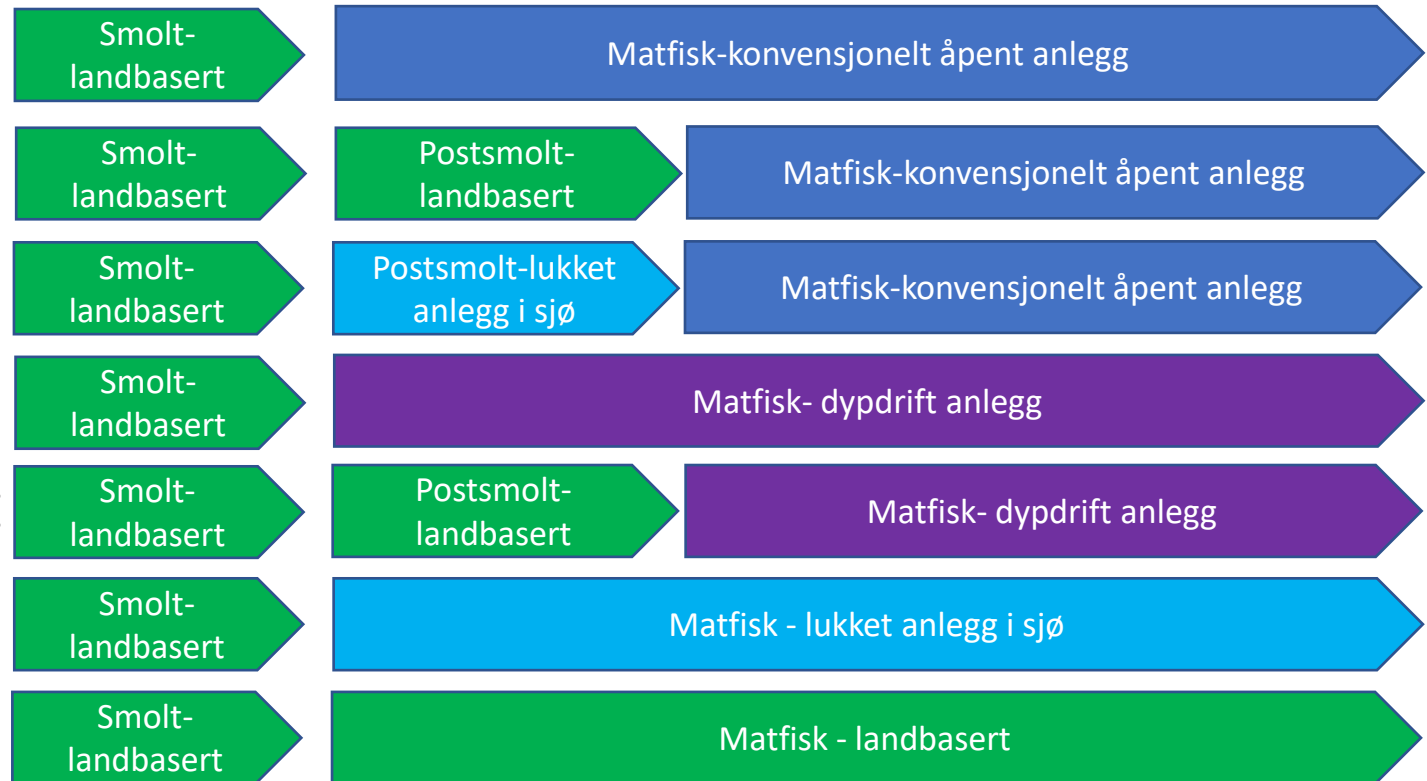
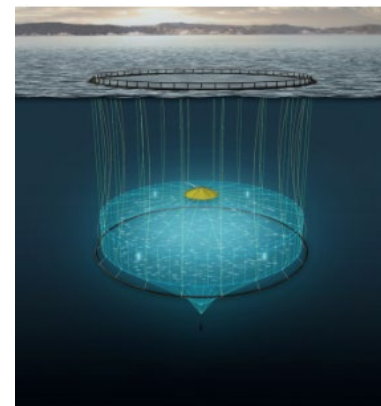
Lukket på land



Lukket og semilukket i sjø



Dypdrift

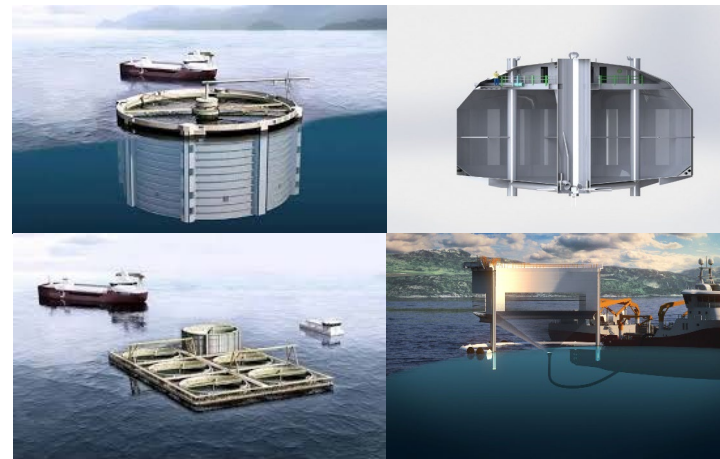


Men betydelig
usikkerhet om
teknologisk, biologisk
og økonomisk ytelse
til nye teknologier

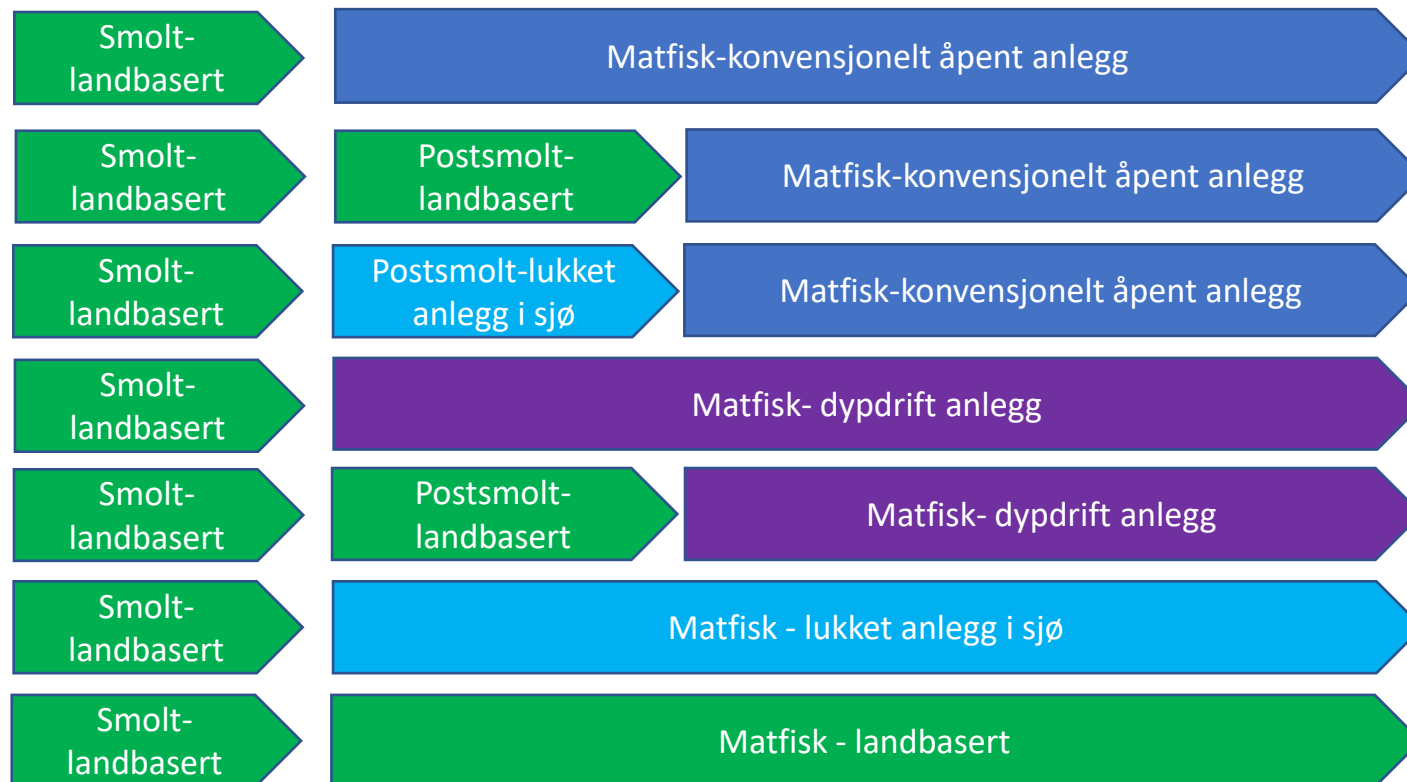
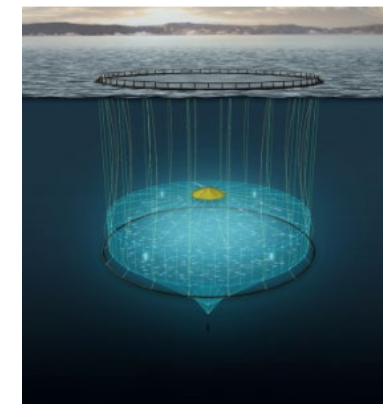
Lukket på land



Lukket og semilukket i sjø



Dypdrift

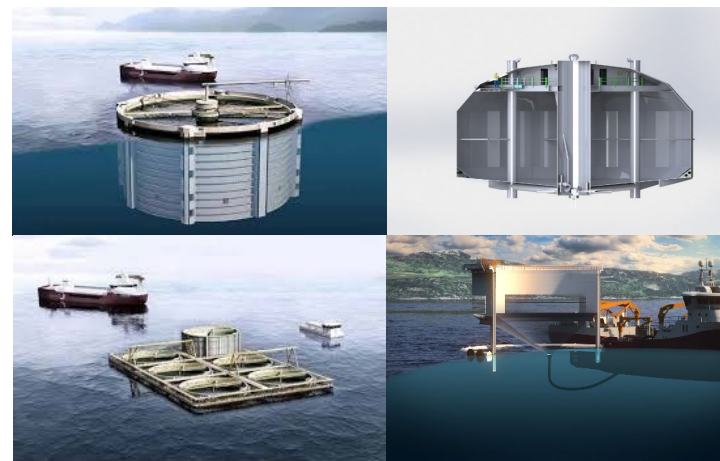


Bærekraftige strategier krever smarte reguleringer og virkemidler som gir tilstrekkelig **fleksibilitet** tilpasset ulike forhold langs kysten

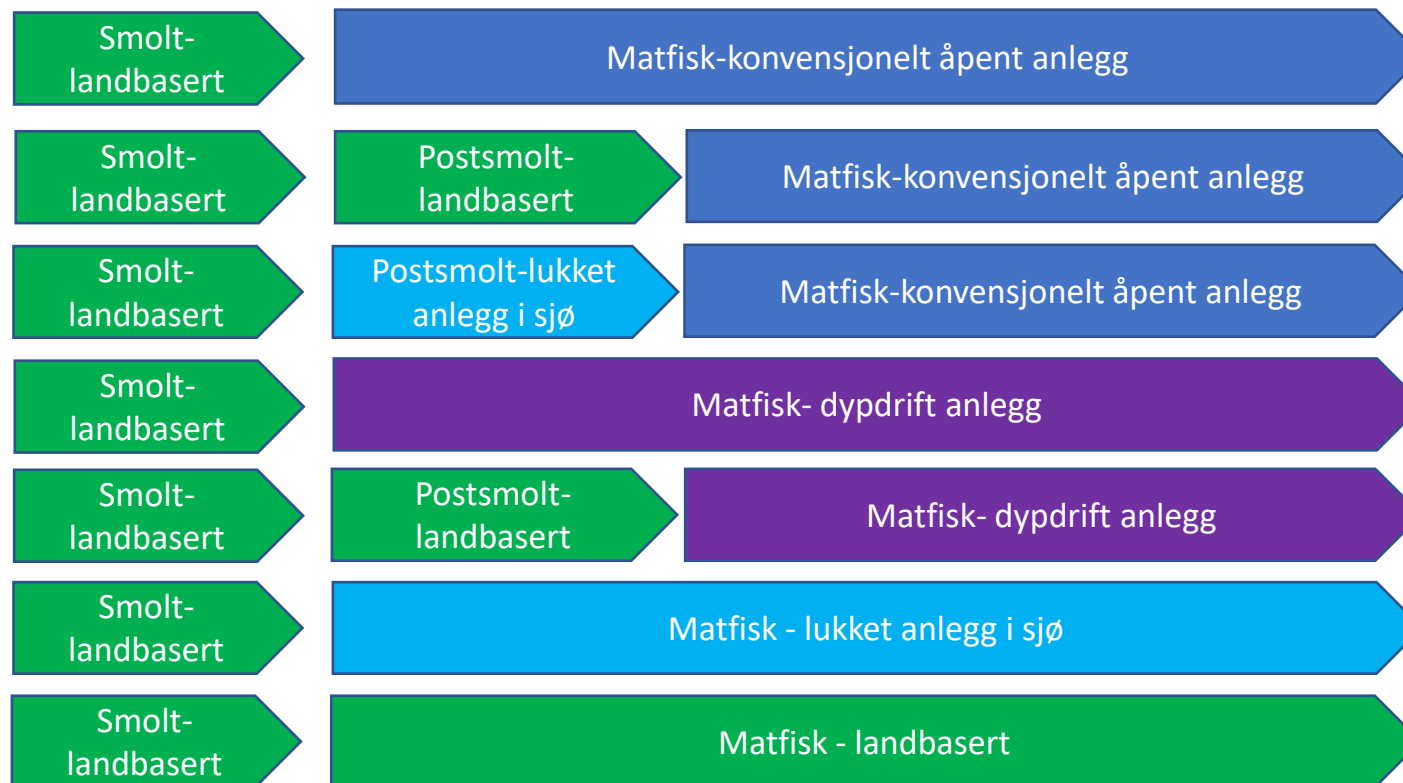
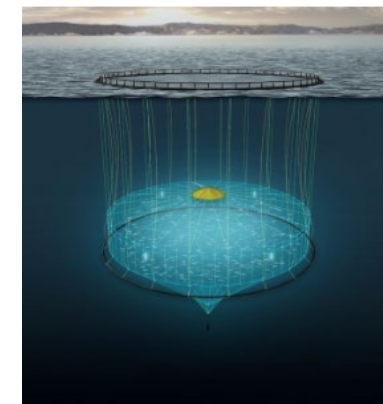
Lukket på land



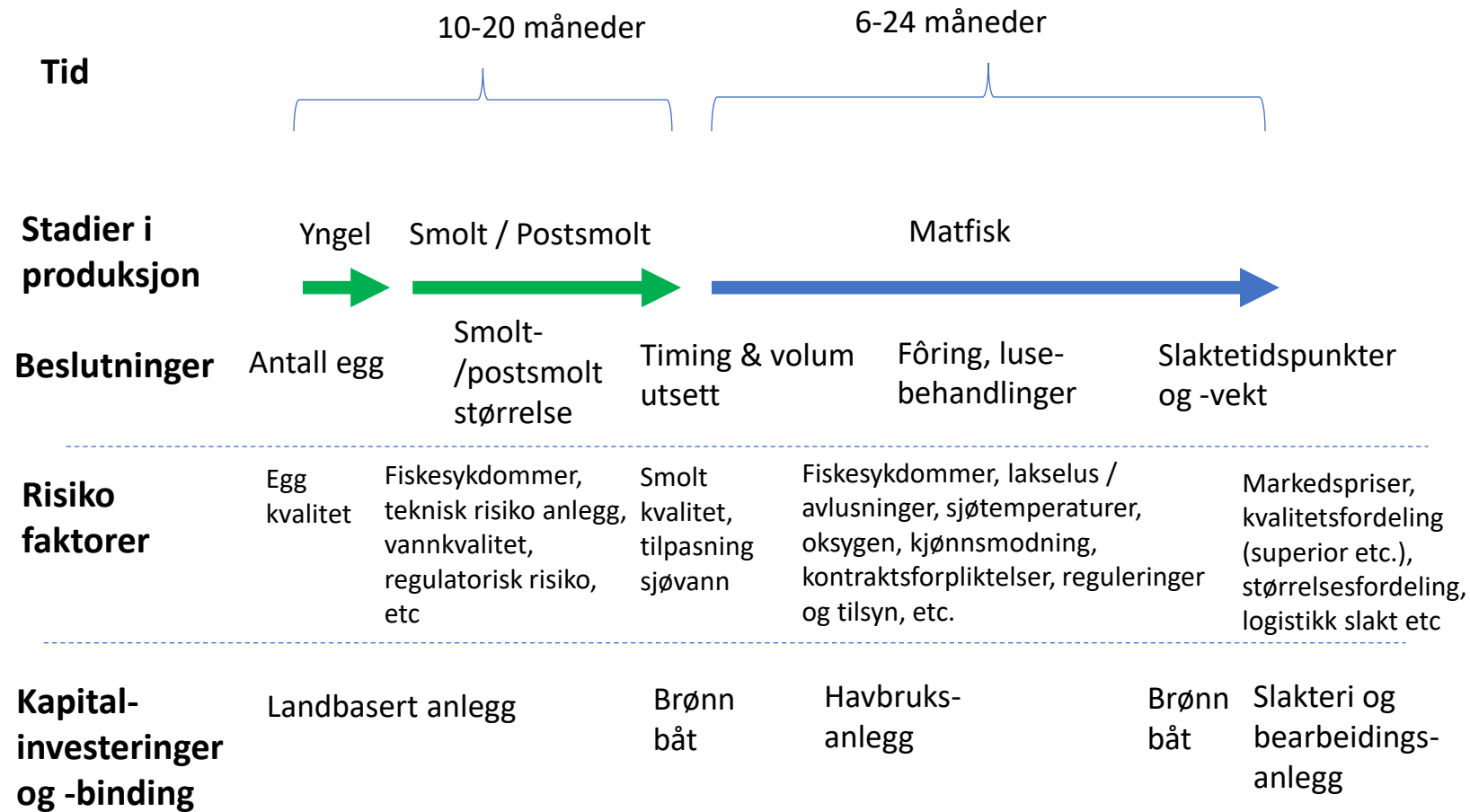
Lukket og semilukket i sjø



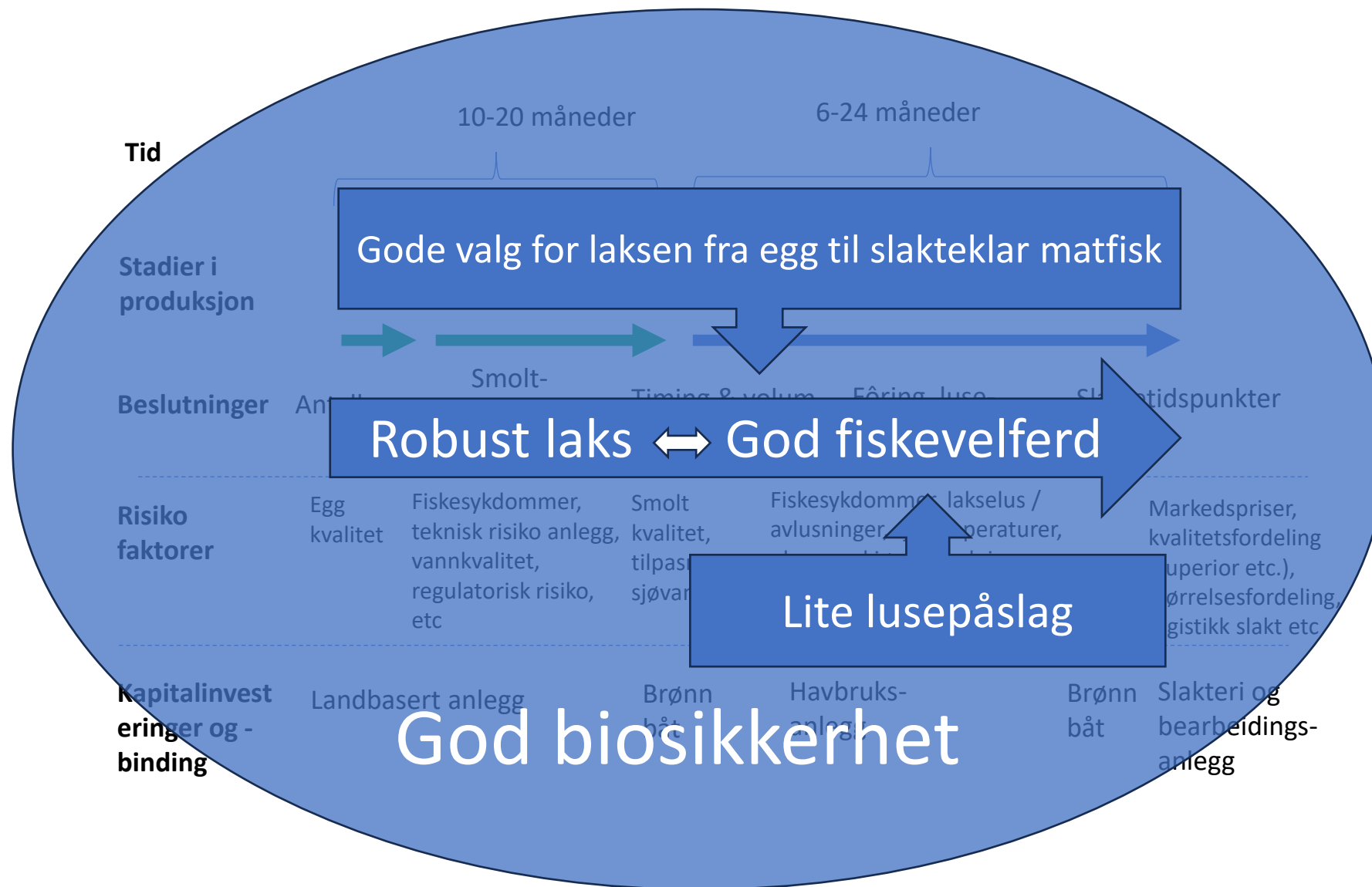
Dypdrift



Hva vil dimensjonere produksjonen i kystsonen?



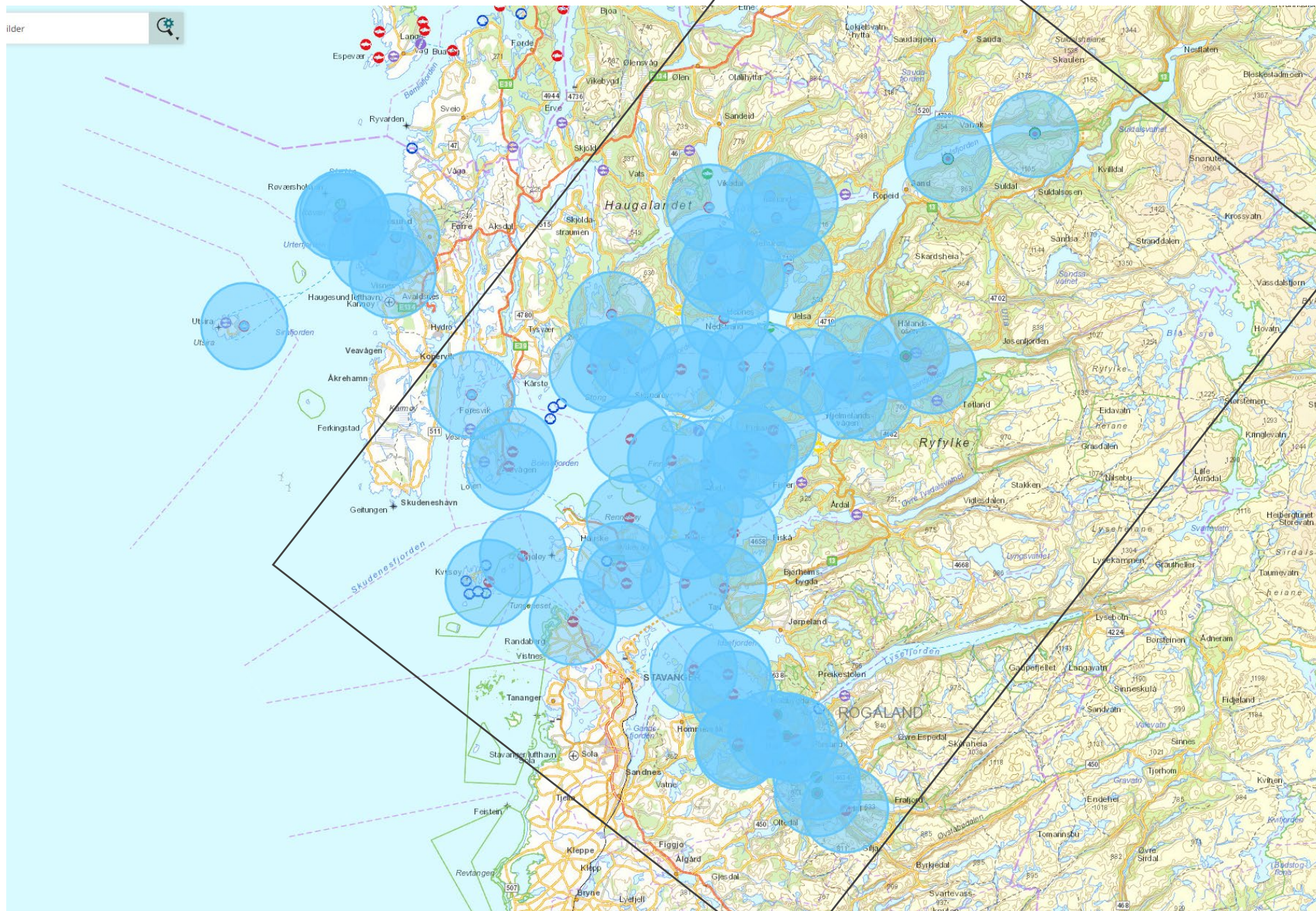
Hva vil dimensjonere produksjonen i kystsonen?



Med stor produksjon og mange individer i sjøen, vil fiskevelferd og biologiske resultater påvirke både økonomisk avkastning og samfunnets aksept for vekst

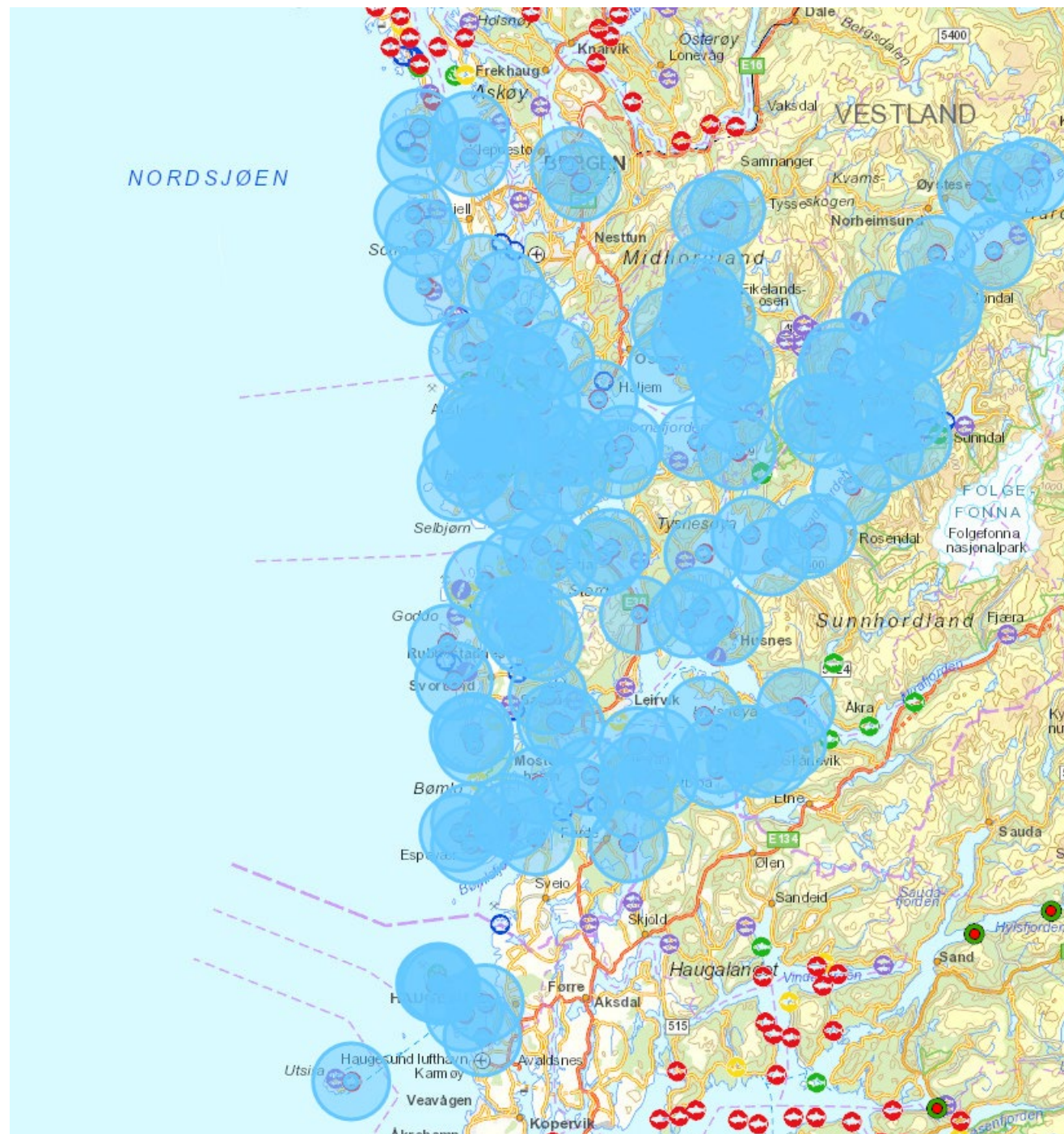
PO2

Fra PO2 til
PO13:
Lokaliteter
med 5 km
radius rundt



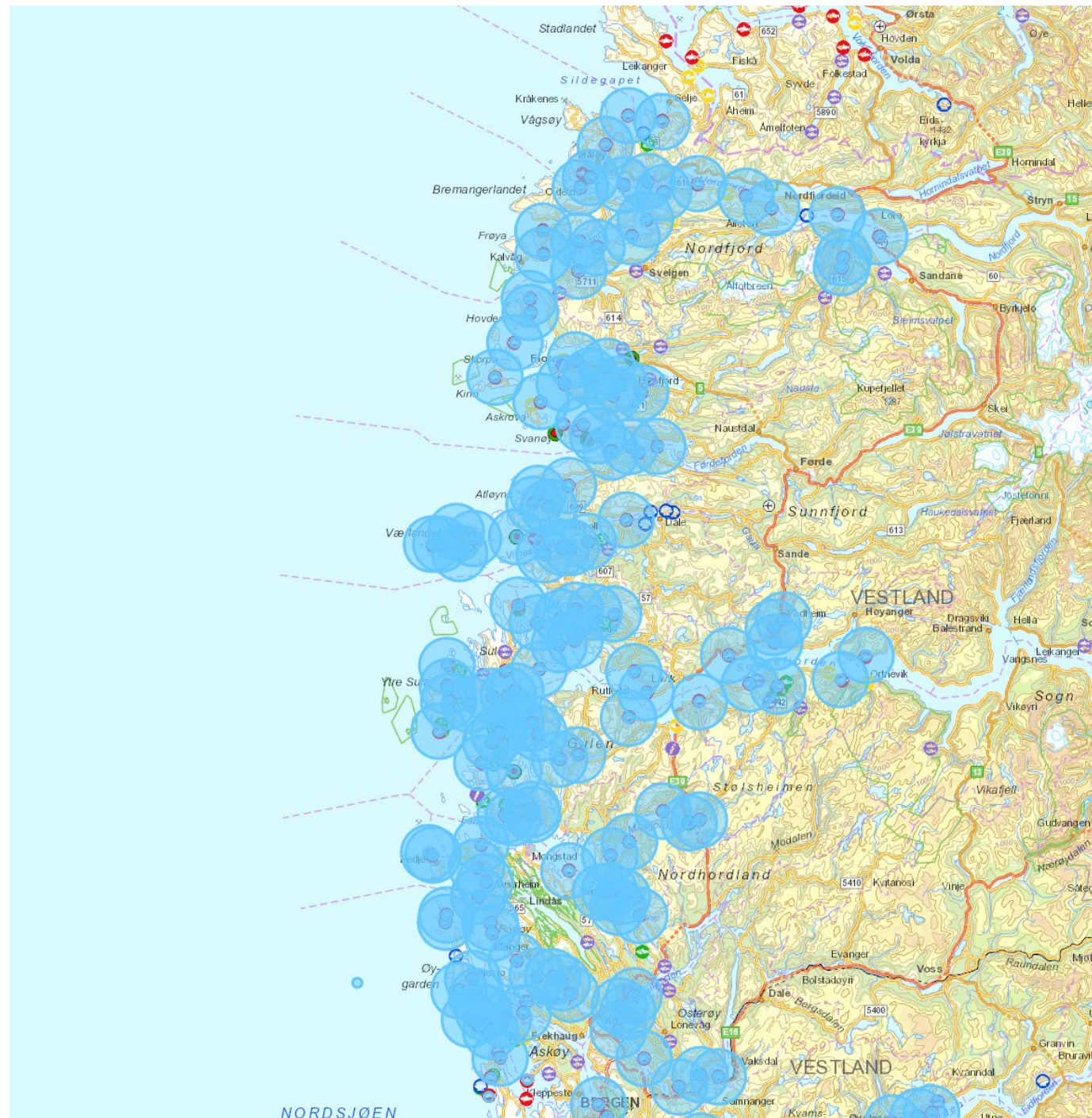
Kilde: Fiskeridirektoratet

P03



Kilde: Fiskeridirektoratet

PO4



Kilde: Fiskeridirektoratet

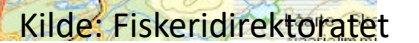
P05



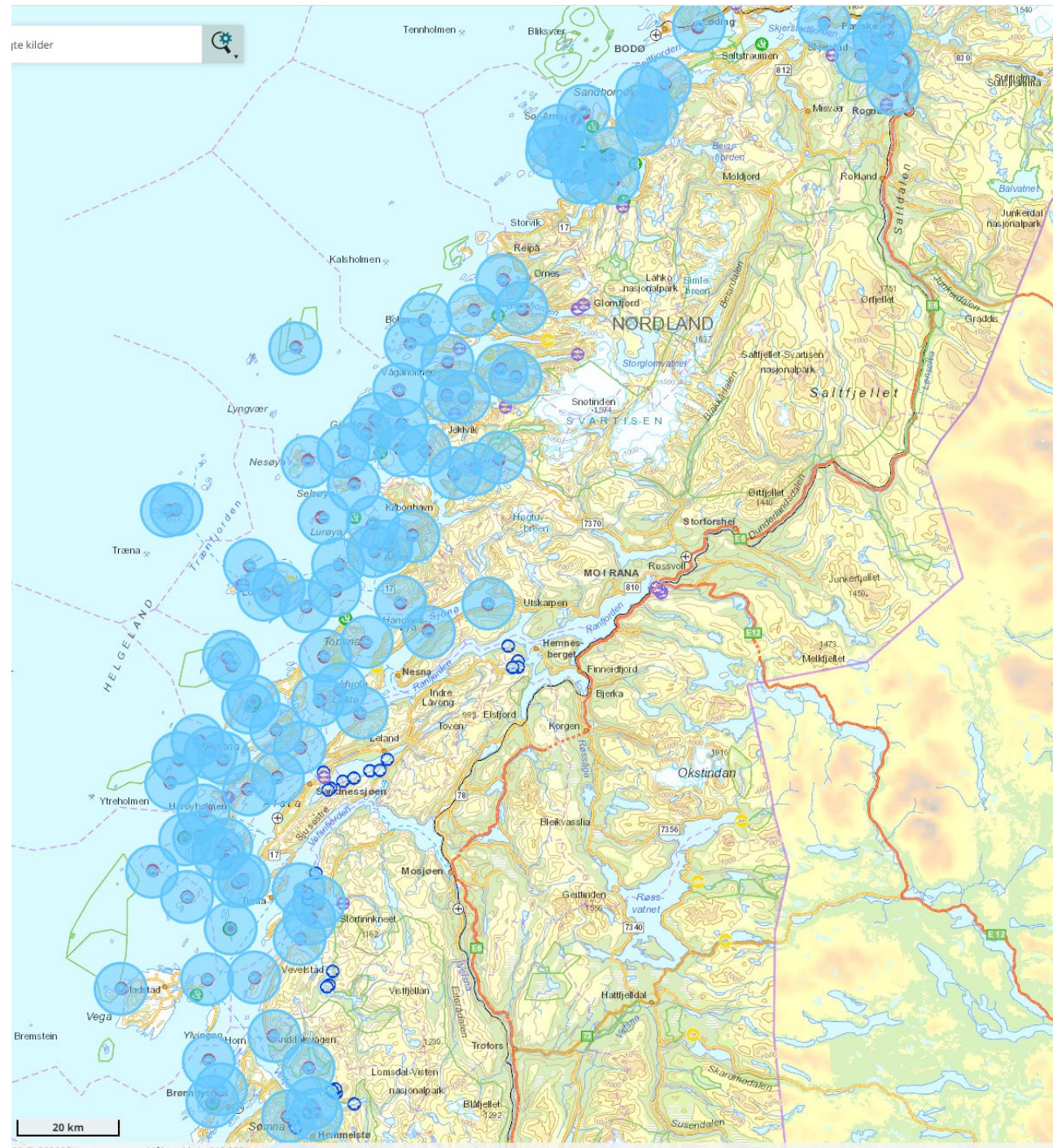
P06



Kilde: Fiskeridirektoratet

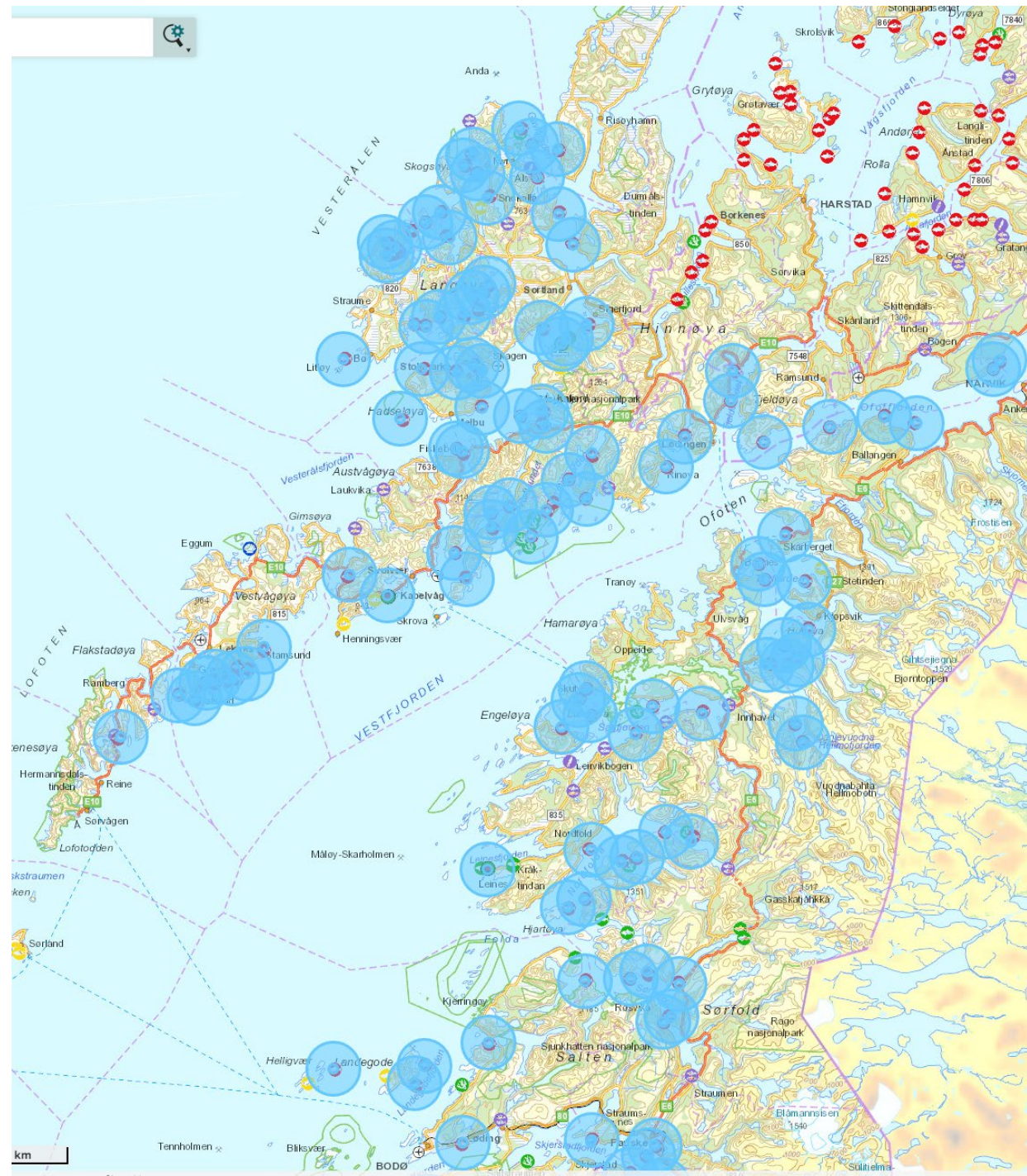


P08



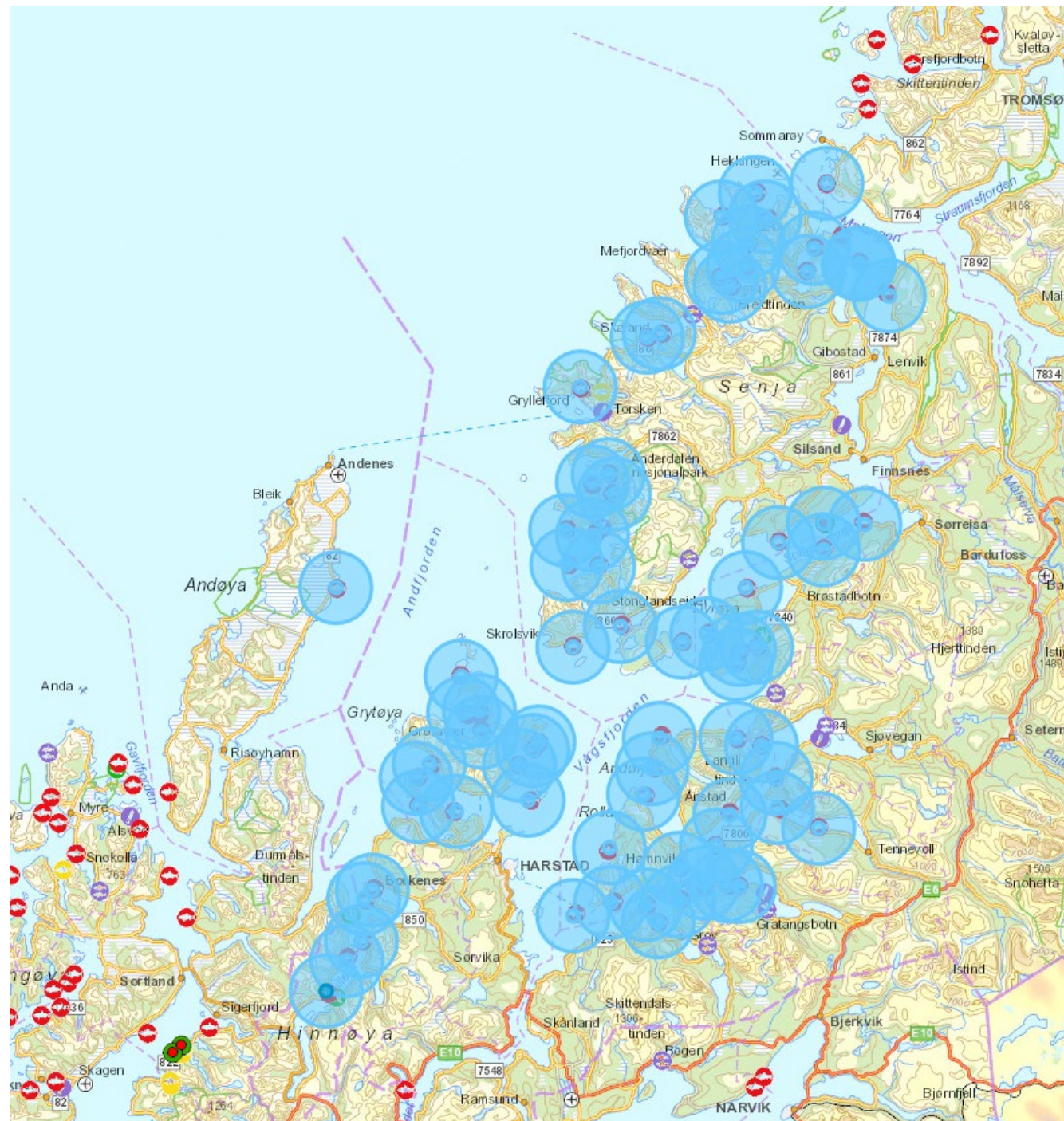
Kilde: Fiskeridirektoratet

P09



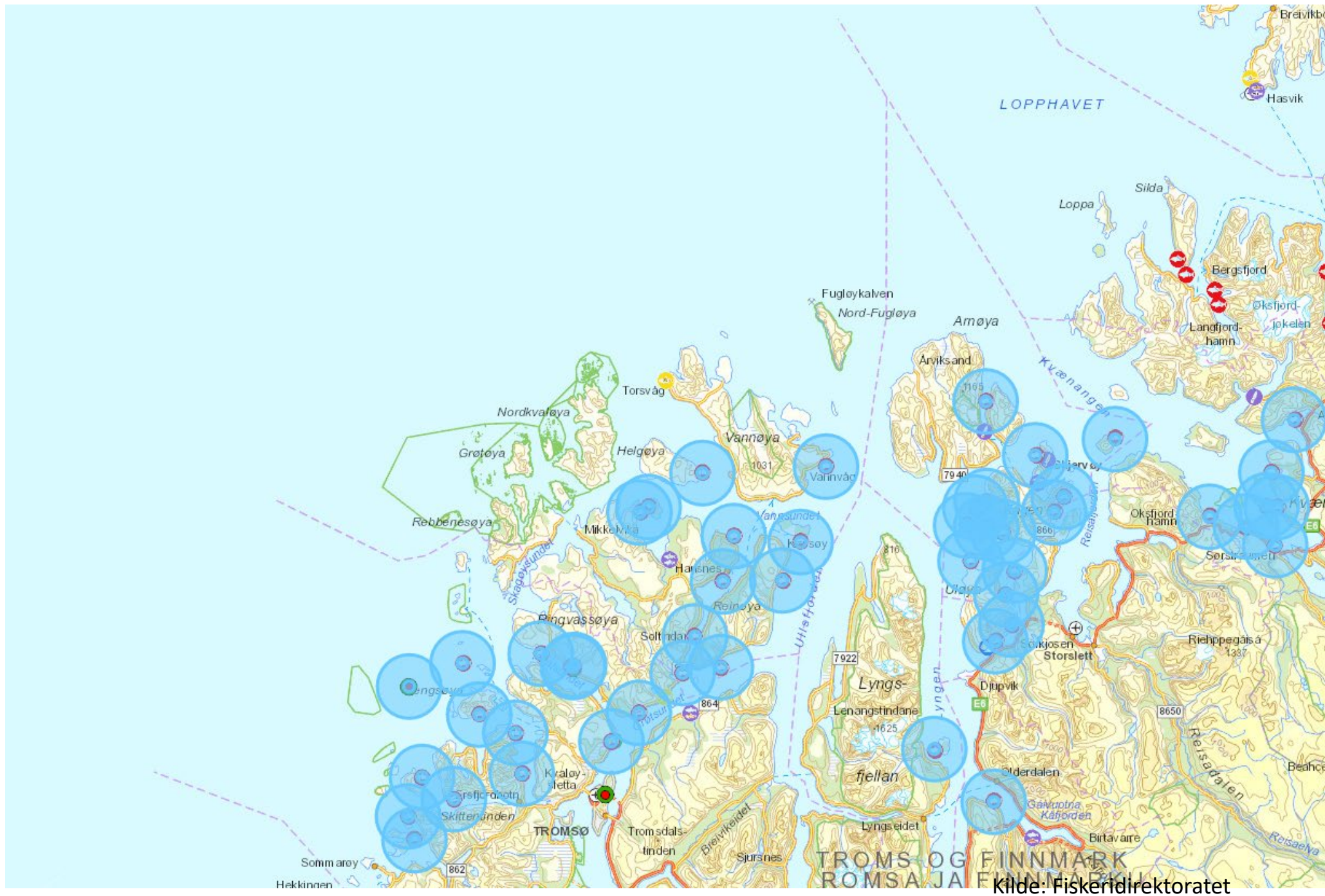
Kilde: Fiskeridirektoratet

PO10

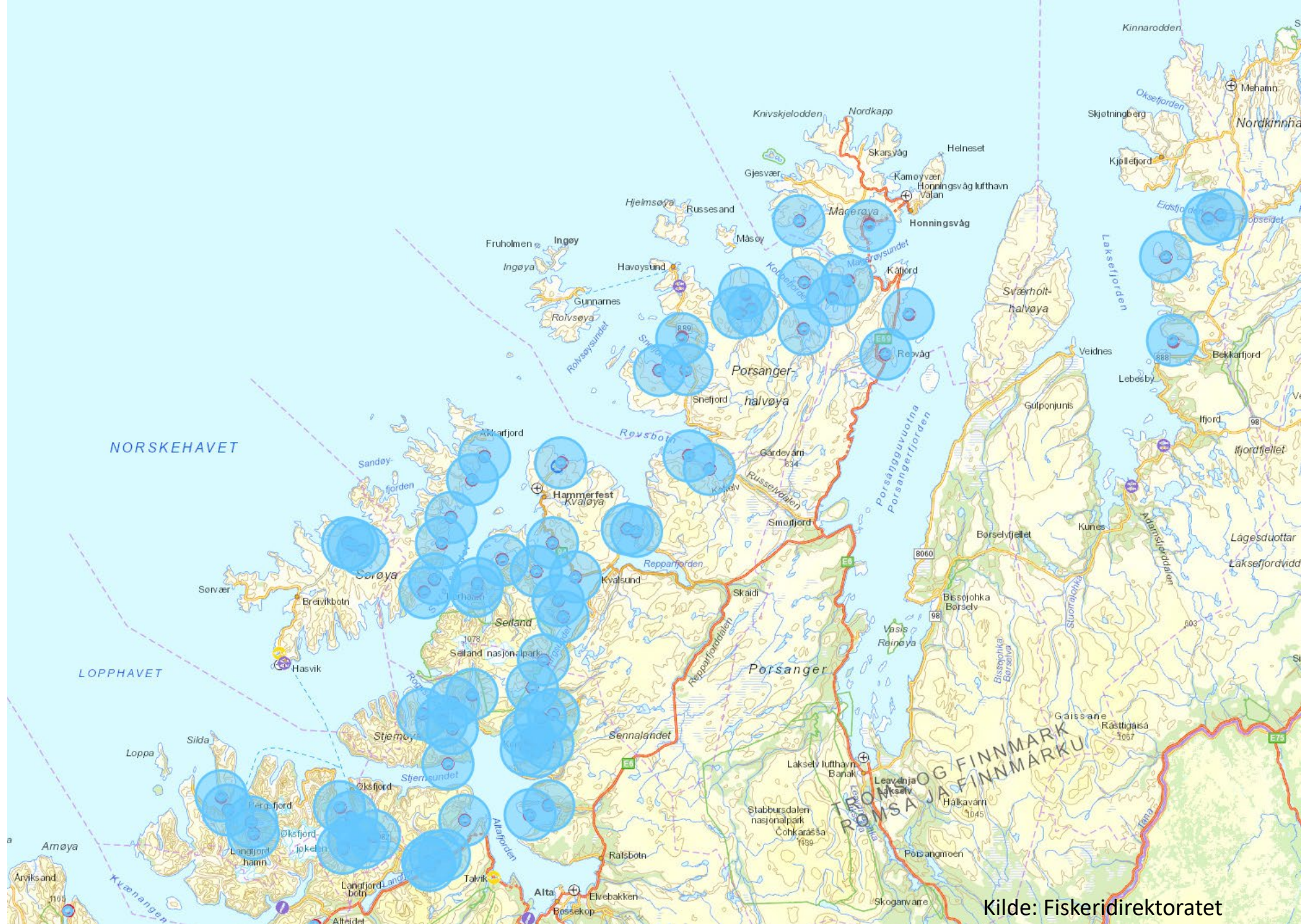


Kilde: Fiskeridirektoratet

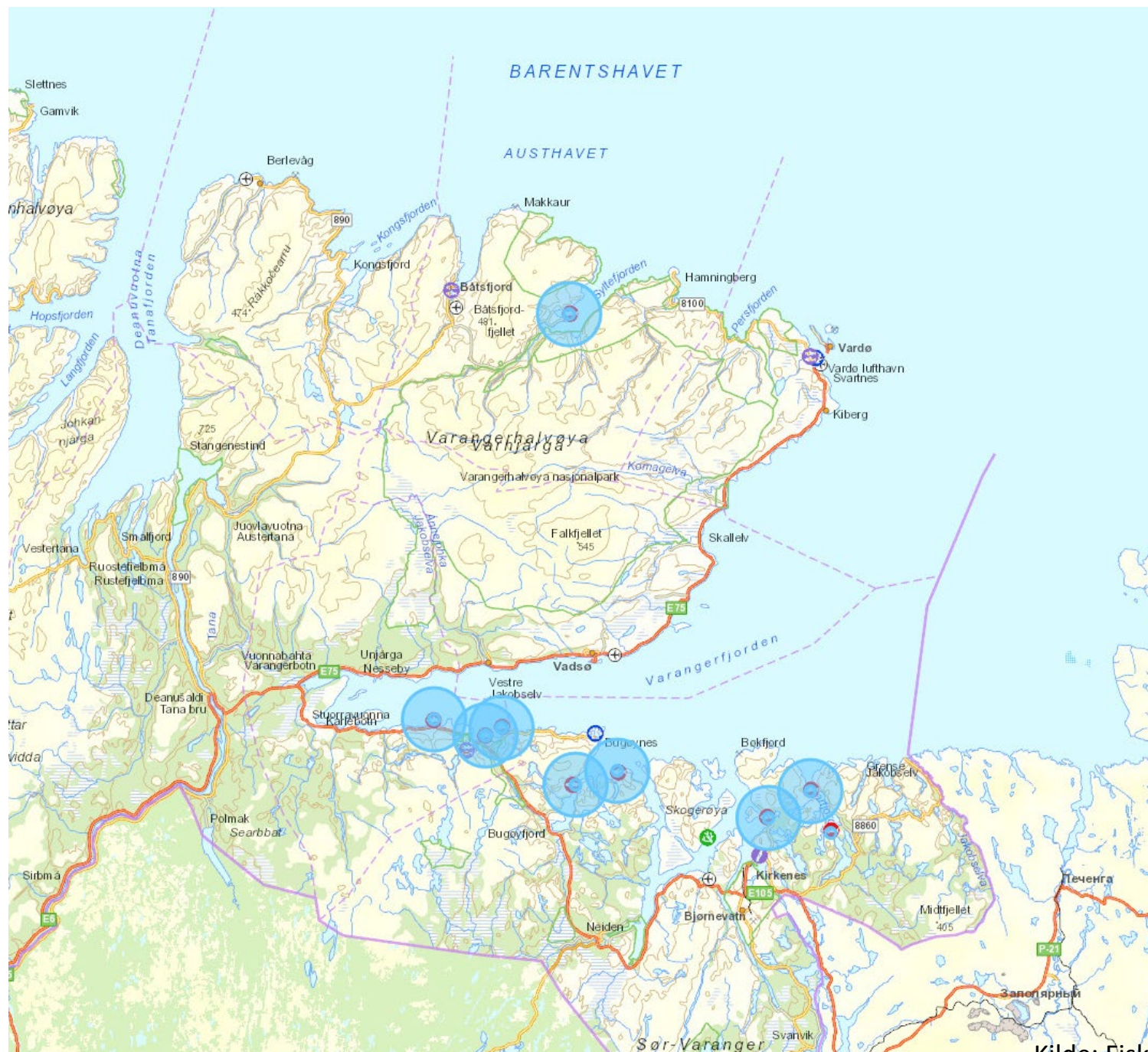
PO11



PO12



PO13



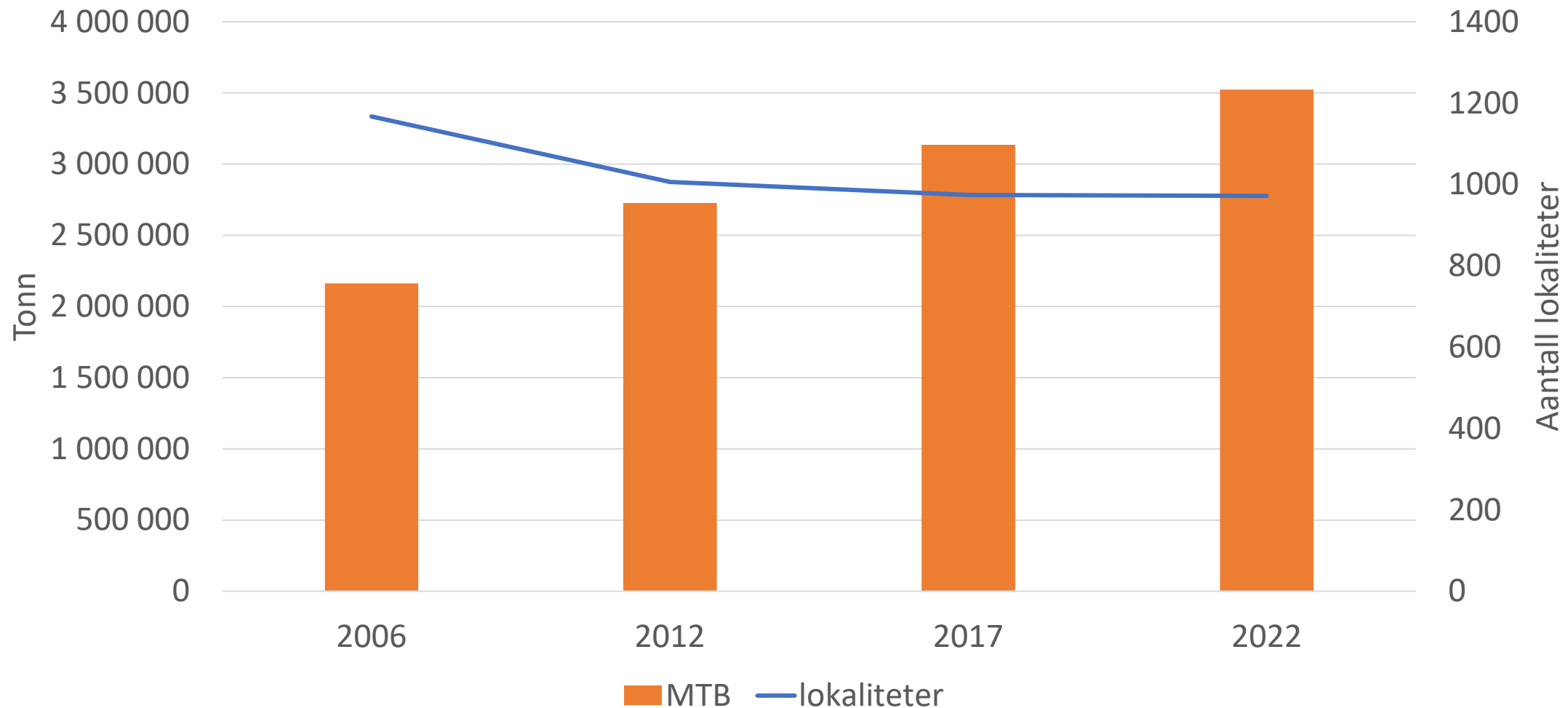
Kilde: Fiskeridirektoratet

Hva har skjedd med antall lokaliteter og lokalitets-MTB?



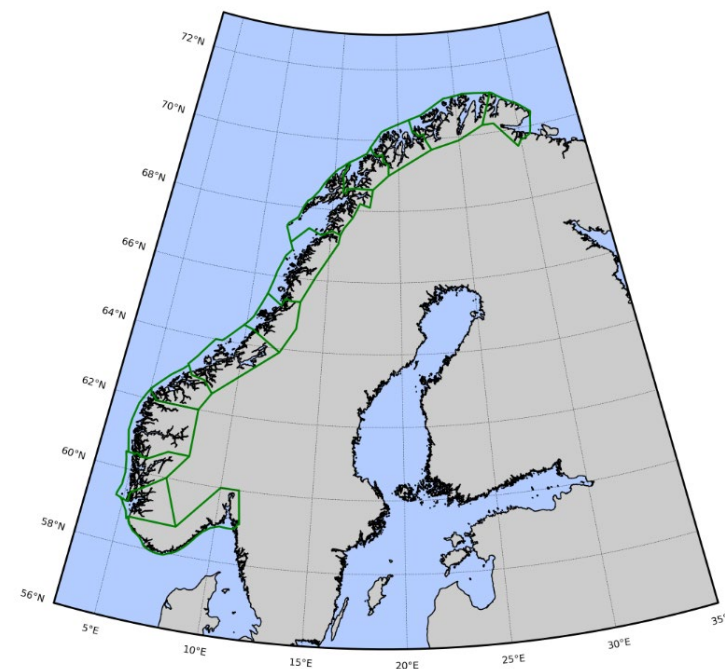
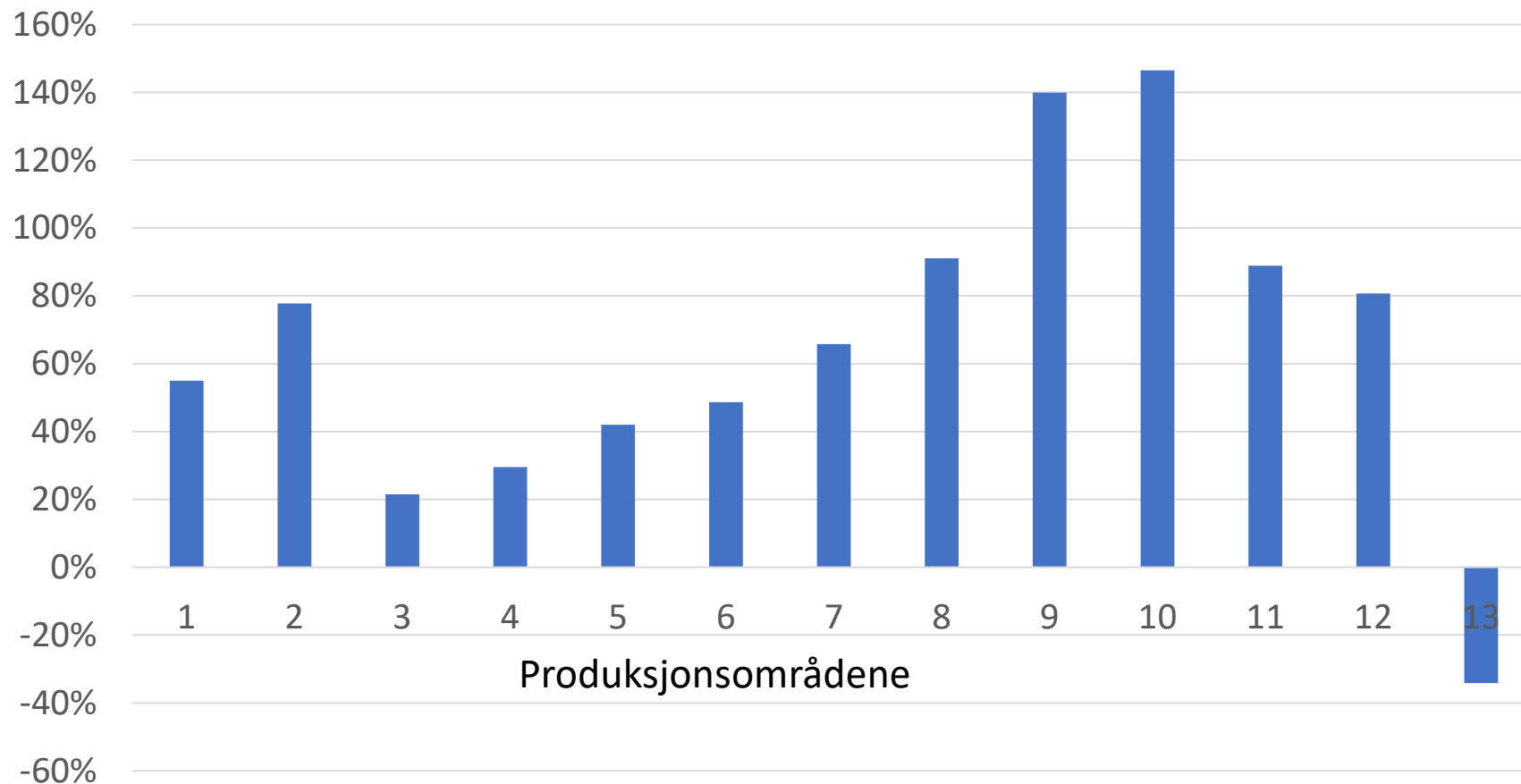
Utvikling i lokalitets-MTB og antall lokaliteter

Nedgang i antall lokaliteter 2006-2012, så stabilisert.
Men kompenseres av økt lokalitets-MTB per lokalitet



Endring i total lokalitets-MTB 2006-2022

De nordlige deler av kysten har hatt størst vekst



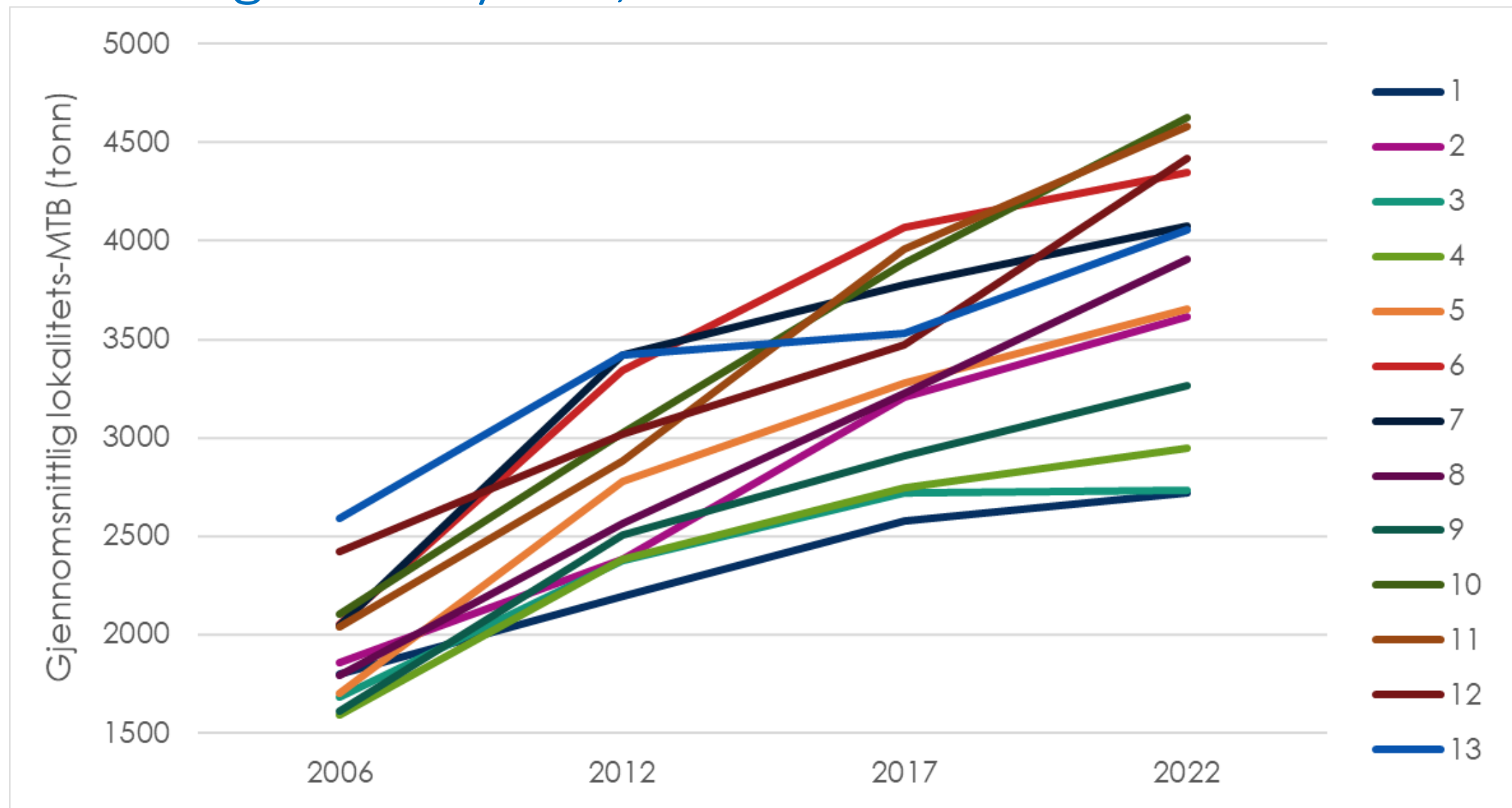
Hva har skjedd med biomasse og produksjon?

Altså bruk av kommunenes sjøarealer, som er regulert gjennom lokaliteter, lokalitets-MTB og selskaps-MTB?



Lokalitets-MTB per lokalitet i ulike produksjonsområder

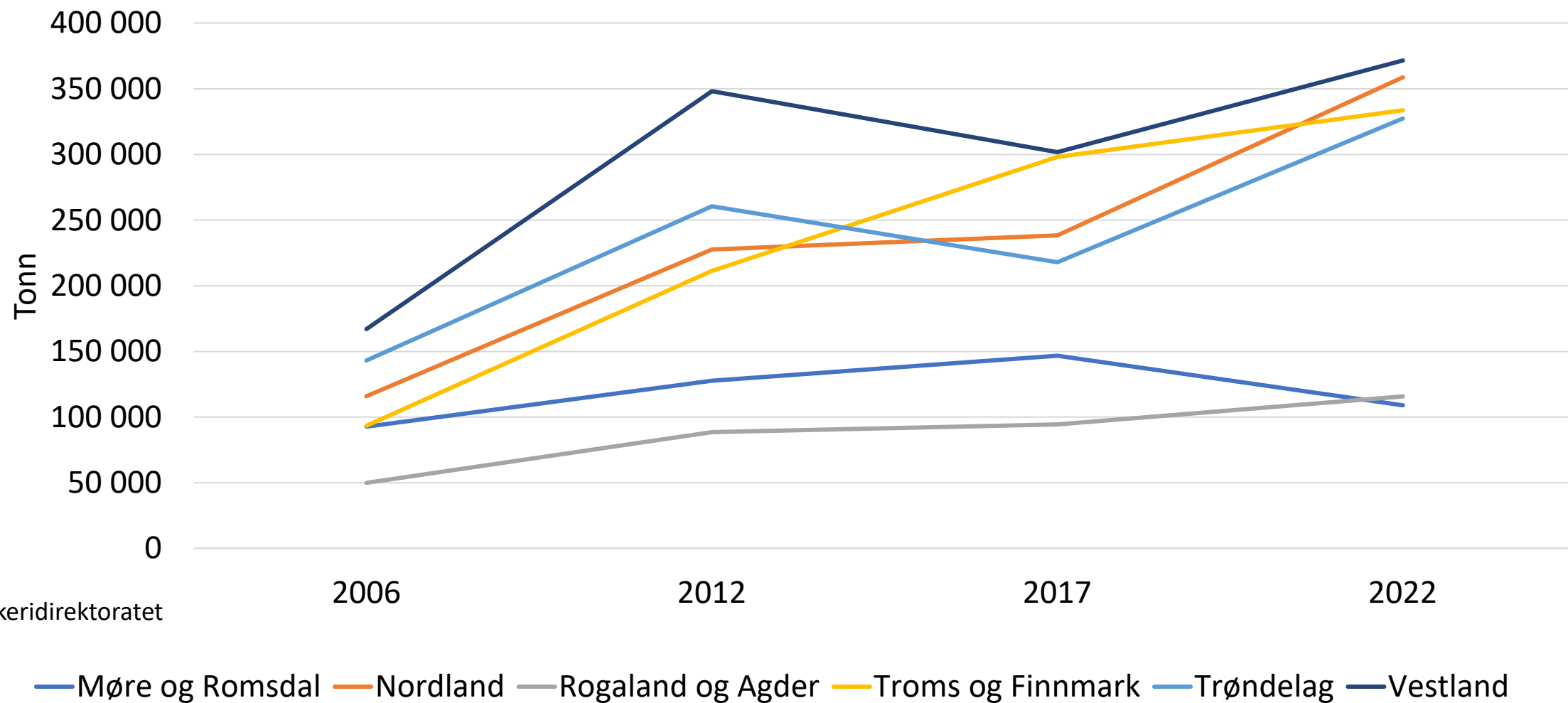
Vekst langs hele kysten, men større lokaliteter i nord enn i sør





Utvikling i produksjon 2006-2022 per fylke

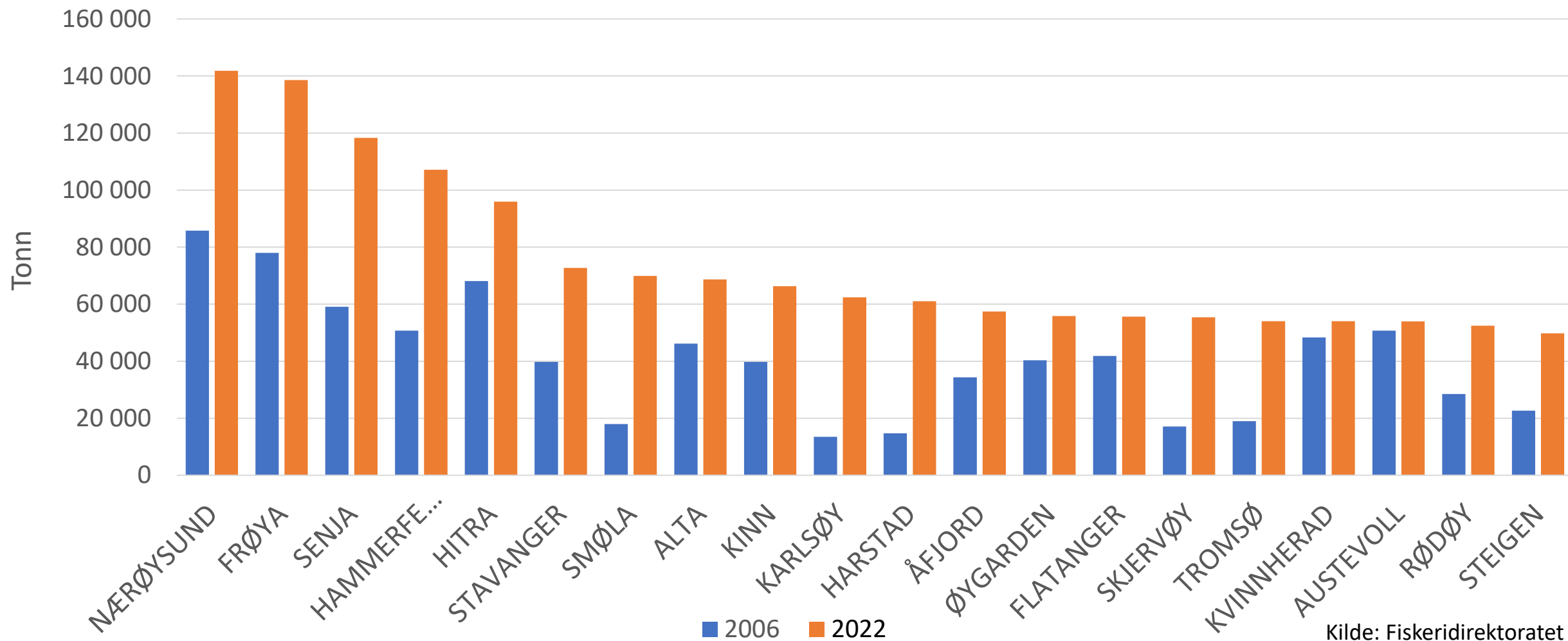
Nordlige fylker vokser mest, men Vestland fylke fremdeles størst tross utfordringer med trafikklys mm





Utviklingen i lokalitets MTB for de 20 største kommunene fra 2006 til 2022 – med nåværende kommunegrenser

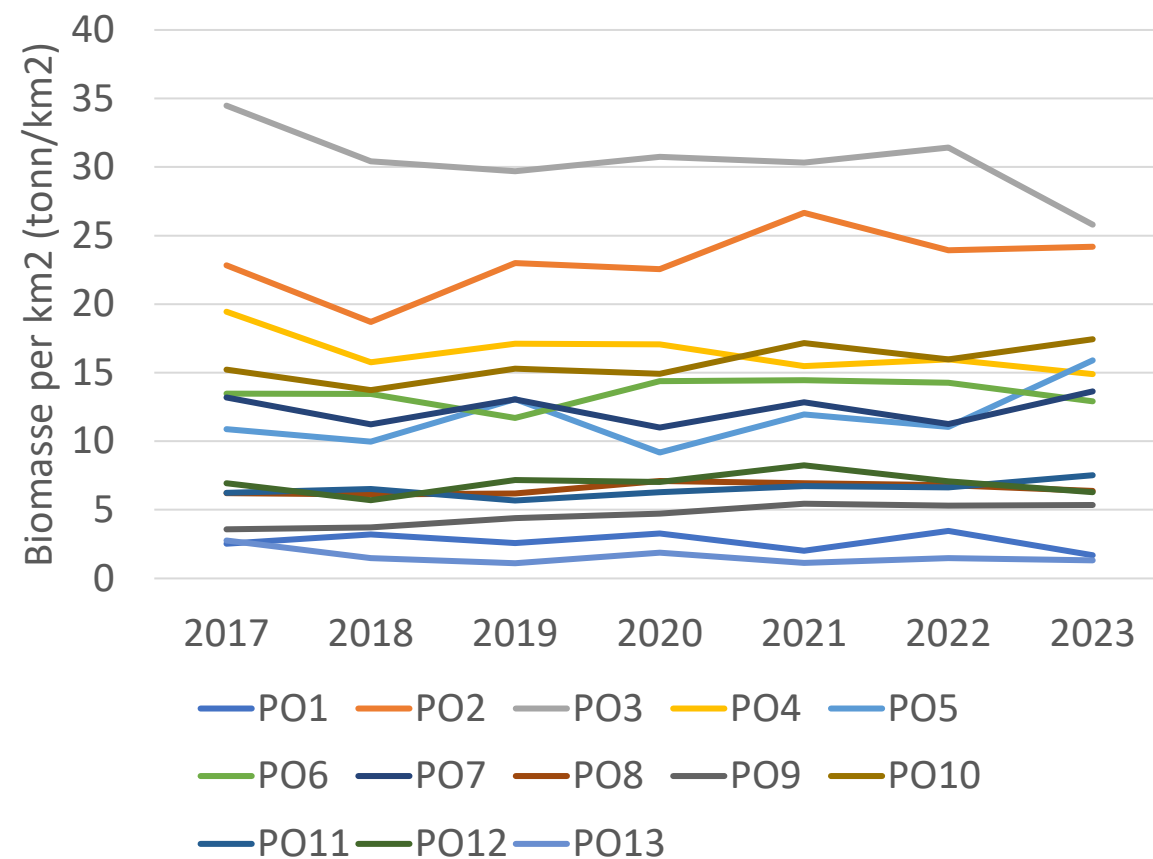
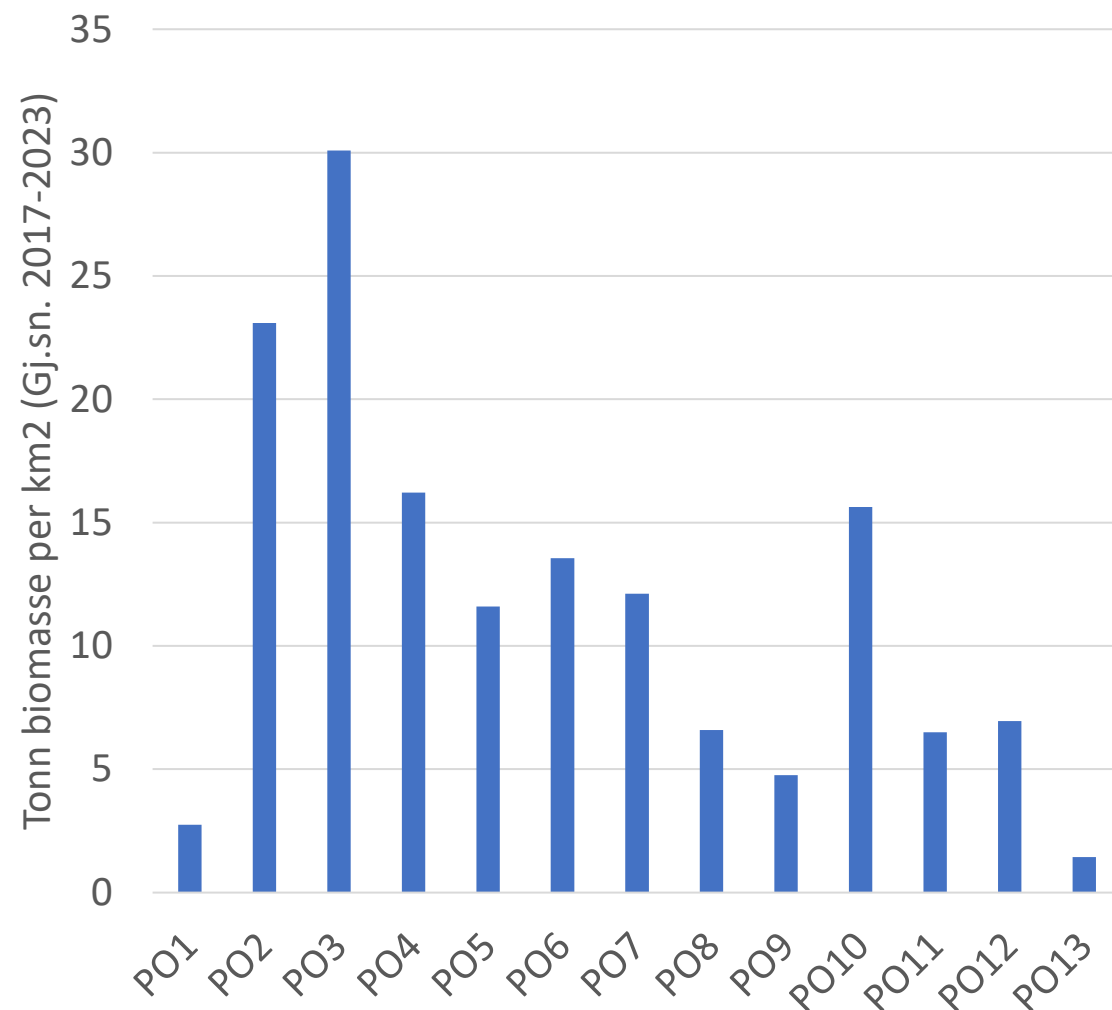
Flere har mer enn fordoblet sin lokalitets MTB, noen har økt ca 400%





Hvor mye biomasse er det per km² sjøareal?

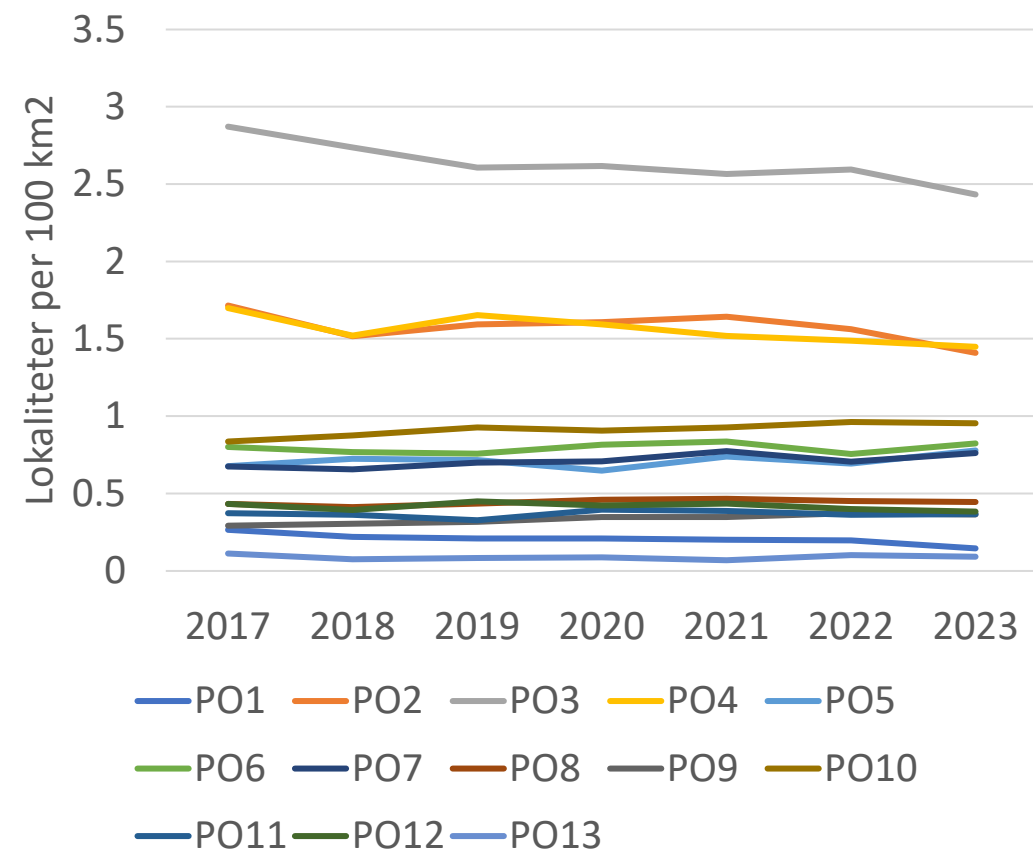
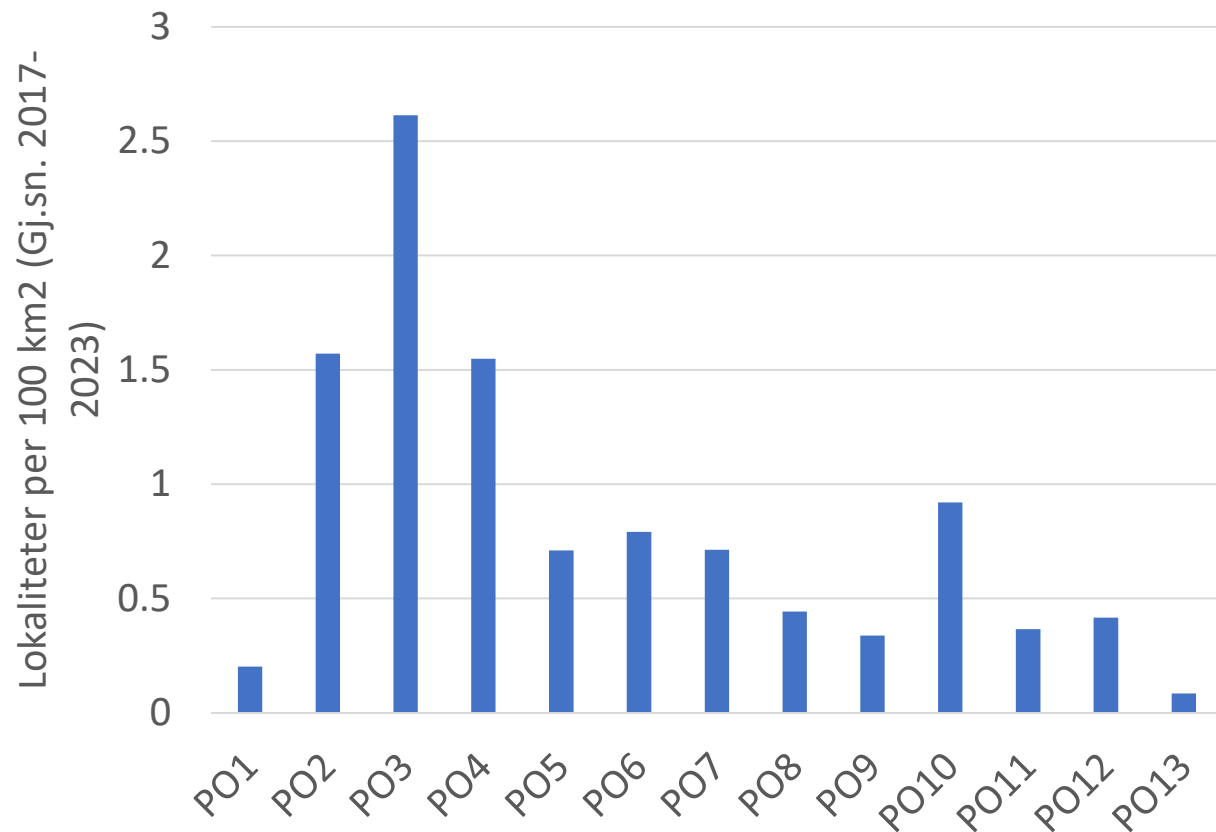
Store forskjeller i biomasse per km² mellom produksjonsområdene





Hvor tett står havbrukslokalitetene?

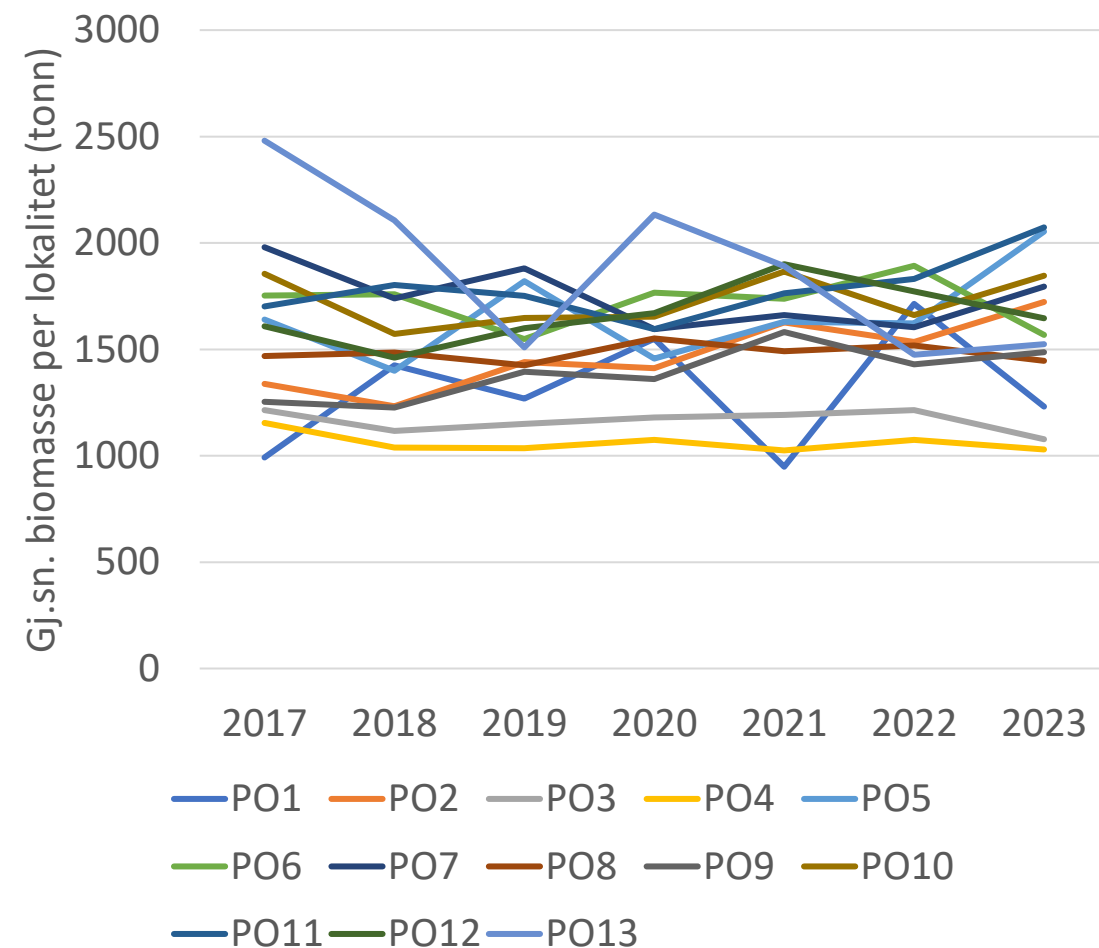
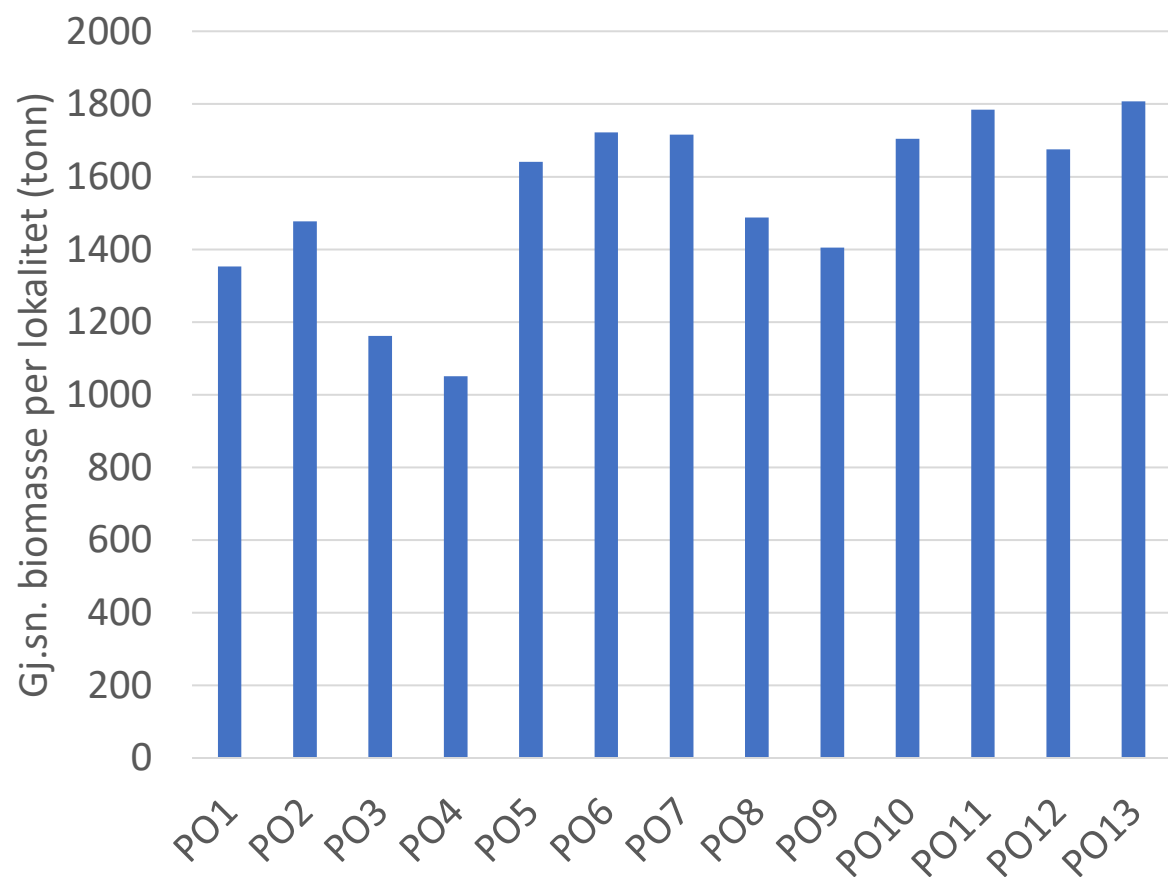
Mye høyere tetthet i sørlige deler av kysten, 2-3 ganger tettere





Hvor mye biomasse er det på hver lokalitet?

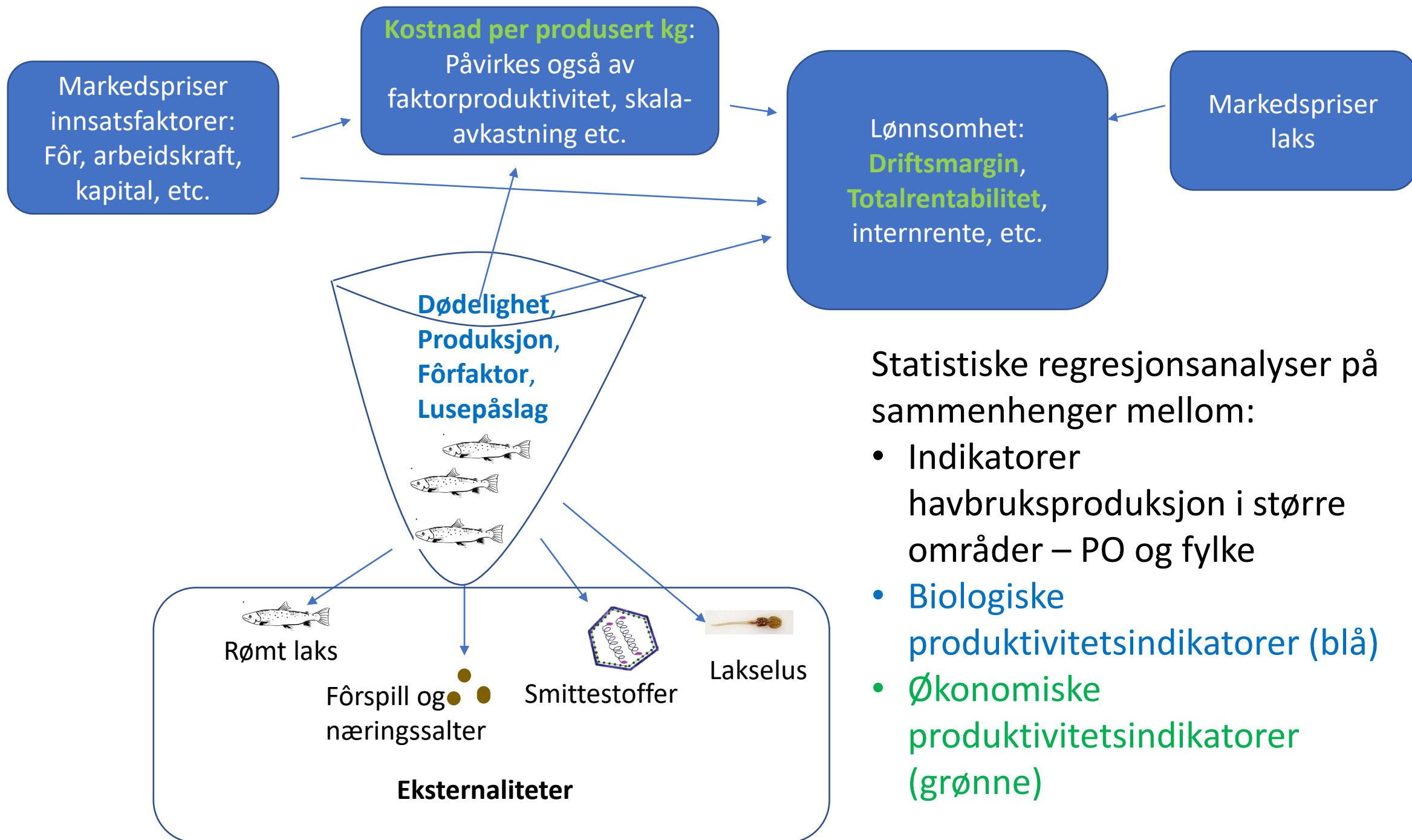
Lokaliteter i sør har mindre biomasse enn lengre nord

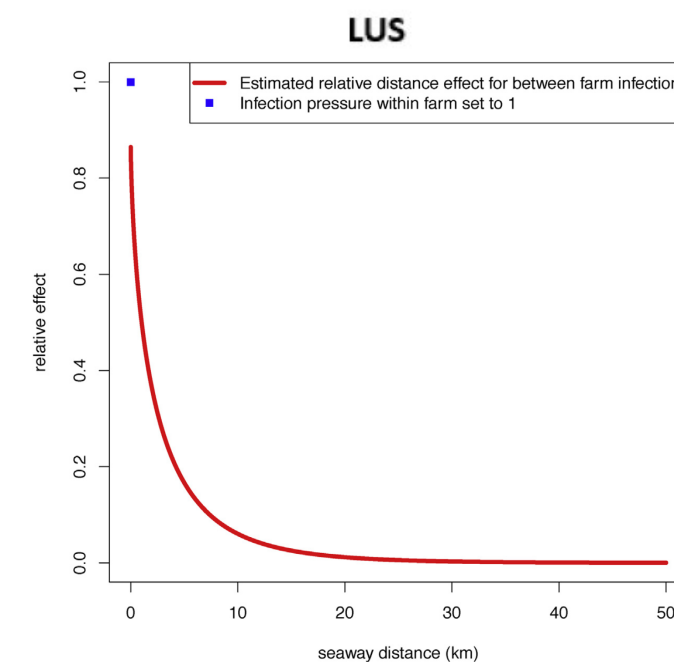
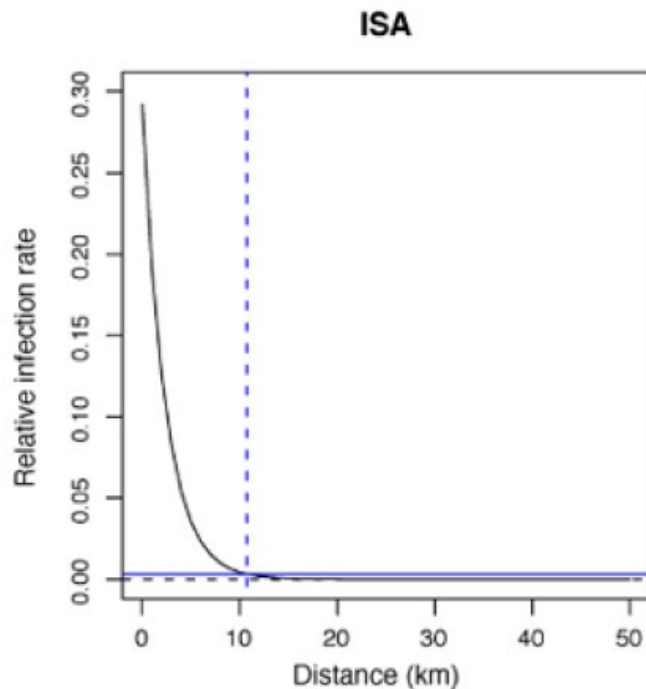
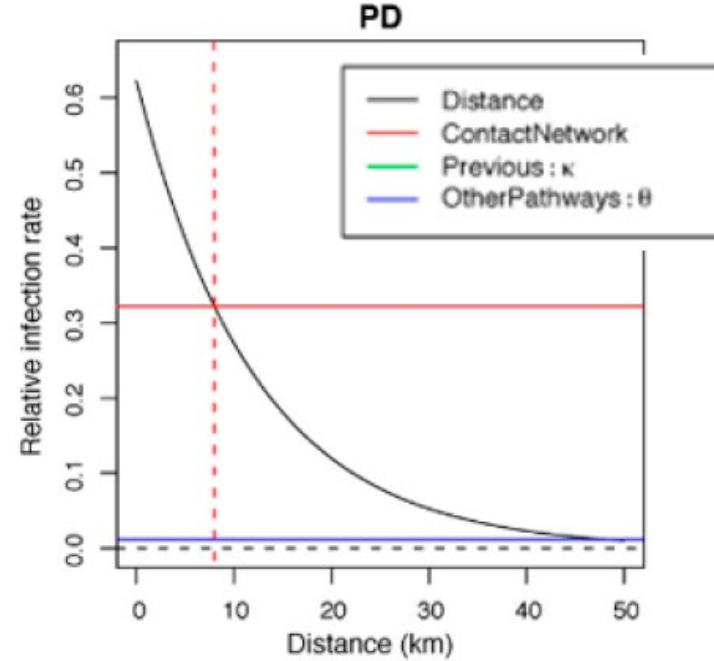
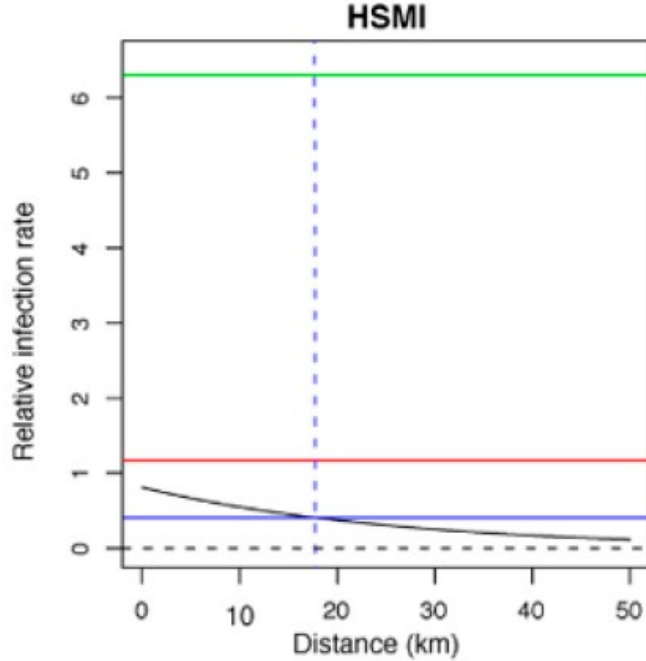


Konklusjoner

- Antall lokaliteter har gått ned 2006-2022
- Total lokalitets-MTB har økt
- Lokalitetene har blitt større
- Store regionale forskjeller i lokalitetsstørrelse
- Store regionale forskjeller i konsentrasjon av levende fisk på lokaliteter og større områder

Hvilke sammenhenger er det mellom biologi, økonomi og bruk av sjøarealene?





Sannsynlighet for
smitte av sykdommer
og lakselus
synker med avstand

Se f.eks.:

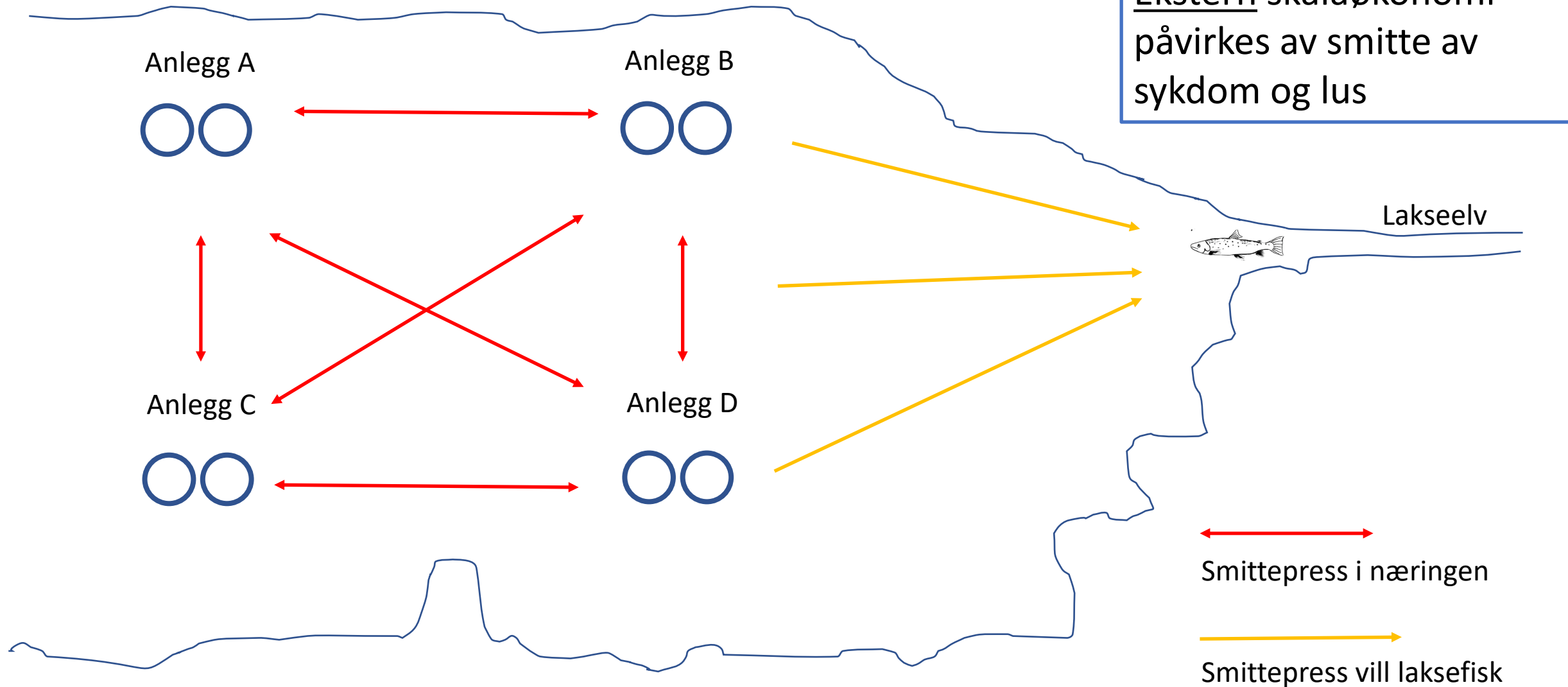
Aldrin, M., Storvik, B., Frigessi, A., Viljugrein, H., & Jansen, P. A. (2010). A stochastic model for the assessment of the transmission pathways of heart and skeleton muscle inflammation, pancreas disease and infectious salmon anaemia in marine fish farms in Norway. *Preventive Veterinary Medicine*, 93(1), 51-61.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2009.09.010>

Aldrin, M., Storvik, B., Kristoffersen, A. B., & Jansen, P. A. (2013). Space-time modelling of the spread of salmon lice between and within Norwegian marine salmon farms. *PLoS One*, 8(5), e64039. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0064039>

Aldrin, M. P.A. Jansen, H. Stryhn, (2019) A partly stage-structured model for the abundance of salmon lice in salmonid farms, *Epidemics*, 26, 9-22, <https://doi.org/10.1016/j.epidem.2018.08.001>

Intern skalaøkonomi (lokalitetsnivå) og ekstern skalaøkonomi (områdenivå)?



Resultater fra regresjons-modeller på månedsdata

Dødelighet og økonomisk fôrfaktor øker med

- biomasse per km2
- lokaliteter per km2
- biomasse per lokalitet

+ Signifikant positiv effekt
- Signifikant negativ effekt
0 Ingen signifikant effekt

Datakilde:
Fiskeridirektoratet

Dødelighet

Variabel	Effekt (1.orden)	Effekt (2.orden)	Sjøtemperatur	Biomasse per lokalitet	Årseffekter	Månedseffekter
Biomasse per km2	+				X	X
Biomasse per km2	0	0			X	X
Biomasse per km2	+		+		X	X
Biomasse per km2	+			+	X	X
Lokaliteter per km2	+				X	X
Lokaliteter per km2	+	-			X	X
Lokaliteter per km2	+		+		X	X
Lokaliteter per km2	+			+	X	X
Biomasse per lokalitet				+	X	X

Økonomisk fôrfaktor

Variabel	Effekt (1.orden)	Effekt (2.orden)	Sjøtemperatur	Biomasse per lokalitet	Årseffekter	Månedseffekter
Biomasse per km2	+				X	X
Biomasse per km2	+	0			X	X
Biomasse per km2	0		+		X	X
Biomasse per km2	+			+	X	X
Lokaliteter per km2	+				X	X
Lokaliteter per km2	+	0			X	X
Lokaliteter per km2	0		+		X	X
Lokaliteter per km2	+			+	X	X
Biomasse per lokalitet				+	X	X

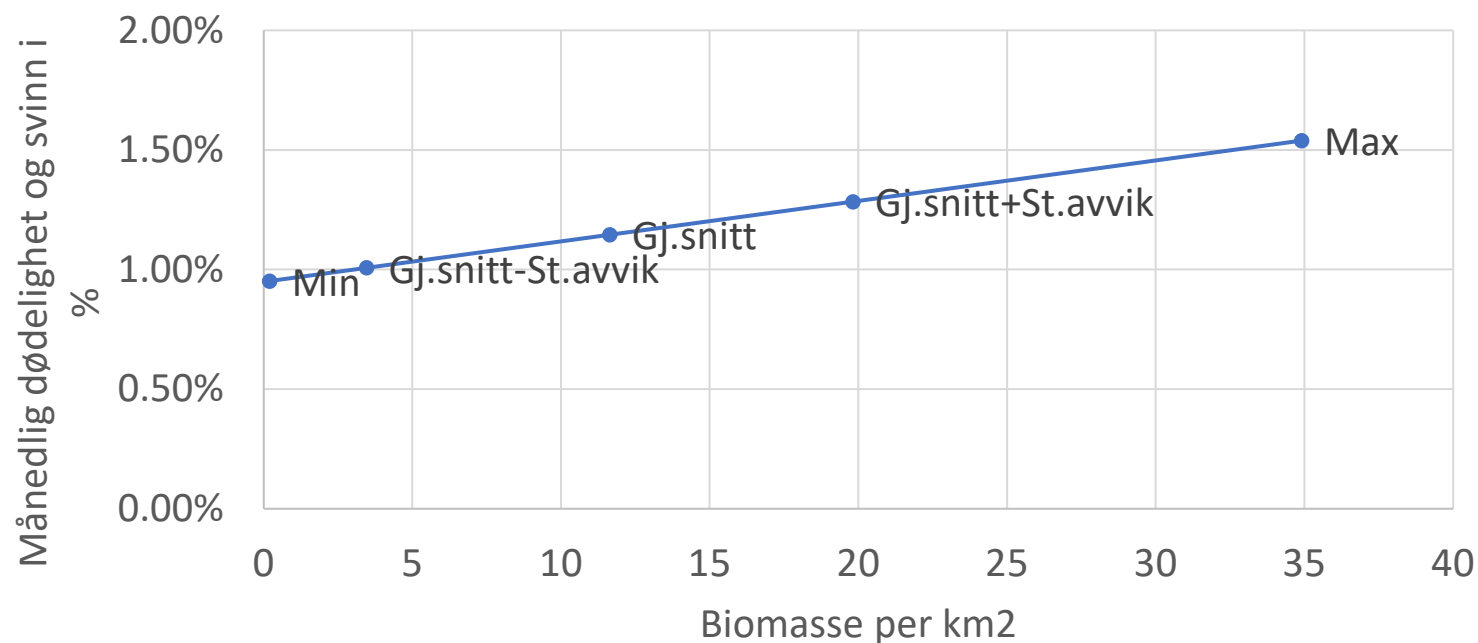
Påslag av lakselus øker med

- biomasse per km2
- lokaliteter per km2
- biomasse per lokalitet

- + Signifikant positiv effekt
- Signifikant negativ effekt
- 0 Ingen signifikant effekt

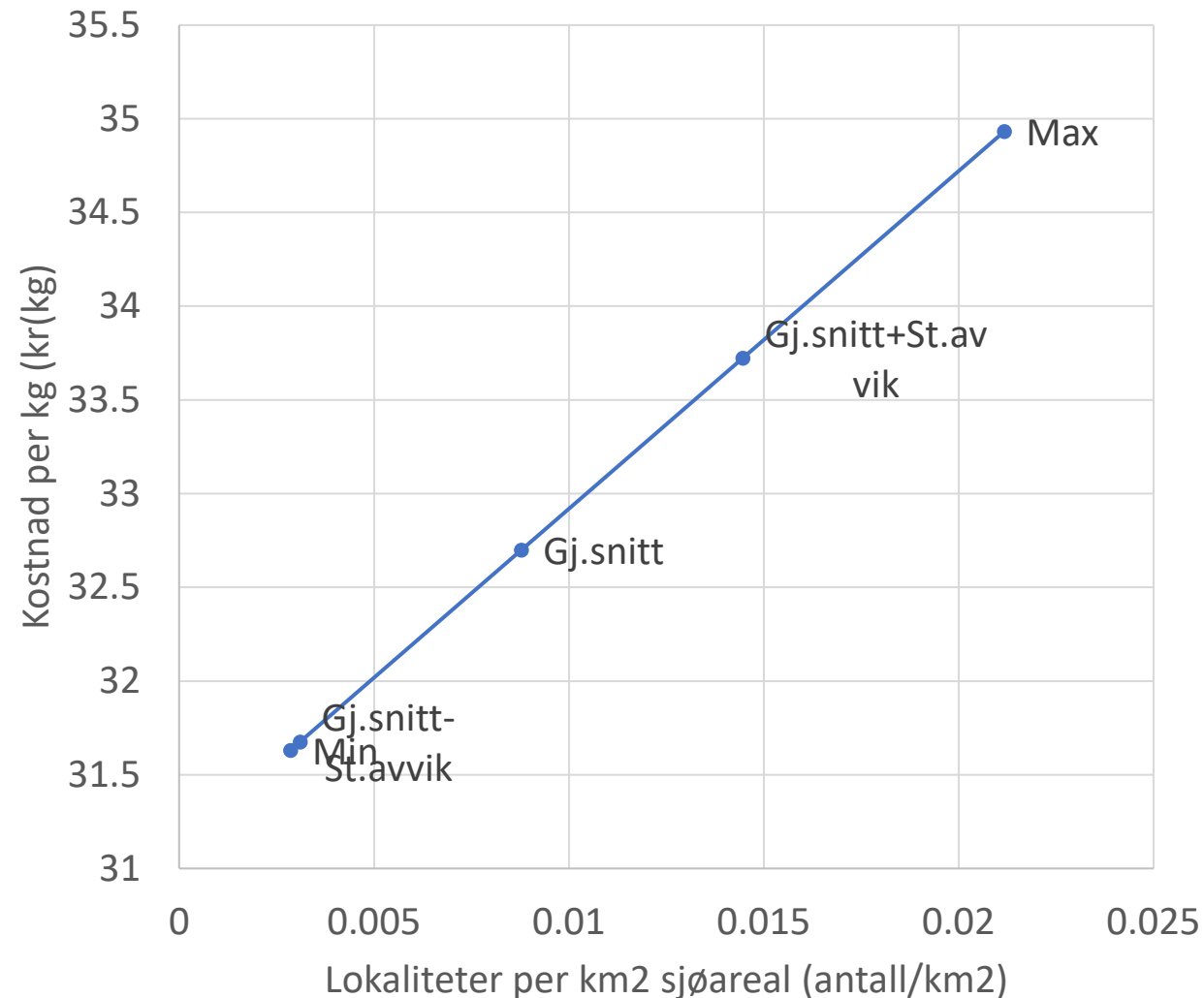
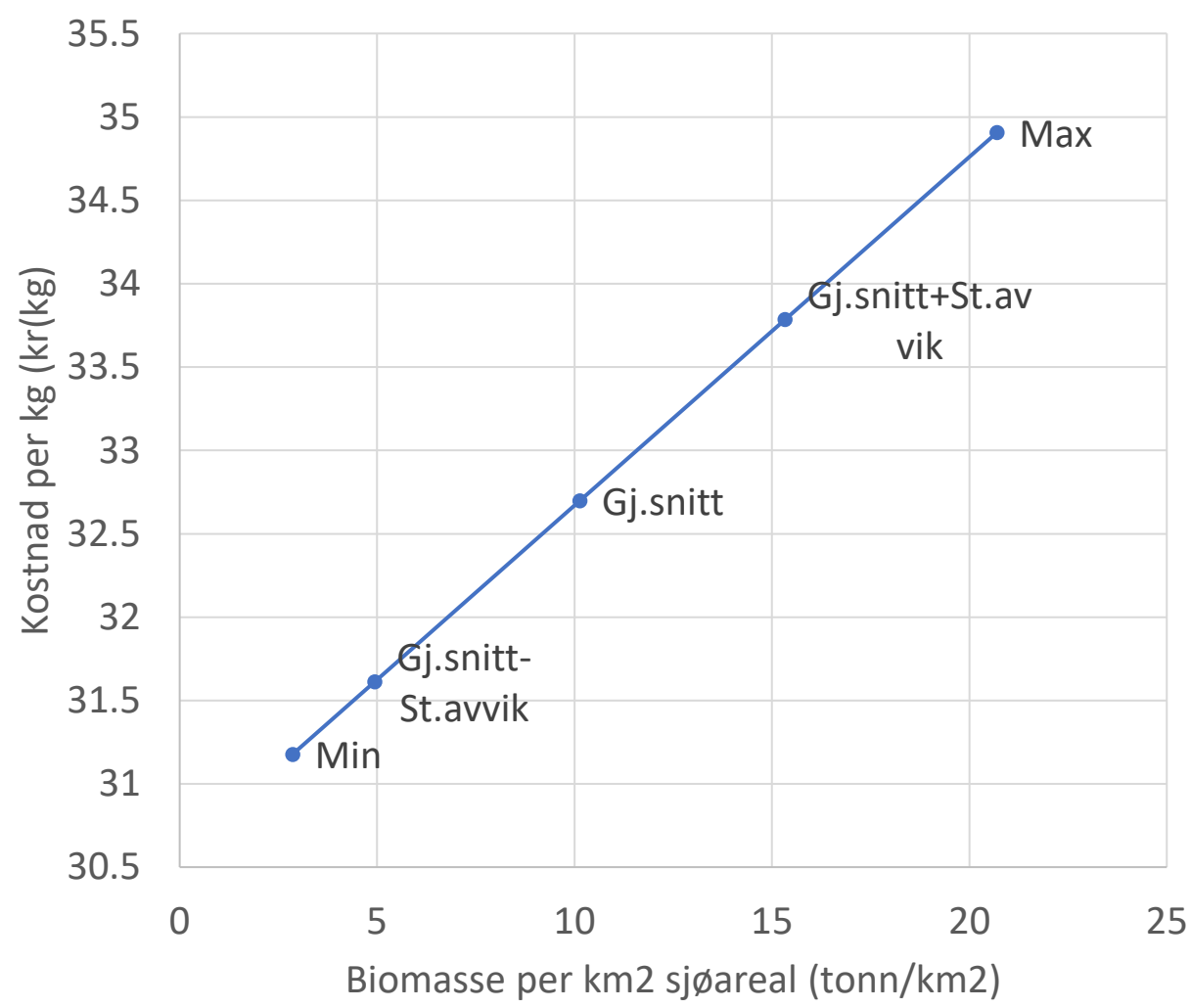
Resultater fra regresjons-modeller på månedsdata

Gj.sn antall voksne hunnlus per fisk						
Variabel	Effekt (1.orden)	Effekt (2.orden)	Sjøtemperatur	Biomasse per lokalitet	Årseffekter	Månedseffekter
Biomasse per km2	+				X	X
Biomasse per km2	+	-			X	X
Biomasse per km2	+		+		X	X
Biomasse per km2	+			+	X	X
Lokaliteter per km2	+				X	X
Lokaliteter per km2	+	-			X	X
Lokaliteter per km2	+		+		X	X
Lokaliteter per km2	+			+	X	X
Biomasse per lokalitet				+	X	X



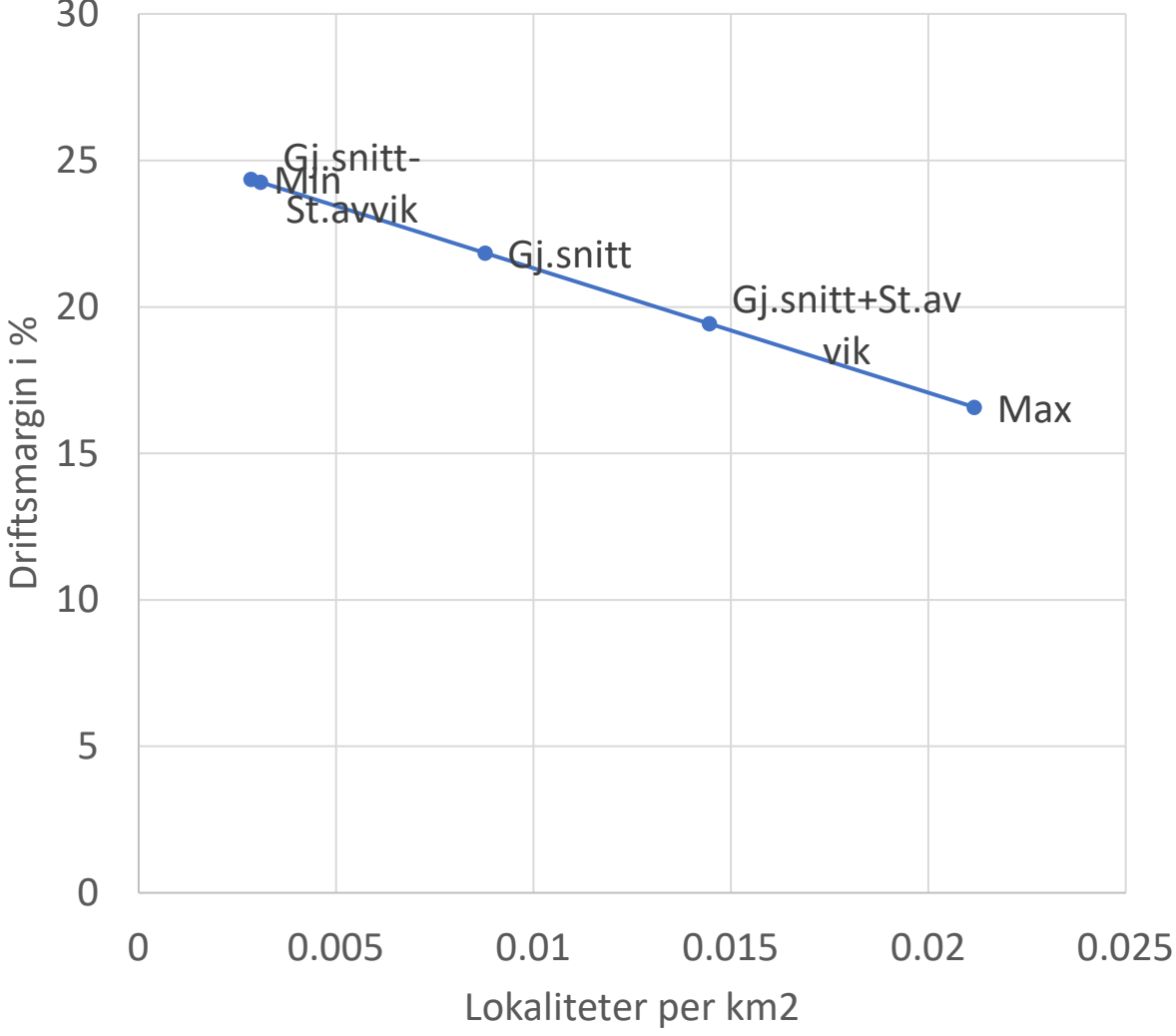
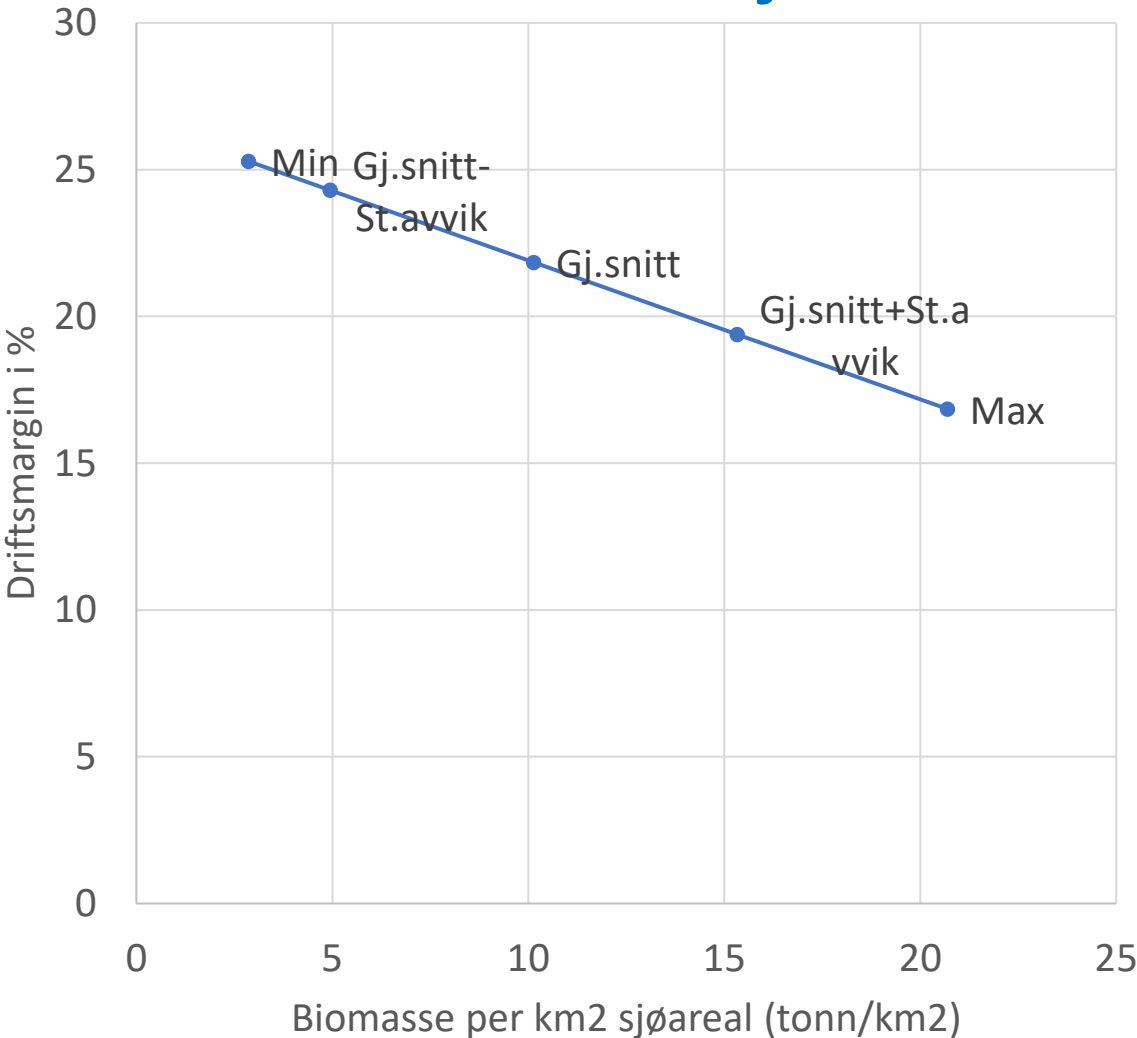
Sammenhenger mellom arealbruk og **kostnader per kg** fra regresjonsmodeller

Produksjonskostnadene øker med økt biomasse-tetthet og lokalitetstetthet i sjøområdene



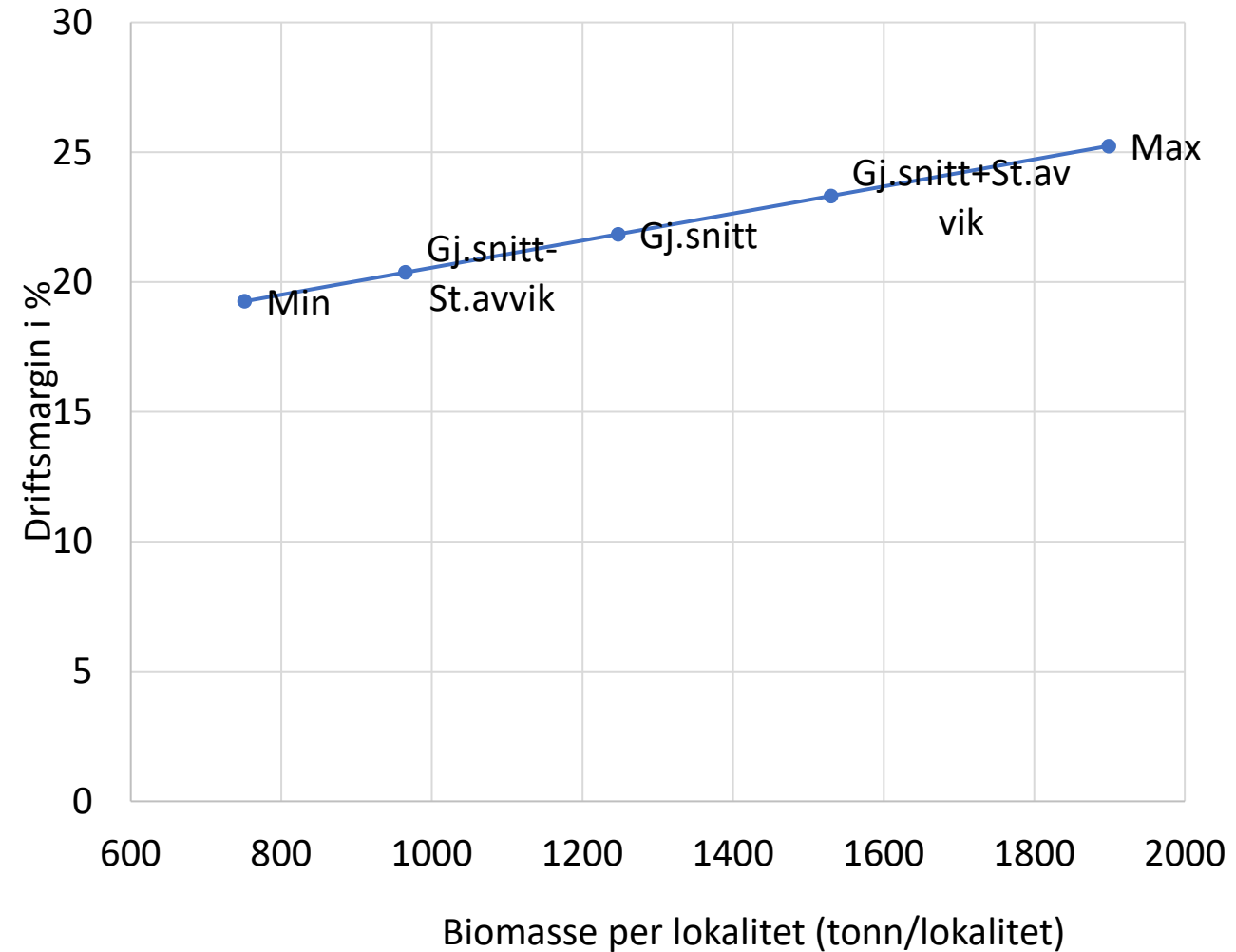
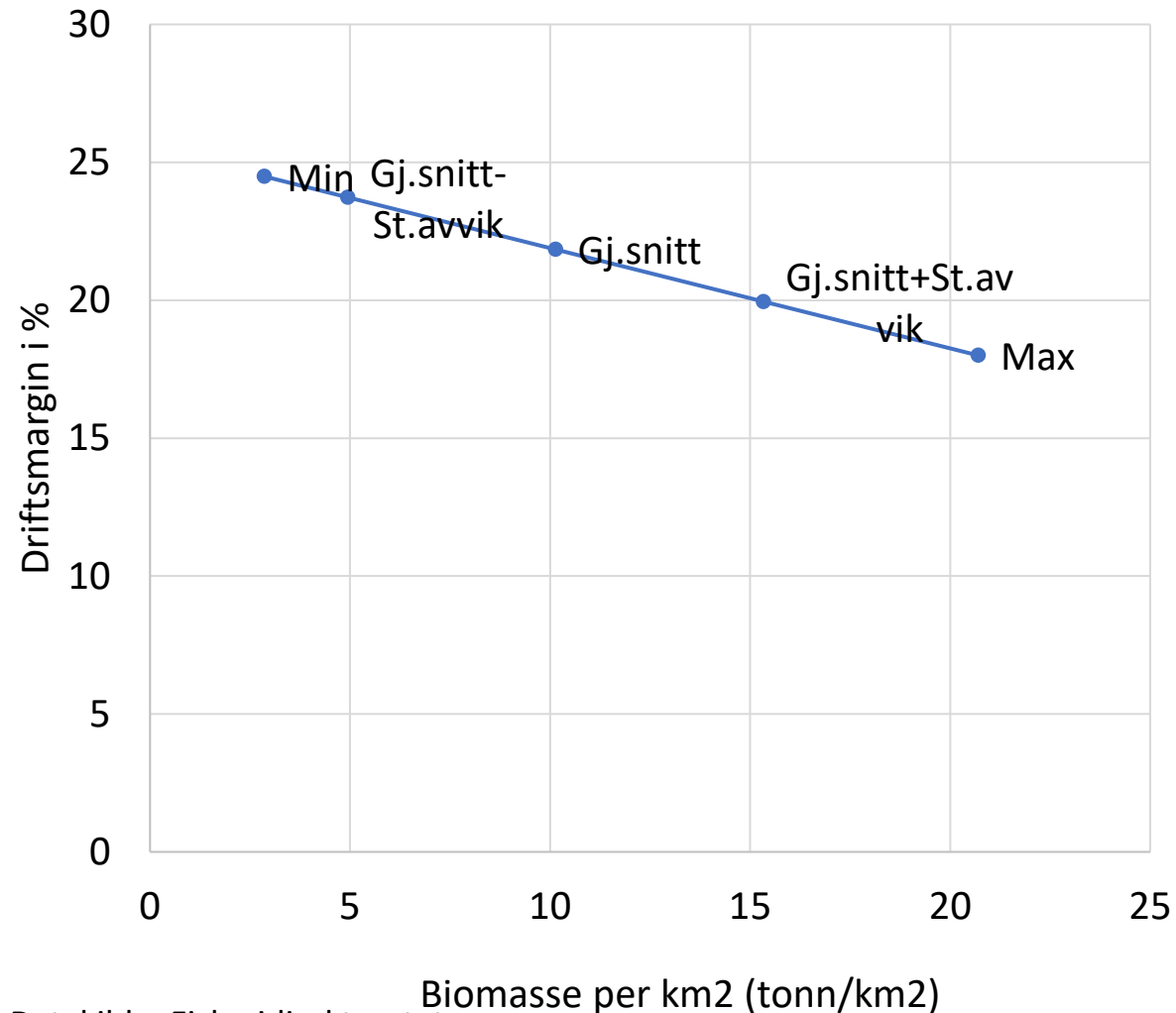
Sammenhenger mellom arealbruk og **driftsmargin** fra regresjonsmodeller

Lønnsomheten synker med økt biomasse-tetthet og lokalitetstetthet i sjøområdene



Sammenhenger mellom driftsmargin og arealbruk i sjøområder (venstre) og konsentrasjon av biomasse på lokalitet (høyre) og fra regresjonsmodeller

Lønnsomheten synker med økt biomasse i større områder, men øker med biomasse per lokalitet



Overordnede funn fra regresjonsmodeller

- Biologisk ytelse svekkes med biomasse og antall lokaliteter i et område (PO, fylke)
 - Dødelighet, økonomisk fôrfaktor, lusepåslag
- Effekten på biologisk ytelse av økt biomasse på lokalitetsnivå er mer blandet
- Kostnader per kg øker med biomasse og antall lokaliteter i et område (fylke), men er stabile eller synker med økt biomasse på lokalitet
- Driftsmargin reduseres med biomasse og antall lokaliteter i et område (PO, fylke)
- Driftsmargin øker med biomasse på lokalitet
- NB! De kvalitative resultatene er viktige, men må utvise varsomhet når det gjelder bruk av de kvantitative estimatene
 - Vil være ulike situasjoner for ulike POer og lokaliteter for sammenhengene vi har estimert

Bærekraftig vekst er bare mulig hvis vi reduserer ulike typer smittepress per kg produsert fisk i takt med produksjonsveksten...

...slik at vi får mange glade og friske lakser i merdene langs kysten

Reduksjon av lusepress:

Vi trenger metoder som opprettholder god fiskevelferd

(Figur: Barrett, Oppedal, Robinson, Dempster, 2020)

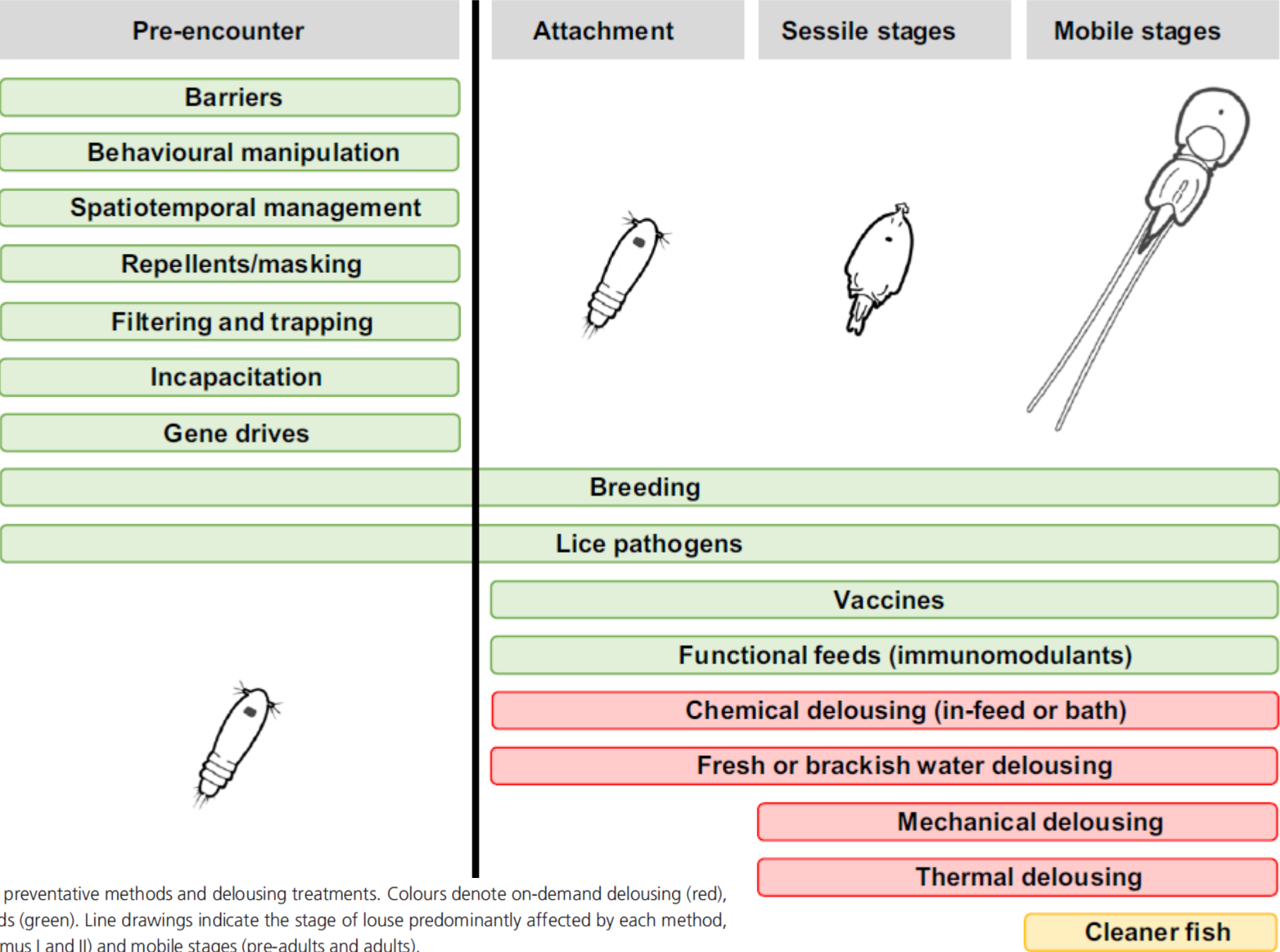
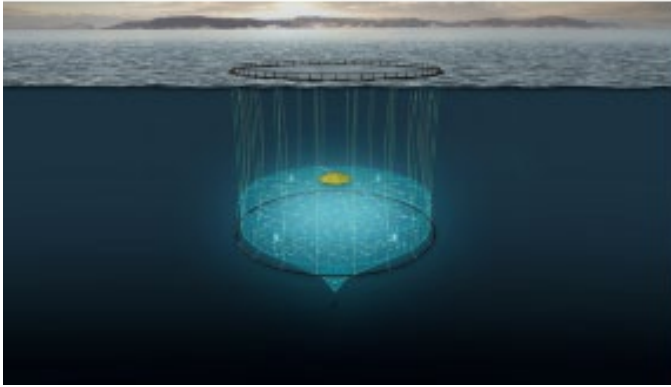
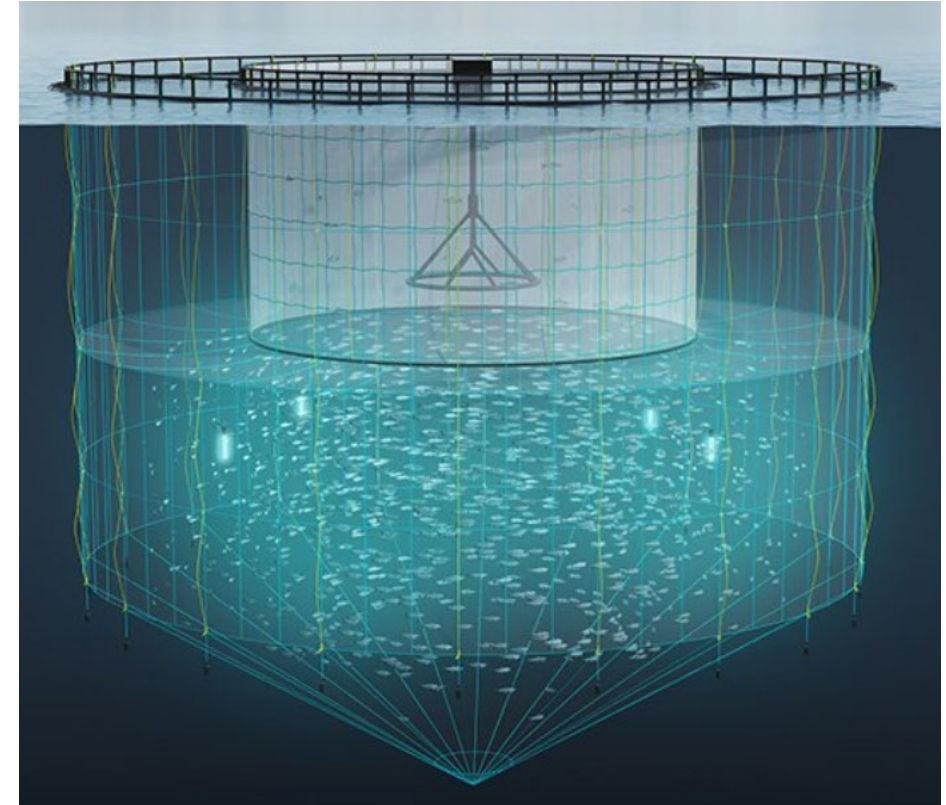
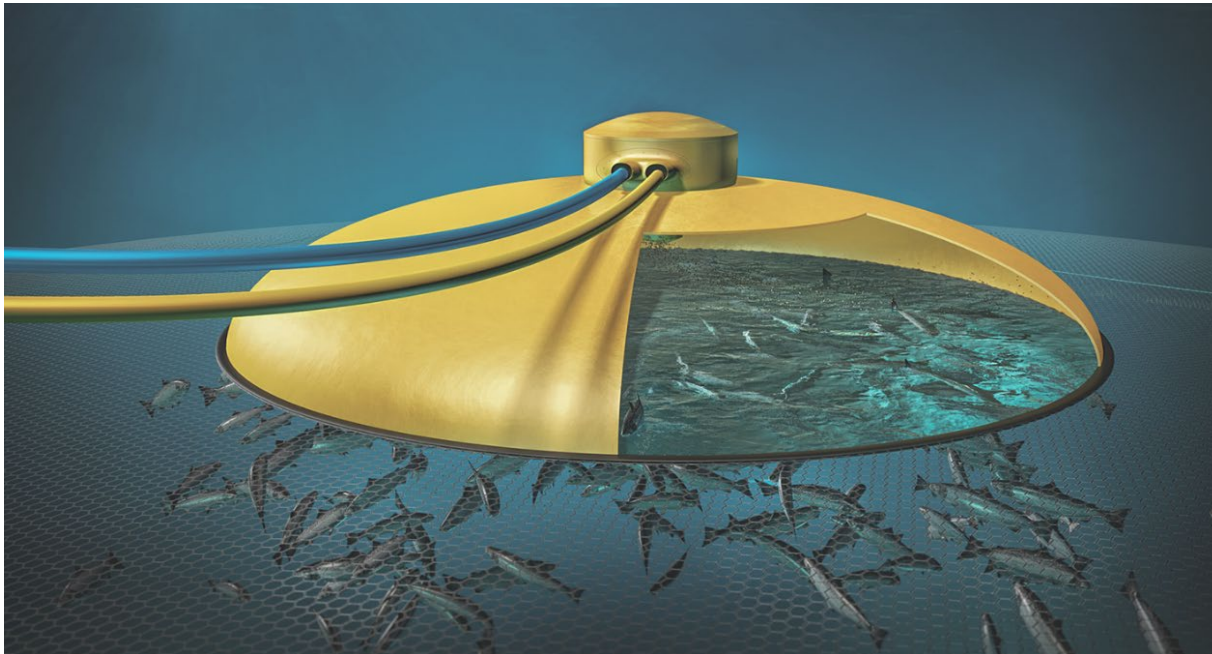


Figure 1 Sea louse infestation timepoints targeted by preventative methods and delousing treatments. Colours denote on-demand delousing (red), continuous delousing (orange) and preventative methods (green). Line drawings indicate the stage of louse predominantly affected by each method, L-R: larvae (nauplii and copepodids), sessile stages (chalmus I and II) and mobile stages (pre-adults and adults).

Dypdriftsteknologi en del av verktøykassen



Nautilus



Tubenet

Kilde: www.akvagroup.com

Lukkede / semi-lukkede konsepter også en del av verktøykassen

Konsepter som har hatt fisk i sjø

AkvaFuture – AquaFuture



FishGlobe - FishGlobe



Nekkar AS - Starfish



Ovum – Egget



Fishfarming Innovation -
SalmonHome nr1



Akvatech - Akvatech



Aquafarm Equipment – Neptuntanken



Lerøy og Preline Fishfarming System - Preline



Bluegreen group - Marine Donut



Fiizk Closed Systems - Certus



Ecomerden –Ecomerden



SeafarmingSystem -Aquatraz



Engesund Fiskeoppdrett og Endur - Engesundmerden



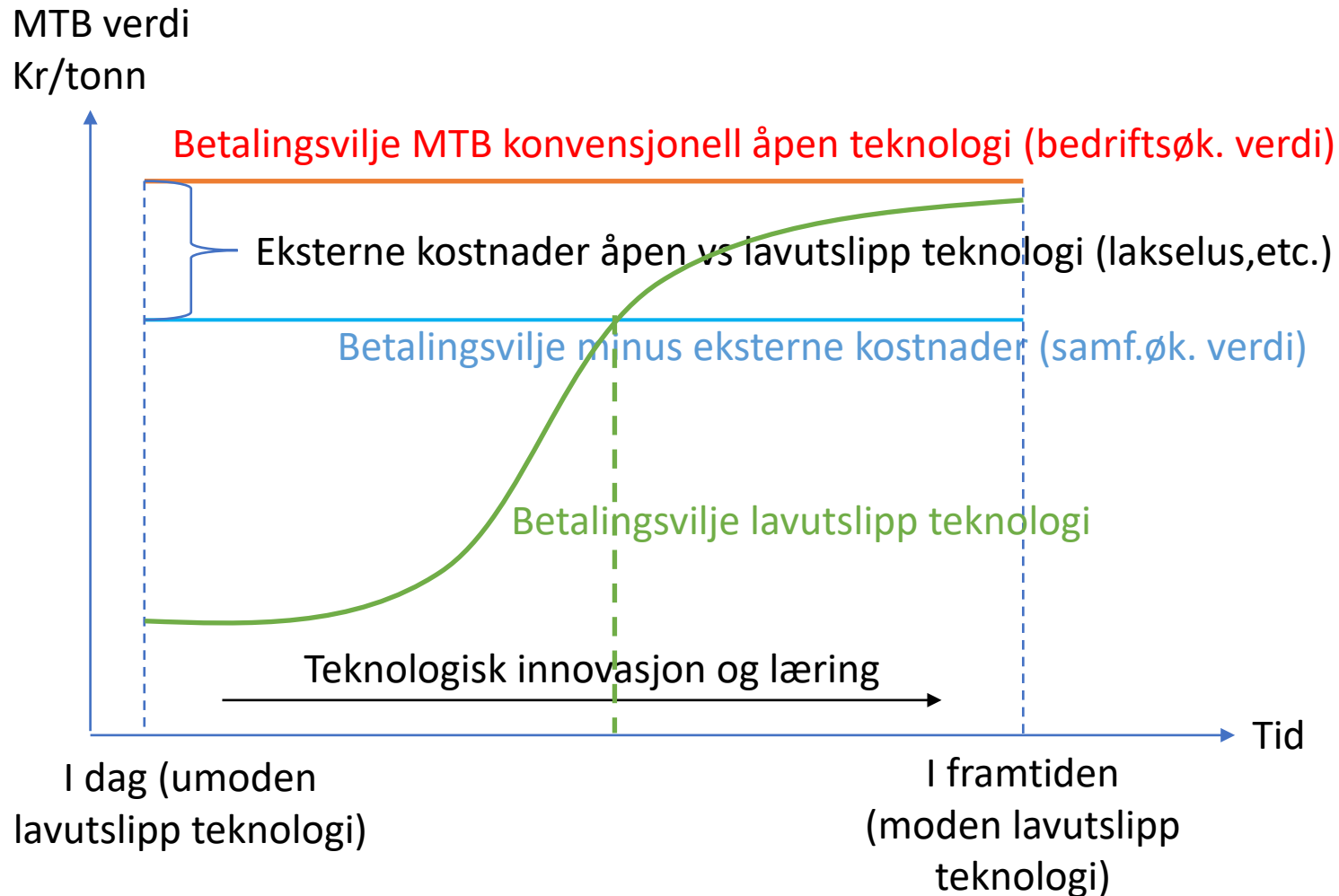
Virkemidler som gir incentiver for å investere i lavutslipp teknologier en suksess faktor

Havbruksutvalget NOU:

«Utvalget mener det bør legges bedre til rette for, og gis insentiver til, utvikling og bruk av produksjonsmetoder som muliggjør økt produksjon uten at dette går på bekostning av miljøet. En kombinasjon av prisede utslipp og offentlig støtte kan gi insentiver til å redusere miljøpåvirkning.»

Betalingsviljen for MTB - åpne vs lavutslipp anlegg

Over tid vil læring og innovasjon gi høyere betalingsvilje



To kilder til lav betalingsvilje:

1. Innovasjonsprosjektet med høy risiko
2. Regner ikke inn at andre får bedre økonomi.

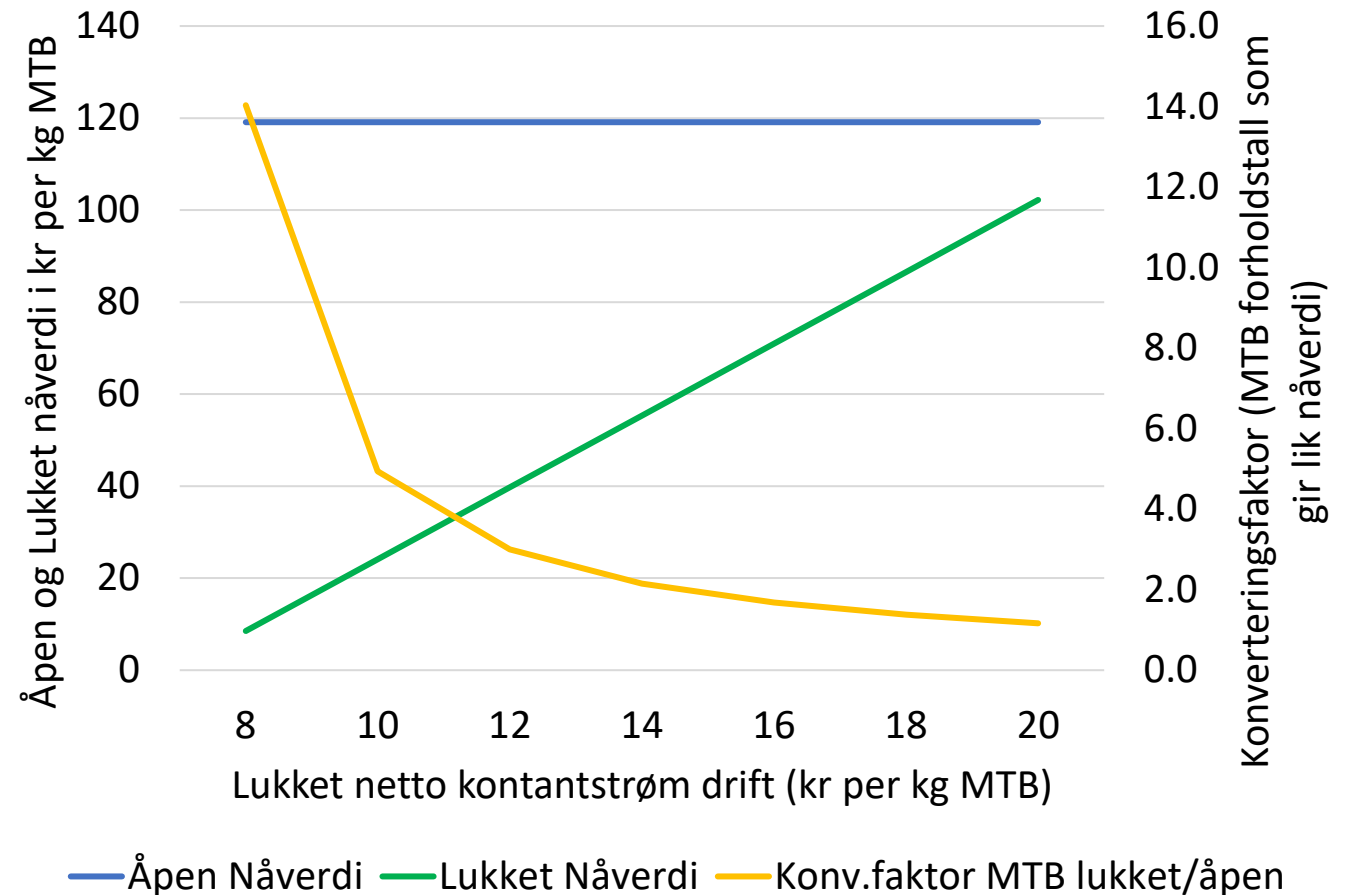
Havbruksutvalget har forslag til virkemidler som adresserer begge:

1. Miljøfleksibilitet – konvertertingsordning
2. Lusekvote, luseavgift m.m.

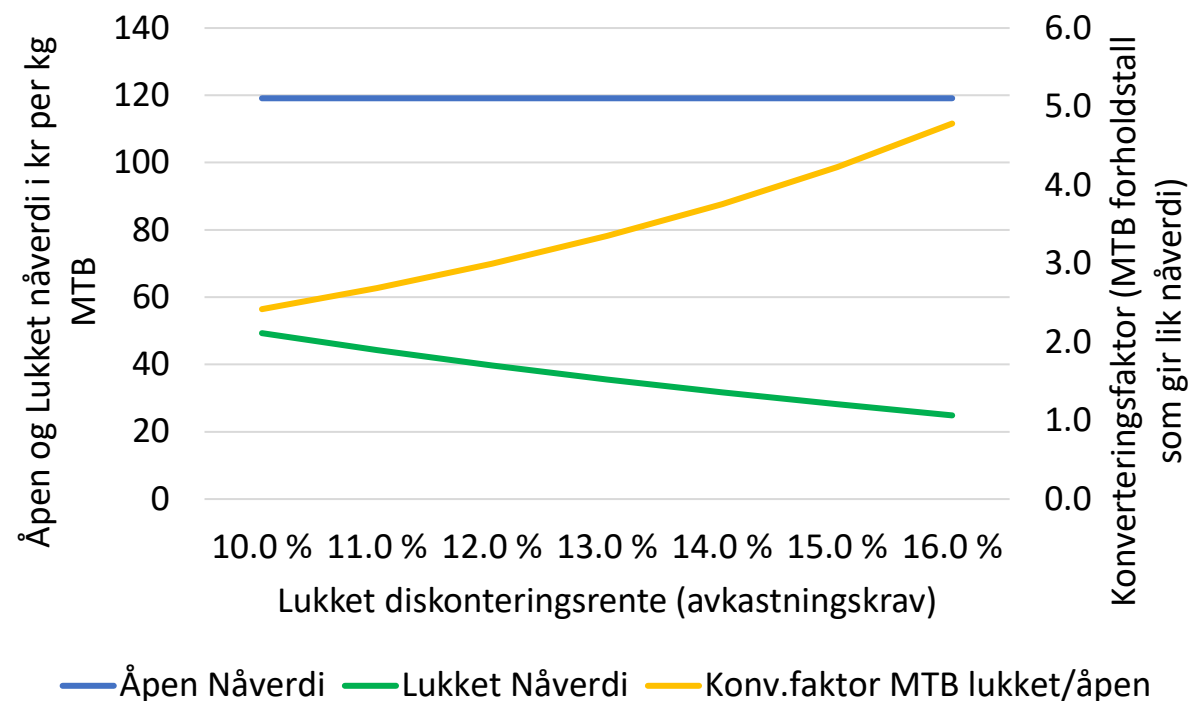
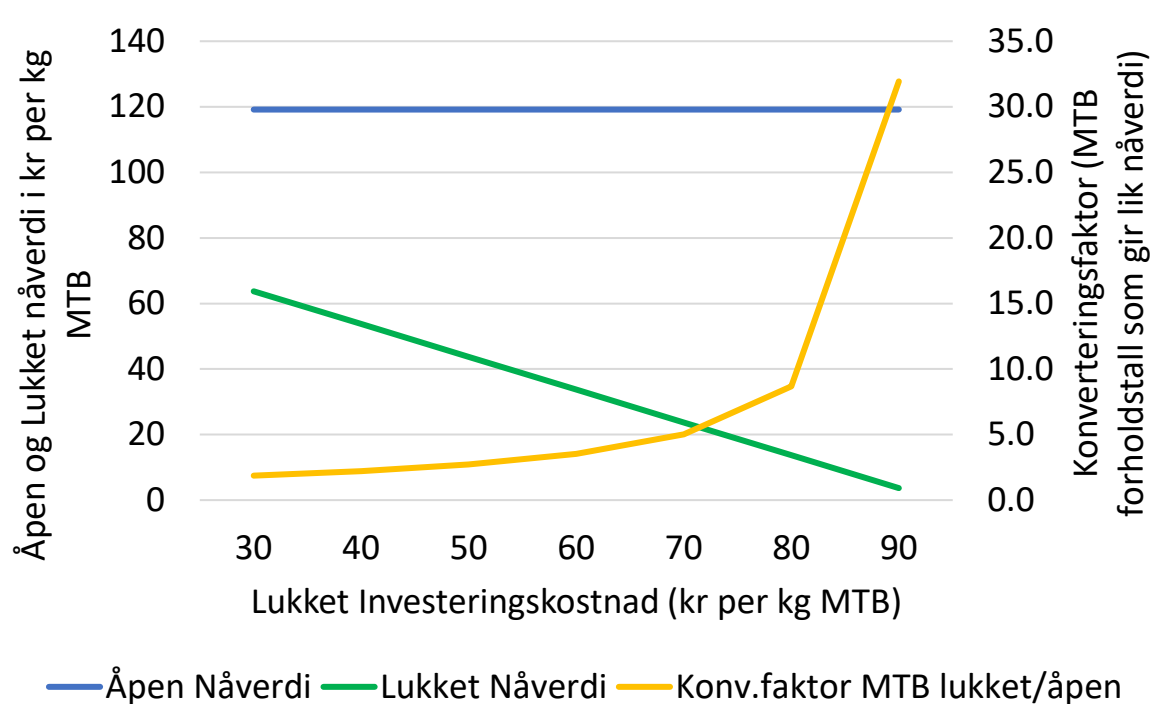
«Utvalget mener det bør legges bedre til rette for, og gis insentiver til, utvikling og bruk av produksjonsmetoder som muliggjør økt produksjon uten at dette går på bekostning av miljøet. En kombinasjon av prisede utslipp og offentlig støtte kan gi insentiver til å redusere miljøpåvirkning.»

Hva skal konverteringsfaktoren være mellom lukket og åpen MTB?

Variabel	Åpen	Lukket	Enhet
Diskonteringsrente (avk.krav)	10 %	12 %	Prosent
Investeringskostnad	10.00	54.00	kr / kg MTB
Netto kontantstrøm drift	15.00	12.00	kr / kg MTB
Nåverdi	119.09	39.73	kr / kg MTB
Konv.faktor MTB Lukket / MTB Åpen teknologi		3.00	tonn MTB



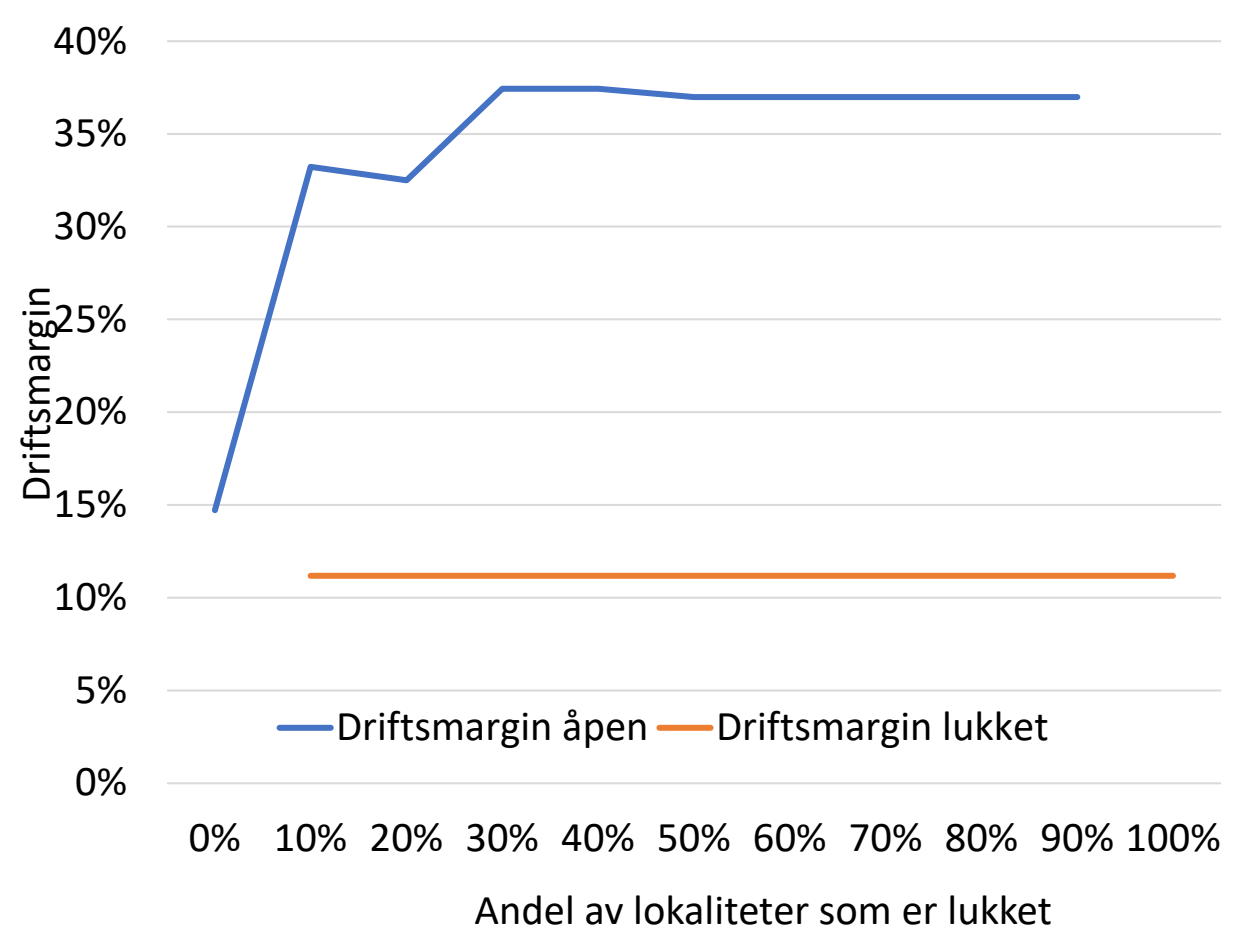
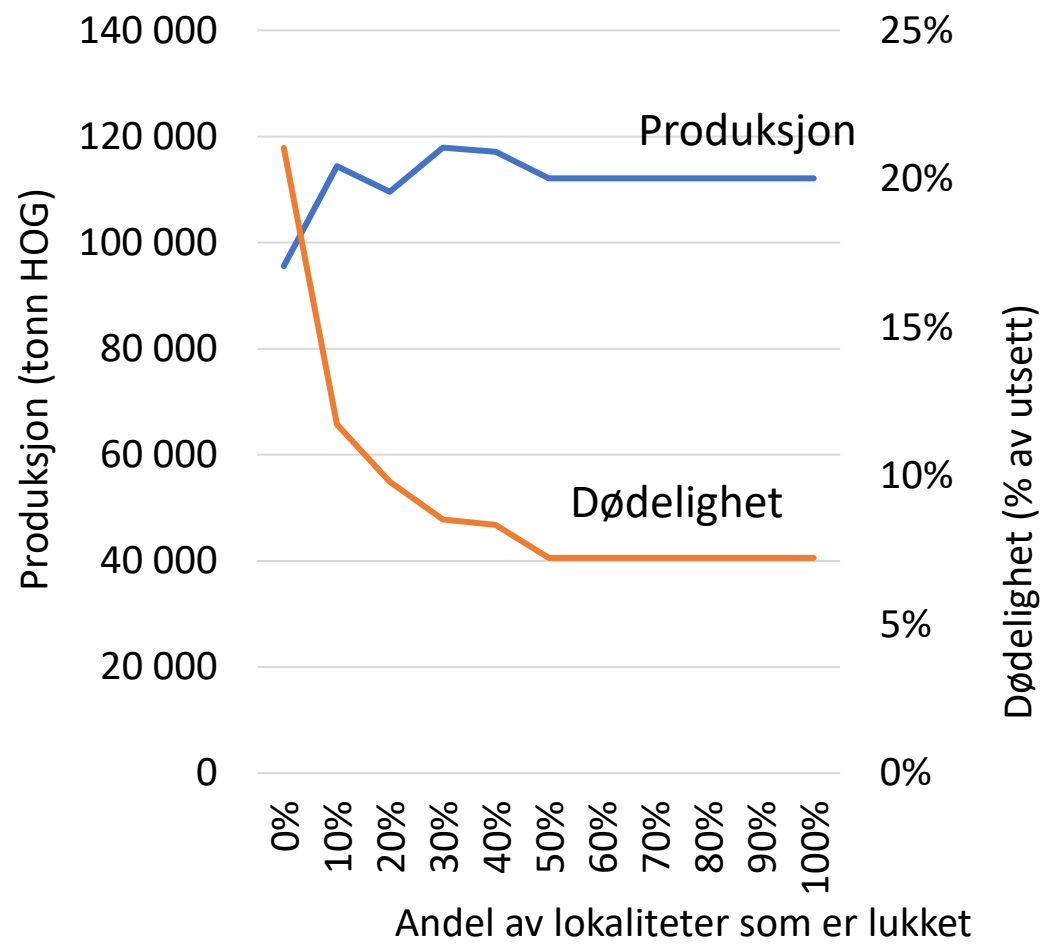
Hva skal konverteringsfaktoren være mellom lukket og åpen MTB?



Svar: Den blir lett i intervallet 2-3 tonn lukket MTB per 1 tonn åpen MTB.

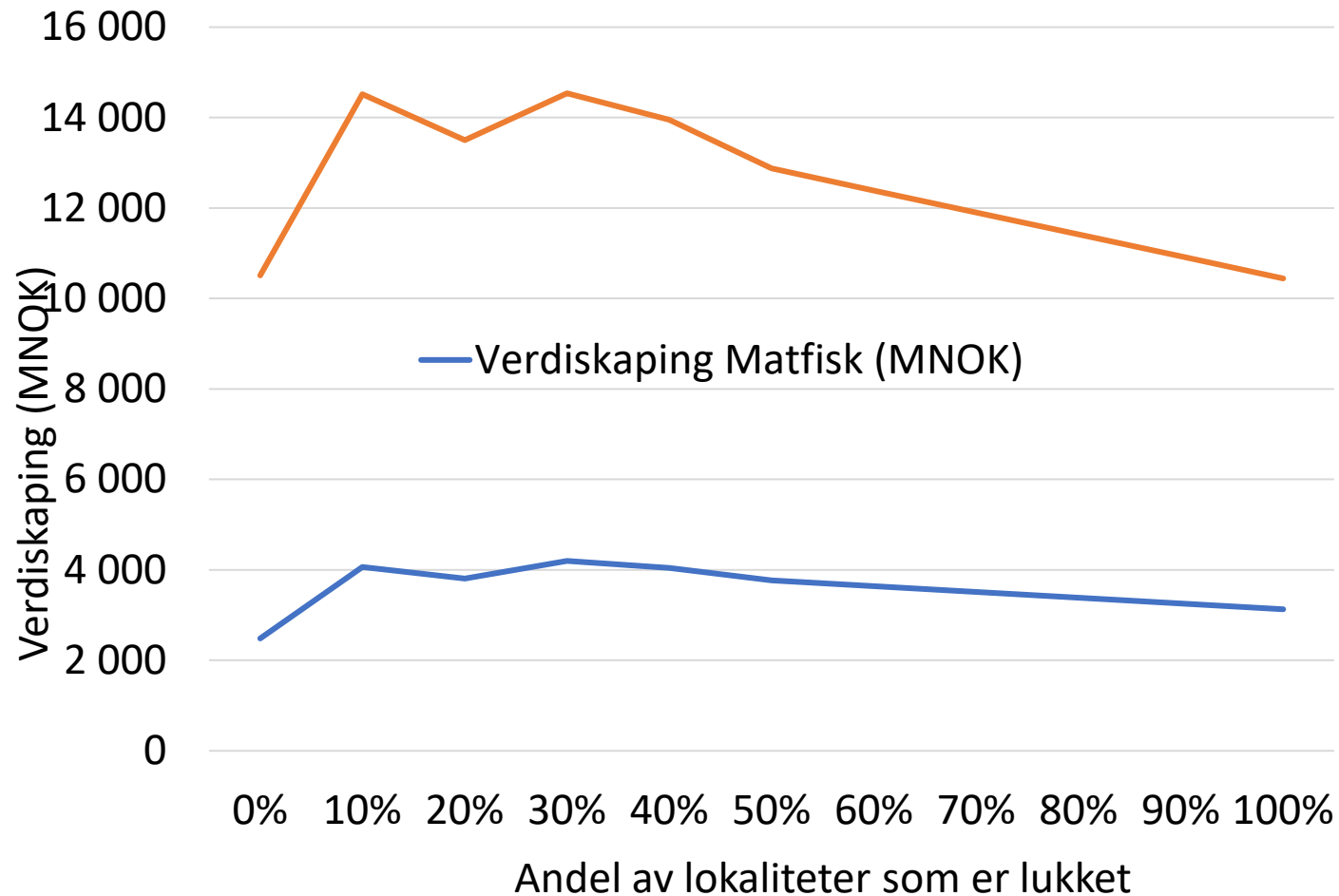
Modell simulering- Økende grad av lukking av produksjonen i område

Mer laks overlever, produksjonen øker, og driftsmarginen øker i åpne anlegg



Modell simulering- Økende grad av lukking av produksjonen i område

Verdiskapingen øker først, men faller ved høy grad av lukking

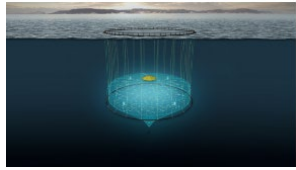


NB! Modell resultatene er avhengig av en rekke forutsetninger om teknologisk funksjonalitet, overlevelse, dødelighet, lusepopulasjonseffekter mm.

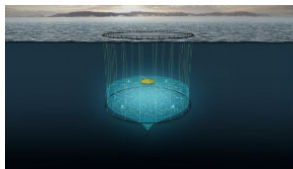
Bærekraftig vekst krever bruk av hele verktøykassen



Robuste anlegg i eksponerte kystarealer



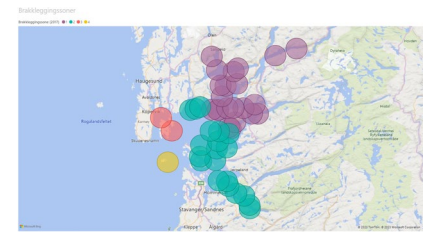
Lukkede sjøanlegg



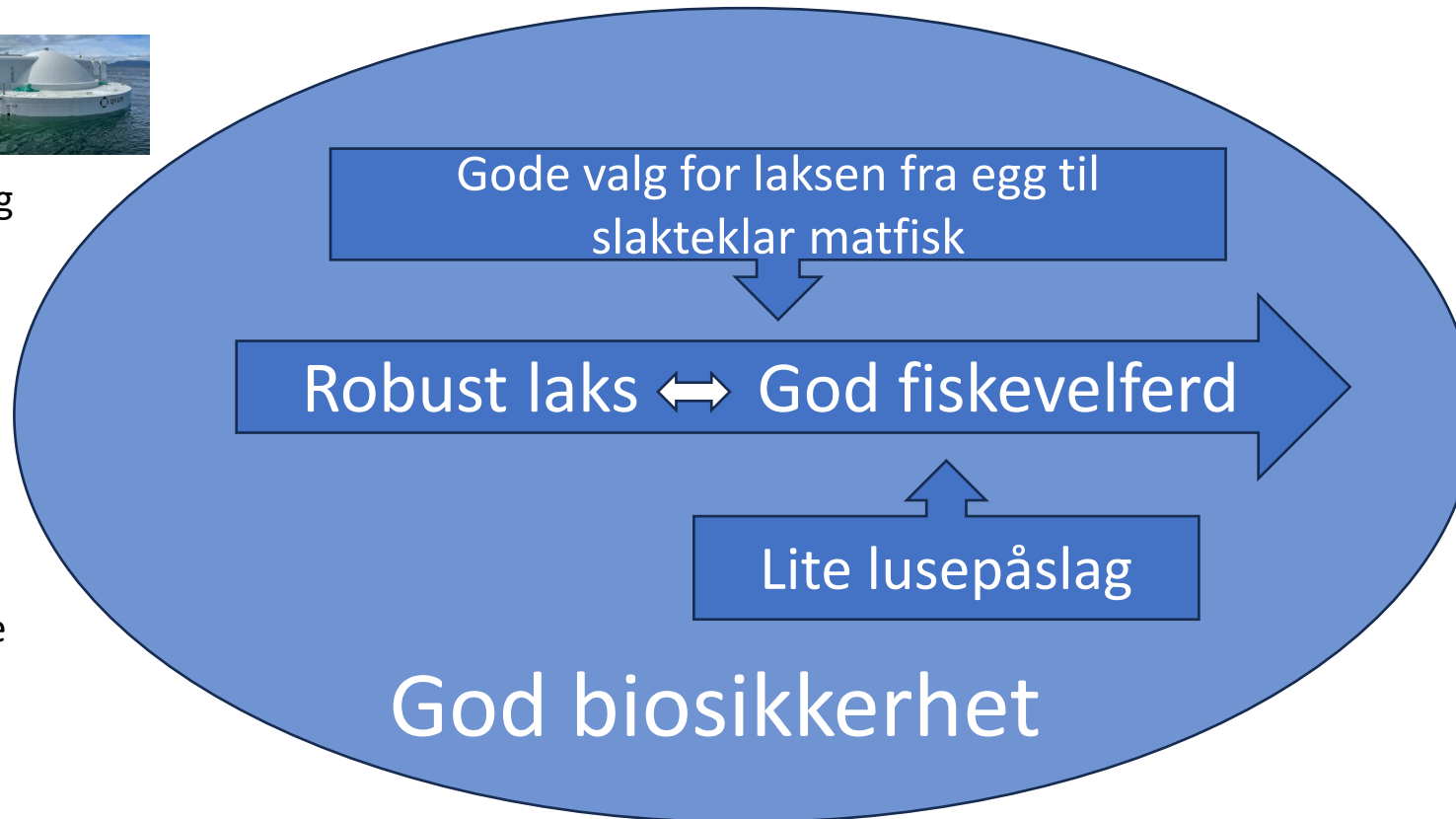
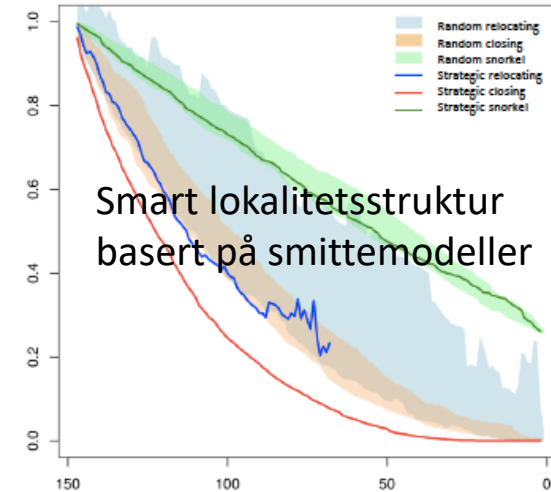
Dypdrift i fjordene



Bærekraftige forretningsmodeller



Koordinert produksjon og brakklegging



Robust smolt og postsmolt fra land

Bærekraftig bruk av kystarealene i havbruk

- Finnes det tilgjengelig areal for vekst?



Ragnar Tveterås (Prosjektleder),
Martin H. Bryde, Grunde Bruland,
Bård Misund, Cecilie Walde, Kursat
Kan Akbas, Andrea Viga Søndena

Stavanger, 14. november 2023

Det står mye mer i
denne rapporten!

Blir lagt ut på
BluePlanets
hjemmeside.

Takk!