

Hva har lakselusa medført? Samspillet mellom biologi, innovasjon, marked og økonomi

Ragnar Tveterås



8. Februar 2023

Hva er problemet fra et samfunnsøkonomisk perspektiv?

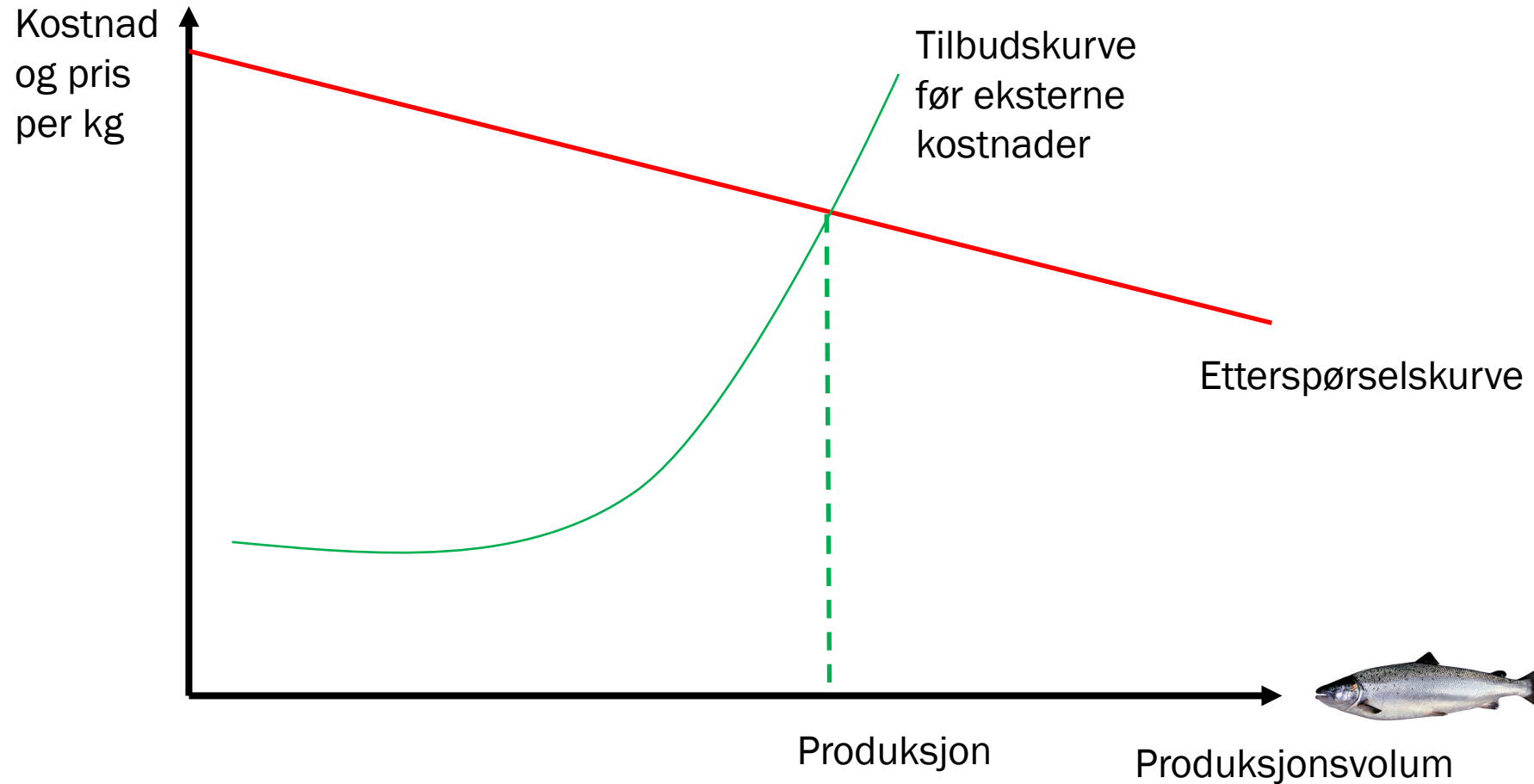
Lakselus er en eksternalitet

Havbruksselskaper internaliserer ikke i sitt eget regnskap

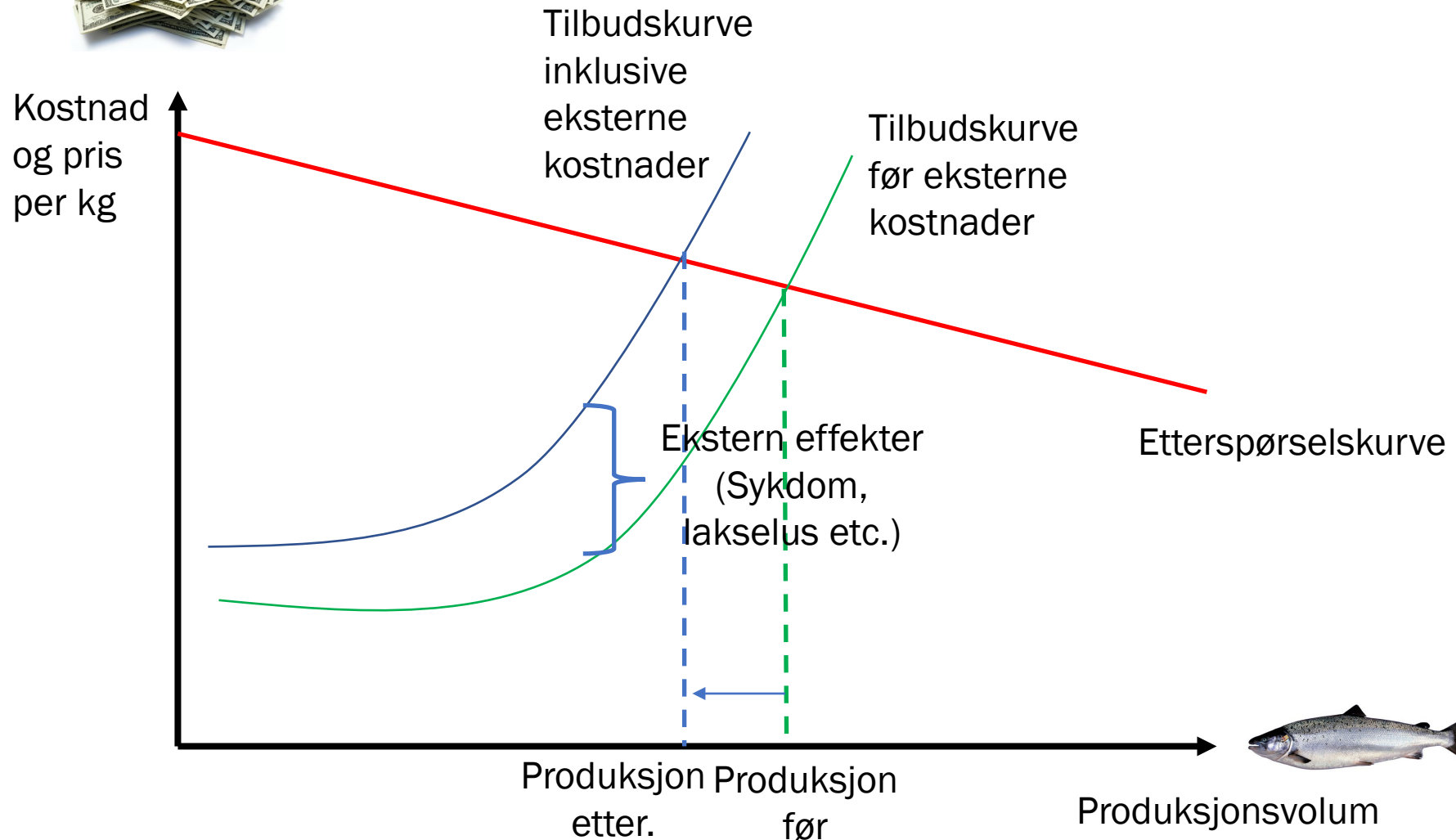
hva lakselusa koster andre aktører,

altså andre havbruksselskaper, lakseelver mm

Et laksemarked med eksterne effekter

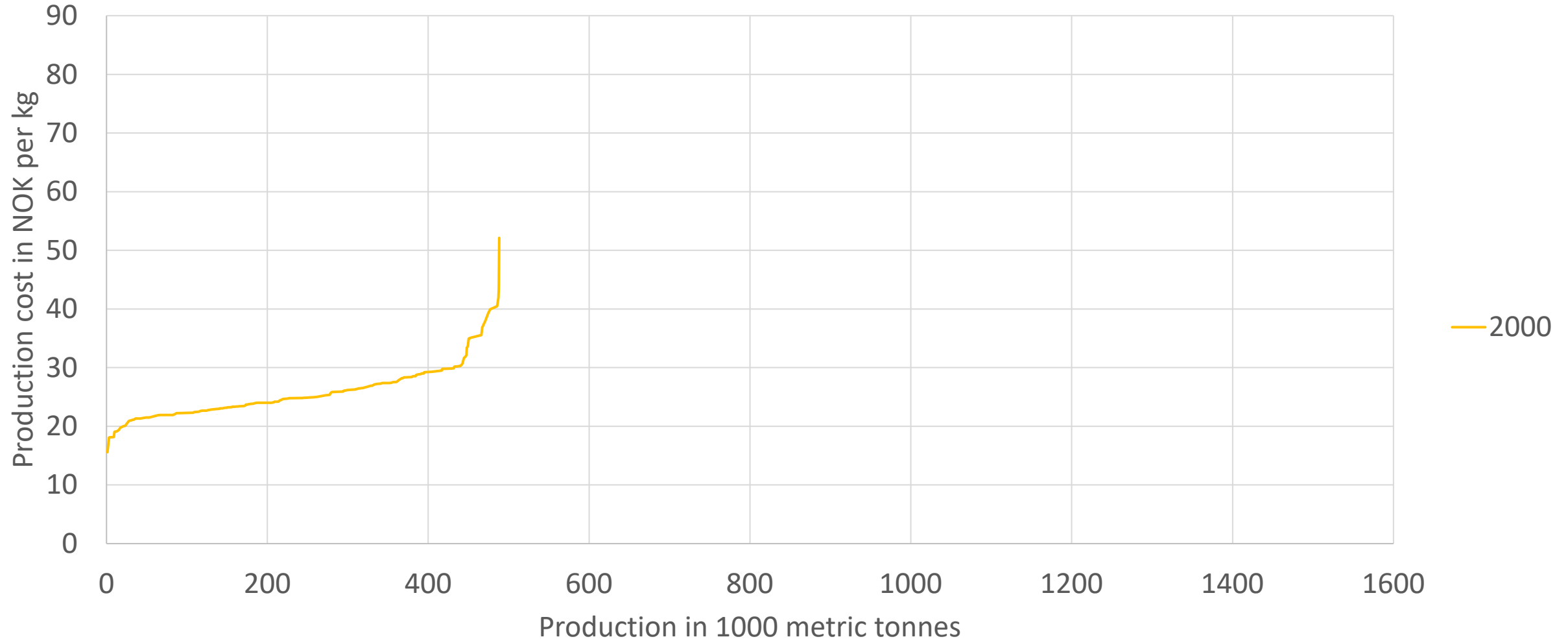


Et laksemarked med eksterne effekter



Tilbudskurven til norsk havbruksnæring

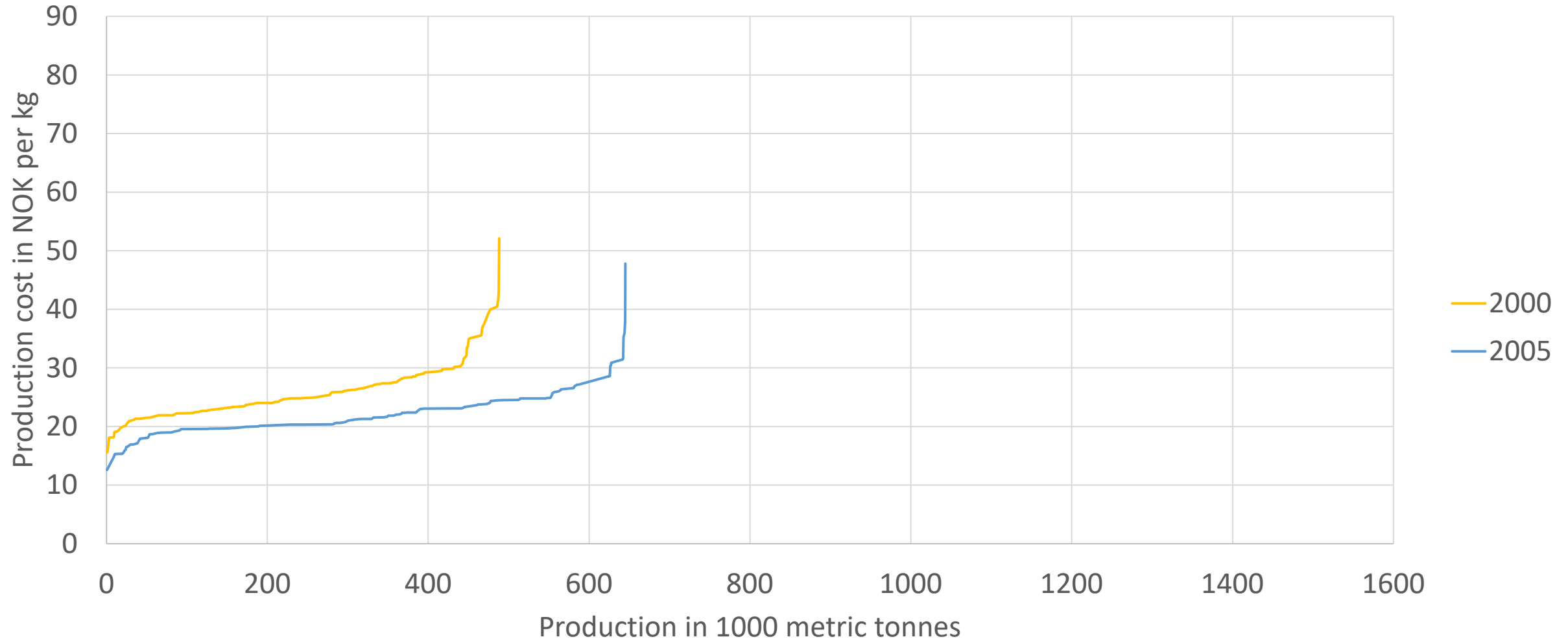
Inflasjonsjusterte produksjonskostnader i matfiskproduksjon av laks og ørret



Kilde: Fiskeridirektoratets lønnsomhetsundersøkelse

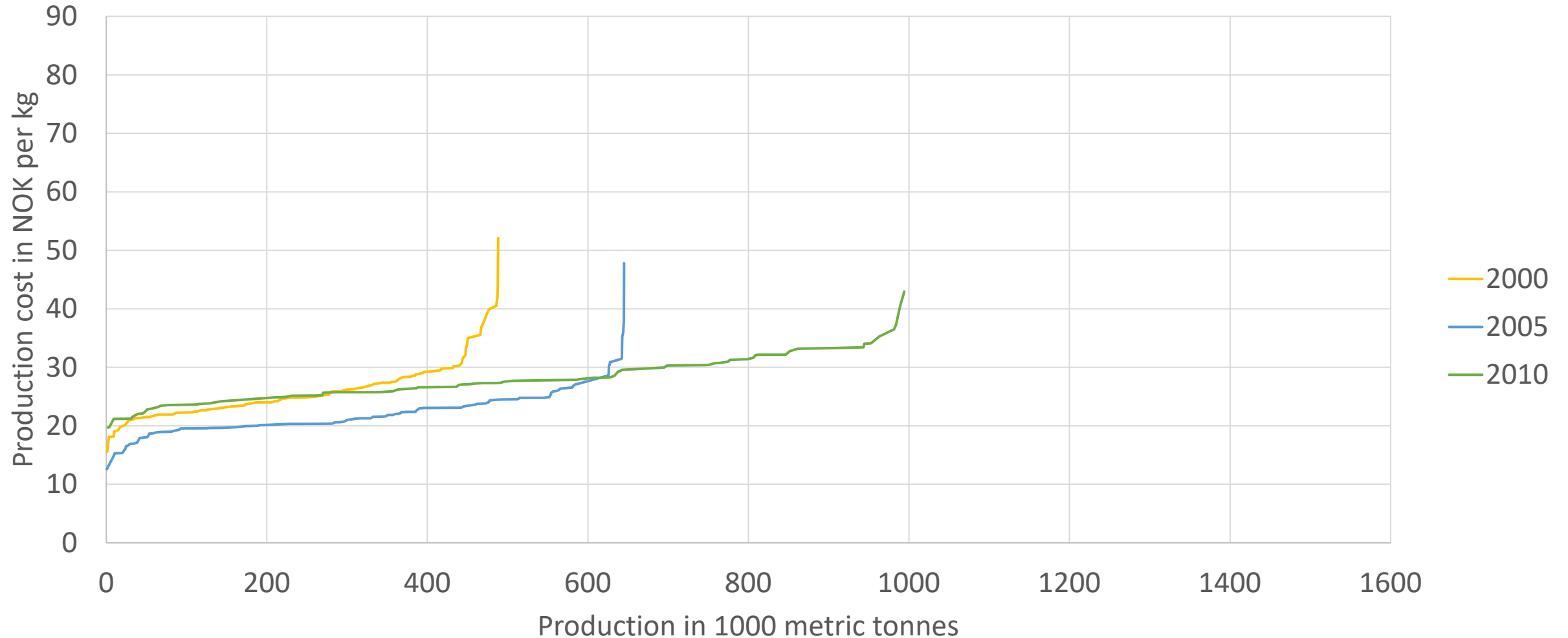
Tilbudskurven til norsk havbruksnæring

Inflasjonsjusterte produksjonskostnader i matfiskproduksjon av laks og ørret



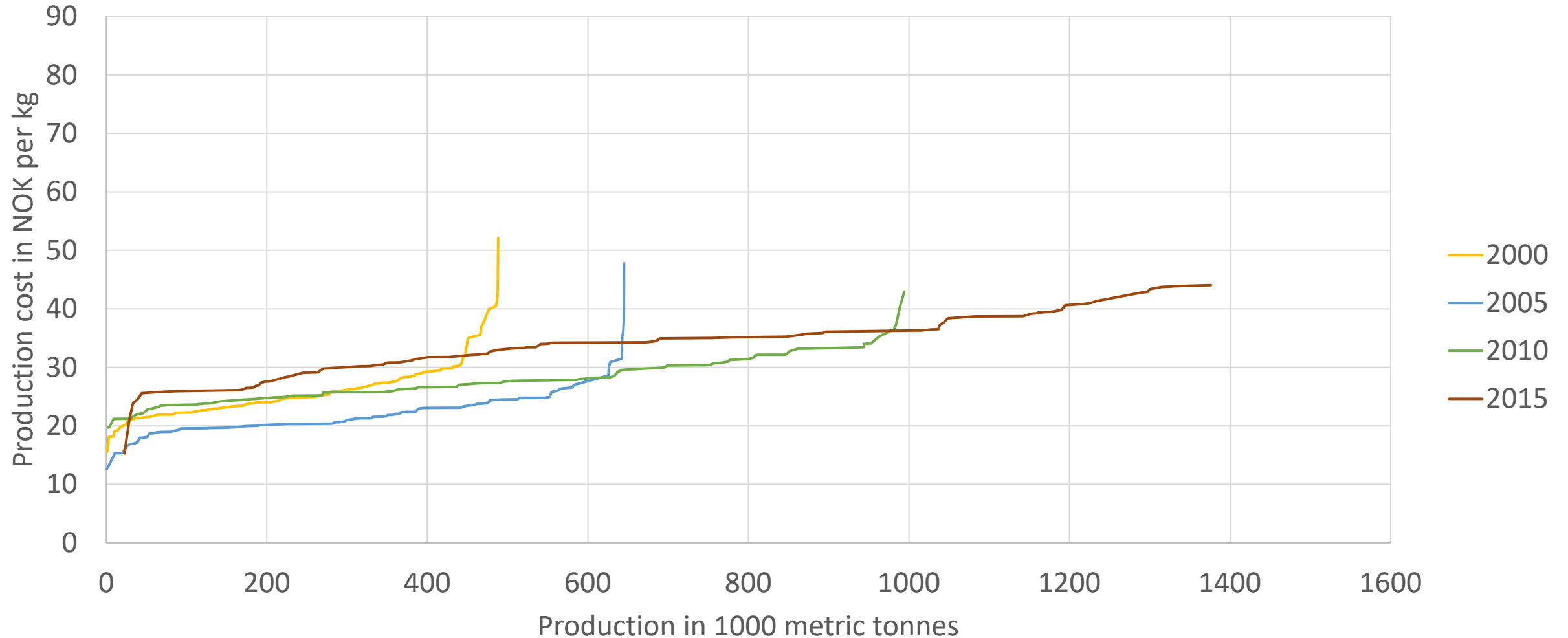
Tilbudskurven til norsk havbruksnæring

Inflasjonsjusterte produksjonskostnader i matfiskproduksjon av laks og ørret



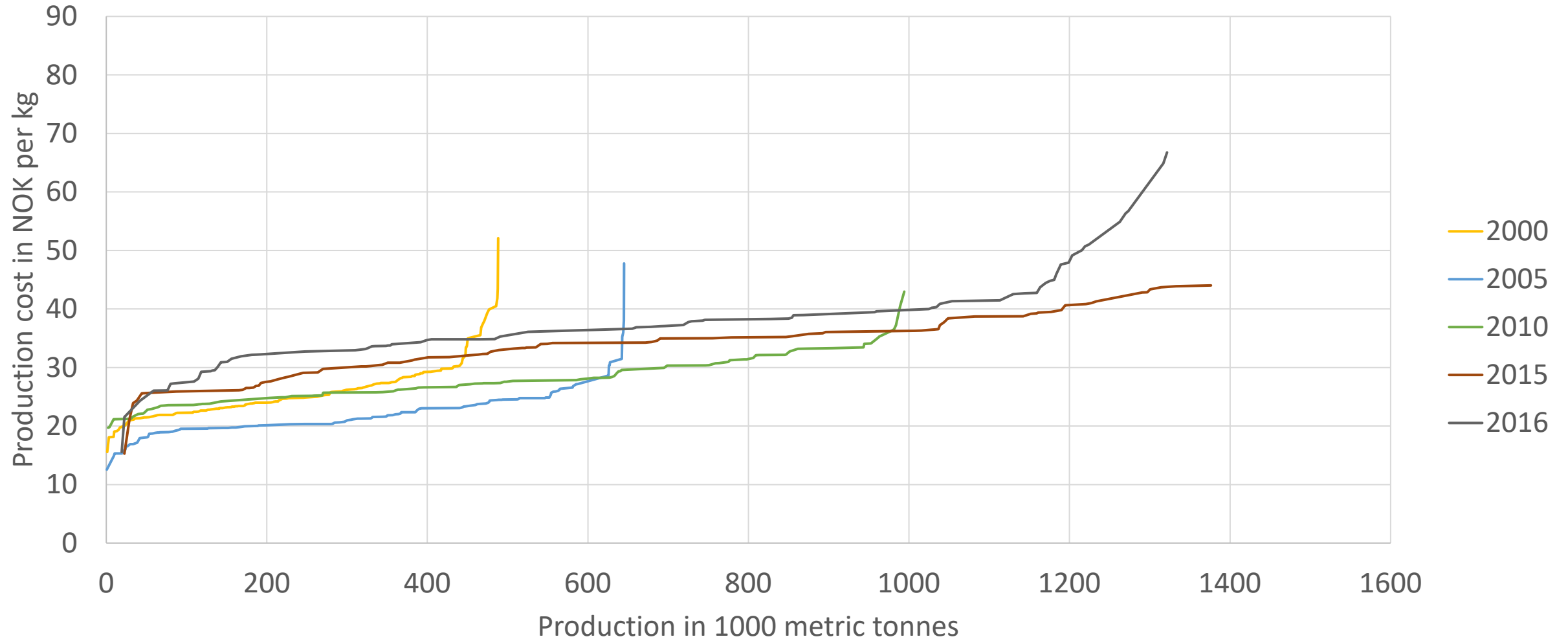
Tilbudskurven til norsk havbruksnæring

Inflasjonsjusterte produksjonskostnader i matfiskproduksjon av laks og ørret



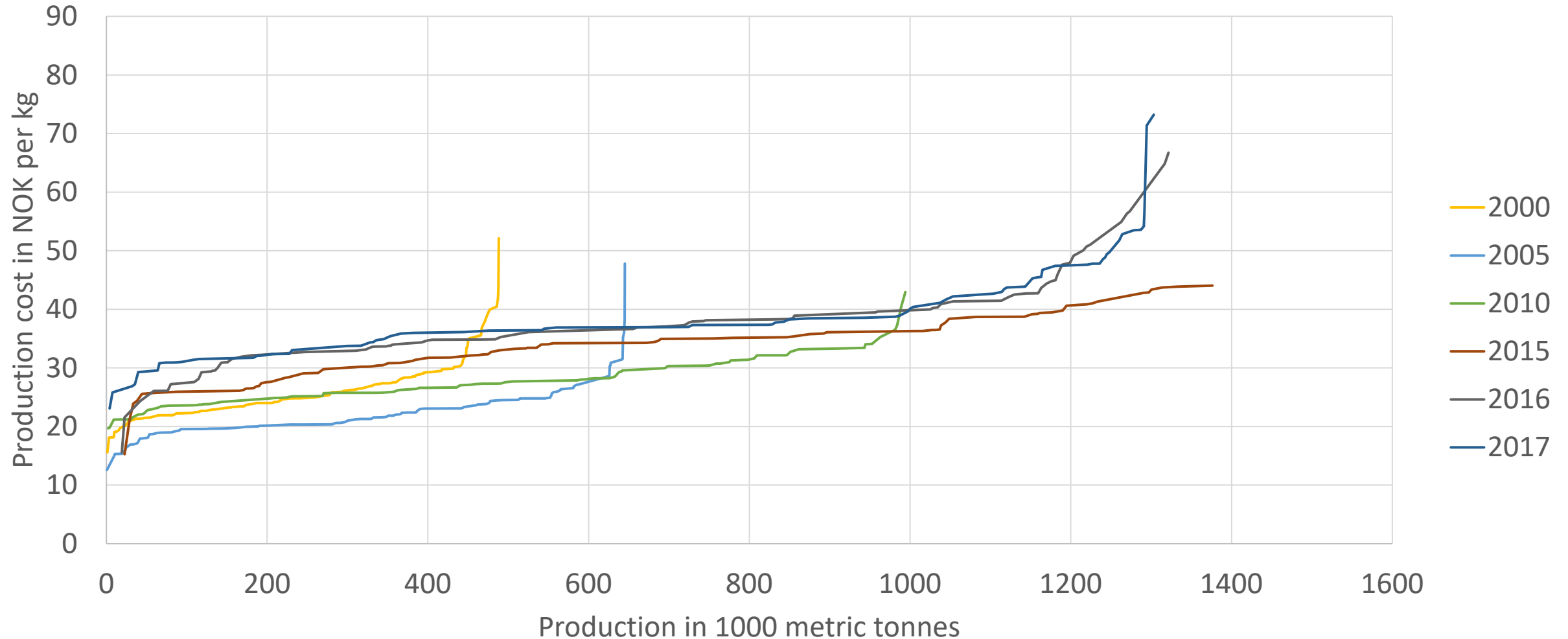
Tilbudskurven til norsk havbruksnæring

Inflasjonsjusterte produksjonskostnader i matfiskproduksjon av laks og ørret



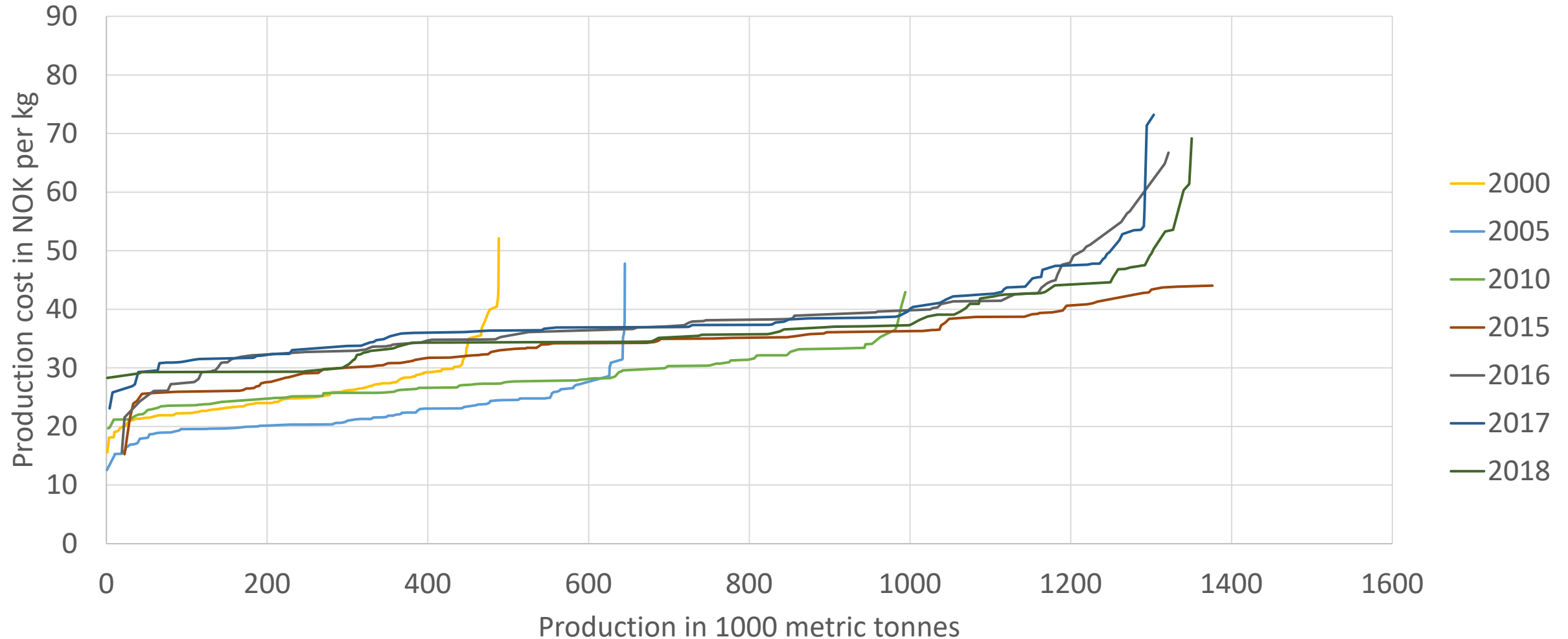
Tilbudskurven til norsk havbruksnæring

Inflasjonsjusterte produksjonskostnader i matfiskproduksjon av laks og ørret



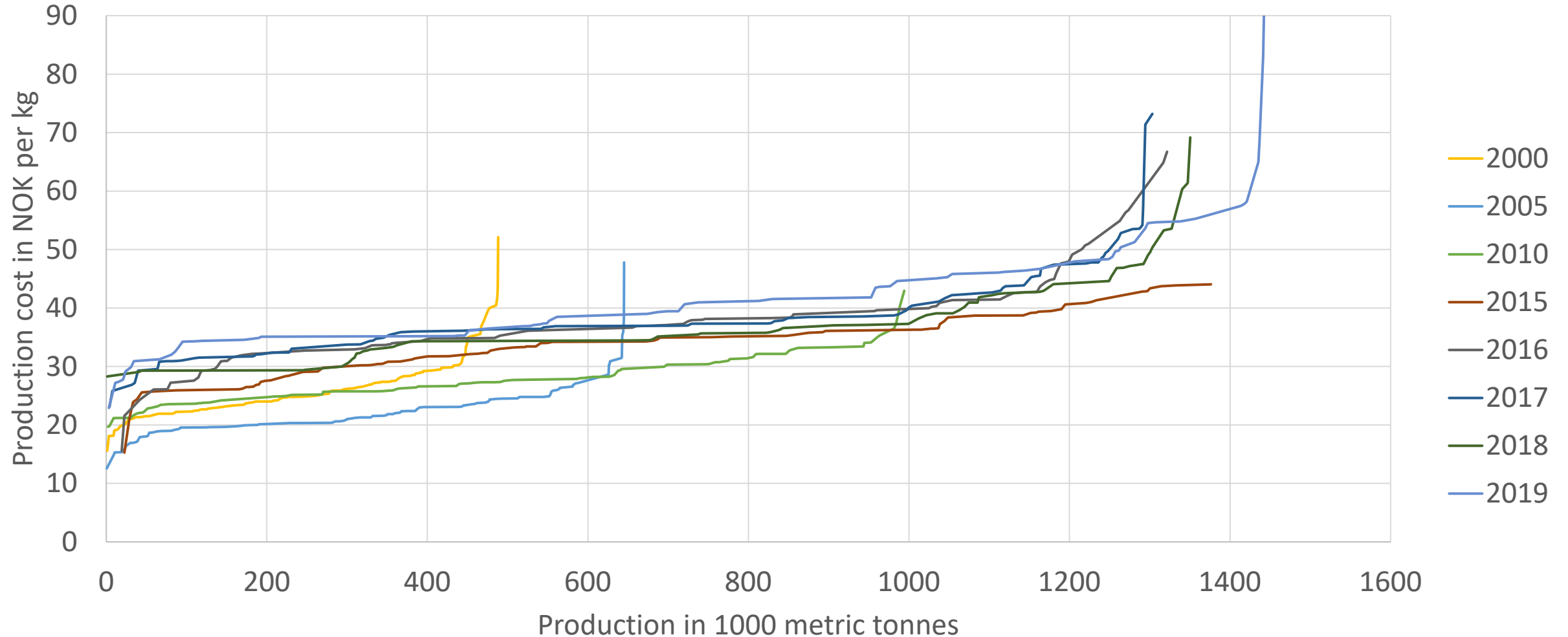
Tilbudskurven til norsk havbruksnæring

Inflasjonsjusterte produksjonskostnader i matfiskproduksjon av laks og ørret



Tilbudskurven til norsk havbruksnæring

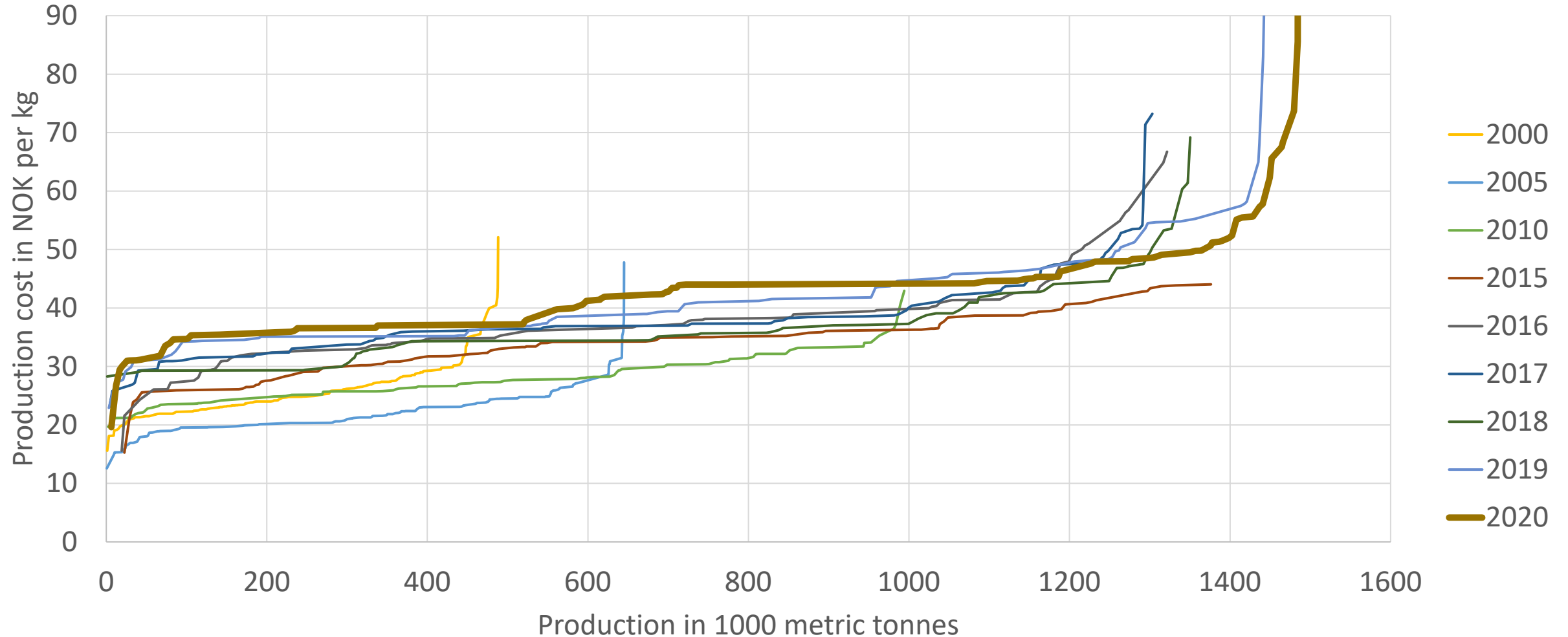
Inflasjonsjusterte produksjonskostnader i matfiskproduksjon av laks og ørret



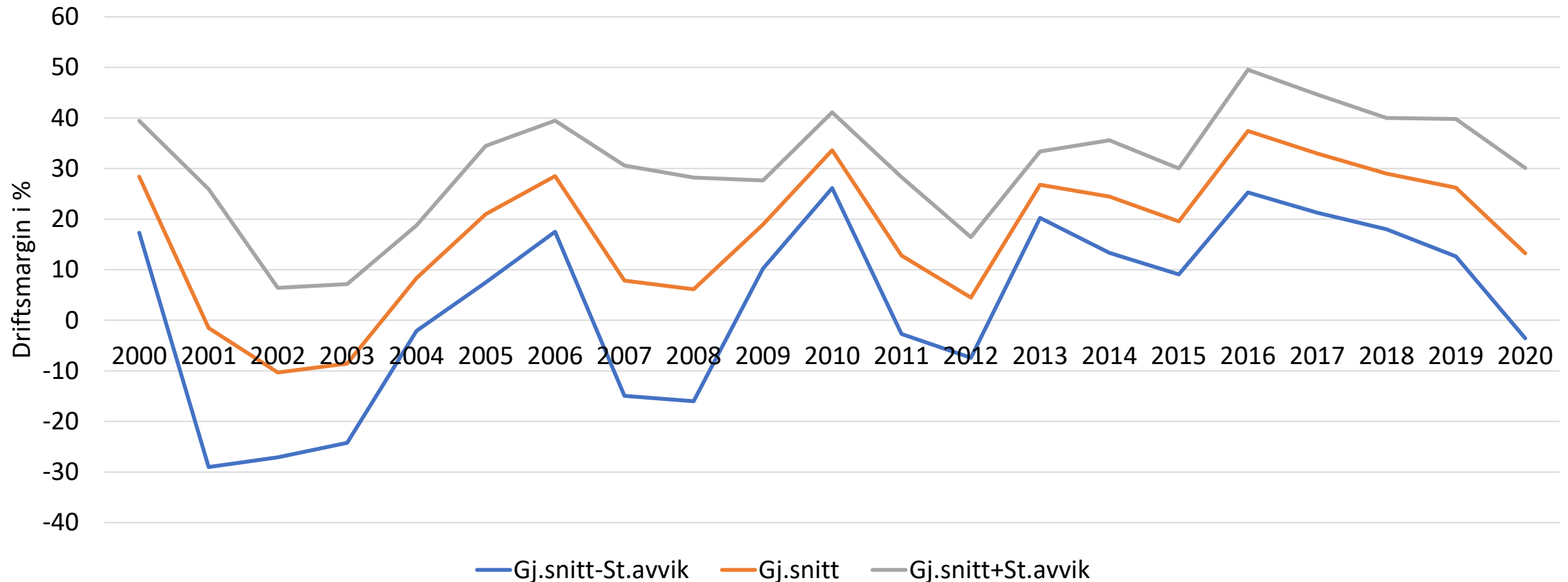
Kilde: Fiskeridirektoratets lønnsomhetsundersøkelse

Tilbudskurven til norsk havbruksnæring

Inflasjonsjusterte produksjonskostnader i matfiskproduksjon av laks og ørret



Havbruksnæringens lønnsomhet: Til tider høy, store variasjoner fra år, og store forskjeller mellom selskaper



Myndighetenes innovasjoner - reguleringer

- Maksimal tillat biomasse (MTB)
- Lusegrense på anlegg
- Trafikklyssystemet

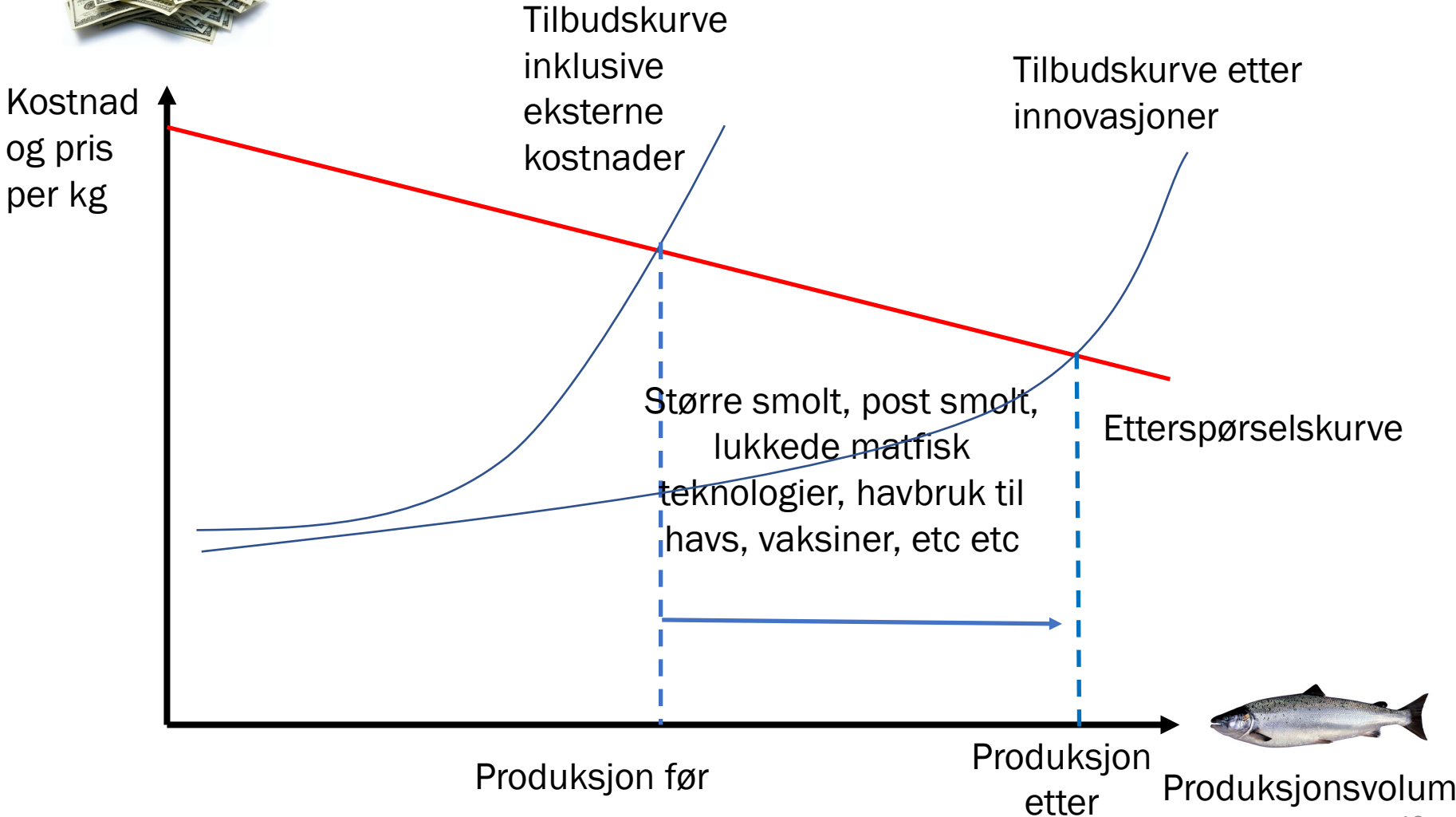
PO	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1	Lav	Lav	Lav	Lav	Lav	Lav
2	Mod	Lav	Mod	Lav	Høy	Lav
3	Høy	Høy	Høy	Mod	Høy	Høy
4	Mod	Høy	Mod	Høy	Mod	Høy
5	Mod	Mod	Mod	Høy	Lav	Mod
6	Mod	Lav	Lav	Lav	Lav	Lav
7	Mod	Lav	Mod	Lav	Mod	Mod
8	Lav	Lav	Lav	Lav	Lav	Lav
9	Lav	Lav	Lav	Lav	Lav	Lav
10	Lav	Lav	Lav	Mod	Lav	Lav
11	Lav	Lav	Lav	Lav	Lav	Lav
12	Lav	Lav	Lav	Lav	Lav	Lav
13	Lav	Lav	Lav	Lav	Lav	Lav



Lakselus (sammen med andre eksternaliteter) regulerer tilbudet av laks

- Global etterspørsel vokser raskere enn globalt tilbud → lakseprisen stiger
- Den ekstraordinære lønnsomheten i lakseoppdrett skyldes mye at naturen (les: lakselusa) lager problemer
- Lakselusa gjør det mulig med grunnrenteskatt!

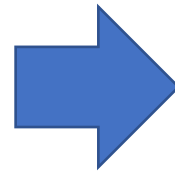
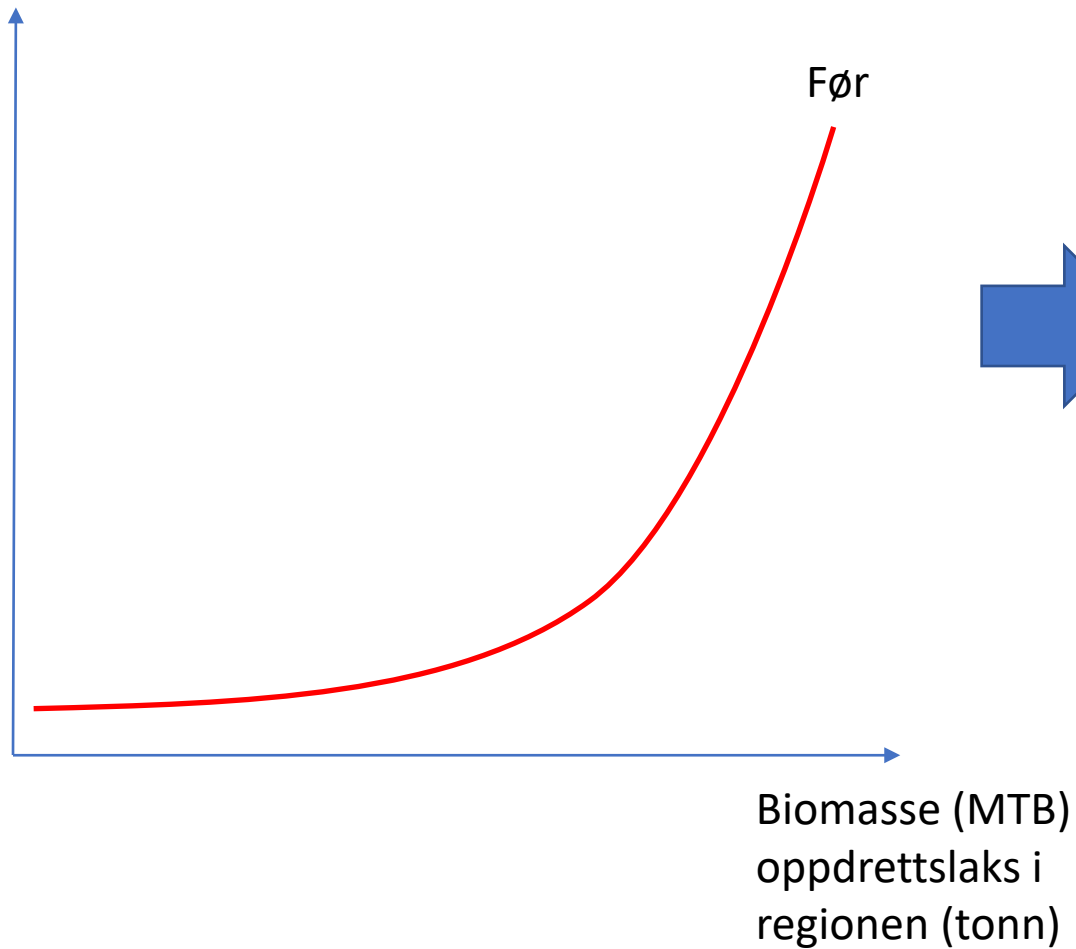
Vellykket FoU og innovasjon



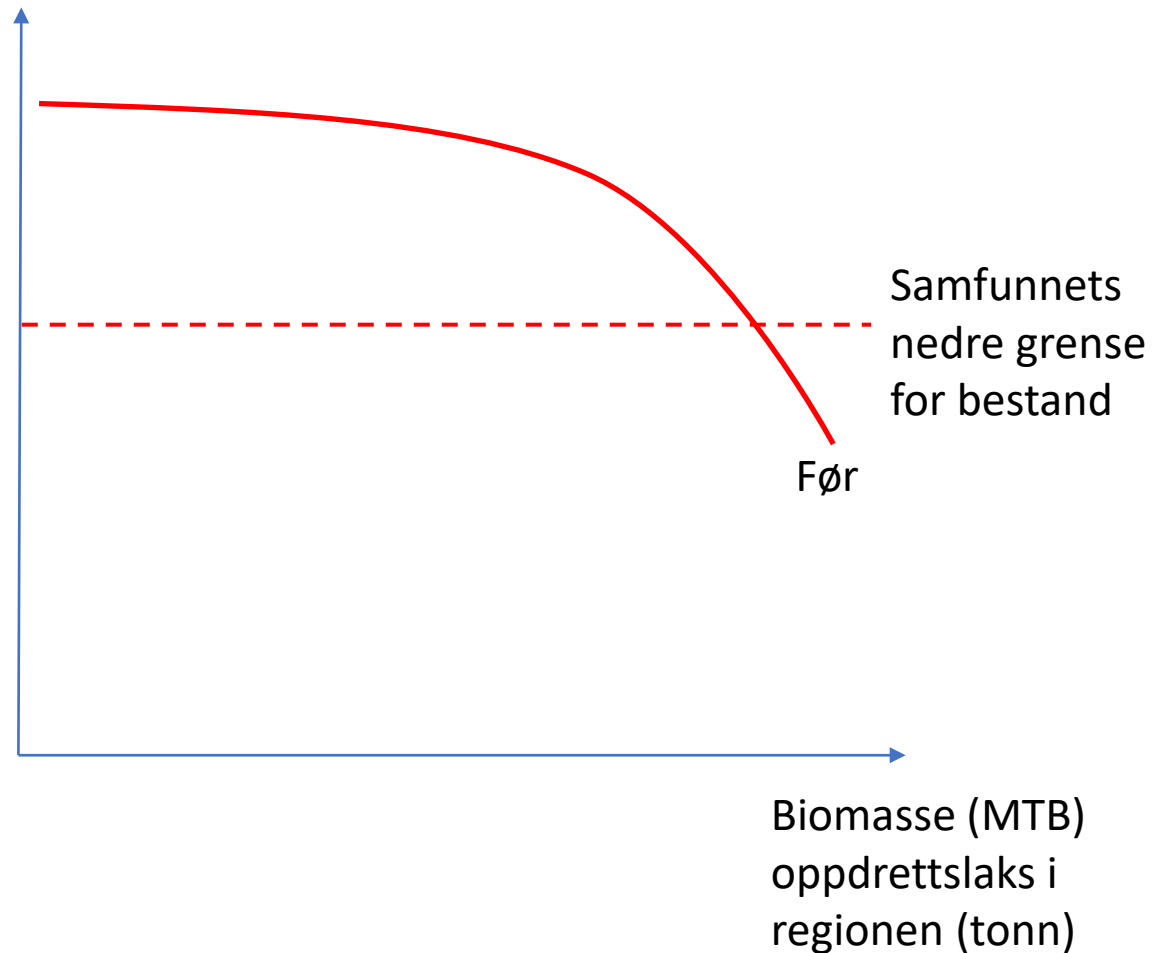
Innovasjoner i teknologier og drift kan øke den bærekraftige MTB og produksjon i en region

Innovasjon i teknologier og drift øker bærekraftig MTB

Antall lakselus i regionen

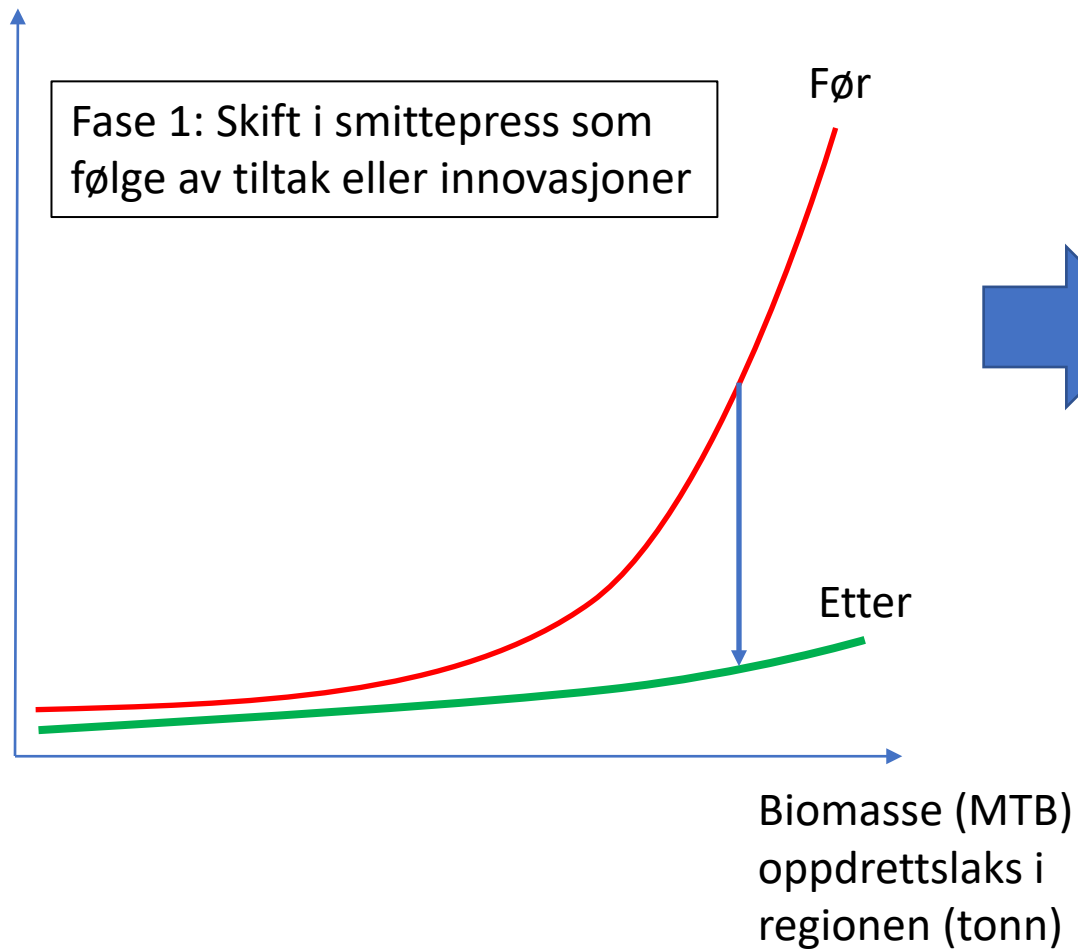


Villaks bestand (tonn)

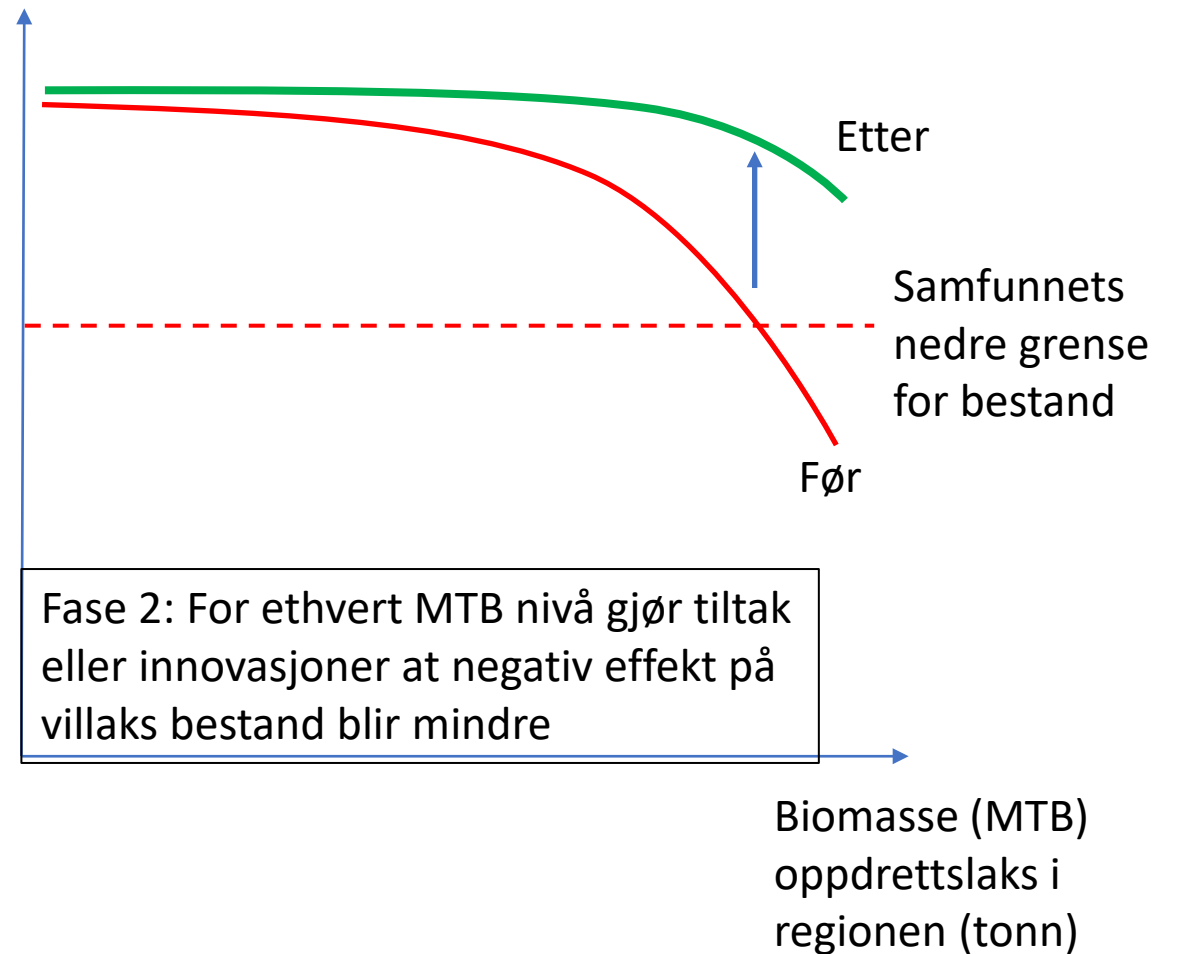
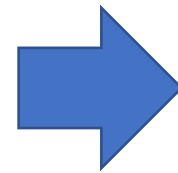


Innovasjon i teknologier og drift øker bærekraftig MTB

Antall lakselus i regionen



Villaks bestand (tonn)



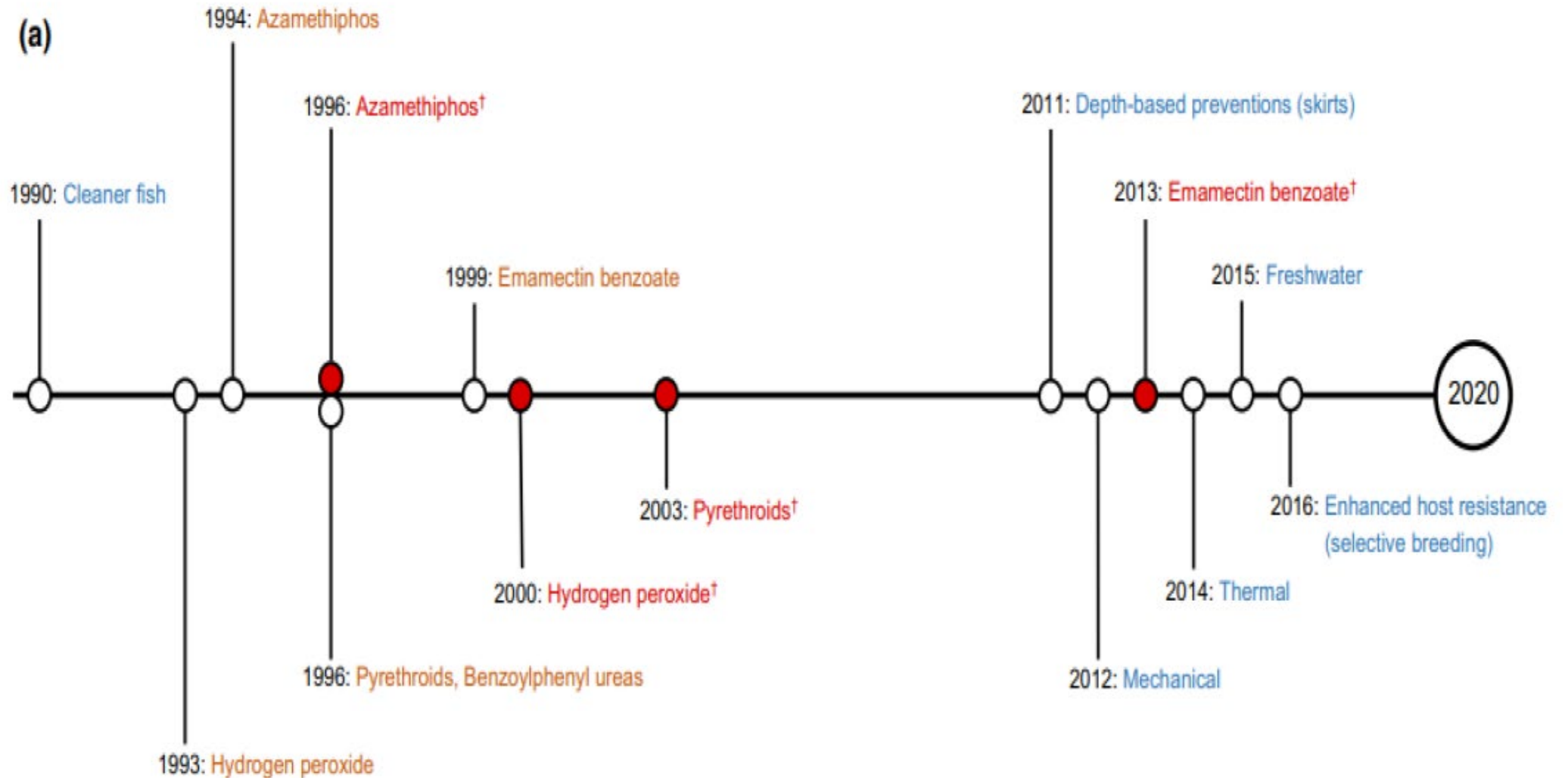
Myndighetenes innovasjoner har utløst private innovasjonsprosesser som savner sidestykke

- Maksimal tillat biomasse (MTB)
- Lusegrense på anlegg
- Trafikklyssystemet

- Forskningstillatelser

- Utviklingstillatelser
 - Menon identifiserte 21 prosjekter med planlagte investeringer for 15 milliarder kroner per mars 2021
 - Utviklingstillatelsene per mars 2021 representerte en statlig støtte på i underkant av 10 milliarder kroner (Menon)
 - Til sammenligning var den totale støtten i Norge gjennom det næringsrettede virkemiddelapparatet på 25 milliarder kroner

Tidslinje for lakselus behandling



Metoder for å redusere lakselus i oppdrett

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

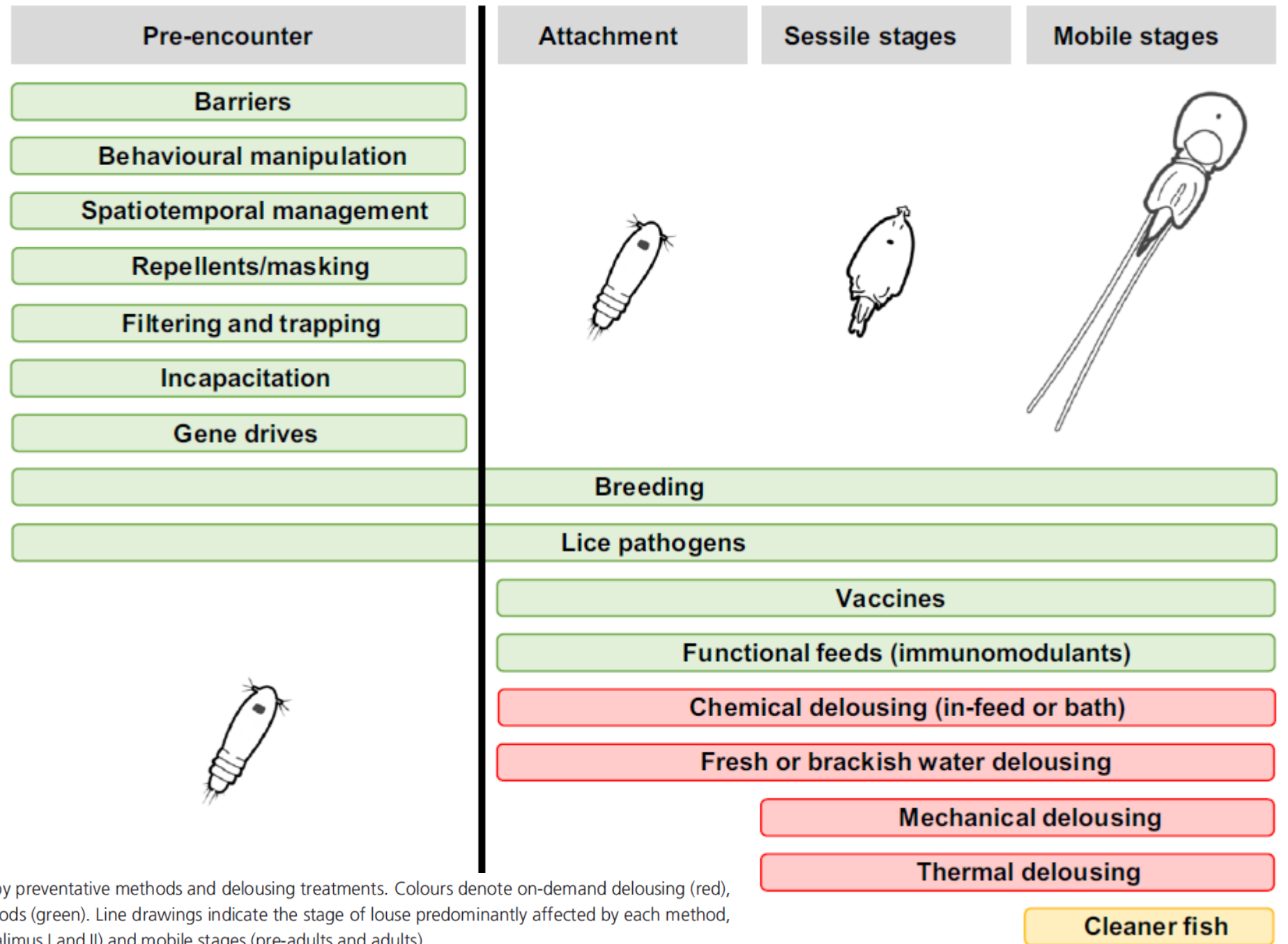
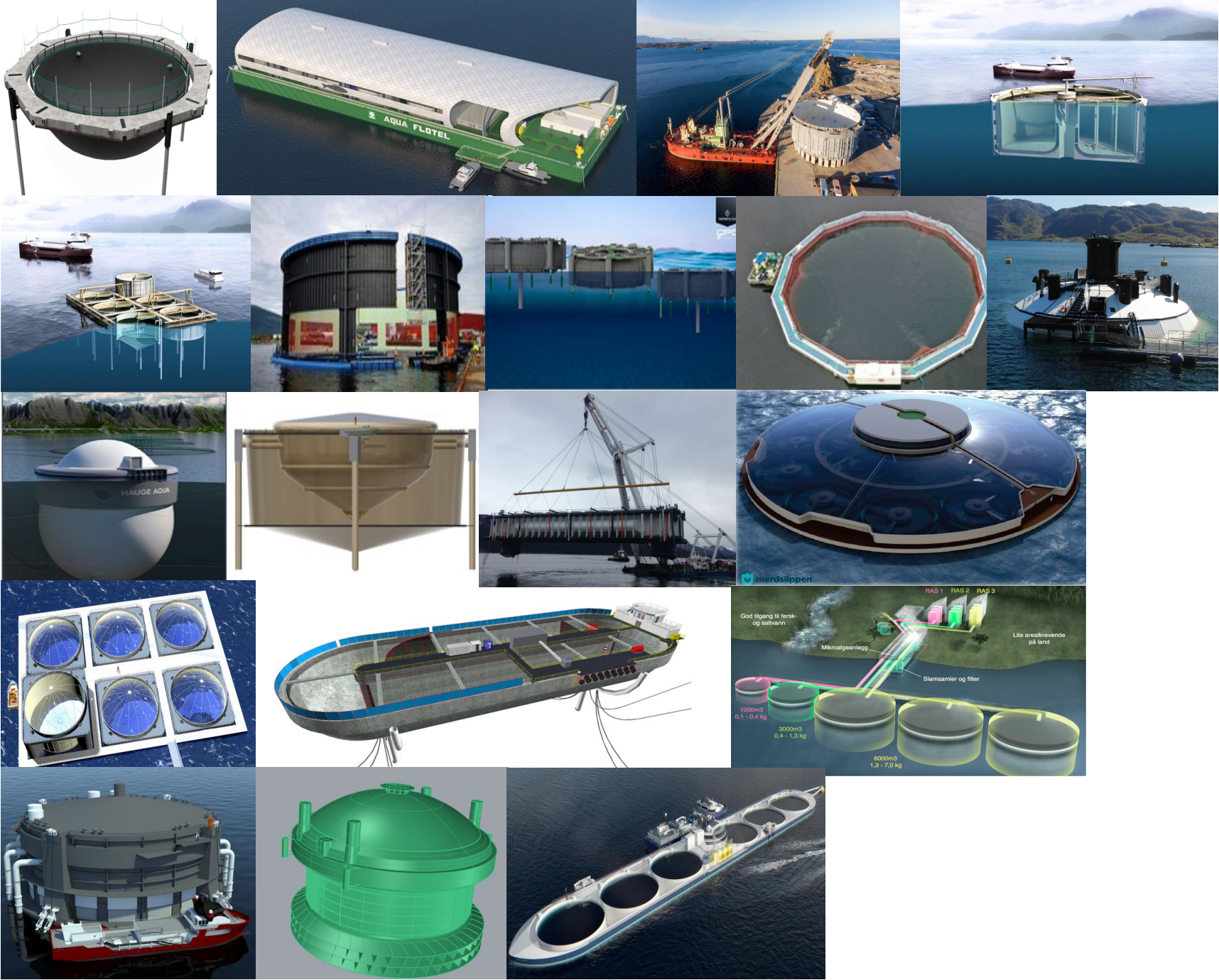


Figure 1 Sea louse infestation timepoints targeted by preventative methods and delousing treatments. Colours denote on-demand delousing (red), continuous delousing (orange) and preventative methods (green). Line drawings indicate the stage of louse predominantly affected by each method, L-R: larvae (nauplii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

Lukkede/semilukkede konsepter i sjø



Lukkede / semi-lukkede sjøanlegg: Leverandører og konsepter

Kilde: BluePlanet.

Norsk Fiskeoppdrett har presentert [25 lukkede/semilukkede konsepter](#), og også [antydnet prisen på mange slike anlegg](#).

Company	Brand name	Solution for sea	Main material	Status
Akvafuture AS	Akvafuture	Closed	Closed bag	Full scale development
FishGlobe AS	FishGlobe 3,5K	Closed	Polyetylen (PE)	Pilot test
FishGlobe AS	FishGlobe 10K	Closed	Polyetylen (PE)	Detailed planning
FishGlobe AS	FishGlobe 30K	Closed	Polyetylen (PE)	Detailed planning
Nekkar AS	Starfish	Closed	Closed bag	Pilot test
Stadion Laks	Station Laks	Closed	Concret	Detailed planning
Hauge Aqua	Egget	Closed	Composit	Detailed planning
Akvatech Solution AS		Closed	Glass Fiber	Pilot testing done
Aquafarm Equipment	Neptuntanken	Closed	GRP	Commercial sales
Preline	Extended smolt farm	Closed	HDPE	Pilot test
Preline	Pipefarm	Closed	GRP	Pilot test
Blue Green	Marine Donut	Closed		Detailed planning
Fiizk Closed Systems AS	Certus 10.000	Closed	Duk + not	Pilot test
Fiizk Closed Systems AS	Certus 15.000	Closed	Duk + not	Pilot test
Fiizk Closed Systems AS	Certus 20.000	Closed	Duk + not	NA
Fiizk Closed Systems AS	Certus 30.000	Closed	Duk + not	NA
Ecomerden AS		Semi closed		testing with green licences
Seafarming Systems	Aquatraz G3	Semi closed	Steel	Pilot test
Seafarming Systems	Aquatraz G4	Semi closed	Steel	Detailed planning
Aquatraz AS	Aquatraz 500K	Semi closed	Steel	Waiting for licence feedback
Nordlaks Oppdrett AS	Hydra Salmon	Semi closed	Steel + glassfiber	Detailed planning
Albatros Technology B.V		Closed RAS		Detailed planning
Måsøval Fiskeoppdrett	AquaSemi	Semi closed	Steel	Detailed planning
Reset AS		Closed RAS		Detailed planning
Eide Fjordbruk	Salmon Zero	Closed RAS		Detailed planning
Solinova AS	Futurm bassenget	Closed		Limited info available
Smir AS	Hydromerd	Semi closed	Composit	Limited info available

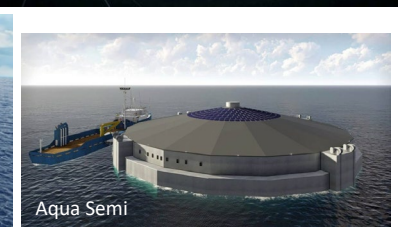
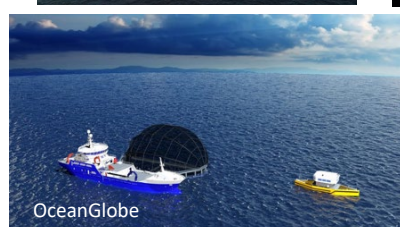
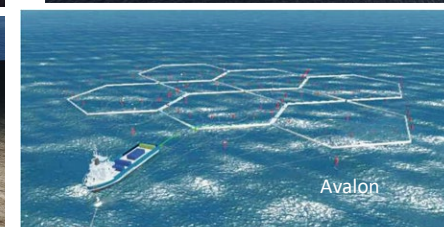
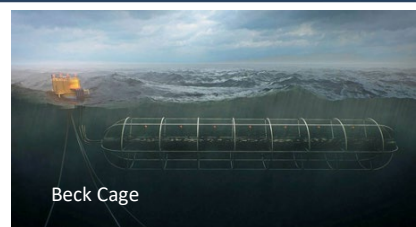
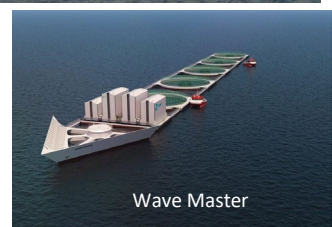
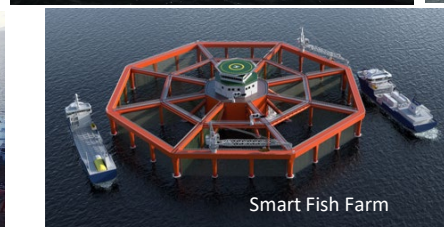
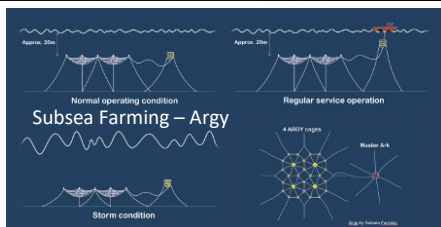
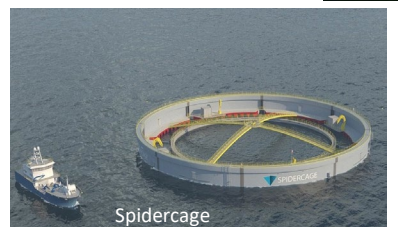
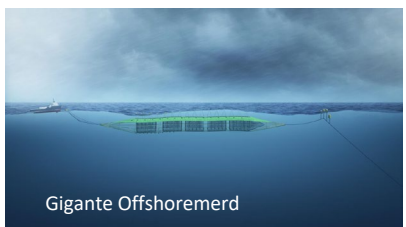
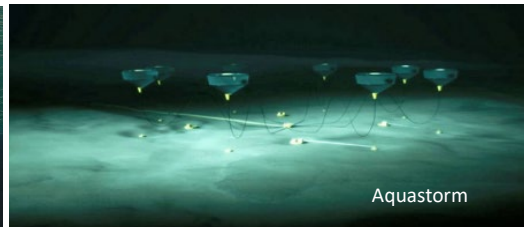
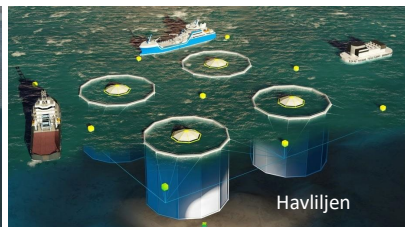
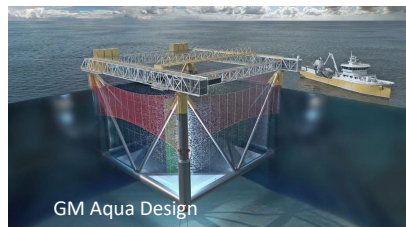
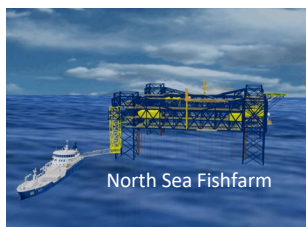
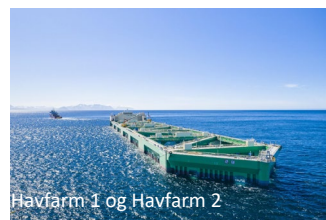
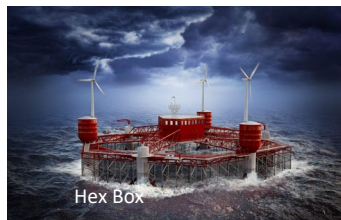
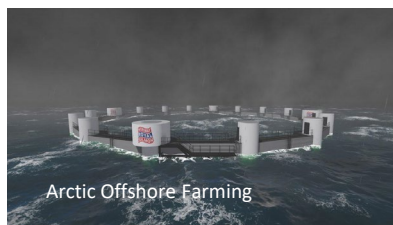
Lukkede sjøanlegg har mange differensierende karakteristika

Forhold som påvirker fiskevelferd og fiskehelse:

- Lukket / semi-lukket system
- Dybde inntak av vann (unngå lakselus, patogener, etc.)
- Vannvolum (3.000-500.000 m³)
- Vannbevegelse (sirkulær, gjennomstrømning)
- Inntak og uttak av levende fisk (ulik grad av skånsomhet, stress for fisken)
- Vanngjennomstrømning (m³ per time, total vannutskiftningstid)
- Oksygeneringskapasitet
- Slamoppsamling/-behandling
- Dødfiskoppsamling
- Løsninger for flytting/sortering av levende fisk internt på enheten
- Teknologier overvåking av vannmiljø og fisk

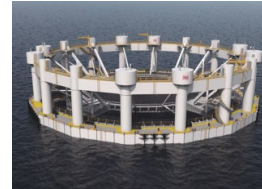
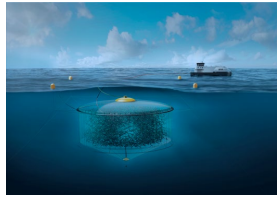
Forhold som påvirker anleggets robusthet, levetid, vedlikehold, fleksibilitet:

- Konstruksjon og materialvalg (Plastduk, polyetylen, betong, stål, kompositt, glassfiber)
- Maksimal bølgehøyde (Hs)
- Energiforbruk og -effektivitet
- Integreert vs ekstern fôrflåte, operatørrom etc.
- Mobilitet til anlegg (flytting mellom lokaliteter)
- Backup løsninger elektrisitet



Havbruk til havs –
et stort
veddemål:

Mindre lus og
gode
livsbetingelser for
laksen



Petro-maritime leverandører

Havbruksleverandører

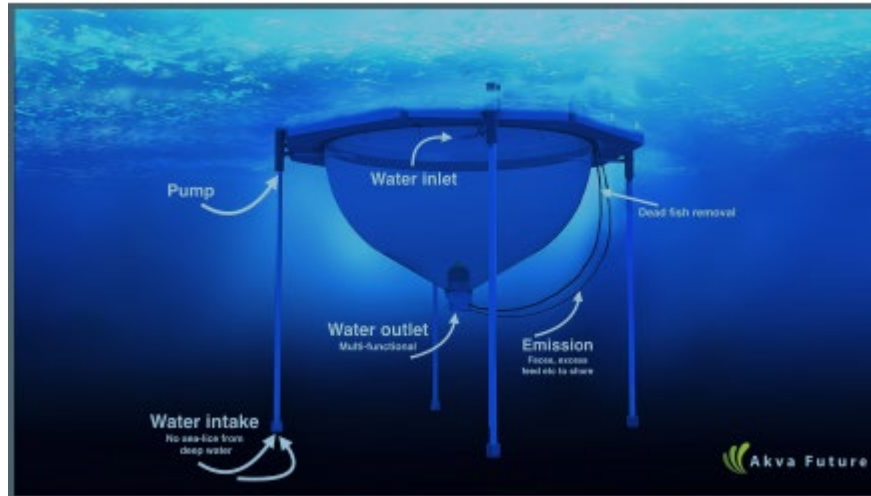


A collection of logos for various suppliers and organizations, arranged in a grid-like fashion. The logos are categorized into Petro-maritime (left) and Aquaculture (right) based on the spectrum arrow above.

- Petro-maritime suppliers (left side):** GLOBAL MARITIME, CSIC, DNV-GL, VRVHOF, FUGRO, AQS, SINTEF OCEAN, HANFORSKNINGS INSTITUTTET, KONGSBERG, SPERRE ROV Technology, pump supply, CAN, EMSTEC, Royal Lankhorst Euronete, Malm Orstad as, xylem, KYSTTEKNIKK&S, Ramnås, PartnerPlast Marine Subsea Group, SELSTAD, SIEMENS, ARNTZEN DEBESCHE, AkerSolutions, proactima, FOSEN YARD, KAESER COMPRESSORS, TESS, FOCUS ENGINEERING, FOCUS GROUP, CFD marine, SOLSTAD OFFSHORE, VICINAYmarine, ScanaOffshore, Making Future, Fearnleys, SAFETEC, WI innovate as, telenor.
- Aquaculture suppliers (right side):** CageEye, GRAINTEC, OPTIMAR, FRØY, ecotone, ROSTEIN AS, GEOMAP NORGE, Eidsvaag, ScanBio, SKARSVAAG, SinkabergHansen, SKRETTING, ÅKERBLÅ, MOVEO, Akvaplan niva, NSK SHIP DESIGN, VAL FoU, Aqua kompetanse AS, AKVA GROUP, AKVA GROUP EGBERSUND NET, INAQ, PHARMAQ Analytiq, Nofima, Nærøysund Aquaservice AS.
- Other suppliers (center):** Multiconsult, NTNU, NORD universitet, MØRENØT AQUACULTURE, techano, Seasystems, S-CON INC, iSURVEY, PartnerPlast, MØRENØT AQUACULTURE, SinkabergHansen, SKRETTING, ÅKERBLÅ, MOVEO, Akvaplan niva, NSK SHIP DESIGN, VAL FoU, Aqua kompetanse AS, AKVA GROUP, AKVA GROUP EGBERSUND NET, INAQ, PHARMAQ Analytiq, Nofima, Nærøysund Aquaservice AS.

Noen eksempler på innovasjoner

Akva Future



Effective protection against sea lice during the production of Atlantic salmon in floating enclosures

Arve Nilsen ^{a,*}, Kristoffer Vale Nielsen ^a, Eirik Biering ^a, Asbjørn Bergheim ^b

^a Norwegian Veterinary Institute, P.O. Box 750 Sentrum, 0106 Oslo, Norway

^b International Research Institute of Stavanger, P. O. Box 8046, 4068 Stavanger, Norway

ABSTRACT

Effective protection against sea lice (*Lepeoptheirus salmonis* and *Caligus elongatus*) was documented over three years during the production of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in floating enclosures with water intake at 25 m depth. Moderate to high sea lice abundance in reference groups in open cages confirmed the presence of infective sea lice copepodites in the surface water around the cages. In the closed cages, sea lice were only recorded after fish had been moved between cages with well boats, or when the cages were stocked with fish transferred from open cages. When fish were exposed to sea lice in the closed cages, the recorded abundance was low and with no signs of sea lice reproduction within the cages. Records of mortality and growth during the test period indicate that production in closed sea cages is possible without adverse effects on survival or growth rates.

Statement of relevance: This study demonstrates how a new closed confinement technology provided an effective protection against sea lice (*L. salmonis* and *C. elongatus*), without adverse effects on survival or growth rates.

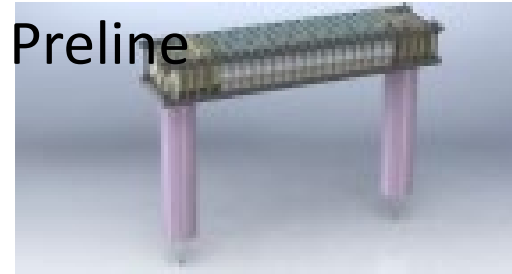
© 2016 The Authors. Published by Elsevier B.V. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Preline – store forsøk med ca. 200.000 smolt i hvert forsøk

Land based smolt



Phase 1



+

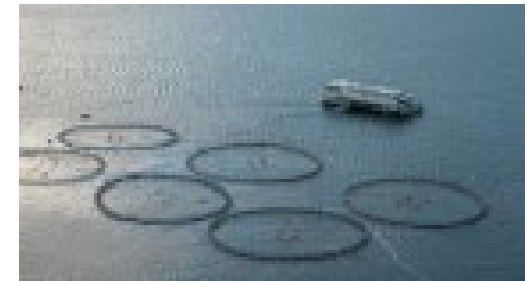
Phase 2: Grow-out



Open cage (reference)



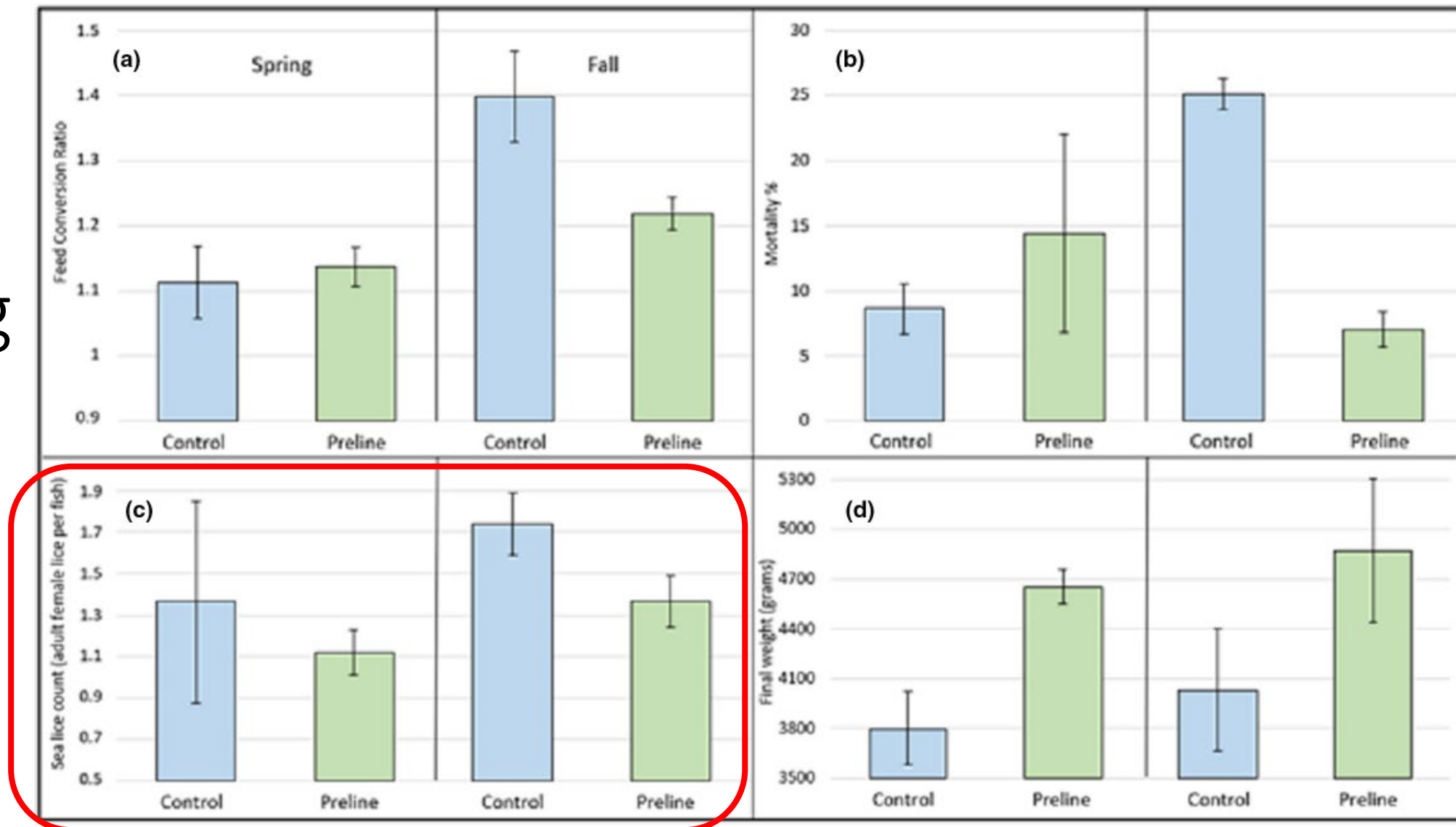
+



4-6 months

10-12 months

Preline – redusert lusepåslag



Investigation of growth performance of post-smolt Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in semi closed containment system: A big-scale benchmark study

FishGlobe

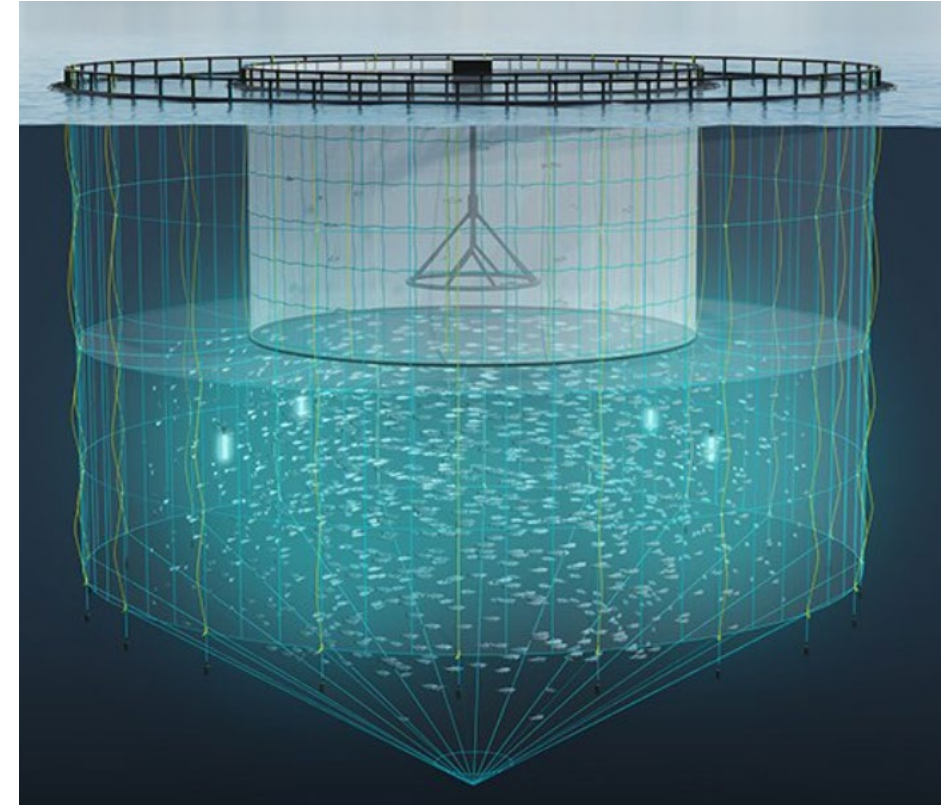
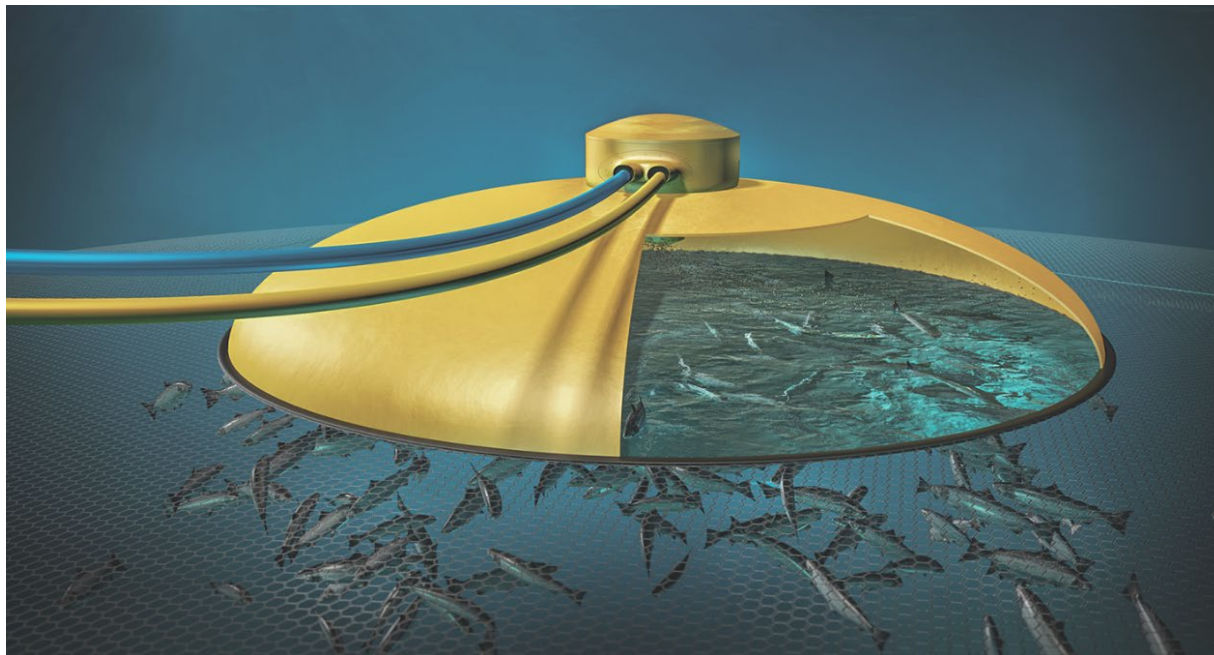
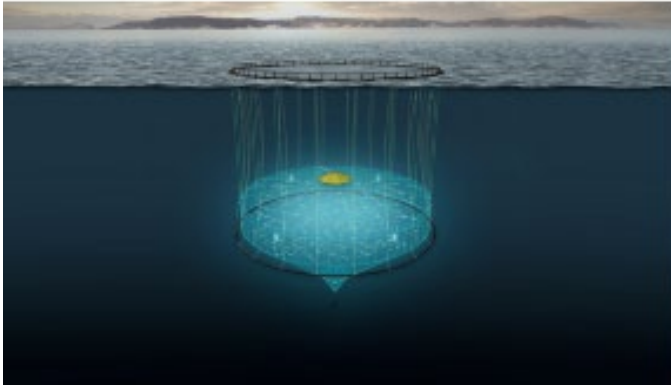


Health and Welfare of Atlantic Salmon in FishGLOBE V5 – a Novel Closed Containment System at Sea

Carlo C. Lazado^{1†}, Kevin T. Stiller^{2†}, Khurram Shahzad², Britt Kristin M. Reiten², Yuriy Marchenko², Jascha Gerwins², Filip Strand Radonjic², Bernhard Eckel², Arne Berge³ and Åsa Maria Espmark^{2}*

Weekly sea lice count of 20 fish every week showed no lice in the period between S1 and S2 for the present population. Additionally, no fish escaped from the system during this period.

AKVA group – Atlantis, Nautilus og Tubenet nedsenkbare anlegg



Kilde: www.akvagroup.com

Nautilus nedsenkbare merder – AKVA group

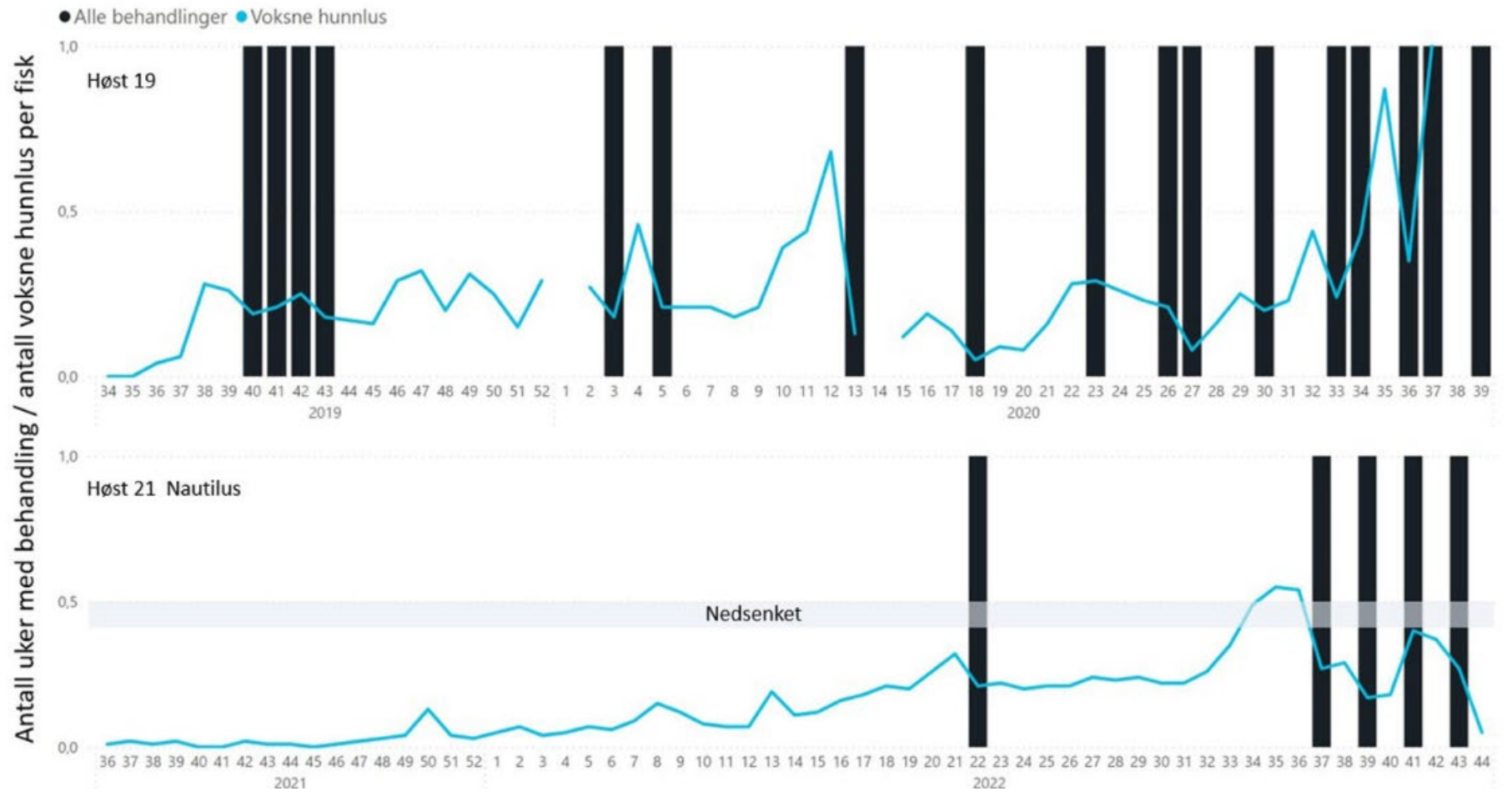
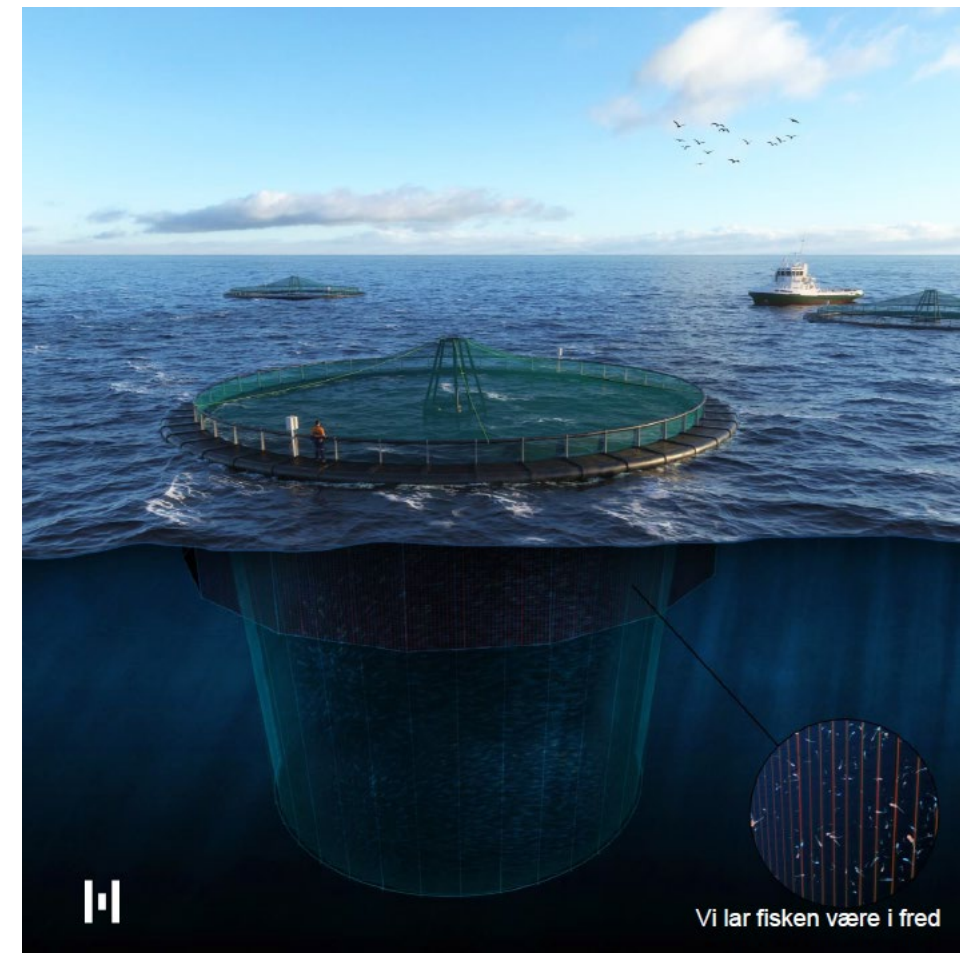
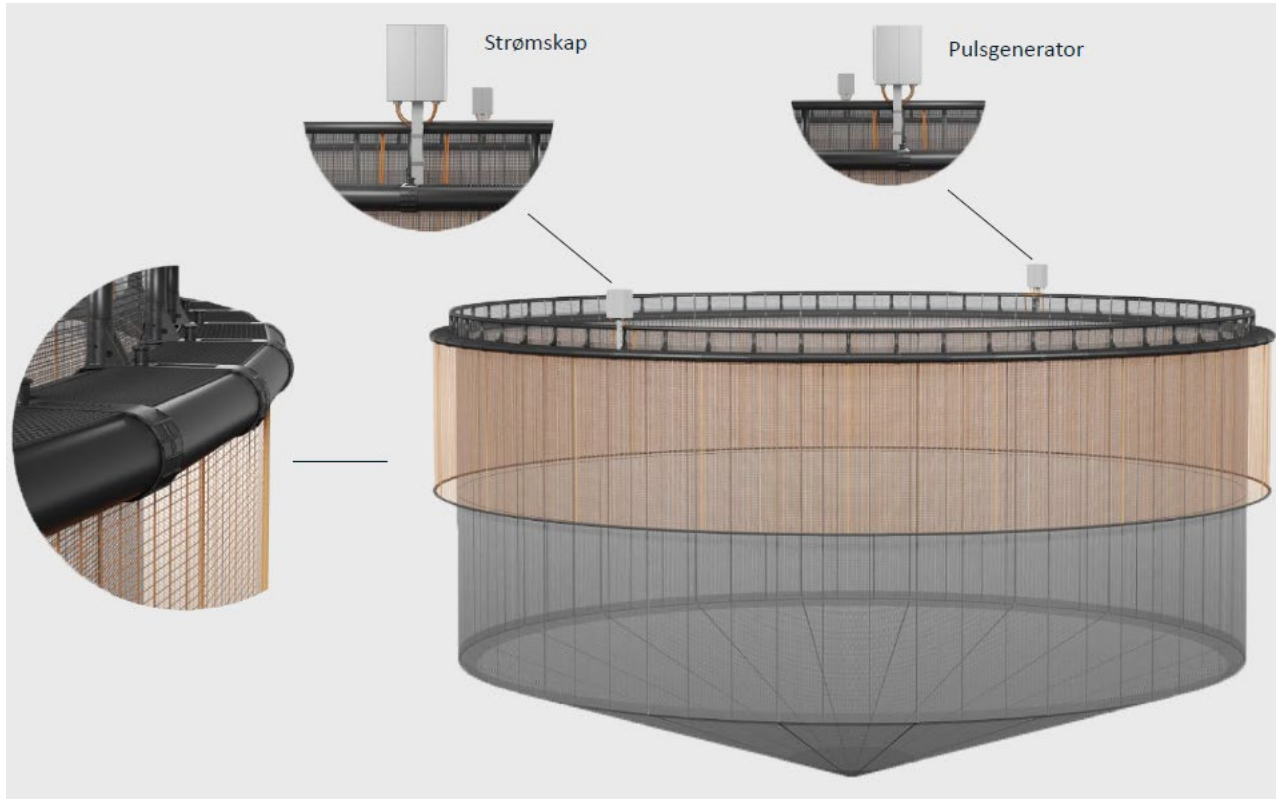


Figure: Comparison of two exposures at the same location. Autumn 2021 with seven Nautilus pens, while exposure autumn 2019 had a traditional operation. The columns show weeks in which lice treatment has taken place, while the blue line shows the development in lice numbers. The site is located in zone Vikna North-East in production area 7 Nord-Trøndelag and Bindal (source: Public data from Barentswatch).

Harbor Fence – elektromagnetisk felt



Harbor Fence reduserer behovet for andre tiltak i betydelig grad. Kostnadmessig vil bare én til to reduserte lusebehandlinger forsvare løsningen.

Kilde: harbor.no

Harbor Fence – elektromagnetisk felt

Voksne hunnlus med strømngjerde (uke 36 2021 - uke 25 2022)

	Nordre skokkeløy	Nausttaren	Indre skjervøy	Flatøyfjorden
Gjennomsnitt	0,01	0,04	0,04	0,05
Gjennomsnitt reduksjon		76 %	76 %	84 %
Mekaniske avlusninger	0	1	4	3

Voksne hunnlus uten strømngjerde (Uke 25 - Uke 52, 2022)

	Nordre skokkeløy	Nausttaren	Indre skjervøy	Flatøyfjorden
Gjennomsnitt	0,55	0,48	0,47	0,36
Gjennomsnitt reduksjon		-12 %	-14 %	-34 %
Mek avlusninger	8	8	12	12

Voksne Hunnlus 2022, uke 1 - 52

	Svinvær	Storvika	Meløysjøen	Isbergan	Bukkøya	Stangholmen	Renga S
Gjennomsnitt	0,05	0,07	0,20	0,23	0,22	0,21	0,15
Reduksjon		24 %	74 %	78 %	77 %	76 %	66 %
Mekaniske avlusninger	5	6	8	7	8	8	8

Avstand	5,6 km	13,8 km	22,5 km	16 km	19 km	20 km
Retning	Nord	NØ	NØ	Sør	Sør	Sør

Salmon Tracking – samarbeid om økt kunnskap om vill laksefisk



OM OSS

Forskningsprosjektet SalmonTracking 2030 ble etablert i 2017, og har som formål å forbedre kunnskapsnivået om de ville ressursene av laks og sjørret i området fra Karmøy til Stad. Arbeidet i SalmonTracking er organisert gjennom en Styringsgruppe samt en Forskergruppe

HVA VI GJØR

SalmonTracking 2030 observerer vandringsmønstre og bestandsutvikling til vill laks og sjørret gjennom bruk av bl.a. kameraer, datachip og radiomerking, antenner i vassdrag, registreringsbøyer i fjord- og kystmiljø og bruk av el-fiske.

FINANSIERING

SalmonTracking 2030 er finansiert av havbruksselskapene i Produksjonsområde 3 og 4 (PO3 og PO4). Satsingen har også delfinansiering på enkeltprosjekt fra bl.a. Fiskeri -og Havbruksnæringens Forskningsfond (FHF). Totalfinansieringen er på ca. 150 millioner kroner kroner.

Kilde: www.salmontracking.no/om/

Kommer det en «magic bullet» mot lakselusa?

Kommer det en «magic bullet» mot lakselusa?

Ikke sats mye på det!

I så fall må en multi-milliard leverandør industri
omstille seg

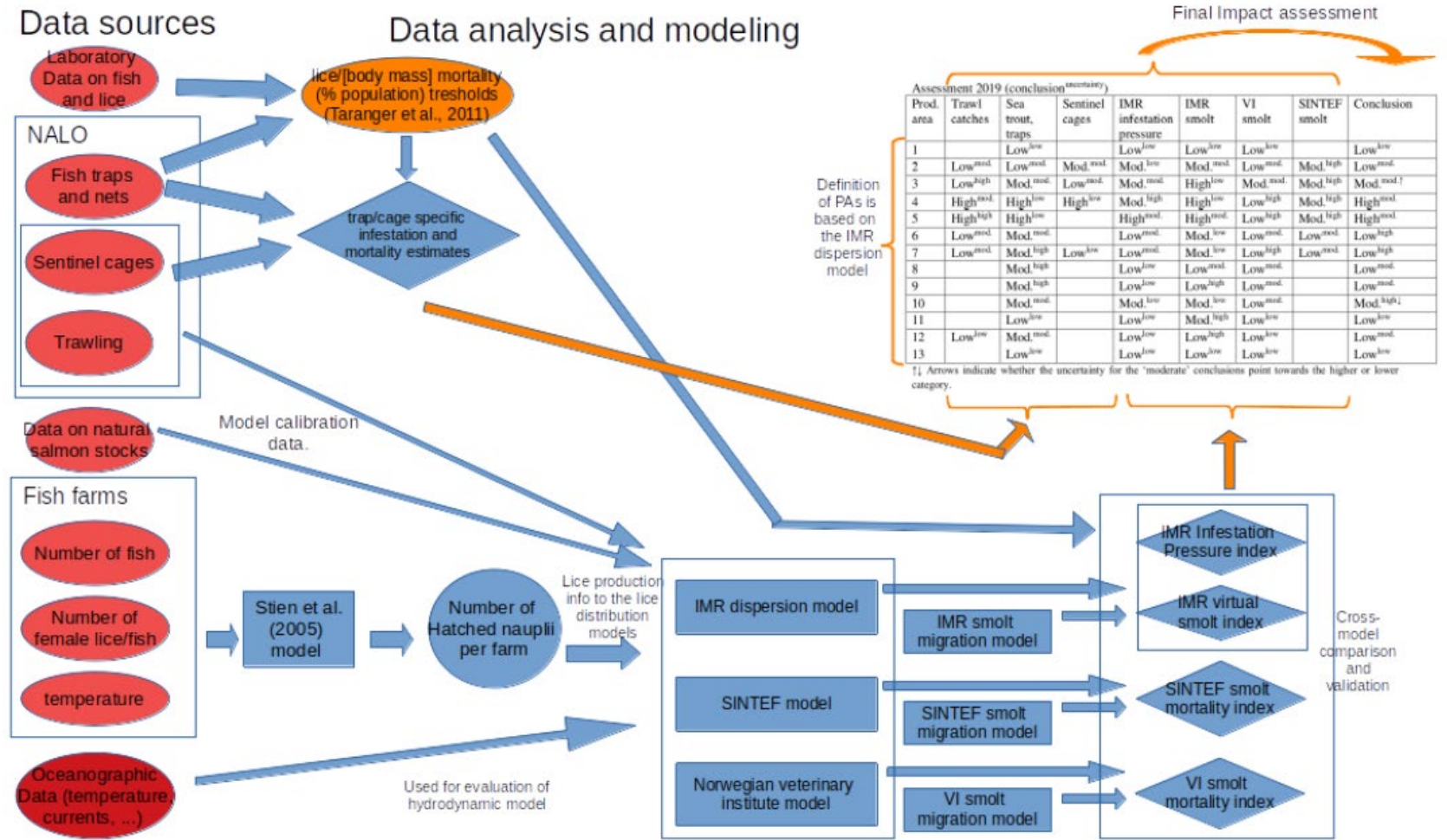
Behov for fortsatt innovasjon på mange områder

- Myndighetenes reguleringer
 - Reguleringer av drift og utslipp
 - Trafikklyssystemet
 - Lokalitetsstruktur
- Myndighetenes incentiver for innovasjon og investeringer
 - (Delvis) lukking av produksjonen
 - Miljøteknologiordningen?

Trafikklys-systemet

(Kilde: Eliassen et al, 2021)

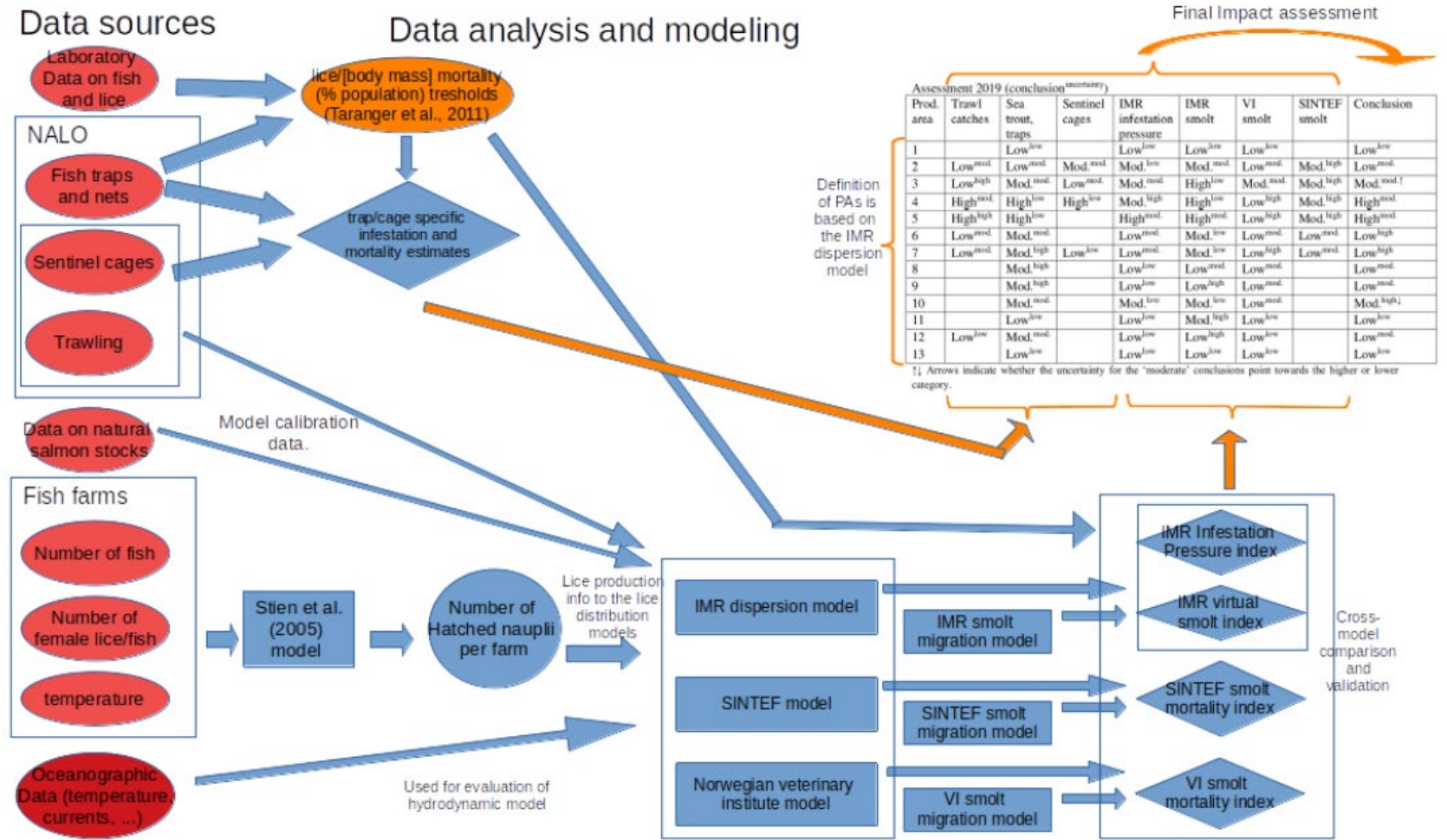
- Trenger et system som regulerer total effekt av lakselus på vill laksefisk
- Men muligheter for å innovere



Trafikklys-systemet

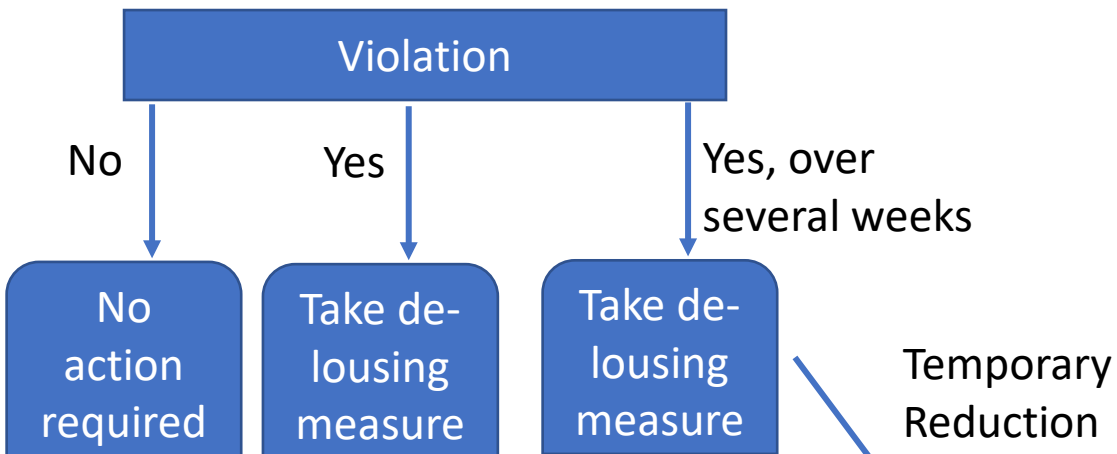
(Kilde: Eliassen et al, 2021)

- Bedre kunnskapsgrunnlag om effekter på bestander
- Sterkere og mer forutsigbare incentiver for oppdrettere – fra «non-point» til «point pollution»



Farm site sea lice prevalence regulation

Spring: Max 0.2 adult female sea lice per salmon
Rest of year: Max 0.5 adult female sea lice per salmon



Bi-annual evaluation of farm sea lice performance:

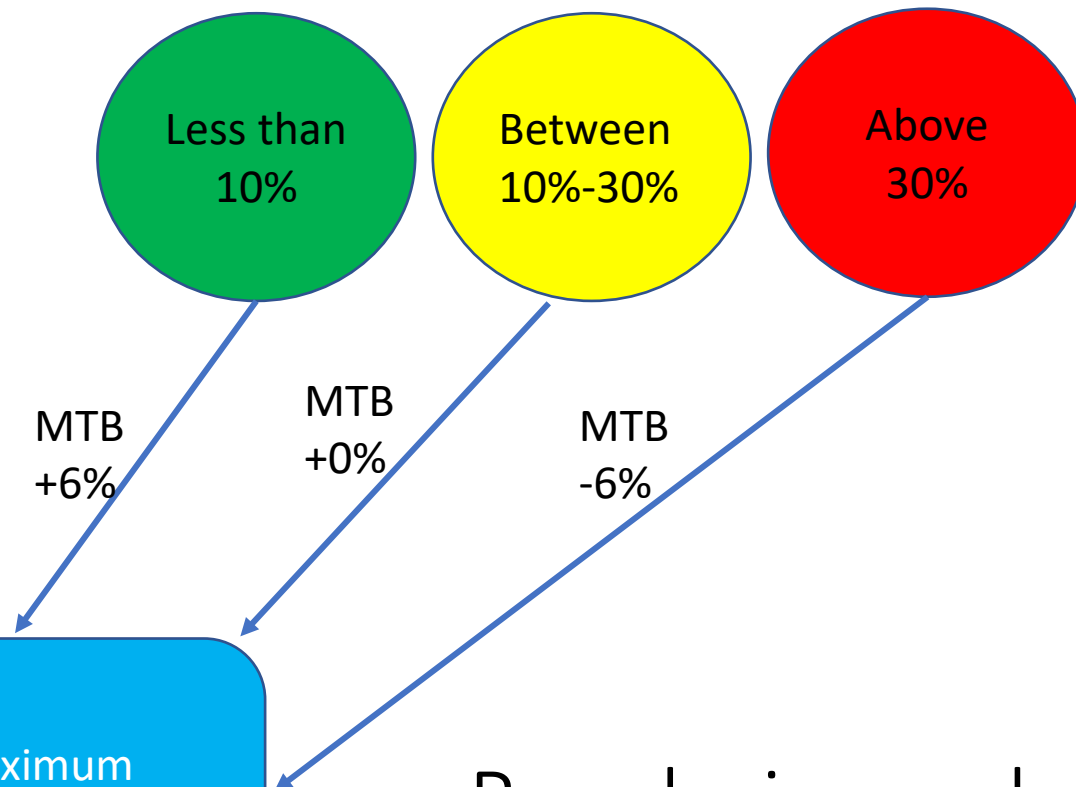
1. Less than 0.1 female adult sea lice week 13-39 two previous years?
2. Only one sea lice treatment last production cycle?
3. No other sea lice regulation violations?

If conditions 1-3 satisfied MTB is increased with % based on salmon growth performance

Firm Maximum Allowable Biomass (MTB) license in tonnes

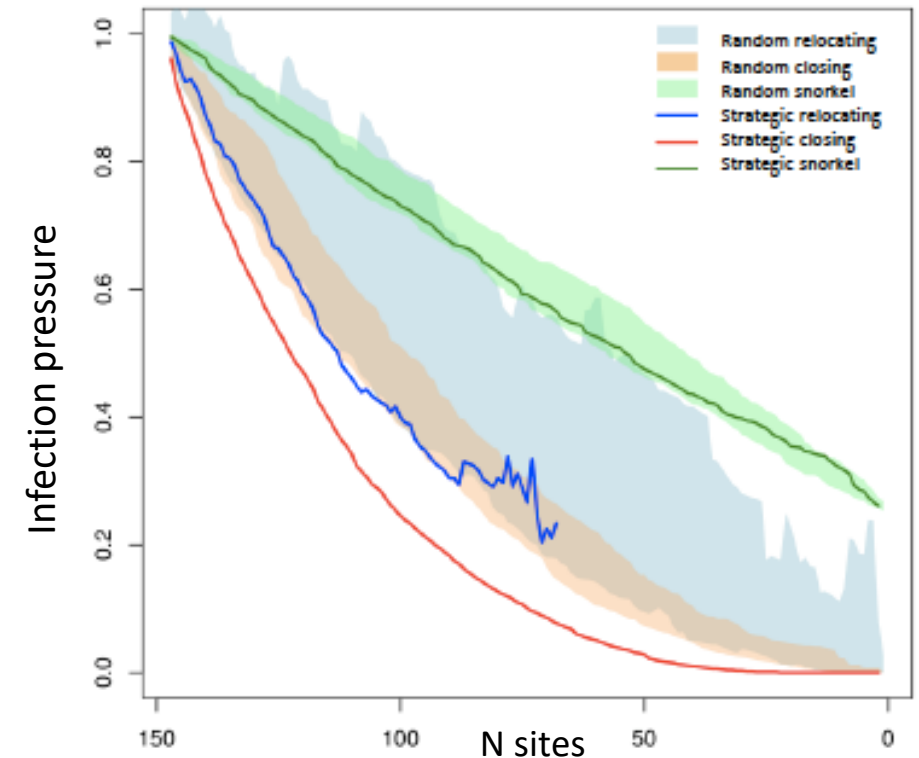
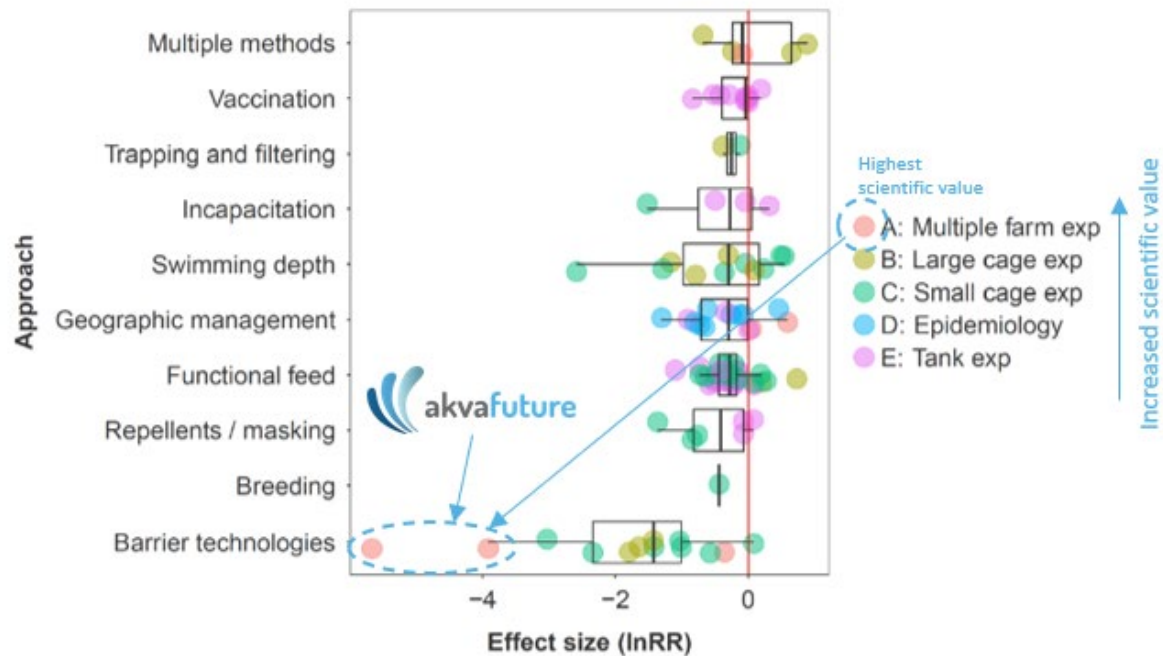
Production area Traffic Light System

Bi-annual evaluation of sea lice induced mortality of wild salmonid stocks:



Regulering av lakselus
– på anlegg og trafikklyssystemet

Ny lokalitetsstruktur og «smart» lukking i fjordene kan redusere påslag av lakselus



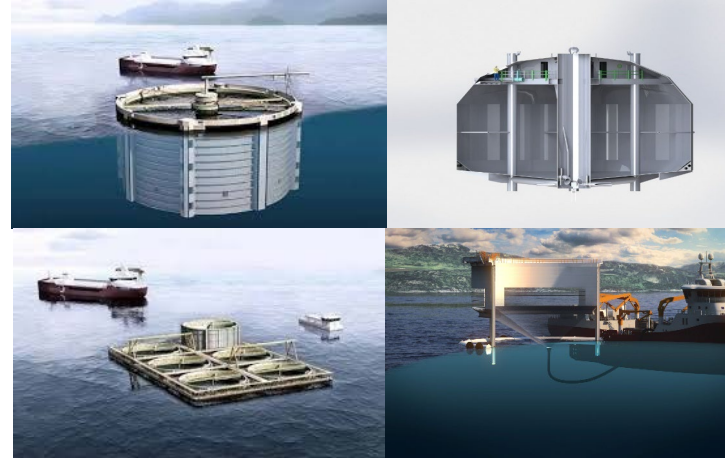
Kilde: Barrett LT, Oppedal F, Robinson N, Dempster T "Prevention not cure: a review of methods to avoid sea lice infestations in salmon aquaculture." Reviews in Aquaculture og Huserbråten m.fl. "Endret lokalitetsstruktur i produksjonsområde 3», Havforskningsinstituttet og Veterinærinstituttet, <https://www.hi.no/hi/nettrapporter/rapport-fra-havforskningen-2020-12>

Teknologiske innovasjoner gir muligheter for nye verdikjeder og nye lokaliteter

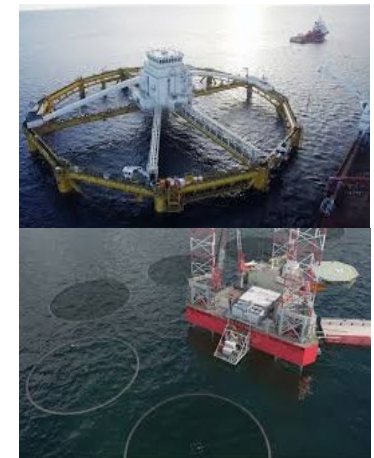
Lukket på land



Lukket og semilukket på sjø



Havoppdrett



Verdikjeder med ulike teknologiske konfigurasjoner og lokaliseringer



Myndighetene
 må tillate ulike
 teknologivalg i
 ulike regioner

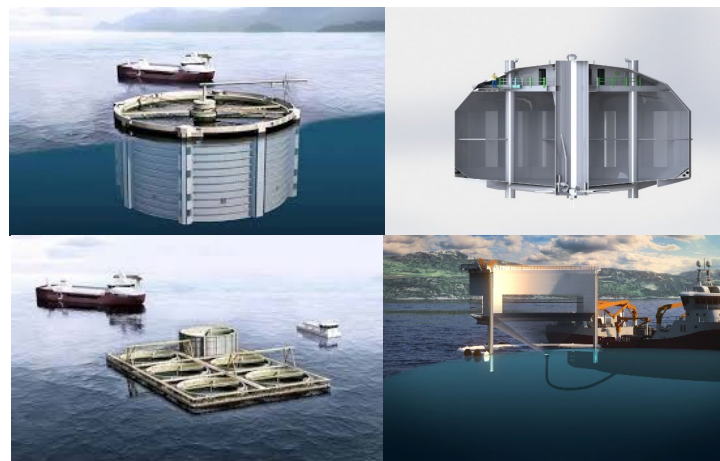
og

lage gode
 insentiver for
 investeringer

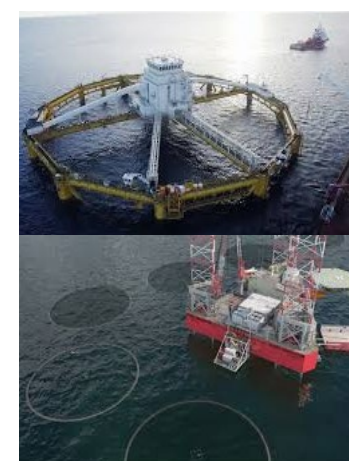
Lukket på land



Lukket og semilukket på sjø



Havoppdrett



Behov for fortsatt innovasjon på mange områder - havbrukssekskapene

- Mer bærekraftige forretningsmodeller
- Forpliktende samarbeid produserende lokaliteter, brakklegging, avlusing, mm
- Bidra til kunnskapsbygging og overvåkning av ville laksestammer

Bærekraftig forretningsmodell: Nye elementer

Nøkkel partnere

- Kommuner
- NGOer
- Myndighetsorganer
- Andre havbruksselskaper

Nøkkel aktiviteter

- Kontroll med egne utslipp
- Samarbeid med andre havbruksselskaper om regional bærekraft (fiskehelse og miljø)

Nøkkel ressurser

- Oppdrettslokaliteter
- Lisenser fra myndighetene: MTB selskap og lokalitet, etc.

Verdiløfte

- Økonomisk bærekraftig lokalsamfunn
- Akseptable miljø fotavtrykk

Kunderelasjoner

- Inkludere NGOer i dialog om standarder for produksjon, distribusjon, etc.

Kanaler til kunder

- Kommunisere bærekrafts-vurderinger og valg til kunder og konsumenter, også dilemmaer

Kundesegmenter

- Tilgang til markeder og kunder som er mer krevende mht bærekraft

Kostnadsstruktur

- Avgifter til samfunnet
- Valg mht lokalisering og sysselsetting som gir økt lokal bærekraft
- Andre økonomiske bidrag til lokalsamfunn mm
- Standarder for miljø og fiskevelferd som øker kostnader

Inntektsstrømmer

- Høye standarder for miljømessig og økonomisk bærekraft kan gi lisens for vekst fra samfunnet
- Høye standarder gir tilgang til nye markeder og kundesegmenter, kan gi redusert inntektsrisiko

Høsten 2022 – jubelhøst for lakselusa?

- Grunnrenteskatt
- Økt utbytte- og formuesskatt
- Totale skatter på 70%-100% av overskuddet

Høsten 2022 – jubelhøst for lakselusa?

- Grunnrenteskatt
- Økt utbytte- og formuesskatt
- Totale skatter på 70%-100% av overskuddet

- Investeringskraften som forsvant?
- Utviklingstillatelsene kraftig redusert i verdi
- 35 mrd i utsatte/terminerte investeringer ifølge Sjømat Norge
- Mye av investeringene i teknologier som reduserer lakselus problemet

Hvordan vil det bli uten lakselus?

Hvordan vil det bli uten lakselus?

- Hvis vi
 - løser lakselus problemet og andre biologiske problemer og
 - myndighetene ikke begrenser produksjonen ut fra andre grunner

Hvordan vil det bli uten lakselus?

- Hvis vi
 - løser lakselus problemet og andre biologiske problemer og
 - myndighetene ikke begrenser produksjonen ut fra andre grunner
- så vil
 - Produksjonen ekspandere dramatisk og tilbudskurven bli flatet ut
 - Den ekstraordinære lønnsomheten forsvinne ut av næringen
 - Mange leverandører forsvinne eller omstille seg
 - Mange forskere bli arbeidsledige
 - Grunnrenteskatten bli lav – men mye inntekter fra andre skatter

Veien framover

- Bare store investeringer kan redusere luseproblemet
- Myndighetene har stor jobb med å innovere i reguleringer og incentiver
- Skattepolitikken er avgjørende – er Finansdepartementet i stand til å lage riktige incentiver for bærekraftig (lusefri) vekst?
- Med riktige rammebetingelser vil vi se en «lav-lus» næring om 10 år