

Lavutslippsverdikjede for havbruk til havs: Nye utfordringer biologi, miljø og økonomi



ROOTED IN NATURE

SalMarAkerOcean



moreld
aqua

stiim



FishGLOBE



ovum



ABB

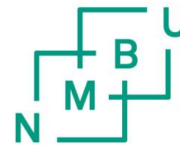
NORCE



Veterinærinstituttet
Norwegian Veterinary Institute



US
Universitetet
i Stavanger



NTNU



UF UNIVERSITY of
FLORIDA



Høgskulen
på Vestlandet

Ragnar Tveterås
Flekkefjord, 1. november 2022

Fra tildelingen av Grønn plattform prosjektet

Budsjett totalt
184 MNOK,
hvorav 93
MNOK fra
staten.

Næringsminister Iselin Nybø tildelte i dag prosjektmidler fra Grønn Plattform til "Lavutslipps verdikjede for havbruk til havs", et prosjekt med utspring i Stiimklyngen.



Prosjektets hjemmeside: <https://gronnplattform.stiimaquacluster.no/>

Dagens store nyhet om offshore havbruk



Regjeringen vil konsekvensutrede tre områder for offshore havbruk: – Endelig har startskuddet gått, sier fiskeriministeren

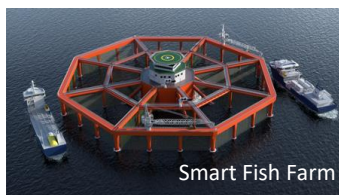
Trænabanken utenfor Helgeland, Frøyabanken nord utenfor Trondheim og Norskerenna sør utenfor Stavanger skal vurderes for offshore havbruk.

Bedriftspartnere:

SalMarAkerOcean



- Omsetning Salmar 2020: 13 Mrd NOK
- Helintegrert multinasjonalt havbruksselskap
- Produksjon av matfisk, postsmolt og settefisk
- Utviklingstillatelser Ocean Farm 1, Smart Fish Farm 1



ROOTED IN NATURE



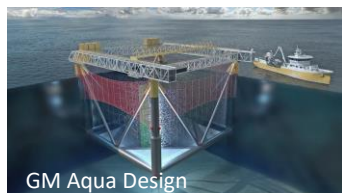
- Omsetning 2020: 4,4 Mrd NOK (uten Shetland)
- Helintegrert internasjonalt havbruksselskap
- Produksjon av matfisk, postsmolt og settefisk
- Utviklingstillatelser BlueFarm



- Omsetning 2020: 7,3 mrd NOK i Norge. 26,5 mrd NOK globalt.
- Globalt ledende fôrleverandør
- Morselskap Nutreco er inne i utviklingstillatelse (Roxel Aqua)
- Postsmolt fôr lukkede sjøanlegg
- Grønt flytefôr for undervannsfôring til havs
- Transport av fôr og skånsom fôrtransport om bord i farvann med store bølgehøyder
- Diagnoseverktøy for store fiskepopulasjoner



- Omsetning morselskap: 6,8 mrd
- Moreld: Offshore energiservice
- Moreld Aqua: Havbruk, inkl design, digitalisering og autonomi
- GM Aqua Design (Havbruk til Havs)



- Omsetning: 70 mill NOK (B2021)
- Utvikler og leverer lukkede sjøanlegg
- FoU tillatelse og utviklingstillatelse
- Produserer nå post smolt (4. innsett)
- Globalt salgsfokus



- Omsetning: 4,4 mill NOK
- Bygger første postsmolt enhet nå
- Leverer lukkede sjøanlegg
- Grønn tillatelse og 6 utviklingstillatelser



- Omsetning: 20 mill NOK
- Kunnskapsleverandør havbruk. Aktiv rolle i kunnskapsdeling for havbruk til havs
- Leder **Stiim Aqua Cluster** med 130 medlemsorganisasjoner, herunder selskapene i dette prosjektet



Forskningsinstitusjoner:



- Prosjektledelse hovedprosjekt
- Teknoøkonomiske og livssyklus analyser
- Digitalisering infrastruktur
- Responsible Research and Innovation lab
- Beslutningsstøtte



- Ledelse KSP arbeidspakke 2
- Biosikkerhet og overlevelse
- Sanntidsovervåking smitte
- Biomarkører og mikrobiom
- Fiskehelse, velferd og stress



- Fiskevelferd og helse



- Prosjektledelse KSP prosjektet, AP5
- Markører miljøeffekt vannsøyle og bentos
- Fiskevelferd postsmolt
- Santidsovervåking
- Digitalisering og autonome operasjoner



- Digitalisering og satellittbasert overvåking
- Semi autonome operasjoner



- Teknoøkonomisk analyse
- Beslutningsstøtte



- Ledelse KSP AP6
- Fiskevelferd i bølger
- Robust fisk



- Utvikling robust fisk
- Fiskevelferd og helse

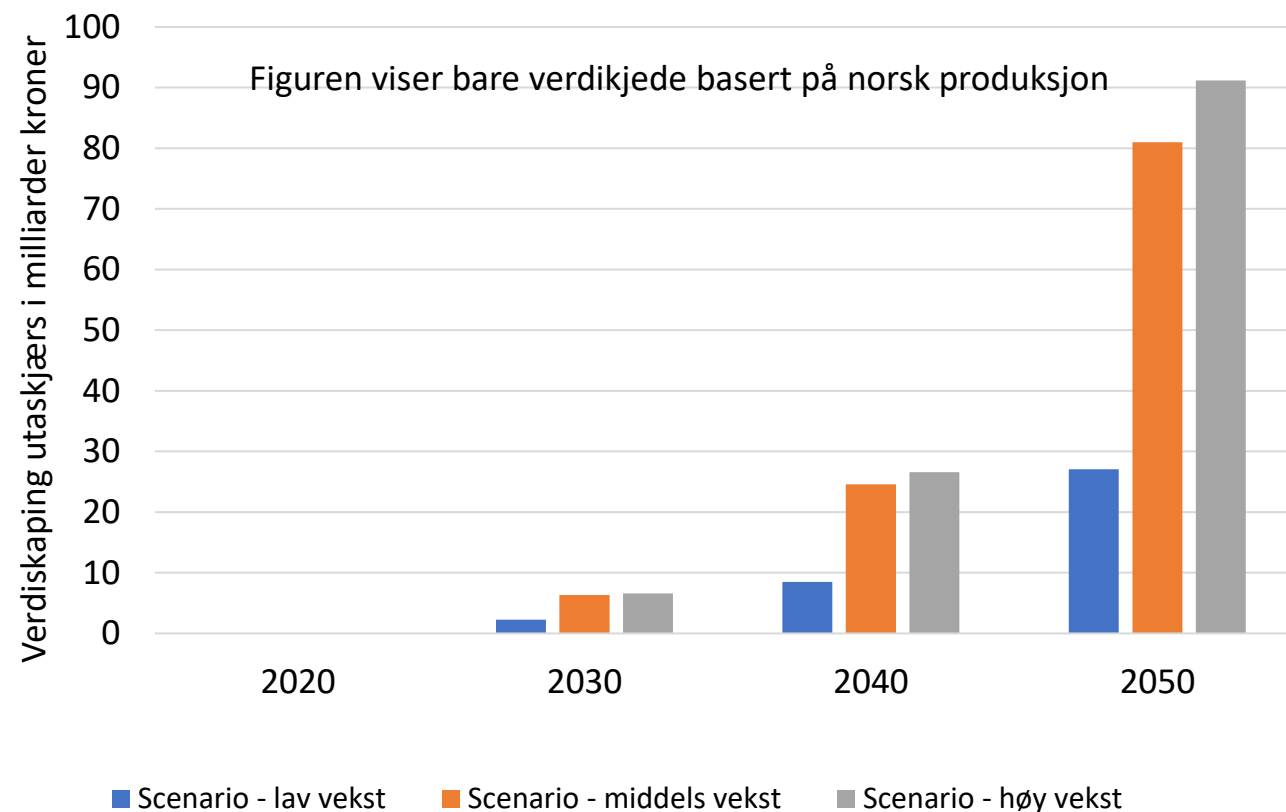


- Biomarkørstudier



- Responsible Research and Innovation
- Risikoanalyser
- Beslutningsstøtte

Ambisjon: Ny grønn næring til havs



- Årlig verdiskaping i størrelsesorden 100 mrd.
- Årsverk: 40-50.000
- Investeringer i Norge mot 2050: 500 mrd NOK

[Rapporten «Verdiskapingspotensiale og veikart for havbruk til havs» - Stim Aqua Cluster](#)

[Rapporten «Bærekraftig vekst med lukkede anlegg i sjø» \(stiimaquacluster.no\)](https://stiimaquacluster.no)

Selskaper og FoU organisasjoner som deltar i hovedprosjektet

Teknologileverandører: Skretting, Moreld Aqua, ABB

FoU: Norce, VI, HI, UiS, NMBU, NTNU, UiB, Simula, HVL, Univ. Florida, Univ. Melbourne



Ovum



FishGlobe



Moreld Aqua

GM Aqua Design



NRS

Arctic Offshore Farming



Salmar

Smart Fish Farm



Salmar

Ocean Farm 1



Grieg Seafood

Blue Farm

Per kg sjømat:

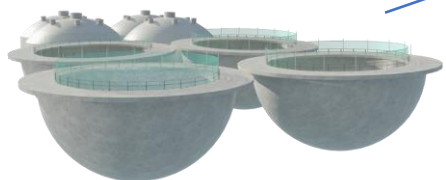
- Klimagassutslipp
- Energikonsum
- Kostnad og verdiskaping

Offshore havbruksanlegg:

- Anleggsteknologi
- Energiteknologi
- Digitale teknologier
- Fôr og fôringsteknologier
- Driftsoperasjoner
- Produksjonsskala

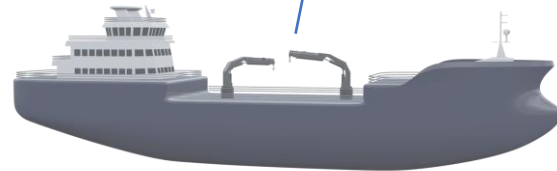
Lokalitet:

- Temperatur
- Strøm&bølger
- Oksygen
- Ekstremvær
- Alger
- Vannkvalitet
- Vanddyp
- Marine organismer



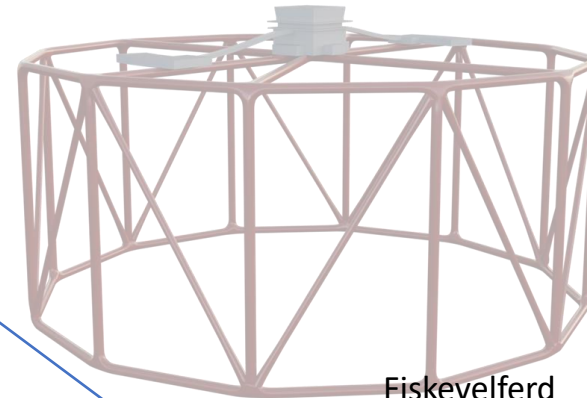
Lukket postsmolt sjøanlegg:

- Energiteknologi
- Biosikkerhet teknologi
- Oppsamling av slam mm.
- Logistikk fisk



Sjøtransport:

- Energiteknologi
- Fleroperasjonelle fartøy
- Antall turer & turlengde
- Operasjoner ved anlegg



Fôrfaktor

Rømming
av fisk

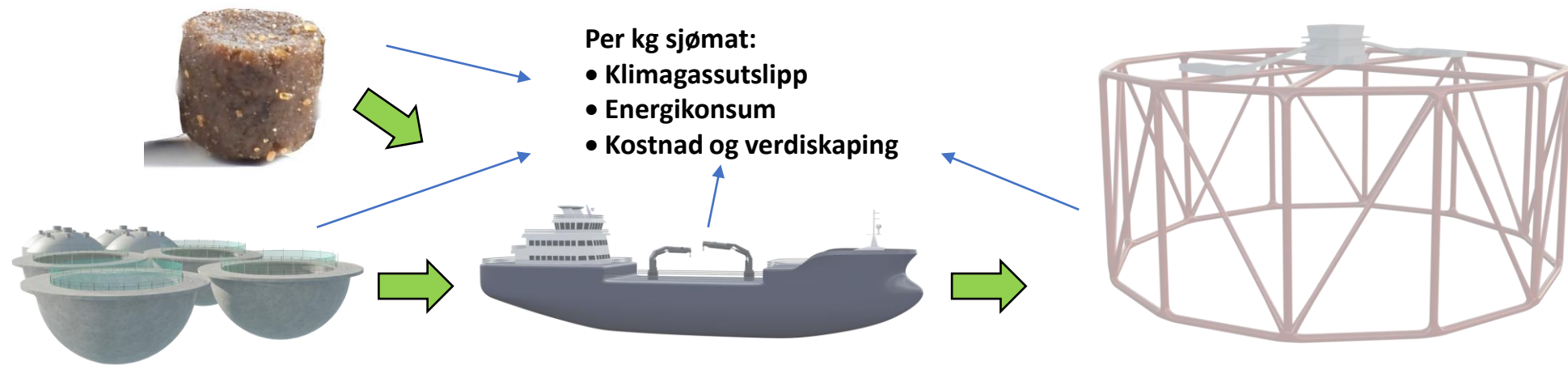
Tilvekst og
dødelighet

Fiskevelferd
Fiskesykdommer
Lakselus

Grønn plattform ser verdikjeden i sammenheng

Nytt marked – Må utvikle nye grønne løsninger gjennom verdikjeden

Gjensidig avhengighet produksjon og nye løsninger (for, logistikk, autonomi)



Robust postsmolt (DP2)
Grønn pellets (DP1)

Logistikk til havs (DP6)

Elektrifisering (DP3) Semi-autonom drift (DP4)
Økt overlevelse (DP5)

Bedriftseide delprosjekter i hovedprosjektet

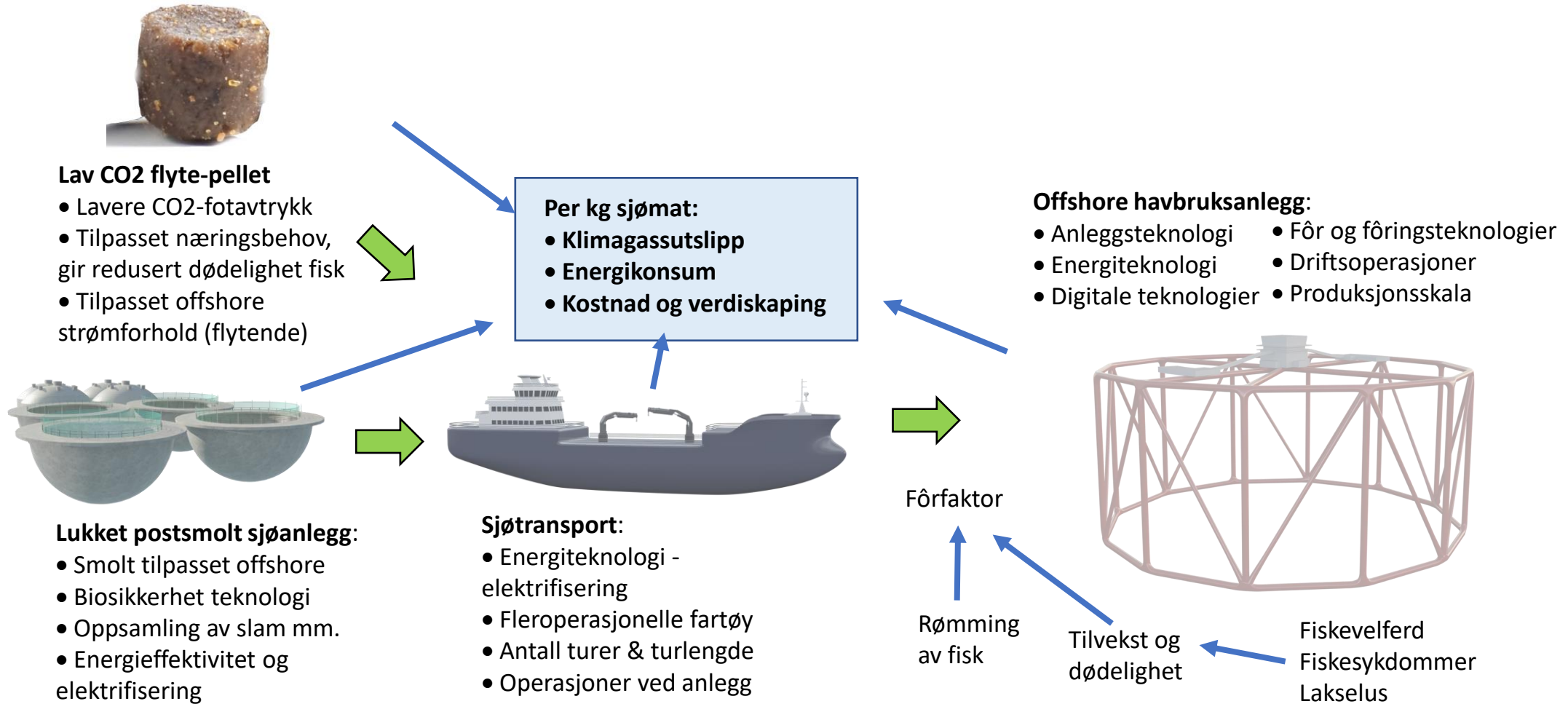
Post-smolt ytelse og velferd (AP5)
Sikker og robust produksjon (AP4)
Velferd, adferd & fysiologi i bølger (AP6)

Sirkulær bioøkonomi & fornybær energi (AP3)
Autonom offshore prosessoptimalisering (AP7)
Miljøets livsløp og økonomianalyse (AP8)
Ansvarlig innovasjonslaboratorium (RIL) (AP9)

Integrert & digitalisert miljøovervåkning (AP1)
Forebyggende biosikkerhet (AP2)
Sikker og robust produksjon (AP4)

Kompetanseprosjektet

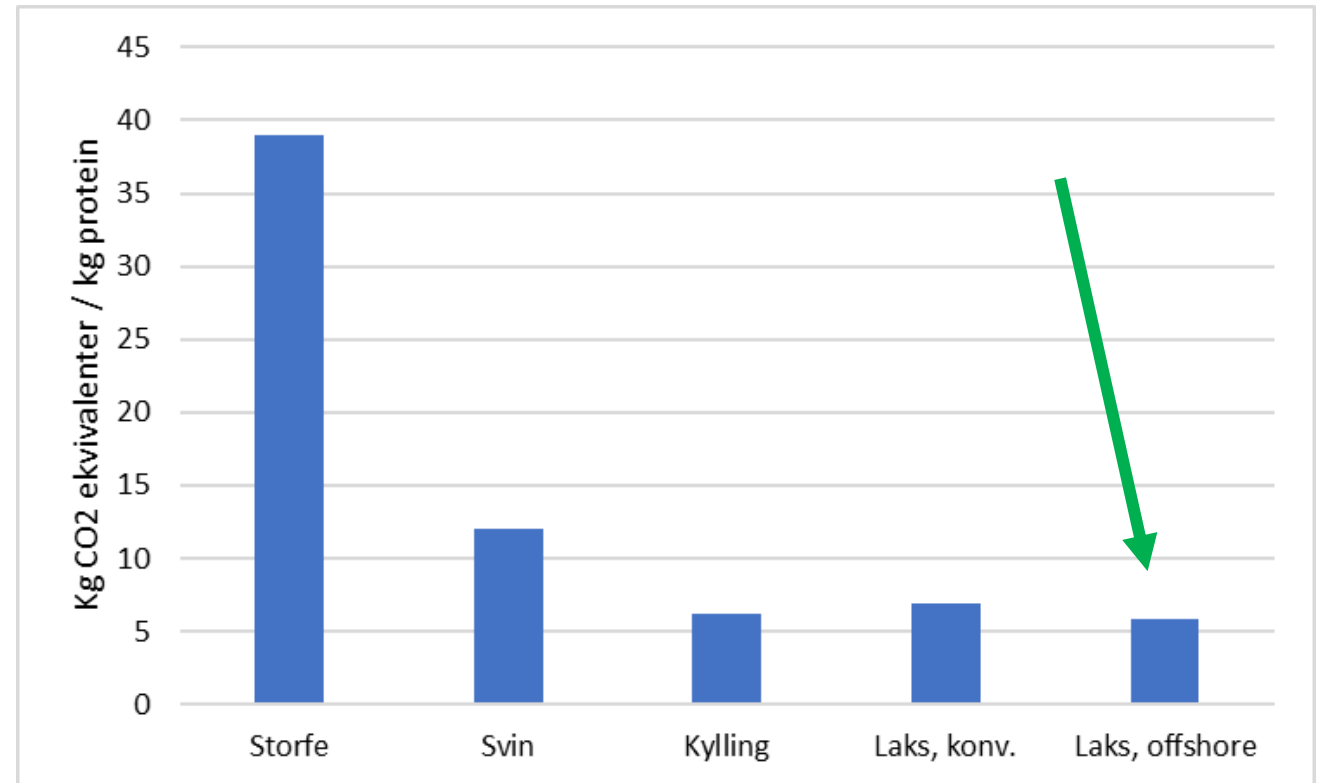
Grønn plattform skal gi en bærekraftig verdikjede



Mål: Lavere klimagassutslipp enn andre kjøttproteiner

Kg CO2 ekvivalenter per kg spiselig kjøtt

- Ny kunnskap og innovasjoner i prosjektet på bl.a...
 - elektrifisering i flere ledd
 - grønt flytefôr til laksen
 - semi-autonom drift
- ...skal bidra til å
 - redusere dødelighet
 - senke forbruket av fiskefôr
 - erstatte fossile brensler med elektrisk energi
- ...slik at CO2 utslipp per kg protein blir lave



Basert på egne estimer for offshore laks og for andre representative verdier fra flere studier (Winther m.fl, 2020; Poore & Nemecek, 2018; MacLeod m.fl., 2020; Asplan Viak/Enova, 2021)

Grønn pellet for undervannsfôring til havs

- Høyspektrale bilder og øvrig sensoriske instrumenter, samt AI og digitale verktøy til åpner opp for tilrettelagt fôring og valg av fôr på målrettet vis

DP 1

Robust post-smolt

- Digitale løsninger for overvåking av infrastruktur (biosikkerhet og driftsikkerhet) og fisk er avgjørende betydning for ta ut hele potensialet forutgående for utplassering i havbasert oppdrett

DP 2

Elektrifisering av oppdrett til havs

- Fiber til land åpner for digitalisering og robuste infrastruktur-løsninger for overføring mellom land og anlegget til havs.

DP 3

Tidlig identifikasjon og varsling ved forekomster av høy alge og manet konsentrasjon

- Utvikler satelittbasert varsling av alge- og manetoppblomstring
- Integrerte system for arealovervåking, hyperspektrale bilder og miljømålinger i vannsøyle, kombinert med prediksjonsalgoritmer som åpner diagnostikk og tidlig varsling av skadelige alger.

DP 4.1

Beslutningsstøtte for økt overlevelse

- R1 – Metode for bruk av blodprøver som indikator. R2 – Metode for å finne nye proteinmarkører som gir innsikt i fiskehelsen. R3 – Hurtigtestmetode. R4 – Software dashboard.

DP 5

Digitalisering

Kontrollsystem for oppdrettsanlegg til havs

med egenskaper for autonom overvåking, prediksjon, beslutningsstøtte, autonom og semi-autonom styring samt kontroll av operasjonell status.

- Samlet datafangst fra all sensorikk på/i plattform, infrastruktur på plattform og sensorikk i vannsøyle
- Databehandling og visualisering av AI basert beslutningsstøtte på operasjonelt, taktisk og strategisk nivå.
- Etablering og utnyttelse av digital tvilling, for effektivisering av drift og vedlikehold, og utvikle dataintegrasjons- og prosesseringsinfrastruktur.
- Sammenstilling av all ovenstående data, informasjon og beslutningsstøtte, som sikrer fullverdig kontroll av plattform og produksjon

DP 4.2

Sikre og robuste strukturer i oppdrettsanlegg

- Designe strukturer for åpne oppdrettsanlegg med integreert sensorikk for å motstå sterkere krefter i utfordrende omgivelse
- Koble dynamisk simulering med sanntidsdata fra ulike sensorer gjennom bruk av digital tvilling

KSP 4

Sanntids digital miljøovervåking

- eDNA for å gi sensitiv informasjon om generelle endringer i biologisk mangfold og bunnpåvirkning
- Hyperspektral avbildning under vann kan gi ny innsikt i tilstanden til vannsøyle

KSP 1

Preventiv biosikkerhet

- Forebyggende biosikkerhetsstrategi ved eDNA/eRNA basert screening for patogener, kombinert med bioarkører for sykdom/stress
- Indikatorer for å predikere fiskehelse

KSP 2

Autonom prosess-optimalisering i havbruk til havs

- Gjøre produksjon i havbruk til havs mere autonom og selvtilpasset for lavutslipp og minimalt miljøfotavtrykk
- For å takle dynamiske forhold, må autonome offshore-systemer være i stand til både å lære og selv tilpasse læringsprosessen sin i sanntid.

KSP-7

Fra innaskjærs til utaskjærs havbruk

- Generelt høyere bølger og mer vind
- Lengre tidsperioder med værforhold som gjør arbeidsoperasjoner vanskelige eller umulige
- Større vanndyp
- Lengre avstand mellom infrastruktur på land og havbruksanlegg
- Jevnere sjøtemperaturer gjennom året og høyere vannutskiftning
- Lavere smittepress sykdom og lakselus fra innaskjærs havbruksanlegg



Oppdrettslaksen i havbruk til havs

- Kan få rikelig med friskt vann
- Kan vokse i optimale temperaturer
- Må sikres mulighet til å unngå turbulent vann («skvalpesonen»)
- Må få tilgang til fôr også i perioder med dårlig vær
- Gjenstår å se hvor mye lavere smittepresset blir

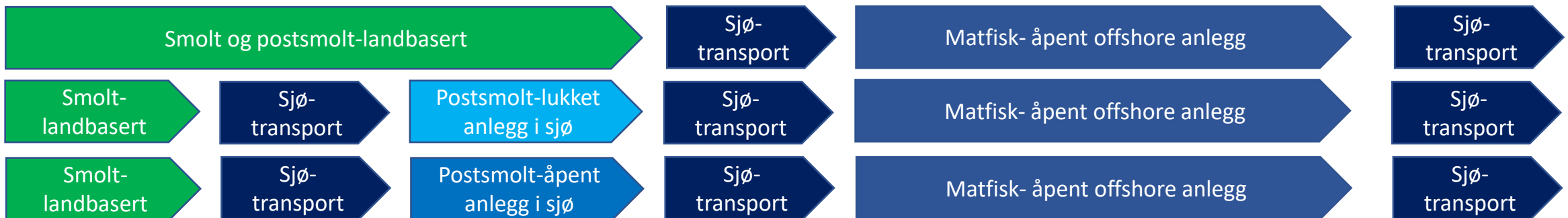


Havbruk til havs gir nye muligheter, og nye risikofaktorer for fiskehelse og -velferd

Konvensjonell verdikjede for innaskjærs havbruk

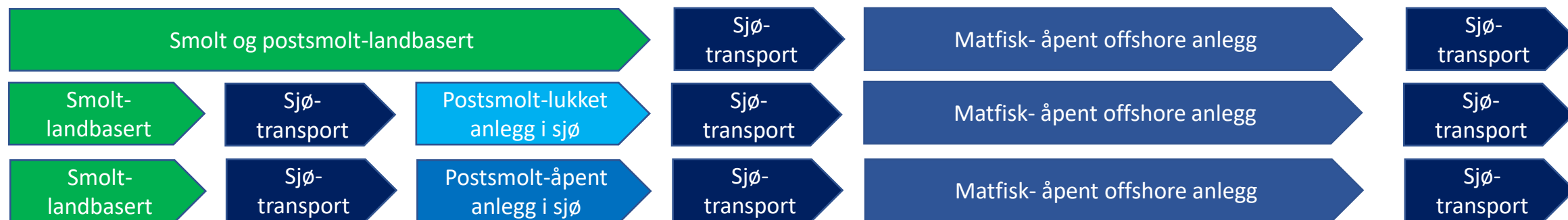


Verdikjeder for havbruk til havs



Hvilke valg fra smolt til slakteklar matfisk påvirker biosikkerhet, fiskehelse og –velferd?

Verdikjeder for havbruk til havs



Smolt/postsmolt:

- «Smoltkvalitet» – robusthet påvirkes av temperatur, vannmiljø etc.
- Lavere risiko for overføring av noen patogener til HTH med (post)smolt fra landanlegg
- Produksjonsteknologiers muligheter for å «trene» fisk / gjøre den mer robust for HTH for ulike produksjonsteknologier (RAS vs gjennomstrømningsanlegg, etc.)

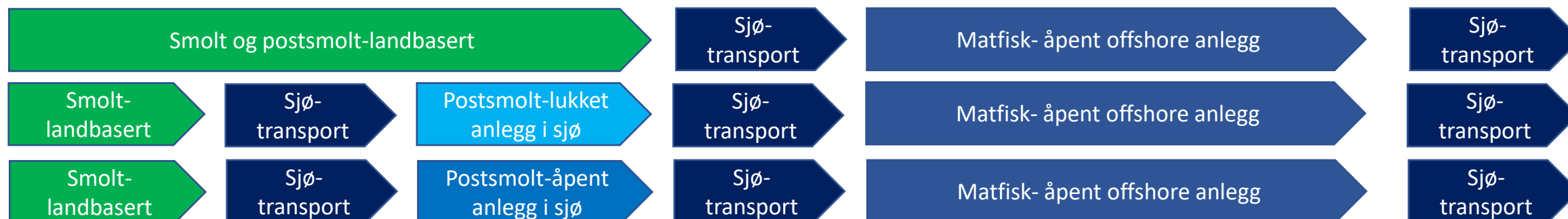
Sjøtransport av fisk:

- Økende risiko med antall etapper sjøtransport – frakt av smittestoffer og stress/skader på fisk

Offshore anlegg:

- Lokalisering - avstand til innaskjærs produksjon påvirker smittepress fra denne.
- Lokalisering – vannutskiftning, temperatur, tilgjengelig oksygen, ekstremvær etc.
- Anleggsteknologi/-design – påvirker vannmiljøet, fiskens mulighet for å velge plassering i vannsøylen, etc.
- Løsninger for trengning og inn-/utpumping av fisk.
- Teknologier for overvåkning av fiskens tilstand, herunder identifisere og ta ut fisk

Kost-nytte vurderinger og økonomiske risikovurderinger



Kost-nytte vurderinger

Smolt/postsmolt produksjon:

- Kapasitet tilgjengelig – land, lukket i sjø, åpent anlegg i sjø
- Utnyttelse av MTB innaskjærs

Sjøtransport av fisk:

- Investering og drift offshore - transportkostnad per kg
- Fartøyskapasitet offshore for ekstraordinære hendelser

Anlegg:

- Skalaøkonomi: Biomassekapasitet i anlegg
- Kapasitetsutnyttelse: Størrelse (post)smolt, brakkleggingsperiode
- Direkte investeringer og driftskostnader fiskehelse og -velferd

Økonomiske risikovurderinger

Smolt/postsmolt produksjon:

Risiko til ulike produksjonsteknologier og lokaliteter - økt dødelighet og redusert tilvekst

Sjøtransport av fisk:

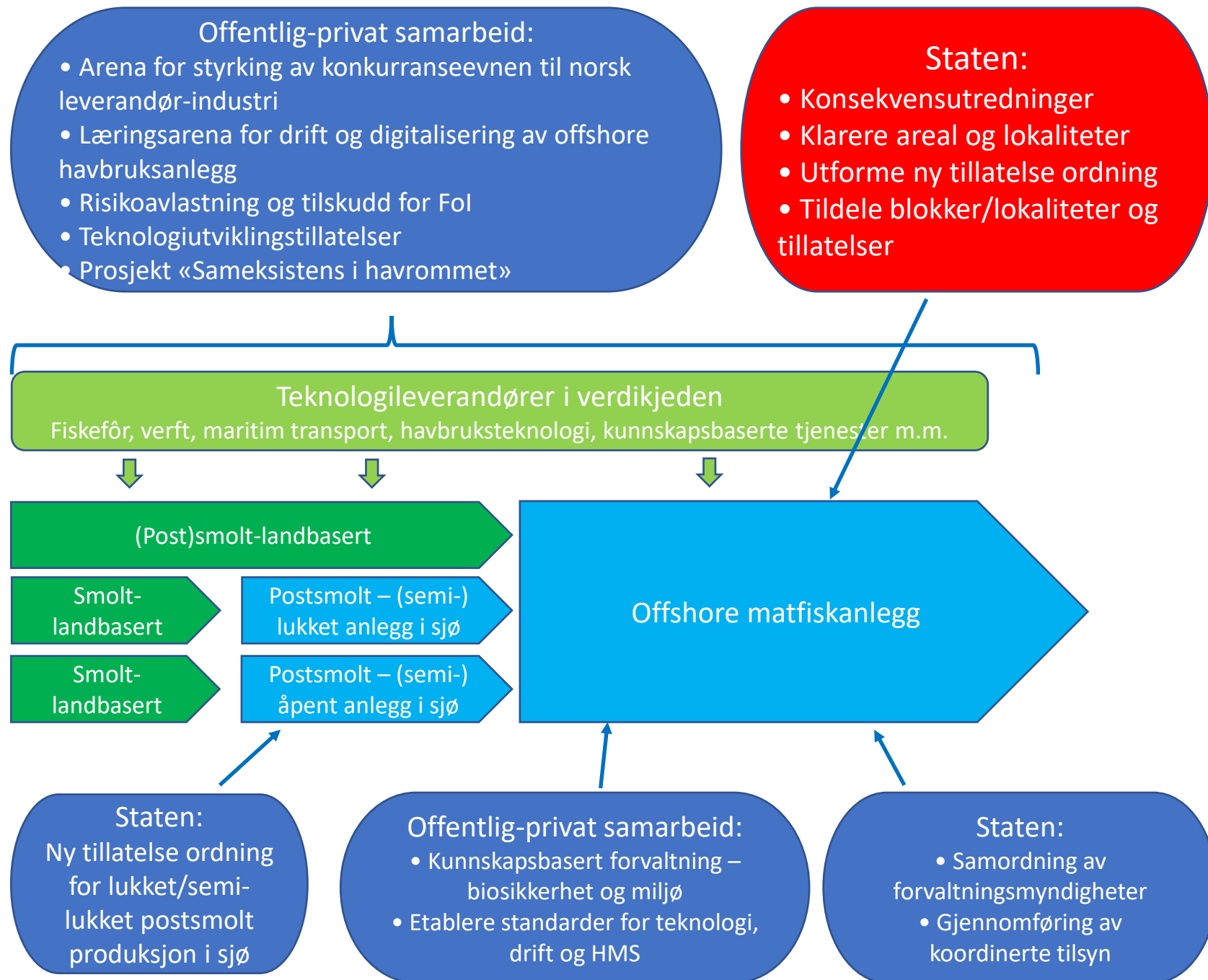
- Stress transport og pumping av fisk, øker med antall etapper
- Transport smittestoffer

Anlegg:

- Risiko knyttet til mange lakseindivider: Økt smittepress mm?
- Hendelser som krever hurtig/omfattende uttak av fisk fra anlegg til fartøy

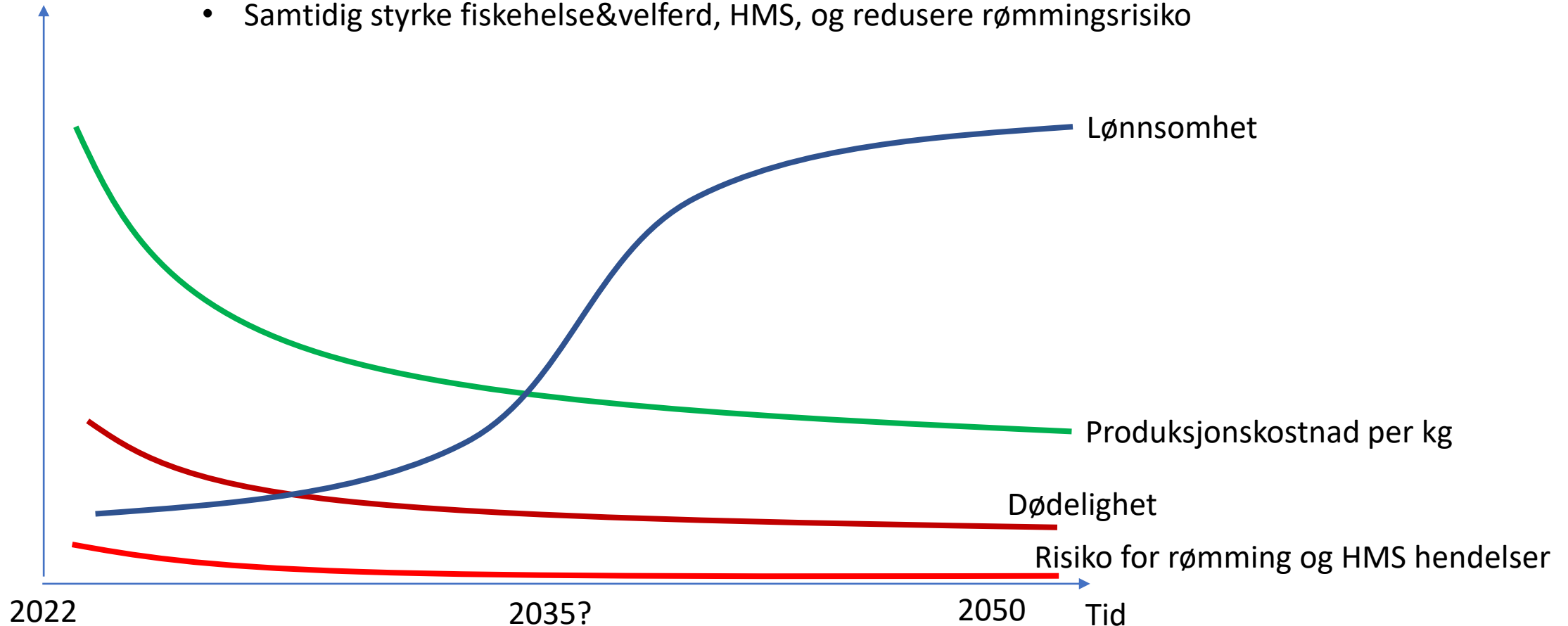
Mye skal på plass for å skape bærekraftig vekst

Offentlige ramme-betingelser helt avgjørende – en svær jobb



Havbruk til havs er i begynnelsen av læringskurven

- Redusere kapitalkostnad per kg
- Samtidig styrke fiskehelse&velferd, HMS, og redusere rømmingsrisiko



Kritiske suksessfaktorer for havbruk til havs

- Fiskehelse og fiskehelse ivaretatt av innovasjoner, høye standarder og et godt tilpasset regelverk&tilsyn fra smolt til slakteklar fisk
 - Oppgradering av standard
- Tilstrekkelig lav risiko for rømming av fisk ivaretatt av høye standarder for tekniske installasjoner og drift
- Lavt klimaavtrykk sammenlignet med andre kjøttproteiner
- Rammebetingelser fra samfunnet som tar hensyn til HTH sin egenart
 - Omfatter tidsbane for prising av tillatelser og særskatt