



Knutepunktet Hitra 1. og 2. juni 2023:
**Biologiske utfordringer (fôrråvarer)
og muligheter (taredyrking)**

Karl A. Almås, Ph.D.
SINTEF Ocean



Presentasjon

- Laksefôrknipa , en utfordring, men også en mulighet for ny industri.
 - Store nasjonale ambisjoner.
 - Hva er mulighetene ?
- Veikart for taredyrking i Trøndelag
 - Et prosjekt initiert av Trøndelag fylkeskommune

Norways' national targets for feed and salmon production



Bjørnar Skjærå

The goal of 5 million tons of salmon in 2050
 → Annual growth 4,4 % , approx. 2,2 million tons
 in 2030

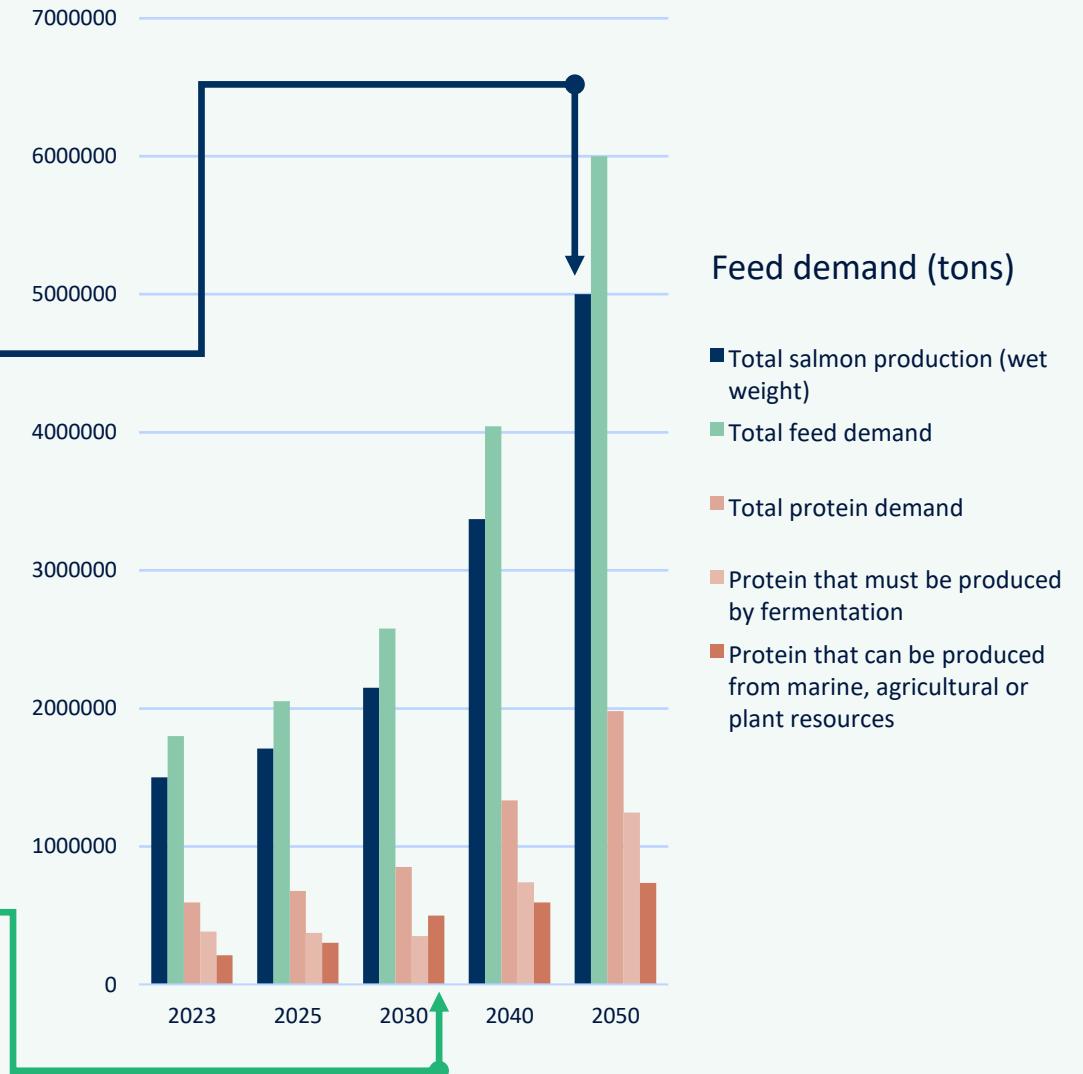
TEKMAR, Dec. 2022

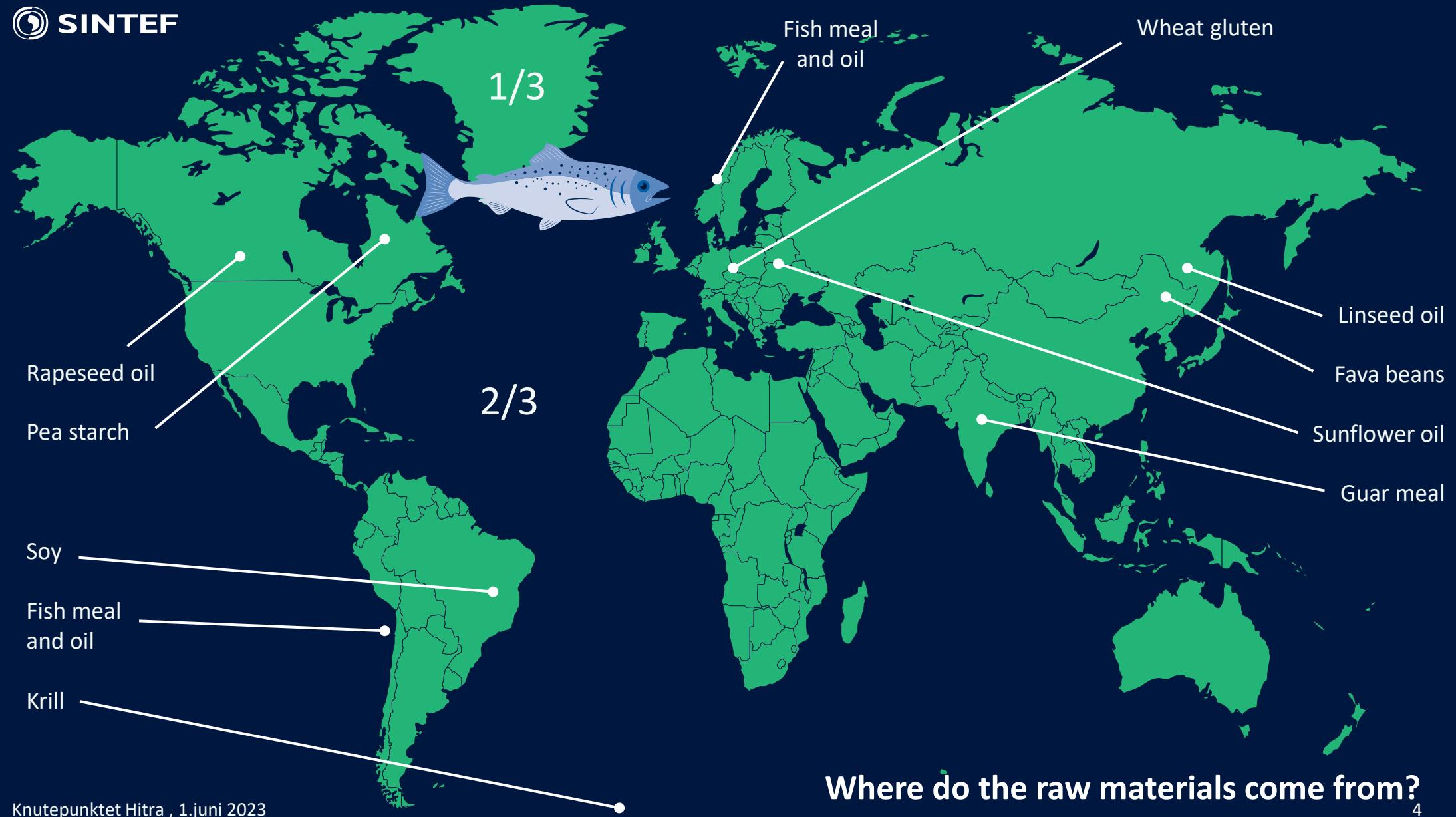


Ola Borten Moe

Norwegian food production (warm blooded animals and aquaculture) will be based upon sustainable Norwegian feed raw materials within 2030.

(Targeted social mission, Meld.St.5, Long-term plan for research and higher education 2023-2032)





Where do the raw materials come from?

4

The supply of feed raw materials will be challenged

2/3 of the raw materials come from south of equator

- Soy from Brazil
- Pelagic fish, Anchoveta from Peru
- Wheat
- Fava beans, Guar meal etc.

Ethical dilemma (Food crisis > 800 millions under starvation)

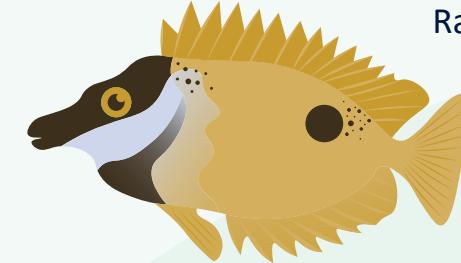
- Raw materials that can directly be used for human consumption must be prioritized for humans.
- We cannot surpass Africas' need to produce a high-cost products like salmon.

Others are paying more ?

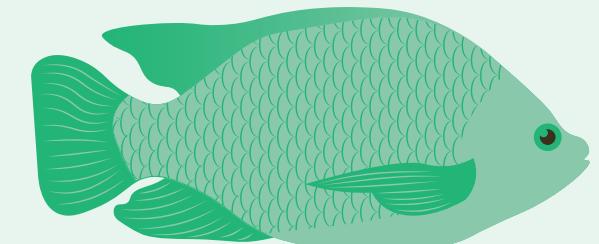
- "Wild bird feed"-market: 40 MRD NOK in USA
- Pet food: 900 MRD NOK (globally in 2019)
 - 9 million tons dry feed
 - 4,6 % CAGR towards 2027

Introducing other fish species?

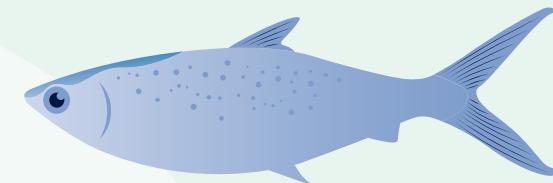
Action	Evaluation
Developing a plant eating salmon?	This requires a major genetic change and is a very longterm possibility.
Introducing other plant eating saltwater species ?	<p>Today there are few known species that can substitute the production volume represented by salmon.</p> <ul style="list-style-type: none"> • There are no carps in the oceans • Tilapia has a high tolerance for brackish water • Rabbit fish (<i>Siganidae</i>) is common from Asia to the Mediterranean Sea. • Milkfish (<i>Chanos chanos</i>) is tolerant to salinity, grow on plants. Lack of juveniles.
Further growth based upon shells, mussels etc.	The production of mussels without feeding can be expanded but other markets have to be developed.
Increase the use of integrated multi-trophic aquaculture (IMTA)	Cultivating macroalgae based upon nutritional leaks from aquaculture. Indirect higher utilization of the feed.



Rabbit fish



Tilapia



Milkfish

Loss of protein as a result of mortality

Total salmon mortality in Norway in 2022:

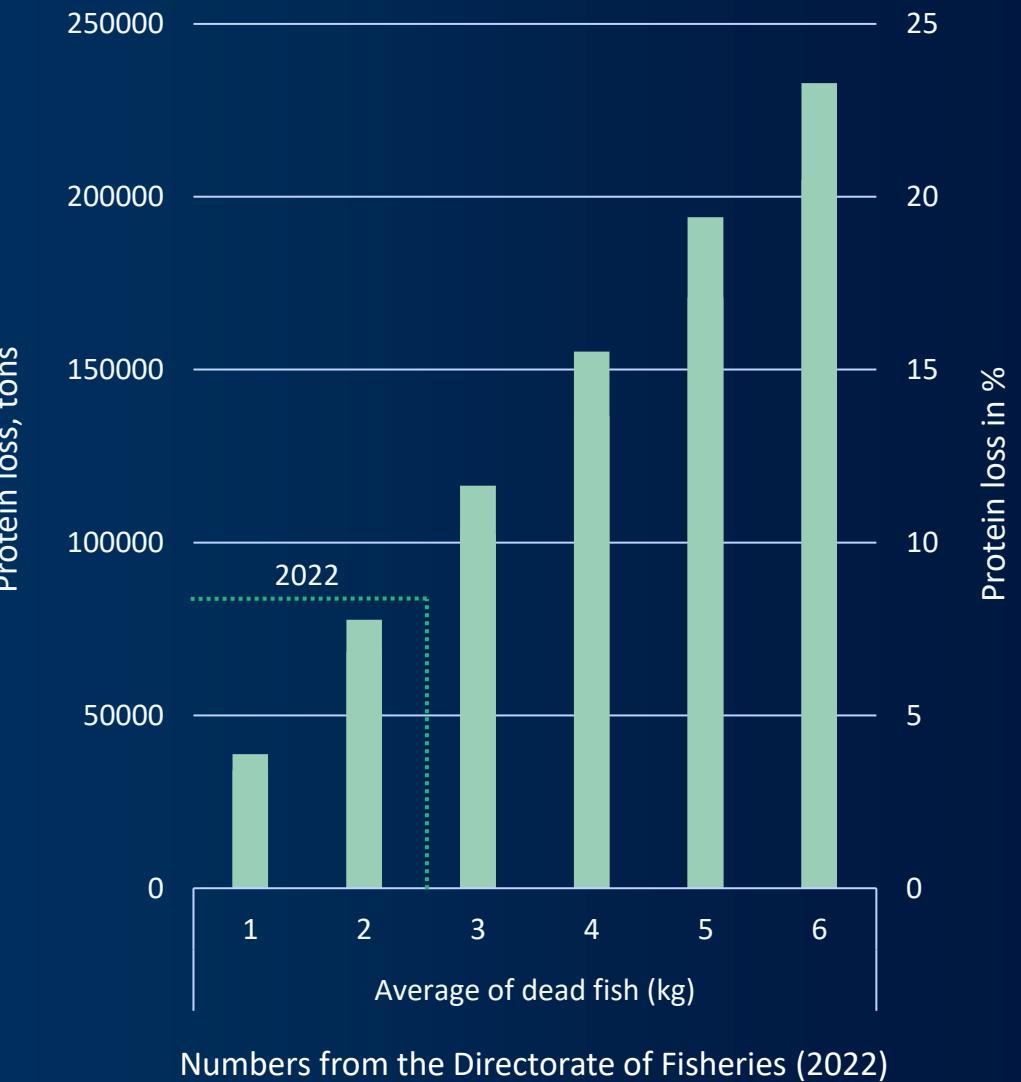
- 67,5 million fish (out of cage)
- 16,8 % of all fish in the sea phase

"Standing biomass"

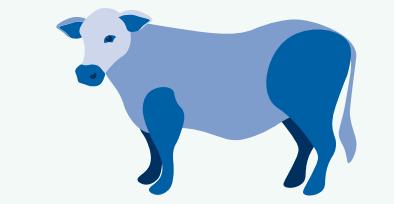
- approx. 880 000 tons
- Total number of fish: Approx. 400 million

"Loss of protein"

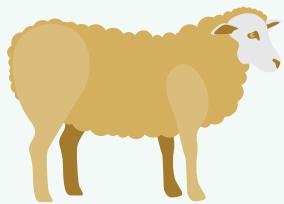
- Average weight of 2,2 kg gives a "total loss of protein" on 70-80 000 tons in 2022.
- If we need 2 million tons of protein in 2050 we must produce 180-200 000 tons extra protein to compensate for the mortality (if the average weight of the dead fish is 2,2 kg)



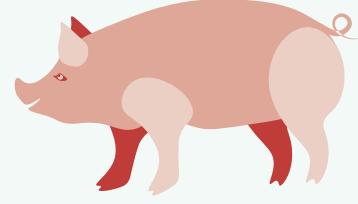
Feed utilization (kg feed per kg meat)



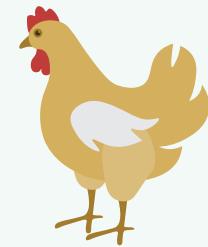
Beef
3.5-9 kg



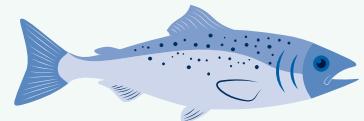
Sheep
4-6 kg



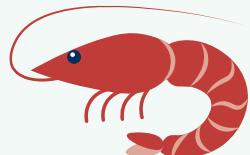
Pork
2.6-4.4 kg



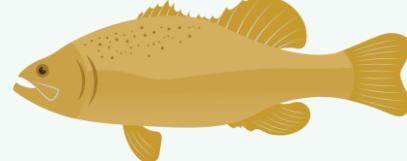
Poultry
1.4-1.8 kg



Salmon
1.1-1.3 kg



Shrimp
1.1-1.9 kg



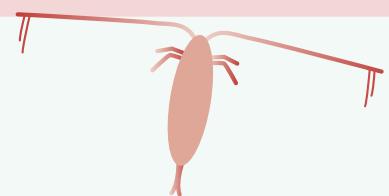
Bass
1.3-1.6 kg



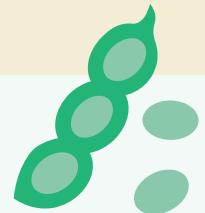
Tilapia
1.2-1.6 kg

Raw material sources

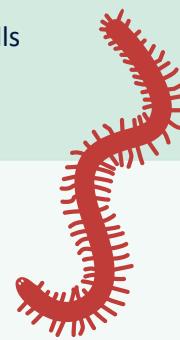
Harvested marine raw materials
<ul style="list-style-type: none">• Mesopelagic fish• Calanus• Krill• Pelagic fish• Seaweed• Rest raw material• Low exploited species



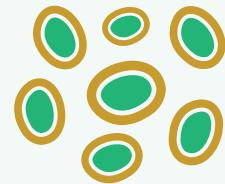
Land-based raw materials
<ul style="list-style-type: none">• Soy• Grass• Peas• Fava beans• Residual raw materials from animals



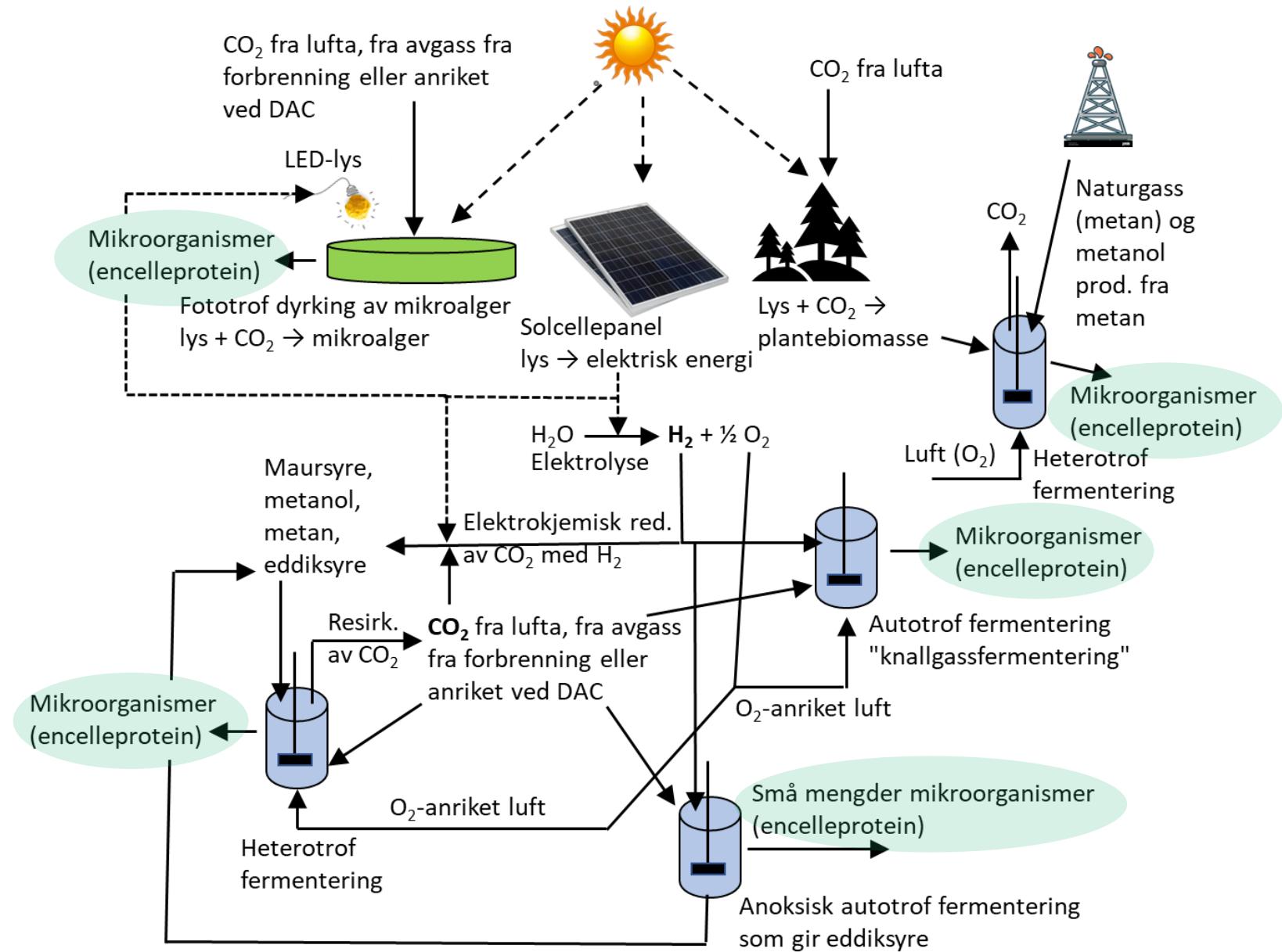
Cultivated plants and animals
<ul style="list-style-type: none">• Insects• Polychaetes• Gammaridae• Tunicates• Mussels and shells• Macroalgae



Microorganisms
<ul style="list-style-type: none">• Autotrophic process with CO₂ as a carbon source and light or hydrogen as an energy source• Heterotrophic process with an organic substrate (wood, sugar, methane, methanol, etc.) as a carbon and energy source, produced chemically if necessary, from CO₂ and H₂



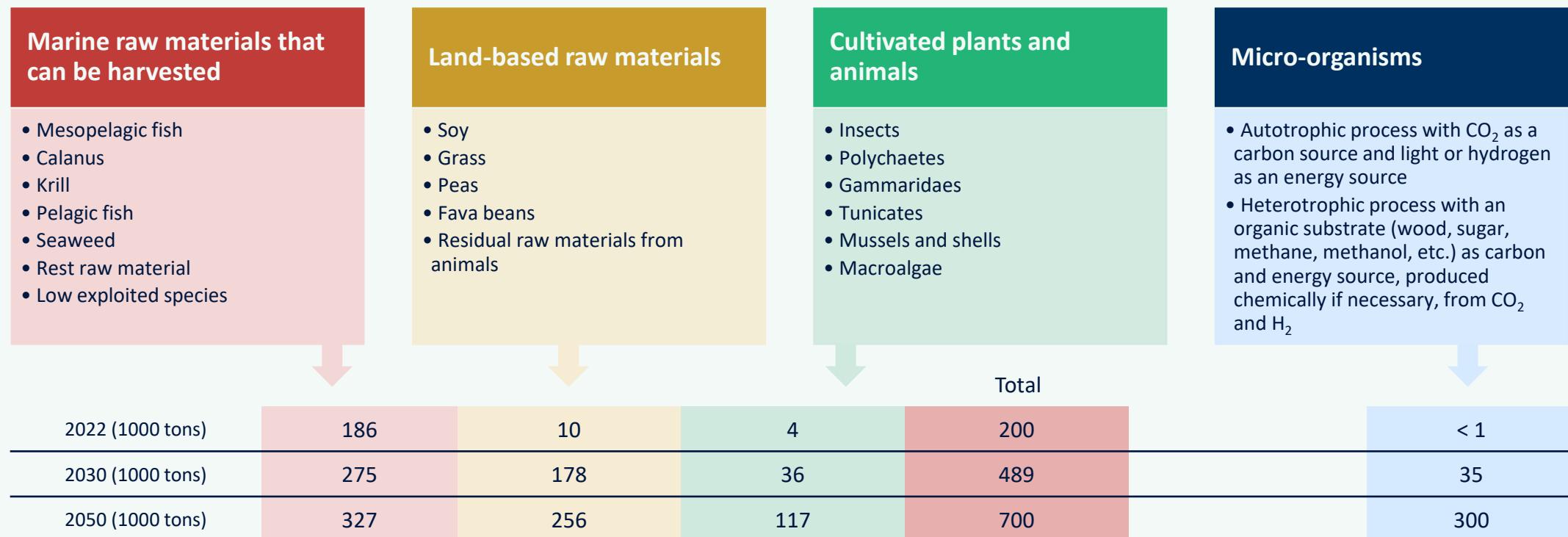
Single-cell protein production: Many possibilities



Single cell protein

Method	Production (1000 tons of protein)		
	Production in 2023	Potential in 2030	Potential in 2050
Heterotrophic fermentation of glucose and/or sucrose	0	12	100
Extraction and heterotrophic fermentation of sugars from wood	0	5	50
Phototrophic cultivation of microalgae with CO ₂ as carbon source	<1	5	20
Heterotrophic fermentation of raw materials such as methane, acetic acid and methanol produced from CO ₂ + H ₂ , alternatively autotrophic fermentation of CO ₂ + H ₂	0	5	50
Heterotrophic fermentation of methane from natural gas or biogas	0	8	80
Sum	<1	35	300

Raw material sources



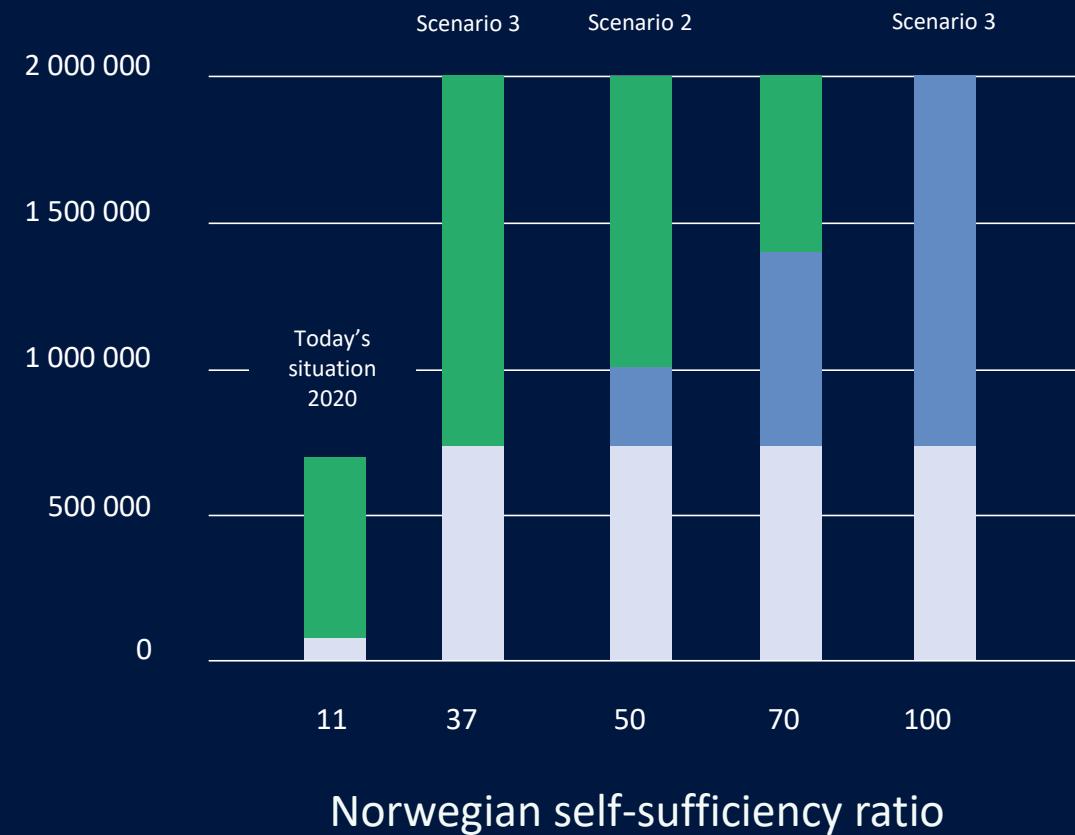
Different scenarios to produce 2 million tons of protein

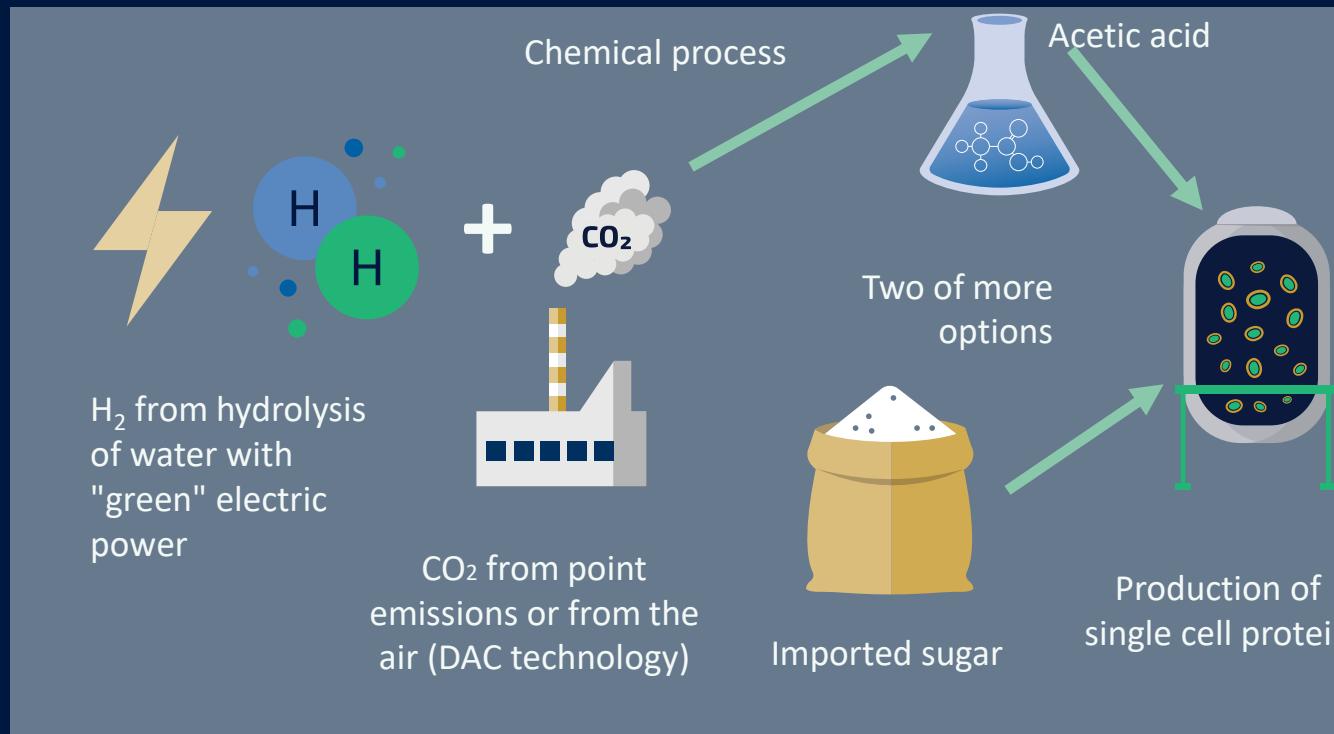
 Import need

 Marine+land-based+new cultivated

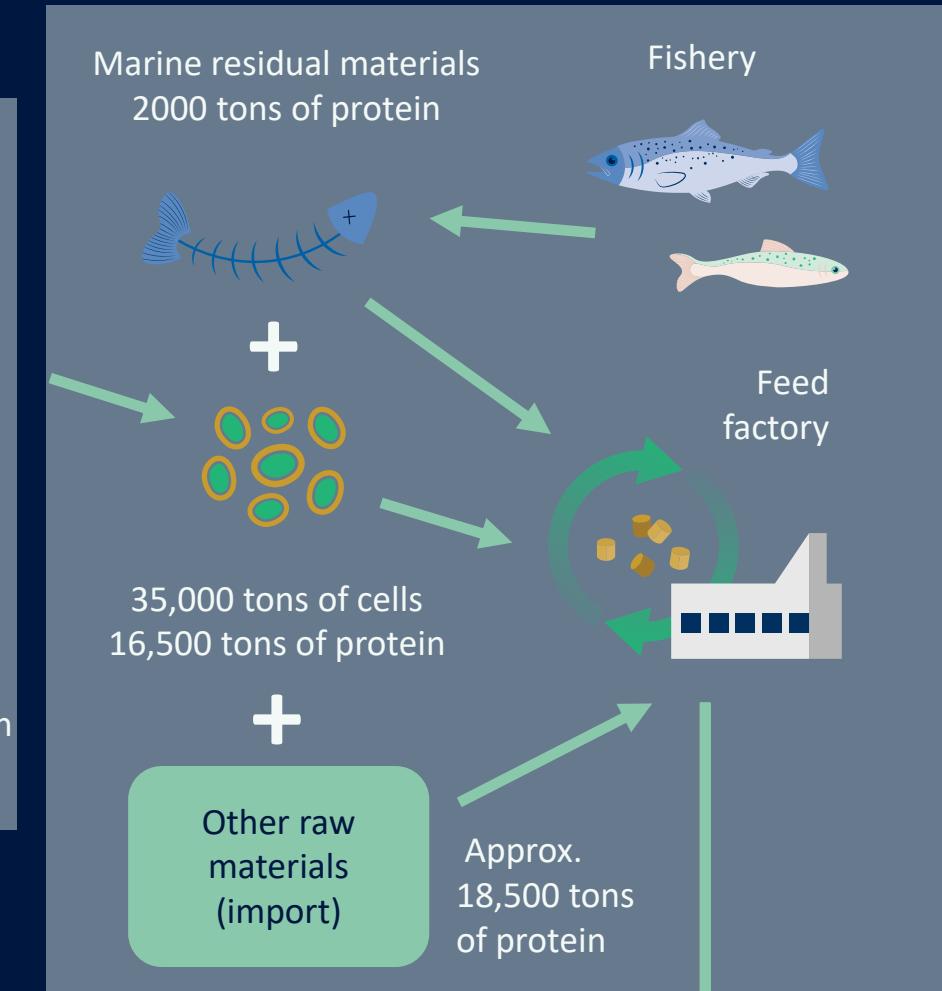
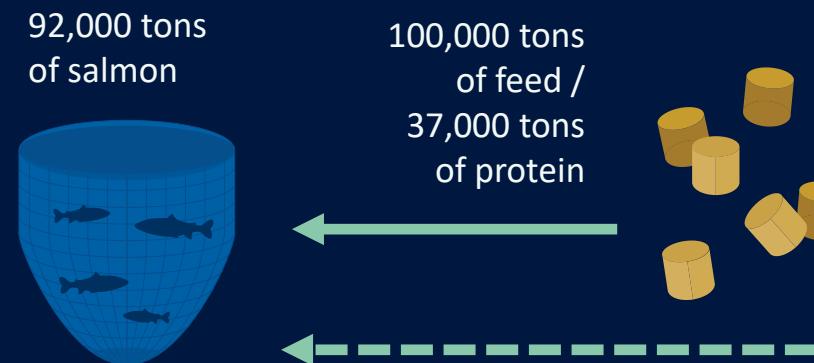
 New fermentation industry

Tons of protein

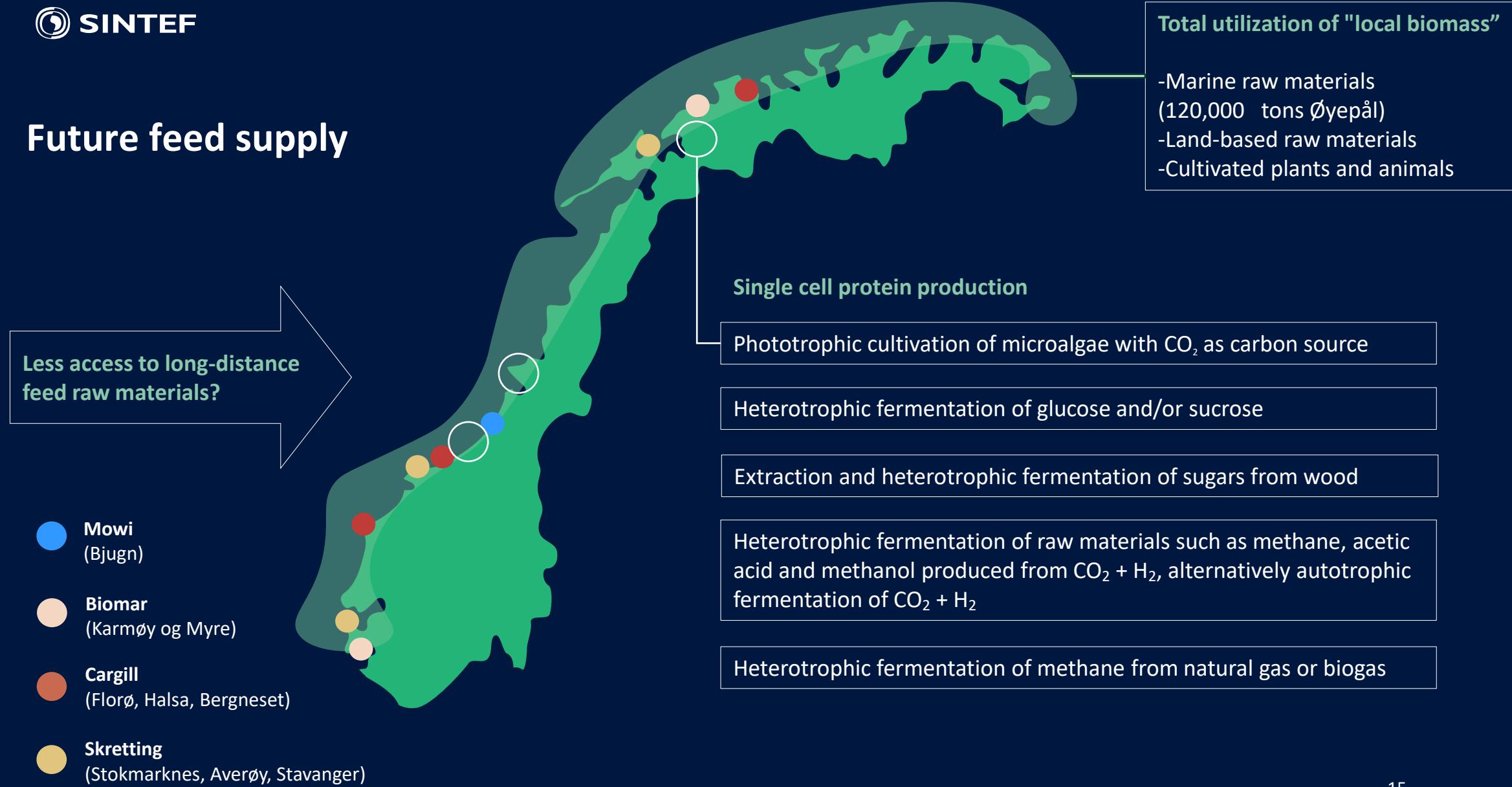




One case:
100,000 tons of feed for Nærøysund / Hitra



Future feed supply





A close-up photograph of numerous dried kelp fronds hanging vertically against a clear blue sky. The fronds are a golden-brown color and have a textured, slightly crinkled appearance. They are densely packed, creating a sense of depth and movement.

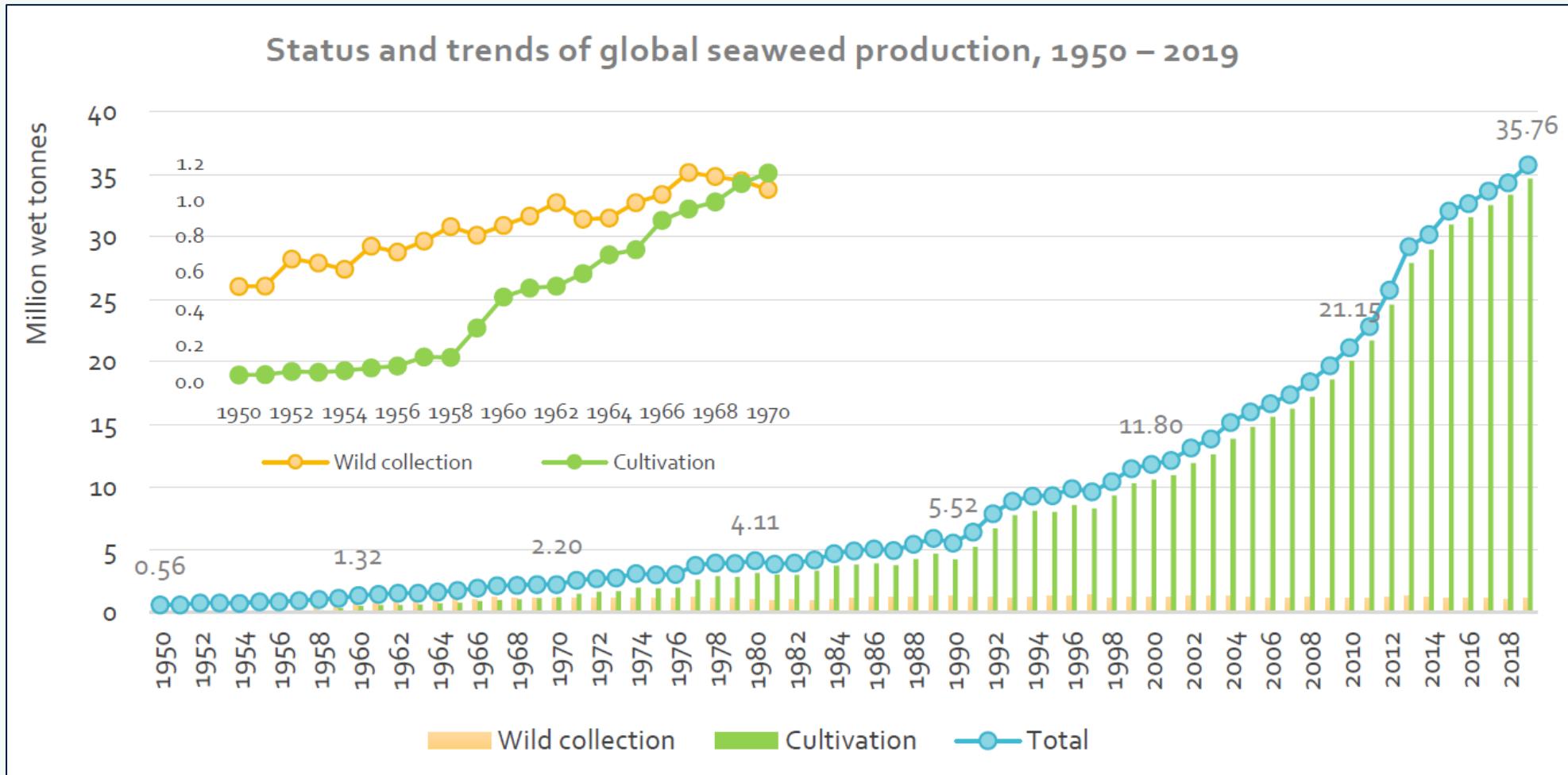
Veikart for taredyrking i Trøndelag

Hovedmål

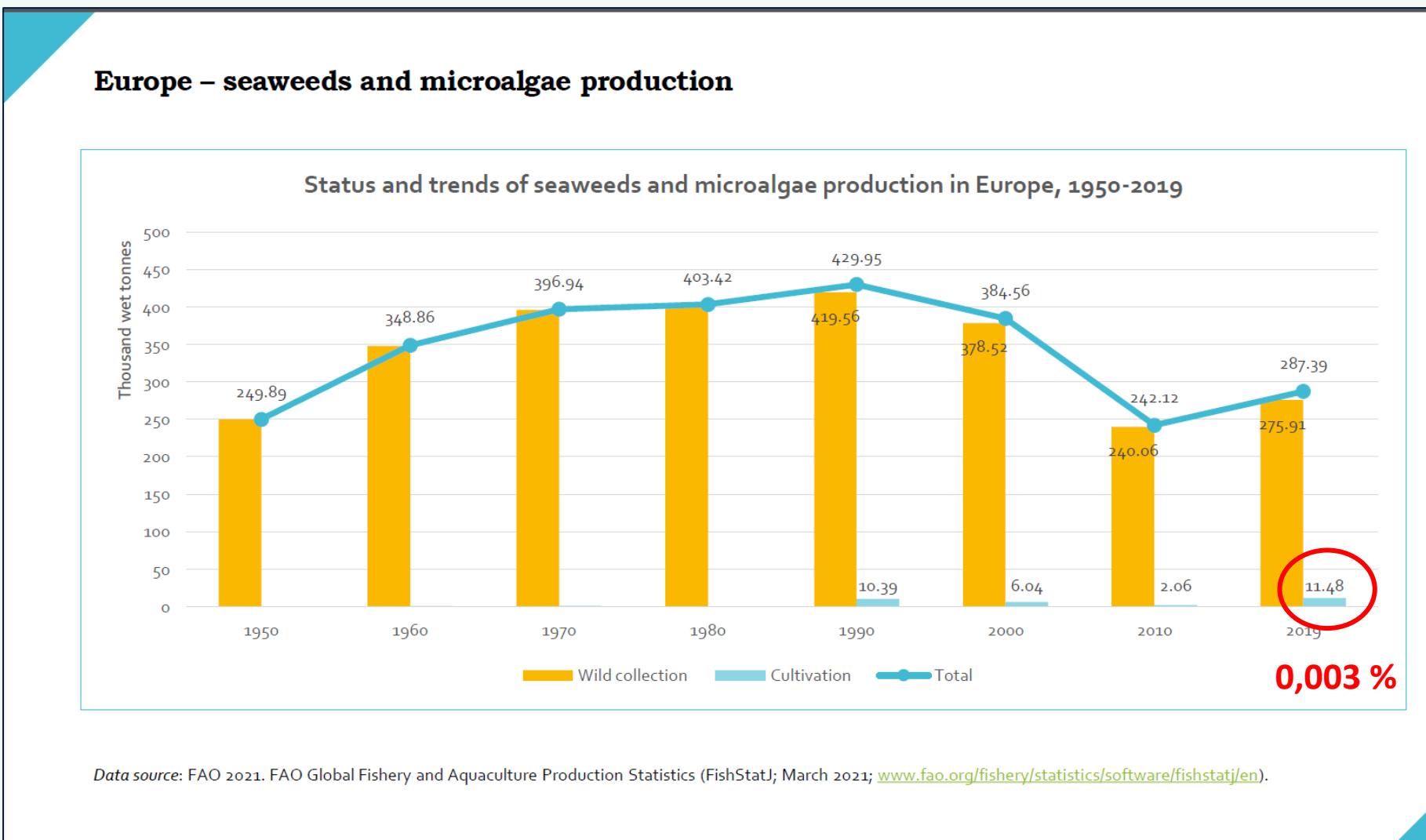
- Det skal foregå forsknings- og utviklingsprosjekter rettet mot dyrking og utnyttelse av tare med utgangspunkt i Trøndelags-regionen for 400-500 MNOK frem mot 2030.
- **Veikartprosjektet skal sikre at denne aktiviteten ender opp i en industriell produksjon.**



Vekst i global produksjon.



Muligheter for Norge



Hvor går Kina ?

Delin Duan (Jektvollen 2023):

"Young people do not want to work in this industry. (low paid / hard manual work)"

"Enough labour force will be a future challenge"

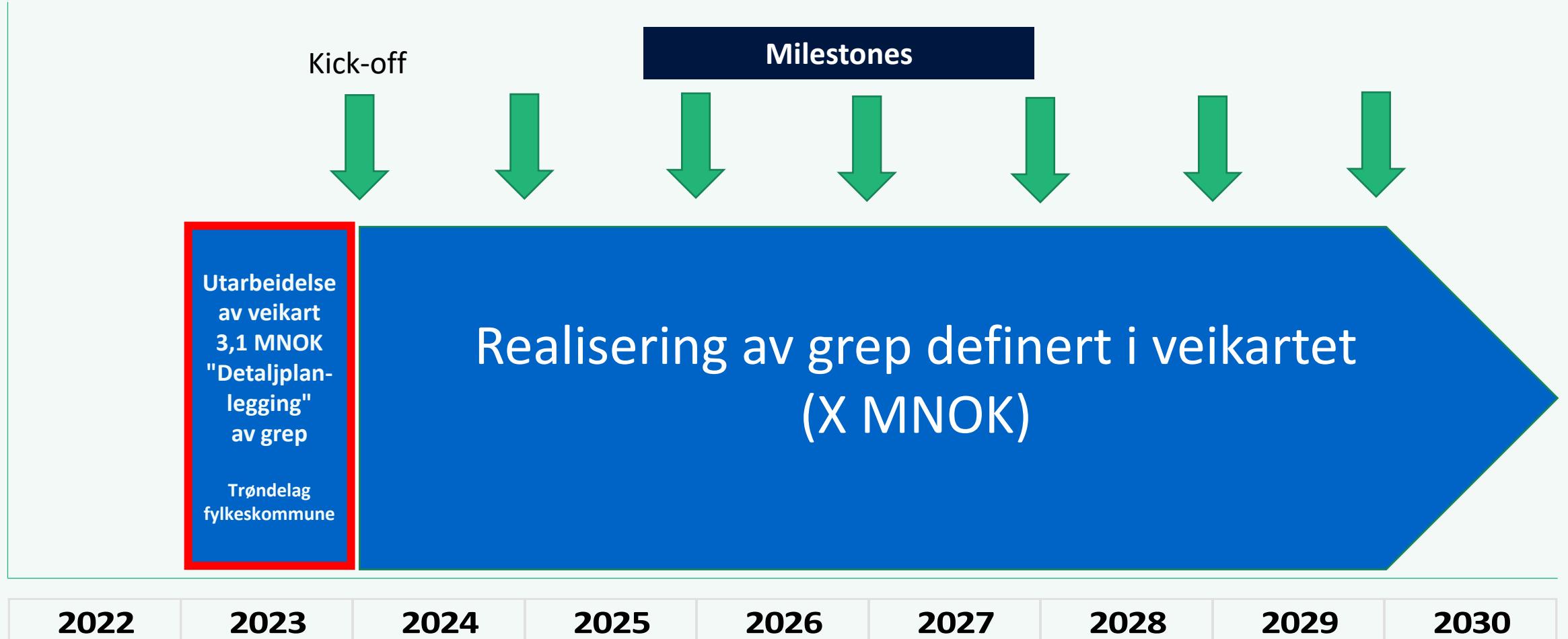
"We most mechanize the industry"



Norwegian opportunity ??



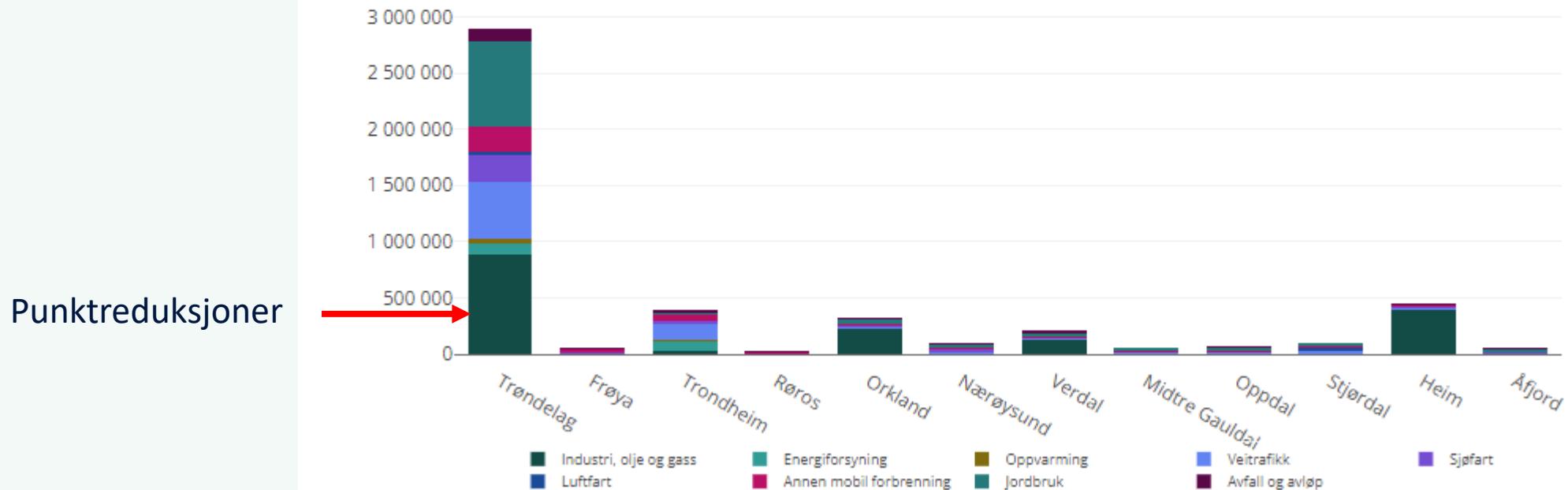
Veikart for tareproduksjon i Trøndelag



Utslipp (CO2 ekvivalenter) i Trøndelag

Trøndelag, Frøya, Trondheim, Røros, Orkland, Nærøysund, Verdal, Midtre Gauldal, Oppdal, Stjørdal, Heim og Åfjord

Graf Tabell



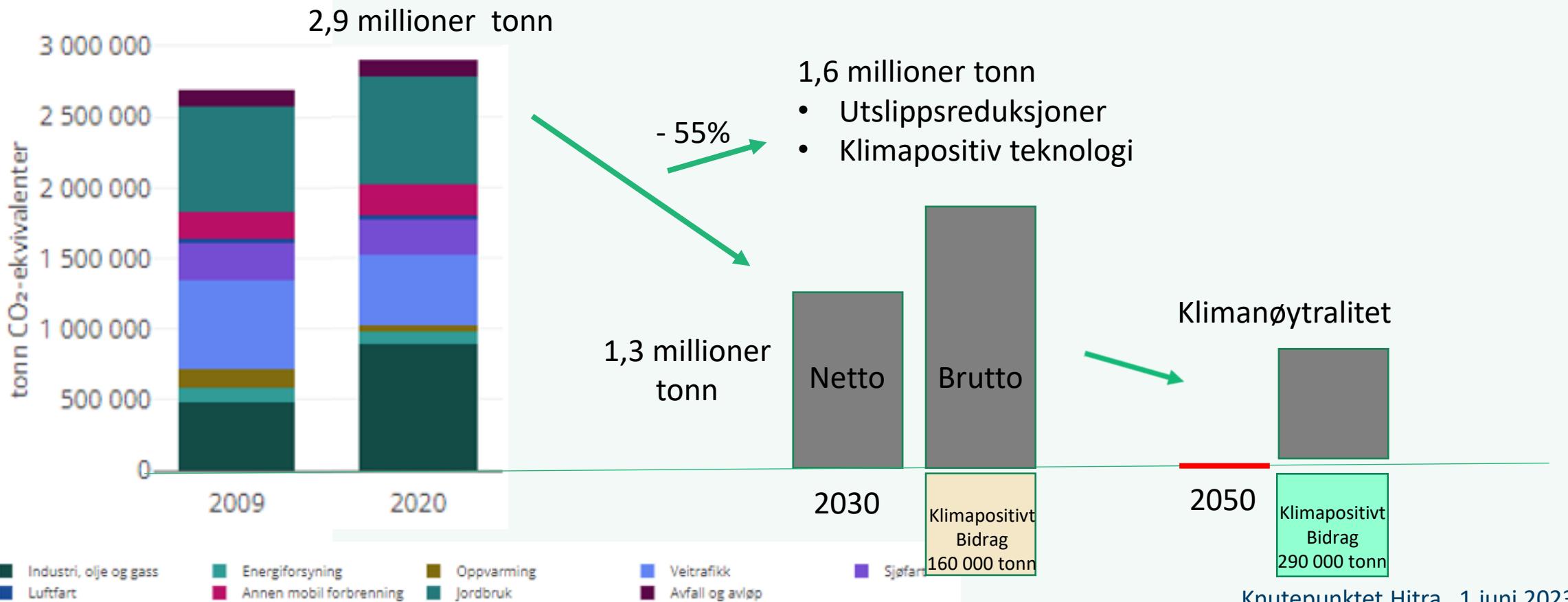
Punktredusjoner

tra , 1.juni 2023

Kilde: Miljødirektoratet

Et klimanøytralt Trøndelag i 2050 ?

10 % klimapositivt bidrag



Ambisjon for klimapositiv teknologi (tareproduksjon): Kompensere for 10% av utslippene i 2030 og 2050

Nødvendig tarevolum (tonn)	Arealbehov (km ²)
55 % utslippsreduksjon i 2030	
10 % klimapositiv kompensasjon, 160 000 tonn CO ₂	
1,28 millioner tonn (3 % av totalmarked)	64 km ² (8 km x 8 km) (0,19 %)
30 % klimapositiv kompensasjon	
3,8 millioner tonn	192 km ² (14 km x 14 km)
Klimanøytralitet i 2050	
10 % klimapositiv kompensasjon, 290 000 tonn CO ₂	
2,3 millioner tonn (3 % av totalmarked??)	116 km ² (10,7 km x 10,7 km) (<0,5 %)
30 % klimapositiv kompensasjon	
7 millioner tonn	348 km ² (18,6 km x 18,6 km)



8 kystkommuner

64 km², 0,19 % av arealet

Møte i Åfjord 6. juni

Knutepunktet Hitra , 1.juni 2023

Hitra

Ørland

Åfjord

Frøya

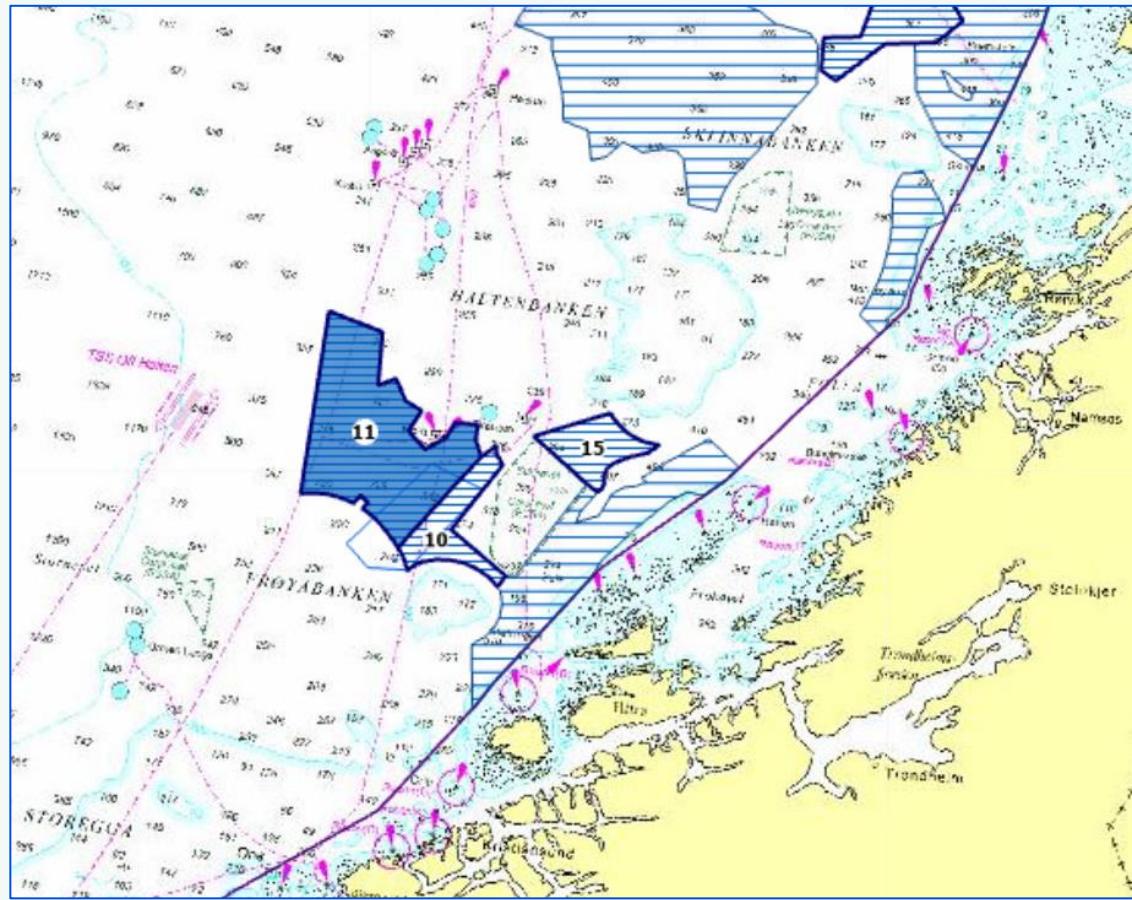
Osen

Flatanger

Nærøysund

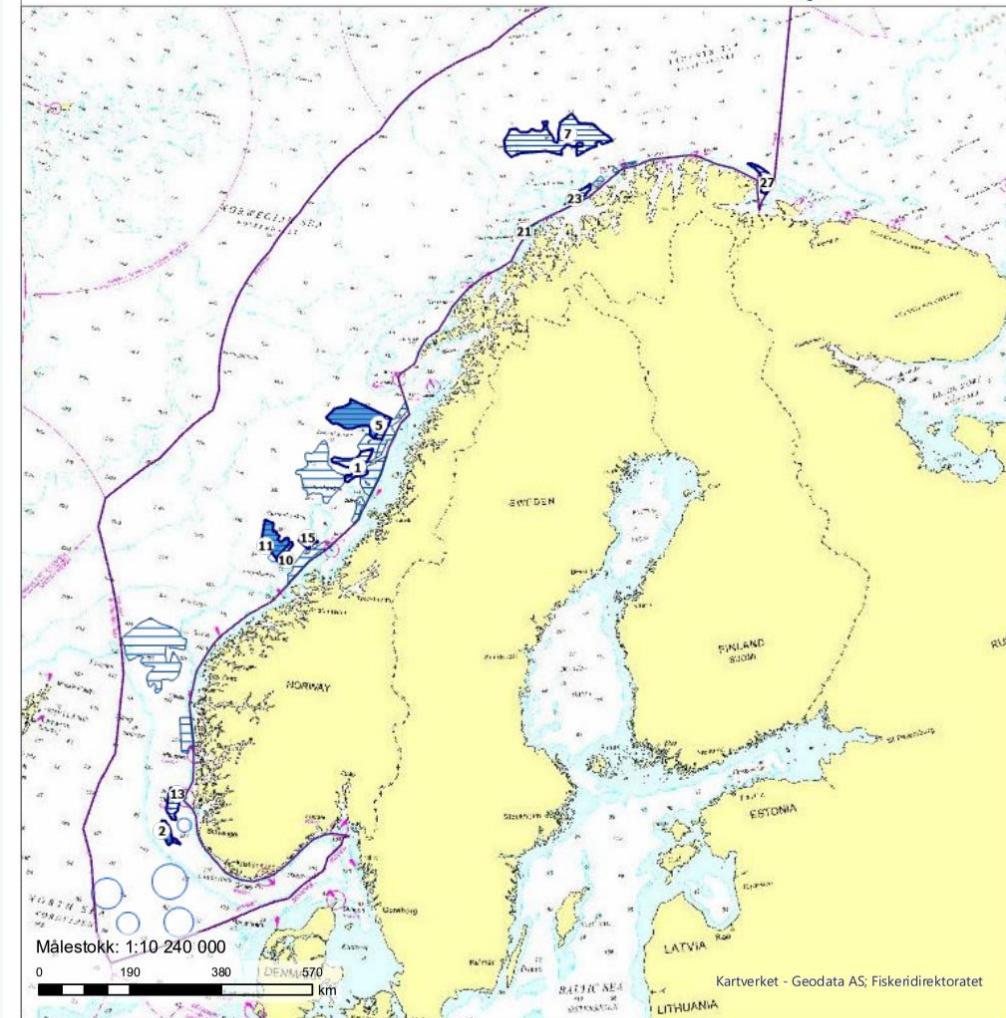
Leka

Havbruk til havs



Knutepunktet Hitra , 1.juni 2023

Kart Fiskeridirektoratet – Havbruk til havs

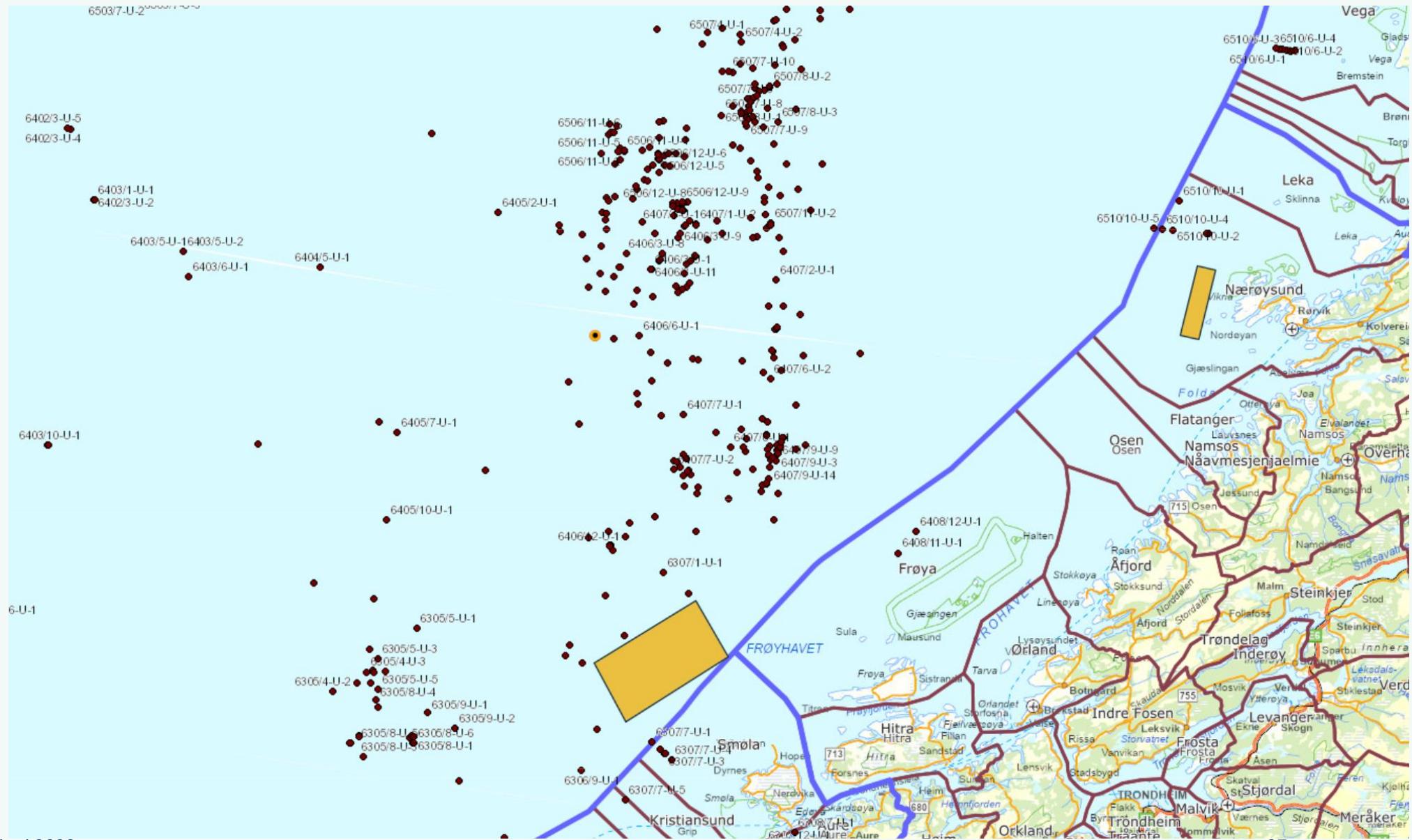

Områder Havbruk til havs

- Anbefaling 2022
- Tiltrådning 2019
- Identifiserete 2019

Mulighetsområde Havbruk til havs

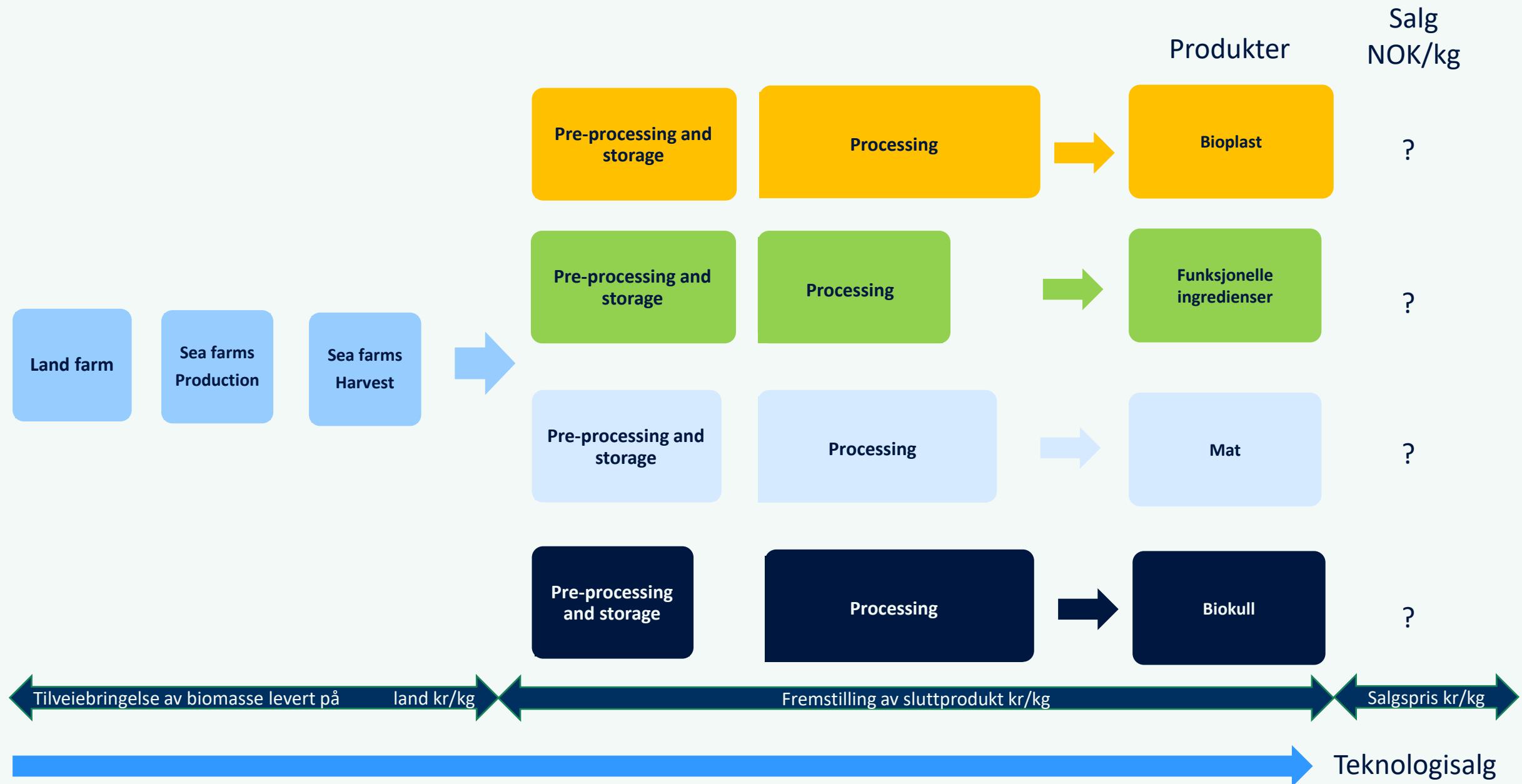
- Mulighetsområde
- Områder - forslag fra havbruksnæringen
- Områder – forslag fra havbruksnæringen 2019

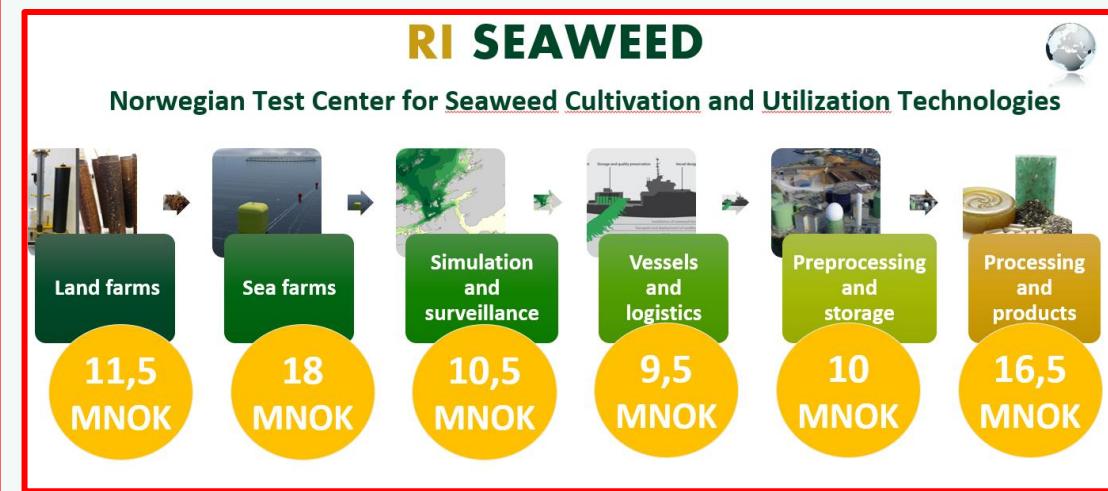
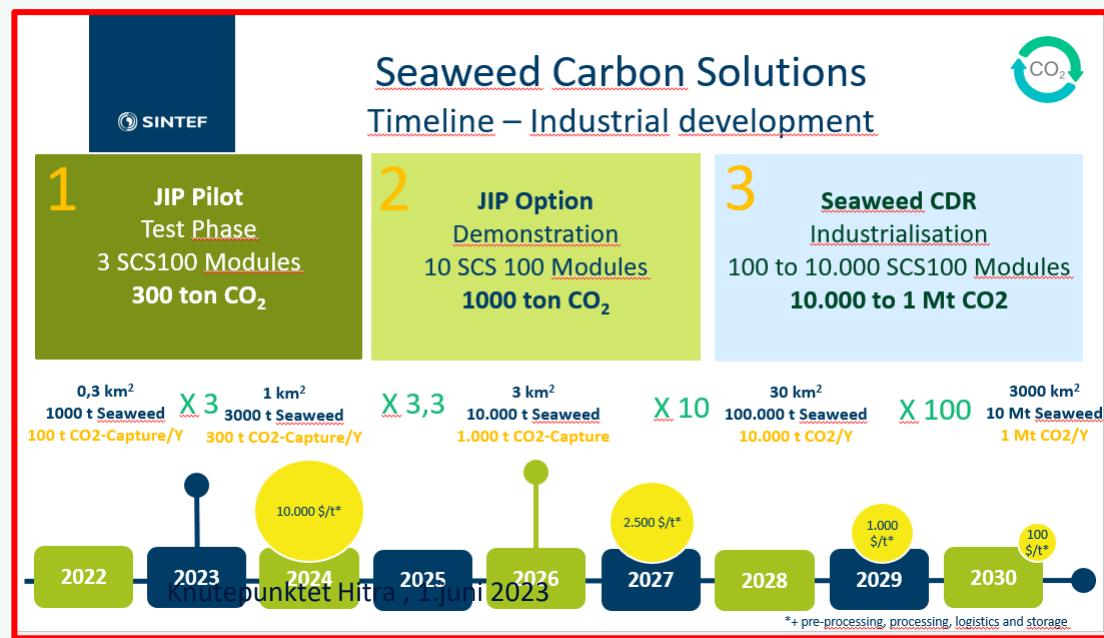
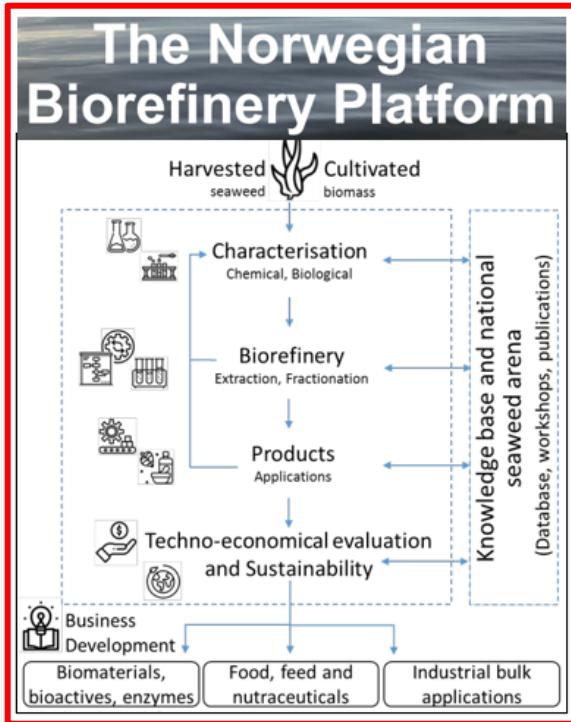
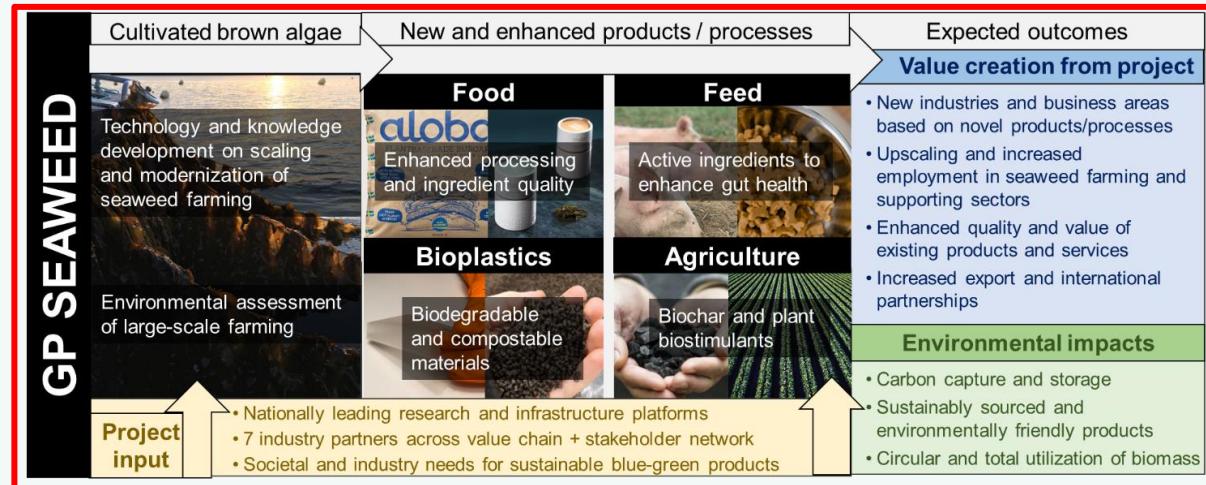
- Havvind utredning (gul)
 - Brønner på norsk sokkel (brun)



Svært stort spenn i produkter og markeder.

- 4 ulike produktgrupper vi kommer til å se på :
 - Biokull
 - Funksjonelle ingredienser
 - Mat
 - Bioemballasje





De viktigste ?

Readiness levels : Mye skal på plass.....

Rediness level	Biology BRL "Optimization"	Technology TRL "Development"	Market MRL "Commodification"	Regulatory RRL "Legislation"	Acceptance ARL "Legitimization" Forankring	Organization ORL "Domestisation" Integrasjon / organisering
1	Artens habitat og livssyklus er beskrevet i litteraturen	Idéen foreligger	Anelse om et marked	De juridiske/regulatoriske aspektene er ukjente og uforutsigbare	Produksjon ansees som uakseptabel	Produksjonen krever helt nye måter å organisere virksomhet på.
2	Laboratorieprotokoller for dyrking i laboratorier er beskrevet	Idéen er eksplisitt beskrevet	Marked og produkt er beskrevet	Produksjon vil kreve endring av lover	Produksjonen ansees som kontroversiell hos store deler av befolkningen	Uklat hvordan produksjonen kan tilpasses eksisterende opplegg
3	Dyrkingsforsøk er utført i laboratorier og i sjø	Eksperimentelt "proof of concept"	Markedsbehov og markedsforsyning er beskrevet	Produksjon vil kreve endring av regulatorisk rammeverk	Produksjonen ansees som uønsket eller upassende hos grupper av befolkningen	"Hva skjer med tarenaeringen?" Konsolidering ?
4	Hele dyrkingsprosessen fra stamplanter til høstbar biomasse er demonstrert	Her har vi demoprosjekter Trenger leverandører Standardisering ?	Validering av marked med en liten pilotkampanje	Produksjon vil kreve tillatelser og godkjenning	Produksjonen ansees som kontroversiell hos deler av befolkningen	
5	Dyrkingsprosessen er testet i stor skala og de viktigste flaskehalsene er identifisert		Her er det mye underlag	Det foreligger søkbare tillatelser og godkjenninger	Henger sammen med areal. Her har vi mye på gang Kommuner /fylke	En konkret plan foreligger
6	Kunnskap om miljøfaktorer og hva som er gode dyrkingslokaliseter i sjø foreligger	Teknologi demonstrert i relevant miljø	Produktet blir lansert i et begrenset perspektiv			
7	Hele dyrkingsprosessen på land og i sjø skjer kontrollert og i full skala	System prototype demonstrert i naturlig miljø	Kundene bekrefter fremgang og forbedring	Godkjenninger er "rett rundt hjørnet"	Produksjonen er kontroversiell hos enkelte	Små endringer er påkrevet for å kunne produsere
8	Utfordringer med begroing er løst, men noe usikkerhet knyttet til utbytte og sykdom	Produkt testet og validert, funksjonalitet optimalisert	Stabile salgsinntekter mulig å predikere	Produksjonen tilfredsstiller kravene	Marginal motstand	Teknologien er tilpasset til arbeidsprosesser
9	Produksjonen gir forutsigbar mengde og kvalitet i industriell skala	Trenger gode kalkyler 4 ulike case ?		Produksjon er regulatorisk uproblematisk	Produksjonen akseptert	31 Produksjonsteknologien går sømløst med annen dagens teknologi

Hvor går tarenæringen ?

Laksenæringen : Konsoliderte på 2000-tallet
(Skjellnæringen gjorde noe av det same)

Leverandørindustrien : Konsoliderte på 2010-tallet



AS B'Zeos Org nr 920 598 773
Orkla Ocean AS Org nr 923 580 816

Dypp AS Org nr 925 326 410

Polar Algae AS Org nr 917 875 146

Alginor ASA Org nr 913 422 082

Dupont Nutrition Norge AS Nova Matrix Sandvika Org nr 980 859 525 B

Seaweed Solutions AS Org nr 993 491 780

Ca. 50 selskaper pr.
2023

Tarenæringen: Mange små og sårbare aktører . Hva skjer videre fremover ?



SINTEF

Teknologi for
et bedre samfunn