

Norges miljø- og  
biovitenskapelige  
universitet

# Havbruksnæringens fotavtrykk?

Professor Atle G. Guttormsen

# Norsk lakseproduksjon

- Over 1,3 millioner tonn laks
- Total energiproduksjon: nesten 16 millioner GigaJoule
- Hver norske innbygger kan spise 435 gram laks hver dag hele året
- Produserer nok kalorier til at den delen som går til humant konsum (ca 65%) kan dekke totalbehovet til over 3 millioner voksne mennesker per år.
- Totalt: nok kalorier til over 5 millioner voksne mennesker

# Laks

- Kan spises til alle måltider, frokost, lunsj, middag, kvelds
  - Finnes i stadig flere varianter
  - Laksepålegg
  - “Alle” hoteller har laks til frokost og lunsj
  - Kan spises til hverdag, helg og fest
- 
- Laks er den første fisken som konkurrerer på alle kjøttets konkurranseflater



# Alltid et alternativ

- Vi må ALDRI glemme at laksen faktisk spises. Det betyr at dersom den ikke produseres vil en spise noe annet.
- Skal en si noe om bærekraft og lakseoppdrett må en vurdere “hva er alternativet?”
- En økende middelklasse vil spise mer proteiner. Kan ikke regne med nevneverdig mye mere fisk fra havet, ergo vil det spises mer konvensjonelt kjøtt dersom en ikke spiser mer oppdrettsfisk.

# Kylling ?



# Svin ?



# Lam ?





# Storfe ?



# Laks ?



# Til sammenligning

- Norsk produksjon av konvensjonelt kjøtt:
  - Svinekjøtt: 131 000 tonn
  - Storfekjøtt: 81 000 tonn
  - Sauekjøtt: 24 000 tonn
  - Fjorfekjøtt: 85 000 tonn
- Danmark, blant verdens største svineeksportører
  - 2 millioner tonn
- Britisk kylling produksjon
  - 1,3 millioner tonn (omtrent som norsk laks)

# Fotavtrykket

- Lokalt
  - Utslipp
  - Kobber, medisiner etc.,
- Regionalt
  - Utslipp
  - Lus
  - Genetisk forurensning
- Globalt
  - Fôrspørsmålet
  - Fôreffektivitet**
  - CO2
- **Generell effektivitet**
  - Areal, kapital, arbeid**

# Tradisjonelt fotavtrykk

- De fleste i næringen er ganske enige om hvor skoen trykker
- HovedProblemet:
  - Lus
- Utfordringer
  - Utslipp av næringsstoffer
  - Medisiner
- Det meste annet er løsbart

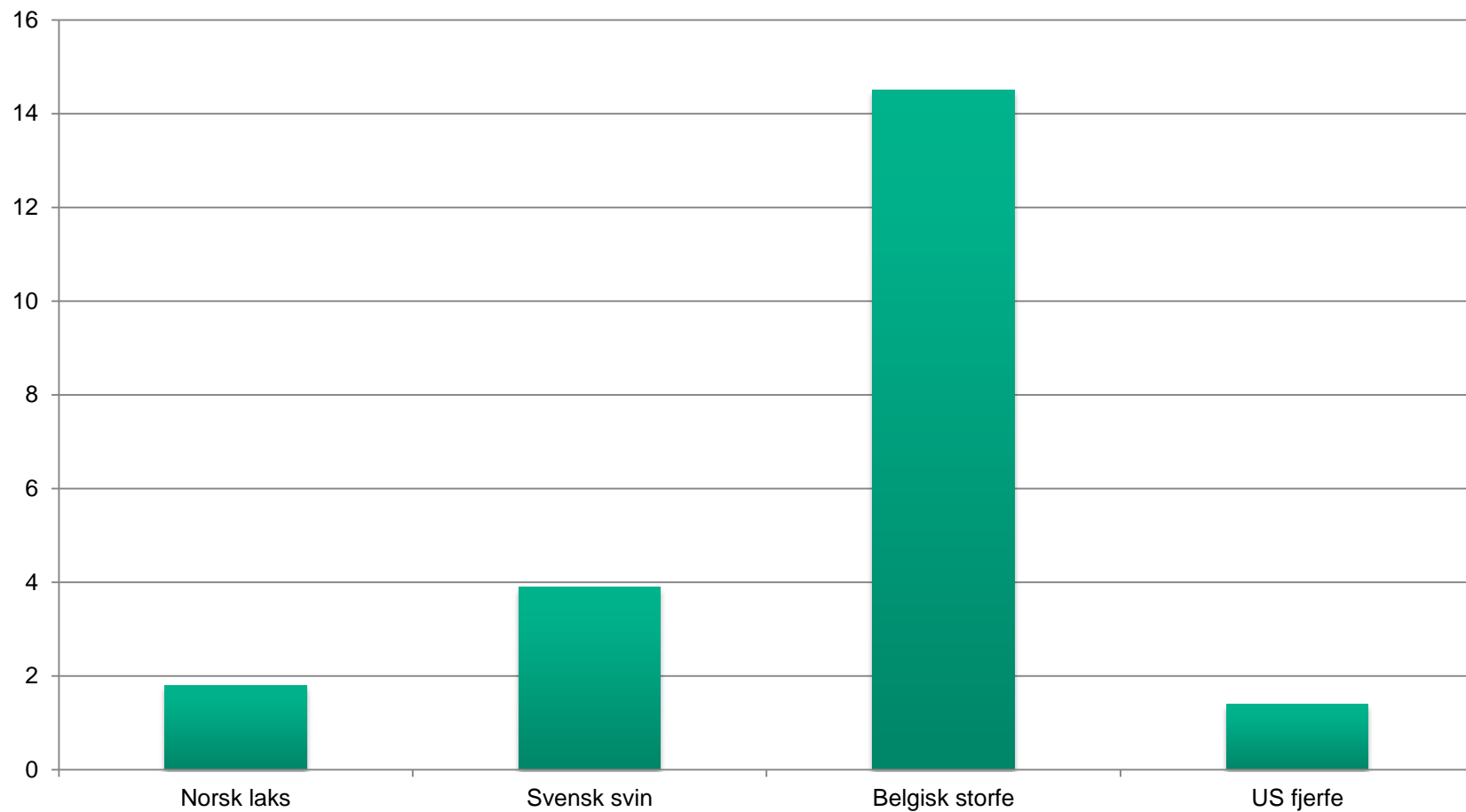
# Effektivitet

- All matproduksjon har miljømessige utfordringer
- Mer sentralt å se på total effektivitet. Mengde innsatsfaktorer i forhold til produsert kvantum
- Effektivitet som “kjøtt”produksjon er en sentral miljøparameter.
- Bruk av arbeid, kapital, fôr annet.

# Livsløpsanalyser - LCA

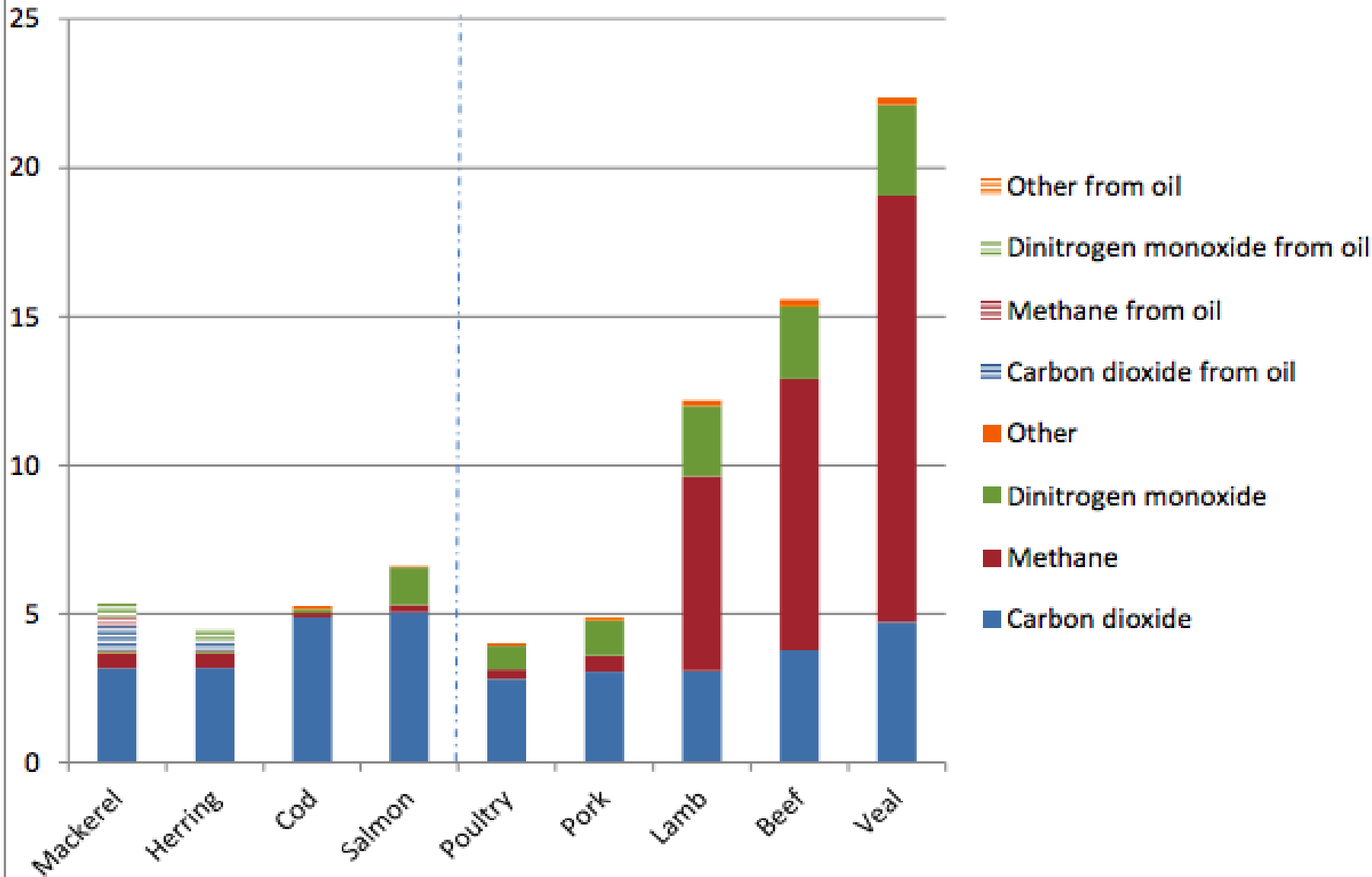
- Et metodisk rammeverk for å analysere miljømessige konsekvenser gjennom livsløpet til et produkt
- Kan, dersom utført bra, sammenligne ulike produksjonssystemer
- Noen få studier utført på norsk lakseproduksjon

# CO2 utslipp





kg per kg fish or meat



# Konklusjoner

- Oppdrettslaks kommer generelt veldig bra ut
- Hoveddelen av “negative” faktorer skyldes fôr og spesielt fiskemel/olje

**Table 8** Carbon footprint for fish (kg CO<sub>2</sub> eq/kg edible part) and meat

Product	kg CO <sub>2</sub> eq/kg edible part	Reference
Beef (Swedish)	30	Cederberg et al. (2009)
Pork (Swedish)	5.9	Cederberg et al. (2009)
Chicken (Swedish)	2.7	Cederberg et al. (2009)
Atlantic salmon (farmed)	2.9	Winther et al. (2009)
Atlantic cod ( <i>Gadus morhua</i> )	2.9	Winther et al. (2009)
Herring ( <i>Clupea harengus</i> )	0.52	Winther et al. (2009)

- MEN, ingen tar hensyn til nye foroppskrifter

Torrison et al 2001

# Effektivitet

- Det er et ubestridt faktum at lakseoppdrett er en effektiv matproduksjon (målt mot “alt”, med mindre en mener at alle skal være vegetarianere).
  - Produseres i tre dimensjoner
  - Trenger ikke bruke energi på å holde seg oppreist
  - Trenger ikke mye energi til tung beinbygging
  - Blir stort “spise”utbytte
  - Bruker minimalt med medisiner
  - Trenger ikke hus
  - Reversibel produksjon (den sjøbaserte delen kan fjernes og da er alt som før i løpet av kort tid)

# Retensjon

- Laks er en ekstremt effektiv konverterer av fôr
- 24% av energien i fôret finnes igjen i den spiselige delen laksen (i tillegg brukes avskjer etc., til kosttilskudd som igjen gir både energi og riktige fettsyresammensetninger).
- Tilsvarende tall for kylling og svin er 12,1% og 14,1%
  
- 31% av proteinet i fôret blir tilgjengelig protein i laksefileten.
- Tilsvarende tall for kylling og svin er 20,7% og 17,9%

# Men studiene har ikke lest disse: Ville gitt enda "bedre" resultater:



I 1990 besto føret til norsk oppdrettslaks av 90% marine råvarer (Figur 1). I 2012 var andelen marine råvarer redusert til rundt 32%. Fra 1990 til 2000 ble mengden planteråvarer tredoblet og marint protein i føret halvert. Andelen fiskeolje økte imidlertid fra 1990 til 2000 som følge av økt fettinnhold i føret. Utover på 2000-tallet økte bruken av rapsolje i føret. I 2000 var rapsolje ikke rapportert brukt i føret til norsk oppdrettslaks men utgjorde 18,3% av dietten i 2012. Overgangen fra marine råvarer til planteråvarer har gjort det mulig å produsere mye mer laks fra en begrenset mengde marine ressurser, men har også konsekvenser for ressursutnyttelse og bærekraft.

Avhengigheten av marine råvarer som må fangstes for å dekke behovet for fiskemel og olje i føret til oppdrettslaksen angis ofte i form av «fish-in/fish-out» ratioen (FIFO). Fisk inneholder mer protein enn olje, en kg villfisk gir ca 4 ganger mer fiskemel enn olje. Det må derfor fangstes mer fisk for å produsere en kg fiskelolje enn for å produsere ett kg fiskemel. FIFO er derfor høyere for fiskeolje enn for fiskemel. FIFO har falt dramatisk for både fiskemel og olje i norsk lakseoppdrett de siste 20 år i takt med endringen i råvarebruk (Figur 2 og 3), men det brukes fortsatt 12 % marin olje i føret for å opprettholde nivået av EPA og DHA i laksen. I 2000 var FIFO for fiskeolje 7.5 mens den er 1.8 i 2012. FIFO for fiskemel viser en tilsvarende reduksjon fra 4.4 i 1990 til 1.1 i 2012. Ettersom FIFO angir hvor mye ny fisk som må fangstes er det mest korrekt å trekke fra mengden mel og olje produsert fra avskjær og biprodukter. FIFO for fiskeolje og fiskemel blir da henholdsvis 1.4 og 0.7 i 2012. Norsk laksenæring er med andre ord svært nær ved å produsere like mye fisk som den bruker i produksjonen.

Figure 1: Norwegian salmon feed 1990-2012

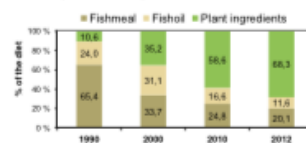
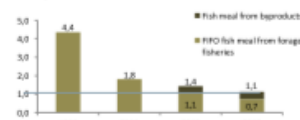


Figure 2: FIFO fish oil 1990-2012



Figure 3: FIFO fish meal 1990-2012



FIFO er ikke et godt mål på hvor effektivt de marine ressursene i føret utnyttes til produksjon av laks fordi næringsinnholdet i fisken som brukes til fiskemel og olje er forskjellig fra næringsinnholdet i oppdrettslaksen. Et bedre mål på hvor effektivt forressursene utnyttes får man ved å beregne hvor mye av næringsstoffene i føret man finner igjen i laksen (% retensjon av næringsstoff). Retensjonen av energi, fett, protein, fosfor og de viktige umettede marine fettstofferne EPA og DHA er beregnet for hele norsk lakseproduksjon i 2010 og 2012. Til tross for en kraftig reduksjon av marine råvarer i føret inneholder fortsatt laksefileten mye EPA og DHA (Tabell 1). Total mengde EPA og DHA i norsk oppdrettslaks er tilstrekkelig til dekke anbefalt daglig inntak til 123 millioner mennesker i ett år (forutsatt at anbefalt daglig inntak er 0.25 g EPA og DHA). Sammenlignet med andre husdyrproduksjoner som kylling og gris er laksen langt mer effektiv til å omdanne næringsstoffene i føret den spiser til produksjon av mat for mennesker (Figur 4).

Laksen er den mest ressurseffektive kjøttproduksjonen vi har!

Resultatene i fakta-arket er hentet fra prosjektene «Ressursutnyttelse og øko-effektivitet i norsk lakseproduksjon 2010 og 2012»

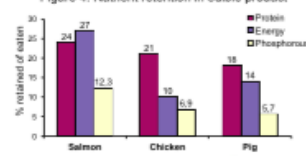
Prosjektene er finansiert av FHF og er et samarbeid mellom Nofima, Sinfet Fiske og Havbruk og Svensk institutt for mat og bioteknologiforskning (Sik)

Table 1: Nutrient retention in Norwegian farmed salmon\*

2012	Nutrient content (% or MJ/kg)		Retention (% of eaten)	
	Whole body	Filet	Whole body	Filet
Energy	12.6	11.5	45	27
Protein	17.5	19.1	33	24
Fat	21.3	18.4	51	29
EPA+DHA	1.58	1.36	41	23

\*preliminary data, analysis are in progress

Figure 4: Nutrient retention in edible product



## Resource utilisation of Norwegian salmon farming in 2012-2013

Trine Ytrestøl, Turid Synnøve Aas and Torbjørn Åsgård



# Forskningsbehov

## - Nye LCA-analyser basert på disse

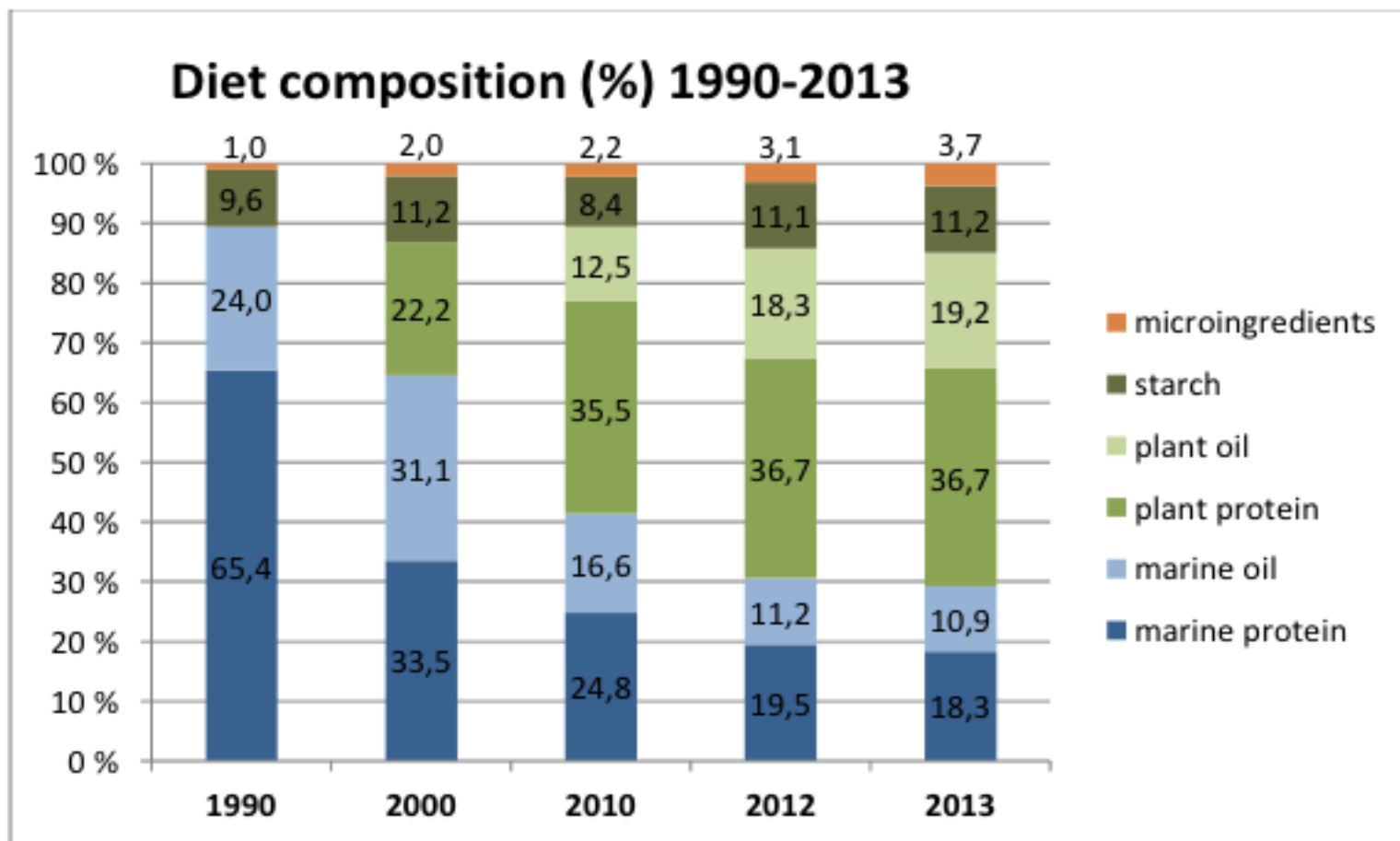
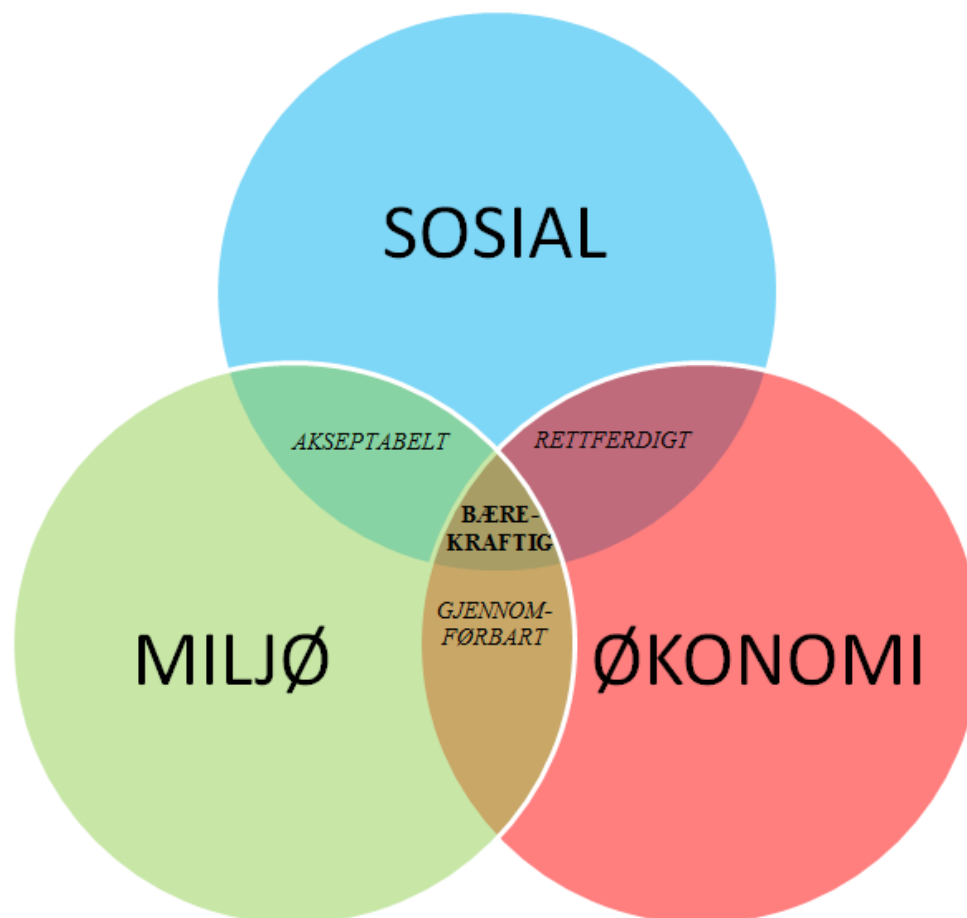


Figure 7 Development of salmon feed in Norwegian salmon farming from 1990 to 2013.

# Revolusjonen

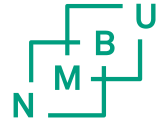
- Laks er nå netto produsent av marint protein
- Har stor invirkning på:
  - CO<sub>2</sub>-regnskap “gamle” analyser på laksens carbon footprint må skrives om, selv om også de er fordelaktige for laks.
  - “The fishmeal trap” hypotesen, lakseproduksjonen kan øke mer en mange trodde før det blir mangel på marine oljer.
  - PCB og Dioksiner Medvirkende årsak til at Vitenskapskomiteen for mattrygghet fullstendig har frikjent laksen
- De fleste studier av miljø og oppdrett må skrives om

# Fotavtrykk versus bærekraft





# Triple Bottom Line



OPEN ACCESS PEER-REVIEWED

RESEARCH ARTICLE

## The Fishery Performance Indicators: A Management Tool for Triple Bottom Line Outcomes

James L. Anderson, Christopher M. Anderson , Jingjie Chu, Jennifer Meredith, Frank Asche, Gil Sylvia, Martin D. Smith, Dessy Anggraeni, Robert Arthur, Atle Guttormsen, Jessica K. McCluney, Tim Ward, Wisdom Akpalu, [ ... ], Diego Valderrama [\[ view all \]](#)

Published: May 6, 2015 • DOI: 10.1371/journal.pone.0122809

28 Saves	0 Citations
4,839 Views	85 Shares

Article	Authors	Metrics	Comments	Related Content

[Download PDF](#)

[Print](#) [Share](#)

### Abstract

- Introduction
- Methods
- The Structure of the FPIs
- Results
- Discussion
- Supplemental Information

### Abstract

Pursuit of the triple bottom line of economic, community and ecological sustainability has increased the complexity of fishery management; fisheries assessments require new types of data and analysis to guide science-based policy in addition to traditional biological information and modeling. We introduce the Fishery Performance Indicators (FPIs), a broadly applicable and flexible tool for assessing performance in individual fisheries, and for establishing cross-sectional links between enabling conditions, management strategies and triple bottom line

CrossMark

### Subject Areas



- Fisheries science
- Marine fish
- Community ecology

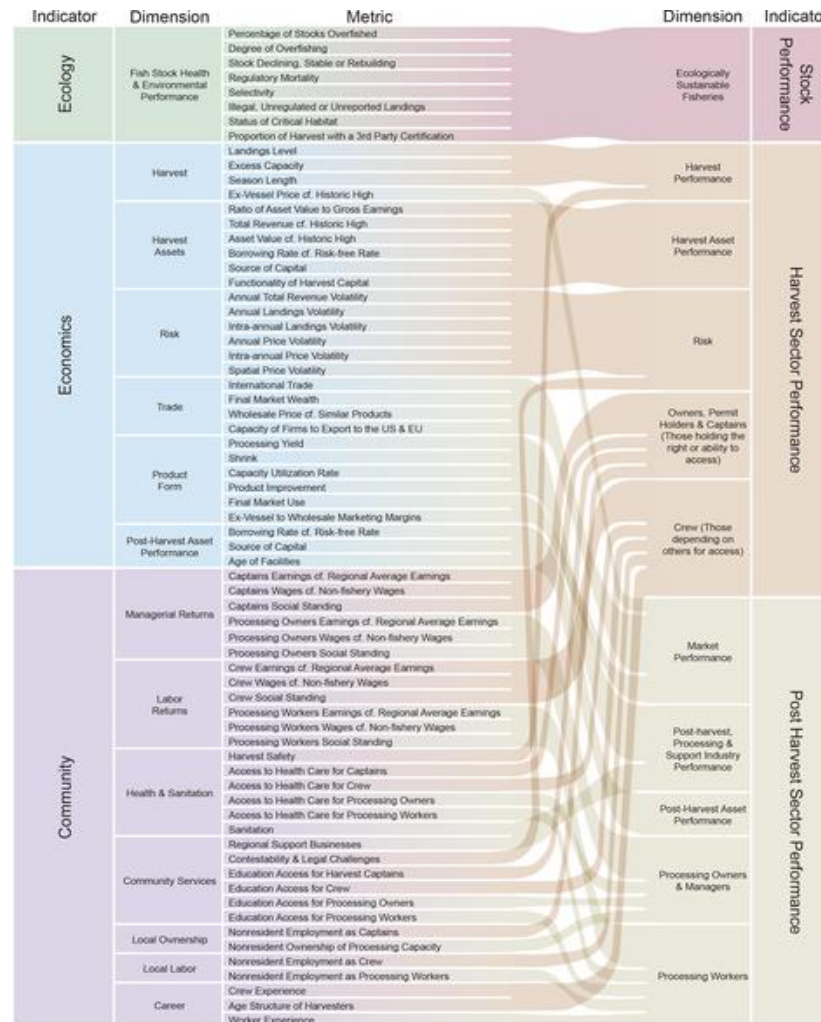
# Triple Bottom Line

- Rammeverk utformet av verdensbanken
- Casestudier for 61 ulike fiskerier,

Fishery Performance Indicators (FPIs), a broadly applicable and flexible tool for assessing performance in individual fisheries, and for establishing cross-sectional links between enabling conditions, management strategies and triple bottom line outcomes.

- Måler bærekraft langs tre dimensjoner
  - Økonomi
  - Lokalsamfunn
  - Økologi

Fig 1. Schematic of the Output Indicators and the Associated Dimensions and Metrics.



Anderson JL, Anderson CM, Chu J, Meredith J, Asche F, et al. (2015) The Fishery Performance Indicators: A Management Tool for Triple Bottom Line Outcomes. PLoS ONE 10(5): e0122809. doi:10.1371/journal.pone.0122809  
<http://127.0.0.1:8081/plosone/article?id=info:doi/10.1371/journal.pone.0122809>

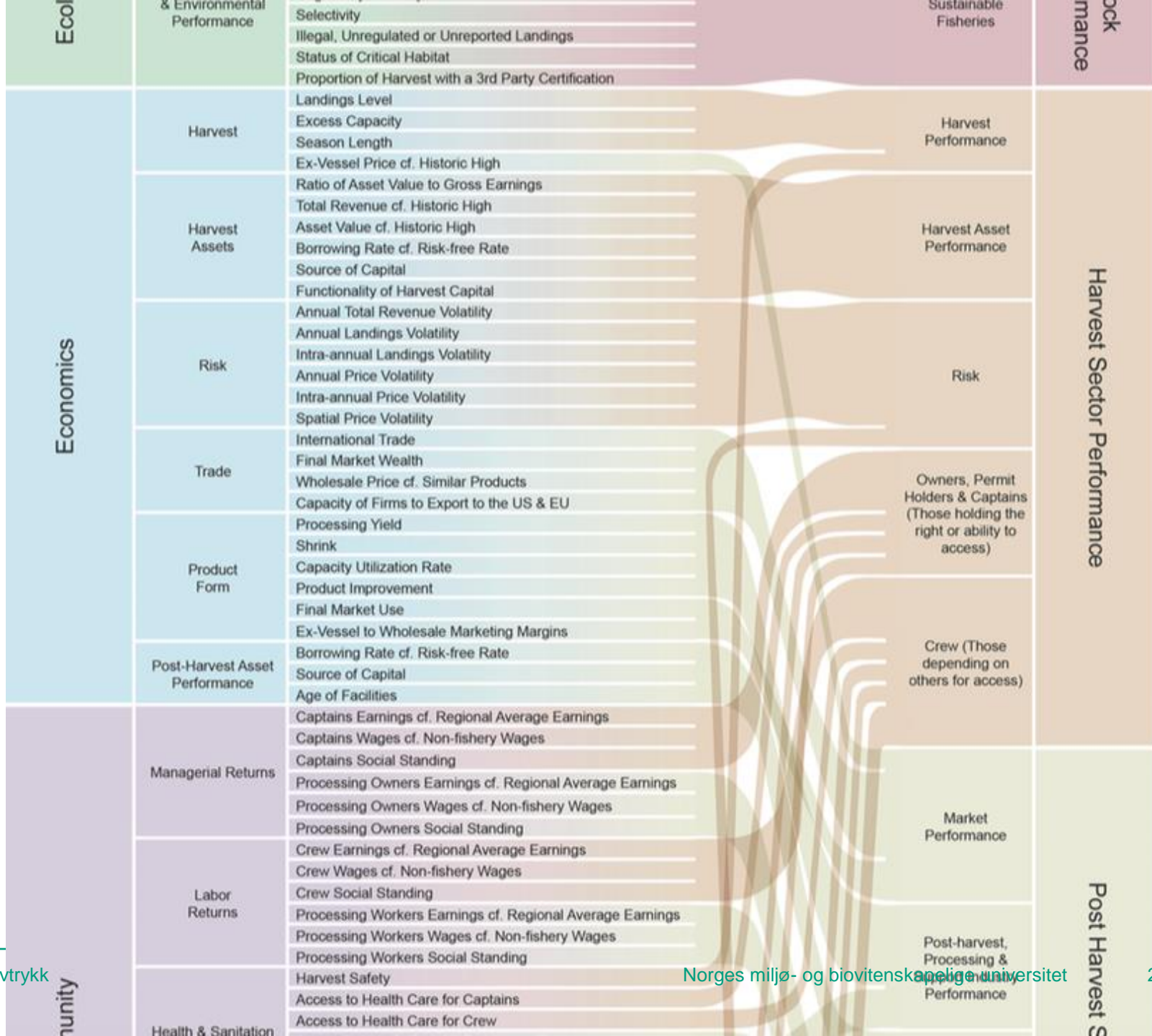
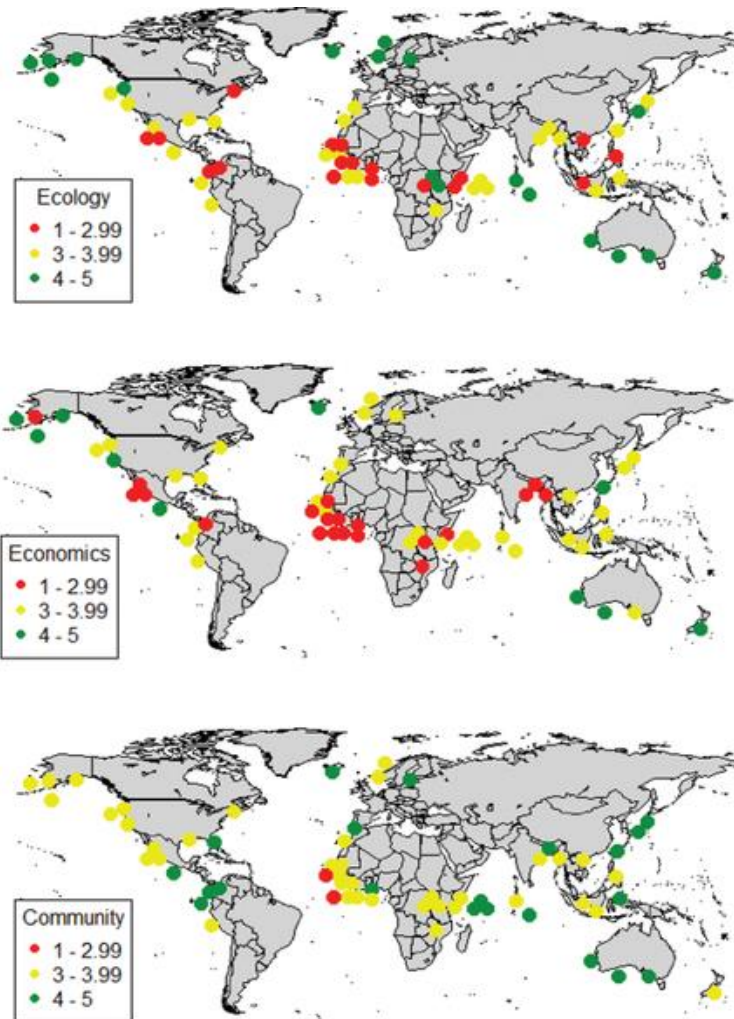
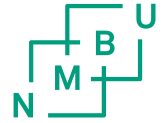


Fig 3. Map of Case Studies.



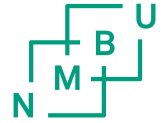
Anderson JL, Anderson CM, Chu J, Meredith J, Asche F, et al. (2015) The Fishery Performance Indicators: A Management Tool for Triple Bottom Line Outcomes. *PLoS ONE* 10(5): e0122809. doi:10.1371/journal.pone.0122809  
<http://127.0.0.1:8081/plosone/article?id=info:doi/10.1371/journal.pone.0122809>

Fishery	TBL Indicators			Sector Indicators		
	Ecology	Economics	Community	Stock Performance	Harvest Sector Performance	Post-Harvest Sector Performance
Lobster ( <i>Nephrops</i> ), Iceland, 2010	5.00	4.34	4.05	5.00	4.41	4.17
AK Pollock, US, 2013	4.88	4.38	3.52	4.88	4.28	4.12
AK Salmon, US, 2009	4.88	2.86	3.40	4.88	3.08	3.38
AK Halibut, US, 2011	4.88	4.01	3.60	4.88	4.05	3.76
Skipjack Tuna, Maldives, 2013	4.75	3.53	3.93	4.75	3.97	3.38
Cod, Norway, 2010	4.75	3.83	3.98	4.75	4.18	3.78
Purse Seiners, Norway, 2010	4.75	3.88	3.98	4.75	4.23	3.78
OR Dungeness Crab, US, 2010	4.63	3.33	3.48	4.63	3.38	3.50
Spencer Gulf Prawn, Australia, 2010	4.38	3.79	4.45	4.38	4.09	4.17
Suruga Pink Shrimp, Japan, 2010	4.38	3.61	4.31	4.38	3.90	3.99
Hoki, NZ, 2011	4.38	4.25	3.90	4.38	4.12	4.22
Lk Victoria Dagaa, Uganda, 2010	4.25	2.93	3.33	4.25	3.37	2.70
Lk Victoria Tilapia, Uganda, 2010	4.25	3.06	3.29	4.25	3.07	3.12
AK Crab, US, 2011	4.25	4.44	3.71	4.25	4.19	4.23
WZ Abalone, Australia, 2011	4.25	3.29	3.06	4.25	3.07	3.12
SZ Rock Lobster, Australia, 2012	4.13	4.67	4.10	4.13	4.33	4.28
IO Purse Seine Tuna, EU, 2013	4.00	3.85	4.17	4.00	4.15	3.90
Baltic Cod, Sweden, 2010	4.00	3.79	4.12	4.00	3.67	4.16
Industrial Tuna, Ecuador, 2013	3.88	3.88	4.31	3.88	3.94	4.12
FL Spiny Lobster, US, 2010	3.75	3.53	4.12	3.75	3.65	3.97
Pacific Groundfish, US, 2011	3.75	3.82	3.45	3.75	3.61	3.72
Southern Zone, Morocco, 2013	3.69	3.60	3.77	3.69	4.14	3.39
Tuna Longline, Indonesia, 2013	3.63	3.64	4.07	3.63	3.63	3.90
Inshore Artisanal, Seychelles, 2011	3.63	3.51	4.10	3.63	3.89	3.86
Beel Chatra, Bangladesh, 2010	3.50	2.97	4.05	3.50	4.18	2.67
Artisanal Sole/Catfish, Gambia, 2010	3.50	3.35	3.38	3.50	3.36	3.44
Artisanal Robertsport, Liberia, 2013	3.50	2.96	3.79	3.50	3.33	3.26
Semi-Industrial, Liberia, 2013	3.50	2.90	3.07	3.50	3.24	3.03
Semi-Industrial, Seychelles, 2011	3.50	3.97	4.05	3.50	4.16	3.98
Louisiana Shrimp, US, 2010	3.50	3.35	3.90	3.50	3.52	3.75
CA Urchin, US, 2010	3.50	4.10	3.52	3.50	3.61	3.92
Mt. Mt. Daga, Uganda, 2010	3.50	2.98	3.50	3.50	3.50	3.50

# “Triple bottom” for oppdrett

- Bør utforme tilsvarende for oppdrett
- Egnet til å si noe om ulike oppdrettsystemer
- Lite egnet for å si noe om lokaliteter og forutsetning for vekst i Norge
- Godt egnet til å si noe om næringen som helhet

# Oppdrett versus annen matproduksjon



- Økt lakseproduksjon:
  - Vil alt annet gitt, gi mindre kjøttkonsum
  - Eventuelt og/eller mindre villfisk-konsum
  - Det i seg selv er en miljøforbedring
- Umulig å få en “perfekt” sammenligning av miljøkonsekvenser av ulike produksjonssystemer.
- Hvordan sammenligner en “x kg kobberimpregnering” i sjøen med “y kg plantevernmidler i naturen”



# Lakseoppdrett

- De fleste av påvirkningene er reversible.
- Bruker (i stor grad) areal som ikke brukes til noe annet.
- Norsk produksjon mest effektiv

# Husdyr/landbruk

- Større varig påvirkning på landskapet
- Større fysiske inngrep
- Mye mer plasskrevende
- Norsk produksjon, lite effektiv (men kanskje mer miljøvennlig enn utenlandsk)

# Lakseoppdrett

- Tar liten plass
- Bruker relativt lite energi

# Husdyr/landbruk

- Beiteområdene er enorme
- Bruker relativt mere energi
- Husdyrproduksjon: 18% av menneskeskapt klimautslipp.

# Eks: Antibiotikabruk

- Norsk laks bruker under 0,001 gram antibiotika per kilo laks, i praksis ingen ting
- Norsk storfe bruker 0,01 gram antibiotika per kilo kjøtt
- Dansk svineproduksjon bruker 100 ganger mer antibiotika enn tilsvarende i Norge.
  
- Stort sett alle alternative “kjøttkilder” vil bruke mer medisiner enn laks.

- Laks er mer effektiv og derfor også mer miljøvennlig en stort sett all annen kjøttproduksjon
- Laks er sunnere enn konvensjonelt kjøtt
- En oppfordres til å spise mer laks og mindre rødt kjøtt
- Ingen fare for antibiotikaresistens ved å spise laks
- Mer lakseproduksjon vil være et ubestridt gode.

# En verden uten laks

Bakteppe:

- Folk blir rikere, færre er fattige
- Rikere folk ønsker å spise bedre mat
- For mange betyr bedre mat, mer kjøtt
- Uten norsk lakseproduksjon



Mer produksjon av annet kjøtt:  
Svin, kylling og storfe.

Mer miljøutfordringer og dårligere helse.

