



Fiskefysiologi

Rolf Erik Olsen og Bengt Finstad (red.)



FISKEFYSILOGI

REDAKTØRER:

Rolf Erik Olsen og Bengt Finstad, NTNU.

ASSISTERENDE REDAKTØRER:

Trygve Sigholt, BIOMAR, Anthony Farrell, Univ. Brit. Columbia, Canada.

ILLUSTRATØRER:

Harald Kryvi, UiB og Knut Gangåssæter, Doghouse

Olsen, R.E. & Finstad, B. (red.) (2024).
Fiskefysiologi. 606 pp. <https://hdl.handle.net/11250/3113208>

Forfatterne er kreditert i hvert kapittel og rettighetsinnehaverne for hver figur og tabell er vist i slutten av hvert kapittel.

FHF prosjekt 901733

Produsert og satt av Monika Wist Solli, NTNU Grafisk senter

Finansiert av FHF (Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond) – prosjekt 901733

Denne boka er distribuert under vilkårene i Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), som tillater ubegrenset gjenbruk, distribusjon og reproduksjon i ethvert medium, forutsatt at det opprinnelige arbeidet er riktig sitert. Hvis du ønsker å bruke tidligere publisert arbeid som er reproduisert i denne boka, må du kontakte den opprinnelige rettighetshaveren for å søke tillatelse før du bruker materialet (opphavsretten er oppført i relevante figurer og tabeller i slutten av hvert kapittel).

Ny lærebok i fiskefysiologi

Rolf Erik Olsen og Bengt Finstad, redaktører og professorer ved NTNU.

Finansiert av FHF (Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond) – Prosjekt 901733

Det finnes i dag ingen lærebøker i fiskebiologi og fysiologi som er egnet for bruk i høyere utdanning ved universitetene. Den siste boken på norsk ble laget i 1992 og har vært et populært oppslagsverk i utdanningen og i havbruksnæringen. Boken er nå noe utdatert. Dette gir ikke optimal læring, og skaper frustrasjon blant lærere og studenter.

God, tidsriktig og lett tilgjengelig biologisk kunnskap er nødvendig i en verden der havbruk og teknologi er i vekst, og hvor utviklingen ikke alltid skjer på fiskens premisser. Det er derfor et presserende behov for oppdaterte og målrettede lærebøker i fiskebiologi og fysiologi som kan brukes i utdanning av biologer og teknologer. En slik lærebok vil også være et viktig oppslagsverk for de som jobber i havbruksnæringen. Læreverket vil først produseres i en norsk utgave. Når denne utgaven er etablert og utprøvd, er planen å utarbeide en engelsk versjon av samme bok.

Boken presenterer kapitler fra utfordringer ved å leve i vann via fiskens anatomi med fokus på laks, nervesystem og sensormekanismer, hormonsystemet, evolusjonsutvikling hos fisk, bevegelse og oppdrift, blodsirkulasjon, gass- og ionebalanse, smoltifisering, opptak av mat og tarmsystemet, vekst og energetikk, immunsystemet og patologi, parasitter, reproduksjon, stress, fiskeatferd, fiskevelferd, oppdrettsarter og akvakultur samt miljø og teknologi i oppdrett.

Bidragstydere til denne boken:

Forskere fra NTNU, Veterinærinstituttet, NMBU, Universitetet i Tromsø, Havforskningsinstituttet, Nord universitet, Universitetet i Bergen, University of British Columbia, Göteborgs universitet, INAQ, University of Turku, University of Idaho, Biomar, Nofitech, NINA, University of St. Andrews, AquaGen, Lerøy og Norges veterinærhøgskole.

Utvikling av boken:

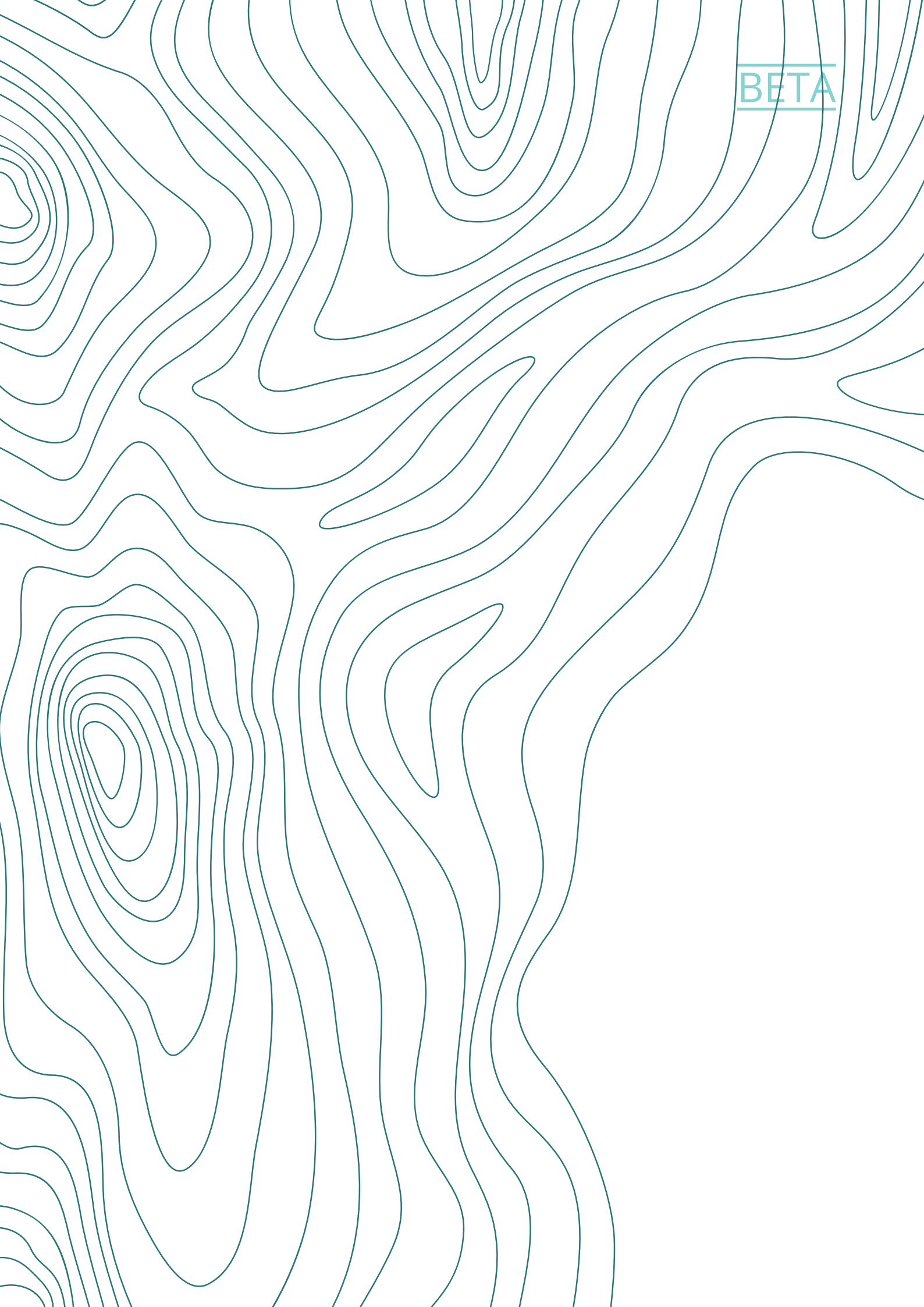
Læreboken og de enkelte kapitlene vil bli gjort gratis tilgjengelig på nett for alle som ønsker å bruke den. Læreboken er heller ikke statisk. Den vil først utgis som en beta-versjon hvor redaktørene gjør endel nødvendige endringer. Redaktørene vil også sette stor pris på konstruktive tilbakemeldinger fra brukere og kan kontaktes på rolfeo@ntnu.no og bengt.finstad@ntnu.no. Dette gjelder både vitenskapelige og editorielle innspill. Komplette versjon 1 vil bli utgitt i løpet av 2024. Deretter vil boken oppdateres med noen års mellomrom når det anses som nødvendig.

Alle kapitlene og illustrasjoner er intellektuelle rettigheter som bidragstydernes beholder. Endringer eller omforminger av bokens innhold, utenom redaktørmessige forhold vil derfor kun bli tillatt med redaktørenes og kapittelforfatterens tillatelse. Slike justeringer kan utføres av kapittelforfatterne, eller om de ikke har anledning, i regi av redaktørene.

Trondheim, januar 2024

Rolf Erik Olsen og Bengt Finstad

BETA



1	Utfordringer med å leve i vann	7	12	Fordøyelse og opptak av næringsstoffer	315
2	Fiskenes anatomi	39	13	Bioenergetikk	337
3	Nervesystemet	63	14	Fiskeimmunologi	357
4	Fiskens sensoriske system	85	15	Parasitter	369
5	Endokrinologi	121	16	Sykdommer	385
6	Fiskenes evolusjonære historie	147	17	Reproduksjon	429
7	Svømmeadferd og oppdrift	193	18	Stress i fisk	463
8	Sirkulasjonssystemet i fisk	209	19	Fiskens behov og atferd	491
9	Ione- og osmoregulering	247	20	Fiskevelferd	503
10	Smoltifisering hos atlantisk laks	275	21	Oppdrettsfiskenes biologi, teknologi, lakselustiltak og miljøfokuset forvaltning	515
11	Mage-tarmsystemets funksjon	285	22	Fiskens fysiologi i samspill med miljø og teknologi	563

Forfatterpresentasjon

REDAKTØRER



Rolf Erik Olsen
NTNU

Rolf Erik Olsen er professor ved NTNU med arbeidssted NTNU Sealab. Han har også en II stilling ved Havforskningsinstituttet. Fagområdene omfatter ernæring, lipidbiokjemi, stressfysiologi og dyrevelferd. Arbeidet fokuser spesielt på hvordan alternative førråstoffer, og funksjonelle føringredienser påvirker mage-tarmsystemets mikrobielle miljø og fysiologiske funksjon og dermed fiskens evne til å takle utfordringer fra omgivelsene som akutt og kronisk stress. Olsen har bakgrunn lipidbiokjemi og antioksydanter fra Universitetet i Tromsø, og har blant annet jobbet ved Avdeling for Fiskerifag ved Høyskolen i Finnmark (nå avdeling ved Universitetet i Tromsø) (1990-1998), Havforskningsinstituttet-Matre (1998-2014) og fra 2014 ved NTNU. Olsen har publisert omlag 250 fagfelleverderte originalpublikasjoner, review og bokkapitler, I tillegg til en rekke nasjonale og populærvitenskapelige publikasjoner. Han leder en Joint Lab i mikrobiologi mellom NTNU-Norge og CAAS-Kina, og ett internasjonalt konsortium som fokuserer på mage-tarm-mikrobiota i akvatiske dyr. Olsen var i perioden 2008-2022 alternerende ekspertmedlem av faggruppene fôr, og dyrehelse og dyrevelferd ved Vitenskapskomiteen for mat og miljø som utarbeider risikovurderinger innen disse fagområdene. Han har deltatt, og deltar, i ulike institusjonelle, nasjonale og internasjonale råd og utvalg. Han var også programleder (2019-2023), under oppstart av Havbruksingeniørutdanningen. Dette er ett tverrfaglig studie som utdanner kandidater mot oppdrettsnæringen.



Bengt Finstad
NTNU

Professor Bengt Finstad innehar en DNV finansiert professorstilling i akvakulturbiologi ved NTNU. Arbeidsområdene omfatter økofysiologi, akvakultur, smoltproduksjon/utsetting av fisk, fiskevelferd/stress, forurensning og annen menneskelig påvirkning, laksefisk i sjøen, fiskesykdommer-parasitter og biotelemetri. Disse fagfeltene innebærer en stor grad av tverrfaglighet mellom biologi og teknologi. Finstad har en doktorgrad i fiskefysiologi ved NTNU fra 1990 og jobbet som seniorforsker ved NINA deretter. Finstad har publisert mer enn 150 tekniske og populærvitenskapelige publikasjoner samt publisert rundt 140 fagfelleverderte publikasjoner så langt. Finstad er delredaktør for tidsskriftet Aquaculture Environment Interactions. Han har deltatt som medlem i Vitenskapelig råd for lakseforvaltning og i ekspertgruppen - lakselus og produksjonssoner i Norge - «Trafikklysprinsippet» samt deltagelse i det internasjonale rådet for havforskning (ICES) og EU-WGTRUTTA og videre som professor II ved University of British Columbia - 2001-2006. Han er vitenskapelig rådgiver ved NINA og gruppeleder for Marin seksjon ved NTNU Sealab og Trondhjem biologiske stasjon. Finstad er veileder for masterstudenter og doktorgradsstudenter ved NTNU og underviser i flere emner i biologi for bachelor- og masterstudenter ved NTNU.

ASSISTERENDE REDAKTØRER



A.P. Farrell
University of British
Columbia

Dr. Tony Farrell er professor emeritus ved University of British Columbia. Han er medlem av Royal Society of Canada og Royal Canadian Geographic Society. Farrell har produsert rundt 500 forskningspublikasjoner i fagfellevurderte vitenskapelige tidsskrifter, 30 bøker og et leksikon om fiskefysiologi. Hans forskning undersøkte fiskens kardiorespiratoriske systemer og brukte denne kunnskapen om laksevandringer, håndtering av stress og restitusjon, bærekraftig akvakultur og akvatisk toksikologi. Farrell har en doktorgrad i zoologi ved University of British Columbia (1979), og videre akademiske stillinger ved Mount Allison University (1980-84) og ved Simon Fraser University (1984-86). Han er tidligere president i Society of Experimental Biologists og tidligere sjefredaktør for Journal of Fish Biology. Han har mottatt flere priser, inkludert Fry Medal fra Canadian Society of Zoologists, Beverton Medal fra Fisheries Society of the British Isles, Medal of Excellence fra American Fisheries Society og Murray A. Newman Awards både for forskning og for bevaring fra Vancouver Marine Sciences Centre. Han mottok også et æresdoktorat i vitenskap fra Universitetet i Göteborg, Sverige.



Trygve Sigholt
Biomar

Dr. philos og seniorforsker Trygve Sigholt har siden 1999 arbeidet i BioMar AS R&D Department, Trondheim, med utvikling av helse- og funksjonelle fôr og fôr til smolt. Forskningstemaene omhandler næringsbehov for fettsyrer, fiskehelse, stress, kjøtt- og slaktekvalitet, biologisk rytmer og smoltifisering. Sigholt er BioMars fagansvarlige i flere patentsaker og medveileder for flere MSc.- og PhD. studenter. Tidligere arbeidssteder har vært SINTEF Havbruksenteret, NTNU forskningsavdelingen og Direktoratet for naturforvaltning. Sigholt har 41 publikasjoner

ILLUSTRATØRER



Harald Kryvi
UiB

Harald Kryvi, professor i zoologisk anatomi ved Institutt for biovitenskap, UiB, siden 1982. Før det var han førsteamanuensis ved Anatomisk institutt, UiB. Han har særlig forsket på utvikling av muskulatur og skjelett hos bruskfisk og teleoster, og har undervist i diverse emner innen mikro- og makroanatomi, særlig hos fisk. Kryvi har skrevet og illustrert lærebøker i fiskeanatomi, zoologi og biomekanikk. Han har mottatt Meltzerprisen og Bonnevieprisen, begge for god forskningsformidling, og er æresmedlem av Norsk biologforening. Kryvi er også aktiv som kunstner, og er kjent for sine anatomiske kobberstikk.



Knut Gangåssæter
Doghouse

Knut Gangåssæter er designer i firmaet Doghouse AS (<https://doghouse.no/>). Doghouse AS har eksistert i over 10 år og firmaet har årevis med erfaring med utvikling, nettsider, design og reklame. Knut har fotavtrykk både i tradisjonell reklamebransje og i internettverdenen. Han har i en liten mannsalder jobbet med design og illustrasjon og bistår i de fleste prosjekter – også på kryss av mediekkanaler.

GRAFISK SETTING



Monika Wist Solli
NTNU

Monika Wist Solli jobber ved NTNU grafisk senter v/kommunikasjonsavdelingen på NTNU. Hun har jobbet ved enheten siden 2016. Startet som mediegrafikerlærling på Adresseavisen i 2007-2009. Etter det gikk ferden videre til Bladet Tysnes, en lokalavis utenfor Bergen (2009-2010.) Kom hjem til Trondheim igjen i 2011 og begynte å jobbe hos reklamebyrået Fonnfjell Design på Stjørdal (2011-2016). Stillingstittelen er mediegrafiker og produksjonskoordinator. Trives best med å jobbe med rapporter og oppsett av tekst og bilder. I tillegg har Solli ansvaret for alle doktorgradsavhandlingene som trykkes på NTNU og ansvar for produksjonshallen på enheten.

KAPITTELFORFATTERE (ALFABETISK)



Katja Anttila
Universitetet i Turku

Katja Anttila, førsteamanuensis ved Institutt for biologi, Universitetet i Turku. I min gruppe studerer vi hvordan dyr kan reagere på ulike typer stressorer og deres interaksjoner. Vi er spesielt opptatt av global oppvarming, hypoksi, miljøgifter og havforsuring. Studiene er gjort ved å koble ulike nivåer av biologisk organisasjon fra molekylært og cellulært nivå helt til evolusjonært potensial hos dyr for å reagere på stressorer. Vi studerer hovedsakelig kardiovaskulær og metabolsk kapasitet hos fisk og andre akvatiske arter, men er også interessert i kardiovaskulære funksjoner hos pattedyr og hvordan pattedyr kan reagere på utfordringer som kreft og diabetes og hvordan treningstrening kan brukes til å forhindre kardiovaskulære problemer med disse sykdommene.



Kari Attramadal
Nofitech

Kari Johanne Kihle Attramadal er biolog med doktorgrad i akvakultur fra NTNU. Hun har bidratt til over 30 fagfelleurderte forskningsartikler om RAS, akvatisk produksjonsøkologi og mikrobiell kontroll. Hun er leder for forskning og utvikling i Nofitech, som er totalleverandør av standardiserte RAS-moduler for salmonider, og førsteamanuensis II ved institutt for bioteknologi og matvitenskap ved NTNU, der hun underviser om RAS. Tidligere har Kari jobbet flere år som forsker i SINTEF Ocean og ved institutt for biologi ved NTNU.



Michael Axelsson
Göteborgs universitet

Professor Axelssons forskningsfokus er komparative kardiovaskulære systemer som ser på funksjon og regulering av hjerte og sirkulasjon i et bredt spekter av dyrearter, inkludert mange forskjellige fiskearter fra tropiske til polare miljøer. Axelsson har spesielt vært interessert i den regionale blodstrømfordelingen og hvordan denne påvirkes av stress og trening i kombinasjon med ytre faktorer som miljøtemperatur og saltholdighet. I løpet av det siste tiåret har fokuset vært på effekter på de pågående klimaendringene og potensielle effekter på fisk fra ulike habitater



Ole Folkedal
Havforskningsinstituttet

Ole Folkedal er forsker ved HI, faggruppe Dyrevelferd, og forsker på fisk sine evner til å tilpasse seg og mestre oppdrettssituasjonen. Forskningen fokuserer på kunnskap om fiskens atferd og fysiologi og de muligheter og begrensninger dette gir i både etablerte og nye oppdrettsmiljøer.



Romain Fontaine
NMBU

Dr. Fontaine er fiskenevroendokrinolog ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU) i Norge. Dr. Fontaine er ekspert på fiskens reproduksjonsfysiologi. Hans forskningsinteresse omfatter interaksjonene mellom de molekylære, cellulære og fysiologiske nivåene, og rollen som miljøet spiller i deres regulering. I dag fokuserer han sin forskning på hjernen og hypofysen og deres plastisitet som tillater differensiell hormonproduksjon, og dermed lar dyrene tilpasse seg miljøet.



Martin Føre
NTNU

Martin Føre er førsteamanuensis ved Institutt for Teknisk Kybernetikk (ITK) ved NTNU innenfor et fagfelt som kan kalles habrukskybernetikk. Han tok i 2011 sin ph.d. ved ITK der han brukte matematisk modellering og instrumentering for å simulere og observere individatferd hos laks i oppdrett. Forskningen hans er i hovedsak fokusert mot utvikling og anvendelse av teknologiske løsninger for overvåkning av fisk og matematisk modellering anvendt innenfor akvakultur. Han har vært hoved-/medforfatter på over 50 forskningsartikler innenfor forskjellige tema, bl.a. atferdsobservasjoner, overvåkning av fiskevelferd og stress, matematisk modellering av biologiske og fysiske prosesser, og bruk av robotikk i havbruksanlegg. Han underviser i dag i emner innenfor havbrukskybernetikk og tilpassede datasystemer, og før sin tid på NTNU jobbet han i flere år som forsker/seniorforsker ved SINTEF Ocean



Ronald W. Hardy
University of Idaho

Ron Hardy er professor emeritus og tidligere direktør for Aquaculture Research Institute, University of Idaho. Han fikk en doktorgrad i fiskeriforskning fra University of Washington (UW). Han var forskningsprofessor i School of Fisheries, UW og forsker for NOAA Fisheries i 16 år før han flyttet til University of Idaho. Dr. Hardy har ledet tverrfaglige forskerteam som fokuserer på alternative fôringredienser og bærekraftig fiskefôr og på å anvende 'omic teknologier til fiskeriforskning, spesielt laksefiskenes ernæringsmessige krav. Han har forfattet over 250 vitenskapelige publikasjoner, bokkapitler og populærvitenskapelige artikler om disse emnene. Han er medredaktør av Fish Nutrition, 4rd Edition, og leder av den nasjonale forskningskomiteen som reviderte "Nutrient Requirements of Fish and Shrimp", publisert i 2012. Han har samarbeidet med forskere i Amerika, Europa og Asia, og gitt råd til akvakulturindustrien, statlige etater og frivillige organisasjoner over hele Amerika, Europa og Asia.



Martin Haugmo Iversen
Nord universitet

Dr. Martin Haugmo Iversen er førsteamanuensis ved Fakultet for Biovitenskap og Akvakultur, Nord universitet (Bodø). Han jobber med å undervise og forske på fiskevelferd, fiskefysiologi og -endokrinologi siden 1998. Dette arbeidet inkluderer ulike forsøk med industrien som involverer stressfysiologi, fiskevelferd, osmoregulering og fiskevelferd generelt. Han har ledet og deltatt i flere nasjonale og internasjonale prosjekter som omhandler de ovennevnte temaene



Elisabeth Jönsson-Bergman
Göteborgs universitet

Dr. Jönsson-Bergman er universitetslektor ved Institutt for bio- og miljøvitenskap ved Göteborgs universitet. Hennes forskningsområde er zoofysiologi, med fokus på hormonell regulering av appetitt og vekst hos fisk. Anvendelser av forskningen er innen akvakultur, hvor hun undersøker hvordan ulike føringredienser som kan erstatte fiskeolje og fiskemel fra villfisk påvirker fisken. I mer enn 20 år har Dr. Jönsson-Bergman undervist kurs i dyrefysiologi og human fysiologi på både bachelor- og masternivå.



Harald Kryvi
UiB

Harald Kryvi, professor i zoologisk anatomi ved Institutt for biovitenskap, UiB, siden 1982. Før det var han førsteamanuensis ved Anatomisk institutt, UiB. Han har særlig forsket på utvikling og struktur av skjelett og muskulatur hos bruskfisk og teleoster, og har undervist i diverse emner innen mikro- og makroanatomi og systematikk, særlig hos fisk. Kryvi har skrevet og illustrert lærebøker i fiskeanatomi, generell zoologi og biomekanikk. Han har mottatt Melzerprisen og Bonnevieprisen, begge for god forskningsformidling, og er æresmedlem av Norsk biologforening. Kryvi er også aktiv som kunstner, og er kjent for sine anatomiske kobberstikk.



Torstein Kristensen
Nord universitet/ScaleAQ

Dr. Kristensen er førsteamanuensis ved Fakultet for biovitenskap og akvakultur ved Nord universitet og fagsjef biologi hos ScaleAQ. Han er utdannet innen fiskefysiologi ved NTNU og har Ph.D. fra NMBU med vannkvalitet, vannbehandling og fiskefysiologi i intensivt oppdrett som tema. Videre har Kristensen jobbet mye med fysiologi og adferds-studier hos vill laksefisk og i storskala oppdrettssystemer i sjø. Han underviser i akvakulturfag og biologifag, og jobber aktivt med å forbedre forståelsen av flere fiskearters miljøbehov i en natur og en akvakultur i endring.



Elin Kjørsvik
NTNU

Elin Kjørsvik er professor emerita ved NTNU. Hun jobbet som forsker i 1981 - 1990 ved Norges Fiskerihøgskole/Universitetet i Tromsø, og fra 1991 - 2023 ved NTNU. Hennes forskning har vært konsentrert om reproduksjonsbiologi, gyting og eggkvalitet hos fisk, utviklingsbiologi og økologi hos fiskens tidlige livsstadier, fiskelarvers utvikling og ernæring, og marin akvakultur. Hun har lang erfaring med flere kaldtvanns- og tropiske fiskeslag. Kjørsvik har hatt forskningsopphold i mange land, og har publisert mer enn 100 vitenskapelige publikasjoner, bøker og bokkapitler. Hun har hatt ansvaret for studieprogrammene i biologi ved Institutt for biologi/NTNU, har undervist i flere universitetskurs i akvakultur, marin yngelproduksjon, fysiologi, histologi, og miljøforurensning ved NTNU og andre universiteter, og har veiledet over 80 MSc-studenter og 17 PhD-studenter. Hun har hatt en rekke styreverv i akvakultur-organisasjoner og i nasjonale forskningsprogrammer.



**Tore Sigmund
Kristiansen**
Havforskningsinstituttet

Dr. Tore Sigmund Kristiansen er forskningssjef for faggruppe dyrevelferd ved Havforskningsinstituttet fra 2007 til 2023. Spesielt interessert i atferd, kognisjon, mestringsevne, nevrobiologi, stressfølsomhet og velferd hos oppdrettsfisk. Har ledet flere internasjonale og nasjonale forskningsprosjekt på fiskevelferd. Ansett som en internasjonal autoritet og en av grunnleggerne av fagfeltet fiskevelferd.



Arve Lynghammar
UiT Norges arktiske
universitet i Tromsø

Arve Lynghammar er førsteamanuensis og underviser i fiskebiologi ved Norges fiskerihøgskole. Han er mest opptatt av fisker ingen andre bryr seg om, og mener alle arter har sin sjarm. Forskningsfokuset er rettet mot fisker i Arktis, der store miljømessige endringer pågår uten at vi vet så mye om fiskene som bor eller ferierer der. Hans visjon er at alle studenter skal forstå hvor viktig systematikk er for å forstå naturen.



Angelico Madaro
Havforskningsinstituttet

Dr. Angelico Madaro er seniorforsker i dyrevelferdsgruppen ved Havforskningsinstituttet. Hans arbeid er fokusert på fiskevelferd i oppdrettsarter, med spesiell oppmerksomhet på fiskens fysiologi og atferd. Et av hans hovedforskningsfelt er stressaksen, som involverer ulike tilnærminger som biokjemi, histologi, molekylærbiologi samt dyreatferd. Arbeidet hans omfatter både å designe praktiske eksperimentelle forsøk og/eller å vurdere hvordan oppdrettspraksis og -forhold påvirker fiskens velvære i felten. De vanligste forsøksmodellene for hans forskning er laksefisk, men han jobber også med leppefisk og rognkjeks.



Ian Mayer
NMBU

Etter å ha fullført sin doktorgrad i Storbritannia tilbrakte Ian Mayer 15 år ved Stockholms universitet for å forske på neuroendokrin kontroll av sesongreproduksjon hos fisk. I 2003 flyttet han til Norge, først som professor i akvakultur ved Universitetet i Bergen, og deretter som professor i fiskereproduksjon ved Det veterinærmedisinske fakultet, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet. Mens forskningen hans har involvert små modellfisk, har det meste av forskningen hans fokusert på laksefisk. Mens han primært arbeider innen fiskereproduksjonsfysiologi, inkluderer hans forskningsinteresser også fiskevelferd, bevaring og beskyttelse av fiskens biologiske mangfold.



Tor Atle Mo
NINA

Tor Atle Mo (cand.real, dr. scient.) ble utdannet til fiskeparasittolog ved Universitet i Oslo i 1983 der han også tok sin dr.-grad i 1990. Han har jobbet hos Universitetet i Oslo (5 år), Veterinærinstituttet (28 år) og har siden 2016 jobbet hos Norsk institutt for naturforskning. Det vitenskapelige arbeidet har særlig omfattet lakseparasitten Gyrodactylus salaris, men også mange ulike parasitter hos laksefisk. Mo var medlem av Vitenskapelig råd for lakseforvaltning i 12 år og har siden 2022 vært medlem av Vitenskapskomiteen for mat og miljø.



Maren Mommens
AquaGen AS

Maren Mommens har doktorgrad i biologi fra University of St. Andrews, UK. Hun har jobbet som forsker hos avlsselskapet AquaGen AS siden 2012. I hennes forskningsarbeid har hun fokusert på modningskontroll, stamfiskernæring, gametkvalitet og utvikling av steril laks.
Foto: Berre for AquaGen AS.



Tom Ole Nilsen
UiB

Tom Ole Nilsen er førsteamanuensis i akvakultur biologi ved Universitet i Bergen. Han har 20 års erfaring med forskning på hvordan miljøfaktorer påvirker smoltifisering og smoltkvalitet hos laksefisk. I de senere år har Nilsen jobbet mye med utfordringer innen produksjon av stor smolt og post-smolt. Forskningen omfatter mekanistiske responser fra molekyl, cellulær og organismenivå, der det endelige målet å forstå hvordan og hvorfor ulike fysiologiske systemer tillater fisken å akklimatisere og tilpasse seg endringer i miljøet. Relevans og implementering av forskningsresultater i havbruksnæringen er et sentralt fokus i forskningen. Nilsen underviser i fiskeanatomi og fysiologi, samt akvakultur ved universitetet i Bergen.



Jonatan Nilsson
Havforskningsinstituttet

Jonatan Nilsson er forsker ved HI, faggruppe dyrevelferd, og forsker på fiskevelferd. Doktorgraden hans omhandlet læring og forventningsatferd hos torsk og kveite. Forskningen har vært fokusert på fiskeatferd, tilpasning, læring og kognitive evner hos oppdrettsfisk. Han har i tillegg jobbet mye med velferdsindikatorer for oppdrettsfisk, blant annet med FISHWELL-håndbøkene og laksvel-guiden



Birgitta Nordberg
Havforskningsinstituttet

Birgitta Norberg har dr.-grad i zoofysiologi fra Gøteborgs Universitet. Hun har arbeidet ved Havforskningsinstituttet siden 1986, med alle aspekt av reproduksjonsfysiologi hos fisk: Kjønnsdifferensiering, kontroll av pubertet, gametogenese og stamfiskhold. Først og fremst har hun arbeidet med marine fiskearter, særlig kveite og torsk, men hun er også involvert i forskning på reproduksjon hos laksefisk.



Ingun Næve
AquaGen AS

Ingun Næve har doktorgrad i biologi fra NTNU. Hun har i sitt arbeid fokusert på stamfisk- og eggproduksjon av laks og regnbueørret, og har spesielt jobbet med å etablere skånsomme metoder for å overvåke kjønnsmodning i disse artene gjennom bruk av ultralyd. Ingun har lang erfaring fra praktisk stamfiskarbeid i norsk havbruksnæring, og trives best når hun kan være «hands on» og delta aktivt. Foto: Berre for AquaGen AS.



Catharina Olsson
Göteborgs universitet

Dr. Catharina Olsson er universitetslektor ved Institutt for bio- og miljøvitenskap ved Göteborgs universitet. Hennes forskningsområde er zoofysiologi, med fokus på kontroll av mage-tarmkanalen, primært hos fisk. En stor del av forskningen handler om utbredelse og funksjon av det enteriske nervesystemet, og hvordan kontrollsystemene påvirkes av temperaturendringer. Dr. Olsson har undervist kurs i fysiologi i over 20 år, både på grunnleggende og avansert nivå.



Trygve Poppe
Norges
veterinærhøgskole

Trygve Poppe, utdannet veterinær fra Norges veterinærhøgskole. Har arbeidet med fiskehelse, fiskesykdommer og fiskevelferd på fulltid siden 1981 på Veterinærinstituttet, Norges veterinærhøgskole og Pharmaq Analytic. Han er forfatter og medforfatter av flere lærebøker på norsk og engelsk og har vært ansvarlig for fiskehelseundervisningen ved Norges veterinærhøgskole i en årrekke. Spesielle fokusområder har vært hjertesykdommer og produksjonssykdommer.



Bjørn Olav Rosseland
Norges miljø-og
biovitenskapelige
universitet

Professor emeritus Bjørn Olav Rosseland (BOR) er utdannet Cand. real. fra Universitetet i Oslo innen biologi, kjemi og fysikk, med zoofysiologi hovedfag og med respirasjon og metabolisme hos fysiologiske raser av røye som hovedoppgave. Han har arbeidet med fysiologiske effekter av surt vann på fisk og fiskebestander siden 1975, og har en Dr. Philos grad fra UiO i 1987 på effekter av surt vann og aluminium og avgiftning av disse. Han har jobbet med ulike metoder for nøytralisering av surt vann, og vært rådgiver for Canadiske myndigheter på kalking. BOR var ansatt forsker ved DVF Fiskeforskningen, dagens NINA, 1980-86. Fra 1987-2019 var han ansatt på NIVA, fra 1989-1999 som forskningssjef for langtransporterte forurensninger, og leder av NIVAs Marine forskningsstasjon Solbergstrand (1996-99). BOR var Professor II ved NTNU fra 1990-2000 og fra 2000 -2014 Professor ved NMBU. I 2012-18 var han Professor II ved Laurentian University (LU), Sudbury, Ontario, Canada, hvor han nå er Senior Research Fellow. I 2018 ble han Professor emeritus ved Institutt for biovitenskap, UiO. I 2003 ble BOR innvalgt i European Academy of Sciences, EURASC. BOR har vært rådgiver for norsk og internasjonal akvakultur siden 1980-tallet. For dette arbeidet fikk han i 2005 "Formidlingsprisen" av Fiskeri- og havbrukets forskningsfond (FHF) og aqKva-prisen i 2015. BOR har vært veileder for 20 PhD studenter og over 40 masterstudenter fra en rekke nasjonaliteter. Han underviser i dag veterinær-, akvakultur- og miljøstudenter ved NMBU og UiO.



Per Johan Røttereng
INAQ AS

Per Johan Røttereng er utdannet veterinær fra Norges Veterinærhøgskole. Han har fra 1985 erfaring fra akvakultur i Norge og internasjonalt gjennom lederstillinger i FoU-institusjoner (Veterinærinstituttet og VESO), Offentlig forvaltning (Mattilsyn), rådgivningsbedrifter (Rambøll og INAQ as) og i konsernledelsen hos en internasjonal lakseoppdretter (Fjord Seafood ASA: Oppdrett i Chile, USA, Scotland og Norge).

Han har jobbet med fiskevelferd, matvaretrygghet, oppdrettsteknologi, sporbarhet i verdikjeden, genbank for villaks, gyrobekjempelse i elver og utvikling av fire visningssentre for laks. De senere år har han jobbet med innovasjonsprosesser gjennom engasjement som forsker II ved NTNU, internasjonale konsulentoppdrag, ekspertoppdrag for Norges Forskningsråd og styreverv hos aktører innen regional innovasjon.

Han jobber i konsultantselskapet INAQ og utfører i dag rådgivningstjenester og oppdrag for ulike offentlige og private aktører tilknyttet havbruk i Norge og internasjonalt, bla deltatt i Due Diligence ved kjøp/salg av selskap i Tasmania, Canada, Norge og Hellas.

Gjesteforeleser på NTNU ved Aquaingeniørutdanningen BIHAV, Masterkurs Fish Health management og faget Ekspert i Team.



Tore Seternes
Universitetet i Tromsø

Tore Seternes er professor i marin biokjemi ved Norges fiskerihøgskole, Universitetet i Tromsø, Norges arktiske universitet. Utdannet fiskehelsebiolog i 1997 og har senere forsket på fiskeimmunologi og utvikling av vaksiner hos flere fiskearter. I tillegg har han jobbet som fiskehelsebiolog i havbruksnæringa.



Henrik Sundh
Göteborgs universitet

Dr. Henrik Sundh er første amanuensis ved Institutt for bio- og miljøvitenskap ved Göteborgs universitet. Han forsker på fiskefysiologi, med fokus på funksjonene i mage-tarmkanalen knyttet til blant annet osmoregulering, næringstransport og barrierefunksjon. Han bruker forskningen sin på akvakultur, der han undersøker hvordan tarmfunksjonene påvirkes av ulike faktorer i dyrkingsmiljøet, som alternative fôrkilder, akutt og kronisk stress. Dr. Sundh har også undervist i ulike kurs i dyrefysiologi og humanfysiologi de siste 10 årene.



Sigurd Stefansson
UiB

Sigurd Stefansson er professor ved Inst. for biovitenskap, Universitetet i Bergen. Han har ansvaret for utdanningsprogrammet i havbruk ved instituttet og underviser i laksebiologi i oppdrett for førsteårsstudenter og fiskefysiologi for viderekommende studenter. Sigurd Stefansson har lang erfaring innen vekst, utvikling og reproduksjon hos fisk, både laksefisk og marine arter som torsk, kveite og piggvar. Han har ledet en rekke prosjekter, både nasjonale og internasjonale. Sentralt i forskningen har stått den miljømessige og hormonelle kontrollen av utvikling og smoltifisering hos laks, med vekt på de osmoregulatoriske endringene under smoltifiseringen. Gjennom dette arbeidet har de endokrine endringene ifm vekst og utvikling stått sentralt.



Lars Helge Stien
Havforskningsinstituttet

Dr. Lars Helge Stien er forsker i faggruppe dyrevelferd ved Havforskningsinstituttet. Har jobbet med å utvikle velferdsindikatorer og systemer for å overvåke dyrevelferd i akvakultur siden 2006. Dette arbeidet inkluderer både praktiske forsøk, forløpende overvåking av fiskegrupper i industrien, analyse av regelverk og teoretisk utvikling av fagfeltet fiskevelferd. Tok over som forskningssjef for faggruppe dyrevelferd i 2023.



Helgi Thor Thorarensen
Universitetet i Tromsø

Helgi Thor Thorarensen er professor i oppdrettsteknologi ved UIT – Norges Arktiske Universitet, Tromsø. Han fikk sin utdanning i biologi på Island og fiskefysiologi ved Simon Fraser University i Kanada. Helgi var så postdoktor ved Massey University i New Zealand, før han ble ansatt ved Holar Universitet på Island. Hans forskningsmessige hovedfokus er på tilvekst, overlevelse og produksjon av fisk i oppdrett, med særlig interesse for begrensende effekter av vannkvalitet på fiskens fysiologi og metabolske kapasitet til å utføre aktiviteter - som svømmeatferd. Andre forskningsinteresser inkluderer eksperimentell design og statistiske analyser av fysiologiske data, samt utvikling av fiskeoppdrett i ulike land og klimatiske forhold.



Marco Vindas
Norges miljø-og
biovitenskapelige
universitet

Førsteamanuensis Vindas er en atferds nevrobiolog ved Norges miljø- og biovitenskaps Universitet, som studerer samspillet mellom spesifikke hjerne områder og funksjonelle fysiologiske, biokjemiske og atferds prosesser. En stor del av hans forskning fokuserer på nevronal plastisitet, stress biologi og velferd hos laksefisk, men han jobber også bla med torsk, sebrafisk, medaka og steinbit.