



Bærekraft og innovasjon i blått og grønt

Rapport fra åtte forskningsprogrammer 2000 – 2005

Høy standard på marin forskning

Norge har lange tradisjoner innenfor marin forskning, og forskningen holder høy internasjonal standard på flere områder. Regjeringen har høye ambisjoner for både den næringsrettede og forvaltningsrettede marine forskningen.

Forskning er et virkemiddel for å nå de overordnede målene i fiskeri- og havbrukspolitikken. Forskning inngår som grunnlag for forvaltningens beslutninger knyttet til blant annet kvotefastsetting, miljøovervåking, fiskehelse, sjømattrygghet og markedsforståelse.

En betydelig innsats innen forskning og nyskaping skal også legge grunnlaget for lønnsomme og konkurransedyktige bedrifter i alle ledd av den marine verdikjeden. Det er et viktig mål å øke merverdien i Norge per enhet ilandbrakt råstoff. Framtidig utnyttning og produksjon av marine ressurser som i dag er lite utnyttet, som genressurser, biprodukter og marine bioingredienser, er et annet viktig område.

Den marine forskningen stilles overfor store utfordringer framover, både av faglig art og som følge av samfunnsutviklingen. Økende behov for helhetsløsninger, for eksempel innen økosystem- og kystsoneforvaltning, medfører større krav til – og økt kompleksitet i – forskningen.

Internasjonalisering av norsk forskning er en hovedprioritet i regjeringens forskningspolitikk. Den vitenskapelige og teknologiske utviklingen og den økte kompleksiteten i de problemstillingene som fiskeri- og havbruksforskningen fokuserer på, i tillegg til økt vitenskapelig spesialiseringsgrad, gjør det nødvendig å samarbeide over landegrensene.

Satsing på nordområdene, blant annet ved oppfølging av forvaltningsplanen for Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten og Det internasjonale polaråret 2007–2008, er også viktige innsatsområder i tiden framover.

Marin forskning er internasjonalt rettet og utgjør et viktig beslutningsgrunnlag for forvaltningen, og kvalitet og habilitet er viktig for denne forskningens legitimitet og gjennomslagskraft i internasjonale fora.

En stor andel av Fiskeri- og kystdepartementets midler til forskning og utvikling kanaliseres gjennom Norges forskningsråd. Forskningsrådet har en sentral rolle når det gjelder å møte de faglige og samfunnmessige utfordringene på marin sektor framover.

Programmene som presenteres i denne rapporten, har

gitt viktige bidrag til økt forståelse av – og kunnskap om – forvaltningsrettede og næringsrettede problemstillinger innen et bredt faglig spekter. De problemstillingene som er viktige for marin sektor, adresseres nå i nye programmer. Jeg ser fram til et fortsatt godt samarbeid om utfordringene og mulighetene innen marin sektor i de nye programmene i Norges forskningsråd.



FOTO: SCANPIX

Helga Pedersen,
Fiskeri- og kystminister

Forskning og nytenking avgjørende

For landbruks- og matsektoren er bidragene fra forskningsmiljøene avgjørende for å videreføre og utvikle konkurransekraften og for å levere de produkter og fellesgoder samfunnet ønsker.

Landbruks- og matsektoren har noen av de mest komplette verdikjedene innen norsk næringsliv, fra forskning og produksjon av innsatsvarer og fram til forbruk av mat, tre, energi, naturbaserte opplevelser etc. Samtidig bidrar sektoren i stor grad til å nå sentrale samfunns mål innenfor miljø- og ressurspolitikk, distrikts- og bosettingspolitikk, nærings- og reiselivspolitikk og kultur-, helse- og ernæringspolitikk.

Økt internasjonalisering av forskningen innen hele sektoren gir oss bedre forutsetninger for å øke kvaliteten på forskningen og bidra i den internasjonale utviklingen innen landbruks- og matområdet.

Norge prioriterer mattrygghet svært høyt. En langsiktig satsing har gitt høyt kvalifiserte forskningsmiljøer som er i front internasjonalt, og har utviklet beredskap mot sykdommer av uforutsett omfang og karakter. På dette området

er det behov for å se ulike fagdisipliner i sammenheng for å kunne håndtere komplekse utfordringer, som for eksempel sporing, logistikk og sykdommer, da hele verdikjedene fra dyr og planter til forbruker påvirkes. Bioteknologisk forskning er viktig for alle ledd i landbruks- og matsektoren for å opprettholde og videreutvikle en konkurransedyktig og bærekraftig produksjon.

Sammenhengen mellom mat, helse og livskvalitet er viktig. Samtidig vil pris og kostnader alltid være sentralt i møte mellom bonde, industri og forbruker. Flere av de avsluttede forskningsprosjektene har medført vesentlige effektiviseringstiltak og økonomiske besparelser i ulike typer produksjoner.

Miljø- og klimautfordringene er svært avgjørende for utviklingen av norsk landbruks- og matproduksjon. Forskning kan bidra til å redusere negative effekter og fremme jord- og skogbrukets bidrag til kommende generasjoner ved forvaltning av naturressursene. For å fremme mer miljøvennlige produksjons- og forbruksmønstre må forskning på tre som byggemateriale, bioenergi og biodrivstoff stå sterkt framover.

Det knytter seg et stort potensial innen landbruks- og matsektoren ved økt satsing på naturbasert reiseliv og annen tjenesteproduksjon. For mange bygde- og distriktsamfunn representerer dette store muligheter, samtidig som det også er behov for økt kunnskap fra forskning framover.

Med den nye organiseringen av programmene i Forskningsrådet, har jeg store tro på at disse vil videreføre den gode tradisjonen som forskningsmiljøene har spilt for utviklingen av landbruks- og matsektoren. Videre ser jeg at Forskningsrådet tar tak i de kunnskapsutfordringene som landbruks- og matsektoren møter, og ser fram til et fortsatt godt samarbeid med Forskningsrådet.

Terje Riis-Johansen
Landbruks- og matminister



FOTO: TORBJØRN TANDBERG

Innhold

Synspunkter fra departementene	2
Forord: Innovasjon og bærekraft.....	4
Synspunkter fra næringene.....	5
Større potensial i blågrønne synergier	6

Programmene

BIOTEKNOLOGI I PRIMÆRNÆRINGENE	8
FISKERITEKNOLOGI	12
HAVBRUK – PRODUKSJON AV AKVATISKE ORGANISMER ..	16
JORD, PLANTER OG HUSDYR	20
MARINE RESSURSER, MILJØ OG FORVALTNING	24
MARKED OG SAMFUNN	28
NÆRINGSMIDLER	32
SKOG – RESSURSER OG VERDISKAPING.....	36

Nøkkeltall.....	40
Medlemmer i programstyrene	42
Programmer fra 2006.....	43

© Norges forskningsråd 2006

Norges forskningsråd
Postboks 2700 St. Hanshaugen
0131 OSLO
Telefon: 22 03 70 00
Telefaks: 22 03 70 01
bibliotek@forskningsradet.no
www.forskningsradet.no/

Publikasjonen kan bestilles via internett:
www.forskningsradet.no/publikasjoner

eller grønt nummer telefaks: 800 83 001

Tekst: Faktotum Informasjon AS
Grafisk design omslag: Melkeveien
Trykk: Gan Grafisk
Opplag: 6.000

Oslo, desember 2006
ISBN 82-12-02369-9 (trykksak)
evt. ISBN 82-12-02370-2 (pdf)

Innovasjon og bærekraft

I 2000 lanserte Norges forskningsråd åtte verdikjedeprogram for forskning innen bioproduksjon og foredling. Fram til de ble avsluttet ved utgangen av 2005, hadde disse programmene et hovedansvar for forskning knyttet til landbruk, skog, fiskeri og havbruk:

- Bioteknologi i primærnæringene
- Fiskeriteknologi
- Havbruk
- Jord, planter og husdyr
- Marine ressurser, miljø og forvaltning
- Marked og samfunn
- Næringsmiddelprogrammet
- Skog – ressurser og verdiskaping

I denne brosjyren presenterer vi et lite utvalg av de totalt 1363 forskningsprosjektene som er gjennomført i de åtte programmene. Vi håper at eksemplene som er plukket ut viser bredden i forskernes arbeid, og synliggjør hvilken rolle forskning og utvikling har for innovasjon og verdiskaping, og for bærekraftig ressursutnyttelse.

Bioproduksjon og foredling er viktige næringer i Norge, med stor betydning for verdiskaping, mattrygghet og bosetting. Forskning og utvikling er avgjørende for at potensialet i næringene skal kunne tas ut, og for å møte utfordringer og muligheter knyttet til økt globalisering. Dette bekrefter også de to departementene som har vært tyngst inne med finansiering; Fiskeri- og kystdepartementet og Landbruks- og matdepartementet.

Fra 2006 er ansvaret for disse forskningsområdene i hovedsak lagt til fem nye programmer: Matprogrammet, Stort program Havbruk, Arealprogrammet, Havet og kysten og FoU-programmet TRE.

De nye programmene følger opp prioriteringene i Forskningsmeldingen både når det gjelder *forskningsbasert nyskaping og innovasjon* og tematisk innenfor *Hav, Mat og Helse*. Programmene viderefører mange av temaene fra de tidligere verdikjedeprogrammene, men de adresserer også nye kunnskapsbehov, for eksempel for å utvikle arealbaserte næringer med vekt på turisme, opplevelser og grønn omsorg.

Forskningsrådet vil gjerne takke alle som på ulik måte har vært engasjert i forskningen i de åtte verdikjedeprogrammene i perioden 2000–2005. En takk også til medlemmene av programstyrene for deres innsats, og til våre samarbeidspartnere i det offentlige virkemiddelapparatet.



FOTO: YVONNE HOITH

Anne Kjersti Fahlvik
Divisjonsdirektør
Divisjon for store satsinger
Norges forskningsråd



FOTO: YVONNE HOITH

Ragnhild Solheim
Divisjonsdirektør
Divisjon for innovasjon
Norges forskningsråd

Matnyttig forskning, bokstavelig talt

De havbruks- og landbruksrelaterte forskningsprogrammene i Norges forskningsråd har gitt mange resultater som er matnyttige, både i bokstavelig og overført betydning. Samtidig står næringene fortsatt overfor betydelige utfordringer som må løses med forskningsinnsats, mener Knut Moksnes og Geir Andreassen.

FOTO: LANDBRUKSSAMVIRKET



– Vi står overfor kjempeutfordringer når det gjelder å opprettholde en konkurransedyktig matproduksjon i Norge, sier Knut Moksnes.

FOTO: FHL



– I sum har vi lyktes i å utvikle en ny næringsvirksomhet i Norge, sier Geir Andreassen i FHL.

Administrerende direktør Geir Andreassen i Fiskeri- og havbruksnæringens landsforening og forskningssjef Knut Moksnes i Norsk Landbrukssamvirke er sentrale talsmenn for de havbruks- og landbruksrelaterte næringene, og konstatere at forskningsprogrammene har gitt gode resultater.

– Programmene har vært både utløsende og avgjørende for å få gjennomført viktige forskningsprosjekter, og de har tatt tak i viktige temaer og utfordringer. Programmene har også vært viktige fordi de har skapt naturlige arenaer for tettere kontakt mellom forskningsmiljøene og næringslivet, sier Moksnes.

– Programmet *Jord, planter og husdyr* har kanskje vært det aller viktigste for oss som har tilknytning til landbruket. Sektoren har mange aktører som er for små til å drive med forskning alene, men her ble det løst problemer fordi aktørene fikk anledning til å «løfte i flokk» sammen med forskerne, tilføyer han.

Stor nytte

– Fiskeri- og havbruksnæringen har hatt stor nytte av forskningsprogrammene. Spesielt vil jeg fremheve programmet *Havbruk*, sier Geir Andreassen. – Programmet har bidratt til å utvikle generell kompetanse i et tett samspill mellom forskningsinstitusjonene og næringen, og i sum har en lyktes

i å utvikle en ny næringsvirksomhet som i dag er verdimessig like stor som den tradisjonelle fiskerinæringen. Den samme kunnskapen har også vært med på å bygge opp virksomhet i andre land, delvis som et resultat av at norske virksomheter har ekspandert utenfor Norge. *Havbruk* har i tillegg bidratt til kunnskap om nye oppdrettsarter, utdyper han.

– Også *Næringsmiddelprogrammet* har hatt direkte relevans for oss, og programmet har vært med på å utvikle løsninger på en rekke konkrete problemområder. Programmet hadde imidlertid et verdikjedeperspektiv som ikke i tilstrekkelig grad lyktes med å utvikle synergier. Verdikjedeperspektivet (fisk/landbruk) har muligens virket hemmende på utviklingen istedenfor å fremme den. Forutsetningene, mulighetene og utfordringene for landbruket og marin sektor er grunnleggende forskjellige og kan føre til uklart og fragmentert forskningsfokus. Denne kritikken rammer også *Marked og samfunn*, mener Andreassen.

Innovasjon gir styrke

Andreassen ser for seg en todelt satsing fremover. – Vi har et enormt råstoffgrunnlag i ville arter og oppdrett. Det som gjenstår er å skape industriell aktivitet for å heve verdiskapingen fra dette råvaregrunnlaget. Samtidig må vi utvikle ny kunnskap om hvordan vi kan utnytte den samme råvarebasen i forhold til slike ting som biprodukter og ingredienser til annen industri, sier han.

Knut Moksnes er enig i at Norge har et enormt naturgitt fortrinn. – Men vi må være fullstendig klar over at vi står overfor kjempeutfordringer når det gjelder å opprettholde en konkurransedyktig matproduksjon i Norge. Omstillinger og økt effektivitet i hele verdikjeden er et sentralt punkt, men samtidig er det viktig å se på økt innovasjon som virkemiddel. Matproduksjonen i Norge er dømt til å tape hvis vi bare skal konkurrere på pris – vi må også konkurrere på kvalitet og innovasjoner, understreker han.

Større potensial i blågrønne synergier



FOTO: HÅVARD SIMONSEN

FOTO: HÅVARD SIMONSEN

– Fiskeri-, havbruks- og landbruksnæringene må ta større ansvar for forskning og utvikling, oppfordrer Kristin Danielsen og Lars Horn.

- Det er skapt mange gode forskningsresultater gjennom havbruks-, fiskeri- og landbruksprogrammene i Forskningsrådet fra 2000 til 2005.
- Programstrukturen har gitt større bredde i prosjektene og har hatt verdikjedetenkning i fokus. Men det er fortsatt mer å hente i synergier mellom fisk og landbruk.
- Landbruks- og fiskerinæringene må også selv ta større ansvar for egen forskning.

Slik oppsummerer Kristin Danielsen og Lars Horn de åtte forskningsprogrammene som har vært Forskningsrådets hovedsatsing innenfor fiskeri, havbruk og landbruk de siste fem årene. Avdeling for innovasjonssystem og kommersialisering i Divisjon for innovasjon, og Avdeling for marine ressurser og miljø i Divisjon for store satsinger. Det er her de blågrønne programmene har hørt hjemme etter omorganiseringen av Forskningsrådet i 2003.

Forenkling av strukturen og større programmer har gitt rom for mer bredde i prosjektene og dermed rasjonell administrasjon. Det har vært et mål å se landbruks- og fiskerisiden sammen for å ta ut synergier mellom de to næringene, og programmene har hatt enda sterkere fokus på verdikjedetenkning.

– Organiseringen satte sterkere fokus både på innovasjon og grunnleggende forskning. Vi ble forsterket i «begge ender». Både havbruk, fiskeri og landbruk har hatt behov for å bygge opp grunnleggende kompetanse. Havbruk og fiskeri, som er spesielt eksportrettede næringer, har behov for å utvikle mer foredlede produkter, mens landbruket har en særlig utfordring på et stadig mer konkurranseutsatt hjemmemarked, sier Danielsen og Horn.

– Vi lyktes i å få et svært oversiktlig system. Og siden programmene har vart i fem år, er de også blitt innarbeidet i folks bevissthet, slik at man har visst hvor man skal

henvende seg. Mange følte nesten at de mistet «sitt hjem» i Forskningsrådet når programmene ble avsluttet, men det er en kostnad man alltid får i overgangsperioder. Vi føler at vi er på god vei også i den nye strukturen, sier de.

– Jeg synes vi har hatt en god dialog med alle hovedaktørene som har hatt tilknytning til programmene, både forskere, næringsliv og myndigheter. Og vi har klart å henvende oss til hele verdikjeden. Derfor har det da også i stor grad vært ro omkring denne organiseringen, sier de.

Engasjement gir innflytelse

I Forskningsrådets nye programstruktur er den «blågrønne» forskningen i hovedsak plassert i fem programmer. Innholdet i programmene er også justert i forhold til at SkatteFUNN-ordningen, som fanger opp mange av bedriftenes egne, ofte mindre forskningsaktiviteter, er på plass.

– Vi ønsker nå å gå i retning av større og mer omfattende forskningsprosjekter. Et viktig siktemål er at prosjektene skal omfatte større deler av verdikjeden. Vi ønsker også å komme enda lenger i å hente ut synergier mellom landbruk og fiskeri/havbruk. Vi fikk til mye av dette, særlig i *Næringsmiddelprogrammet*, men vet at det er mulig å få til mer, sier Danielsen og Horn, som understreker at dette krever at næringslivet selv er med.

– Det er en evig utfordring å få større deler av næringslivet til å delta i forskning, konstaterer Horn.

– Det vil alltid være ønskelig med mer offentlige midler. Men vi etterlyser også større engasjement fra næringslivet. Primærnæringene og næringsmiddelindustrien ligger etter andre næringer i å satse på forskning og utvikling. Bedrifter og næringsliv må ta større ansvar for seg selv. Dette vil Forskningsrådet bidra til gjennom sine virkemidler, og i de nye programmene kan næringslivet ha stor innflytelse på innholdet i forskningen gjennom å bidra finansielt i prosjekter, noe som er vår garanti for at forskningen er relevant. Men det er fortsatt en lang vei å gå. Det er først når du engasjerer deg, at du også kan påvirke, sier Danielsen og Horn.

De viktige næringsfondene

– Det er spesielt viktig at organisasjoner og bransjeforeninger forstår nytten av forskning. I næringer som landbruk, fiskeri og havbruk er organisasjonene en helt nødvendig kanal til aktørene i primærleddet. Uten denne kontakten, vil vi ikke klare å nå bønder, oppdrettere eller fiskere med spennende ideer, som vil kunne utvikles gjennom forskning og innovasjonstiltak. I noen programmer, som i *Havbruk* og

Næringsmiddelprogrammet, har vi fått til godt samarbeid med organisasjonene, mens det har vært vanskeligere i andre, som for eksempel *Jord, planter og husdyr*. Bransje-organisasjoner og faglag kan spille en meget viktig rolle, og på dette området er det fortsatt mye å gjøre, sier Danielsen.

Horn og Danielsen trekker fram næringsfondene som sentrale finansieringskilder og viktige samarbeidspartnere for Forskningsrådet. I første rekke er dette Fiskeri- og havbruksnærings forskningsfond (FHF), Fondet for forskningsavgift på landbruksprodukter og forskningsmidler over Jordbruksavtalen.

– Midler fra disse fondene kan utgjøre næringens andel i kompetansebyggende prosjekter, eller kompetanseprosjekter med brukermidvirkning (KMB) som det heter i vår terminologi. Dette sikrer næringen sterk innflytelse på innholdet i prosjektene, men er ikke i konflikt med EØS-reglene. Vi ønsker et best mulig samarbeid med de som forvalter næringsfondene og oppfordrer dem til å utnytte denne muligheten. Det vil være viktig for å løfte forskningsinnsatsen i disse næringene, sier Danielsen og Horn.

Global konkurranse

– Næringslivet er i dag helt avhengig av forskning. Marin sektor er i en direkte global konkurranse, og med den farten verden har i dag, er bedriftene avhengig av kunnskap. De har ikke råd til å feile. Men også den landbaserte industrien er utsatt for stadig sterkere konkurranse på hjemmemarkedet, der forbrukerkravene er i rask endring. Dessuten må også landbruksnæringen se etter eksportmuligheter. Alt dette krever forskning, sier Danielsen.

– Å kunne dokumentere hvordan norsk fisk forvaltes og foredles, og at den er trygg og sunn for konsumentene, har vist seg å være helt uvurderlig. Og slik grunnleggende dokumentasjon er det bare forskning som kan bidra til, legger Horn til.

Begge understreker at de matproduserende næringene står overfor et kontinuerlig arbeid når det gjelder foredling, produktutvikling og markedsutvikling.

– Det er mye å hente på innovasjonssiden, og her er det ønskelig at også dagligvareleddet kommer sterkere med, sier de.



FOTO: KERSTIN MERTENS/SAMFOTO

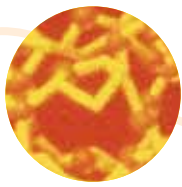
– *Har forskningen vært internasjonal nok?*

– Vi er i hvert fall på god vei og har fått god uttelling i EUs rammeprogrammer. Prosjekter innenfor områder hvor det er felles utfordringer, som for eksempel mattrygghet, blir i økende grad finansiert på internasjonalt nivå.

Også samfunnsforskning

De blå og grønne næringene handler imidlertid om mer enn biologi og teknologi. Internasjonale handelsregler og markedsadgang er et eksempel, bruk av sjø- og landarealer et annet.

– Samfunnsforskningen vil derfor fortsatt ha en sentral plass når det gjelder disse næringene, sier Danielsen, og forteller at blant annet arealbruk er kommet sterkere fram i den nye programstrukturen.



BIOTEKNOLOGI I PRIMÆRNÆRINGENE

Kort vei fra biotek-labben til brukerne

– Resultatene som er oppnådd gjennom *Bioteknologi i primærnæringene (BIOT2000)* er en god plattform for videre utvikling av den bioteknologiske aktiviteten i primærnæringene, sier professor Knut Rønningen som har ledet programstyret «fra start til mål». Han er spesielt glad for å ha fått til tette koplinger mellom forskning og næringsliv.



– Rask industrialisering av forskningsresultatene bidrar til økt aksept for bioteknologi i samfunnet. Professor og programstyreleder Knut Rønningen og programkoordinator Kristin Rasmussen Modalsli.

– Generelt vil jeg si at betydningen og nytteverdien av programmet har vært stor, understreker Rønningen, og trekker fram flere forhold som underbygger påstanden.

Rask industrialisering

– Det er selvsagt bygget opp grunnleggende kunnskap ved Norges viktigste bioteknologiske forskningsmiljøer innenfor landbruk, fiskeri og havbruk. Men jeg er enda mer fornøyd med at vi gjennom mange av prosjektene har klart å etablere nettverk og tette koplinger mellom grunnleggende og anvendt forskning, og mellom forskningsmiljøer og industri. Dette har ført til rask industrialisering av forskningsresultater, som igjen har gjort det lettere å få næringsaktørene til å engasjere seg i den bioteknologiforskningen som foregår ved universiteter, høyskoler og institutter, sier Rønningen.

BIOTEKNOLOGI I PRIMÆRNÆRINGENE

www.forskningsradet.no/biot

Totale inntekter: mill. kr 236,7

- FKD:	52,3
- LMD:	81,8
- NHD:	82,7
- Forskningsfondet:	17,5
- Jordbruksavtalen:	2,2
- Andre	0,2

Bevilgning: 223,6 mill. kr

Antall FoU-prosjekter: 120

Andel brukerstyrte prosjekter: 36 prosent

Deler av primærnæringene har generelt en god «record» når det gjelder å ta i bruk FoU-resultater raskt. Linjen fra forsker, via veileder til den enkelte næringsutøver har vært kort. Denne tankegangen ser også ut til å ha slått gjennom innenfor moderne bioteknologi.

Aksept

– Industrialisering av resultatene er også viktig for å få økt aksept for moderne bioteknologisk forskning i samfunnet for øvrig, sier Rønningen.

Rønningen er imidlertid klar på at bioteknologisk forskning må foregå innenfor politisk aksepterte rammer, men legger til at økt kunnskap vil klargjøre hvilke muligheter og begrensninger som ligger i teknologien.

– Vi har da også lagt vekt på at resultater fra BIOT2000 skulle bidra til forvaltning av genteknologiloven, og til forvaltning av marine og terrestriske ressurser, sier han.

– Bioteknologi kommer uansett til å spille en sentral rolle i framtidens matproduksjon og innenfor miljøområdet. Norge må sørge for å ha et tilstrekkelig kunnskapsgrunnlag, slik at våre myndigheter har nødvendig innsikt og slik at norske forskningsmiljøer er attraktive samarbeidspartnere internasjonalt. Derfor er jeg glad for at bioteknologi ble flagget høyt i forskningsmeldingen «Vilje til forskning». Nå gjelder det å følge opp med tilstrekkelige ressurser til området, sier Rønningen.

Stor betydning

For Rønningen er ikke i tvil om at vi står foran en rivende utvikling innenfor bioteknologiområdet.

– Det er spådd at kanskje så mye som 40 prosent av den globale økonomien om noen tiår kan være knyttet til bioteknologi. Til sammenligning er bare rundt to prosent av verdiskapingen i Norge forankret i denne teknologien i dag. Vi vet at bioteknologi er høyt prioritert i EUs 7. rammeprogram for forskning, og i USA satses det enormt. Norge må finne sin plass i denne forskningen, men vi får ingen billett uten penger, sier Rønningen.

Biotek redder kamskjellnæringen

Moderne bioteknologi er blitt «redningen» for norsk kamskjellproduksjon. Kamskjellarvenes overlevelsessevne er nemlig dramatisk forbedret ved hjelp av bioteknologiske metoder som avslører sykdomsbakterier og gir informasjon som kan styre bakteriefloraen i larvepopulasjonen. Dessuten er norsk kamskjellnæring blitt fri for antibiotika!

Næringen har lenge hatt problemer med å få kamskjell til å overleve på larvestadiet på grunn av bakterielle infeksjoner. Larver og yngel føres med mikroalger, og sykdomsfremkallende bakterier i algekulturene og larvetankene har ofte forårsaket stor dødelighet. Gjennom flere BIOT2000-prosjekter har forskere ved Havforskningsinstituttet, Universitetet i Bergen og Scalpro AS, som er den eneste kommersielle produsenten av kamskjellyngel i Norden, funnet metoder som løser problemet.

– Vi har utviklet avanserte metoder for å overvåke populasjonen av bakterier rundt kamskjellarvene, slik at vi kan finne og gjenkjenne uhyre små mengder av aktuelle organismer. Enkelt forklart kan vi si at vi overvåker DNA fra bakteriene. Normalt kontrollerer vi larvepopulasjonen for de 20–30 viktigste bakteriestammene. Ved en screening av disse, finner vi de sykdomsfremkallende bakteriene, forklarer professor Øivind Bergh ved Havforskningsinstituttet.

Kamskjellarver er svært primitive organismer, så godt som uten eget immunforsvar. Den mest kritiske fasen er de 11–12 første dagene av larvenes liv. Dersom man unngår sykdomsutbrudd i denne fasen, vil larvene/yngelen stort sett klare seg fram til 2–3 ukerstadiet da de fester seg på havbunnen.

Probiotika

– Vi har også funnet fram til bakterier som egner seg som probiotika, det vil si bakterier som kan hindre framvekst av sykdomsfremkallende bakterier. Det er også dokumentert at probiotika-bakterier tas opp i kamskjellyngel, forteller Bergh. Et av BIOT2000-prosjektene har handlet om nettopp dette.

Ved å dyrke opp probiotika-bakterier og tilsette disse i tankene med kamskjellarver, er det mulig å undertrykke de sykdomsfremkallende bakteriene. Probiotika-bakteriene fungerer på forskjellige måter. Noen skiller ut stoffer som dreper eller hemmer veksten til andre bakterier, mens andre konkurrerer om næringsressursene.

Uten antibiotika

I det siste prosjektet som pågår, har hovedmålet vært å gjøre kamskjellnæringen antibiotikafri.

– Og det har vi klart. Mens næringen for bare få år siden var en «versting» i bruk av antibiotika, har vi nå designet en produksjon som er fullstendig antibiotikafri. Dette er unikt. I hvert fall kjenner ikke jeg til at kamskjellproduksjon drives uten antibiotika noen andre steder i verden, sier Bergh.

Den norske produksjonen av kamskjell har variert sterkt, men ligger nå på rundt 500 tonn i året. Frankrike er blant de største produsentene av kamskjell, og de norske miljøene har samarbeidet med det franske havforskningsinstituttet IFREMER og Universitetet i Brest.



FOTO: ARNE DUINKER, NIFES

Bildet viser en kamskjellarve som er ca. halvannen uke gammel, mens illustrasjonen er av et fullt utviklet skjell.



ILLU: STEIN MORTENSEN, HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

Genene som styrer livets første fase

På Norges veterinærhøgskole (NVH) har man funnet rundt 6000 gener som er aktive under embryoets (befruktet egg) utvikling hos storfe. Ca. 1000 av disse koder for funksjonelle proteiner i denne tidligste fasen av livet, før embryoet fester seg i livmoren. Dette kan gi kunnskap om genetikken bak embryodød, som er en viktig årsak til lav fruktbarhet hos storfe.

I det internasjonale kappløpet for å kartlegge genene som påvirker viktige funksjoner hos storfe, har norske forskere og avlsselskaper konsentrert seg om noen sentrale områder for norsk husdyrproduksjon, som fruktbarhet, jurbetennelse, melkekvalitet og -mengde.

– Vi har funnet mange gener som er med på å styre embryoets utvikling hos storfe, men vi vet ikke hvilke konkrete funksjoner hvert enkelt av dem har. Det vil det trolig ennå ta tid før vi finner ut. Men bioteknologiske metoder, som funksjonell genomanalyse, utvikler seg raskt, og har satt oss i stand til å analysere tusenvis av gener samtidig, sier forsker Ingrid Olsaker ved NVH. Hun har ledet et prosjekt, finansiert av BIOT2000, nettopp for å avsløre hvilke gener som er «i sving» under kalvens første livsfase.

Internasjonalt samarbeid

Både Veterinærhøgskolen og Universitetet for miljø og biovitenskap (UMB) samarbeider med forskergrupper i Europa og USA om dette, og får dermed tilgang til informasjon om flere tusen storfe-gener i tillegg til de forskerne selv har isolert. Slik kan man på et bredere grunnlag finne ut hvilke gener som er aktive under bestemte fysiologiske forhold, og avdekke samspillet mellom dem.

Forskningen ved NVH er blant annet basert på 150 embryoer fra avlsorganisasjonen Geno som opprinnelig var ment for eksport til Russland. Det er laget et genbibliotek som karakteriserer hvilke gener som er aktive fra dag 6, og 2–3 dager framover. Man vet at tidlig embryodød er en viktig årsak til lav fruktbarhet. Derfor er det viktig å studere gener som er aktive i denne perioden av kalvens liv.

Det er svært gode forhold for å drive genforskning på storfe i Norge fordi vi har fenomenale storferegistre for avl, helse og produksjon tilbake til 1970-tallet. Dette unike datamaterialet kan koples mot genkart og informasjon om genuttrykk, og etter hvert forhåpentligvis avsløre gener som alene eller i samspill er sentrale for verdifulle egenskaper hos storfe.

Mastitt og fettomsetning

Mastitt, eller jurbetennelse, er den mest omfattende og kostbare sykdommen i melkeproduksjonen, og det er stor interesse for å finne de genetiske årsakene bak sykdommen. Forskere både ved NVH, UMB og Geno har arbeidet med dette. Den internasjonale innsatsen på området er også stor.

– Vi vet at immunforsvaret er viktig, men fortsatt er det et stykke igjen til vi kan peke på spesifikke gener som påvirker mastitt-resistens hos norske kyr, sier Olsaker.

Dette er et komplisert felt. Arvbarheten er lav for jurbetennelse, og det er vanskelig å fastslå om tilfeller av mastitt skyldes arvelige eller miljømessige forhold.

Ved UMB har professor Sigbjørn Lien ledet et BIOT2000-prosjekt om genetiske funksjoner som styrer fettomsetningen hos husdyr. Man har kommet lengst i arbeidet med å finne genet som styrer vanninnholdet i melk. Indirekte påvirker dette også innholdet av fett og protein, som er viktige kvalitetsparametre i melkeproduksjon.

Finner torskens stressgener

Norske forskere har sekvensert ca. 450 gener hos torsk som aktiveres når fisken utsettes for stress i form av miljøgifter som PCB og tungmetaller.



FOTO: NIFES

Her henter forskerne vevsprøver fra torsk på molekylærlabben hos NIFES. Arvemateriale fra organer som lever, nyrer og gjeller brukes for å kartlegge fiskens stressreaksjoner.

Dette er svært grunnleggende forskning om hvordan ytre betingelser, enten de er forurensning eller ernæring, påvirker genuttrykket hos torsk. Men arbeidet vil også ha stor praktisk nytte. Ved å kjenne til hvordan genene aktiveres og deaktiveres i stressituasjoner, vil torsk på denne måten kunne bli et viktig hjelpemiddel for å påvise miljøforstyrrelser i for eksempel Nordsjøen og Barentshavet.

– Kunnskapen vil også ha betydning for oppdrett av torsk, blant annet fordi vi lettere kan finne fram til fôr som er optimalt, sier forsker Pål A. Olsvik ved Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES), som har ledet «stressprosjektet».

Opprinnelig ønsket de marine havforskningsmiljøene i Norge å sette i gang et stort prosjekt for å kartlegge alle torskens gener, men en internasjonal evaluering på oppdrag av Forskningsrådet, anbefalte å starte i noe mindre skala. Kartleggingen av stressgenene vil imidlertid være et bidrag til å kartlegge torskens genom. Dette prosjektet er et samarbeid mellom en rekke

forskningsmiljøer, som hver på sine områder vil utnytte kunnskapen.

Genbibliotek

Forskerne henter RNA fra torsk som har vært utsatt for forskjellig miljøpåvirkning, blant annet har man brukt torsk fra havnebassengene i Bergen og Trondheim. Vevsprøvene er tatt fra organer som lever, nyrer og gjeller. Målet har vært å studere hvordan miljøgifter virker inn på genekspressjonen hos torsk.

– For å få til dette har vi sekvensert ca. 16 000 gener i arbeid. Vi laget det første genbiblioteket ved Norwegian Microarray Consortium i Oslo, som er etablert gjennom FUGE-satsingen, i oktober 2006, forteller Olsvik.

– Vi har definert ca. 450 gener som responderer på stress. Listen over disse og andre gener er publisert på prosjektets hjemmeside, og biblioteket vil bli brukt som verktøy både av NIFES og våre samarbeidspartnere i pågående prosjekter, og forhåpentligvis bidra til å utvide vår biologiske kunnskap om torsken, sier Olsvik.

Viktig i oppdrett

For å lykkes med torskeoppdrett vil kunnskap om hvordan fisken responderer på ulike former for stress ha stor betydning. Man vil kunne påvise hvordan torsken reagerer både på innholdet av miljøgifter i fôr og i sjøen. Kartlegging av stressreaksjoner vil avsløre uønskede komponenter i fôret og vil kunne bidra til å optimalisere fôret.

Dette kan gjelde miljøgifter som er kommet inn gjennom marine råvarer i fôret, og man kan for eksempel teste ut hvordan torsken reagerer på vegetabiliske råvarer produsert på land.





FISKERITEKNOLOGI

Teknologi for bærekraftig høsting og økt verdiskapning

– Dette programmet har gitt viktige bidrag både til økt verdiskapning i næringslivet og til en ansvarlig og bærekraftig høsting av ressursene i havet, sier programstyreleder Aud Vold Soldal.



Programstyreleder Aud Vold Soldal og programkoordinator Turid Hiller.

Hovedmålet med forskningsprogrammet Fiskeriteknologi var å bidra til at fiske- og fangstflåten skulle kunne øke verdiskapningen og høste marine ressurser på en bærekraftig måte. Programmet skulle også bidra til oppbyggingen av kompetansen og kunnskapsgrunnlaget innen forskning og utvikling i fangst- og flåteleddet, slik at Norge kan være et foregangsland både når det gjelder praktisk fiske og konkurransedyktige produkter og systemer fra den norske leverandørindustrien.

– Programmet har frembrakt gode resultater innen en rekke områder med relevans for både næringen og forvaltningen. Deler av forskningen er skritt på veien innen den mer grunnleggende forskningen, mens den brukerstyrte forskningen i programmet har fremskaffet mange mer kort-siktige resultater som til dels allerede er tatt i bruk, forteller Soldal, som var seksjonsleder ved Havforskningsinstituttet i Bergen.

Fire delprogrammer

Fiskeriteknologiprogrammet har finansiert 48 forskerstyrte prosjekter og 30 brukerstyrte prosjekter, i tillegg til at åtte prosjekter med finansiering fra tidligere programmer er avsluttet i programperioden. Videre har 23 prosjekter som ble finansiert gjennom midler fra Fiskeri- og havbruksnærings forskningsfond blitt fulgt opp av programmet.

– Fiskeriteknologiprogrammet la forholdsvis stor vekt på anvendt forskning, men vi har likevel oppnådd mange vitenskapelige fremskritt i forhold til programmets innretning, sier programkoordinator Turid Hiller i Norges forskningsråd.

Arbeidet foregikk i fire delprogrammer. Det første delprogrammet handlet om fangst- og redskapsteknologi, og det ble blant annet lagt vekt på å utvikle lønnsomme fangstmetoder uten bifangst av uønskede fiskearter eller småfisk. Forskning knyttet til fangstrelevant fiskeatferd og effekter på miljøet var også en viktig side av dette delprogrammet.

– Delprogram 2 handlet om flåteforskning, hvor vi blant annet arbeidet med energireduserende tiltak og forbedring av sikkerhet og arbeidsmiljø. Det tredje delprogrammet gikk ut på å sikre kvaliteten på råstoffet under fangstbehandlingen og utnytte biprodukter, mens det fjerde delprogrammet gjennomførte undersøkelser vedrørende alternative driftsformer, fangstkapasitet og flåtestruktur, forteller Hiller.

Store uløste oppgaver

– Jeg vil si at programmet har hatt stor betydning for både næringen og forvaltningen. Det har blant annet vært gjennomført grunnleggende forskning av fiskens atferd i forhold til redskap og hydrodynamiske forhold ved trålen. Vi har også sett nye resultater når det gjelder for eksempel bidødelighet ved tråling, og dette er av stor verdi når forvaltningen skal vurdere bestemmelser for fiskeriene, forteller Soldal.

Det er ikke etablert et nytt forskningsprogram som utelukkende ser på teknologi, men ulike sider av temaet er nå delt mellom mellom *Matprogrammet*, *Havet og kysten* og *MAROFF*.

– Dette betyr ikke at temaet fiskeriteknologi er blitt mindre viktig eller er ferdig utforsket. Fortsatt står man foran store uløste oppgaver når det gjelder å utvikle fangstmetoder som er effektive og lønnsomme, men samtidig arts- og størrelsesselektive og tar hensyn til miljøet. Fiskefartøyet som arbeidsplattform og metodikk for fangsthåndtering kan også videreutvikles med tanke på økt lønnsomhet og bevaring av våre felles ressurser, sier Soldal.

FISKERITEKNOLOGI

www.forskningsradet.no/fisktek

Totale inntekter: mill. kr 103,2

- FKD:	71,4
- FHF:	31,5
- Andre	0,3

Bevilgning: 98,3 mill. kr

Antall FoU-prosjekter: 104

Andel brukerstyrte prosjekter: 37 prosent

Fleksibel skillerist sparer fisk og mannskap

Tidlig på 1990-tallet ble det påbudt å skille ut småfisk fra trålfangstene i Barentshavet, men de første produserte skilleristene var tunge og uhåndterlige. Snorre Angell satte seg ved kjøkkenbenken og konstruerte prototypen på en ny og fleksibel rist.

– Det startet egentlig med en idé mens jeg var student ved Norges fiskerihøgskole i Tromsø, forteller Angell. Foranledningen var at myndighetene hadde begynt å bekymre seg for torskebestanden i nordområdene, og det ble innført et krav om at den såkalte undermålsfisken skulle skilles ut fra fangstene. Det ble påbudt å bruke en skillerist som sorterte ut småfisken og slapp den ut i havet igjen, men den første risten på markedet fikk mye kritikk fra fiskerne.

– Kritikken gikk på at skilleristen, som var av stål, var både tung og uhåndterlig. Fiskerne mente blant annet at den skapte risiko for klem- og støtskader, og kritikken var så hard at det ble innført dispensasjon fra ristpåbudet i dårlig vær. Men det var ingen god løsning, for dermed fikk myndighetene et håndhevingsproblem. Det er jo subjektivt å vurdere hva som er «dårlig vær», forteller Angell.

Skillerist av plast og gummi

Angells ide gikk ut på å konstruere en fleksibel rist av plast og gummi. – Mange norske trålere haler inn fangsten gjennom en slipp på bakdekket, og da kan de godt bruke en stiv stålrisk. Men på de båtene som haler inn trålen over en trommel, er det en stor fordel hvis skilleristen er fleksibel og kan hales inn sammen med trålposen. Det er slike fartøyer som er mest utbredt internasjonalt, forteller Angell. Konstruksjonen hans har da også blitt møtt med stor interesse i både Island, Canada og Argentina.

Halve markedet

Angell tok med seg prototypen fra Norges fiskerihøgskole da han kom til SINTEF etter hovedfaget. – SINTEF etablerte et bedriftssamarbeid og søkte om prosjektmidler for å videreutvikle prototypen. Produktutviklingen var i stor grad finansiert av Forskningsrådet, mens dokumentasjonen ble finansiert av Fiskeridirektoratet gjennom Fondet for fiskeforsøk og veiledning, forteller Angell. Denne prosessen førte fram til godkjenning i 2002, og skilleristen produseres nå hos Bergen Plastic (tidligere Bull Gummiindustri AS). Markedsandelen i Norge ligger rundt 50 prosent.

– Den største utfordringen gikk ut på å finne fram til materialer som kunne gi tilstrekkelig holdbarhet. Myndighetene krevde også en veldig solid dokumentasjon på at den nye risten var like effektiv som de eksisterende stålriskene, og vi måtte gjennomføre flere tokt til havs. Men til slutt var alt på plass, og det er veldig morsomt å se at et slikt prosjekt kan føre fram til et vellykket produkt, sier forskningssjef Håvard Røsvik ved SINTEF Fiskeri og havbruk.

Skilleristen er konstruert for å kunne brukes i kombinasjon med både trålposer og snurrevad, som er en not som brukes på forholdsvis grunt vann til fiske etter bunnfisk som flyndre og torsk.

Den fleksible skilleristen er konstruert av plast- og gummimaterialer, og kan hales inn over en trommel sammen med trålposen.

Fiskesortering med digital bildeanalyse

På tradisjonelle fiskefartøyer går fisken enten direkte fra nota og inn i store lagringstanker, eller den sorteres først manuelt etter art og størrelse. Bergensbedriften Scantrol AS har utviklet en automatisk fangstmåler som kan sortere raskere og mer nøyaktig, med en teknologi som bruker digital bildeanalyse for å identifisere hver enkelt fisk.

– Fangstmåleren har oppnådd svært gode resultater i de testene som har vært gjennomført på Havforskningsinstituttets forskningsfartøy G.O. Sars, hvor den har vært brukt på fem tokt siden høsten 2005. Det neste skrittet blir å utvikle en fangstmåler som kan brukes om bord på kommersielle fiskefartøyer, forteller prosjektleder Cato Svellingen ved Scantrol.

Rask sortering

Fangstmåleren registrerer art og lengde på enkeltfisk ved hjelp av kamera og bildeanalyse, og forsøkene på G.O. Sars viser at feilprosenten når det gjelder å gjenkjenne riktig art er under 0,5 prosent. Dessuten går sorteringen svært fort.

– Fangstmåleren kan identifisere to halvmeterstore fisker i sekundet, og det tilsvarer ca. 7 500 individer i timen eller 16 tonn med for eksempel torsk i kommersielle størrelser. Det skulle dekke behovet for de fleste som driver kommersielt fiske, sier Svellingen.

Scantrol har etablert en referansegruppe med fiskeskippere og andre representanter for de kommersielle fiskeriene, og gruppen har nå konkludert med at et automatisk målesystem vil kunne effektivisere produksjonen og bedre kvaliteten om bord på fabrikk- og frysetrålere.

– Forutsetningen er at systemet har riktig kapasitet, driftsikkerhet og brukervennlighet, og at det er tilpasset driftsforholdene om bord på et fiskefartøy. Derfor er vi nå i gang med å videreutvikle fangstmåleren til en modell som skal kunne brukes på slike fartøyer, forklarer han.

Lærenem maskin

En av de store fordelene med den automatiske fangstmåleren, som heter CatchMeter, er at den enkelt kan læres opp til å gjenkjenne nye arter.

– Teknikken går ut på at vi først tar en rekke digitale bilder av den aktuelle fiskearten. Deretter kjører vi bildene gjennom et statistisk analyseprogram som ser på fargen og fordelingen av ulike farger på fiskekroppen. Dette programmet gir oss et sett med matematiske formler som CatchMeter deretter kan bruke til å sammenlikne med bildene av enkeltfisk som skal identifiseres, forteller Svellingen.

Den automatiske målingen foregår inne i en ca. 1,2 meter høy boks med kamera og belysning, som kan monteres over samlebandet som transporterer nyfanget fisk inn til lagringstankene.



Prosjektleder Cato Svellingen (t.h.) og Darren White fra Scantrol foran fangstmåleren CatchMeter, som kan identifisere ca. 7 500 enkeltfisker i timen.

– Vi satser nå på å videreutvikle boksen med visjonssystemet, mens transportdelen og sorteringsanordningen i bakkant kan komme fra andre leverandører. Vi har for øvrig fått spørsmål om apparatet kan sortere andre ting enn fisk, og det kan det for så vidt. Vi har blant annet konstatert at den ikke hadde problemer med å sortere kniver, skiftenøkler og andre typer verktøy. Men det er nok fisk vi kommer til å satse på når vi skal utvikle et kommersielt produkt, avslutter han.

Det gode fiskemåltidet begynner langt til havs

Grunnlaget for et godt fiskemåltid legges når fisken fanges, og deretter må den håndteres riktig hele veien fra fiskefartøyet til kjøleskapet. Kunnskapen om hva som skaper kvalitet er nå samlet i en håndbok, og et utviklet system for sporing venter bare på finansiering.

– Dette prosjektet har avdekket en rekke kritiske kvalitetspunkter både om bord, i mottaksanleggene, i videreforedlingsanleggene og i markedene. Alt må klaffe hvis kvaliteten på det ferdige fiskemåltidet skal være optimal, forteller prosjektleder Hanne Digre ved SINTEF Fiskeri og havbruk.

Hensikten med forskningsprosjektet var å øke verdiskapningen og lønnsomheten i pelagisk sektor gjennom å sikre optimal kvalitet innenfor alle delene av verdikjeden. Daglig leder Julia Anthonisen i eksportbedriften Athena Seafoods AS er svært fornøyd med resultatene.

En rekke konkrete tiltak

– Vi har hatt veldig mye glede av prosjektet. I den pelagiske næringen har det ikke vært noen tradisjon for samarbeid mellom de som driver til sjøs og på land, men her har både fartøyer, produsenter og eksportører vært med. Alle har fått større forståelse for det arbeidet som utføres andre steder i verdikjeden, og vi har dokumentert en masse ulike forhold som er viktige når det gjelder å ta vare på kvaliteten. Det er utviklet konkrete løsninger som er tatt i bruk på fartøyene som var med i prosjektet, løsninger som kan benyttes også av andre fartøyer. I tillegg er det avdekket nye forskningsbehov, sier Anthonisen.

Resultatene fra prosjektet er i ferd med å bli samlet i en omfattende elektronisk kvalitetshåndbok som skal ferdigstilles og publiseres på internett høsten 2006. Håndboken

er utviklet spesielt for makrell og norsk vårgytende sild, men kan utvides til å omfatte også andre arter som kolmule og nordsjø-sild.

– Håndboken kommer til å bli fulgt opp med både kurs, seminarer og andre informasjonstiltak, og det er meningen å oppdatere den kontinuerlig etter hvert som det kommer nye forskningsresultater. Vi håper at dette skal bli et nyttig verktøy for hele næringen, sier Digre.

Sporbarhetsguiden

Både forbrukere, detaljister og næringsmiddelprodusenter har de siste årene bedt den pelagiske fiskerinæringen om å dokumentere sporbarheten på produktene. Deltakerne i prosjektet har derfor utviklet en sporbarhetsguide som forteller hva de ulike aktørene i verdikjeden må registrere av informasjon, og SINTEF Fiskeri og havbruk jobber høsten 2006 med å implementere elektronisk sporbarhet i en pelagisk verdikjede. Det har foreløpig vist seg vanskelig å finansiere implementeringen.

Prosjektet har også vært innom til dels tunge forskningsområder, som for eksempel åteinnholdets betydning for kvaliteten på fiskeråstoffet. Forskerne har konstatert at en ny type trålpose fører til økt kvalitet, og at stresset på fisken i fangstprosessen kan reduseres med konkrete tiltak. Alt dette er dokumentert i kvalitetshåndboken, som også inneholder et vell av andre opplysninger.

En rekke forhold, som trålposens egenskaper, avgjør kvaliteten på det ferdige fiskemåltidet.



HAVBRUK – PRODUKSJON AV AKVATISKE ORGANISMER

Havbruksnæringen en ivrig bruker av forskningen

– Det har vært veldig interessant å jobbe med forskning rettet mot den norske havbruksnæringen. Dette er nemlig en næring som både er svært interessert i forskning, og hvor resultatene blir tatt raskt i bruk, forteller Magny Thomassen og Rolf Giskeødegård.

HAVBRUK

www.forskningsradet.no/havbruk

Totale inntekter: mill. kr 461,4

- FKD:	322,5
- LMD:	19,9
- Forskningsfondet:	58,9
- FHF:	57,4
- IN:	2,1
- Andre	0,6

Bevilgning: 429,3 mill. kr

Antall FoU-prosjekter: 329

Andel brukerstyrte prosjekter: 32 prosent

Kunnskapsgrunnlaget for den norske havbruksnæringen har gjennomgått en voldsom utvikling siden begynnelsen av 1970-årene, da brødrene Grøntvedt på Hitra konstruerte verdens første merd, satte den i sjøen og fylte den med laksesmolt. Da forskningsprogrammet *Havbruk* startet i 2000, var mange store utfordringer løst, blant annet hadde næringen redusert bruken av antibiotika og gått over til vaksinerings isteden.

– Men næringen hadde fortsatt et stort kunnskapsbehov, og derfor valgte programmet en strategi hvor vi gikk bredt fram og satset på flere områder. Vi ville blant annet bidra til å skape et grunnlag for oppdrett av flere arter i tillegg til laks, og vi satset mye på å utvikle nye førkomponenter, forteller programkoordinator Rolf Giskeødegård.

– En smalere satsing kunne kanskje ført til at vi kom lenger på enkelte områder, men jeg tror heller at den brede satsingen var viktig for å skaffe næringen et godt grunnlag fremover. De grunnleggende utfordringene i laksenæringen er nå i stor grad løst, men i årene som kommer må næringen raffinere metodene for å beholde den internasjonale konkurransevnen. Det har for øvrig vært spennende å se at næringen er veldig ivrig etter å ta forskningsresultater i bruk – noen ganger til og med før forskerne har fullført prosjektet, sier programstyreleder Magny Thomassen fra Universitetet for miljø- og biovitenskap.

Havbruk skulle medvirke til å sikre og videreutvikle det faglige grunnlaget for markedsrettet, miljø- og ressursvennlig produksjon av akvatiske organismer. I løpet av 2005 ble *Havbruk* utvidet til ett av Forskningsrådets sju store programmer, og i 2006 kom et nytt Havbruksprogram med nytt budsjett og nytt programstyre.



Programstyreleder Magny Thomassen og koordinator Rolf Giskeødegård har satt pris på samarbeidet med oppdrettsnæringen, og er opptatt av at vi finner gode løsninger på de fremtidige utfordringene.

Viktige resultater

Svært viktige er de resultatene som har fremkommet omkring den alvorlige sykdommen infeksjøs lakseanemi (ILA), innenfor torskeoppdrett, og angående bruk av alternative fettkilder i fiskefôr. Dette er omtalt i egne artikler.

– I tillegg kan nevnes at forskning på alternative fôrstoffor, både fra vegetabiliske og fra nye marine kilder som krill og amfipoder, nå delvis kan erstatte fiskemel som proteinkilde til laks, torsk og kveite. Laks og torsk som er føret med krillmel, kommer for eksempel like godt ut i kvalitets-tester som fisk føret på fiskemel.

Det er også utviklet mye ny kunnskap om algetoksiner. Fremgangen på analysesiden har blant annet medført at bruken av forsøksdyr ved kvalitetskontroll av skjell for kommersiell omsetning er betydelig redusert, og det er utformet nye anbefalinger om utforming og plassering av skjellanlegg for å unngå algetoksiner.

– Når det gjelder nye oppdrettsarter, har det i tillegg til torsk også vært stor fremgang når det gjelder kveite. En rekke norske forskningsmiljøer har i mange år deltatt i utviklingen av kveiteoppdrett, både i produksjon av yngel og av matfisk. Dette viste seg imidlertid å være mye vanskeligere enn antatt, og problemer knyttet til stamfisk, gyting, tidlig yngelfase, startføring og videre vekst, har nærmest stått i kø for forskerne. Men med kontinuerlig innsats har utviklingen endelig kommet så langt at kveiteoppdrett i Norge nå står i overgangen mellom pionerfasen og en tidlig kommersialisering, sier Thomassen.

Oppdrettslaksen blir delvis vegetarianer

Den norske oppdrettslaksen har tradisjonelt blitt føret med mye fiskemel og marine fiskeoljer, men på midten av 1990-tallet ble det klart at fiskeoljene var i ferd med å bli mangelvare. Dermed begynte forskerne å undersøke hvordan fisken isteden kunne føres med planteoljer uten å miste kvalitet, og den utfordringen er i dag langt på vei løst.

Dagens oppdrettslaks har gått langt i retning av å bli vegetarianer, i den forstand at fiskeoljene i det tradisjonelle føret er erstattet med stigende andeler vegetabiliske oljer fra planter som lin, raps, palme og soya. Men laksen kommer neppe noensinne til å bli 100 prosent vegetarianer, for det kan gå på bekostning av innholdet av de sunne marine omega-3-fettsyrene.

Det var akvakulturnæringens egne analyser som på midten av 1990-tallet viste at fiskeolje var i ferd med å bli mangelvare og mer kostbart. Det måtte derfor utvikles alternativer, og vegetabiliske oljer utmerket seg som de mest opplagte kandidatene på grunn av god tilgjengelighet og lavere priser.

– I tillegg til at fiskeoljene var i ferd med å bli mangelvare, har det vært rettet kritikk mot oppdrettsnæringen fordi den fører fisk med fisk som kunne vært brukt til menneskeføde. Alt dette var faktorer som tilsa at det er gunstig å hente føret lenger ned i næringskjeden og gjøre oppdrettsfisken til mer av en vegetarianer, sier seniorforsker Bente Ruyter ved Akvaforsk.

En rekke forskningsprosjekter

Dette er eksempel på et viktig forskningsområde med problemer som ikke kunne blitt løst av industrien eller forskningsmiljøene hver for seg. AKVAFORSK har vært med i et samarbeidsprosjekt med førprodusenten EWOS og Haukeland sykehus når det gjelder fisk og helse, mens NIFES har vært i et samarbeidsprosjekt med forprodusenten Nutreco, Ullevål sykehus og Veterinærhøgskolen.

– Resultatene viser blant annet at minst 50 prosent av fiskeoljen i føret til laksefisk kan erstattes med vegetabiliske

oljer uten at det går ut over fiskens vekst, fôrutnyttelse og helse, forteller Ruyter. Forskerne var imidlertid ikke fornøyd med å konstatere at laksen trivdes med vegetarmaten: De ville også undersøke om laksen beholdt sin kvalitet som menneskeføde. Og det gjør den, hvis føringen gjøres riktig.

– Forsøk viser at laks føret utelukkende med fiskeolje er sunnere ernæring enn laks føret med planteoljer gjennom hele livssyklusen, men forskjellene er små. Det anbefalte ukentlige inntaket av marine omega-3-fettsyrer er 3,5 gram, og halvparten av dette behovet blir faktisk dekket hvis du spiser ett måltid i uken med laks som utelukkende er føret med planteoljer. Men en slik føring er ekstrem i forhold til praksis i næringen, hvor de neppe gir mer enn 40 prosent vegetabiliske oljer. Det er vanlig å slutføre med marine oljer før slaktning for å øke omega-3-innholdet, forteller seniorforsker Bente Torstensen ved NIFES.

Laksen tilpasser seg

Forskningen viser generelt at laks er meget tilpasningsdyktig med hensyn til valg av fettkilder i føret, og dette kan utnyttes til å produsere laks med ulike egenskaper avhengig av markedsbehov. Føring med planteoljer påvirker for øvrig ikke bare innholdet av Omega 3, men også smaken.

– Hvis vi erstatter fiskeoljen i føret med bare rapsolje, olivenolje eller soyaolje, blir resultatet en fisk med karakteristisk smak fra de tre oljene. Men hvis de tre oljene blandes, blir resultatet en fisk som «smaker mindre fisk». Det er ikke nødvendigvis en ulempe, for det går an å tenke seg at det kan finnes markeder som ønsker seg en mindre fremtredende fiskesmak, tilføyer Torstensen.

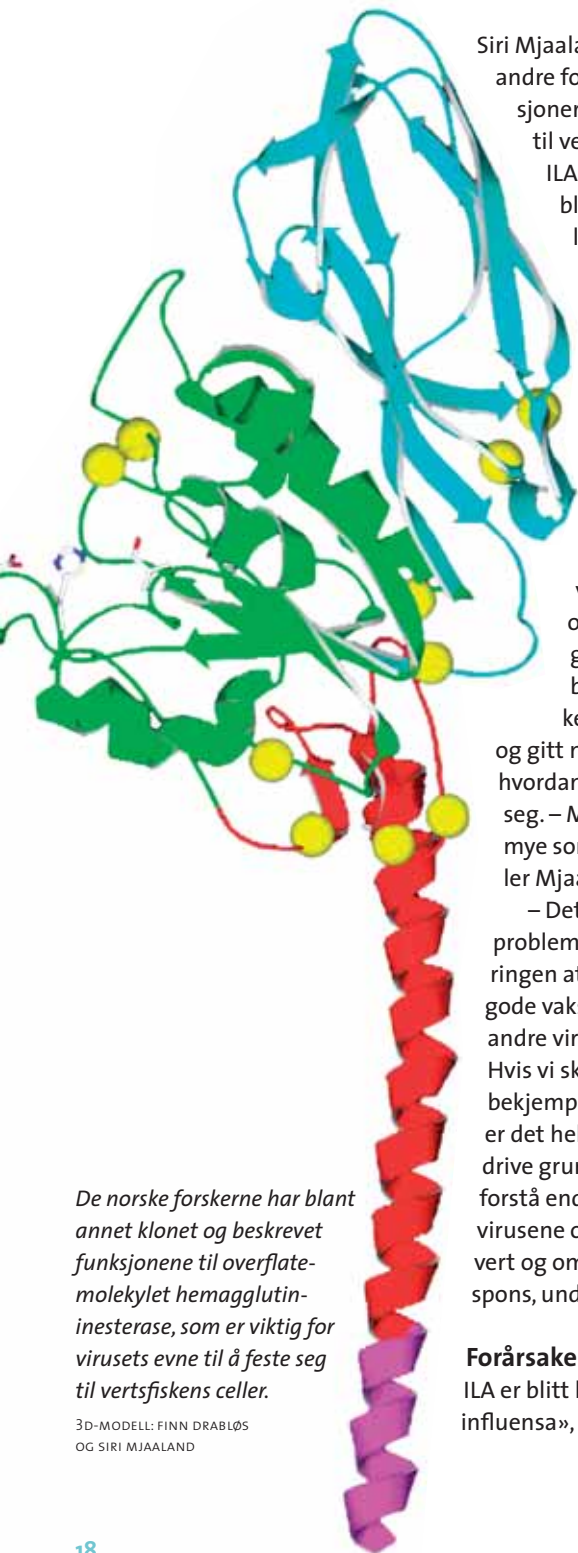
Oppdrettslaksen er gått langt i retning av å bli vegetarianer, og klarer seg fint med et fôr som inneholder mye vegetabiliske oljer fra for eksempel raps.

FOTO: ODELIA

FOTO LAKS: STEINAR MWH / NN / SAMFOTO

Fremskritt i kampen mot laksesykdommen ILA

Virussykdommen infeksjøs lakseanemi (ILA) har vært en svøpe for oppdretterne siden sykdommen ble oppdaget i 1984, men nå er norske forskere godt i gang med å avsløre virusets hemmeligheter. – Vi ser optimistisk på mulighetene for å lage en vaksine mot ILA, forteller forsker Siri Mjaaland ved Norges veterinærhøgskole.



Siri Mjaaland og kolleger ved andre forskningsinstitusjoner går svært grundig til verks i kampen mot ILA-viruset, og har blant annet kartlagt samtlige av virusets gener. De norske forskerne var blant de første til å klonere og beskrive funksjonene til et overflateprotein som er ansvarlig for virusets evne til å feste seg til vertsfiskens celler, og denne forskningen har ikke minst bedret diagnostikken av sykdommen og gitt ny kunnskap om hvordan viruset oppfører seg. – Men det er fortsatt mye som gjenstår, forteller Mjaaland.

– Det er et stort problem for oppdrettsnæringen at det ikke finnes gode vaksiner mot ILA eller andre virussykdommer. Hvis vi skal bli i stand til å bekjempe virusinfeksjoner, er det helt nødvendig å drive grunnforskning for å forstå enda mer om hvordan virusene oppfører seg i sin vert og om fiskens immunrespons, understreker hun.

Forårsaker store tap
ILA er blitt kalt «laksens influensa», siden viruset

tilhører samme familie som influensavirusene. Sykdommen var lenge kun påvist på laks i Norge, men er nå påvist også i andre land. I Norge er det registrert ca. 440 utbrudd på oppdrettslaks i løpet av de siste 20 årene, og ILA er en av flere tapsbringende sykdommer næringen sliter med. Det finnes mange varianter av ILA-viruset, blant annet med svært varierende hissighet. Forskerne har nå startet arbeidet med å kartlegge sammenhengen mellom hissigheten og virusenes genetiske variasjoner. Et meget sentralt verktøy for dette er utviklingen av kunstige viruspartikler, som nå står på trappene.

– Vi kan lage kunstige viruspartikler ved å kopiere RNA fra naturlige virus over til DNA, og plassere dem inn i små plasmidsystemer, altså små sirkulære DNA-enheter. Disse plasmidene kan vi deretter putte inn i celler hvor de lager nye virus. Dette er nokså komplisert, men jeg har godt håp om at vi skal gjøre viktige fremskritt i løpet av 2007, antyder Mjaaland.

Metoden vil gi et verktøy til å forstå samspillet mellom virus og vert. Den samme metoden vil også kunne benyttes i vaksinesammenheng til å lage «snille» virus – som vil kunne indusere en beskyttende immunrespons i laksen.

Norge trenger en «laboratorielaks»

Kampen mot ILA-viruset føres på flere fronter. Veterinærhøgskolen har blant annet vært med i et prosjekt om kartlegging av virulensmarkører sammen med Veterinærinstituttet, og høgskolen har – i samarbeid med Veterinærinstituttet og UiO – også fått midler til et strategisk program. Videre er seks forskningsmiljøer i Oslo, Bergen og Tromsø i gang med å undersøke laksens immunforsvar, som utgjør en annen frontlinje i den samme kampen.

Grunnforskningen som er nødvendig for å bekjempe ILA-viruset er svært avansert og komplisert. I tillegg blir den unødig komplisert fordi oppdrettslaksen viser store genetiske variasjoner.

– Det er vanskelig å drive grunnforskning så lenge det ikke finnes en standardisert «laboratorielaks». Vi ønsker oss rett og slett at det blir etablert en eller flere linjer med genetisk identiske laks, på samme måte som det i dag finnes genetiske linjer av mus og andre forsøksdyr. Etablering av slike metoder og verktøy er helt nødvendig for å studere og forstå fisken immunrespons mot virusinfeksjoner, avslutter Mjaaland.

De norske forskerne har blant annet klonert og beskrevet funksjonene til overflatemolekylet hemagglutininesterase, som er viktig for virusets evne til å feste seg til vertsfiskens celler.

3D-MODELL: FINN DRABLØS OG SIRI MJAALAND

Klarsignal for oppdrett av torskeyngel

– Det er gjort store fremskritt på kort tid når det gjelder oppdrett av torskeyngel. Vi har nå den kunnskapen som trengs for å produsere torskeyngel i kommersiell målestokk og i noenlunde forutsigelige mengder, sier forsker Anders Mangor-Jensen ved Havforskningsinstituttet.



FOTO: HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

En intens forskningsinnsats har ført til store fremskritt når det gjelder oppdrett av torskeyngel.

Det er ikke mer enn ca. ti år siden yngelproduksjonen var en alvorlig flaskehals for oppdrettere som ville satse på torsk, men en intens forskningsinnsats har bidratt til at de fleste biologiske problemer nå kan kontrolleres. Flere oppdrettsanlegg har en forutsigbar yngelproduksjon, noe som er en forutsetning for økt produksjon av matfisk.

Fremskrittene har kommet både når det gjelder miljø, tetthet, førsammensetning og teknologi, og ifølge statistikken ble det produsert ca. 7400 tonn torsk med utgangspunkt i oppdrett og fangstbasert oppdrett i 2005.

Teknologiutvikling

– I dette arbeidet har vi delt oppgavene mellom flere forskningsinstitusjoner. SINTEF har hatt hovedansvaret for utviklingen av teknologi for produksjon av levende fôr til yngelen, NIFES har arbeidet med sammensettingen av næringsstoffer i torskefôret, og Havforskningsinstituttet har konsentrert innsatsen rundt toleransegrenser og andre forhold når det gjelder vannkvaliteten i åpne og resirkulerte anlegg, forteller Mangor-Jensen.

Selv om de fleste biologiske problemene kan kontrolleres, finnes det fortsatt utfordringer på andre områder.

– Torskeoppdretterne sliter til dels med tungvinte og gammeldagse metoder. Da tenker jeg først og fremst på dyrkingen av levende fôr til torskeyngelen, hvor det er mye bøttebæring og annet manuelt arbeid. Vi har jobbet en god del med både logistikk og automatisering av fôrproduksjon, røkrutiner og rensing, men det gjenstår en del teknologisk utvikling når det gjelder produksjonen av settefisk opp til ca. 100 grams størrelse, tilføyer han.

Krever levende fôr

– En faktor som fortsatt gjør torskeoppdrett mer tungvint enn lakseoppdrett, er at yngelen bare vil ha levende fôr. Det ville vært et virkelig stort fremskritt hvis oppdretterne kunne gå i butikken og kjøpe formulert fôr, istedenfor å måtte produsere mikroskopiske hjuldyr (rotatorier) og det lille krepssdyret *Artemia* selv. Men dit er det langt fram. Den mest aktuelle strategien går antakelig ut på å redusere torskeyngelens levende fôr-periode fra dagens tre–fire uker til bare én uke, tror forskeren.

Mangor-Jensen påpeker for øvrig at oppdretterne fortsatt ikke har full kontroll over utviklingen av «nakkeknakk» og andre deformiteter hos torsken. Man har også konstatert at yngelproduksjon i eksperimentell skala gir bedre resultater i anlegg med resirkulert vann enn med vanngjennomstrømming, fordi resirkulering og rensing gir mer stabil vannkvalitet og bedre kontroll med mikroorganismer. På dette området har vi i Norge fortsatt mye å lære, mener han.

– Torsken er i det hele tatt en art som egner seg godt til oppdrett i merder, men den trives ikke i for varmt vann. Sommeren 2006 så vi at oppdrettere med grunne merder fikk store problemer når vanntemperaturen nærmet seg 20 grader, mens oppdrettere med dype merder klarte seg bedre fordi torskene kunne svømme ned til kaldere vann.

Selv om det fortsatt er store utfordringer knyttet til yngelfasen, blant annet med miljøkvalitet og teknologi, er det viktig at det fokuseres videre på produksjon av matfisk, forebygging og bekjemping av sykdommer, og ikke minst markeds- og produktutvikling.



JORD, PLANTER OG HUSDYR

Suksess med forskerrekruttering

– Dette programmet har vært en knallsuksess for å få fram nye forskere. Vi lyktes med å finansiere et betydelig antall doktorgradsstipendiater, og de svarte med å vise stor gjennomføringsevne, sier Hans Kolbein Dahle som var programstyreleder for *Jord, planter og husdyr*.

Dahle mener programmet hadde en prosjektfordeling mellom jord, planter og husdyr som var naturlig og fornuftig for å ivareta helheten, og at inntrykket er at også forskningsmiljøene aksepterte fordelingen.

– Framover tror jeg noen av de store utfordringene for forskningen blir innenfor molekylærbiologi og genetik, som blir spissen innenfor både plante- og husdyrforskningen. I tillegg tror jeg dyrevelferd og etikk vil stå meget sentralt i framtidig matproduksjon, sier Dahle.

Næringen mer med

I løpet av programperioden kom systemet med brukerstyrte og forskerstyrte prosjekter skikkelig på plass. I kjølvannet av dette kom også flere aktører i primærnæringene med i forskningen.

– Man skal ha en kritisk masse før man våger seg inn i forskning, og tidligere var det bare noen få store bedrifter som deltok. I løpet av programmet har mindre virksomheter, forsøksringer og andre kommet med. Og de brukerinitierte prosjektene er etter hvert kommet kvalitativt på høyde med de forskerstyrte. Det vil alltid være diskusjon om fordelingen mellom bruker- og forskerstyrt forskning, men programstyret følte at vi fikk til en fornuftig fordeling, sier Dahle.

Dahle trekker for øvrig fram det tette og godt organiserte samarbeidet innenfor landbruksforskningen i Norden. Han understreker at den utenlandske deltakelsen i programstyret har vært både viktig og svært nyttig.

– Vi hadde med dyktige forskerkolleger fra Sverige og



– Mange mindre næringsaktører våget seg inn i forskningen gjennom *Jord, planter og husdyr*-programmet.

Programstyreleder Hans Kolbein Dahle og seniorrådgiver Siri Anzjøn.

Danmark. Dette var svært verdifullt, og hjalp oss blant annet med praktiske løsninger på habilitetsspørsmål i programstyret.

Samarbeid

Ved utvelgelse av prosjekter for finansiering ble det lagt stor vekt på kvalitet, men også på potensialet for verdiskaping og praktisk anvendelse, samt medvirkning fra bedrifter, bransjeorganisasjoner og øvrige brukere.

– Programmet ønsket å bidra til bedre utnyttelse av nasjonale fortrinn, regionalt og lokalt. Det går blant annet på klimatiske forhold, dyrkingsbetingelser knyttet til jordsmonn og topografi, driftsforhold ved ulike husdyrproduksjoner og ulike rammebetingelser mer generelt. Det overordnede hensyn i programstyrets prioriteringer har vært bærekraftighet i produksjonen i et langsiktig perspektiv, forteller Siri Anzjøn, seniorrådgiver i Forskningsrådet.

– Interessen fra landbruksnæringen for å satse på forskningsbasert kompetanse og produktutvikling økte i løpet av programperioden. Dette er nok et resultat av samarbeidet som ble etablert mellom de ulike aktørene innen forskningsfinansiering på landbrukssiden, sier Anzjøn.

Dette samarbeidet med styret for Fondet for forskningsavgift på landbruksprodukter og Forskningsmidler over Jordbruksavtalen resulterte blant annet i en felles utlysning av midler under betegnelsen JORDMAT, høsten 2004. Dette samarbeidet videreføres i det nye Matprogrammet.

JORD, PLANTER OG HUSDYR

www.forskningsradet.no/jordbruk

Totale inntekter: mill. kr	395,2
- LMD:	195,3
- FHF:	0,3
- Landbruksforskningsfondet	62,9
- Jordbruksavtalen	129,8
- SND/IN:	6,0
- Andre	0,9

Bevilgning: 389,3 mill. kr

Antall FoU-prosjekter: 239

Andel brukerstyrte prosjekter: 28 prosent



Atypisk skrapesyke gir ny forståelse av prionsykdommer

Norske forskeres påvisning av atypisk skrapesyke hos småfe, har bidratt til ny forståelse av de såkalte prionsykdommene. I den senere tid er det også funnet to varianter av atypisk kugalskap (BSE), og forskere over hele verden er nå i ferd med å endre sin tilnærming til disse sykdommene.

Skrapesyke hos småfe opptrer i to former, en klassisk type og en atypisk type. I 1998 oppdaget overveterinær Bjørn Bratberg og forsker Sylvie Benestad ved Veterinærinstituttet det første tilfellet av atypisk skrapesyke, som fikk betegnelsen Nor98, hos ei søye i Akershus. Det er nå påvist 55 tilfeller av Nor98 i Norge, og til sammen over 400 i Europa.

– Nor98 skiller seg fra klassisk skrapesyke på flere måter. Sauer med Nor98 har ikke kløe. De har ofte endret oppførsel og har problemer med å koordinere bevegelsene, men det er ikke alltid at slike symptomer vises. Klassisk skrapesyke opptrer vanligvis i 3–4 årsalderen, mens Nor98 ofte finnes hos eldre dyr, gjerne i 6–7 årsalderen, forteller Benestad.

En annen viktig forskjell er at klassisk skrapesyke som regel rammer mange dyr i en besetning, mens Nor98 opptrer hos bare ett dyr i en besetning. Dette tyder på at Nor98 er langt mindre smittsom enn klassisk skrapesyke, om den i det hele tatt er smittsom.

Nor98-prionprotein har spesielle biokjemiske karakteristika, som for eksempel økt følsomhet for enzymer som bryter ned proteiner. Dessuten er de karakteristiske hjerneforandringerne (vakuoler) lokalisert i forskjellige deler av hjernen ved Nor98 og klassisk skrapesyke. Dette er noe av grunnen til at noen analysemetoder for skrapesyke ikke fanger opp Nor98.

Gjennomslag

Benestad og de andre norske forskerne kjempet en lang kamp før Nor98 skrapesyke ble akseptert internasjonalt. Først sensommeren 2003 ble resultatene godtatt og publisert i det engelske tidsskriftet «Veterinary Record».

– Men de siste årene har arbeidet vårt fått gjennomslag, og det er gøy å se hvordan forskningen er blitt anerkjent. Arbeidet vårt har åpnet for nye måter å se på prionsykdom-

mene, og jeg tror dette er noe av bakgrunnen for at det er påvist også to atypiske typer av BSE. Disse er nå påvist i blant annet Italia, Frankrike, USA og Sverige, sier Benestad.

– Jeg tror ikke funnene skyldes at nye varianter av prionsykdommene har utviklet seg spesielt i det siste, men at vi har fått mer omfattende overvåkingsprogrammer, bedre diagnostiske metoder og bredere faglig perspektiv for å oppdage dem, sier hun.

I noen land, som Portugal, er det påvist bare Nor98 og ikke klassisk skrapesyke. Også i Norge er Nor98 overrepresentert i forhold til meget få tilfeller av klassisk skrapesyke, mens fordelingen er om lag 50/50 i Tyskland.

– Vi stiller oss nå mer og mer spørsmål om Nor98 opptrer spontant hos dyr – uten smitteoverføring. Dette er nye tanker som var uaktuelle for bare to år siden, sier Benestad.

Overførbart til mus

Norge ligger i fronten innenfor denne forskningen, og gjør nå forsøk der Nor98-smitte podes på transgene mus som bærer ovin (småfe), bovint (storfe) eller humant prionprotein. Tilsvarende forsøk er i gang i Frankrike, Tyskland og Storbritannia.

– Det er nå publisert at Nor98 er overførbart til ovine transgene mus, og det viser at Nor98 er infeksiøs. I motsetning til BSE har det aldri vært påvist forbindelse mellom skrapesyke hos sau og prionsykdom hos mennesker (Creutzfeldt-Jacob-syndrom). Overføring av Nor98 til transgene mus med humant prionprotein vil gi en første antydning om atypiske skrapesyke kan ha betydning for human helse, men disse resultatene blir ikke tilgjengelige før tidligst om 2–3 år, sier Benestad.

Framtidas jordbær dyrkes i tunnel

– For jordbær til konsum er dyrking i tunnel framtida også i Norge, mener seniorforsker Rolf Nestby i Bioforsk. Han har vært ansvarlig for den vitenskapelige delen av et brukerstyrt prosjekt som har sett på dyrkingsteknikk og kvaliteten på jordbær som dyrkes i plasttunneler.

Norske jordbærprodusenter har så langt vist liten interesse for tunneldyrking. Nestby anslår at under én prosent av våre 16 000–17 000 dekar med jordbær har «tak over hodet», mens nær 50 prosent av jordbær dyrkingen i mange land i Vest-Europa nå foregår i tunnel eller veksthus.

– Tunneldyrking krever større investeringer, mer kunnskap og god oppfølging, men det har også mange fordeler som gjør slik dyrking økonomisk interessant, sier Nestby.

Leveringssikkerhet

De viktigste fordelene ved jordbær dyrking i tunnel har vist seg å være:

- Tidligere høsting, som gir mulighet til høyere pris i markedet
- Større avling
- Beskyttelse av kulturen, som blant annet gir betydelig mindre problemer med råtesopp (gråskimmel)
- Tørre og gode høste- og arbeidsforhold

I sum gir dette klart bedre sikkerhet for både levering og kvalitet enn dyrking på friland. Dette er også grunnen til at noen av de store dagligvarekjedene i England krever at deres leverandører dyrker bær under tak.

– De som har prøvd systemet i Norge, sier de har en avlingsøkning på ca. 30 prosent. I vårt prosjekt hadde vi dessverre ingen frilandsforsøk å sammenligne med, men vi har regnet på hva en slik avlingsøkning betyr. For jordbær dyrking i Trøndelag vil den være stor nok til å betale de økte kapitalkostnadene ved tunneldyrking. I tillegg vil produsenten kunne hente ut bedre pris for tidlig bær, og han vil ha større sikkerhet for at bæra kan høstes som konsumbær, sier Nestby, som selv er tilknyttet Bioforsk Midt-Norges forskningssenter på Kvithamar i Stjørdal.

Nestby legger til at det i økologisk produksjon nesten er en forutsetning å dyrke i tunnel med mer kontrollerte vekst-

betingelser, særlig på grunn av mindre gråskimmelråtning.

Men tunneldyrking byr også på utfordringer. Selv om man unngår gråskimmel, får man en noe annen sykdoms-problematikk med sterkere angrep av melduggsopp og visse skadeinsekter enn på friland. Systemet stiller også større krav til nøyaktig lufting, vanning og gjødsling enn på friland.

– Det krever kunnskap og oppfølging av de som skal dyrke i tunnel, fastslår Nestby.

Antioksidanter

Opprinnelig ble det søkt om både et brukerstyrt og et forskerstyrt prosjekt på tunneldyrking av jordbær. Disse ble samordnet gjennom programmet Jord, planter og husdyr. Nestbys «forskerinngang» i prosjektet har vært å studere hvordan tiltak i tunneldyrking påvirker innholdet av ulike antioksidanter i jordbæra. En av problemstillingene var å sammenligne bær som ble dyrket på henholdsvis hvit og brun plastduk.

– I alle tre årene forsøkene pågikk, var innholdet av de fleste antioksidanter høyest i bær dyrket på hvit plast (reflekterende jorddekke). Derimot var det en motsatt tendens for det røde fargestoffet i bærene, forteller Nestby.

Hvit plastfolie førte dessuten til økt innhold av klorofyll i bladene og høyere temperatur i bladkronene på dagtid. Dette kan forklare den positive effekten hvit folie hadde på fruktkvaliteten.

Prosjektet viste også at såkalt kortdagsbehandling ga økt avling året etter. Forsøk ved Særheim i Rogaland bekreftet at det er lysreduksjon i tunnel i forhold til friland, og at lyset svekkes med alderen på plastfolien. Kronetykning ga noe kompensasjon for avlingstap ved at fruktstørrelsen økte og/eller at det ble utviklet flere blomster per krone.

På bakgrunn av prosjektet er det utarbeidet enkle retningslinjer for dyrking av jordbær i tunnel.



FOTO: BIOFORSK

Øyet viser kuas velferd

Det er slett ikke bare et munnhell: Å se «det hvite i øyet» betyr faktisk frykt og frustrasjon. I alle fall hos kyr. Atferdsforskere ved Universitetet for miljø- og biovitenskap (UMB) har nemlig dokumentert hvordan kyr gir viktige signaler gjennom øynene.

Hvis du ser mye av det hvite i øyet på ei ku, er hun mest sannsynlig frustrert eller redd. Det kan også indikere at kua har forventninger om noe positivt, men da ser du ofte ikke riktig så mye hvitt i øyet. Og motsatt: Viser kua lite av det hvite i øyet, er det tegn på tilfredsstillelse.

Enkle, men sikre tegn

Det er økt fokus på dyrevelferd i moderne landbruk og samfunnet for øvrig. Men det er ikke alltid like lett å forstå hvordan dyr har det. Etologene (atferdsforskerne) forsøker derfor å finne fram til enkle, men sikre, trekk og signaler som kan fortelle oss noe om dyrets emosjonelle tilstand.

– Hovedmålet vårt har vært å etablere vitenskapelig testede etologiske velferdsindikatorer for storfehold. Og vi har vært opptatt av å finne indikatorer som er enkle og nyttige for bønder, veterinærer og andre i deres praktiske omgang med dyr, sier professor Bjarne O. Braastad ved Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap ved UMB. Braastad har ledet et atferdsprosjekt finansiert av *Jord, planter og husdyr*, men mye av forskningen er utført av stipendiat Agnethe-Irén Sandem.

Blikk for følelser

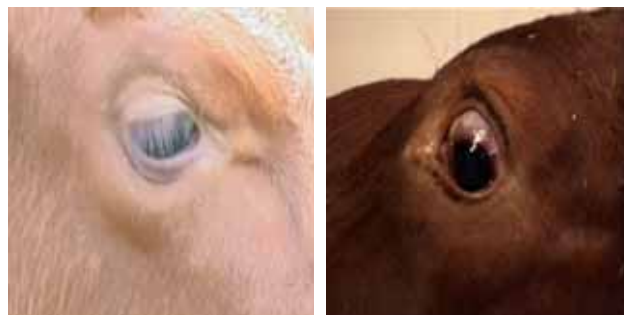
Det er utført en serie forsøk for å avdekke hvordan kuas øyne kan gi informasjon om hennes emosjonelle tilstand. Kuas respons er registrert i ulike situasjoner som innebærer frustrasjon, tilfredshet eller positive forventninger om et gode.

– Det viste seg raskt at hvor åpent øyet var, var avhengig av kuas emosjonelle situasjon, forteller Braastad.

I normalt tilstand utgjør det hvite 24–25 prosent av hele det synlige øyet. Når kua mottar stimuli hun ønsker, som for eksempel mat eller hennes egen kalv, er øyet halvt gjenlukket og det hvite utgjør bare 8–10 prosent av det synlige øyet.

Blir kua sterkt emosjonelt engasjert, er øyet mer vidåpent, og det hvite utgjør så mye som 35–60 prosent av hele øyet. Dette kan skje både i positive og negative situasjoner, men det er en tendens til at mer av det hvite synes når kua er redd eller frustrert enn når hun har positive forventninger. Dette kan en finne ut av ved å se nærmere på atferden kua viser.

– For bonden eller andre som skal vurdere dyras velferd, gir øynene uansett viktige signaler. Er øyet vidåpent, må en sjekke nærmere hva som er årsaken. Hvis kua i tillegg viser aggresjon eller mye rauting, er hun trolig frustrert over noe som mangler. Viser hun tilbaketreking, kan det være frykt.



Kua til venstre viser lite av det hvite i øyet, og er trolig tilfreds, mens kua til høyre signaliserer frykt eller frustrasjon ved å vise mye av det hvite i øyet.

Er kua rastløs, eller viser hoderisting, uten å raute, kan det tyde på at hun har positive forventninger, forklarer Braastad.

Fordelen med øyet som indikator, er at dette signalet opprettholdes over lengre tid, mens annen atferd opptrer mer sporadisk.

Når kalven tas fra

I et av forsøkene ble kyrnes hjertefrekvens registrert når fire dager gamle kalver ble tatt fra dem. Hjertefrekvensen økte straks kalven ble tatt bort. Kyrne viste også mye rauting og rastløshet, som styrker antagelsen om at dette var frustrerende for dem. Parallelt viste kyrne også en økning i andel hvitt i øyet. Når kalvene kom tilbake seks timer senere, sank andelen øyehvitt markert – til 12–15 prosent.

Man vurderte også hvordan kyrne reagerte med et beroligende medikament. Øyet ble da mer normalt i en frustrerende situasjon, men det hadde ikke virkning ved positiv forventning. Dette styrker antakelsen om at et vidåpent øye i mange situasjoner indikerer frustrasjon eller frykt, som begge har ganske parallelle nevrobiologiske mekanismer.



MARINE RESSURSER, MILJØ OG FORVALTNING

Nåløye for kvalitet, åpen dør for relevans

– Vi valgte å la søknadene til programmet passere gjennom et nåløye for kvalitet, mens relevansen ble avgrenset av en åpen dør. Jeg er glad for å konstatere at dette ga resultater i form av en styrking av søknadenes vitenskapelige kvalitet, sier programstyreleder Jarl Giske.

MARINE RESSURSER, MILJØ OG FORVALTNING

www.forskningsradet.no/mare

Totale inntekter: mill kr	212,7
- FKD:	150,9
- MD:	29,4
- UFD:	28,5
- FHF:	3,8
- Andre	0,2

Bevilgning: 202,5 mill. kr

Antall FoU-prosjekter: 148

Andel brukerstyrte prosjekter: 3 prosent

Hovedmålet for programmet Marine ressurser, miljø og forvaltning (MARE) var å oppnå vitenskapelig erkjennelse fra det marine området, i tillegg til å støtte opp under den fremtidige verdiskapningen på området.

– Men det aller viktigste vi har gjort, er at MARE har bidratt til å forsterke fokuset på forskningskvalitet innenfor det marine området, sier Jarl Giske, som er professor og leder for Institutt for biologi ved Universitetet i Bergen.

– Mye av forskningen i Norge er programstyrt og innrettet mot konkrete oppgaver som skal løses, men i MARE skulle vi ikke først og fremst betjene en næring selv om vi beholdt et anvendt perspektiv. Dermed fikk vi anledning til å legge forholdsvis stor vekt på den grunnleggende forskningen, forteller Giske.

Kvalitet i forskningen

– Derfor mente programstyret at det viktigste vi kunne gjøre, var å bidra til å øke kvaliteten på forskningen innen dette temaet. Vi ga forskerne beskjed om at de ville få penger hvis de skrev søknader med høyt vitenskapelig innhold, mer uavhengig av om de traff et tema de trodde vi var interessert i. De utenlandske forskerne (referees) som har bistått Forskningsrådet i en årrekke med å vurdere søknader, kom snart tilbake med beskjed om at de observerte en klar kvalitetsforbedring i søknadene. Hvis MARE har bidratt til å øke forskningskvaliteten ved å bruke noen millioner kroner på den måten, synes jeg det er et flott resultat, tilføyer han.

– Programmet har også vært helhetlig i forhold til forskning omkring marine ressurser, miljø og forvaltning. En ansvarlig bruk av det marine miljøet og de marine ressursene



Programstyreleder Jarl Giske og programkoordinator Nina Hedlund.

krever en solid kunnskapsbase, forteller koordinator for MARE, seniorrådgiver Nina Hedlund i Forskningsrådet.

Ca. 40 prosent av de til sammen 115 prosjektene har vært miljørelevante, mens de øvrige prosjektene fordelte seg mellom høsting av marine ressurser, ressursforvaltning og teknologiutvikling.

Foran et generasjonsskifte

NIFU (Norsk institutt for studier av forskning og utdanning) har nylig påpekt at det ikke har vært noen økning i bevilgningene til marin forskning og utvikling de siste årene, og den utviklingen bekymrer Jarl Giske.

– Vi har også sett at etablerte professorer har flyttet sitt fokus til marine problemstillinger, slik at vi har fått en økende interesse for området. Det er en god nyhet fordi nyorienteringen kan føre til en betydelig styrking av forskningsmiljøene, men på litt lengre sikt ser vi et problem fordi de forholdsvis små bevilgningene kan gå ut over rekrutteringen.

Giske mener vi nå står foran et generasjonsskifte både i den marine forskningen og i mange andre forskningsmiljøer, og at det kan bli vanskelig å få unge mennesker til å satse på en forskning hvis de ikke ser muligheten for en karriere som gi en viss økonomisk trygghet med muligheter for å etablere seg og stifte familie.

– Det kommer i så fall særlig til å ramme rekrutteringen av unge kvinner til forskningen, fordi disse tradisjonelt er mindre risikovillige enn guttene, advarer Giske.

Spekkhoggere på lange vandringar

De nærmere 500 spekkhoggerne som holder til rundt Lofoten om vinteren, svømmer egentlig rundt i et matfat fullt av sild. Forskerne har hittil trodd at spekkhoggerne holdt seg i matfattet, men nå viser det seg at hvalene isteden foretar lange speidertokter ut i Norskehavet og nedover mot Mørkekysten.

Det har vært drevet studier av spekkhoggerne i Lofoten om vinteren i mange år ved hjelp av fotoidentifisering, der spekkhoggerne blir fotografert og registrert ved hjelp av spesielle kjennetegn på finnene eller andre steder på kroppen. – Det er ganske lett å se forskjell på spekkhoggerne på denne måten, men du får jo ikke vite hvor de oppholder seg mellom observasjonene. Derfor fanget vi til sammen sju spekkhoggerne og satte satellittmerker på dem, forteller forsker Nils Øien ved Havforskningsinstituttet.

Øien og kollegene ble dermed de første forskerne i verden som kunne satellittovervåke spekkhoggerne sine bevegelser, og det viste seg at individene var mye mer mobile enn tidligere antatt. – De forlot «matfattet» flere ganger og foretok til dels lange vandringar, men av kort varighet, forteller Øien.

Følger etter silda

Spekkhoggerne i Lofoten er veldig nært knyttet til silda som oppholder seg der om vinteren, og sild utgjør nesten 100 prosent av dietten. Spekkhoggerne følger gjerne etter silda når den svømmer sørover for å gyte om våren, og utover i Norskehavet hvor de beiter om sommeren. Men hvorfor i all verden skal spekkhoggerne forlate matfattet om vinteren?

– Det kan vi ikke vite sikkert, men forklaringen kan være at spekkhoggerne vil sjekke om silda har begynt å flytte på seg. Speidertoktene går i alle fall både til de tidligere gyteområdene langs Mørkekysten, og ut i Norskehavet hvor silda pleier å beite om sommeren, svarer Øien.

De sju spekkhoggerne i prosjektet ble fanget og merket i Vestfjorden og Tysfjorden, midt i kjerneområdet for overvintrende sild i Nord-Norge. Alle unntatt én var fra kjente og kartlagte familiegrupper, og satellittsenderen og et VHF-merke ble montert på hver sin side av ryggfinnen. Deretter ble hvalene sluppet ut igjen, og forskerne kunne så følge bevegelsene deres i opptil åtte måneder – helt til batteriene i satellittsenderen gikk tomme.

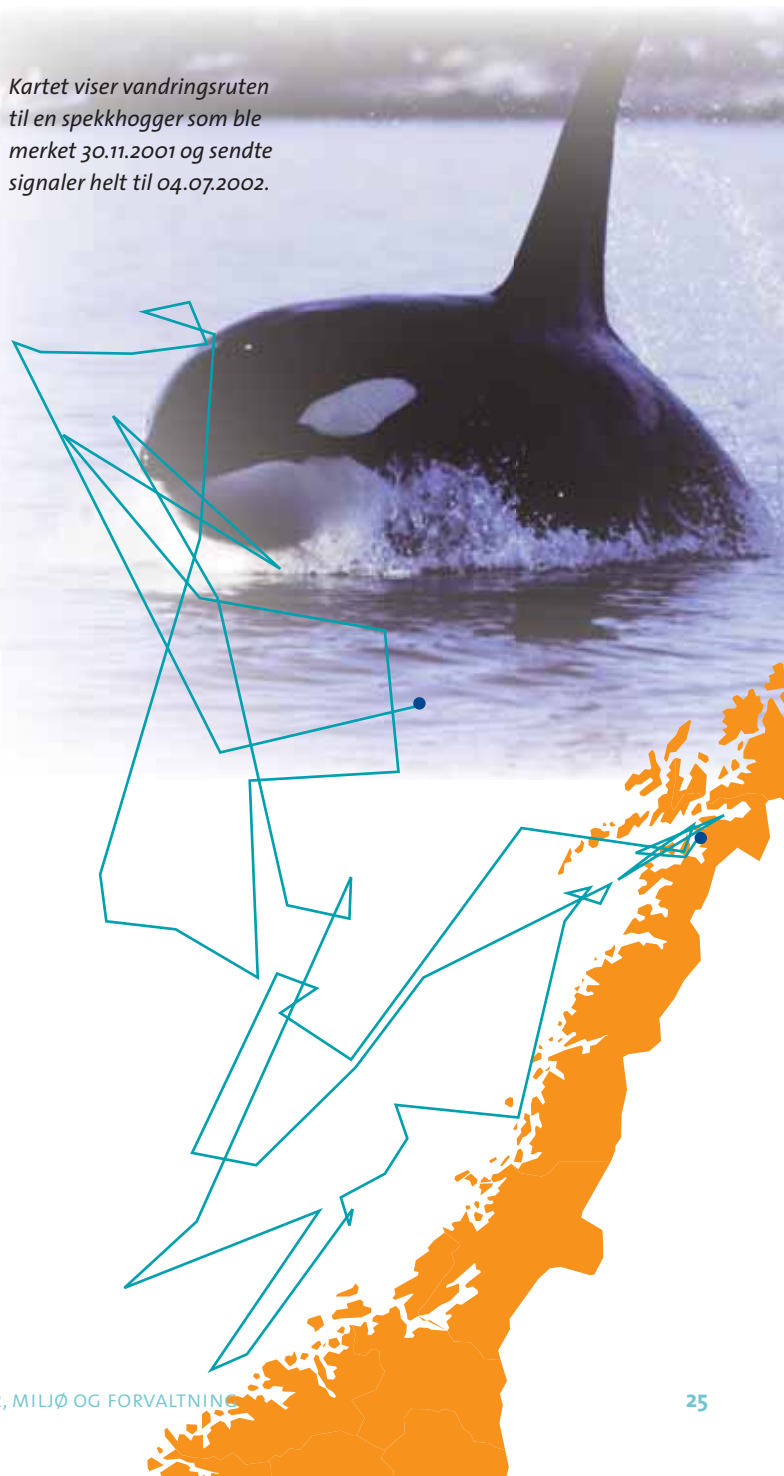
Emil på tur

– En av de unge hannene fikk kallenavnet Emil, og vi kunne blant annet følge med på hvordan han i mai/juni 2002 beitet på 1991- og 1992-årsklassene av sild. Den tallrike 1998-årsklassen som sto nærmere kysten, hadde gruppen hans tilsynelatende ikke oppdaget. Vi observerte også dykk helt ned til 400 meter, forteller Øien.

Forskerne regner med at det finnes om lag 5000 spekkhoggerne i Norskehavet og tilstøtende havområder, men tallet er usikkert. – Hvis vi får anledning til å satellittmerke

flere spekkhoggerne, vil vi gjerne undersøke om det skjer noen utveksling av individer mellom de gruppene som holder til rundt henholdsvis Island, Spitsbergen og Lofoten. Det er ikke noe i veien for at en spekkhogger kan svømme fra Island til Norge, men vi vet ikke om de egentlig gjør det i utstrakt grad, forteller Øien.

Kartet viser vandringsruten til en spekkhogger som ble merket 30.11.2001 og sendte signaler helt til 04.07.2002.



Spiskammerset ble til undervannsrørken

Stortareskogen langs norskekysten er like produktiv som en tropisk regnskog, og er både oppvekstområde, spiskammers og skjulested for viktige fiskearter. – Derfor er det en katastrofe at stortareskogen er blitt ødelagt i store områder langs kysten fra Nord-Trøndelag og nordover, sier professor Stein Fredriksen ved Universitetet i Oslo.

En frisk tareskog er et flott syn og ett av de mest produktive økosystemene som finnes på kloden. Men en gang omkring 1970 endret kråkebollene av arten *Strongylocentrotus droe-bachiensis* atferd i Nord-Norge. – Kråkebollene var tidligere passive dyr som lette etter mat på sjøbunnen på dypere vann, men nå begynte de å etablere seg på grunne områder. Dette fikk katastrofale konsekvenser for de produktive stortareskogene, som ble beitet helt ned til noen ynkelige og artsfattige gressplener. Disse områdene kan i dag sammenliknes med en ørken, forteller Fredriksen.

– Dette er uhyre viktige områder, ikke minst for kystfiskerne. Når tareskogene blir borte, blir fiskeproduksjonen borte og fiskerne må reise lenger ut på havet for å finne levebrød. Vi hadde aldri godtatt det på land, hvis et skogsområde på størrelse med Vestfold fylke var blitt rasert på denne måten, tilføyer han.

Den produktive tareskogen

Fredriksen har ledet et prosjekt som har sett nærmere på tareskogens betydning som «dyrkningsområde» i havet. – En frisk tareskog er like produktiv som en tropisk regnskog, med mange arter og individer. Vi har talt opptil 80 000 smådyr, krepsdyr og snegl og slikt, på én stilk. Derfor får det enorme konsekvenser når stortaren blir borte, insisterer han.

I den friske skogen står det ca. ti stortareplanter på hver kvadratmeter, og hver av disse produserer rundt regnet

1 kg biomasse (våtvekt) hvert år. Det betyr at tareskogen produserer ca 1000 gram karbon per kvadratmeter i løpet av året. Den samlede tareskogen i Norge produserer rundt 50 millioner tonn biomasse per år, forteller Fredriksen.

Stortarens høye produksjon av karbon er svært viktig for de kystnære områdene. – Prosjektet har vist at bakterier spiller en viktig rolle i bearbeidelsen av tarematerialer, før det kan nyttes som mat av krepsdyr. Snegl og krepsdyr i tareskogen er i sin tur hovednæringskilden for torskefisk og leppefisk, forteller Fredriksen.

Mange teorier

Det er lagt fram mange teorier om årsaken til at kråkebollene ble tareskogspisere på 1970-tallet. – Dette fenomenet er påvist mange steder i verden, og den beste teorien hittil stammer fra Canada, hvor de har hatt samme problem. Teorien går ut på at kråkebollene endret atferd fordi det ikke lenger finnes stortorsk som beiter på dem. Alle de store torskene er fisket opp, og bestanden av steinbit er også redusert. Dermed har kråkebollene nesten ikke naturlige fiender lenger, forklarer Fredriksen.

– Vi har 83 000 km kyst i dette landet, og den kyststrekningen inneholder mye vi ikke vet om. Vi er nødt til å få vite mer om hvordan økosystemene langs kysten fungerer hvis vi skal forvalte det ressursgrunnlaget som finnes der, konkluderer Fredriksen.

En frisk tareskog er ett av de mest produktive økosystemene som finnes på jordkloden, mens de nedbeitede områdene likner en ørken.

Ringselen – det viktigste dyret i Arktis

Til tross for at ringselen er en svært viktig del av det arktiske økosystemet, har forskerne hittil visst lite om arten. – Men det går ikke an å forstå biologien i Arktis uten å vite mye om ringsel, sier forskningsprogramleder Kit M. Kovacs ved Norsk Polarinstitutt.

Ringselene trenger et tykt spekklag for å overleve i Arktis.

FOTO: NP



Det har sin naturlige forklaring at det er forsket lite på ringsel tidligere. – Det er forferdelig vanskelig å studere dem. Om vinteren og våren gjemmer de seg i snøhuler oppe på isen, og da ser vi dem ikke. Og når isen smelter om sommeren, stikker de til havs og sprer seg utover i de enorme arktiske vannmassene, forteller Kovacs.

Kovacs og kollegene gikk likevel løs på utfordringen, i et prosjekt som har frembrakt mye ny kunnskap om en viktig selart. Belønningen har blant annet kommet i form av mye oppsikt og et stort antall publiseringer i vitenskapelige tidsskrifter. Dessuten er Kovacs blitt godt kjent med noen fascinerende, små barskinger.

– De holder pustehull åpne hele vinteren gjennom is som kan være opptil to meter tykk, og de kan dermed oppholde seg i områder som ingen andre selarter kan nå. Ungene veier bare 4–5 kilo når de blir født på isen i mars/april, og de er derfor helt avhengige av snøhuler for å kunne overleve. Ringselen utgjør ca. 80 prosent av isbjørnenes diett, og i tillegg er selungene utsatt for angrep fra både fjellrev og polarmåker. Ringselen blir for øvrig tidligere kjønnsmoden nå enn for 20 år siden, noe som antakelig henger sammen med at isbjørnen ble fredet i 1973. Det har ført til at isbjørnbestanden har økt, og flere isbjørner dreper flere ringseler. Dermed øker næringstilgangen for de ringselene som ikke blir spist, slik at ungselene kan vokse fortere og bli tidligere kjønnsmodne.

Uten is, ingen ringseler, ingen isbjørner

Ringselbestanden er både sunn og frisk, men Kovacs er likevel bekymret for fremtiden. Årsaken er at hun aldri har sett en ringsel på land i løpet av 25 år som polarforsker.

– Arten kan få store problemer hvis Arktis virkelig blir isfritt om sommeren om 50 år, slik klimaforskerne frykter. Vi har allerede fått én advarsel, for områdene langs vestkysten av Svalbard hadde ikke vinteris i år. Dermed ble det nesten ikke født ringseler. Og hvis det ikke blir født ringseler, har ikke isbjørnene noe å spise, advarer Kovacs.

Det er vanskelig å anslå størrelsen på ringselbestanden i Arktis, fordi de er spredt over enorme områder. Kovacs og forskerkollegene har basert seg på flytelling av sel oppe på isen, samt unike data på atferd som gjør at man kan korrigere for sel som er i vannet når flytellingen foregår. På den måten har de beregnet bestanden av ringsel på Spitsbergen i hårfellingsperioden.

– Vi ble overrasket da vi oppdaget at mange ringseler kom inn til hårfellingsområdene, samtidig som andre reiste ut. Dette må bety at den reelle bestanden er vesentlig høyere enn de 7 500 dyrene vi talte, sier Kovacs.

Forskerne har også konstatert at ringselens diett på Svalbard ikke har endret seg nevneverdig i de siste 20 årene, men fortsatt er dominert av polartorsk. – Det vi har av gjenfangst av merkede sel tyder på at de voksne dyrene har en stor grad av stedtrohet. Dette gjenspeiles også i foreløpige resultater fra genetiske analyser som er gjort på ringsel fra Svalbard, tilføyer hun.



MARKED OG SAMFUNN

Miljøblanding og nettverk gir bedre forskning

Overlappende nettverk og mer helhetlige prosjekter bør få bedre plass, oppsummerer programstyreleder Abraham Hallenstvedt etter å ha ledet Marked og samfunn-programmet i fem år. Programmet har gitt en rekke verdifulle erfaringer.

MARKED OG SAMFUNN

www.forskningsradet.no/marksam

Totale inntekter: mill. kr	223,1
- FKD:	101,9
- LMD:	83,6
- Forskningsfondet:	14,0
- FHF:	13,4
- Jordbruksavtalen	10,1
- Andre	0,2

Bevilgning: 211,2 mill. kr

Antall FoU-prosjekter: 185

Andel brukerstyrte prosjekter: 11 prosent

– Sett fra et forskningssynspunkt var noe av formålet å bringe sammen folk fra ulike sektorer – landbruk, skog, fisk. Vi fikk til en del overlappende nettverk i de fem årene programmet varte. Men det jeg hadde ønsket meg, var hvis vi i større grad kunne få forskere med erfaring fra landbruk og skog til å jobbe sammen med forskere fra fiskerisektoren og formulere felles problemstillinger. Det andre jeg gjerne ville hatt mer av, er organisering av forskningen på en måte som gjør at vi får prosjekter som ser på utfordringer både i produksjon, distribusjon og marked, slik at du får hele verdikjeden inn i ett felles prosjekt.

- Har du eksempler på denne typen blanding av miljøer?
- Innen kystsoneforskning ble det iverksatt en portefølje

av prosjekter i et samarbeid mellom Forskningsrådet og Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond (FHF). Prosjektene ble bundet sammen gjennom felles tiltak, blant annet ble det holdt konferanser og doktorgradskurs i den hensikt å skape et nettverk. Det resulterte i veldig positive tilbakemeldinger fra forskerne selv. Der fikk vi til en

FOTO: GUNNAR INGQUIST



FOTO: ANNE NORSETH



Programstyreleder Abraham Hallenstvedt og programkoordinator Arve Ziener er fornøyd med at man fikk utført mye god samfunnsforskning i Marked og samfunn.

pakkeløsning med nettverksetablering. Jeg tror faktisk man skulle gjøre mer sånt, sier Hallenstvedt.

– Det som resultatmessig kommer klart ut, er at vi fikk gjort noe på markedsforskning. Det skyldes ikke minst at Fiskeridepartementet innstendig ba om at programmet fikk en klar orientering mot markedsforskning. Der fikk vi gjort ganske mye, og det tror jeg det er enighet om blant både forskere, i departementet og innen næringen, sier Hallenstvedt.

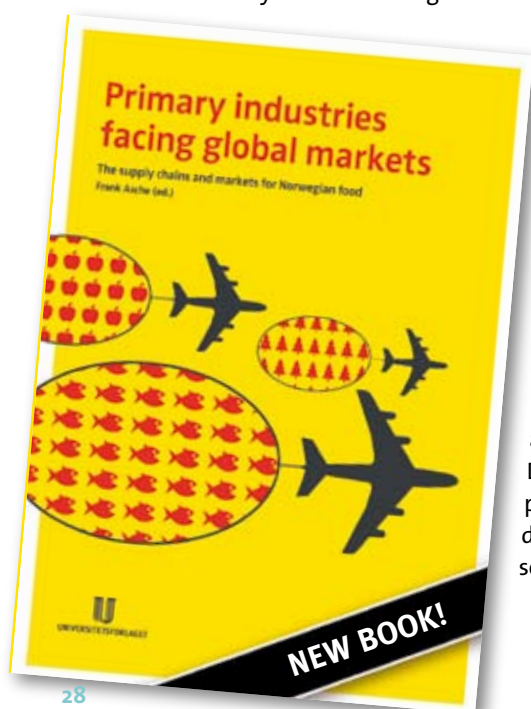
Den nye strukturen i Forskningsrådet har etter hans syn noen uheldige sider for økonomi og samfunnsfag.

– *Marked og samfunn* hadde en stor fordel. Samfunns- og økonomiforskning rettet mot primærnæringene hadde fått et hjem. Programstyret fikk oversikt over forskningsmiljøene, og forskerne visste hvor de skulle søke. Den nye programstrukturen gjør blant annet at de som forsker på dette, må søke flere forskjellige steder.

Et synlig resultat av arbeidet innen *Marked og samfunn* er boken «Primary industries facing global markets», med 31 bidrag fra programmets forskere og redigert av professor Frank Asche, Universitetet i Stavanger.

– Jeg regner med at boken vil bli pensum på universiteter og høyskoler rundt om i landet. Og det er ekstra gledelig at den er blitt publisert internasjonalt, gjennom et samarbeid mellom Universitetsforlaget og Copenhagen Business School. Jeg er ganske sikker på at boken vil vekke interesse internasjonalt, sier Hallenstvedt.

– Hvis jeg skulle ønske noe for fremtiden, var det å få til mer helhetlige prosjekter som omfatter hele verdikjeden. Det ville sannsynligvis kreve at Forskningsrådet gikk aktivt ut og ønsket seg bidrag fra ulike fagmiljøer og stimulerte til at de går sammen om felles søknader. Forskere trives godt i sine egne sektorer, og jeg synes ikke de burde få fortsette med det uten innblanding utenfra, avslutter Hallenstvedt.



Bedre og mer helhetlig regulering av fisket

Når forskerne tar opp akutte problemer i forholdet mellom marked og samfunn, er det lett å få offentlig oppmerksomhet. Det er litt verre å få på plass målrettede tiltak, viser erfaringene fra prosjektet «Markedstilpassede høstingsstrategier».

Prosjektet tok for seg ubalansen i fiskerinæringen mellom høsting, produksjon og markedskrav. Problemene var lette å få øye på: Uhensiktsmessige fangstmønstre, dårlig kvalitet og manglende markedsplanlegging.

Forskerne ved Fiskeriforskning i Tromsø fant at ubalansen delvis skyldtes utformingen av fangstreguleringene, som førte til kvalitetsødeleggende kappfiske og store sesongsvingninger uten hensyn til markedets behov.

Mer verdifulle produkter

– Målet om økt verdiskaping nås ikke gjennom større volum og lavere fangstkostnader, men ved å utnytte knappe kvoter til å lage mer verdifulle produkter, sa prosjektansvarlig Bent Dreyer i 2004.

Når han i dag oppsummerer prosjektet, konstaterer han at ubalansen fortsatt er til stede, men at det er skjedd en økt bevisstgjøring omkring problemstillingene. Kvalitets- og markedsmessige konsekvenser er viktigere i dag enn tidligere når dagens fangstreguleringer evalueres og korrigeres.

Stor oppmerksomhet

Resultatene fra prosjektet har fått mye oppmerksomhet og gitt opphav til en lang rekke medieoppslag. Flere av forskernes anbefalinger er innarbeidet i dagens fangstreguleringer. Disse er med på å forme de langsiktige strategiene som ligger til grunn for forvaltningen av de viktigste fiskebestandene.

– Vi ser at både næringen og politikerne er bevisste og

ønsker mer kunnskap for å kunne ta best mulig politiske og strategiske beslutninger. Når et problemområde får mye oppmerksomhet, som i dette tilfellet, blir det viktig å få gjort noe politisk, sier Dreyer.

Samtidig må han konstatere at det fortsatt er langt mer kunnskap og data om biologiske forhold enn om fangstøkonomi og de markedsmessige konsekvensene av de beskatningsmønstre som velges.

– Vi er fremdeles kommet veldig kort når det gjelder å bygge opp nødvendige databaser som er avgjørende for å forstå sammenhenger mellom fangstreguleringer, fangst-atferd og produksjonsmønstre. Den neste utfordringen er å få etablert et felles modellapparat. Det hviler dels på departementet og dels på dem som finansierer forskningen å sørge for en kontinuerlig forskningsinnsats på dette feltet, sier Dreyer.

Han oppsummerer prosjektet som vellykket i den forstand at det tar opp problemstillinger alle ser. Det ligger en stor potensiell gevinst i å løse eller redusere problemene, og ditto muligheter for økt verdiskaping.

– Dette er spesielt viktig for produksjonsleddet, som til de grader befinner seg mellom barken og veden. Det skal lite til før produksjon blir flyttet ut av landet, og det vil være uhyre viktig å finne fram til unike produkter vi kan lage her i landet. Det forutsetter imidlertid høy kvalitet på råstoffet slik at produktene blir foretrukket av kravstore forbrukere, sier Bent Dreyer.

Fiskerinæringen har fått økt bevissthet rundt ubalansen mellom fangstmønstre og markedsplanlegging.



Flere virkemidler i torskefisket

Kvotefastsettingsregelen som ble tatt i bruk i 2004, er ikke nok til å sikre en utvikling som ivaretar både biologiske og økonomiske hensyn i torskefisket. Både ressursavgift og andre økonomiske virkemidler bør vurderes, mener forskerne bak prosjektet «Beskatningsstrategier for torsk».

Beregninger fra prosjektet er blitt lagt merke til utenfor Norges grenser, og forskerne har lagt fram resultater fra prosjektet for en undergruppe av EUs rådgivende komité for teknologi, vitenskap og økonomi. Komiteens rapport er spilt videre inn til EU-kommisjonen.

– EU har ca. 10 prosent av totalkvoten for norsk-arktisk torsk i Barentshavet, og har dermed økonomiske interesser i dette, forklarer prosjektansvarlig Ola Flåten ved Norges fiskerihøgskole.

Bærekraft på alvor

Forskerne har studert virkningene av kvotefastsettingsregelen som Norge og Russland ble enige om i 2002, som skulle sikre stabilitet i kvotene. Ved bruk av modeller utarbeidet av Norges fiskerihøgskole og Havforskningsinstituttet har man også sett på økonomien for fiskeflåten, og sammenholdt den med de biologiske forholdene.

Utgangspunktet var at kvotetilrådingen varierte så mye fra år til år. Tilrådingene fra Det internasjonale havforskningsrådet ICES har også hatt en tendens til å gå mye opp og ned. Den nye regelen tar hensyn til hva som skjer tre år fram i tid. Før den ble innført, ble den testet etter ICES' modeller, og det ble konstatert at den var bærekraftig.

– Det nye vi har gjort er å trekke inn den økonomiske siden. Regelen gir ikke så stor verdiskaping som ved bruk av andre alternative regler. Til gjengjeld er dette å ta prinsippet om bærekraftig utvikling på alvor, sier Flåten.

Regelen er ment å gi videre oppbygging av gytebestanden og den samlede bestanden av norsk-arktisk torsk.

Riktig bestandsnivå

– Men hvor mye man skal bygge opp bestanden, kan diskuteres. I dag har vi kanskje nådd et nivå på den totale bestanden som tilsier at det ikke kan forsvares å bygge opp særlig mye mer. Hvis man skal holde kvotene lavt for å bygge opp bestanden, må det være for å få større økonomisk avkastning i framtiden. Men våre beregninger viser at det ikke er så mye mer å hente. I tillegg vil økt bestand friste til enda mer ulovlig fiske, som jo reduserer de gevinstene Norge ønsker å høste.

Skal man oppnå et mindre intensivt fiske etter torsk og bedre muligheter for industrien til å tilby ferske produkter året rundt, er fartøyskvoter ikke tilstrekkelig; flere virkemidler må tas i bruk. Dette kan både gjøres av foredlingsindustrien selv og som endringer i reguleringsregimet. Forskerne foreslår blant annet å bruke pris og avgifter som virkemidler.

Foreløpig er ikke slike virkemidler tatt i bruk for å sikre jevnere leveranser. Men i det nye strukturutvalget har 7 av 15 gått inn for en ressursavgift på avkastning ut over det normale.

– Hvis departementet vil vurdere å innføre ressursavgift, kan det favorisere de bioøkonomisk gunstigste metodene, sier Flåten.

Skal man oppnå et mindre intensivt fiske etter torsk og bedre muligheter for industrien til å tilby ferske produkter året rundt, er fartøyskvoter ikke tilstrekkelig. Forskerne foreslår bl.a. pris og avgifter som virkemidler.

FOTO: FRANK GREGERSEN, FISKERIFORSKNING



Tabu i WTO, sentralt tema i OECD

Det er ikke alle forunt å jobbe med et prosjekt som både griper rett inn i hissige storpolitiske debatter og i tillegg utfordrer etablerte økonomiske sannheter. Stikkordet er «det multifunksjonelle landbruket».

– Norge er blant de landene som har prøvd å få begrepet akseptert som et premiss i WTO, men dette er blitt blankt avvist av bl.a. landene i Cairns-gruppen, forteller prosjektansvarlig Arild Vatn ved UMB.

Sterke krefter ønsket å skille klart mellom produksjon av kollektive goder og av mat, mens andre mener det er en nær sammenheng og at man bare i begrenset grad kan skille de ulike funksjonene fra hverandre.

Det multifunksjonelle landbruket

– Begrepet «det multifunksjonelle landbruket» er blitt et symbol på to motstridende syn på landbruket og landbrukspolitikken. Sentrale aktører i WTO ønsker å opprettholde et klart skille: på den ene siden minst mulig prisstøtte siden det påvirker verdenshandelen med mat, på den andre siden direkte betaling for fellesgoder.

Samtidig har konseptet vakt interesse innen OECD, og i 1999 ble det lansert flere studier omkring det multifunksjonelle landbruket. Ås-forskerne har levert flere bidrag til OECD-prosessen.

– Vi har bidratt på tre måter, forteller Vatn. – Resultater fra prosjektet er gjort tilgjengelig for OECD sentralt og blitt brukt i deres publikasjoner, vi har holdt innlegg på en rekke møter i OECD-sammenheng, og vi har vært brukt i arbeidet med å kvalitetssikre OECDs utredninger. Det har selvsagt stått betydelig strid om synspunktene våre i OECD. Dels er det snakk om nye tanker. Dels utfordrer de sterke interesser.

Høye transaksjonskostnader

Hovedkonklusjonene fra det norske prosjektet er at det er lite hensiktsmessig å kun betale bøndene for spesifikke tiltak til produksjon av fellesgoder. Det er både enklere og billigere at noe av støtten gis som prisstøtte. Årsaken er at de såkalte transaksjonskostnadene ellers lett blir uforholdsmessig høye.

– Hvis det ikke hadde vært kostbart å administrere direkte betaling for fellesgoder, hadde det vært lettere å forstå hovedsynet også i OECD om at direkte betaling er det beste. Men transaksjonskostnadene ved slik betaling vil bli så store at det er nødvendig med fortsatt prisstøtte i land som Norge, sier Vatn.

Her utfordrer forskerne også en læresetning som stammer fra den første nobelprisvinneren i økonomi, nederlenderen Jan Tinbergen, som delte prisen med Ragnar Frisch i 1969. Tinbergens tese var 'ett virkemiddel per mål'. Hvis det koster noe å administrere virkemidlene, så er det ikke sikkert at det er den beste løsningen, sier Vatn. Kan man nå to mål 'ganske bra' med ett virkemiddel, kan det bli billigst totalt sett.

– For Norges del er det problematisk å gi all støtte til fellesgoder uavhengig av matproduksjonen. Her vil en kombinasjon av prisstøtte og for eksempel arealstøtte måtte være viktige elementer også i framtida, sier Arild Vatn.



NÆRINGSMIDDELPROGRAMMET

Fikk med underskogen av matbedrifter

– Det mest gledelige er at vi klarte å få underskogen av mindre bedrifter i matindustrien inn i forskning, og at de ser nytten av det. Små og mellomstore bedrifter sysselsetter langt de fleste i denne industrien, og arbeidsplassene må komme gjennom kreativ verdiskaping her, sier Ragnar Berger og Hallgeir Herikstad, tidligere styreledere for *Næringsmiddelprogrammet*.

NÆRINGSMIDLER

www.forskningsradet.no/mat

Totale inntekter: mill. kr	287,9
- FKD:	84,3
- HOD	11,3
- LMD:	54,4
- FHF:	18,7
- Jordbruksavtalen	1,6
- Andre	0,2

Bevilgning: 292,1 mill. kr

Antall FoU-prosjekter: 171

Andel brukerstyrte prosjekter: 41 prosent

For å løfte norsk næringsmiddelindustri videre ønsker de to en overordnet, nasjonal tenkning og klarere prioritering av forskningsinnsatsen.

– Norge er for eksempel blant de ledende i verden innen kompetanse om råvarer knyttet til «Mat og helse fra havet». Vi må videreutvikle dette fortrinnet gjennom forskning, dokumentasjon og produktutvikling, sier Berger.

Berger og Herikstad har noe ulikt ståsted fra sine posisjoner som henholdsvis direktør for matsikkerhet i Rieberkonsernet og regiondirektør for Mattilsynet i Rogaland. Men de er skjønt enige om at det har vært viktig å «lære opp» næringsmiddelbedriftene til å satse på forskning og utvikling. Forskningsløftet startet for alvor i 1992, da myndighetene la penger i et omstillingsprogram for å forberede næringsmiddelindustrien på EU-medlemskap. Selv om det ble nei i folkeavstemningen i 1994, fortsatte imidlertid innsatsen for å møte økt internasjonal konkurranse. Næringsmiddelprogrammet har vært en viktig del av arbeidet.

– Noe av det som har gledet oss mest, er at bransjeorganer og bedriftene selv har sett FoU-behovene, og at vi har fått stadig flere søknader om brukerstyrte prosjekter. Næringsmiddelindustrien har tradisjonelt hatt lavt utdanningsnivå, og den generelle kompetansehevingen har vært viktig, sier Berger og Herikstad. De er svært fornøyd med at programmet har finansiert langt flere doktorgradskandidater enn forventet.

– Og noe av det som har frustrert oss mest, er at vi på grunn av begrensede midler har måttet avslå mange svært gode og spennende prosjekter, legger de til.



– Mye av verdiskapingen i næringsmiddelindustrien må komme i de mindre bedriftene, understreker programstyrelederne Hallgeir Herikstad og Ragnar Berger, og programkoordinator Johs. Kjosbakken.

Prioritering

– Hvis vi skal være selvkritiske, må vi innrømme at vi ikke har maktet å styre midlene mot færre, store, og for næringsmiddelindustrien viktige områder i den grad vi kunne ønsket. I stedet for å spre forskningsmidlene for mye utover, er det behov for å få fram noen store, nasjonale prioriteringer. Vi bør spisse innsatsen i et samspill mellom næringen og myndighetene, oppfordrer Berger og Herikstad.

De synes imidlertid det har vært spennende å ta i bruk en to-trinns søknadsprosedyre, der bedrifter og forskningsinstitusjoner har vært invitert til først å legge fram korte skisser for prosjekter. Dermed kunne programmet foreta en grovsortering før søkerne la ned for store ressurser i søknadene.

– Vi var vel de første i Forskningsrådet som tok i bruk denne prosedyren. Ideen er svært god, men det bør ligge en noe større forpliktelse i at ikke alle og enhver enkelt kan komme inn i andre runde, når de ikke har deltatt i første, sier de.

Ernæring og helse

Mattrygghet har stått sentralt i Næringsmiddelprogrammet.

– For meg er det interessant at produsentene selv har sett behovet for å satse på mattrygghet, og at det ikke først og fremst har kommet av hensyn til myndighetene. Men gjennom E. coli-saken og andre aktuelle saker har vi sett hvor avgjørende forskning er for å kunne gi råd, sier Herikstad.

Berger og Herikstad tror imidlertid ernæring og helse vil prege matforskningen framover.

– Forbrukerne tar for gitt at maten er trygg. Men de vil bli mer opptatt av matens helseeffekter, ikke minst som svar på økende innslag av livsstilssykdommer. For produsentene blir oppgaven å produsere gode, smakelige og helsefremmende alternativer, sier de to tidligere programstyrelederne.

Superkjølt ferskvare fra Steinkjer

En ny norskutviklet teknologi for superkjøling som tas i bruk ved Gildes fabrikk i Steinkjer, gir kjøtt og kjøttprodukter vesentlig bedre holdbarhet og høy kvalitet.



FOTO: HÅVARD SIMONSEN

SINTEF-forsker Anders Haugland (f.v.) i skjærehallen på Steinkjer-slakteriet sammen med kvalitets- og teknologisjef Torgeir Salberg og driftssjef Stig Hegdal i Gilde.

Etter at kjøttvarene er ferdig vakuumpakket ved Steinkjer-slakteriets nye foredlingslinje, går de gjennom sjokkjøling i en spesialutviklet kuldetunnel. Her blir kjøttvarene utsatt for sterk effektiv kulde ved hjelp av lave temperaturer og kraftig vind.

– Kjøttvarene er i tunnelen fra to til ti minutter, avhengig av størrelse. På denne måten opparbeider produktene en kuldebuffer, men innholdet av is holdes under ti prosent. Deretter lagres produktene ved $\pm 1,1$ °C. Siden frysetemperaturen for svinekjøtt er $\pm 1,7$ °C, utvikles det ikke iskrystaller i kjøttet, forteller Stig Hegdal, som leder ombyggingen ved slakteriet.

Oppsiktsvekkende resultater

Superkjølingsteknologien er utviklet ved blant annet SINTEF og har vært støttet av Næringsmiddelprogrammet. Gilde har hatt tett kontakt med forskerne, og fant resultatene så interessante at de satte i gang egne utviklingsprosjekter på superkjøling.

– Teknologien har vist seg å gi eksepsjonelt bedre holdbarhet ved lagring. Tradisjonelt har man lagret kjøtt enten som ferskvarer ned mot 0 °C, eller lagt det på fryselager ved under ± 18 °C. Vår teori har gått på å senke temperaturen under 0 °C samtidig som kvaliteten beholdes. Det har ikke vært forsket mye på dette tidligere, men superkjøling har vist seg å gi oppsiktsvekkende gode resultater, sier forsker Anders Haugland, som tidligere ledet gruppa for næringsmiddelteknikk ved SINTEF Energiforskning.

– Jeg vil berømme Forskningsrådet for å ha sett potensialet i superkjøling og hatt en langsiktig satsing på teknologien, sier Haugland.

Stor innsparing

Gilde satsar ca. 30 millioner kroner på superkjøling, og dette utgjør nesten halvparten av investeringskostnadene ved ombyggingen i Steinkjer.

– Det var egentlig superkjøling som konsept og økte muligheter for nedskjæring av slakt som gjorde at konsernledelsen godkjente investeringen, sier Hegdal.

Superkjøling gir ikke bare mer holdbare ferskvarer, men også store innsparinger. Det slaktes 200 000 gris i året ved Steinkjer-slakteriet. Det tilsvarer 15 millioner kilo kjøtt, og det kan spares store beløp på å lagre kjøttet ferskt ved hjelp av superkjøling i stedet for å frysese.

– Normalt har vi lagt 25–30 prosent, eller ca. fire millioner kilo, inn på fryselager. For hver kilo vi unngår å fryse, sparer vi opp mot ti kroner i innfrysings- og logistikkostnader, sier Hegdal.

Superkjøling har fordeler også i industriprosessen. Når kjøttet er kjølt ned på denne måten, er det mer skjærbart og man får penere snittflater. Dessuten fungerer kjøttet som sitt eget kjøleelement når det pakkes i pakninger med kontrollert atmosfære. Dermed blir produktene mindre sårbare for temperatursvingninger under transport og i butikkene.

EGNET FOR EKSPORT AV SUSHI

Superkjøling er svært aktuelt også for fisk, og SINTEF har arbeidet sammen med fiskeriforskningsmiljøene for å videreutvikle kunnskapen fra kjøtt. – Vi er nå rimelig trygge på at superkjølt fisk framstår som et ferskt produkt for forbrukerne. Superkjøling gir fisken bedre holdbarhet og teknologien kan være et svar på problemene med dårlig fisk, som det har vært sterkt fokus på, sier forsker Anders Haugland. Forskningen har vært finansiert av Fiskeri- og Havbruksnærings Landsforening.

– Bedre holdbarhet er svært interessant for flyfrakt av fisk som skal brukes til sushi i Japan. Det er ekstremt lav mikrobiell aktivitet i superkjølte produkter når de er framme i Japan, og det er selvfølgelig viktig ved anvendelse av rå fisk, sier Haugland.

Superkjøling har stort potensial også i fiskeeksport til kontinentet. Antall vogntog kan nemlig reduseres med 30 prosent når man slipper å bruke is til superkjølte produkter. Forskning i Næringsmiddelprogrammet har imidlertid vist at det er enklere å superkjøle fileter enn hel fisk. Teknologien støter derfor mot dagens handelshindringer for bearbejdet fisk.

FOTO: ABELSTOCK

Skreddersyr «helse-laks»

Gjennom flere prosjekter i Næringsmiddelprogrammet er det vist hvordan man gjennom føring kan «skreddersy» laks med positive helseeffekter. Nå vil norske forskere også lede arbeidet med å tette kunnskapshullene om fremmedstoffer i fisk.

At fet fisk med høyt innhold av omega-3-fettsyrer er gunstig for helsen, er «opplest og vedtatt». Men sjømat kan også inneholde uønskede miljøgifter.

– Sjømat er kanskje viktigere i kostholdet enn noen gang. Men vi ønsker å gi en balansert vurdering, og vinner stadig større anerkjennelse internasjonalt for vår tilnærming, sier forsker Livar Frøyland ved Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES).

Uttelling for lang satsing

Allerede i 1999 forsøkte forskermiljøet i Bergen å få godkjent et EU-prosjekt for å bygge opp en kunnskapsplattform om positive og negative sider ved sjømat. De vant ikke fram den gang, men fortsatte sitt arbeid ikke minst med finansiering fra Næringsmiddelprogrammet. I kjølvannet av dioksin-skandalen i EU kom man tilbake med en forespørsel til NIFES om hvordan dioksin tas opp i fisk, og fra 2002 koordinerte NIFES et europeisk forskernettverk om valg av fôrvarer og sunn og trygg oppdrettsfisk.

– Vi så at det var et kjempehull i kunnskapen, sier Frøyland.

Nå har NIFES signert kontrakt med et stort EU-prosjekt, AQUAMAX, med en ramme på rundt 15 millioner euro. Prosjektet dekker valg av fôrstoff, betydning for fisk og mennesker, samt konsumentenes oppfattelse av fisken. Frøyland understreker at innsatsen her hjemme har betydd mye for å komme med.

– Gjennom samarbeid og støtte fra industriaktører og Forskningsrådet har vi forankret ny kunnskap så vi hadde noe å legge på bordet, sier han.

Hjertepasienter

Blant de mest kjente forsøkene som er finansiert gjennom Næringsmiddelprogrammet, var studien av 60 hjertepasienter ved Ullevål universitetssykehus i 2003. I studien, som ble ledet av professor Harald Arnesen, påviste man en

mer positiv effekt hos pasienter som spiste laks med mye omega-3-fettsyrer enn hos dem som spiste laks med lavere innhold av omega-3. Prosjektet var unikt fordi man for første gang kartla tilstanden både i fôr, fisk og mennesker.

I tillegg ble det gjennomført analyser av kontaminanter i fôr, fisk og blodprøver fra pasientene. Fisk som var føret med marin fiskeolje hadde høyere innhold av kontaminanter enn fisk føret med vegetabilsk olje. Men blodprøver fra pasientene som spiste fisk føret med marin fiskeolje hadde lavest innhold av kontaminanter. Dette indikerer at blodprøver ikke nødvendigvis gjenspeiler inntaket av kontaminanter fra maten. Senere har NIFES gjennomført et liknende prosjekt med friske mennesker, som nå analyseres.

Livsstilssykdommer


Ved Universitetet i Bergen har professor Rolf Kristian Berge og hans team gjennomført et annet prosjekt som viste at mennesker som spiser store mengder laks får en signifikant senkning av plasmatriglyserider i blodet. Triglyserid-innholdet har betydning for utvikling av hjerte- og karsykdommer. Og like interessant: Det var liten forskjell på effekten enten fisken var føret med fiskeolje eller vegetabilsk olje. Dette er interessant fordi tilgangen på marine oljer er begrenset.

– Senere har vi vist at fiskeproteiner har positive effekter på kolesterol hos forsøksdyr, og det er en sammenheng mellom aminosyresammensetning og fedmemetabolisme, sier Berge. Han har lenge arbeidet med livsstilssykdommer, ikke minst hvordan fisk kan forebygge slike sykdommer.

Også Berge og hans folk har forsket på om giftstoffer overføres fra fisk til mennesker.

– Vi analyserer fettvev hos mennesker som spiser mye fisk, og så langt ser resultatene lovende ut. Selv etter 30 ukers regelmessig konsum av laks, viser de foreløpige analysene at det ikke er mulig å påvise en akkumulering av miljøgifter i plasma eller fettvev, sier Berge.





Fusarium-sopp i hveteaks. Denne sopp, som utvikles i vekstsesongen, kan føre til betydelige mengder mykotoksiner i korn.

Forskerangrep mot Fusarium og farlige mykotoksiner

De siste årene har det vært betydelige forekomster av giftige mykotoksiner i norsk korn, spesielt i havre. Mykotoksinene, som kan være farlige for både dyr og mennesker, produseres av feltmuggsoppen *Fusarium*. Forskerne angriper nå problemet på tre fronter: Utvikling av *Fusarium*-resistente kornsorter, hurtigtester for kontroll og overvåking, samt dyrkingsmetoder som kan forebygge utvikling av soppen.

Fusarium utvikles på kornplanten gjennom vekstsesongen, og kan under gitte betingelser produsere mykotoksiner som DON, NIV, HT-2, T2 og Zearalenon. Klimaet i Norden gir gode utviklingsmuligheter for *Fusarium*. Vi har dessuten *Fusarium*-arter som produserer mer av de mest giftige mykotoksinene, som T-2 og HT-2, enn lenger sør i Europa.

– Dette er et reelt problem vi må forholde oss til, og som matmel- og dyrefôrprodusentene er sterkt opptatt av, sier forsker Sonja Klemsdal ved Bioforsk på Ås. Hun leder deler av mykotoksinforskningen, som også Næringsmiddelprogrammet har støttet.

Grenseverdier

EU har i 2006 fastsatt grenseverdier for mykotoksininnholdet i korn, både til menneskeføde og dyrefôr. Det er imidlertid enda ikke fastsatt grenser for T-2 og HT-2, som har vært et mindre problem utenfor Skandinavia.

– Det har heller ikke vært like mye forskning på disse toksinene. Derfor er vi avhengige av å framskaffe mer av denne kunnskapen selv, sier Klemsdal.

Ved Veterinærinstituttet har Næringsmiddelprogrammet finansiert et prosjekt for å teste giftigheten av T-2 og HT-2.

– Vi testet toksinenes innvirkning på immunforsvaret hos unge griser, som er den mest utsatte husdyrarten, og fant at HT-2 er noe mindre toksisk (giftig) enn T-2. Men vi vet at T-2 omdannes til HT-2 i kroppen og gjør problematikken ganske kompleks. Det er noe av grunnen til at det har vært vanskelig å fastsette grenseverdier for disse toksinene, sier forsker Aksel Bernhoft.

I gen-fronten

Ved Bioforsk har man med moderne genteknologi utviklet bygg som er resistent mot *Fusarium*, og i veksthuset har man allerede høstet tredje generasjon av de genmodifiserte plantene.

– Resultatene er svært gode. De transgene plantene er 40 ganger mindre mottakelig for *Fusarium culmorum* enn utransformerte planter av sorten, forteller Klemsdal.

Næringsmiddelprogrammet har støttet et vellykket prosjekt, hvor en stipendiat har identifisert et av genene som har betydning for at *Fusarium* utvikler Zearalenon. Dette er forskning helt i verdenstoppen, ifølge Klemsdal.

Forskningen videreføres

Det er ikke nok å foreta stikkprøver hvis man skal ha kontroll med mykotoksininnholdet i norsk korn. Derfor forsøker forskerne å finne nye testmetoder som er raskere og rimeligere enn dagens. Denne forskningen videreføres i *Matprogrammet*, oppfølgeren til *Næringsmiddelprogrammet*.

– Vi arbeider med DNA-baserte hurtigtester. Samtidig forsøker vi å finne en mer nøyaktig sammenheng mellom utvikling av *Fusarium*sopp og utvikling av mykotoksiner. Vi ser også om det er mulig å kombinere hurtigtester med matematisk modellering og risikovurdering, for å få et overvåkingssystem som kan håndtere de store mengdene med korn som kommer inn i høstingssesongen, sier Klemsdal.

– Vi ser også på hva bonden selv kan gjøre for å hindre utvikling av *Fusarium*. Her vet vi at pløying er positivt, mens redusert jordarbeiding og direktesåing er negativt fordi soppen vokser på råtnende plantemateriale oppå bakken. Dette er imidlertid et dilemma for bonden som oppfordres til redusert jordarbeiding av miljøhensyn, sier Klemsdal.

Mindre i økologisk

Ved Veterinærinstituttet har man i tre år målt forskjeller i mykotoksininnholdet i økologisk og konvensjonelt dyrket korn, og hovedkonklusjonen er at det var mindre toksiner i økologisk korn.

– Grovt sett var det dobbelt så mye DON og HT-2 i konvensjonelt som i økologisk korn. Dette var ikke uventet. Vi vet at sterk nitrogengjødsling kan føre til mer *Fusarium*, og at intensiv bruk av soppmidler tar knekken på de fleste sopper, men ikke *Fusarium*. Dermed blir det mer spillerom for denne soppen, sier Bernhoft.



SKOG – RESSURSER OG VERDISKAPING

Til skogs for å bli litt klokere

Forvaltningen av skog har på enkelte områder vært preget av mye synsing og usikkerhet. Gjennom programmet *Skog – ressurser og verdiskaping* har en bred skala av prosjekter gitt forskerne økt kunnskap som både skogeiere, industrien og samfunnet ellers vil dra nytte av.



Skog – ressurser og verdiskaping har gitt ny og verdifull kunnskap om skogen, mener styreleder for programmet, skogsjef Nils Bøhn, og programkoordinator Olav Gislerud.

– Nesten 40 prosent av Norge er dekket av skog. Vi har et ansvar for å forvalte denne enorme ressursen på en god måte og programmet har vært et skritt mot en bedre forvaltning, sier seniorrådgiver Olav Gislerud i Forskningsrådet. Han har ledet programmet *Skog – ressurser og verdiskaping*, som ble satt i gang 1. januar 2000 og varte ut 2005.

Programmet har hatt to satsingsområder:

- Næringsutvikling av skogprodukter
- Bærekraftig forvaltning av skogressursene.

– Sammenlignet med andre land har Norge vært lite opptatt av næringsutvikling i skogbruket, men nå ser vi en dreining mot mer næringsfokus her hjemme også, sier Gislerud.

Økt kunnskap

De ulike prosjektene i programmet har dreid seg om alt fra behandling av trevirke for industrielle formål til studier av mikroorganismer i jordsmonnet og metoder for å kartlegge skogsområder. Resultatet er økt kunnskap på mange felt, ifølge styrelederen for programmet, skogsjef Nils Bøhn:

– Vi har bygd opp mye ny kunnskap. På en del områder

har skogbruk vært heftet med synsing og usikkerhet. For å få til bedre treffsikkerhet er derfor denne typen ny kunnskap svært nyttig, sier Bøhn.

Skogeiere og treindustrien er de som i første rekke vil nyte godt av mer håndfaste fakta om skogen. Men en god skogforvaltning kommer i neste omgang også resten av samfunnet til gode – enten det dreier seg om å ha bedre materialer når et hus skal bygges eller å kunne ferdes i en natur som er ivaretatt på en miljøvennlig måte. Bøhn mener den norske skogen representerer et ubrukt potensial.

– Vi må se på hvordan vi kan få mer ut av hver tømmerstokk. Vi har mye å gjøre på utviklingen av treprodukter og jeg mener skogen er en næring som burde ha et potensial på linje med fiskerinæringen, sier han.

Ny giv for trærne

Trelastindustrien var den første industrien i Norge, og var en sentral eksportindustri fram til krigen. Deretter kom den i skyggen av oljeeventyret. Både Bøhn og Gislerud tror på en ny tid for skogindustrien.

– Med dagens oljeprisutvikling har andre produkter, som skog, fått fornyet interesse, sier Gislerud.

Den årlige tilveksten av skog i Norge er på om lag 25 millioner m³. Av denne hogges rundt halvparten, 12–13 millioner. Det meste, 8–9 millioner m³, brukes i industri, mens resten går til bioenergi/brensel.

En del av prosjektene i det avsluttede programmet videreføres nå i FoU-programmet TRE, som er et samarbeid med Innovasjon Norge.

– Framover legges det litt mer vekt på treproduksjon enn på hva som skjer i skogen. Med andre ord vil vi se mer på utvikling av produkter fra skogen enn akkurat på hvordan skogbruket drives, sier Gislerud.

Skog – ressurser og verdiskaping har vært finansiert av Landbruksdepartementet. I tillegg har det vært egenfinansiering i en del av prosjektene.

SKOG – RESSURSER OG VERDISKAPING

www.forskningsradet.no/skogen

Totale inntekter: mill. kr	70,0
- LMD:	69,7
- Andre	0,3

Bevilgning: 64,2 mill. kr

Antall FoU-prosjekter: 67

Andel brukerstyrte prosjekter: 22 prosent

Mindre magefølelse og mer presisjon i skogforvaltningen

Avansert dataverktøy gir skogeiere et bedre grunnlag for å forvalte eiendommene sine. Både økonomiske, sosiale og miljømessige hensyn ivaretas – og konsekvensene av ulike valg kan måles!

– Ofte brukes magefølelsen når skogbruket skal planlegges. Man vet litt om alt, men baserer gjerne avgjørelser på en god porsjon skjønn og gjetninger, sier Tobias Jonmeister. Som konsulent i Norskog ledet han prosjektet som så på gevinster ved en mer strategisk skogplanlegging. Han mener det er mye å hente på å gå grundigere til verks når beslutninger skal tas. Både økonomi og biologiske og sosiale hensyn er med på å påvirke hvordan skogen forvaltes, og ved bruk av avanserte dataprogrammer kan alle disse faktorene vurderes opp mot hverandre.

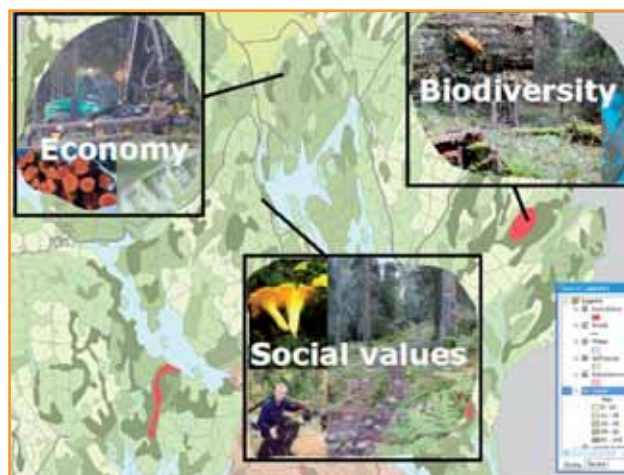
– Målet med prosjektet var å hjelpe skogeierne til å ta gode, langsiktige beslutninger og kunne dokumentere konsekvenser av ulike valg, sier Jonmeister.

Dyre lover

Det er spesielt i møte med myndighetene at skogeierne kan trenge å slå i bordet med konkret dokumentasjon. I løpet av de siste 15 årene har det kommet stadig flere lover og regler fra stat og kommune som regulerer skogbruken. Så lenge skogeierne ikke vet hvilke konsekvenser de lovpålagte restriksjonene gir, er det vanskelig å argumentere godt for andre alternativer. I Nordmarka i Oslo er det for eksempel ikke lov å hogge mer enn 15 dekar på ett og samme område, for at turgåerne skal ha en pen skog å ferdes i.

– Skogeierne mener en slik restriksjon betyr veldig store økonomiske tap for dem, men har ikke kunnet dokumentere det ordentlig. Med programmet vi bruker er det mulig å se hvor mye en slik lov koster i kroner og øre, og vi fant at disse hogstbegrensningene er den klart dyreste restriksjonen for skogeierne, sier Jonmeister.

Han ser at det kan være vanskelig å sammenligne så ulike størrelser som hogstinntekter og turgåerens behov for fine omgivelser. Likevel mener han det er fullt mulig å vurdere de ulike faktorene opp mot hverandre og tallfeste hva de ulike valgene betyr økonomisk.



Både økonomi, biologiske og sosiale hensyn er med å påvirke hvordan skogen forvaltes. Ved hjelp av avanserte dataprogrammer kan alle disse faktorene måles og vurderes opp mot hverandre.

Nyttig verktøy

I forbindelse med prosjektet ble Løvenskiold-Vækerøs skog-eiendom i Oslo brukt som forsøksområde. Forskerne lekte seg med ulike scenarier, som for eksempel dette: Hva vil skje hvis myndighetene bestemmer at det skal være 50 meter skog langs alle vann, i stedet for 15 meter som det er i dag?

– Ved å mate dataprogrammene med all informasjon kunne vi se umiddelbart hvor mye et slikt scenario ville ha kostet skogeierne. Siden det kommer flere og flere krav til skogforvaltningen, er det viktig å ha et verktøy parat som kan gjøre planleggingen bedre. Få næringer tar langsiktige økonomiske beslutninger på så dårlig grunnlag som skogbruket, sier Tobias Jonmeister.

At også de biologiske og sosiale faktorene tas inn i beregningene er nytt. Forskerne brukte flere ulike datasystemer, blant annet SGIS (Skoglig geografisk infosystem) og «optimeringshjernen» ECOPLAN. SGIS har blitt mye brukt i ettertid, forteller Jonmeister, som understreker at disse verktøyene er best egnet for større skogsområder. Både Norskog, SINTEF og Universitetet for miljø- og biovitenskap ved Institutt for skogfag (nå del av Institutt for naturforvaltning) var med i prosjektet.

Registrerer skogen med laser

Ved bruk av en avansert laserskanner i småfly kan store skogsområder kartlegges mer nøyaktig og effektivt enn tidligere. Billigere er det også.

I mer enn 25 år har norsk skogbruk benyttet seg av flyfoto som grunnlag for ressursregistrering og planlegging. På 1990-tallet begynte nordamerikanske teknologiselskaper å ta flyfotometoden et skritt videre, ved å utvikle instrument for bruk av laserskanner i fly når topografiske kart skulle lages.

Under programmet *Skog – ressurer og verdiskaping* har Prevista og Institutt for skogfag ved Universitetet for miljø- og biovitenskap jobbet med bruk av slik laser i registrering og taksering av skog. Metoden ble testet ut i forbindelse med taksering av et stort skogsområde i Krødsherad kommune i Buskerud. Dette er første gang – på verdensbasis – at metoden er blitt brukt i en ordinær områdetaksering, og ikke bare som rent forskningsprosjekt.

– Dette prosjektet viser for alvor at metoden egner seg for kommersiell bruk, sier seniorrådgiver Svein Ekanger i Prevista, som er et konsultantselskap innen skogbruksplanlegging.

Ledende i verden

Ekanger tror det vil bli mer og mer vanlig å registrere og takser skogressurser på denne avanserte måten, og at det er et solid alternativ til ordinær takst.

– Ved hjelp av store mengder data fra laserskanneren får vi en god oversikt over ressursene, som inkluderer både tømmervolum og kvalitet på den stående skogen. Dette gir skogeieren nøyaktig kunnskap og hjelp til å utnytte skogen best mulig, sier Ekanger.

Metoden har vist seg å være mer nøyaktig, billigere og mindre tidkrevende enn tradisjonelle metoder.

I dag er Norge ledende i verden når det gjelder bruk av laserskanning til skogregistrering. Foreløpig er Prevista enerådende når det gjelder den operative bruken av lasermetoden.

– Ingen andre har foreløpig gjort noe tilsvarende. Vi har klare kravspesifikasjoner som andre benytter seg av, og vi er jo litt stolte av å ha satt standarden på dette feltet, sier Ekanger. Samarbeidet om utviklingen av metoden er imidlertid godt, og de siste årene er det bygd opp et faglig, nordisk nettverk innen skogplanlegging med bruk av laserskanner.



Å takser store skogsområder ved hjelp av laserskanner i småfly gir gode resultater. Norge er verdensledende når det gjelder bruk av denne metoden.

FOTO: PREVISTA

Innholdsrike lyspulser

Laserskanning er avansert teknologi. Skanneren monteres i et småfly og sender såkalte lyspulser mot bakken. Laseren sender ut 50 000–100 000 lyspulser hvert sekund, som spres i et område på 300–400 meters bredde. Lyset reflekteres så tilbake til skanneren og bringer med seg en mengde detaljert informasjon om bakken. For eksempel kan trehøyden og tettheten i trekronene måles ved bruk av laserpulserne, og dermed er det mulig å si noe om både volum, tetthet og høyde på skogen. Informasjonen kan kvalitetssikres mot stikkprøver på bakken, men er ikke avhengig av så mye «bakkemannskap» som tradisjonelle takstmetoder.

– Poenget har jo vært å finne en effektiv måte å kartlegge områder på, uten at man etterpå må gå i skogen for å sjekke om alt stemmer, og uten at det koster like mye som den tradisjonelle måten. Dette har vi fått til, sier Ekanger.

Selve skannerapparatet koster 10 millioner kroner, men dette kan brukes til mange formål og i mange deler av verden. Prevista eier ikke selv noen laserskanner, men kjøper dataene fra flyselskapet som utfører selve skanningen. Jobben for Prevista består i å behandle de enorme mengdene med data, som for eksempel kan resultere i en mer nøyaktig oversikt over hvor mye tømmer en skogeier har å selge.



FOTO: PREVISTA

Jakter på miljøvennlig impregnering

I mange tiår har kobber, krom og arsenikk sørget for holdbarheten til treprodukter som er utendørs. Kan rekeskall og tallolje erstatte de giftige impregneringsmidlene?

I 2002 innførte norske myndigheter restriksjoner på bruken av det giftige stoffet CCA, som består av kobber, krom og arsenikk. CCA brukes over hele verden, det er billig og suverent når det gjelder å bevare treverk. Men stoffet er en katastrofe for miljøet, fordi det skaper enorme mengder farlig avfall. Derfor jobber blant annet norske forskere for å finne naturvennlige alternativer til impregnering av treprodukter som terrassematerialer, gjerdestopler, sandkasser og broer.

– Vi har prøvd å finne norske, naturlige råstoffer som kan forbedre treets holdbarhet uten å være så miljøskadelige som de tradisjonelle impregneringsmidlene, sier Gry Alfredsen, biolog og seksjonsleder for treteknologi på Norsk institutt for skog og landskap (tidligere Skogforsk).

Hun er en av fire fra programmet *Skog – ressurser og verdiskaping* som har tatt doktorgrad i tilknytning til dette prosjektet.

Testet tallolje

I Norge er det først og fremst råtesopp som er utfordringen for treet, og det gjelder å finne stoffer som beskytter mot

denne soppen. Det første som ble testet ut av Gry Alfredsen og hennes kolleger var tallolje, som er et biprodukt (avfallsstoff) fra sulfatprosessen når papir lages. Tallolje med ulikt kjemisk innhold ble impregnert i trebiter og utsatt for råtesopp. Resultatene var både positive og negative.

– Sammenlignet med ubehandlet tre så vi at talloljen hadde en god effekt på treet. Oljen gjorde at treet ikke tok opp så mye vann og dermed hadde en sopphekkende effekt. Men likevel var ikke effekten så god at tallolje alene kan brukes som trebeskyttelsesmiddel, sier Alfredsen. Hun understreker at talloljen kan være bedre enn det de har funnet ut foreløpig, spesielt hvis den blandes med andre stoffer. Sannsynligvis vil tre impregnert med tallolje ha best effekt over bakken. Kommer treet i kontakt med jord vil ikke beskyttelsen være god nok.

Nyttige reker

Et annet stoff som også testes ut er kitosan, som stammer fra rekeskall. Kitosan er allerede brukt i alt fra slankepiller til vannrensing, og er med andre ord langt fra giftig verken for trær eller mennesker.

– Resultatene er lovende. Men når man ikke bruker giftige stoffer, blir det en større utfordring å finne noe som gir god beskyttelse. Vi har testet på ulike typer sopp og blant annet funnet ut at jo lengre kitosan-molekyler vi bruker, desto bedre er det. Dessuten vet vi nå at fem prosent konsentrasjon av stoffet er det som bør tilføres treverket for at det skal fungere best, sier Alfredsen.

Testing av tallolje og kitosan skjer ikke bare i laboratoriet, men også ute i feltet. Dette er tidkrevende forskning, og det tar rundt fem år før forskerne får resultatene fra feltforsøkene. Å finne gode, miljøvennlige alternativer er ikke lett. De tradisjonelle, giftige stoffene har god holdbarhet nettopp fordi de er giftige.

– At de nye stoffene skal virke like kraftig, men uten å være giftige, er et ambisiøst krav men likevel et mål, sier Alfredsen.

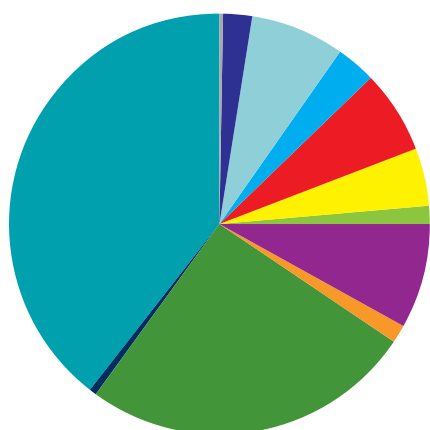
Forskere tester ut om naturlige råstoffer – som tallolje og rekeskall – kan forbedre treets holdbarhet uten å være så miljøskadelige som de tradisjonelle impregneringsmidlene.



FOTO: SKOGFORSK

Nøkkeltall

Samlede inntekter til programmene 2000–2005

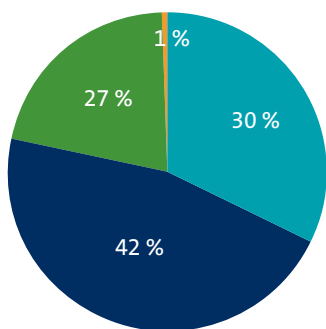


FGD	783,3	FHF	124,9
HOD	11,3	Landbruksforskningsfondet	62,9
LMD	504,8	Jordbruksavtalen	143,7
MD	29,4	SNT/Mattilsynet	40,8
NHD	159,3	SND/Innovasjon Norge	8,1
UFD	28,5	Andre	2,9
Forskningsfondet	90,4	TOTAL	1990,3

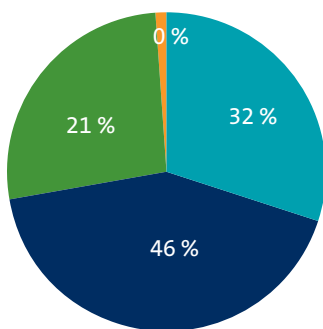
Bevilgninger til FoU-prosjekter

Fordeling på kontraktspartner

Totalt antall FoU-bevilgninger, 1910,4 mill. Totalt antall prosjekter: 1.363

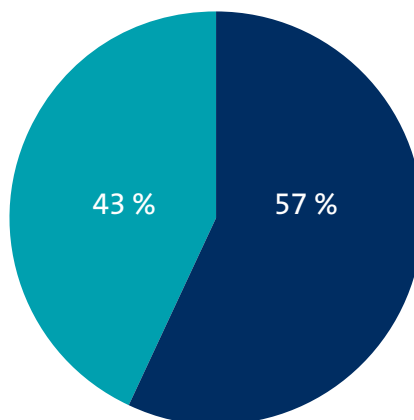


- Universiteter og høyskoler
- Institutter
- Bedrifter og næringsorg.
- Andre



- Universiteter og høyskoler
- Institutter
- Bedrifter og næringsorg.
- Andre

Fordeling på blå og grønn sektor



- Landbruksrelatert forskning
- Marin forskning

Fordeling per program: Prosjekter og bevilgninger til kontraktspartnere

Kontraktspartner	BIOT2000		FISKTEK		HAVBRUK		JORDBRUK		MARE	
	Ant.	Bev.	Ant.	Bev.	Ant.	Bev.	Ant.	Bev.	Ant.	Bev.
Universiteter og høyskoler	47	95 889	5	2 723	77	113 142	88	156 506	69	78 352
Institutter	30	50 474	60	75 716	142	217 908	83	154 415	70	114 650
Bedrifter og næringsorg.	43	77 205	38	19 363	106	97 133	67	76 968	5	7 965
Andre			1	500	4	1 150	1	1 400	4	1 500
Total	120	223 567	104	98 301	329	429 333	239	389 289	148	202 467

Kontraktspartner	MARKSAM		MAT		SKOGEN		TOTAL	
	Ant.	Bev.	Ant.	Bev.	Ant.	Bev.	Ant.	Bev.
Universiteter og høyskoler	56	73 147	44	78 108	23	17 872	409	615 740
Institutter	108	120 312	55	114 549	28	34 383	576	882 406
Bedrifter og næringsorg.	21	17 705	70	97 976	15	11 436	365	405 751
Andre			2	1 445	1	550	13	6 545
Total	185	211 165	171	292 078	67	64 240	1 363	1 910 441

Stipendiater

	Postdoktorstipend		Doktorgradsstipend	
	Antall	Årsverk	Antall	Årsverk
Bioteknologi 2000	19	30	47	89
Fiskeriteknologi	0	0	9	19
Havbruk - produksjon av akvatiske organismer	13	25	58	116
Jord, planter og husdyr	12	20	68	125
Marine ressurser, miljø og forvaltning	20	42	51	102
Marked og samfunn	13	19	38	75
Næringsmidler	24	40	68	130
Skog - ressurser og verdiskaping	1	1	18	23
TOTAL	102	177	357	679

	Antall avlagte doktorgrader		
	Kvinner	Menn	Totalt
Bioteknologi 2000	8	8	16
Fiskeriteknologi	0	2	2
Havbruk – produksjon av akvatiske organismer	6	12	18
Jord, planter og husdyr	18	12	30
Marine ressurser, miljø og forvaltning	8	21	29
Marked og samfunn	3	11	14
Næringsmidler	22	13	35
Skog – ressurser og verdiskaping	2	6	8
TOTAL	67	85	152

NB! Noen av doktorgradene er avlagt av stipendiater hovedsakelig finansiert av tidligere program

Publisering

	Vitenskapelige artikler i tidsskrift med fagfelleevaluering	Annen publisering og formidling
Bioteknologi 2000	275	18 patenter, nyhetsbrev, rapporter, bøker og allmennrettet formidling
Fiskeriteknologi	40	25 andre vitenskapelige artikler, 190 rapporter, faktaark
Havbruk – produksjon av akvatiske organismer	256	144 andre vitenskapelige artikler, 5 faglige utredninger, bidrag i 8 bøker, nyhetsbrev, faktaark
Jord, planter og husdyr	200	800 rapporter, foredrag, bøker, nyhetsbrev, 4 nye foretak
Marine ressurser, miljø og forvaltning	127	14 bøker, faktaark
Marked og samfunn	240	42 fagbøker, populær- og allmennrettet formidling, nyhetsbrev
Næringsmidler	490	12 patenter/søknader, 7 nye foretak/ forretningsområder, 39 nye metoder, prosesser, modeller og prototyper, nyhetsbrev
Skog – ressurser og verdiskaping	155	99 andre vitenskapelige artikler, 197 rapporter, 8 bøker, faglig og allmennrettet formidling

Medlemmer i programstyrene

Bioteknologi i primærnæringene

Professor Knut Rønningen, Norges veterinærhøgskole (leder)
Forskningsleder Sonja Sletner Klemsdal, Planteforsk, Plantevernet
Professor Ingolf F. Nes, Universitetet for miljø- og biovitenskap
Adm. dir. Gunnar Rørstad, Biotec Pharmacon ASA
Produktsjef Gunnar Kleppe, Norferm DA
Professor Arne R. Strøm, NTNU
Professor Vigdis Lid Torsvik, Universitetet i Bergen
Kvalitetsjef Marianne Stordal, Hennig Olsen AS
Professor Siv Andersson
Rådgiver Ruth Kleppe Aakvaag, Bioteknologinemda

Fiskeriteknologi

Seksjonsleder Aud Vold Soldal, Havforskningsinstituttet (leder)
Regiondirektør Janne Andersen, Fiskerisjefen i Nordland/Rådgiver Anne Kjos Veim, Fiskeridirektoratet
Seniorforsker Kjell Midling/Forskningsjef Atle Mortensen, Fiskeriforskning
Fiskebåtredere Nils Olsen
Avd.sjef Terje Ringstad, Mørenot AS/Salgssjef Geir Mikalsen, Refa Frøystad Group AS
Forsker Dag Standal, SINTEF Fiskeri og havbruk
Forskningsleder Iren S. Stoknes, Møreforskning

Havbruk

Professor Magny Thomassen, Universitetet for miljø- og biovitenskap (leder)
Adm. dir. Roar Gudding, Veterinærinstituttet
Seniorforsker Leif Jørgensen, Nord-Trøndelagsforskning
Distriktsansvarlig Oddbjørn Larsen, Joti Isoterm AS
Daglig leder Morten Lund, Åsen Settefisk AS
Seksjonsleder Kari Morvik, Fiskeridirektoratet Region Vest
Forskningsleder Birgitta Norberg/Forsker Geir Lasse Taranger, Havforskningsinstituttet
Professor Børre Robertsen, Norges fiskerihøgskole/Professor Guri Eggset, Høgskolen i Hedemark
Seniorinspektør Aud Skrudland, Mattilsynet, Distriktskontor Ytre Nordmøre
Professor Sigurd Olav Stefansson, Universitetet i Bergen/Forskningsjef Arne Mikal Arnesen, Fiskeriforskning
Fagsjef Kjell Maroni, Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond (observatør)

Seniorrådgiver Svein Hallbjørn Steien, Innovasjon Norge (observatør)
Rådgiver Anne-Marie Voll/Seniorrådgiver Rune Bildeng, Fiskeri- og kystdepartementet (observatør)

Jord, planter og husdyr

Landbruksdirektør/selvs. næringsdrivende Hans Kolbein Dahle (leder fra 2004)
Professor Knut Hove (leder til 2004), Universitetet for miljø- og biovitenskap
Professor Anne-Helene Tauson, Den Kgl. Veterinær og Landbohøjskole, Danmark
Professor emeritus Gunnar Abrahamsen, Universitetet for miljø- og biovitenskap
Forsker Ann-Marie Dock Gustavsson, Statens jordbruksverk, Sverige
Bonde Bjørn Iversen, Reinsvoll
Direktør Kristina Landsverk, Mattilsynet
Professor Lars Moe, Norges veterinærhøgskole
Seksjonssjef Bjørn Tor Svoldal, Yara International
Forsker Gry Synnevåg, NORAGRIC/
Førsteamanuensis Anne Kjersti Uhlen, Universitetet for miljø- og biovitenskap

Marine ressurser miljø og forvaltning

Professor Dag L. Aksnes/Professor Jarl Giske, Universitetet i Bergen (leder)
Fisker Øyvind Mårvik (nestleder), Hasvåg
Forsker Olav Rune Godø/Forsker Jens Christian Holst, Havforskningsinstituttet
Professor Jarle Berntsen, Universitetet i Bergen
1. amanuensis Claire Armstrong/1. amanuensis Anita Maurstad, Norges fiskerihøgskole
Forsker Michaela Aschan, Fiskeriforskning/
Havforskningsinstituttet
Forskningsleder Kari Nygaard, NIVA
Professor Jens Martin Hovem, NTNU
Seksjonssjef Arne Eggereide, Direktoratet for naturforvaltning
Underdirektør Lisbeth Plassa, Fiskeridirektoratet
Rådgiver Brit Fisknes/Rådgiver Lars Føyn, Fiskeri- og kystdepartementet (observatør)

Marked og samfunn

Professor Abraham Hallenstvedt (leder), Norges fiskerihøgskole
Markedsdirektør Julia Margaret Anthonisen, Athena Seafoods AS
Logistikkdirektør Tove Pedersen Berge/
Regionsleder Marit Dille, Val v.g. skole
Konserndirektør Trygve Brandrud, Norsk Kjøtt samvirke BA
Daglig leder Aasmund Bunkholt, Trefokus AS

Landbruksdirektør Idun Christie/Landbruksdirektør Anne-Kathrine Fossum, Fylkesmannen i Hedmark
Seniorforsker Lene Foss, Norges fiskerihøgskole
Professor Einar Hope, Norges Handelshøyskole
Forskningsleder Inger Marie Stigen, NIBR
Direktør Jan Trollvik, Eksportutvalget for fisk
Professor Arild Vatn, Universitetet for miljø- og biovitenskap/Professor Niels Kjærgaard, KVL, Danmark

Næringsmidler

Direktør mattrygghet Ragnar Berger, Rieber & Søn ASA (leder til 2003)
Direktør Hallgeir Herikstad, Mattilsynet (nestleder/leder fra 2003)
Adm. direktør Geir Andreassen/Tidligere konsernsjef Svein G. Nybø, FHL
Professor Wenche Frølich, Universitetet i Stavanger
Forbundssekretær Inger Furmyr, Norsk Nærings- og Nytelsesmiddelarbeiderforbund
Professor Ola M. Magnussen, NTNU
Seniorforsker Heidi Nilsen, Fiskeriforskning
Seniorforsker Ragni Ofstad, Matforsk
Professor Ragnar L. Olsen, Norges fiskerihøgskole
Førsteamanuensis Liv Marit Rørvik, Veterinærinstituttet
Adm. direktør Per Olav Skjervold, Ewos Innovation
Utviklingsdirektør Ragnhild Solheim, Gilde Norge
Adm. direktør Per Olav Skjervold, Ewos Innovation

Skog – ressurser og verdiskaping

Skogsjef Nils Bøhn, Norges Skogeierforbund (leder)
Forsker Isabella Børja, Skogforsk
Adm. direktør Knut Einar Fjulsrud, Trelastindustriens Landsforening
Professor Hans Fredrik Hoen, Universitetet for miljø- og biovitenskap
Professor Helene Lundkvist, Lunds Universitet
Adm. direktør Arne Rørå, Norskog
Professor Lisa Sennerby-Forsse, Fylkesskogsjef/seksjonssjef Liv Marit Strupstad, Fylkesmannen i Hedmark

Nye blå-grønne prøgrammer



Arealprogrammet (2006–2011)
Areal- og naturbasert næringsutvikling
Leder: *Landbruksdirektør Anne-Kathrine Fossum,*
Fylkesmannen i Hedmark
Programkoordinator: *Trond Værnes*
www.forskningsradet.no/areal



Matprogrammet (2006–2011)
Norsk mat fra sjø og land
Leder: *Økonomisjef Arne Erling*
Karlsen, Gunnar Klo AS
Programkoordinator: *Johs. Kjosbakken*
www.forskningsradet.no/matprogrammet



HAVBRUK – en næring i vekst (2006–2015)
Leder: *Ass. fiskeridirektør Liv Holmefjord,*
Fiskeridirektoratet
Programkoordinator: *Rolf Giskeødegård*
www.forskningsradet.no/havbruk



Havet og kysten (2006–2015)
Leder: *Direktør Roald Waage, Mattilsynet,* Region-
kontoret for Hordaland og Sogn og Fjordane
Programkoordinator: *Nina Hedlund*
www.forskningsradet.no/havkyst



FoU-programmet TRE (2006–2011)
Leder: *Daglig leder Aasmund Bunkholt,* Trefokus AS
Programkoordinator: *Olav Gislerud*
www.forskningsradet.no/tre

Bærekraft og innovasjon i blått og grønt

Produksjon og foredling av produkter fra fiskeri og havbruk, jord- og skogbruk er viktige næringer for Norge. Sjømat er blant Norges viktigste eksportprodukter, og næringsmiddelindustrien står for en betydelig andel av norske industriarbeidsplasser. De blå-grønne næringene har også stor betydning for bosetting og kulturlandskap, og for tilgang til sunn og trygg mat.

Forskning og utvikling er avgjørende for at potensialet i næringene skal kunne tas ut, og for å møte fremtidige utfordringer og muligheter knyttet til økt globalisering, klimaendringer og bruk av nye teknologier.

I perioden 2000–2005 var mye av norsk forskning på disse områdene samlet i åtte forskningsprogrammer som dekket hele verdikjeden fra råvare til ferdig produkt. Denne brosjyren oppsummerer aktiviteten i disse programmene og gir noen eksempler på hvilke resultater som er oppnådd.



Postboks 2700 St. Hanshaugen

0131 OSLO

Telefon: 22 03 70 00

www.forskningsradet.no/

ISBN 82-12-02369-9